

Università degli Studi di Catania
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Dottorato di Ricerca in Geodinamica e Sismotettonica
Ciclo XXII

**INTEGRAZIONE DI DATI GEOGNOSTICI E GEOFISICI PER LA
REALIZZAZIONE DI UN GEO-DATABASE RELAZIONALE
FINALIZZATO ALLO STUDIO DELLA R.S.L.
NELL'AREA DELLA PROVINCIA DI CATANIA
(SICILIA ORIENTALE)
E POSSIBILI APPLICAZIONI.**

Tesi di dottorato di:
Dott. Elena Partescano

Coordinatore: Prof. C. Monaco

Tutor: Prof. S. Imposa
Co-Tutor: Prof. G. De Guidi

Indice

Introduzione	i
Capitolo 1	1
Inquadramento geologico dell'area di studio	1
1.1 - Inquadramento geologico- strutturale	2
1.2 - L'area urbana di Catania	5
1.2.1 - L'area urbana di Catania: stratigrafia	6
1.3 - Morfologia dell'area	9
1.4 - Caratterizzazione geotecnica dei terreni	9
Capitolo 2	13
Attenuazione ed effetti di sito.....	13
2.1 - Effetti di sito.....	14
2.2 - Rumore Sismico	16
2.2.1 - Metodo dei rapporti spettrali.....	17
Capitolo 3	23
Database.....	23
3.1 - Struttura del Database.....	24
3.2 - Le tabelle.....	25
3.3 - Le relazioni	40
3.4 - Inserimento dei dati.....	41
3.5 - Recupero dei dati	43
3.6 - Interfaccia grafica	44
3.7 - G.I.S. (<i>Geographic Information System</i>).....	45
Capitolo 4	47
Raccolta ed analisi dei dati	47
4.1 – Strumentazione	49
4.2 - Ubicazione delle misure	50

4.3.1 - Elaborazione dei dati: analisi del rumore sismico ambientale.....	56
4.3.2 - Elaborazione dei dati: stima del V_{s30}	63
Capitolo 5	65
Risultati.....	65
5.1 - Analisi del rumore sismico ambientale	66
5.1.1 - Analisi spettrale.....	69
5.2 - Profili geologici	176
5.3 - Studio del comportamento delle Argille Marnose grigio-azzurre.....	182
5.4 - V_{s30}	194
Capitolo 6	197
Conclusioni	197
Ringraziamenti.....	202
Bibliografia	203
Allegati.....	206
Allegato 1 – Database.....	206

Introduzione

L'obiettivo primario di questo lavoro è stato quello di sviluppare uno strumento finalizzato alla raccolta e alla gestione integrata di considerevoli quantità di dati acquisiti mediante l'esecuzione di differenti tipologie d'indagine.

L'opportunità di mettere in relazione i parametri geofisici con le caratteristiche geo-litologiche del sottosuolo ha permesso di focalizzare l'attenzione sullo studio della risposta sismica locale, utilizzando tecniche di sismica passiva sia per ricavare informazioni sul comportamento dinamico del terreno sia per effettuare un'analisi dei processi tettonici recenti ed in oltre far emergere le caratteristiche morfo-strutturali dell'area.

Il lavoro è articolato come segue:

- nel Capitolo 1 saranno riportate le informazioni sulle caratteristiche geologico-strutturali, la morfologia e le caratteristiche geotecniche dell'area oggetto di studio;
- nel Capitolo 2 saranno descritte l'attenuazione e la risposta sismica locale, ponendo particolare attenzione al rumore sismico ambientale e alle tecniche di analisi;
- nel Capitolo 3 saranno esposte le caratteristiche strutturali del **GeoDatabase**, le capacità relazionali, l'inserimento ed il recupero dei dati mediante l'interfaccia grafica e la piattaforma *G.I.S.*;
- nel Capitolo 4 saranno sintetizzate le modalità di raccolta e illustrate le basi teoriche delle principali elaborazioni eseguite;
- il Capitolo 5 sintetizzerà i risultati ottenuti, focalizzando l'attenzione sulle caratteristiche morfo-strutturali dell'area indagata;
- il Capitolo 6 conterrà le considerazioni conclusive sugli esiti raggiunti con questo studio.

1.1 - Inquadramento geologico- strutturale

L'area oggetto di studio trova collocazione nella regione centrale del Mediterraneo (Figura 1.1) e deve il suo assetto geologico-strutturale al processo di convergenza tra la placca Europea e la placca Africana, che durante il Terziario conduce alla formazione della catena Appenninico-Maghrebide.

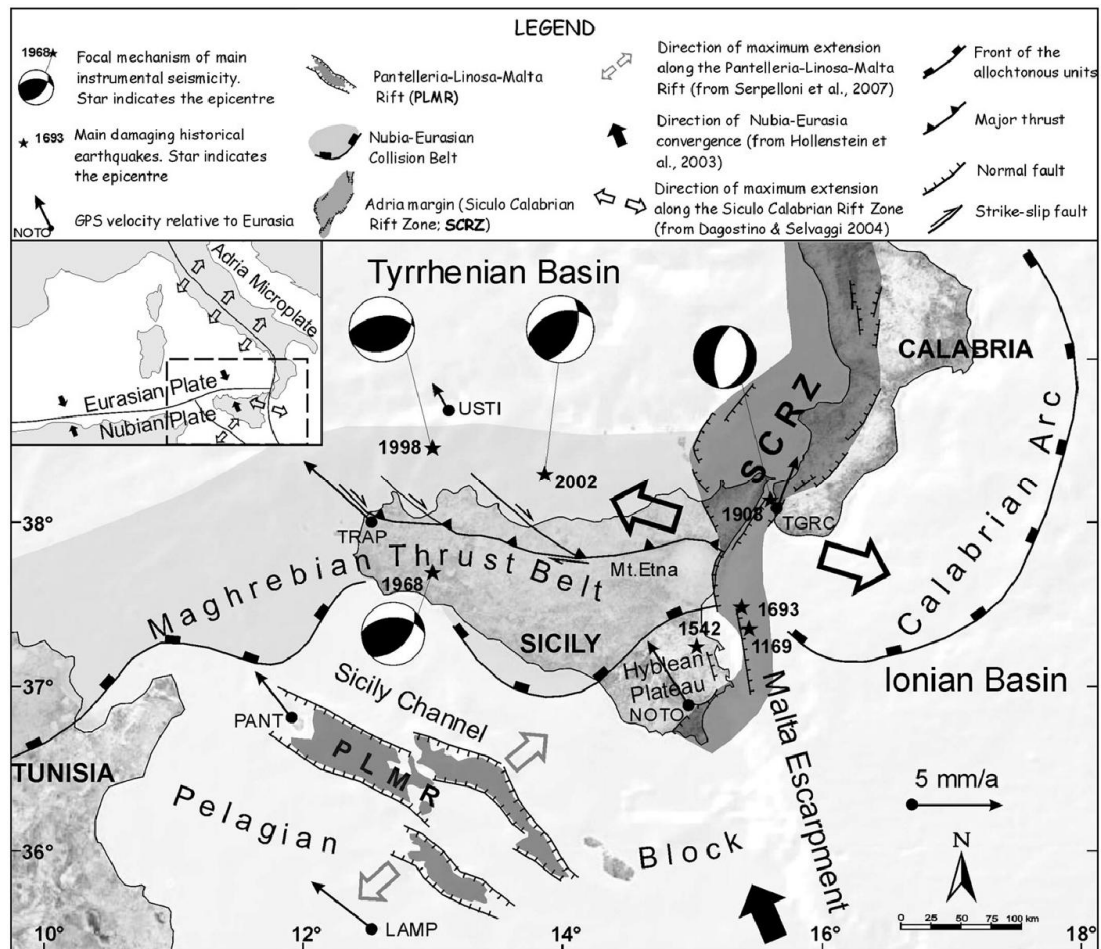


Figura 1.1 - Mappa schematica della tettonica del Mediterraneo centrale (Catalano et al., 2008).

Nell'intera regione della Sicilia è possibile distinguere più domini strutturali: i domini più interni comprendono le unità Calabridi e le unità della Catena Maghrebide (Lentini, 1990) riconducibili ad un sistema a falde ed a scaglie tettoniche; i domini più esterni sono rappresentati dal "Sistema a thrust Sicano" affiorante in Sicilia occidentale, ma non in Sicilia orientale, e dall'avampaese Ibleo, che si presenta come un *horst* allungato in senso NE-SW, scarsamente deformato. Quest'ultimo rappresenta la parte affiorante in Sicilia dell'avampaese Africano al cui margine settentrionale si colloca l'Avanfossa Gela - Catania, originatasi dal collasso del margine dell'avampaese (Bianchi et al., 1987). L'attuale avanfossa è quasi totalmente

occupata dalla Falda di Gela, un cuneo tettonico formatosi in seguito alla deformazione di sedimenti depositi nell'avanfossa (Lentini et al., 1996).

La parte esterna del cuneo d'accrezione (falda di Gela) resta sopra gli orizzonti pleistocenici dell'avanfossa Gela - Catania.

In questa zona le unità alloctone sovrascorrono tettonicamente al tetto delle sequenze carbonatiche flessurate del Plateau Ibleo individuato al di sotto di più di 1000 metri di sedimenti pleistocenici di avanfossa. Sulla superficie, le unità alloctone culminate lungo la rampa orientata NNE-SSW, fratturando la falda di Gela, sovrascorrono i depositi medio pleistocenici del margine interno dell'avanfossa (Figura 1.2). Questa geometria della porzione frontale della catena è interrotta, al confine nord della Piana di Catania, da una culminazione orientata WNW-ESE di depositi di avanfossa. I dati sismologici e sismotettonici suggeriscono che l'alto livello di sismicità dell'area, caratterizzato da forti terremoti storici, è dovuto al movimento lungo le faglie della *Rift Zone* Siculo-Calabra (Catalano et al., 2004).

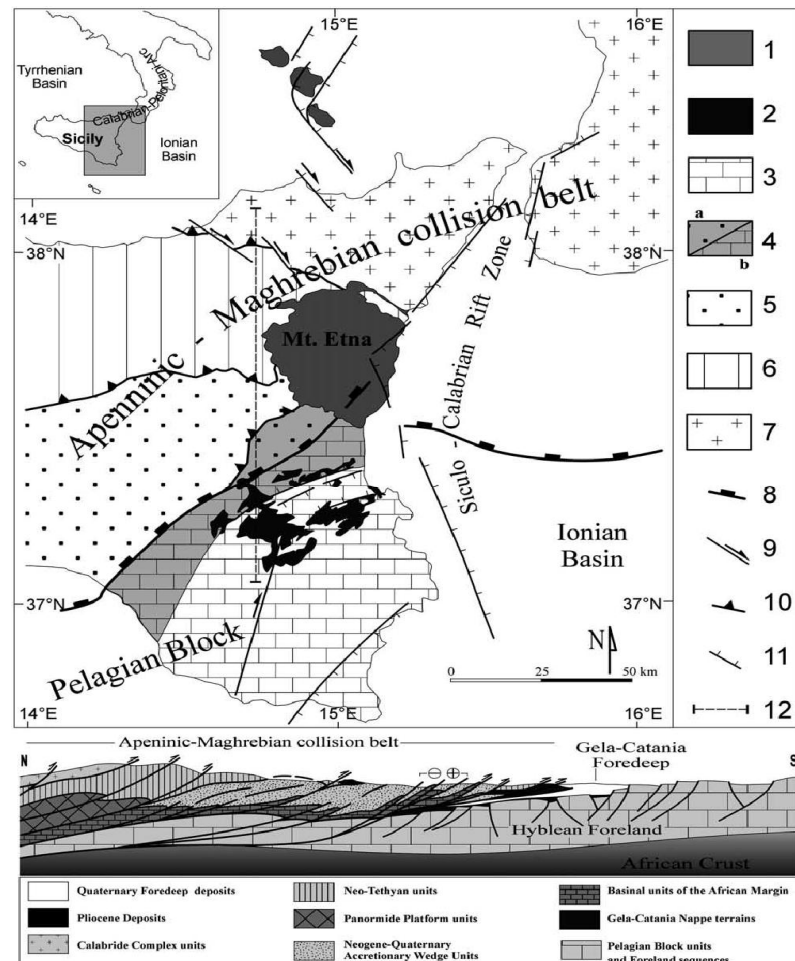


Figura 1.2 Mappa tettonica della Sicilia orientale: 1) Vulcanismo tardo quaternario (Isole Eolie e Monte Etna); 2) Vulcanismo Plio-Pleistocenico (Plateau Ibleo); 3) Sequenze del Plateau Ibleo; 4) Depositi dell'avanfossa Gela-Catania (a) depositi del Pleistocene Medio-Superiore sopra le unità alloctone, (b) depositi quaternari della sequenza iblea; 5) Unità del cuneo d'accrezione del Neogene-Quaternario; 6) Unità della catena Magrebide; 7) Unità dell'arco Calabro; 8) Fronte delle unità alloctone; 9) Principali strike-slip faults; 10) Principali thrust; 11) Principali faglie normali quaternarie; 12) Traccia della sezione regionale N-S (sezione non in scala); (Catalano et al., 2004).

La catena collisionale è confinata, a nord, dal bacino tirrenico che è parzialmente costituito di crosta oceanica in seguito all'apertura (nel tardo Miocene) nella zona di retro arco della catena collisionale, al retro dell'arco Calabro, che rappresenta l'oroclineo estruso verso il bacino ionico. A est, la catena collisionale della Sicilia è confinata da faglie normali del tardo Quaternario appartenenti alla *Rift Zone* Siculo Calabra (Monaco & Tortorici, 2000), la catena estensionale sismogenetica che si estende dall' *on-shore* del margine meridionale della Calabria all'*off-shore* del margine orientale della Sicilia. La *Rift Zone* si sviluppa seguendo precedenti lineamenti tettonici. In Sicilia è composta da 40 km di distinti segmenti di faglia che, nello Stretto di Messina e nel margine sudorientale del Plateau Ibleo, sono rappresentati da faglie normali orientate da NNE a NE, mentre dal fianco orientale del Monte Etna all'*off-shore* ionico del Plateau Ibleo, consistono di faglie normali oblique destre ad orientazione NNW. Queste ultime si sono originate dalla riattivazione di parte della scarpata di Malta (Catalano et al., 2008).

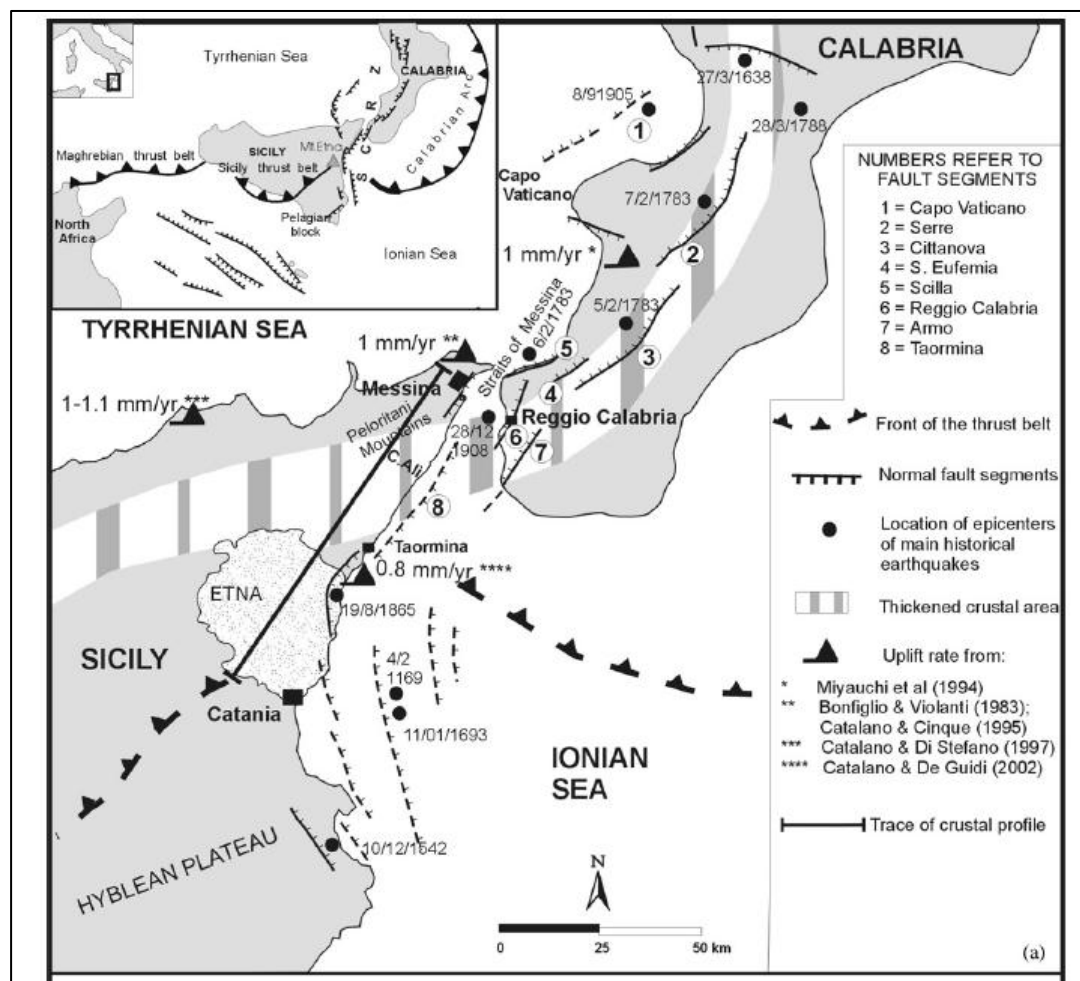


Figura 1.3 Distribuzione dei tassi di sollevamento (Catalano et al., 2003).

Durante il tardo quaternario, un grande sollevamento uniforme nello spazio e nel tempo, pari a circa 1.1 mm/a ha influenzato l'intera catena orogenetica della porzione orientale della Sicilia con tassi di sollevamento che tendono progressivamente a diminuire verso le aree di avampaese a sud-est della Sicilia.

Questo processo di sollevamento regionale ha causato, insieme alla variazione del livello eustatico, il terrazzamento dei depositi costieri ora distribuiti sottoforma di cunei clastici lungo i versanti costieri della Sicilia settentrionale ed orientale. Lungo le aree costiere che fiancheggiano la Rift Zone Siculo-Calabra, così come la costa etnea, al tasso di sollevamento regionale si aggiunge una componente indotta dalle faglie attive, determinando localmente la variazione differenziale del sollevamento e il conseguente sviluppo di morfologie costiere con relative paleolinee di costa la cui distribuzione geometrica ed altimetrica è stata riconosciuta come una conseguenza della deformazione co-sismica e post -sismica rilasciata da porzioni di faglie normali attive (Catalano et al., 2004).

In definitiva la distribuzione della deformazione verticale riscontrata lungo il settore orientale della Sicilia può essere così riassunto: 0.65 mm/a a partire da 400 Ka, lungo l'area costiera sud-orientale; 1.3 mm/a a partire da circa 200 Ka nell'area di Catania e 1.4 mm/a a partire da 125 Ka nel settore nord orientale. Da ciò si può concludere che l'area oltre ad essere interessata da una tettonica di sollevamento regionale uniformemente distribuita, ma con tassi via via decrescenti da nord verso sud, è stata anche interessata da un processo di sollevamento, indotto dalle faglie attive del rift, migrante verso nord che parte dalla zona di avampaese e progressivamente tende ad aumentare verso la zona di catena (Figura 1.3), con tassi di sollevamento progressivamente più alti (Monaco et al. 2002).

1.2 - L'area urbana di Catania

L'area urbana di Catania è localizzata nella porzione orientale della Sicilia, in prossimità del fronte collisionale della catena Appeninico Magrebide, sviluppatosi, come accennato in precedenza, come conseguenza della convergenza Africa –Europa del Neogene-Quaternario.

Geologicamente l'area urbana di Catania si è sviluppata in seguito a tre processi principali avvenuti nel Quaternario: l'attività vulcano-tettonica, le variazioni del livello marino e l'attività antropica. Il sottosuolo è caratterizzato da un substrato sedimentario sul quale sono presenti delle paleovalli successivamente riempite da colate laviche. Il substrato è costituito da successioni sedimentarie di argille marnose (AM), datate Pleistocene medio inferiore che raggiungono spessori di 600 metri, che passano verso l'alto a sabbie costiere e conglomerati fluvio-deltizi (SC) di età Pleistocene medio, di spessori decimetrici; al tetto di queste troviamo in discordanza dei depositi terrazzati di origine alluvionale o marina (T). I depositi alluvionali, composti da sabbie, conglomerati ed argille siltose, colmano delle superfici di abrasione di

origine marina che si trovano a diverse quote e che sono associabili ai fenomeni di alti eustatici avvenuti tra 200 e 40 ka (Monaco et al., 2000).

Le lave (L), che come detto in precedenza, colmano le paleovalli presenti nel substrato sedimentario, rappresentano gran parte dei terreni affioranti nell'area urbana di Catania. Queste sono costituite da colate basaltiche che hanno invaso l'area in età preistorica e storica e sono costituite da differenti unità: l'unità dei Centri Alcalini Antichi (180-100 ka), l'unità del Trifoglietto (80 – 60 ka) e l'unità del Mongibello (< 40 ka).

Un elemento stratigrafico che caratterizza la zona più antica della città è la presenza di numerosi metri di rovine di edifici storici (RI) derivanti dalla distruzione della città in seguito al terremoto del 1693. In conclusione, l'ambiente geologico è contrassegnato da evidenti eterogeneità verticali così come laterali (Monaco et al., 2000).

1.2.1 - L'area urbana di Catania: stratigrafia

La stratigrafia del sottosuolo dell'area urbana di Catania, ricostruita dall'interpretazione dei sondaggi e dai rilievi di campagna nelle aree ancora esposte, soprattutto in periferia, è per lo più costituita da una successione d'avanfossa sabbiosa e argillosa del Pleistocene Inferiore-Medio ampiamente affiorante nel settore sud-occidentale della città. Tale successione è stata modellata, in seguito ai processi dinamici del tardo Quaternario, dando origine ad un paesaggio morfologico costituito da terrazzi marini e da profonde valli colmate da colate laviche (Figura 1.4).

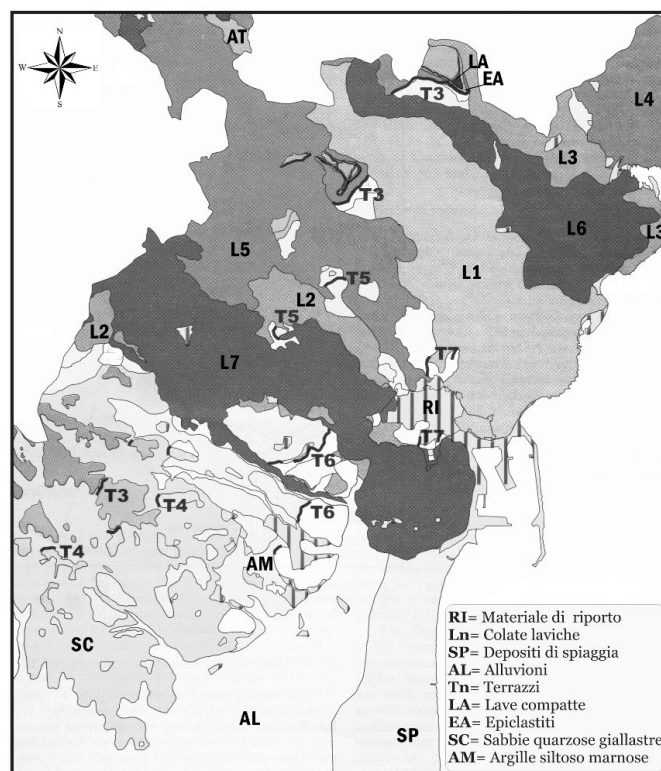


Figura 1.4 - Mappa geologica schematica dell'area urbana di Catania (Monaco et al., 2000 mod.).

Di seguito verrà descritta dettagliatamente la successione stratigrafica della città di Catania partendo dal basso verso l'alto (Monaco et al., 2000).

Depositi marini del Pleistocene medio inferiore

A sud del Monte Etna, il substrato sedimentario del quaternario del vulcano affiora estesamente. Esso è costituito da successioni del Pleistocene medio inferiore di argille marnose (AM) con spessori di circa 600 m che evolvono verso l'alto ad una decina di metri di sabbie e conglomerati (SC). Esse caratterizzano il confine sudoccidentale della città, ma appaiono anche in piccoli affioramenti preservati dall'invasione del flusso lavico; esse sono diffuse nella zona centrale e settentrionale della città (Lago di Nicito, Cibali, S. Sofia, Leucatia e Nuovalucello). Le argille siltoso marnose grigio azzurre contengono rare intercalazioni di sabbie fini che diventano più frequenti verso l'alto al passaggio con la formazione sovrastante. Mentre le sabbie quarzoso giallastre sovrastanti presentano una stratificazione obliqua, con intercalati rari livelli siltosi e frequenti lenti di conglomerati poligenici, questi ultimi interpretabili come riempimenti di canali di ambiente fluvio deltizio. I clasti vulcanici presenti nei livelli conglomeratici hanno una composizione tholeitica. Localmente (Zia Lisa) poggiano in discordanza sulle sottostanti argille marnose e contengono qualche volta (S. Giorgio) sottili livelli di pomici biancastre.

Depositi terrazzati del Pleistocene medio

I depositi terrazzati sono stati osservati nell'area urbana di Catania a differenti elevazioni, giacendo in discordanza con i depositi del ciclo del Pleistocene medio inferiore. Questi depositi sono stati suddivisi in due gruppi che includono i terrazzi più vecchi e quelli più giovani dell'orizzonte di riferimento rappresentato dai prodotti dei Centri Alcalini Antichi. Il primo gruppo è composto dai terrazzi più alti localizzati sulle colline intorno alla città: terrazzi di Monte Po (T1) e Barriera (T2). I depositi di ambiente transizionale riscontrati a Monte Po sono caratterizzati da conglomerati poligenici con rari clasti basaltici a composizione tholeitica in matrice sabbiosa di colore bruno di ambiente fluvio costiero. I depositi presenti nella zona di Barriera invece sono contrassegnati da argille sabbiose e sabbie limose di colore bruno giallastro contenenti livelletti di ciottoli arenacei e lavici, frammenti di gusci di molluschi e frequenti intercalazioni di ceneri e lapilli vulcanici.

Prodotti vulcanici dei Centri Alcalini Antichi

L'attuale edificio vulcanico etneo è costituito da differenti tipologie di prodotti alcalini raggruppati nelle unità dei Centri Alcalini Antichi, le unità del Trifoglietto e le unità del Mongibello. Lungo il confine

setentrionale della città (S. Sofia, Leucatia) i prodotti dell'unità dei Centri Alcalini Antichi sono sovrapposti ai depositi T2, che affiorano in piccole zone tra le lave più recenti. Esse sono costituite da lave e vulcanoclastiti di età compresa tra i 132 ed i 138 ka. Le vulcanoclastiti (EA) hanno una granulometria da arenitica a ruditica di colore bruno –nerastro presenti in strati o banchi in parte cementati, contenenti resti fossili vegetali, a stratificazione obliqua, passanti verso l'alto a un livello di spessore variabile a prevalenti blocchi lavici arrotondati e matrice sabbioso – siltosa. Le lave compatte (LA) grigio –chiare sono talora fratturate e mostrano megacristalli di olivina e pirosseno. Esse hanno un andamento tabulare e affiorano nella periferia nord della città in scarpate che rappresentano probabili paleo falesie.

Depositi terrazzati tardo pleistocenici

Il secondo gruppo di terrazzi, più giovani dei prodotti dei Centri Alcalini Antichi, sono contrassegnati da una superficie di abrasione. Il quartiere San Giorgio, nel confine sud ovest della città, è costituito da sabbie limose bruno giallastre (T3) con livelli epiclastici arenitici – ruditici bruno giallastri, passanti verso l'alto a conglomerati poligenici in matrice sabbiosa, di origine alluvionale. I depositi terrazzati di Cibali (T4) affiorano principalmente nel confine sud-occidentale della città e sono composti da sabbie fini limose grigio giallastre con livelli di sabbie grossolane e conglomerati poligenici in matrice sabbiosa. I depositi terrazzati di Corso Indipendenza (T5) sono caratterizzati da limi sabbiosi e sabbie fini di colore giallastro a stratificazione obliqua contenenti resti fossili e livelli di ghiaie poligeniche, passanti verso l'alto a sabbie e conglomerati di origine alluvionale.

Il terrazzo di Acquicella (T6), affiorante nel centro e nel confine meridionale della città, è caratterizzato dalla presenza di sabbie medio fini a stratificazione obliqua e silt sabbiosi contenenti livelli ghiaiosi e talora livelli epiclastici nerastri a granulometria da arenitica a ruditica. Infine, i depositi terrazzati del Castello Ursino (T7) sono costituiti da sabbie siltose e limi argillosi passanti verso l'alto a depositi alluvionali prevalentemente siltosi con livelli di sabbie grossolane e ciottoli poligenici.

Depositi olocenici

Nel settore orientale della città tra Corso Italia e via Etnea è stata riscontrata la presenza di un largo e sottile strato di depositi d'ambiente marino transazionale al di sotto delle lave del Larmisi. Essi sono caratterizzati da sabbie e ghiaie (SG) formatesi durante l'Olocene.

L'Olocene è anche rappresentato da depositi alluvionali (AL) e di spiaggia (SP), dove i depositi alluvionali sono caratterizzati da sabbie fini contenenti livelli limosi e argillosi e sporadicamente ghiaiosi; mentre i depositi di spiaggia sono contraddistinti da sabbie medio – fini prevalentemente quarzose, di colore bruno giallastro, contenenti frammenti di gusci.

Colate laviche basaltiche del Mongibello recente

Nel substrato eterogeneo pleistocenico di Catania sono presenti numerose paleovalli riempite da spesse colate laviche. Queste consistono di lave basaltiche che fluendo da NW a SE hanno invaso l'area urbana di Catania in tempi preistorici e storici. Esse sono costituite dall'alternanza irregolare di lave massive (L_n) e livelli scoriacei, ossidati e di colore rossastro se a contatto con paleosuoli con composizione variabile da mugeariti a hawaii – tefriti.

1.3 - Morfologia dell'area

Da un punto di vista morfologico, nell'area urbana di Catania si possono riscontrare tre distinti settori: la zona pianeggiante meridionale, le colline dell'area sud-occidentale e l'area centrale. La prima zona comprende parte della pianura alluvionale costiera del fiume Simeto, risalente all'Olocene, dove sono situate la zona industriale e l'aeroporto. La seconda è caratterizzata dai depositi marini del Pleistocene inferiore-medio ricoperti dai depositi terrazzati. Infine la terza area, dove la morfologia originaria del substrato sedimentario, caratterizzato da profonde paleovalli e da terrazzi marini, è stata in parte obliterata dalle colate laviche oloceniche originatesi da fessure eruttive situate nel versante meridionale del Monte Etna. In quest'ultima zona, nonostante i numerosi terremoti ed eruzioni, la città ed i quartieri residenziali si sono sviluppati.

Fino al XVII° secolo la vecchia città si espanse sui terreni sedimentari come mostrato dalle mura della città del XVI° secolo, il cui andamento nella zona meridionale fu influenzato dal margine esterno del terrazzo di Aquicella e del terrazzo del castello Ursino; solo dopo l'ultima eruzione (1669 d.C.) e l'ultimo violento terremoto (1693 d.C.) la città si sviluppò sopra le colate laviche storiche e preistoriche.

La parte superficiale dei terreni, dove è stata edificata l'attuale città, è caratterizzata da diversi metri di spessore di materiale costituito dalle rovine derivanti dalle distruzioni del terremoto del 1693.

1.4 - Caratterizzazione geotecnica dei terreni

La zonazione geotecnica è stata effettuata utilizzando i dati provenienti dalle indagini geognostiche, che sono state ordinate seguendo modelli litologici semplici, considerando poche classi fondamentali. Sono state utilizzate delle sezioni geologiche per l'area di studio che sono servite, insieme al modello geologico, a definire le unità geotecniche.

La definizione delle unità geotecniche è avvenuta in accordo con la terminologia normalizzata dell'Associazione Geotecnica Italiana (norme A.G.I., 1997) mediante la curva granulometrica nella quale sono riportate le diverse frazioni granulometriche: argilla, limo, sabbia e ghiaia. In base alla forma assunta dalla curva granulometrica, si definiscono i diversi terreni con le diverse frazioni, in funzione della percentuale delle medesime.

I terreni sono indicati con la prima lettera del nome mentre le quantità percentuali sono espresse con congiunzioni, virgole o parentesi.

Nella tabella che segue è riportato lo schema seguito per l'identificazione dei terreni di sondaggio (Tabella 1.1) in cui i caratteri distintivi considerati, sono la colorazione, presenza di contenuto organico, la natura dei clasti ed altre caratteristiche presenti in tabella.

Schema di identificazione dei terreni di sondaggio				
Classi basilari		Classi intermedie		
D	Detrito	percentuali	termini AGI	esempio
R	Riporto	50	e	SG = sabbia e ghiaia
Tv	Terreno vegetale	50 – 25	con	S, G = sabbia con ghiaia
C	Ciotoli	25 - 10	-oso	S(G) = sabbia ghiaiosa
G	Ghiaia	10 - 5	debolmente	- S[G] = sabbia debolmente ghiaiosa
S	Sabbia		oso	
L	Limo	Alternanze e intercalazioni		
A	Argilla		ESEMPIO	
T	Lave	A/S	Intercalazione paritetica di argilla e sabbia	
E	Vulcanoclastiti, rifiuta	A-S	Intercalazione subordinata di sabbia in ghiaia	
X	Lave scoriacee	Colorazioni e caratteristiche distintive		
V	Vuoti			
P	Piroclastite	a	Colorazione grigio-azzurra	
	f=fine m=media	b	Colorazione bruna	
	g=grossolana	g	Colorazione giallastra	
ARE	Arenarie	o	Contenuto organico	
CAL	Calcari	i	Deposito di natura alluvionale	
Cc	calcareniti	p	Conglomerato con dasti di natura poligenica	
Cgl	Conglomerati	r	Deposito marino	
M	Marne			

Tabella 1.1 - Schema di identificazione dei terreni di sondaggio (A.G.I. 1997).

Le unità geotecniche che sono state individuate sulla base dei sondaggi, del modello geologico, delle prove in sito e in laboratorio, sono:

Calcareniti e calcareniti a blocchi; calcari, calcari marnosi e alternanza di marne e calcari (Cc)

Sono materiali che costituiscono parte della serie nord-iblea costituente la dorsale di Primosole-Palagonia. In essi si intercalano lave alcaline (E) e depositi alluvionali argillosi (Ai). Lo spessore di tali calcareniti è notevole.

Argille limose e argille marnose grigio-azzurre (Aa)

Questa unità geotecnica è rappresentata da uno spessore elevato (fino a 500 ÷ 600 m) ed è attraversata da molti sondaggi e pozzi. Le intercalazioni sabbiose, sebbene subordinate, sono sempre presenti anche se in sottili letti.

Infatti, spesso l'unità nel suo complesso viene denominata come argilla sabbiosa. Il colore grigio-azzurro è ben visibile solo al taglio mentre sulla superficie diventa bruno-chiaro.

Argille o limi sabbiosi giallastri o bruni con intercalazioni di sabbie e alternanza di piroclastiti (Asq)

Sono costituite alla base da argille verdastre a giallastre a brune intercalate a strati di sabbia fine gialla quarzosa. Negli strati superiori prevalgono le sabbie con intercalazioni di strati di limi e argilla con limitati lenti di materiale piroclastico.

Sono spesso presenti nelle sabbie fenomeni di stratificazione incrociata e di slumping; lo spessore massimo è dell'ordine dei 50 m.

Sabbie quarzose giallo o brune, ghiaie e conglomerati con alternanze di piroclastiti (SG)

Si tratta di depositi grossolani con vario grado di cementazione tendendo in alcune zone delle Terreforti a vere e proprie arenarie e conglomerati. Nella parte bassa si hanno sabbie quarzose bruno giallastre mediamente addensate che verso l'alto passano gradatamente a ghiaie e ciottoli a matrice sabbiosa con addensamento medio-alto.

I ciottoli, poligenici e arrotondati, raggiungono le dimensioni di 30 ÷ 40 cm. Anche in tal caso all'interno di tali unità si hanno lenti di tufi e tufiti. Nella piana di Catania tale materiale costituisce un potente orizzonte grossolano sulle unità argillose prima descritte.

Rocce piroclastiche o piroclastiti (P)

Questa unità è principalmente presente sotto forma di intercalazioni lentiformi all'interno delle unità geotecniche precedentemente descritte. Si tratta di materiale medio-fine, angoloso, nerastro e localmente grossolano.

Lave da poco fratturate, con subordinate intercalazioni di lave scoriacee, lave a blocchi, rifusa e vulcanoclastiti (E)

Rappresentano tutte le colate laviche presenti sul territorio, in quanto non era possibile scindere arealmente e verticalmente le porzioni massicce da quelle fratturate con comportamento dinamico differente.

Lave scoriacee, lave a blocchi, rifusa e vulcanoclastiti (X)

Depositi alluvionali grossolani (sabbio-ghiaiosi-ciotolosi) (Alq)

Presenti nelle parti alte di alcune valli torrentizie.

Depositi alluvionali fini (limi e argille con intercalazioni sabbioso limoso lentiformi) (Alf)

Presenti nei depositi alluvionali della Piana di Catania e nelle valli torrentizie e costituiscono un orizzonte continuo e omogeneo con uno spessore massimo intorno ai 40 ÷ 50 m.

Depositi marini (M)

Ricadono, in questa unità, tutte quelle sabbie medio-fini, debolmente limose, di colore dal giallo bruno a grigio frutto della rielaborazione marina e ridistribuzione lungo la costa dei materiali scaricati in mare dai corsi d'acqua della piana. Lo spessore è generalmente ridotto e mediamente inferiore ai 10 m.

Terreno vegetale e riporti (R); materiali detritici e frane (Dt)

Tale unità raggruppa tutti i materiali di natura detritica costituiti sia da riporti di origine antropica che da detriti di frana.

Notevoli spessori, fino a 20 m, sono presenti nell'area delle Terreforti (S. Giorgio), ed è costituito dallo scarto di cave a sviluppo abusivo dalle quali veniva asportato il materiale grossolano per accedere alle sottostanti sabbie per inerti.

Tali addensamenti presentano una scarsa stabilità dovuta alla poca consistenza ed allo scarso addensamento. Accumuli di frana sono invece presenti in alcune zone collinari (Monte Po).

In un mezzo non perfettamente elastico un'onda sismica perde energia a causa di un'ampia varietà di fenomeni dissipativi: a) lo *spreading* geometrico: l'ampiezza delle onde sismiche diminuisce all'aumentare della distanza dall'ipocentro del terremoto per effetto della distribuzione dell'energia radiata all'interno di un volume crescente con l'allontanamento dalla sorgente, la riduzione di ampiezza è indipendente dalla frequenza ed è proporzionale alla distanza dalla sorgente per le onde di volume, ed alla sua radice quadrata per quelle superficiali; b) lo *scattering*: dovuto all'interazione di un'onda con le eterogeneità del mezzo, che favoriscono una ridistribuzione di energia in direzioni diverse e c) l'anelasticità del mezzo: riduzione dell'ampiezza delle onde sismiche dovuta alla resistenza d'attrito che il mezzo oppone alle onde sismiche; ciò comporta che parte dell'energia viene persa poiché trasformata in calore con la conseguente diminuzione dell'ampiezza con il propagarsi delle onde attraverso le rocce anelastiche.

2.1 - Effetti di sito

Gli effetti di sito (Figura 2.1) si possono esprimere come una parte del segnale sismico registrato in superficie $u(t)$ e può essere descritto come il risultato di una funzione sorgente $s(t)$, che opera su una funzione di propagazione $g(t)$ influenzata dal tragitto delle onde sismiche, combinata con una funzione che descrive gli effetti di sito $e(t)$. Essa dipende dallo spessore e dalle pendenze degli strati, dalla velocità di propagazione delle onde P ed S, dalla densità, dall'angolo di incidenza ed infine una funzione che descrive le caratteristiche dello strumento di registrazione $i(t)$:

$$u(t) = s(t) * g(t) * e(t) * i(t)$$

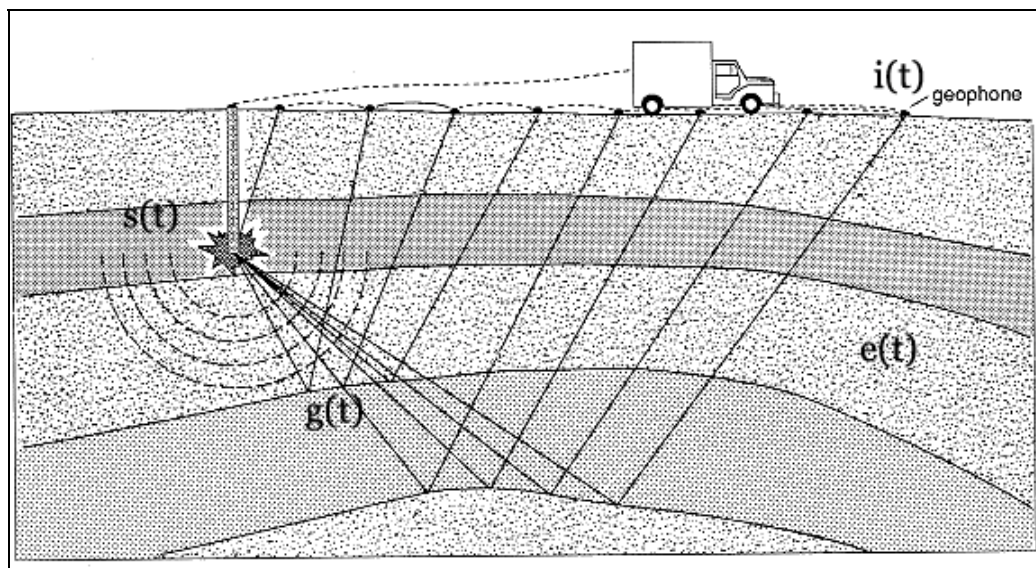


Figura 2.1 - Funzioni che caratterizzano il segnale sismico.

Gli effetti di sito sono determinati soprattutto dal **contrasto di impedenza** (prodotto della velocità per la densità del mezzo in cui l'onda si propaga: $R_i = V_i \rho$ ed è un parametro strettamente legato all'amplificazione delle vibrazioni sismiche) che è causato dal passaggio dell'onda sismica attraverso l'interfaccia roccia-terreno; tuttavia, la risposta sismica locale varia anche in base a caratteri geometrici e meccanici del sottosuolo: irregolarità morfologiche superficiali e profonde; eterogeneità verticali, orizzontali e laterali; comportamento non-lineare e dissipativo dei terreni.

Così l'amplificazione sismica locale, ovvero la modificazione del moto sismico e la variazione del suo contenuto in frequenza, è fortemente influenzata proprio dalla presenza di fattori geologici e morfologici locali che fanno sì che l'ampiezza del segnale sismico raddoppi o quadruplichi.

Possibili amplificazioni possono generarsi anche in seguito a riflessioni multiple all'interno di coperture a basso valore di impedenza, che poggiano su un substrato più rigido. Se il periodo di risonanza è pari a:

$$T = 4t(2n + 1)$$

dove $t = H/V_s$; H è lo spessore dello strato soffice, V_s è la velocità di propagazione delle onde S ed n rappresenta il periodo fondamentale ed altre armoniche.

Dunque lo spessore H ed il valore di V_s controllano la frequenza di risonanza.

Da ciò si ricava che sono più soggette ad amplificazione quelle vibrazioni con lunghezza d'onda del moto principale pari a quattro volte lo spessore della copertura.

Gli effetti di sito causati da un contrasto di impedenza sono più evidenti in terreni caratterizzati da impedenza sismica decrescente, che determinano un'amplificazione maggiore.

L'aumento dell'ampiezza di una vibrazione al passaggio da un mezzo più rigido ad uno con impedenza minore è regolato dalla seguente relazione:

$$A_2 = A_1 \left[\frac{2}{1 + \frac{V_2 r_2}{V_1 r_1}} \right]$$

In cui A_1 è l'ampiezza di un'onda (P o S) che si propaga verticalmente da un semispazio di densità r_1 e nel quale la velocità di propagazione è V_1 ad uno strato con densità r_2 e velocità V_2 .

L'ampiezza A_2 dell'onda trasmessa allo strato superficiale tende al valore $2A_1$ al tendere a zero del rapporto $V_2 r_2 / V_1 r_1$.

2.2 - Rumore Sismico

Il metodo utilizzato nel presente studio, per calcolare la funzione di trasferimento del sito, consiste nella campionatura ed analisi spettrale di registrazioni di rumore sismico.

Per rumore sismico o *noise* si intende l'insieme di oscillazioni di piccola ampiezza e contenuto spettrale ampio, costituite da onde superficiali di tipo Rayleigh e da una certa percentuale di tipo Love (Bard, 1999) provocate da diverse sorgenti sia naturali che artificiali.

Le Onde Superficiali sono perturbazioni generate dall'interazione fra le onde di volume (P ed S) e la superficie libera. In generale, la loro velocità di propagazione è di poco inferiore a quella delle onde S. L'energia associata a queste onde è concentrata sulla superficie e diminuisce rapidamente con la profondità. Quindi le onde di superficie tendono a dominare il campo d'onda lontano dalla sorgente dove le onde di volume giungono assai più attenuate. Il rumore sismico è costituito da oscillazioni della superficie terrestre di piccola ampiezza (1-10 μ), con spostamenti dell'ordine di 10^{-4} / 10^{-2} mm, spesso al di sotto della soglia di percezione umana. Alcuni studi contemplano la distinzione tra microsismi e microtremori, a seconda dell'origine naturale od antropica degli stessi, indagando gli intervalli di frequenza delle vibrazioni connesse (Tabella 2.1).

	Gutenberg (1958)	Asten (1978)
Onde che colpiscono le coste	0.05-0.1 Hz	0.5-1.2 Hz
Monsoni/perturbazioni meteorologiche a grande scala	0.1-0.25 Hz	0.16-0.5 Hz
Cicloni sull'oceano	0.3-1 Hz	0.5-3 Hz
Condizioni meteorologiche locali	1.4-5 Hz	
Tremore vulcanico	2-10 Hz	
Rumore urbano	1-100 Hz	1.4-30 Hz

Tabella 2.1 - Intervalli di frequenze delle differenti tipologie di sorgenti.

Si può affermare che a basse frequenze (< 1 Hz) le sorgenti sono naturali, ad esempio oceani, condizioni meteorologiche a grande scala; a frequenze intermedie (tra 1 e 5 Hz) le sorgenti sono sia naturali (condizioni atmosferiche locali) sia antropiche; a frequenze superiori (> 5 Hz) le sorgenti sono per la maggior parte antropiche.

Diversi studi hanno dimostrato che il *noise* può adeguatamente sostituire una sorgente sismica costituita da terremoti, a condizione che si eseguano analisi su registrazioni effettuate per lunghi intervalli

temporali. Se si assume che lo spettro di sorgente del *noise* sia piatto, i picchi, osservati in corrispondenza di determinate frequenze, sono dovuti alle condizioni geolitologiche locali.

2.2.1 - Metodo dei rapporti spettrali

La metodologia utilizzata in questo lavoro prevede l'utilizzo dei rapporti spettrali applicati alle misure di *noise*; tale tecnica consiste nel calcolare il rapporto spettrale tra siti definiti *soft* (livellotti sciolti, materiale di riporto,...) ed un sito di riferimento definito *hard* (rocce cristalline, rocce compatte). Si assume che i siti *hard* abbiano una risposta spettrale caratterizzata da un andamento piatto nell'intervallo di frequenza di interesse; diversamente i siti *soft* possono presentare ampiezze anomale in corrispondenza di determinate frequenze. L'ampiezza dello spettro di un'onda diretta è dato da:

$$A(f) = \frac{A_0(f)R(f) \exp^{-\pi f \frac{t}{Q}}}{r}$$

Dove $\exp^{-\pi f t / Q}$ esprime l'attenuazione, $R(f)$ gli effetti di sito ed $1/r$ lo *spreading* geometrico; se correggiamo lo spettro per gli effetti di attenuazione si ha:

$$A(f) = \frac{1}{r} A_0(f)R(f)$$

Dividendo un evento ad una stazione A per lo spettro dello stesso evento registrato alla stazione B, dopo aver scelto la stazione di riferimento e svincolandoci dallo *spreading* geometrico $1/r$, moltiplicando entrambi gli spettri per la loro distanza ipocentrale r risulterà:

$$\frac{\frac{1}{r_A} A_0(f)R_A(f)r_A}{\frac{1}{r_B} A_0(f)R_B(f)r_B} = \frac{R_A(f)}{R_B(f)}$$

Dividiamo lo spettro calcolato in A per il rapporto precedentemente stimato, il risultato sarà la deconvoluzione dello spettro A dagli effetti di sito. Un metodo alternativo che non richiede la presenza di una stazione di riferimento è il metodo proposto da Nakamura (1989), che può essere applicato sia alle onde S che, come nel nostro caso, alle registrazioni di microtremore.

2.2.1.1 - Nakamura

La metodologia proposta da Nakamura (1989) assume che la componente verticale del moto del suolo contenga più informazioni sulla sorgente rispetto alle componenti orizzontali, considerando che le sorgenti del microtremore sono locali; quindi si trascura qualsiasi contributo dovuto a sorgenti profonde. Le sorgenti superficiali non influiscono sulle caratteristiche del moto alla sommità del *bedrock*; la componente verticale del moto non risente degli effetti di amplificazione da parte dello strato superficiale.

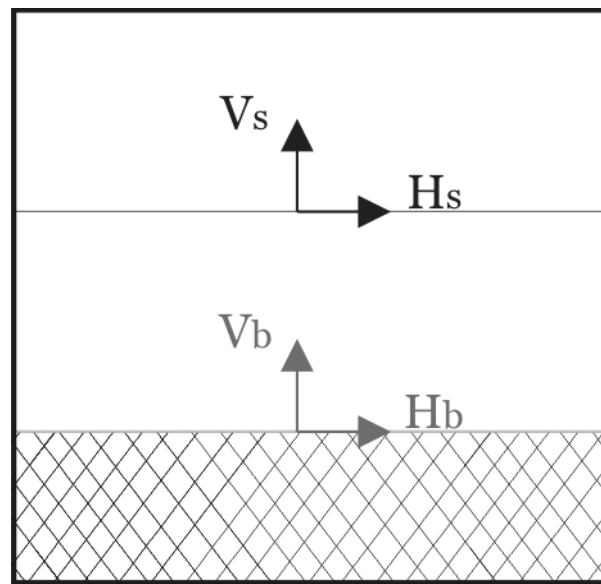


Figura 2.2 - Modello assunto da Nakamura per interpretare le misure di microtremore.

Se consideriamo H_s e V_s le componenti orizzontali e verticali del moto in superficie (Figura 2.2), H_b e V_b le componenti relative al moto alla base del substrato. L'ampiezza dell'effetto di sorgente è dato da:

$$A_s = \frac{V_s}{V_b}$$

L'effetto di sito è rappresentato dal rapporto:

$$S_E = \frac{H_s}{H_b}$$

Possiamo calcolare una funzione modificata dell'effetto di sito S_M , eliminando l'effetto della sorgente attraverso tale relazione:

$$S_M = \frac{S_E}{A_s}$$

Che equivale a:

$$S_M = \frac{\frac{H_S}{V_S}}{\frac{H_B}{V_B}}$$

Nakamura (1989) ha però trovato, sperimentalmente, che alla base dello strato superficiale, per tutte le frequenze, l'ampiezza della componente orizzontale è all'incirca la stessa di quella verticale, cioè pari ad 1, ($V_B/H_B=1$) il fattore di amplificazione del moto orizzontale in superficie S_M potrà essere valutato dal seguente rapporto:

$$S_M = \frac{H_S}{V_S}$$

Questa tecnica è estremamente vantaggiosa, poiché consente la valutazione della risposta di sito senza uno spettro di riferimento.

Le assunzioni principali della metodologia HVSr (**Horizontal to Vertical Spectral Ratio**) sono che i microtremori sono composti da diversi tipi di onde, ma essenzialmente da onde Rayleigh che si propagano in strati superficiali di terreno sovrapposti ad un substrato rigido in roccia.

L'onda di Rayleigh è la risultante del moto delle particelle sia in direzione verticale che orizzontale. Il rapporto fra la componente orizzontale e verticale del moto (rapporto H/V o ellitticità) dipende dalle caratteristiche della sorgente e da quelle del sottosuolo. Il rapporto H/V delle Onde di Rayleigh dipende dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dal profilo di velocità delle onde S. In corrispondenza della frequenza fondamentale di risonanza per le onde S, la componente verticale del moto si annulla, rendendo molto grande il rapporto fra la componente orizzontale del moto e la componente verticale (rapporto H/V).

Dunque, la componente orizzontale è amplificata nella copertura, la componente verticale non lo è. Il rapporto spettrale H/V rispecchia quindi l'amplificazione della componente orizzontale del moto.

2.2.1.2 - HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

Questa tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quello verticale (HVSr), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970), si è consolidata con l'uso. Il metodo è stato diffuso soprattutto da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Infatti, è ampiamente riconosciuto che l'HVSr è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli, informazione notevolmente importante nell'ingegneria sismica.

Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in un sistema stratificato dove i parametri variano solo con la profondità (1-D). Consideriamo il sistema di Figura 2.3 in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (d_1 e d_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

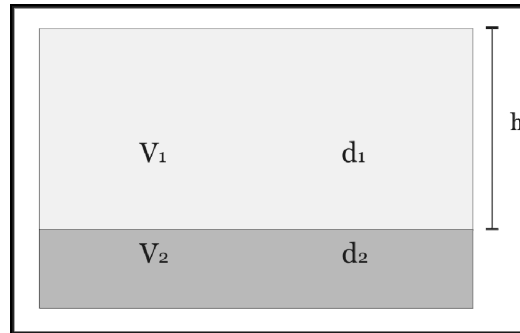


Figura 2.3 – Modello del suolo rappresentato da due strati caratterizzati da differenti velocità e densità (Castellaro et al., 2005 mod.).

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli) lo spessore h del primo strato. In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (T_1) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a:

$$T_1 = \frac{4h}{V_s}$$

[Equazione 2.1]

Il periodo (T_1) fondamentale di risonanza del sedimento dipende dallo spessore H del sedimento e dalla velocità "media" (V_s) delle onde S nel sedimento. Da tale relazione, conoscendo lo spessore h del sedimento, è possibile avere informazioni sulla velocità media delle onde S.

$$V_s = \frac{4h}{T_1}$$

In alternativa, conoscendo la velocità è possibile definire lo spessore h dello strato sedimentario.

$$h = \frac{V_s T_1}{4}$$

Teoricamente questo effetto è sommabile, cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati. Tale informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto, ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale. La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo. Un esempio di curva HVSR, ricavata da un modello costruito come in Figura 2.3, per diversi contrasti di impedenza z , è data in Figura 2.4.

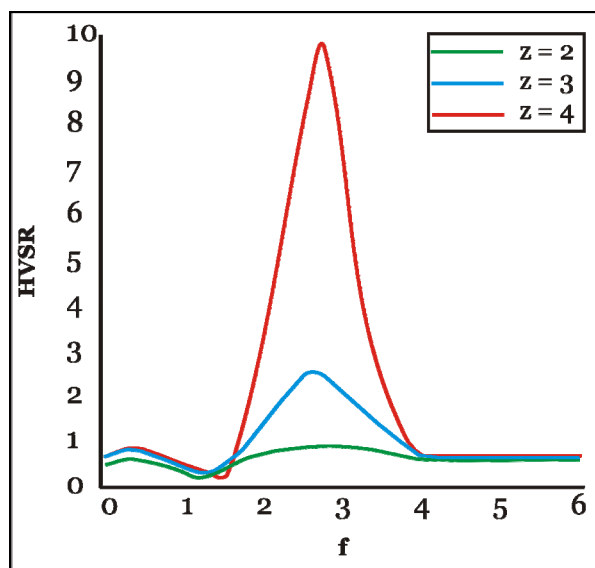


Figura 2.4 - Rapporti H/V ottenuti per diversi contrasti di impedenza z tra due mezzi (Castellaro et al., 2005 mod.).

Il problema principale di questa visione è che i microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. Essi sono costituiti in misura maggiore da onde superficiali e in particolare da onde di Rayleigh; tuttavia, ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume, poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime. L'applicabilità pratica della semplice equazione 2.1 è stata già dimostrata.

Il grafico HVSR è generalmente un grafico frequenza (x) – ampiezza del rapporto H/V (y). Poiché la frequenza è relazionata alla profondità secondo l'equazione 2.1 il grafico HVSR può tramutarsi in un grafico ampiezza del rapporto H/V (x) – profondità (y) come illustrato in Figura 2.5 dove l'ampiezza del rapporto H/V (x) descrive in modo relativo l'ampiezza del contrasto di impedenza tra i mezzi sopra e sotto quella particolare profondità (y).

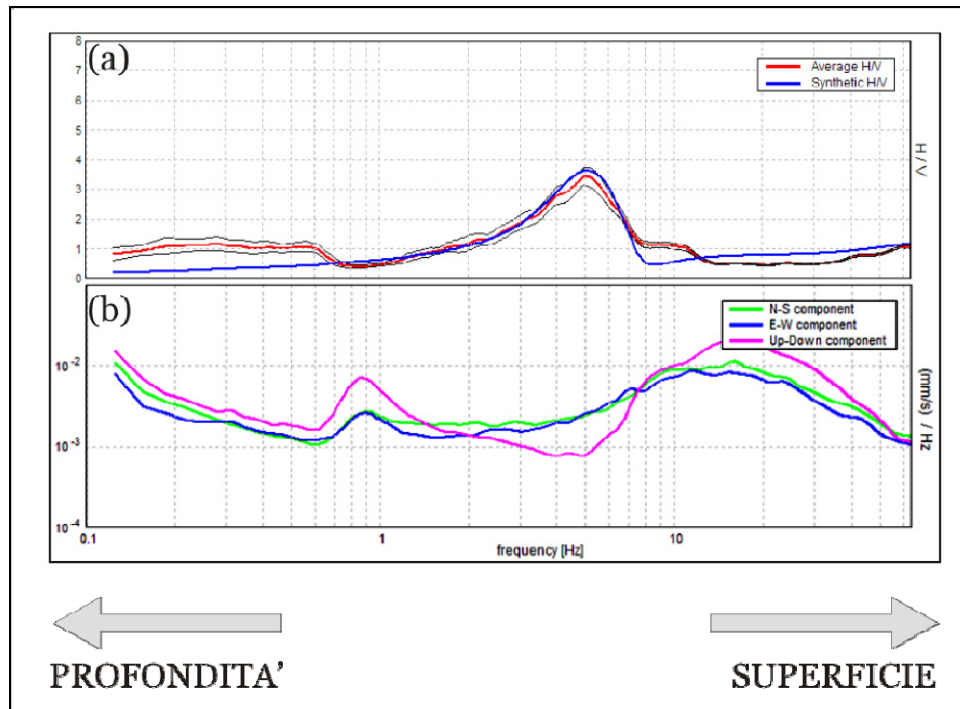


Figura 2.5 - (a) Andamento del rapporto H/V alle differenti frequenze, (b) andamento delle singole componenti spettrali.

Ciascun picco nel grafico H/V corrisponde ad un livello stratigrafico che presenta un contrasto di impedenza rispetto al livello sottostante. Maggiore è il contrasto di impedenza, maggiore è l'ampiezza attesa del picco H/V sebbene la relazione tra le due variabili non sia lineare. È ovvio che il numero di picchi visibili in un grafico HVSr dipende dal contrasto, dalla distanza tra le due discontinuità. Un contrasto basso tra due discontinuità vicine le renderà difficilmente individuabili singolarmente. È sufficiente adottare la stessa procedura di analisi dei dati durante tutta la campagna di misura in modo da rendere confrontabili i risultati ottenuti.

I dati geognostici e geofisici forniscono numerose informazioni utili riguardo le caratteristiche geologiche superficiali e profonde. Gli utilizzi di tali informazioni sono numerosi sia nell'ambito delle esplorazioni delle risorse naturali sia nella risoluzione di problemi ambientali e si prestano a molteplici altre applicazioni (Chang e Park, 2004).

Per avere un quadro completo delle caratteristiche geologiche di un'area "geologicamente" complessa come la Sicilia sudorientale, che deve il suo assetto geologico-strutturale al processo di convergenza tra la placca Europea e la placca Africana (Lentini et al.,1990; Lentini et al.,1996), è stato necessario integrare i dati geofisici indiretti con quelli geognostici diretti.

Considerata la notevole quantità di dati a disposizione, l'obiettivo primario della ricerca è stato quello di sviluppare un modello, rivolto alla raccolta e alla gestione integrata di considerevoli quantità di informazioni, per un'area circoscritta attraverso l'utilizzo del software Microsoft Access.

Alla stregua di qualsiasi altro archivio, informatico e non, anche il **GeoDatabase**, è un organismo complesso con una propria individualità, uguale a nessun altro; la sua struttura è stata modellata dalla natura delle informazioni da catalogare e dal tipo di ricerca che si è stabilito mettere in atto. L'applicativo permette di archiviare i dati derivati dalle indagini sia geognostiche (sondaggi meccanici) che geofisiche (tomografie elettriche e sismiche, traverse sismiche, misure sismiche in foro e misure del rumore di fondo), mediante un *database* relazionale, consegnato in ambiente completamente modulare.

La realizzazione del *software* è stata caratterizzata dall'attuazione di più fasi, tutte attese in fase di progettazione, momento particolarmente impegnativo, durante il quale sono state esaminate le informazioni a disposizione, allo scopo di dar vita ad una struttura di base - tabelle, maschere, tipo di query, motore di ricerca per la lettura delle informazioni- che meglio si adattasse alle occorrenze e alle aspettative delle diverse peculiarità.

Il progetto comprende cinque fasi:

- ❖ Fase 1 – Progettazione della Banca Dati
- ❖ Fase 2 – Realizzazione delle relazioni tra le tabelle
- ❖ Fase 3 – Inserimento dati
- ❖ Fase 4 – Test sul funzionamento (utilizzo di *query* e macro con linguaggio SQL)
- ❖ Fase 5 – Realizzazioni maschere

3.1 - Struttura del Database

Una prima classificazione è quella che distingue i database non relazionali da quelli relazionali. Entrambi i tipi hanno delle caratteristiche comuni: permettono la creazione di *file* (tabelle), ognuno dei quali con differenti varietà d'informazioni. La distinzione fondamentale tra le due tipologie è legata al metodo di gestione degli archivi che potremmo, in modo figurato, definire con il concetto della scambievolezza.

Infatti, i database non relazionali gestiscono file completamente indipendenti gli uni dagli altri: è possibile lavorare soltanto con informazioni contenute in un *file* alla volta, senza alcuna possibilità di interazione tra di essi. Al contrario, i database relazionali possono lavorare con le informazioni contenute in *file* differenti, contemporaneamente, poiché la struttura e l'accesso ai dati dipendono dalle relazioni tra i singoli elementi. Questa differenza non è influente, poiché la relazionalità permettere all'utente di potere interrogare l'applicativo per ricercare, indagare e soprattutto confrontare i dati.

GeoDatabase è un *database* relazionale. In questo modo, oltre che disporre di una quantità di informazioni maggiore, si ovvia al problema dell'uniformità dei dati. Una delle caratteristiche più evidenti e che risulta immediata dall'analisi delle tabelle presenti all'interno del database, è la presenza di un codice univoco, la cosiddetta chiave primaria (ID).

3.2 - Le tabelle

A seguito a quanto detto precedentemente, è evidente che le tabelle sono l'elemento fondamentale di un database relazionale. Per poter comporre correttamente una tabella, è stato necessario, oltre alla predisposizione di una chiave primaria, anche la corretta definizione del tipo di dato.

Il valore contenuto nel campo primario, o chiave primaria, è l'identificativo univoco di un record. Ogni tabella, senza eccezione, deve avere un campo idoneo ad essere definito come chiave primaria, nel caso di **GeoDatabase** è stato scelto come identificativo univoco (ID) un elemento numerico progressivo: un indice che contiene voci che non possono essere duplicate e che identificano in modo esclusivo un record (o nel nostro caso un sondaggio geognostico o geofisico).

All'interno del *GeoDatabase* sono presenti otto distinte tabelle (Figura 3.1): una tabella principale (tabella delle informazioni generiche), entro la quale sono raccolti tutti i metadati che identificano le caratteristiche generiche di ogni singolo sondaggio, e le rimanenti sette tabelle specifiche per ogni tipologia di sondaggio (geognostici, tomografie elettriche e sismiche, traverse sismiche, misure sismiche in foro e misure del rumore sismico di fondo).

Il criterio principale al quale è stato necessario attenersi per la definizione di una tabella è quello di fare in modo che per ogni campo (colonna) sia definito il tipo di dato corretto: testo, numerico, data, ecc... E' altresì rilevante che le proprietà dei singoli campi siano coerenti. E proprio a cagione dell'attenta riflessione che richiede questa fase che si può comprendere l'importanza e l'utilità di una buona progettazione. Di seguito si presentano le proprietà dei diversi tipi di campo presenti nelle tabelle che costituiscono il **GeoDatabase**, realizzato mediante l'utilizzo di *Microsoft Access*, dal quale sono tratte le immagini degli schemi delle tabelle.

TABELLA GENERICA (Tabella 3.1)

Tabella principale dell'intero database, in funzione della quale è strutturato l'intero database, poiché è la tabella che custodisce tutte le informazioni che caratterizzano ciascun sondaggio: localizzazione geografica del sondaggio, tipologia del sondaggio stesso, data di acquisizione, etc.

La *slide* seguente mostra i 23 campi che caratterizzano la Tabella principale, ognuno dei quali ha proprie caratteristiche strutturali.

TABELLA INFORMAZIONI GENERICHE			
Nome campo	Tipo dati	Descrizione	
ID	Numerico	Identificativo progressivo per definire la chiave primaria	
Comune	Testo	Comune	
Località	Testo	Località	
Longitudine_originale	Testo	Longitudine originale	
Latitudine_originale	Testo	Latitudine originale	
Informazioni cartografiche	Testo	Tipo di coordinate(Proiezione_cartografica)Ellissoide o Datum delle coordinate originali	
Tipologia	Testo	Tipo di indagine	
Profondità (m)	Numerico	Profondità a cui è arrivato il sondaggio	
Quota_pc (mslm)	Numerico	Quota del piano campagna dove si è effettuato il sondaggio	
Diametro (mm)	Numerico	Diametro foro	
Inclinazione (°)	Numerico	Inclinazione del foro del sondaggio	
Falda (m)	Numerico	Profondità a cui si incontra la falda	
Data (m/a)	Testo	Data del sondaggio	
Note	Memo	Note	
Sondaggio Geognostico	Si/No	Tipologia del dato	
Tomo Elettrica	Si/No	Tipologia del dato	
Noise	Si/No	Tipologia del dato	
Sismica_DH	Si/No	Tipologia del dato	
Tomografia Sismica	Si/No	Tipologia del dato	
Traversa Sismica	Si/No	Tipologia del dato	
Immagine	Si/No	Presenza dell'immagine in C:\Immagini_DB (file.bmp)	

DEFINIZIONE DEI CAMPI			
Generale	Ricerca		
Dimensione campo	Intero lungo		
Formato	Numero generico		
Posizioni decimali	0		
Maschera di input			
Etichetta	ID		
Valore predefinito			
Valido se			
Messaggio errore			
Richiesto	Si		
Indicizzato	Si (Duplicati non ammessi)		
Smart tag			

Generale	Ricerca		
Dimensione campo	255		
Formato			
Maschera di input			
Etichetta	Comune		
Valore predefinito			
Valido se			
Messaggio errore			
Richiesto	No		
Consenti lunghezza zero	Si		
Indicizzato	No		
Compressione Unicode	No		
Modalità IME	Nessun controllo		
Modalità frase IME	Nessuna conversione		
Smart tag			

Generale	Ricerca		
Dimensione campo	255		
Formato			
Maschera di input			
Etichetta	Località		
Valore predefinito			
Valido se			
Messaggio errore			
Richiesto	No		
Consenti lunghezza zero	Si		
Indicizzato	No		
Compressione Unicode	No		
Modalità IME	Nessun controllo		
Modalità frase IME	Nessuna conversione		
Smart tag			

Generale	Ricerca		
Dimensione campo	255		
Formato			
Maschera di input			
Etichetta	Longitudine_originale		
Valore predefinito			
Valido se			
Messaggio errore			
Richiesto	No		
Consenti lunghezza zero	Si		
Indicizzato	No		
Compressione Unicode	No		
Modalità IME	Nessun controllo		
Modalità frase IME	Nessuna conversione		
Smart tag			

Generale	Ricerca
Dimensione campo	255
Formato	
Maschera di input	
Etichetta	Latitudine_originale
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Consenti lunghezza zero	Si
Indicizzato	No
Compressione Unicode	No
Modalità IME	Nessun controllo
Modalità frase IME	Nessuna conversione
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	50
Formato	
Maschera di input	
Etichetta	Informazioni cartografiche
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Consenti lunghezza zero	Si
Indicizzato	No
Compressione Unicode	Si
Modalità IME	Nessun controllo
Modalità frase IME	Nessuna conversione
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	255
Formato	
Maschera di input	
Etichetta	Tipologia
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Consenti lunghezza zero	Si
Indicizzato	No
Compressione Unicode	No
Modalità IME	Nessun controllo
Modalità frase IME	Nessuna conversione
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	Profondità (m)
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	Quota_pc (mslm)
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	Diametro (mm)
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	Inclinazione (°)
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	Falda (m)
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	50
Formato	
Maschera di input	99/9999.0;
Etichetta	Date (m/a)
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Consenti lunghezza zero	Si
Indicizzato	No
Compressione Unicode	No
Modalità IME	Nessun controllo
Modalità frase IME	Nessuna conversione
Smart tag	

Generale	Ricerca
Formato	
Etichetta	Note
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Consenti lunghezza zero	Si
Indicizzato	No
Compressione Unicode	No
Modalità IME	Nessun controllo
Modalità frase IME	Nessuna conversione
Smart tag	

Generale	Ricerca
Formato	Si/No
Etichetta	Immagine
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No

Generale	Ricerca
Formato	Si/No
Etichetta	Sondaggio Geognostico
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No

Tabella 3.1 - Informazioni generiche.

TABELLA TOMOGRAFIA SISMICA (Tabella 3.2)

Questa tabella raccoglie tutte le informazioni ricavate dalle tomografie sismiche che consentono di ricostruire una sezione bidimensionale dove sono rappresentate le velocità delle onde sismiche dei terreni facenti parte della sezione stessa. La tabella contiene, oltre alle caratteristiche strumentali, le informazioni derivanti dall'analisi dell'elaborazione dei dati e dei risultati ottenuti dall'indagine. Un elemento caratteristico è la presenza di due coppie di coordinate geografiche che mi definiscono l'inizio e la fine dello stendimento tomografico.

TABELLA TOMOGRAFIA SISMICA			
	Nome campo	Tipo dati	Descrizione
	ID	Numerico	Identificativo
	N# Geofoni	Numerico	Numero di geofono utilizzati
	Step Intergeofonico (m)	Numerico	Distanza Intergeofonica (m)
	N# Shots	Numerico	Numero di esplosioni
	Lunghezza Stendimento (m)	Numerico	Lunghezza dello Stendimento (m)
	Profondità Raggiunta (m)	Numerico	Profondità raggiunta (m)
	Descrizione dei risultati	Memo	Descrizione dei risultati ottenuti
	Nota	Memo	Note
	Longitudine_Start	Testo	Coordinate iniziali della misura
	Latitudine_Start	Testo	Coordinate iniziali della misura
	Longitudine_Stop	Testo	Coordinate finali della misura
	Latitudine_Stop	Testo	Coordinate finali della misura

DEFINIZIONE DEI CAMPI

<table> <tr> <th>Generale</th> <th>Ricerca</th> </tr> <tr> <td>Dimensione campo</td> <td>Intero lungo</td> </tr> <tr> <td>Formato</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td> <td>Automatiche</td> </tr> <tr> <td>Maschera di input</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Etichetta</td> <td>ID</td> </tr> <tr> <td>Valore predefinito</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Valido se</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Messaggio errore</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Richiesto</td> <td>Sì</td> </tr> <tr> <td>Indicizzato</td> <td>Sì (Duplicati non ammessi)</td> </tr> <tr> <td>Smart tag</td> <td></td> </tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Intero lungo	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	ID	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	Sì	Indicizzato	Sì (Duplicati non ammessi)	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th> <th>Ricerca</th> </tr> <tr> <td>Dimensione campo</td> <td>Precisione doppia</td> </tr> <tr> <td>Formato</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td> <td>Automatiche</td> </tr> <tr> <td>Maschera di input</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Etichetta</td> <td>N# Geofoni</td> </tr> <tr> <td>Valore predefinito</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Valido se</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Messaggio errore</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Richiesto</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Indicizzato</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Smart tag</td> <td></td> </tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	N# Geofoni	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag					
Generale	Ricerca																																																				
Dimensione campo	Intero lungo																																																				
Formato																																																					
Posizioni decimali	Automatiche																																																				
Maschera di input																																																					
Etichetta	ID																																																				
Valore predefinito																																																					
Valido se																																																					
Messaggio errore																																																					
Richiesto	Sì																																																				
Indicizzato	Sì (Duplicati non ammessi)																																																				
Smart tag																																																					
Generale	Ricerca																																																				
Dimensione campo	Precisione doppia																																																				
Formato																																																					
Posizioni decimali	Automatiche																																																				
Maschera di input																																																					
Etichetta	N# Geofoni																																																				
Valore predefinito																																																					
Valido se																																																					
Messaggio errore																																																					
Richiesto	No																																																				
Indicizzato	No																																																				
Smart tag																																																					
<table> <tr> <th>Generale</th> <th>Ricerca</th> </tr> <tr> <td>Dimensione campo</td> <td>Precisione doppia</td> </tr> <tr> <td>Formato</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td> <td>Automatiche</td> </tr> <tr> <td>Maschera di input</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Etichetta</td> <td>Step Intergeofonico (m)</td> </tr> <tr> <td>Valore predefinito</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Valido se</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Messaggio errore</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Richiesto</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Indicizzato</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Smart tag</td> <td></td> </tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	Step Intergeofonico (m)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th> <th>Ricerca</th> </tr> <tr> <td>Dimensione campo</td> <td>Precisione doppia</td> </tr> <tr> <td>Formato</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td> <td>Automatiche</td> </tr> <tr> <td>Maschera di input</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Etichetta</td> <td>N# Shots</td> </tr> <tr> <td>Valore predefinito</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Valido se</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Messaggio errore</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Richiesto</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Indicizzato</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Smart tag</td> <td></td> </tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	N# Shots	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag					
Generale	Ricerca																																																				
Dimensione campo	Precisione doppia																																																				
Formato																																																					
Posizioni decimali	Automatiche																																																				
Maschera di input																																																					
Etichetta	Step Intergeofonico (m)																																																				
Valore predefinito																																																					
Valido se																																																					
Messaggio errore																																																					
Richiesto	No																																																				
Indicizzato	No																																																				
Smart tag																																																					
Generale	Ricerca																																																				
Dimensione campo	Precisione doppia																																																				
Formato																																																					
Posizioni decimali	Automatiche																																																				
Maschera di input																																																					
Etichetta	N# Shots																																																				
Valore predefinito																																																					
Valido se																																																					
Messaggio errore																																																					
Richiesto	No																																																				
Indicizzato	No																																																				
Smart tag																																																					
<table> <tr> <th>Generale</th> <th>Ricerca</th> </tr> <tr> <td>Dimensione campo</td> <td>Precisione doppia</td> </tr> <tr> <td>Formato</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td> <td>Automatiche</td> </tr> <tr> <td>Maschera di input</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Etichetta</td> <td>Lunghezza Stendimento (m)</td> </tr> <tr> <td>Valore predefinito</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Valido se</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Messaggio errore</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Richiesto</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Indicizzato</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Smart tag</td> <td></td> </tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	Lunghezza Stendimento (m)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th> <th>Ricerca</th> </tr> <tr> <td>Dimensione campo</td> <td>Precisione doppia</td> </tr> <tr> <td>Formato</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td> <td>Automatiche</td> </tr> <tr> <td>Maschera di input</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Etichetta</td> <td>Profondità Raggiunta (m)</td> </tr> <tr> <td>Valore predefinito</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Valido se</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Messaggio errore</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Richiesto</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Indicizzato</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Smart tag</td> <td></td> </tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	Profondità Raggiunta (m)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag					
Generale	Ricerca																																																				
Dimensione campo	Precisione doppia																																																				
Formato																																																					
Posizioni decimali	Automatiche																																																				
Maschera di input																																																					
Etichetta	Lunghezza Stendimento (m)																																																				
Valore predefinito																																																					
Valido se																																																					
Messaggio errore																																																					
Richiesto	No																																																				
Indicizzato	No																																																				
Smart tag																																																					
Generale	Ricerca																																																				
Dimensione campo	Precisione doppia																																																				
Formato																																																					
Posizioni decimali	Automatiche																																																				
Maschera di input																																																					
Etichetta	Profondità Raggiunta (m)																																																				
Valore predefinito																																																					
Valido se																																																					
Messaggio errore																																																					
Richiesto	No																																																				
Indicizzato	No																																																				
Smart tag																																																					
<table> <tr> <th>Generale</th> <th>Ricerca</th> </tr> <tr> <td>Formato</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Etichetta</td> <td>Nota</td> </tr> <tr> <td>Valore predefinito</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Valido se</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Messaggio errore</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Richiesto</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td> <td>Sì</td> </tr> <tr> <td>Indicizzato</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Modalità IME</td> <td>Nessun controllo</td> </tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td> <td>Nessuna conversione</td> </tr> <tr> <td>Smart tag</td> <td></td> </tr> </table>	Generale	Ricerca	Formato		Etichetta	Nota	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	No	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th> <th>Ricerca</th> </tr> <tr> <td>Formato</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Etichetta</td> <td>Descrizione dei risultati</td> </tr> <tr> <td>Valore predefinito</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Valido se</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Messaggio errore</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Richiesto</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td> <td>Sì</td> </tr> <tr> <td>Indicizzato</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Modalità IME</td> <td>Nessun controllo</td> </tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td> <td>Nessuna conversione</td> </tr> <tr> <td>Smart tag</td> <td></td> </tr> </table>	Generale	Ricerca	Formato		Etichetta	Descrizione dei risultati	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	No	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag	
Generale	Ricerca																																																				
Formato																																																					
Etichetta	Nota																																																				
Valore predefinito																																																					
Valido se																																																					
Messaggio errore																																																					
Richiesto	No																																																				
Consenti lunghezza zero	Sì																																																				
Indicizzato	No																																																				
Compressione Unicode	No																																																				
Modalità IME	Nessun controllo																																																				
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																				
Smart tag																																																					
Generale	Ricerca																																																				
Formato																																																					
Etichetta	Descrizione dei risultati																																																				
Valore predefinito																																																					
Valido se																																																					
Messaggio errore																																																					
Richiesto	No																																																				
Consenti lunghezza zero	Sì																																																				
Indicizzato	No																																																				
Compressione Unicode	No																																																				
Modalità IME	Nessun controllo																																																				
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																				
Smart tag																																																					

Generale	Ricerca
Dimensione campo	50
Formato	
Maschera di input	
Etichetta	Longitudine_Start
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Consenti lunghezza zero	Si
Indicizzato	No
Compressione Unicode	Si
Modalità IME	Nessun controllo
Modalità frase IME	Nessuna conversione
Smart tag	

Tabella 3.2 - Tomografia sismica.

TABELLA TRAVERSA SISMICA (Tabella 3.3)

Tale tabella archivia le informazioni relative alle eventuali presenze di discontinuità di natura fisico-elastica e, di conseguenza, la ricostruzione della geometria e della natura del sottosuolo. Dall'acquisizione dei tempi del primo arrivo delle onde longitudinali P e le distanze relative alla configurazione geometrica adottata (interspazio geofonico) si ottiene un diagramma tempi-distanze (dromocrone), per mezzo del quale è possibile determinare le velocità di propagazione delle onde nel mezzo sottostante e i relativi spessori dei sismostrati attraversati.

TABELLA TRAVERSA SISMICA			
	Nome campo	Tipo dati	Descrizione
	ID	Numerico	Identificativo
	Vp med# rifrattore 1 (m/sec)	Testo	Velocità media onde P del rifrattore 1
	Vp min - max# rifrattore 1 (m/sec)	Testo	Velocità minima e massima delle onde P nel rifrattore 1
	Vp med# rifrattore 2 (m/sec)	Testo	Velocità media onde P del rifrattore 2
	Vp min - max rifrattore 2 (m/sec)	Testo	Velocità minima e massima delle onde P nel rifrattore 2
	Vp med# rifrattore 3 (m/sec)	Testo	Velocità media onde P del rifrattore 3
	Vp min - max# rifrattore 3 (m/sec)	Testo	Velocità minima e massima delle onde P nel rifrattore 3
	Spessore med# rifrattore 1(m)	Testo	Spessore medio del rifrattore 1
	Spessore min - max rifrattore 1(m)	Testo	Spessore minimo emassimo del rifrattore 1
	Spessore med# rifrattore 2 (m)	Testo	Spessore medio del rifrattore 2
	Spessore min - max rifrattore 2 (m)	Testo	Spessore minimo emassimo del rifrattore 2
	Vs_rifrattore 1 (m/s)	Testo	Velocità delle onde S nel rifrattore 1
	Vs_rifrattore 2 (m/s)	Testo	Velocità delle onde S nel rifrattore 2
	Vs_rifrattore 3 (m/s)	Testo	Velocità delle onde S nel rifrattore 3
	Lat_Start	Testo	Coordinate di partenza dello stendimento
	Long_Start	Testo	Coordinate di partenza dello stendimento
	Lat_Stop	Testo	Coordinate finali dello stendimento
	Long_Stop	Testo	Coordinate finali dello stendimento

DEFINIZIONE DEI CAMPI

<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>Intero lungo</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>ID</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td>0</td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>Sì (Duplicati non ammessi)</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Intero lungo	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	ID	Valore predefinito	0	Valido se		Messaggio errore		Richiesto	Sì	Indicizzato	Sì (Duplicati non ammessi)	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>255</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Vp med# rifrattore 1 (m/sec)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	255	Formato		Maschera di input		Etichetta	Vp med# rifrattore 1 (m/sec)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	No	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag							
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	Intero lungo																																																												
Formato																																																													
Posizioni decimali	Automatiche																																																												
Maschera di input																																																													
Etichetta	ID																																																												
Valore predefinito	0																																																												
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	Sì																																																												
Indicizzato	Sì (Duplicati non ammessi)																																																												
Smart tag																																																													
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	255																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Vp med# rifrattore 1 (m/sec)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	No																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>255</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Vp min - max# rifrattore 1 (m/sec)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	255	Formato		Maschera di input		Etichetta	Vp min - max# rifrattore 1 (m/sec)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	No	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>255</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Vp med# rifrattore 2 (m/sec)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	255	Formato		Maschera di input		Etichetta	Vp med# rifrattore 2 (m/sec)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	No	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag	
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	255																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Vp min - max# rifrattore 1 (m/sec)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	No																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	255																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Vp med# rifrattore 2 (m/sec)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	No																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>255</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Vp min - max rifrattore 2 (m/sec)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	255	Formato		Maschera di input		Etichetta	Vp min - max rifrattore 2 (m/sec)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	No	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>50</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Vp med# rifrattore 3 (m/sec)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	50	Formato		Maschera di input		Etichetta	Vp med# rifrattore 3 (m/sec)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	Sì	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag	
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	255																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Vp min - max rifrattore 2 (m/sec)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	No																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	50																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Vp med# rifrattore 3 (m/sec)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	Sì																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>255</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Vp min - max# rifrattore 3 (m/sec)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	255	Formato		Maschera di input		Etichetta	Vp min - max# rifrattore 3 (m/sec)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	No	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>255</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Spessore med# rifrattore 1(m)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	255	Formato		Maschera di input		Etichetta	Spessore med# rifrattore 1(m)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	No	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag	
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	255																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Vp min - max# rifrattore 3 (m/sec)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	No																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	255																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Spessore med# rifrattore 1(m)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	No																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													

<table> <tr><th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr><td>Dimensione campo</td><td>255</td></tr> <tr><td>Formato</td><td></td></tr> <tr><td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr><td>Etichetta</td><td>Spessore min - max: rifrattore 1 (m)</td></tr> <tr><td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr><td>Valido se</td><td></td></tr> <tr><td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr><td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr><td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr><td>Compressione Unicode</td><td>No</td></tr> <tr><td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr><td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr><td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	255	Formato		Maschera di input		Etichetta	Spessore min - max: rifrattore 1 (m)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	No	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag		<table> <tr><th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr><td>Dimensione campo</td><td>50</td></tr> <tr><td>Formato</td><td></td></tr> <tr><td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr><td>Etichetta</td><td>Spessore med# rifrattore 2 (m)</td></tr> <tr><td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr><td>Valido se</td><td></td></tr> <tr><td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr><td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr><td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr><td>Compressione Unicode</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr><td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr><td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	50	Formato		Maschera di input		Etichetta	Spessore med# rifrattore 2 (m)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	Sì	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag	
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	255																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Spessore min - max: rifrattore 1 (m)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	No																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	50																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Spessore med# rifrattore 2 (m)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	Sì																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
<table> <tr><th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr><td>Dimensione campo</td><td>50</td></tr> <tr><td>Formato</td><td></td></tr> <tr><td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr><td>Etichetta</td><td>Spessore min - max: rifrattore 2 (m)</td></tr> <tr><td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr><td>Valido se</td><td></td></tr> <tr><td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr><td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr><td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr><td>Compressione Unicode</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr><td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr><td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	50	Formato		Maschera di input		Etichetta	Spessore min - max: rifrattore 2 (m)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	Sì	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag		<table> <tr><th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr><td>Dimensione campo</td><td>50</td></tr> <tr><td>Formato</td><td></td></tr> <tr><td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr><td>Etichetta</td><td>Vs_rifrattore 1 (m/s)</td></tr> <tr><td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr><td>Valido se</td><td></td></tr> <tr><td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr><td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr><td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr><td>Compressione Unicode</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr><td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr><td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	50	Formato		Maschera di input		Etichetta	Vs_rifrattore 1 (m/s)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	Sì	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag	
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	50																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Spessore min - max: rifrattore 2 (m)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	Sì																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	50																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Vs_rifrattore 1 (m/s)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	Sì																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
<table> <tr><th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr><td>Dimensione campo</td><td>50</td></tr> <tr><td>Formato</td><td></td></tr> <tr><td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr><td>Etichetta</td><td>Vs_rifrattore 2 (m/s)</td></tr> <tr><td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr><td>Valido se</td><td></td></tr> <tr><td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr><td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr><td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr><td>Compressione Unicode</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr><td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr><td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	50	Formato		Maschera di input		Etichetta	Vs_rifrattore 2 (m/s)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	Sì	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag		<table> <tr><th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr><td>Dimensione campo</td><td>50</td></tr> <tr><td>Formato</td><td></td></tr> <tr><td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr><td>Etichetta</td><td>Vs_rifrattore 3 (m/s)</td></tr> <tr><td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr><td>Valido se</td><td></td></tr> <tr><td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr><td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr><td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr><td>Compressione Unicode</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr><td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr><td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	50	Formato		Maschera di input		Etichetta	Vs_rifrattore 3 (m/s)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	Sì	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag	
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	50																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Vs_rifrattore 2 (m/s)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	Sì																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	50																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Vs_rifrattore 3 (m/s)																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	Sì																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													
<table> <tr><th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr><td>Dimensione campo</td><td>50</td></tr> <tr><td>Formato</td><td></td></tr> <tr><td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr><td>Etichetta</td><td>Lat_Start</td></tr> <tr><td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr><td>Valido se</td><td></td></tr> <tr><td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr><td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr><td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr><td>Compressione Unicode</td><td>Sì</td></tr> <tr><td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr><td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr><td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	50	Formato		Maschera di input		Etichetta	Lat_Start	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	Sì	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag																																
Generale	Ricerca																																																												
Dimensione campo	50																																																												
Formato																																																													
Maschera di input																																																													
Etichetta	Lat_Start																																																												
Valore predefinito																																																													
Valido se																																																													
Messaggio errore																																																													
Richiesto	No																																																												
Consenti lunghezza zero	Sì																																																												
Indicizzato	No																																																												
Compressione Unicode	Sì																																																												
Modalità IME	Nessun controllo																																																												
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																												
Smart tag																																																													

Tabella 3.3 - Traversa sismica.

TABELLA SISMICA IN FORO (Tabella 3.4 e Tabella 3.5)

Le informazioni contenute nella tabella sono associate a misurazioni delle velocità sismiche dei terreni, sfruttando la presenza dei fori (sondaggi). E' possibile, misurando sui sismogrammi i tempi di transito relativi alle onde P ed S, stimare l'andamento delle velocità intervallari V_p e V_s e dei parametri elastici relativi ai terreni attraversati dal foro.

TABELLA SISMICA IN FORO		
Nome campo	Tipo dati	Descrizione
ID	Numerico	Identificativo progressivo per definire la chiave primaria
Z (m)	Numerico	Profondità
OFFSET	Numerico	Distanza tra lo scoppio e il geofono più vicino
TP (msec)	Numerico	Tempo di ricezione delle onde p
TS (msec)	Numerico	Tempo di ricezione delle onde s
TPC (msec)	Numerico	Tempo corretto di ricezione delle onde p
TSC (msec)	Numerico	Tempo corretto di ricezione delle onde s
VPI (m/sec)	Numerico	Velocità intervallo delle onde p
VSI (m/sec)	Numerico	Velocità intervallo delle onde s
Vp/Vs	Numerico	Rapporto Vp/Vs
G (Kg/cmq)	Numerico	Modulo di elasticità tangenziale (Modulo di Taglio)
K (Kg/cmq)	Numerico	Modulo di incompressibilità (Modulo di Bulk)
E (Kg/cmq)	Numerico	Modulo di elasticità lineare (Modulo di Young)
σ	Numerico	Coefficiente di Poisson
Imp# Sismica (t*m-2*sec-1)	Numerico	Impedenza sismica (IS)
Coeff# T	Numerico	Coefficienti di rifrazione
Coeff# ξ	Numerico	Coefficienti di riflessione
Note	Memo	Note

DEFINIZIONE DEI CAMPI		
Generale	Ricerca	
Dimensione campo	Intero lungo	
Formato		
Posizioni decimali	Automatiche	
Maschera di input		
Etichetta	ID	
Valore predefinito	0	
Valido se		
Messaggio errore		
Richiesto	Si	
Indicizzato	Si (Duplicati ammessi)	
Smart tag		

Generale	Ricerca	
Dimensione campo	Precisione doppia	
Formato	Numero generico	
Posizioni decimali	Automatiche	
Maschera di input		
Etichetta	Z (m)	
Valore predefinito		
Valido se		
Messaggio errore		
Richiesto	No	
Indicizzato	No	
Smart tag		

Generale	Ricerca	
Dimensione campo	Precisione doppia	
Formato	Numero generico	
Posizioni decimali	Automatiche	
Maschera di input		
Etichetta	OFFSET	
Valore predefinito		
Valido se		
Messaggio errore		
Richiesto	No	
Indicizzato	No	
Smart tag		

Generale	Ricerca	
Dimensione campo	Precisione doppia	
Formato	Numero generico	
Posizioni decimali	Automatiche	
Maschera di input		
Etichetta	TP (msec)	
Valore predefinito		
Valido se		
Messaggio errore		
Richiesto	No	
Indicizzato	No	
Smart tag		

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	Numero generico
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	Ts (msec)
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	Numero generico
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	Tsc([msec])
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	Numero generico
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	VSI (m/sec)
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	Numero generico
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	Vp/Vs
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	Numero generico
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	G (Kg/cmq)
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	Numero generico
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	K (Kg/cmq)
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

Generale Ricerca Dimensione campo Formato Posizioni decimali Maschera di input Etichetta Valore predefinito Valido se Messaggio errore Richiesto Indicizzato Smart tag Precisione doppia Numero generico Automatiche E (kg/cmq) No No	Generale Ricerca Dimensione campo Formato Posizioni decimali Maschera di input Etichetta Valore predefinito Valido se Messaggio errore Richiesto Indicizzato Smart tag Precisione doppia Numero generico Automatiche No No
Generale Ricerca Dimensione campo Formato Posizioni decimali Maschera di input Etichetta Valore predefinito Valido se Messaggio errore Richiesto Indicizzato Smart tag Precisione doppia Numero generico Automatiche Imp# Sismica (t*m-2*sec-1) No No	Generale Ricerca Dimensione campo Formato Posizioni decimali Maschera di input Etichetta Valore predefinito Valido se Messaggio errore Richiesto Indicizzato Smart tag Precisione doppia Numero generico Automatiche Coeff# T No No
Generale Ricerca Dimensione campo Formato Posizioni decimali Maschera di input Etichetta Valore predefinito Valido se Messaggio errore Richiesto Indicizzato Smart tag Precisione doppia Numero generico Automatiche Coeff# ξ No No	Generale Ricerca Formato Etichetta Valore predefinito Valido se Messaggio errore Richiesto Consenti lunghezza zero Indicizzato Compressione Unicode Modalità IME Modalità frase IME Smart tag Note No Sì No No Nessun controllo Nessuna conversione

Tabella 3.4 - Sismica in foro.

TABELLA SISMICA IN FORO 2		
Nome campo	Tipo dati	Descrizione
Sismostrato	Testo	Tipologia Strato
VP (m/sec)	Numerico	Velocità onde P
VS (m/sec)	Numerico	Velocità onde S
σ	Numerico	Coefficiente di Poisson
Vp/Vs	Numerico	Rapporto Velocità onde P su Velocità onde P
G (Kg/cm2)	Numerico	Modulo di elasticità tangenziale (Modulo di Taglio)
K (Kg/cm2)	Numerico	Modulo di incompressibilità (Modulo di Bulk)
E (Kg/cm2)	Numerico	Modulo di elasticità lineare (Modulo di Young)
IS (t*m-2*sec-1)	Numerico	Impedenza Sismica

DEFINIZIONE DEI CAMPI

<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>Intero lungo</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>ID</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td>0</td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>Si (Duplicati ammessi)</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Intero lungo	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	ID	Valore predefinito	0	Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	Si (Duplicati ammessi)	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>50</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Sismostrato</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td><td>Si</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td><td>Si</td></tr> <tr> <td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	50	Formato		Maschera di input		Etichetta	Sismostrato	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Si	Indicizzato	No	Compressione Unicode	Si	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag	
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	Intero lungo																																																						
Formato																																																							
Posizioni decimali	Automatiche																																																						
Maschera di input																																																							
Etichetta	ID																																																						
Valore predefinito	0																																																						
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	No																																																						
Indicizzato	Si (Duplicati ammessi)																																																						
Smart tag																																																							
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	50																																																						
Formato																																																							
Maschera di input																																																							
Etichetta	Sismostrato																																																						
Valore predefinito																																																							
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	No																																																						
Consenti lunghezza zero	Si																																																						
Indicizzato	No																																																						
Compressione Unicode	Si																																																						
Modalità IME	Nessun controllo																																																						
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																						
Smart tag																																																							
<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>Precisione doppia</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td>Numero generico</td></tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>VP (m/sec)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato	Numero generico	Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	VP (m/sec)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>Precisione doppia</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td>Numero generico</td></tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>VS (m/sec)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato	Numero generico	Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	VS (m/sec)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag							
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	Precisione doppia																																																						
Formato	Numero generico																																																						
Posizioni decimali	Automatiche																																																						
Maschera di input																																																							
Etichetta	VP (m/sec)																																																						
Valore predefinito																																																							
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	No																																																						
Indicizzato	No																																																						
Smart tag																																																							
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	Precisione doppia																																																						
Formato	Numero generico																																																						
Posizioni decimali	Automatiche																																																						
Maschera di input																																																							
Etichetta	VS (m/sec)																																																						
Valore predefinito																																																							
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	No																																																						
Indicizzato	No																																																						
Smart tag																																																							
<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>Precisione doppia</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td>Numero generico</td></tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>o</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato	Numero generico	Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	o	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>Precisione doppia</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td>Numero generico</td></tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>vp/vs</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato	Numero generico	Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	vp/vs	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag							
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	Precisione doppia																																																						
Formato	Numero generico																																																						
Posizioni decimali	Automatiche																																																						
Maschera di input																																																							
Etichetta	o																																																						
Valore predefinito																																																							
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	No																																																						
Indicizzato	No																																																						
Smart tag																																																							
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	Precisione doppia																																																						
Formato	Numero generico																																																						
Posizioni decimali	Automatiche																																																						
Maschera di input																																																							
Etichetta	vp/vs																																																						
Valore predefinito																																																							
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	No																																																						
Indicizzato	No																																																						
Smart tag																																																							
<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>Precisione doppia</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td>Numero generico</td></tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>G (Kg/cm2)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato	Numero generico	Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	G (Kg/cm2)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>Precisione doppia</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td>Numero generico</td></tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>K (Kg/cm2)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato	Numero generico	Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	K (Kg/cm2)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag							
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	Precisione doppia																																																						
Formato	Numero generico																																																						
Posizioni decimali	Automatiche																																																						
Maschera di input																																																							
Etichetta	G (Kg/cm2)																																																						
Valore predefinito																																																							
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	No																																																						
Indicizzato	No																																																						
Smart tag																																																							
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	Precisione doppia																																																						
Formato	Numero generico																																																						
Posizioni decimali	Automatiche																																																						
Maschera di input																																																							
Etichetta	K (Kg/cm2)																																																						
Valore predefinito																																																							
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	No																																																						
Indicizzato	No																																																						
Smart tag																																																							

Generale	Ricerca	Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia	Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	Numero generico	Formato	Numero generico
Posizioni decimali	Automatiche	Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input		Maschera di input	
Etichetta	E (Kg/cm2)	Etichetta	IS (t*m-2*sec-1)
Valore predefinito		Valore predefinito	
Valido se		Valido se	
Messaggio errore		Messaggio errore	
Richiesto	No	Richiesto	No
Indicizzato	No	Indicizzato	No
Smart tag		Smart tag	

Tabella 3.5 - Sismica in foro.

TABELLA SONDAGGI GEOGNOSTICI (Tabella 3.6)

Questa è la tabella più ampia dell'intero database, pur essendo costituita da soli quattro campi, al suo interno sono catalogate tutte le descrizioni litologiche dei sondaggi geognostici. infatti, dalle sezioni stratigrafiche ottenute dal sondaggio meccanico è stato possibile ricostruire i profili lito-stratigrafici del sottosuolo.

TABELLA SONDAGGI GEOGNOSTICI			
	Nome campo	Tipo dati	Descrizione
	ID	Numerico	Identificativo
	Profondita	Numerico	Profondità dal piano campagna (0 m) (Base / letto del litotipo)
	Litotipo	Memo	Descrizione Litotipo
	Simbolo	Testo	Simbologia ufficiale
DEFINIZIONE DEI CAMPI			
Generale	Ricerca	Generale	Ricerca
Dimensione campo	Intero lungo	Dimensione campo	Precisione doppia
Formato		Formato	
Posizioni decimali	Automatiche	Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input		Maschera di input	
Etichetta	Identificativo	Etichetta	Profondità
Valore predefinito		Valore predefinito	
Valido se		Valido se	<0
Messaggio errore		Messaggio errore	
Richiesto	Sì	Richiesto	Sì
Indicizzato	Sì (Duplicati ammessi)	Indicizzato	No
Smart tag		Smart tag	

Generale	Ricerca
Formato	
Etichetta	Utotipo
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	Si
Consenti lunghezza zero	Si
Indicizzato	No
Compressione Unicode	No
Modalità IME	Nessun controllo
Modalità frase IME	Nessuna conversione
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	255
Formato	
Maschera di input	
Etichetta	Simbolo
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Consenti lunghezza zero	Si
Indicizzato	No
Compressione Unicode	Si
Modalità IME	Nessun controllo
Modalità frase IME	Nessuna conversione
Smart tag	

Tabella 3.6 - Sondaggi geognostici.

TABELLA TOMOGRAFIE ELETTRICHE (Tabella 3.7)

I dati presenti in questa tabella derivano dall'analisi di sezioni geoelettriche, realizzate misurando i valori del campo elettrico in corrispondenza di un allineamento di elettrodi di misura. Le sezioni geoelettriche forniscono quindi una sezione verticale del terreno mediante una distribuzione dei valori di resistività.

TABELLE TOMOGRAFIE ELETTRICHE		
Nome campo	Tipo dati	Descrizione
N# Elettrodi	Numerico	Numero Elettrodi utilizzati
Step Interelettrodico (m)	Numerico	Intervallo Interelettrodico
Lunghezza Stendimento (m)	Numerico	Lunghezza dello Stendimento
Profondità Massima Raggiunta (m)	Numerico	Profondità Massima Raggiunta dal sondaggio
Descrizione dei risultati	Memo	Descrizione dei risultati ottenuti
Lat_Start	Testo	Coordinate di partenza dello stendimento
Long_Start	Testo	Coordinate di partenza dello stendimento
Lat_Stop	Testo	Coordinate finali dello stendimento
Long_Stop	Testo	Coordinate finali dello stendimento

DEFINIZIONE DEI CAMPI

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Intero lungo
Formato	
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	ID
Valore predefinito	0
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	Si
Indicizzato	Si (Duplicati non ammessi)
Smart tag	

Generale	Ricerca
Dimensione campo	Precisione doppia
Formato	
Posizioni decimali	Automatiche
Maschera di input	
Etichetta	N# Elettrodi
Valore predefinito	
Valido se	
Messaggio errore	
Richiesto	No
Indicizzato	No
Smart tag	

<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>Precisione doppia</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Step Inter elettrodo (m)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	Step Inter elettrodo (m)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>Precisione doppia</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Lunghezza Stendimento (m)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	Lunghezza Stendimento (m)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag			
Generale	Ricerca																																																		
Dimensione campo	Precisione doppia																																																		
Formato																																																			
Posizioni decimali	Automatiche																																																		
Maschera di input																																																			
Etichetta	Step Inter elettrodo (m)																																																		
Valore predefinito																																																			
Valido se																																																			
Messaggio errore																																																			
Richiesto	No																																																		
Indicizzato	No																																																		
Smart tag																																																			
Generale	Ricerca																																																		
Dimensione campo	Precisione doppia																																																		
Formato																																																			
Posizioni decimali	Automatiche																																																		
Maschera di input																																																			
Etichetta	Lunghezza Stendimento (m)																																																		
Valore predefinito																																																			
Valido se																																																			
Messaggio errore																																																			
Richiesto	No																																																		
Indicizzato	No																																																		
Smart tag																																																			
<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>Precisione doppia</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Profondità Massima Raggiunta (m)</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	Profondità Massima Raggiunta (m)	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag		<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Descrizione dei risultati</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Formato		Etichetta	Descrizione dei risultati	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	No	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag	
Generale	Ricerca																																																		
Dimensione campo	Precisione doppia																																																		
Formato																																																			
Posizioni decimali	Automatiche																																																		
Maschera di input																																																			
Etichetta	Profondità Massima Raggiunta (m)																																																		
Valore predefinito																																																			
Valido se																																																			
Messaggio errore																																																			
Richiesto	No																																																		
Indicizzato	No																																																		
Smart tag																																																			
Generale	Ricerca																																																		
Formato																																																			
Etichetta	Descrizione dei risultati																																																		
Valore predefinito																																																			
Valido se																																																			
Messaggio errore																																																			
Richiesto	No																																																		
Consenti lunghezza zero	Sì																																																		
Indicizzato	No																																																		
Compressione Unicode	No																																																		
Modalità IME	Nessun controllo																																																		
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																		
Smart tag																																																			
<table> <tr> <th>Generale</th><th>Ricerca</th></tr> <tr> <td>Dimensione campo</td><td>50</td></tr> <tr> <td>Formato</td><td></td></tr> <tr> <td>Maschera di input</td><td></td></tr> <tr> <td>Etichetta</td><td>Lat_Start</td></tr> <tr> <td>Valore predefinito</td><td></td></tr> <tr> <td>Valido se</td><td></td></tr> <tr> <td>Messaggio errore</td><td></td></tr> <tr> <td>Richiesto</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Indicizzato</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Compressione Unicode</td><td>Sì</td></tr> <tr> <td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr> <tr> <td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr> <tr> <td>Smart tag</td><td></td></tr> </table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	50	Formato		Maschera di input		Etichetta	Lat_Start	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	Sì	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag																						
Generale	Ricerca																																																		
Dimensione campo	50																																																		
Formato																																																			
Maschera di input																																																			
Etichetta	Lat_Start																																																		
Valore predefinito																																																			
Valido se																																																			
Messaggio errore																																																			
Richiesto	No																																																		
Consenti lunghezza zero	Sì																																																		
Indicizzato	No																																																		
Compressione Unicode	Sì																																																		
Modalità IME	Nessun controllo																																																		
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																		
Smart tag																																																			

Tabella 3.7 - Tomografie elettriche.

TABELLA NOISE (Tabella 3.8)

La tabella consente di visualizzare sinteticamente i valori dell'ampiezza spettrale e della frequenza, ottenute dal rapporto spettrale delle differenti componenti.

TABELLA NOISE

Nome campo	Tipo dati	Descrizione
ID	Numerico	Identificativo
Rapporti spettrali	Testo	Rapporto spettrale considerato
Hz	Numerico	Frequenza (Hz)
Amp	Numerico	Ampiezza

DEFINIZIONE DEI CAMPI

<table><tr><td>Generale</td><td>Ricerca</td></tr><tr><td>Dimensione campo</td><td>Intero lungo</td></tr><tr><td>Formato</td><td></td></tr><tr><td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr><tr><td>Maschera di input</td><td></td></tr><tr><td>Etichetta</td><td>ID</td></tr><tr><td>Valore predefinito</td><td></td></tr><tr><td>Valido se</td><td></td></tr><tr><td>Messaggio errore</td><td></td></tr><tr><td>Richiesto</td><td>Sì</td></tr><tr><td>Indicizzato</td><td>Sì (Duplicati ammessi)</td></tr><tr><td>Smart tag</td><td></td></tr></table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Intero lungo	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	ID	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	Sì	Indicizzato	Sì (Duplicati ammessi)	Smart tag		<table><tr><td>Generale</td><td>Ricerca</td></tr><tr><td>Dimensione campo</td><td>255</td></tr><tr><td>Formato</td><td></td></tr><tr><td>Maschera di input</td><td></td></tr><tr><td>Etichetta</td><td>Rapporti spettrali</td></tr><tr><td>Valore predefinito</td><td>'H/V'</td></tr><tr><td>Valido se</td><td></td></tr><tr><td>Messaggio errore</td><td></td></tr><tr><td>Richiesto</td><td>No</td></tr><tr><td>Consenti lunghezza zero</td><td>Sì</td></tr><tr><td>Indicizzato</td><td>No</td></tr><tr><td>Compressione Unicode</td><td>No</td></tr><tr><td>Modalità IME</td><td>Nessun controllo</td></tr><tr><td>Modalità frase IME</td><td>Nessuna conversione</td></tr><tr><td>Smart tag</td><td></td></tr></table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	255	Formato		Maschera di input		Etichetta	Rapporti spettrali	Valore predefinito	'H/V'	Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Consenti lunghezza zero	Sì	Indicizzato	No	Compressione Unicode	No	Modalità IME	Nessun controllo	Modalità frase IME	Nessuna conversione	Smart tag	
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	Intero lungo																																																						
Formato																																																							
Posizioni decimali	Automatiche																																																						
Maschera di input																																																							
Etichetta	ID																																																						
Valore predefinito																																																							
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	Sì																																																						
Indicizzato	Sì (Duplicati ammessi)																																																						
Smart tag																																																							
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	255																																																						
Formato																																																							
Maschera di input																																																							
Etichetta	Rapporti spettrali																																																						
Valore predefinito	'H/V'																																																						
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	No																																																						
Consenti lunghezza zero	Sì																																																						
Indicizzato	No																																																						
Compressione Unicode	No																																																						
Modalità IME	Nessun controllo																																																						
Modalità frase IME	Nessuna conversione																																																						
Smart tag																																																							
<table><tr><td>Generale</td><td>Ricerca</td></tr><tr><td>Dimensione campo</td><td>Precisione doppia</td></tr><tr><td>Formato</td><td></td></tr><tr><td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr><tr><td>Maschera di input</td><td></td></tr><tr><td>Etichetta</td><td>Hz</td></tr><tr><td>Valore predefinito</td><td></td></tr><tr><td>Valido se</td><td></td></tr><tr><td>Messaggio errore</td><td></td></tr><tr><td>Richiesto</td><td>No</td></tr><tr><td>Indicizzato</td><td>No</td></tr><tr><td>Smart tag</td><td></td></tr></table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	Hz	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag		<table><tr><td>Generale</td><td>Ricerca</td></tr><tr><td>Dimensione campo</td><td>Precisione doppia</td></tr><tr><td>Formato</td><td></td></tr><tr><td>Posizioni decimali</td><td>Automatiche</td></tr><tr><td>Maschera di input</td><td></td></tr><tr><td>Etichetta</td><td>Amp</td></tr><tr><td>Valore predefinito</td><td></td></tr><tr><td>Valido se</td><td></td></tr><tr><td>Messaggio errore</td><td></td></tr><tr><td>Richiesto</td><td>No</td></tr><tr><td>Indicizzato</td><td>No</td></tr><tr><td>Smart tag</td><td></td></tr></table>	Generale	Ricerca	Dimensione campo	Precisione doppia	Formato		Posizioni decimali	Automatiche	Maschera di input		Etichetta	Amp	Valore predefinito		Valido se		Messaggio errore		Richiesto	No	Indicizzato	No	Smart tag							
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	Precisione doppia																																																						
Formato																																																							
Posizioni decimali	Automatiche																																																						
Maschera di input																																																							
Etichetta	Hz																																																						
Valore predefinito																																																							
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	No																																																						
Indicizzato	No																																																						
Smart tag																																																							
Generale	Ricerca																																																						
Dimensione campo	Precisione doppia																																																						
Formato																																																							
Posizioni decimali	Automatiche																																																						
Maschera di input																																																							
Etichetta	Amp																																																						
Valore predefinito																																																							
Valido se																																																							
Messaggio errore																																																							
Richiesto	No																																																						
Indicizzato	No																																																						
Smart tag																																																							

Tabella 3.8 – Noise.

3.3 - Le relazioni

Dopo aver definito la chiave primaria in ogni singola tabella si è passato alla fase concernente la determinazione della relazione tra le tabelle. Il concetto di relazione, trattato precedentemente, riguarda l'associazione stabilita tra i campi (colonne) comuni in due o più tabelle.

Nell'immagine seguente (Figura 3.1) è riportata la struttura completa delle relazioni esistenti tra le diverse tabelle presenti nel database. In particolare si può osservare la differente tipologia di relazione che lega le diverse tabelle: relazione uno-a-uno (1 – in figura), ossia l'associazione tra due tabelle in cui il valore della chiave primaria di ogni record della prima tabella corrisponde al valore del campo o dei campi corrispondenti di un solo record nella seconda collegata; e il tipo di relazione uno-a-molti (∞ - in figura),

ossia l'associazione tra due tabelle in cui il valore della chiave primaria di ogni record della prima tabella corrisponde al valore del campo o dei campi corrispondenti di molti record nella seconda tabella.

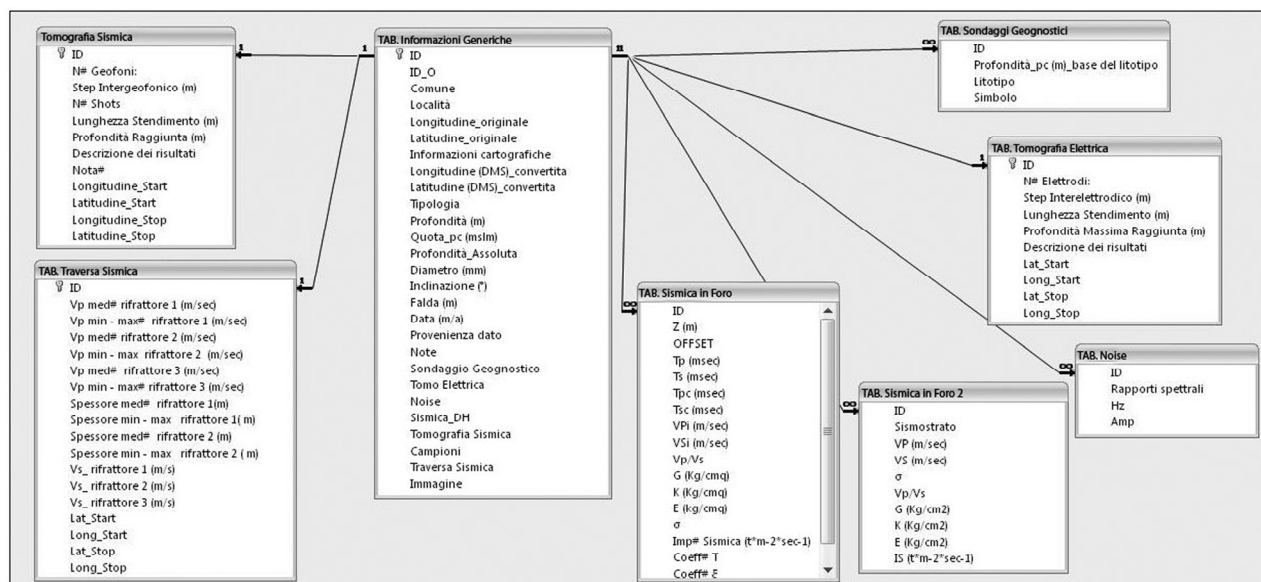


Figura 3.1 - Schema delle relazioni.

3.4 - Inserimento dei dati

Fino ad oggi nel **GeoDatabase** sono stati inseriti **3773** sondaggi georeferenziati di differenti tipologie, localizzati principalmente nel settore orientale della Sicilia e reperiti grazie alla collaborazione degli uffici competenti (Figura 3.2) del Comune di Catania, del Genio Civile di Catania, del Comune di Trecastagni e della Provincia di Catania. Per l'area iblea, i dati sono stati reperiti utilizzando la banca dati realizzata dalla Dott. A. Privitera (Dottorato di Ricerca XI ciclo), fornita dal Prof. Monaco.

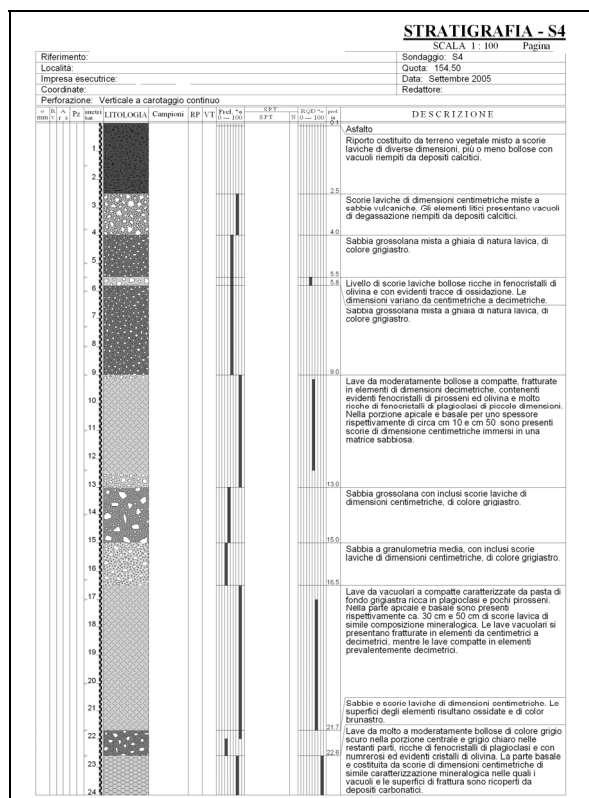


Figura 3.2 - Esempio di dati forniti dagli uffici competenti.

Attualmente dei **3773** sondaggi inseriti nel *database* l'81% è costituito da sondaggi geognostici (Figura 3.3) e solo il restante 19% da sondaggi geofisici. Di questi ultimi l'1,5% dei dati presenti nella banca dati è costituito da sondaggi elettrici, il 9% da misure di rumore sismico, il 1,9% da indagini di sismica in foro, il 6% dei dati inseriti riguarda informazioni derivanti da traverse sismiche ed infine il restante 0,6% da tomografie sismiche.

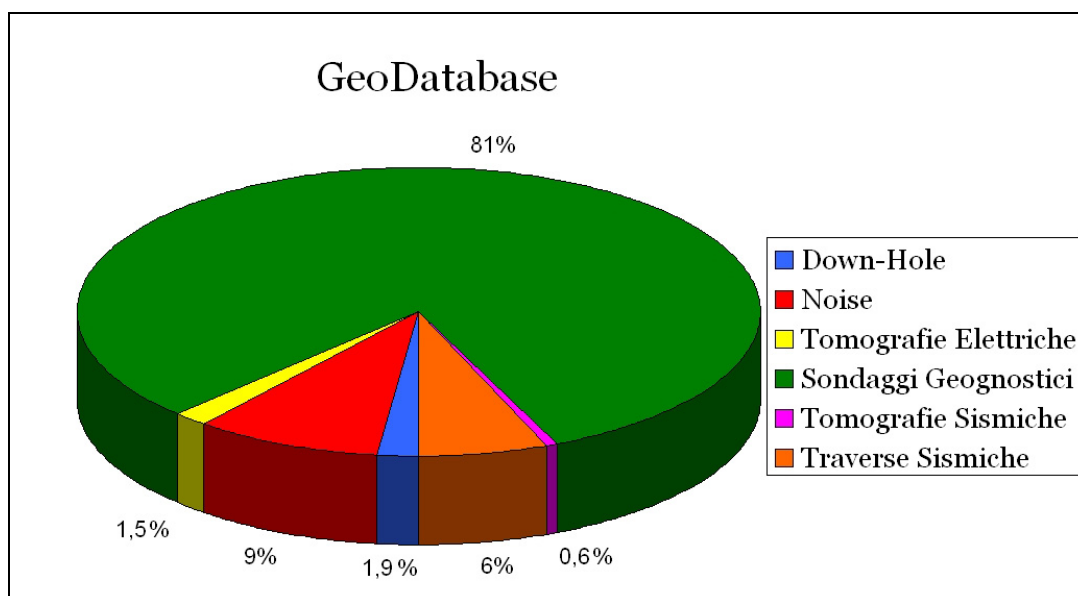


Figura 3.3 - Rappresentazione percentuale dei sondaggi presenti nella banca dati.

Geograficamente i sondaggi sono distribuiti sull'intero territorio siciliano (Figura 3.4), ma è evidente che la concentrazione maggiore si ha nell'area orientale e sud-orientale.

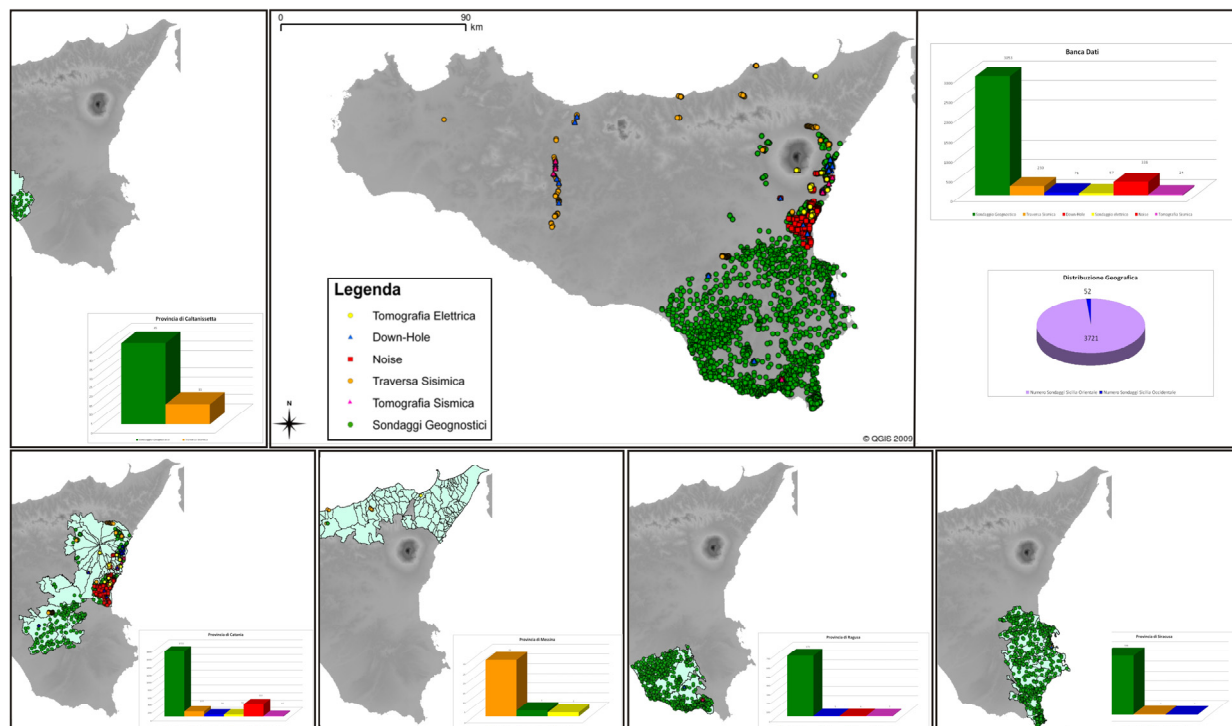


Figura 3.4 - Distribuzione geografica dei sondaggi presenti nel GeoDatabase differenziati per province.

3.5 - Recupero dei dati

Le *query* consentono di visualizzare, modificare ed analizzare i dati in modi diversi. I database sono stati ideati per ottimizzare la conservazione, la manipolazione ed il recupero di grandi quantità di dati.

Il "linguaggio d'interrogazione" che supporta il sistema di recupero dei dati è denominato SQL (Strucured Query Language), specifico per la creazione di *query*. Questo linguaggio si è talmente evoluto nel corso degli anni che oggi ha assunto l'importanza di un vero e proprio codice di programmazione.

SQL (Tabella 3.9), in **GeoDatabase**, è stato utilizzato anche per la gestione delle maschere di ricerca.

```
SELECT Generica.ID, Generica.Località, Generica.Longitudine_originale,
Generica.Latitudine_originale, Generica.[Informazioni cartografiche], Generica.Tipologia,
Generica.[Quota_pc (mslm)], Generica.Profondità_Assoluta, Generica.Comune
FROM Generica INNER JOIN Generica ON Generica.ID = Generica.PrimoDiPrimoDiGenerica_ID
WHERE (((Generica.Località) Like "*contr*") AND ((Generica.Longitudine_originale)>"2531483") AND
((Generica.Tipologia) Like "*geogn*") AND ((Generica.[Quota_pc (mslm)])>300) AND ((Generica.Comune)
Like "*CT*"));
```

Tabella 3.9 - Esempio di query in linguaggio SQL (Strucured Query Language).

3.6 - Interfaccia grafica

L'interfaccia grafica, è una componente indispensabile di un buon *software*, poiché è la sua rappresentazione visiva: è ciò con cui l'utente interagisce quotidianamente.

Per interfaccia grafica utente (o GUI, Graphical User Interface) si intende l'insieme delle funzioni del database, riprodotte in forma grafica (finestre, pulsanti, ecc...). Ha lo scopo di facilitare l'interrogazione della banca dati.

In **GeoDatabase** è stato creato un pannello principale (vedi allegato 1), che si visualizza all'avvio dell'applicazione; da esso è possibile accedere ai dati mediante l'apertura delle tabelle, distinte in base alla tipologia del sondaggio di riferimento.

Si sono create sei maschere(Figura 3.5): una maschera per i sondaggi geognostici, una per il *noise*, una per accedere alle tomografie sismiche, una per quelle elettriche, una per i *down-hole* ed una per le traverse sismiche.

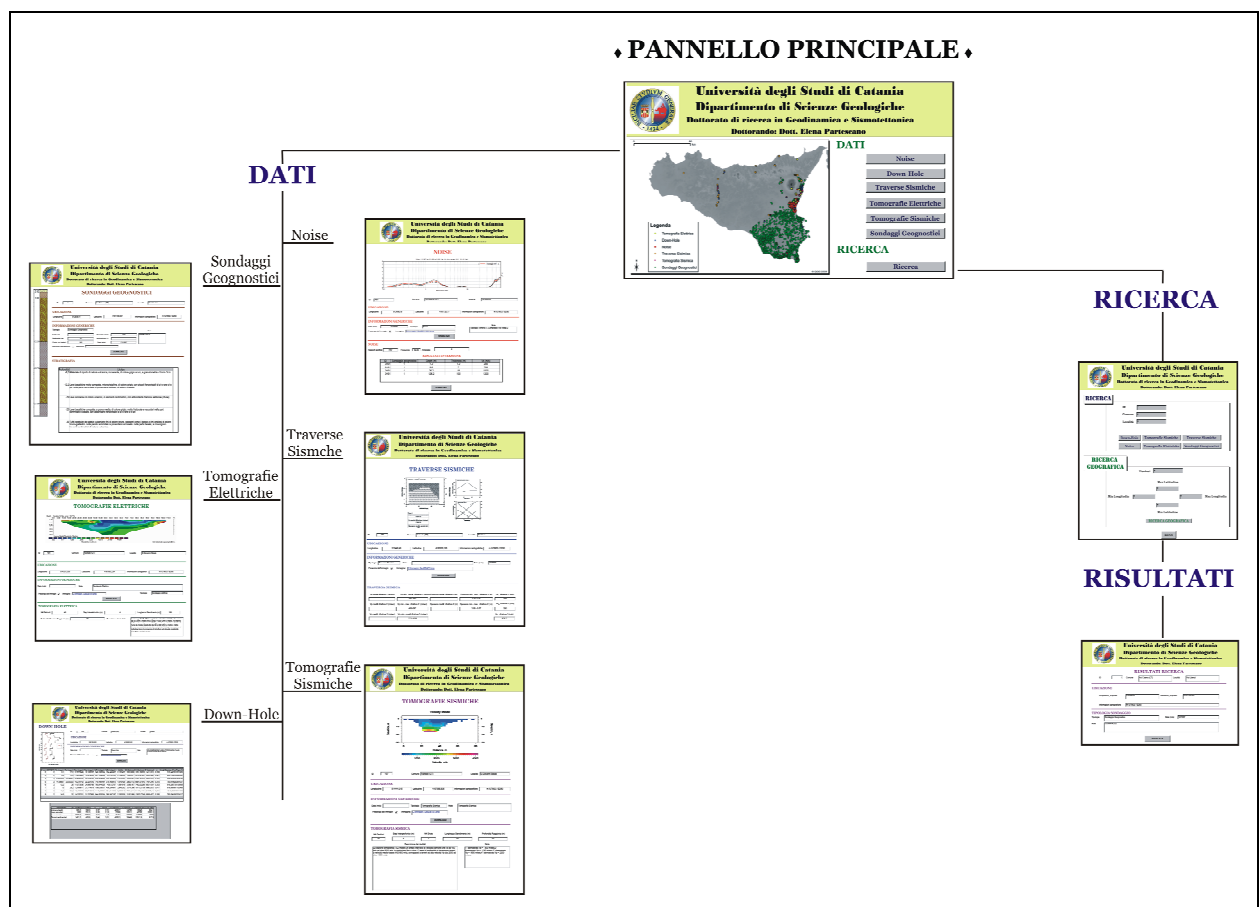


Figura 3.5 - Schema delle maschere presenti nel *GeoDatabase*.

Attraverso appositi pulsanti di comando, presenti all'interno delle maschere, è possibile consultare le immagini ed effettuare il download dei dati presenti nella banca dati.

Inoltre, attraverso il pannello principale è possibile accedere alla maschera di ricerca che prevede, per il momento, la possibilità di effettuare una ricerca semplice selezionando i dati in base ad uno *screening* per identificativo, per comune, località e tipologia di sondaggio, oppure si può effettuare una ricerca geografica dei sondaggi; avviando la ricerca si visualizzano i risultati.

Per la realizzazione dell'interfaccia grafica si è fatto uso di particolari macro di selezione anch'esse realizzate utilizzando il "linguaggio di interrogazione" SQL (Tabella 3.10 - Esempio di Macro), attraverso le quali è stato possibile estrapolare e visualizzare, all'interno delle maschere, solo i dati desiderati. A volte è stato necessario associare all'interno della maschera principale delle sottomaschere (Figura 3.6) per raffigurare simultaneamente i dati contenuti nella tabella "Informazioni Generiche" (ID, comune, località, ...) oltre che il dato numerico vero e proprio: informazioni difficilmente estrapolabili senza la presenza di una maschera.

```
[Query Ricerca]![Comune] Like [Maschere]![Ricerca]![Testo0] And [Query Ricerca]![Località] Like [Maschere]![Ricerca]![Testo3] And [Query Ricerca]![Tipologia] Like [Maschere]![Ricerca]![Testo5]
```

Tabella 3.10 - Esempio di Macro.

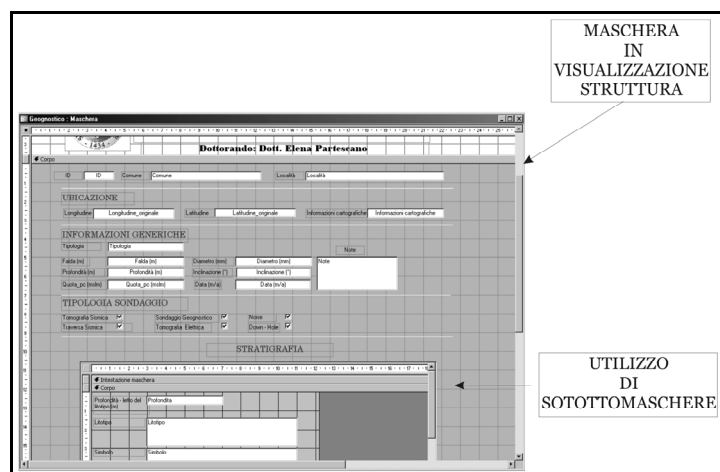


Figura 3.6 - Maschera in visualizzazione struttura.

3.7- G.I.S. (Geographic Information System)

I dati, inseriti nel database, sono stati connessi ad una piattaforma GIS (Geographic Information System) mediante l'uso di *Grass 6.3* (Neteler et al., 2004) e *Quantum Gis* su sistema operativo Linux Ubuntu, con lo scopo di gestire in modo corretto ed immediato i dati georeferenziati e le informazioni ad essi relativi.

Per ottimizzare la gestione dei dati contenuti nella banca dati si è utilizzato *PostgreSQL*, l'alternativa ad *Access* per ciò che concerne i Server *Open Source*; si tratta di uno dei Server di *database* con la maggiore varietà di tipologie di dati gestibili, che oltre alle definizioni standard, dispone anche di tipi geografici per i *database G.I.S.*, grazie alla presenza dell'estensione spaziale *PostGIS*, che fornisce i tipi di dati specificati negli standard dell'*Open Geospatial Consortium*. Più precisamente *PostGIS* è un GeoDatabase che fornisce il sistema di gestione dati sui quali è basato un *G.I.S. Geographic(al) Information System*.

L'applicativo con la sua banca dati, sono stati esportati da *Windows Access*, attraverso un *Open Database Connectivity (ODBC)*, sul database relazionale (*Open Source*) *PostgreSQL* e in seguito connessi ad una piattaforma *G.I.S. (Geographic Information System)* mediante l'uso di *Grass 6.3* (Figura 3.7).

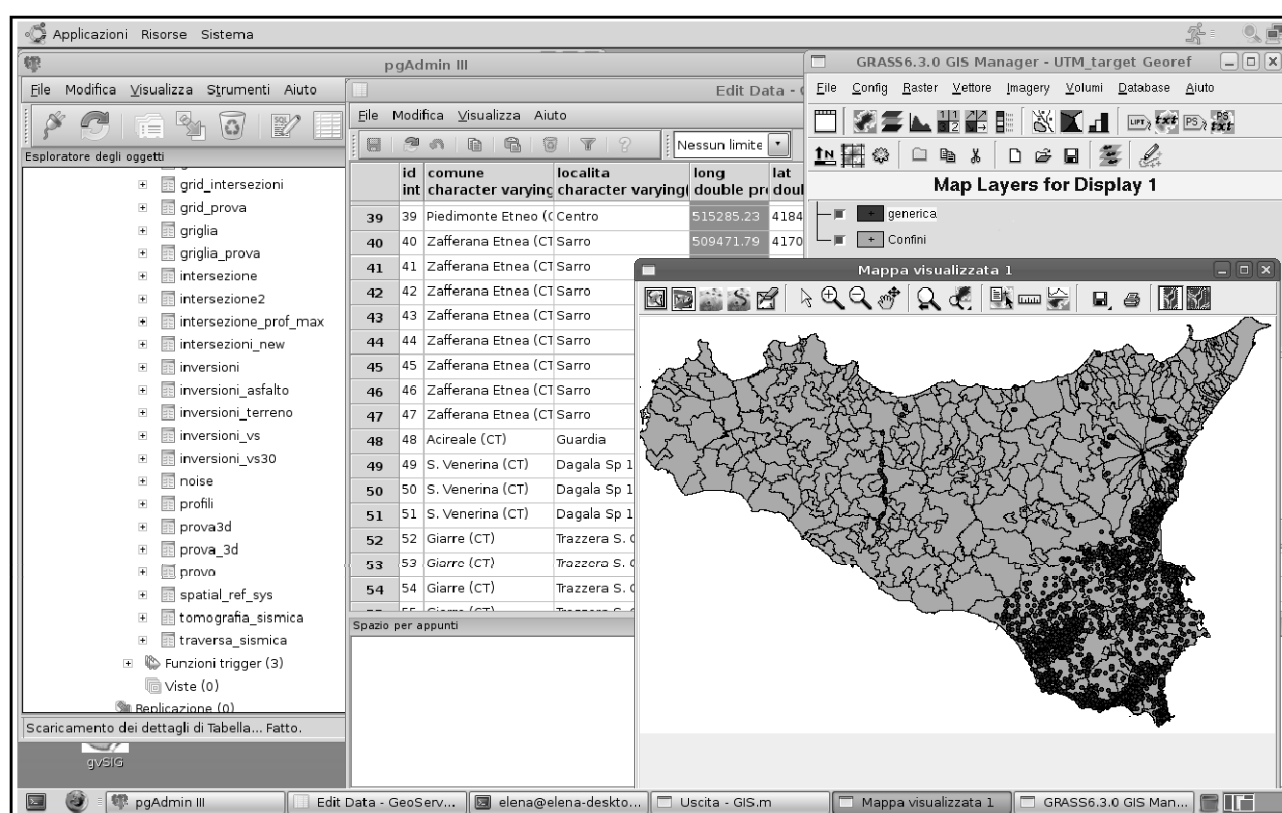


Figura 3.7 - Grass 6.3 e PostgreSQL.

L'utilizzo del *GIS* ha permesso la gestione sia dei dati territoriali, l'elaborazione di mappe, l'analisi e l'interpretazione di fenomeni spaziali complessi. Il dato geografico è costituito proprio dall'insieme delle coordinate geografiche, dal valore numerico del dato stesso e dagli attributi (informazioni aggiuntive del dato). Associando ad una coppia di coordinate geografiche una serie di altri valori numerici, il dato geografico si trasforma in informazione, che può essere rappresentata su una mappa attraverso l'ausilio di una tecnologia *G.I.S.* come quella offerta da *GRASS GIS 6.3*.

Attraverso l'applicazione *G.I.S.* e lo strumento per l'analisi dei *network*, in particolare *v. kernel*, che utilizza un algoritmo *gaussian kernel density estimation* su dominio vettoriale, è stato possibile calcolare la distribuzione dei dati contenuti all'interno del GeoDatabase e la loro densità (Figura 4.1). E' facile osservare che dove è maggiore l'addensamento dei sondaggi più alto è il numero delle informazioni del sottosuolo, e precisamente in prossimità della città di Catania, nella zona di Pachino – Ispica, l'area costiera di Ragusa e l'asse Vittoria Chiaramonte Gulfi. Non si registra lo stesso evento nelle aree circostanti, nelle quali la densità areale è inferiore (Partescano et al., 2008).

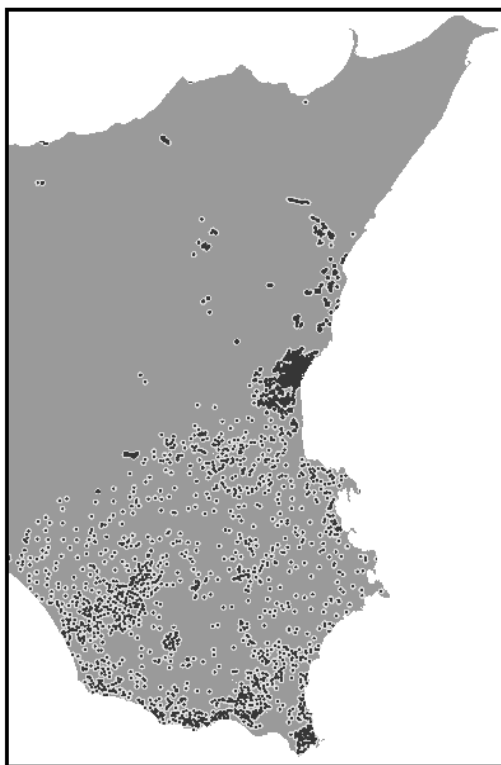


Figura 4.1 - Distribuzione geografica dei dati Partescano et al., 2008 mod.).

Le osservazioni ottenute si sono dimostrate indispensabili per l'organizzazione del susseguente lavoro di rilevamento, esito di un'attenta programmazione dell'area da indagare e di una stima del numero di misure di sismica passiva da effettuare.

Le stratigrafie inserite nella banca dati sono state utilizzate come base di partenza e supporto per le analisi delle registrazioni di sismica passiva a stazione singola.

La tecnica di sismica passiva a stazione singola utilizzata fornisce:

- a)** le frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo;
- b)** indicazioni 'puntuali' sulla stratigrafia sismica sotto il punto di misura;
- c)** l'andamento della velocità delle onde di taglio (V_s , parametro a cui è legata la rigidità del terreno) nel sottosuolo, tramite opportuna inversione (da intendersi vincolata, ossia noto un riflettore, anche poco profondo, che faccia da vincolo per una taratura).

L'algoritmo si basa sulla generazione di curve H/V sintetiche, che simulano un campo di onde di superficie in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981). Dopo aver analizzato il segnale nelle tre componenti è stata effettuata l'analisi HVSR secondo la tecnica di Nakamura (1989). Successivamente è stata eseguita l'inversione delle curve H/V a fini stratigrafici.

In pratica l'inversione delle misure di rumore, nei casi reali, sfrutta la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente ad un modello. Per fare questo è necessario conoscere la profondità di un riflettore stratigrafico (noto nella stratigrafia e riconoscibile nella curva H/V).

Da tali informazioni è possibile stimare la V_s iniziale da introdurre nel modello. L'inversione prosegue per tutti gli altri riflettori, correggendo i contrasti di impedenza quando il picco teorico ottenuto è più basso o più alto di quello sperimentale e gli spessori degli strati quando i picchi della curva teorica appaiono a frequenze diverse da quelle sperimentali.

Il modello così ottenuto, permette di stimare il profilo di V_s con errori confrontabili a quelli di metodi tradizionali, assumendo l'ultimo strato come infinito.

4.1 – Strumentazione

Lo strumento utilizzato per le registrazioni è un tomografo digitale (Figura 4.2), progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico. Dispone di tre canali analogici connessi a tre velocimetri elettrodinamici ad alta risoluzione disposti secondo tre direzioni ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz, che trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore, più un canale per il segnale GPS, quando il segnale è presente. Il moto del terreno è amplificato, convertito in forma digitale, organizzato e salvato su una memoria di tipo flash.



Da questa, il segnale può essere trasferito ad un PC dove il codice di calcolo "Grilla" appositamente sviluppato archivia, analizza e permette la revisione del segnale.

Figura 4.2 – Tomografo.

Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto. I dati sono stati convertiti in file ASCII mediante il *software* "Grilla", fornito a supporto dello strumento utilizzato, quindi elaborati per ottenere spettri di velocità in funzione della frequenza.

Per questo studio le misure sono state effettuate per 20 minuti con una frequenza di campionamento di 128 Hz.

4.2 - Ubicazione delle misure

Dalla distribuzione dei dati contenuti all'interno del **GeoDatabase**, dalla loro densità ed in seguito alle osservazioni riportate precedentemente, è stata scelta quale area di ricerca la zona in prossimità della città di Catania, nella quale effettuare misure di sismica passiva, ideale per utilizzare e testare questa nuova metodologia di indagine.



Figura 4.3 - Acquisizione misure di noise.

L'indagine, di tipo geofisico, è basata sulla misurazione del rumore sismico. Questa tecnica viene definita "Sismica Passiva", perché non necessita di una sorgente di energia appositamente creata. La ricerca mira a verificare le conoscenze e le possibilità di utilizzo, a fini stratigrafici, della sismica passiva, in particolare della tecnica dei rapporti spettrali o HVSZ (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), misurati con un tomografo digitale, che ne evidenzia i pregi ed i limiti. Inizialmente utilizzata come metodo per calcolare l'amplificazione sismica locale (Nakamura, 1989), oggi sembra offrire buone prospettive di impiego anche a fini stratigrafici (Gallipoli et al., 2000; Castellaro et al., 2005).

Studi recenti hanno evidenziato come attraverso la sismica passiva sia possibile identificare importanti discontinuità stratigrafiche, quali l'interfaccia sedimento/ bedrock, a profondità anche fino a 2 km (Castellaro et al., 2009).

Le misure sono state acquisite in corrispondenza di sondaggi geognostici noti (Figura 4.3), con lo scopo di identificare ed evidenziare alcune chiavi di lettura che permettessero di ridurre al minimo la soggettività nella fase di interpretazione dei grafici, ottenuti in seguito al rilevamento mediante la tecnica di sismica passiva.

Nel dettaglio sono state acquisite 294 misure di rumore sismico (Figura 4.3); tutte le misure sono geograficamente ubicate all'interno della provincia di Catania ed in particolare situate nei comuni di Aci Catena, Catania, Misterbianco, Motta S. Anastasia, S. Agata Li Battiati, Trecastagni e Zafferana Etnea. I sondaggi geognostici, utilizzati per la calibrazione delle stratigrafie, sono stati resi disponibili dagli uffici competenti del Comune e della Provincia di Catania. Le profondità raggiunte dai carotaggi utilizzati vanno

da un minimo di 6 metri ad un massimo di 1130 metri di profondità, quest'ultima raggiunta dal sondaggio 1657 collocato in prossimità della Zona Industriale di Catania.

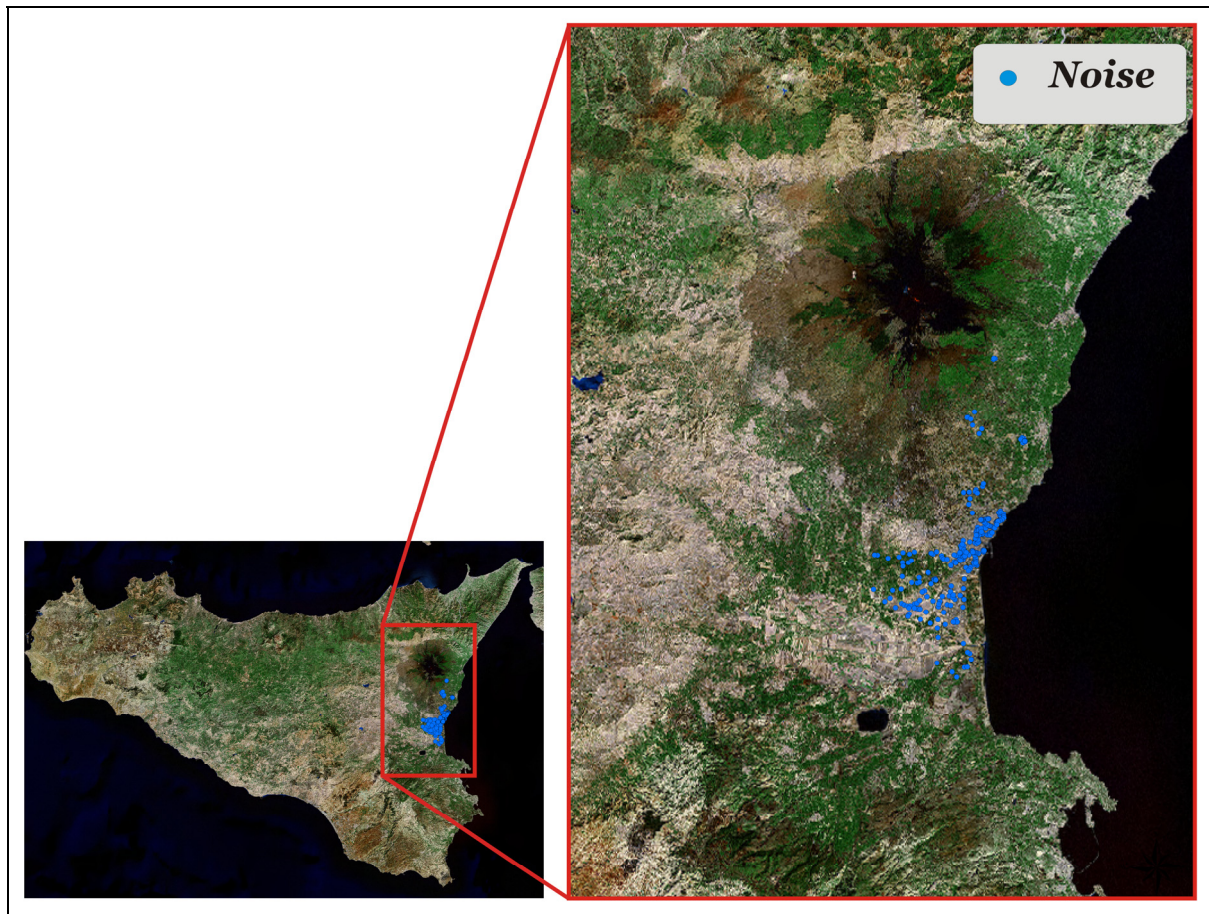


Figura 4.4 - Ubicazione delle misure di noise.

Nella Tabella 1.1 sono riportate le misure di *noise* eseguite nelle quali sono comprese: l'identificativo del sondaggio (corrisponde all'ID del sondaggio geognostico presente nel GeoDatabase), le informazioni relative alla loro posizione geografica (comune e località), il numero della traccia, la tipologia di suolo sul quale la misura è stata eseguita (terreno, asfalto o mattonelle) e la data di acquisizione.

Tabella 4.1 - Misure di noise eseguite.

ID_Sondaggio	Comune	Località	N° Traccia	Tipologia terreno	DATA
1522	Catania	P.zza Verga	1	T	16/05/08
1084	Catania	P.zza Delle Repubblica	2	A	16/05/08
1083	Catania	Via Luigi Rizzo	3	A	16/05/08
1203	Catania	Via Puccini	4	A	16/05/08
1751	Catania	Piazza Dante Angolo Via Teatro Greco	5	T	16/05/08
1206	Catania	Piazza Palestro	6	M	16/05/08
1750	Catania	Via S. Anna 23-25	7	A	16/05/08
1740	Catania	Via Gagliani	8	A	16/05/08
1754	Catania	Via Due Obelischi	9	A	16/05/08
1514	Catania	Barriera	10	A	16/05/08
387	Catania	Cittadella_Clin. Neurologica	11	T	16/05/08
1550	Catania	Simeto_Pantani Di Lentini E Dei Gelsari	1	T	17/06/08
1983	Catania	Villaggio Delfino	2	T	17/06/08
1325	Catania	Coda Di Volpe	3	T	17/06/08
1326	Catania	Coda Di Volpe	4	T	17/06/08
1587	Catania	Coda Di Volpe	5	T	17/06/08
1344	Catania	Coda Di Volpe	6	T	17/06/08
1334	Catania	Primosole	8	T	17/06/08
1345	Catania	Primosole_Coda Di Volpe	9	A	18/06/08
1537	Catania	S. Giorgio	10	T	18/06/08
1535	Catania	Passo Martino	11	T	18/06/08
1538	Catania	Passo Martino	12	A	18/06/08
1572	Catania	Passo Martno	13	T	18/06/08
1573	Catania	Simeto	14	T	18/06/08
1534	Catania	Passo Martino	15	T	18/06/08
1571	Catania	Corbara	16	T	18/06/08
1540	Catania	Passo Cavalieri	17	T	18/06/08
1108	Catania	Contrada Lungetto	18	T	19/06/08
1566	Catania	Jungetto	19	T	19/06/08
1653	Catania	Passo Cavaliere	20	T	19/06/08
1381	Catania	C.Da Jungetto	21	T	19/06/08
1380	Catania	C.Da Jungetto	22	T	19/06/08
1570	Catania	Passo Delfino	23	T	19/06/08
1970	Catania	Passo Del Fico	24	T	19/06/08
1105	Catania	Contrada Lungetto	26	T	19/06/08
1106	Catania	Contrada Lungetto	27	T	19/06/08
1107	Catania	Contrada Lungetto	28	T	19/06/08
731	Trecastagni (CT)	Via Papa Giovanni N°24/A	29	A	20/06/08
736	Trecastagni (CT)	Via Rosina Anselmi	30	T	20/06/08
732	Trecastagni (CT)	Via Patti N°27	31	A	20/06/08
734	Trecastagni (CT)	Via Collodi	34	A	20/06/08
735	Trecastagni (CT)	Via Luigi Capuana	2	T	23/06/08
733	Trecastagni (CT)	V.Le Dello Sport	3	T	23/06/08
737	Trecastagni (CT)	Via Archimede N°14	5	A	23/06/08
1564	Catania	Jungetto	6	T	24/06/08
1633	Catania	Jungetto	7	T	24/06/08
1632	Catania	Jungetto Trigona	8	T	24/06/08
1648	Catania	Gelso Bianco	10	T	24/06/08
1627	Misterbianco (CT)	Gelso Bianco	12	T	24/06/08
1628	Catania	S. Martino	13	T	24/06/08
1642	Catania	Passo Del Fico	15	T	24/06/08
1641	Catania	Cardonetto	16	T	24/06/08
1544	Catania	Angelica	17	T	24/06/08
1630	Catania	Badia S. Giuliano	19	A	25/06/08
1546	Catania	Fiumazzo	20	T	25/06/08
1631	Misterbianco (CT)	Recupelli	21	T	25/06/08
1618	Motta S. Anastasia (CT)	S.Lucia	22	T	25/06/08
1619	Motta S. Anastasia (CT)	Mandrazze	23	T	25/06/08
1613	Motta S. Anastasia (CT)	Rinazzi	24	T	25/06/08
1611	Motta S. Anastasia (CT)	Malaricotta	25	T	25/06/08
1610	Misterbianco (CT)	Cubba	26	T	25/06/08
1558	Misterbianco (CT)	Gelso Bianco	27	A	26/06/08
1615	Motta S. Anastasia (CT)	Bovara	28	T	26/06/08

ID_Sondaggio	Comune	Località	N° Traccia	Tipologia terreno	DATA
1612	Motta S. Anastasia (CT)	Bovara	29	T	26/06/08
1616	Motta S. Anastasia (CT)	Bovara	30	T	26/06/08
1617	Misterbianco (CT)	Cubba	31	T	26/06/08
1608	Misterbianco (CT)	Cubba	32	T	26/06/08
1624	Misterbianco (CT)	Serrale	33	T	26/06/08
1423	Catania	Via Balatella	34	A	27/06/08
1422	Catania	Via Pietro Dell'Ova	35	T	27/06/08
1420	S. Agata Li Battiati (CT)	Via Del Bosco	36	T	27/06/08
1419	S. Agata Li Battiati (CT)	Via Corsaro	37	A	27/06/08
1429	Catania	Galleria Cagliano 11	38	A	27/06/08
1666	Catania	Villaggio Primavera	39	A	27/06/08
1409	Catania	Viadotto Gagliano	40	A	27/06/08
1405	Catania	Sez.198_Fine Lotto	41	T	27/06/08
2	Aci Catena (CT)	Piazza S. Leopoldo	2	A	01/07/08
6	Aci Catena (CT)	Via Petralia	3	A	01/07/08
1	Aci Catena (CT)	Via Liberta'	4	T	01/07/08
7	Aci Catena (CT)	Via Petralia	5	T	01/07/08
3	Aci Catena (CT)	Via Delle Olimpiadi	6	A	01/07/08
4	Aci Catena (CT)	Via S. Giuseppe Centro	7	A	01/07/08
5	Aci Catena (CT)	Via Ospedale	8	T	01/07/08
8	Aci Catena (CT)	Centro	10	A	01/07/08
15	Aci Catena (CT)	Centro	11	A	01/07/08
11	Aci Catena (CT)	Centro	12	A	01/07/08
1569	Catania	Giancata	13	T	02/07/08
1547	Catania	D'Arce	14	A	02/07/08
1548	Catania	D'Arce	15	A	02/07/08
1651	Catania	Fosso Buttaceto	16	T	02/07/08
1504	Catania	Zona Industriale Nord	17	T	02/07/08
1657	Catania	Pozzo Catania 12	18	T	02/07/08
1577	Catania	Zona Industriale_Canale Buttaceto	19	T	02/07/08
1568	Catania	Palma	21	T	02/07/08
1584	Catania	Zona Industriale_Canale Buttaceto	22	T	02/07/08
1658	Catania	Pozzo Catania 13	23	A	02/07/08
1645	Catania	Fosso Buttaceto	24	T	02/07/08
46	Zafferana Etnea (CT)	Sarro	25	T	03/07/08
44	Zafferana Etnea (CT)	Sarro	27	T	03/07/08
34	Zafferana Etnea (CT)	Ex Macello Comunale	28	A	03/07/08
36	Zafferana Etnea (CT)	Ex Macello Comunale	29	A	03/07/08
45	Zafferana Etnea (CT)	Sarro	30	A	03/07/08
1639	Catania	Lungetto Trigona	1	T	22/07/08
1103	Catania	Contrada Lungetto	2	T	22/07/08
1634	Catania	Castellana	3	T	22/07/08
1621	Motta S. Anastasia (CT)	S.Lucia	4	T	22/07/08
1574	Catania	Zona Industriale_Canale Buttaceto	6	T	22/07/08
1579	Catania	Zona Industriale_Canale Buttaceto	7	A	22/07/08
1585	Catania	Zona Industriale_Canale Buttaceto	8	T	22/07/08
1580	Catania	Zona Industriale_Canale Buttaceto	9	A	22/07/08
1134	Catania	Zona Industriale	10	A	22/07/08
1135	Catania	Zona Industriale	11	A	22/07/08
1636	Catania	Pantano Arci Terzo	12	T	22/07/08
1964	Catania	Penitenziario Bicocca	13	T	23/07/08
1961	Catania	Penitenziario Bicocca	14	T	23/07/08
1960	Catania	Penitenziario Bicocca	15	T	23/07/08
1962	Catania	Penitenziario Bicocca	16	T	23/07/08
1551	Catania	Catania Sud	17	T	23/07/08
1335	Catania	Zona Industriale Fra Strade 13 E 6	18	A	23/07/08
1656	Catania	Pozzo Catania 5	19	T	23/07/08
1100	Catania	V. Gio S.M.Goretti	20	T	23/07/08
1101	Catania	V. Gio S.M.Goretti	21	A	23/07/08
1102	Catania	V. Gio S.M.Goretti	23	A	23/07/08
978	Catania	Via S.M. Goretti	24	T	23/07/08
1273	Catania	S.G.La Rena	25	A	24/07/08
1274	Catania	S.G.La Rena	26	A	24/07/08

ID Sondaggio	Comune	Località	N° Traccia	Tipologia terreno	DATA
1279	Catania	S.G.La Rena	28	A	24/07/08
1938	Catania	Boschetto Playa	31	T	24/07/08
1939	Catania	Boschetto Playa	32	T	24/07/08
1934	Catania	Boschetto Playa	35	T	24/07/08
1935	Catania	Boschetto Playa	36	T	24/07/08
1932	Catania	Boschetto Playa	37	T	24/07/08
1933	Catania	Boschetto Playa	38	T	24/07/08
1936	Catania	Boschetto Playa	39	T	24/07/08
1937	Catania	Boschetto Playa	41	T	24/07/08
1940	Catania	Boschetto Playa	42	T	24/07/08
1941	Catania	Boschetto Playa	43	T	24/07/08
1842	Catania	Porto	1	T	29/07/08
1838	Catania	Porto	2	T	29/07/08
1843	Catania	Porto	3	T	29/07/08
1844	Catania	Porto	4	T	29/07/08
1252	Catania	Radice Molo Di Mezzogiorno	5	A	29/07/08
1898	Catania	Via Acquicella	6	A	29/07/08
1899	Catania	Via Acquicella	7	A	29/07/08
1900	Catania	Via Acquicella	8	A	29/07/08
1897	Catania	Via Acquicella	9	T	29/07/08
1896	Catania	Via Acquicella	10	T	29/07/08
1902	Catania	Via Acquicella	11	A	29/07/08
853	Catania	L.Tà Torrazza – Zona Industriale	12	A	31/07/08
849	Catania	L.Tà Torrazza – Zona Industriale	13	A	31/07/08
854	Catania	L.Tà Torrazza – Zona Industriale	14	T	31/07/08
847	Catania	L.Tà Torrazza – Zona Industriale	15	T	31/07/08
1901	Catania	Via Acquicella	16	A	31/07/08
1903	Catania	Via Acquicella	17	A	31/07/08
1531	Catania	Acquicella	18	A	31/07/08
1369	Catania	Via S.Giuseppe La Rena	19	A	31/07/08
1928	Catania	Asse Attrezzato - Svincolo Pigno	5	A	02/09/08
1929	Catania	Asse Attrezzato - Svincolo Pigno	6	A	02/09/08
1646	Catania	Capanna (Cardinale)	7	T	02/09/08
1557	Misterbianco (CT)	C.Da Cardinale	8	T	02/09/08
1064	Catania	Librino	9	T	02/09/08
1063	Catania	Librino	11	T	02/09/08
1061	Catania	Librino	12	T	02/09/08
880	Catania	Librino	13	T	03/09/08
879	Catania	Librino	14	T	03/09/08
1119	Catania	Gelso Bianco	16	A	03/09/08
1117	Catania	Gelso Bianco	17	T	03/09/08
1118	Catania	Gelso Bianco	18	A	03/09/08
868	Catania	Librino	19	A	03/09/08
870	Catania	Librino	20	T	03/09/08
1121	Catania	Zia Lisa	21	T	03/09/08
1120	Catania	Zia Lisa	23	A	04/09/08
1123	Catania	Zia Lisa	24	A	04/09/08
981	Catania	Via Madonna Del Divino Amore	25	T	04/09/08
1469	Catania	Pluviale Carcaci	27	A	04/09/08
983	Catania	Viale G. Da Verrazzano	28	A	04/09/08
1115	Catania	Via S.M. Di Nuovaluce	29	A	04/09/08
1116	Catania	Via S.M. Di Nuovaluce	30	A	04/09/08
1114	Catania	Via S.M. Di Nuovaluce	31	A	04/09/08
1921	Catania	Corso Indipendenza	32	A	04/09/08
994	Catania	Corso Indipendenza	33	A	04/09/08
1033	Catania	Piazza Federico Di Svevia	34	T	05/09/08
1706	Catania	Zurria - Acquicella	36	A	05/09/08
1705	Catania	Zurria - Acquicella	37	A	05/09/08
1707	Catania	Zurria - Acquicella	38	A	05/09/08
1704	Catania	Zurria - Acquicella	39	A	05/09/08
740	Catania	Via Plebiscito	40	A	05/09/08
1207	Catania	S. Agata	1	T	09/09/08
1946	Catania	Villaggio S. Agata	2	A	09/09/08

ID_Sondaggio	Comune	Località	N° Traccia	Tipologia terreno	DATA
861	Catania	Librino	3	A	09/09/08
980	Catania	Viale Bummacaro	4	T	09/09/08
1208	Catania	Librino	5	T	09/09/08
1254	Catania	Cimitero	6	T	09/09/08
1256	Catania	Cimitero	7	A	09/09/08
1253	Catania	Cimitero	8	T	09/09/08
950	Catania	Cimitero	9	A	09/09/08
1532	Catania	Fossa Della Creta	10	A	09/09/08
1458	Catania	Cavalcavia	11	T	10/09/08
1593	Catania	Cardinale	12	T	10/09/08
1594	Catania	Cardinale	15	A	10/09/08
1649	Catania	Sordo	16	T	10/09/08
1599	Catania	S. Giorgio	17	T	10/09/08
863	Catania	Librino	18	T	10/09/08
864	Catania	Librino	19	T	10/09/08
865	Catania	Librino	20	T	10/09/08
1299	Catania	Corso Italia	23	A	16/09/08
1301	Catania	Corso Italia	24	A	16/09/08
1302	Catania	Corso Italia	26	T	16/09/08
1307	Catania	Corso Delle Provincie	27	M	16/09/08
1308	Catania	Corso Delle Provincie; Via Firenze	28	A	16/09/08
1309	Catania	Corso Delle Provincie; Via Vitt. E. Orlando	29	M	16/09/08
1306	Catania	Corso Italia	30	A	16/09/08
1296	Catania	Viale Jonio	31	A	16/09/08
1295	Catania	Viale Jonio	32	A	16/09/08
1294	Catania	Viale Jonio	33	A	16/09/08
1310	Catania	Corso Delle Provincie; Via V. Giuffrida	34	A	17/09/08
1311	Catania	Corso Delle Provincie; Via Sassari	35	A	17/09/08
1312	Catania	Piazza A. Lincoln Lato Sud	36	A	17/09/08
1314	Catania	Viale L. Da Vinci	37	A	17/09/08
1315	Catania	Stazione Borgo	38	A	17/09/08
1313	Catania	Piazza A. Lincoln Lato Nord	39	T	17/09/08
1018	Catania	Viale R. Sanzio	40	A	17/09/08
1019	Catania	Viale R. Sanzio	41	A	17/09/08
1847	Catania	Via Bernini	42	A	17/09/08
1846	Catania	Via Bernini	43	A	17/09/08
1069	Catania	Jolly Hotel Catania	1	A	20/10/08
1873	Catania	Plesso Scolastico	2	A	20/10/08
1078	Catania	Via Pacini 14	3	A	20/10/08
1080	Catania	Via S. Euplio	4	A	20/10/08
1077	Catania	Via Etnea	5	A	20/10/08
1379	Catania	Centro Storico	6	A	20/10/08
1378	Catania	Centro Storico	7	A	20/10/08
1068	Catania	Via Di Stefano Nunzio	8	A	20/10/08
1376	Catania	Centro Storico	9	A	20/10/08
1375	Catania	Centro Storico	10	A	20/10/08
1076	Catania	Via Ughetti	11	A	20/10/08
1082	Catania	Via Etnea	12	A	20/10/08
1885	Catania	Zona Fiera	13	A	20/10/08
1086	Catania	Via Luigi Rizzo-Teocrito	14	A	21/10/08
1075	Catania	C.So Sicilia	15	A	21/10/08
1074	Catania	C.So Sicilia	16	A	21/10/08
1070	Catania	Puccini	17	A	21/10/08
1079	Catania	C.So Sicilia	18	A	21/10/08
1204	Catania	Piazza Stesicoro	19	A	21/10/08
1776	Catania	Chiesa S. Agata La Vetere	20	A	21/10/08
1784	Catania	Chiesa S. Agata La Vetere	21	A	21/10/08
1778	Catania	Chiesa S. Agata La Vetere	22	A	21/10/08
1790	Catania	Ex Chiesa Purità	23	A	21/10/08
1792	Catania	Ex Chiesa Purità	24	A	21/10/08
1371	Catania	Palazzo Malerba	25	A	21/10/08
1072	Catania	Palazzo E.S.A.	26	A	21/10/08
1895	Catania	P.zza Europa	27	A	22/10/08

ID_Sondaggio	Comune	Località	N° Traccia	Tipologia terreno	DATA
1894	Catania	P.Zza Europa	28	A	22/10/08
1893	Catania	P.Zza Europa	29	T	22/10/08
1696	Catania	Via Del Rotolo-Piazza Europa	30	A	22/10/08
1694	Catania	Via Del Rotolo-Piazza Europa	31	A	22/10/08
1695	Catania	Via Del Rotolo-Piazza Europa	32	A	22/10/08
1697	Catania	Via Del Rotolo-Piazza Europa	33	A	22/10/08
1698	Catania	Via Del Rotolo-Piazza Europa	34	A	22/10/08
1291	Catania	Ognina	35	T	22/10/08
1700	Catania	Via Del Rotolo-Piazza Europa	36	A	22/10/08
1286	Catania	Ognina	37	A	22/10/08
1287	Catania	Ognina	38	A	22/10/08
1733	Catania	Via A. De Gasperi	39	A	22/10/08
1734	Catania	Via A. De Gasperi	40	T	22/10/08
1687	Catania	Via Del Rotolo-Piazza Europa	1	A	23/10/08
1292	Catania	Ognina	2	A	23/10/08
1288	Catania	Ognina	3	A	23/10/08
1735	Catania	Via A. De Gasperi	4	A	23/10/08
1736	Catania	Via Messina	5	T	23/10/08
1290	Catania	Ognina	6	T	23/10/08
1737	Catania	Monte Di Via Acireale	7	T	23/10/08
1891	Catania	P.Zza Europa	8	T	23/10/08
1886	Catania	P.Zza Europa	9	A	23/10/08
1887	Catania	P.Zza Europa	10	A	23/10/08
1888	Catania	P.Zza Europa	11	A	23/10/08
1889	Catania	P.zza Europa	12	A	23/10/08
1890	Catania	P.zza Europa	13	A	23/10/08
1892	Catania	P.Zza Europa	14	A	23/10/08
1282	Catania	Ognina	15	A	24/10/08
1691	Catania	Via Del Rotolo-Piazza Europa	16	A	24/10/08
1690	Catania	Via Del Rotolo-Piazza Europa	17	A	24/10/08
1688	Catania	Via Del Rotolo-Piazza Europa	18	A	24/10/08
1684	Catania	Stazione Catania Centrale	19	T	24/10/08
1297	Catania	Cavalcavia-Circumetnea	20	T	24/10/08
1686	Catania	Stazione Catania Centrale	21	T	27/10/08
1140	Catania	Piazza Giovanni XXIII	22	A	27/10/08
1139	Catania	Piazza Giovanni XXIII	23	A	27/10/08
1136	Catania	Piazza Giovanni XXIII	24	A	27/10/08
1201	Catania	Piazza Giovanni XXIII	25	A	27/10/08
1137	Catania	Piazza Giovanni XXIII	26	M	27/10/08
1073	Catania	Piazza Giovanni XXIII	27	A	27/10/08
1097	Catania	Via Marchese Di Casalotto	28	A	27/10/08
1095	Catania	Via Marchese Di Casalotto	29	A	27/10/08

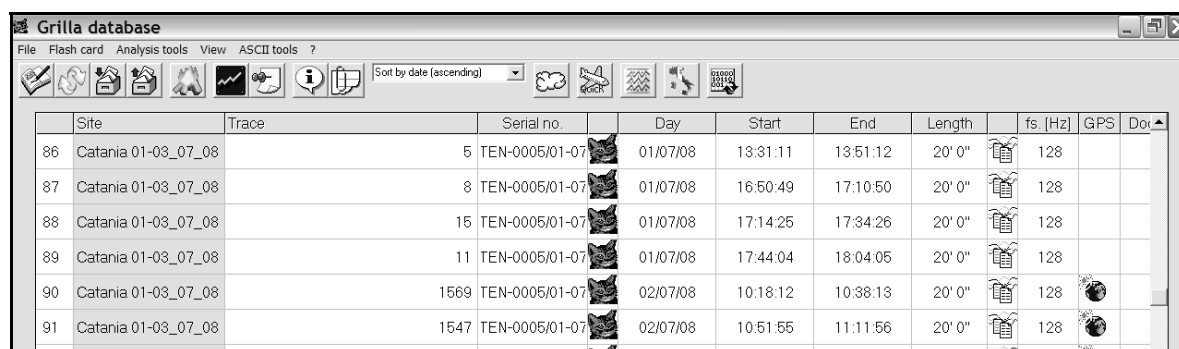
4.3.1 - Elaborazione dei dati: analisi del rumore sismico ambientale

L'analisi delle misure di rumore sismico ambientale comprende diverse fasi:

1- DOWNLOAD DEI FILES

Le registrazioni del rumore sismico acquisite in campagna sono state trasferite dal sismometro (Tromino) all'interno del database del *software Grilla*. Ad ogni singola registrazione sono stati assegnati una località ed un numero di traccia; inoltre è stato possibile associare un'icona che richiama graficamente l'ambiente in cui è stata effettuata la registrazione.

Ogni linea del database *Grilla* (Figura 4.5) sintetizza le proprietà del singolo segnale acquisito con il Tromino: il sito, il nome della traccia, il giorno e l'ora di acquisizione, la lunghezza del segnale, le analisi che sono state effettuate, la frequenza di campionamento, la presenza o meno delle coordinate *GPS* e la presenza di un report della traccia.



	Site	Trace	Serial no.	Day	Start	End	Length	fs [Hz]	GPS	Dot
86	Catania 01-03_07_08		5 TEN-0005/01-07	01/07/08	13:31:11	13:51:12	20' 0"	128		
87	Catania 01-03_07_08		8 TEN-0005/01-07	01/07/08	16:50:49	17:10:50	20' 0"	128		
88	Catania 01-03_07_08		15 TEN-0005/01-07	01/07/08	17:14:25	17:34:26	20' 0"	128		
89	Catania 01-03_07_08		11 TEN-0005/01-07	01/07/08	17:44:04	18:04:05	20' 0"	128		
90	Catania 01-03_07_08		1569 TEN-0005/01-07	02/07/08	10:18:12	10:38:13	20' 0"	128		
91	Catania 01-03_07_08		1547 TEN-0005/01-07	02/07/08	10:51:55	11:11:56	20' 0"	128		

Figura 4.5 - Database Grilla.

2- COMPONENTI DEL SEGNALE

Il segnale sismico viene acquisito lungo le tre componenti del moto del suolo: le due componenti orizzontali N-S ed E-W, e lungo la componente verticale. La struttura del segnale nel dominio del tempo ha un andamento conforme a quello presente nell'immagine che segue (Figura 4.6).

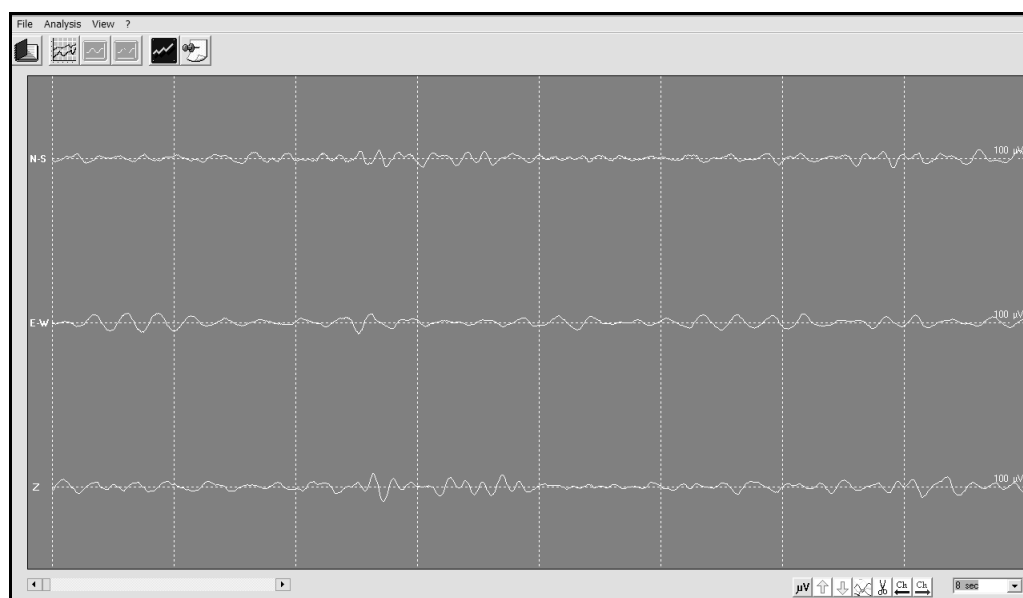


Figura 4.6 - Le tre componenti del segnale sismico.

La componente N-S del moto registrata è evidenziata nella prima linea dell'immagine, segue la componente E-W ed infine la terza linea Z, riproduce l'andamento della componente verticale; infine, se presente, l'ultima linea riproduce il segnale *GPS*.

L'asse delle ascisse esprime la variabile temporale, mentre l'asse delle ordinate la variazione dell'ampiezza del segnale.

3- ANALISI HVSR

Per ottenere la curva dei rapporti spettrali o HVSR delle registrazioni, è necessario avviare l'analisi delle singole registrazioni acquisite, imponendo dei parametri di analisi.

Prima di tutto occorre suddividere la traccia in finestre temporali non sovrapposte; il rumore sismico in ogni sito è stato registrato per 20 minuti, con una frequenza di campionamento di 128 Hz; le curve H/V sono state calcolate mediando i valori ottenuti in finestre sovrapponibili di 20 secondi l'una (essendo interessati a valori spettrali sopra i 0.5 Hz). Successivamente è stata effettuata la trasformata veloce di Fourier (FFT) del segnale e sono state ricavate le ampiezze spettrali per ogni singola registrazione; allo spettro ottenuto è stata applicata una funzione di *Smoothing (Triangulr windows)* pari al 10% della frequenza centrale.

Per ogni finestra viene calcolata la curva HVSR, come funzione di frequenza attraverso la media della radice quadrata del valore quadratico medio RMS (*Average Root Mean Square*) della componente orizzontale su quella verticale:

$$\frac{\sqrt{\frac{H_1^2 + H_2^2}{2}}}{V}$$

Dove H1 ed H2 sono gli spettri "lisciati", in termini di ampiezza, delle componenti orizzontali e V è lo spettro "lisciato" della componente verticale.

Al termine dell'analisi HVSR si otterrà uno spettro in frequenze (linea in rosso) ricavato dalla media degli spettri ottenuti per ogni singola finestra (Figura 4.7).

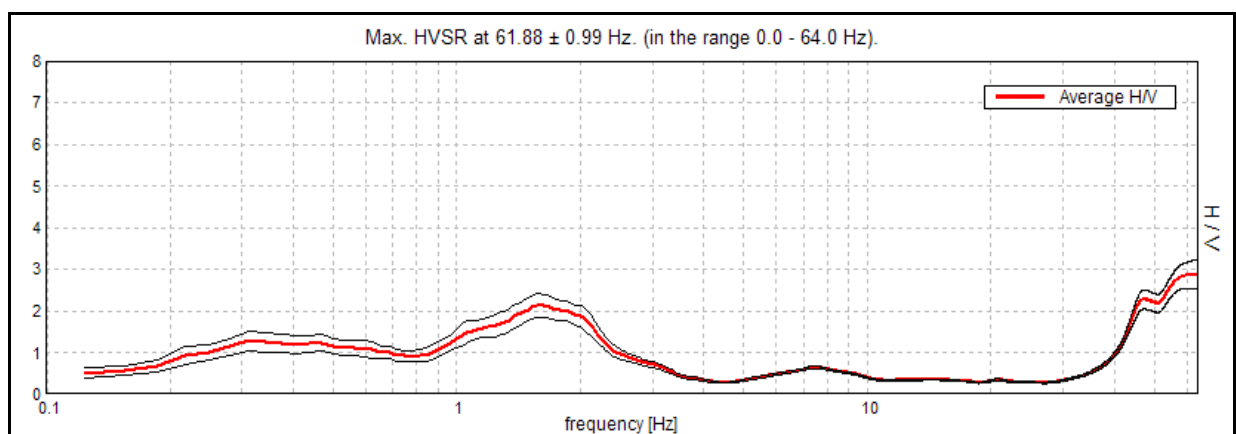


Figura 4.7 - Analisi HVSR.

Contemporaneamente viene calcolato anche il 95% dell'intervallo di confidenza. Infatti, quando si stima un parametro, la semplice individuazione di un singolo valore è spesso non sufficiente, dunque risulta opportuno accompagnare la stima di un parametro con un intervallo di valori plausibili per quel parametro: nel nostro caso il *range* entro il quale si ha il 95% di probabilità di trovare determinati valori di ampiezza della curva HVSr (curve in nero).

4- RIMOZIONE COMPONENTE TRANSIENTE

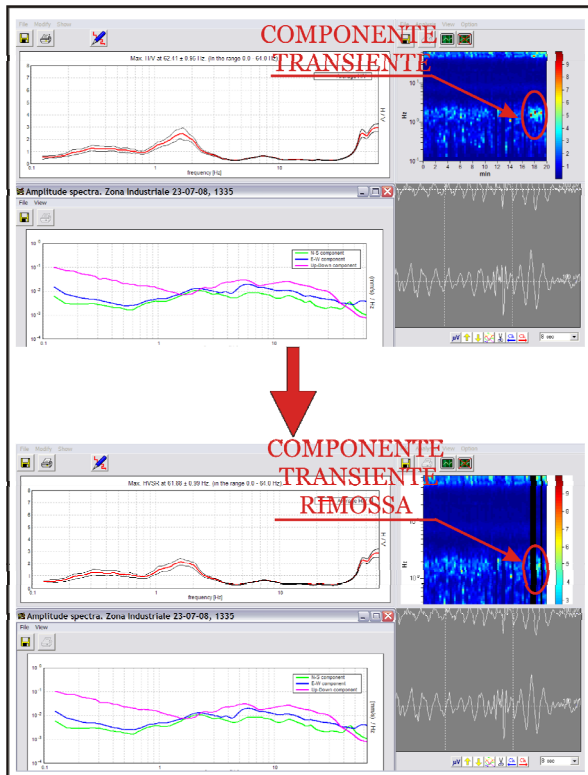


Figura 4.8 - Rimozione della componente transiente.

5- INVERSIONE

Il codice per la creazione di curve H/V sintetiche introdotto in *Grilla* si basa sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981).

Il codice può elaborare modelli:

- a) con un qualsiasi numero di strati (limitati a 50 nella tabella di input),
- b) in un qualsiasi intervallo di frequenze,
- c) in un qualsiasi numero di modi.

Il codice che simula le onde di superficie presente nel *software* utilizzato per l'inversione richiede l'introduzione dei seguenti parametri per ciascuno strato *i*-esimo:

- lo spessore dello strato i -esimo, espresso in (m),
- V_p , velocità delle onde P nello strato i -esimo, in (m/s),
- V_s , velocità delle onde S nello strato i -esimo, in (m/s),
- densità dello strato i -esimo, in 10^3 kg/m^3 .

E' necessario osservare che in tutti i codici che simulano la propagazione delle onde di superficie, i parametri V_p e densità sono poco influenti ai fini del modello. Si deduce che in nessun caso si potrà ritenere che il modello dia profili di V_p e densità. L'implicazione diretta è che i valori di V_p e densità da introdurre nel codice possono essere praticamente qualsiasi, seppur ragionevoli. Questa è la ragione per cui nella tabella di *input* dei dati (Figura 4.9b) le colonne di V_p e densità hanno lo sfondo grigio: per diminuirne l'enfasi.

Pertanto per la densità si useranno valori di $1,6-2,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e per le V_p valori che dipendono da V_s secondo il modulo di Poisson $\nu = (V_p^2 - 2V_s^2) / [2(V_p^2 - V_s^2)]$.

Il modello può invece essere considerato uno stimatore del profilo di V_s (Figura 4.9d) con errori confrontabili a quelli di metodi più tradizionali.

L'ultimo strato del modello viene assunto con spessore infinito. Nella tabella di *input* dei parametri questo va indicato con il valore 0, mentre il campo V_p può non essere riempito. Infatti, esso verrà riempito automaticamente dal *software* secondo il modulo di Poisson impostato.

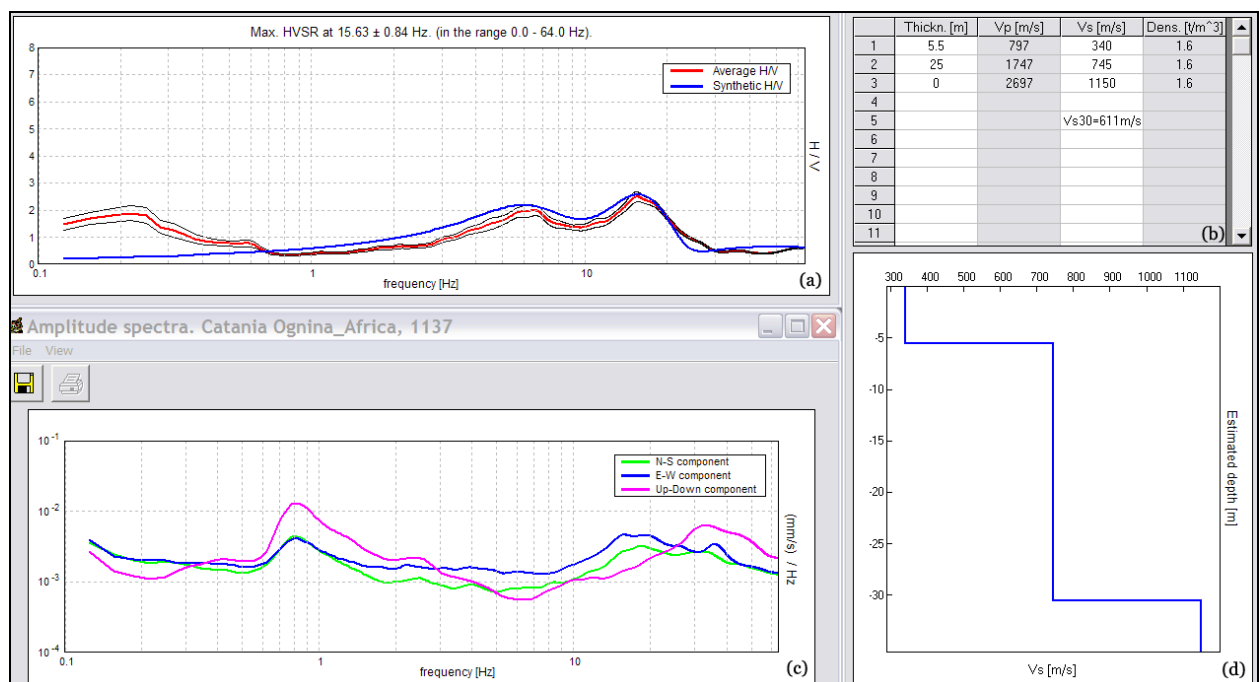


Figura 4.9 - Inversione delle curve HVSr: (a) curva HVSr; (b) tabella di input; (c) componenti orizzontali e verticale; (d) profilo V_s .

6- METODOLOGIA

Per avviare il procedimento di inversione assoluta delle curve H/V è necessario conoscere:

1. la profondità di un riflettore (noto nella stratigrafia e riconoscibile nella curva H/V), oppure,
2. la V_s media del primo strato, attraverso altre tecniche.

Il primo dato è stato ricavato dalle stratigrafie inserite nel *GeoDatabase*, pertanto ci si soffermerà su questo caso.

Non è necessario conoscere la stratigrafia fino a 30 m., è invece importante conoscere la profondità di un riflettore stratigrafico ed identificarne la frequenza nella curva H/V.

TIPO DI SUOLO	V_s min [m/s]	V_s media [m/s]	V_s max [m/s]
ROCCE MOLTO DURE (es. rocce metamorfiche molto poco fratturate)	1400	1620	-
ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturati)	700	1050	1400
SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee, tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia)	375	540	700
ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI (es. sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose)	200	290	375
TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere).	100	150	200

Tabella 4.2 - Velocità caratteristiche delle onde S nei vari tipi di suolo (Castellaro et al., 2005).

A partire da questo dato di profondità (h) e frequenza (f), si entra nel modello, introducendo una V_s iniziale, stimata in prima battuta a partire dalla formula semplice della risonanza :

$$V_s = f \times 4 \times h$$

l'inversione deve poi proseguire introducendo uno strato per ogni riflettore stratigrafico riconoscibile

dall'analisi congiunta delle curve H/V e degli spettri delle singole componenti, correggendo i contrasti di impedenza (differenza di velocità tra strati), quando il picco teorico ottenuto è più basso di quello sperimentale o al contrario, variando gli spessori degli strati (o le velocità) quando i picchi della curva teorica appaiano a frequenze diverse da quelli sperimentali.

I valori di V_s ottenuti sono confrontabili con i valori caratteristici delle onde di taglio per i vari tipi di suoli proposti da Castellaro et al., 2005 (Tabella 4.2).

Nei centri urbani è inevitabile effettuare delle misure su terreni artificiali, poiché risulta difficile trovare delle aree non pavimentate, perciò, particolare attenzione è necessario rivolgere ai fenomeni di **inversione di velocità**, che caratterizzano le misure effettuate su zone pavimentate - asfaltate e quindi caratterizzate da maggiore rigidità. È stato dimostrato (Castellaro et al. 2009) che le registrazioni effettuate su suoli artificiali possono fortemente influenzare le curve H/V se il suolo naturale al di sotto ha velocità sismiche più basse. Le inversioni di velocità sono evidenziate dalla diminuzione dell'ampiezza della curva H/V al di sotto di 1, in un ampio *range* di frequenze, dovuto al decadimento della componente orizzontale dello spettro ed alla possibile risalita della componente verticale.

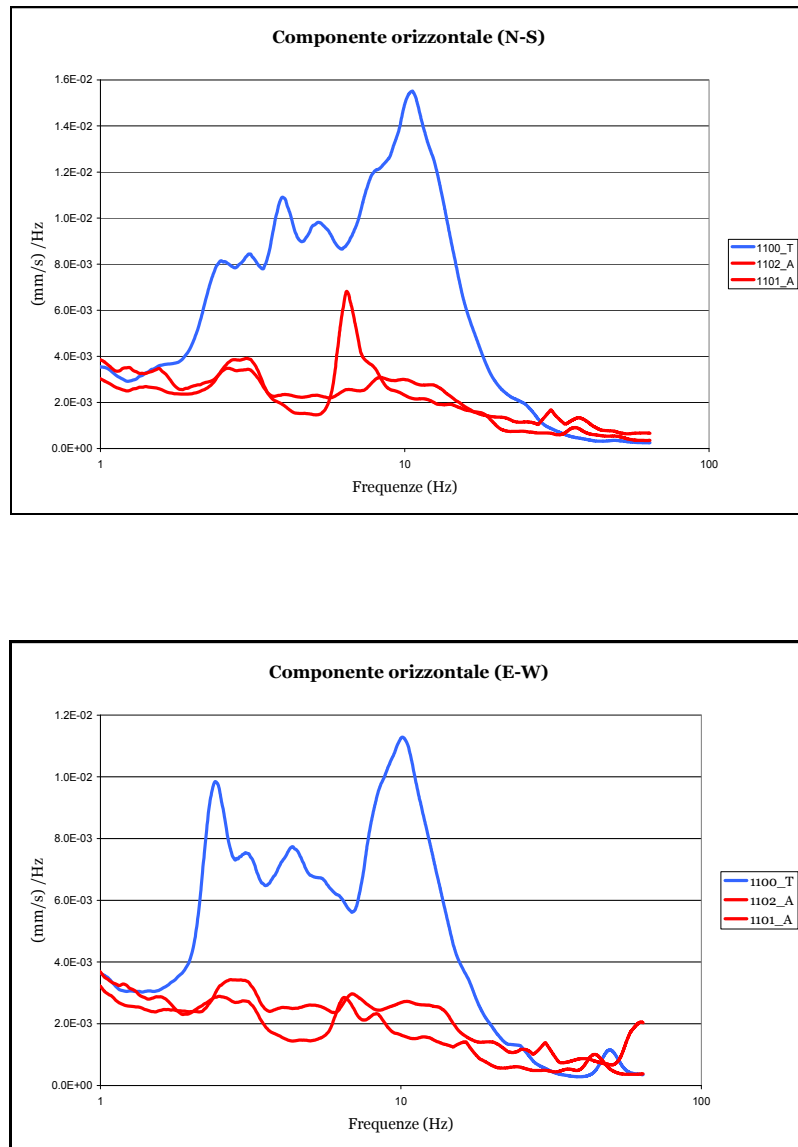


Figura 4.10 - Confronto tra le componenti orizzontali dello spettro di misure eseguite su suoli naturali (T) e suoli artificiali (A).

La deamplificazione della H/V appare, infatti, essere causata dal decadimento della componente orizzontale dello spettro nelle registrazioni effettuate su terreni artificiali (curve in rosso in Figura 4.10), rispetto alle registrazioni eseguite su suoli naturali (curve in blu in Figura 4.10); mentre la componente verticale è generalmente meno affetta.

L'effetto può essere osservato non solo in presenza di inversioni di velocità "naturali", ma principalmente in presenza di suoli artificiali che possono nascondere picchi delle curve H/V. Per ovviare a tale problema è necessario analizzare le singole componenti dello spettro. In alcuni casi le misure effettuate su suolo artificiale non ha indotto inversioni di velocità, ciò dipende dalla geologia locale (Castellaro et al. 2009).

4.3.2 - Elaborazione dei dati: stima del V_{s30}

Le misure di microtremore a stazione singola, opportunamente invertite, permettono di stimare, anche e in maniera rapida, sia la stratigrafia superficiale che il V_{s30} . La normativa vigente in Italia (DM 14/01/2008, Norme Tecniche per le Costruzioni) deriva dalla normativa europea (Eurocodice 8), a sua volta ripresa dalla normativa Californiana. Essa prevede, a partire dal terremoto di riferimento fornito dagli enti preposti per ogni comune, i seguenti passi:

- 1) classificazione del terreno da un punto di vista sismico (tramite V_{s30} , NSPT, coesione non drenata c_u o simili);
- 2) stima degli effetti di sito (amplificazione sismica e spettri di risposta del terreno);
- 3) valutazione dell'influenza del terremoto sul comportamento meccanico del terreno;
- 4) eventuale valutazione soggettiva dell'effetto topografico.

Scopo della normativa è lo sviluppo di una classificazione dei suoli con l'intenzione di stimare lo spettro di risposta elastico per la componente orizzontale del moto. Lo spettro ed in particolare la frequenza principale di risonanza del sottosuolo, costituisce il parametro fondamentale per gli ingegneri, i quali devono assolutamente evitare che si verifichi il fenomeno della doppia risonanza, vera causa delle distruzioni da terremoto. La scelta del V_{s30} come parametro di riferimento deriva innanzitutto dall'evidenza 'ovvia' che quanto più un terreno è rigido, tanto più esso offre una base solida per l'edificazione.

Infatti, poiché la rigidità μ è legata alla velocità delle onde S e alla densità ρ come:

$$\mu = \rho \times V_s^2$$

si evince che una velocità V_s bassa vicino alla superficie indica terreno poco rigido.

Inoltre la scelta del valore particolare della media sui primi 30 metri, il V_{s30} , deriva semplicemente dal fatto che in California i dati sino a 100 piedi di profondità (e cioè circa 30 metri) erano già largamente disponibili e potevano essere utilizzati immediatamente e a costo zero come base per definire le categorie di terreno. In altri termini, è stata la disponibilità di dati e non la loro reale significatività a determinare la scelta del V_{s30} come parametro di riferimento (Castellaro et al., 2005).

La velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio, viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} [m/s]$$

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

Il sito verrà classificato sulla base del valore di V_{S30} , se disponibile, altrimenti sulla base del valore di NSPT.

Con il decreto ministeriale del 14 gennaio del 2008 sono state introdotte le nuove normative tecniche in materia di progettazione antisismica. In particolare è stato introdotto l'uso di coefficienti per la determinazione dello spettro elastico di risposta che dipendono dalla classificazione dei suoli in 5 categorie principali dalla A alla E (Tabella 4.3), a cui ne sono aggiunte altre 2 (S1 ed S2 per le quali sono richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare), distinte sulla base del parametro V_{S30} , o in alternativa del valore di NSPT o c_u .

Per l'intera area indagata è stato stimato il valore della velocità di taglio per i primi 30 m di profondità (V_{S30}), ed è stata fatta la classificazione in categorie.

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		V_{S30} (m/s)	NSPT	c_u kPa
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi.	> 800		
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.	< 800 > 360	> 50	> 250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza.	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti.	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{S30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s.			
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua.	< 100		< 20 > 10
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.			

Tabella 4.3 - Categoria dei suoli di fondazione (D.M. 14.01.08).

5.1 - Analisi del rumore sismico ambientale

Le misure acquisite mediante l'utilizzo del Tromino, sono state raggruppate in base alla loro posizione geografica in 51 aree distribuite in prossimità della città di Catania (Figura 5.1) e successivamente analizzate.



Figura 5.1 - Distribuzione geografica delle aree analizzate.

Tale suddivisione è stata finalizzata alla possibilità di individuare in modo più efficace le discontinuità eventualmente presenti nel sottosuolo, mediante l'utilizzo della sismica passiva.

Le registrazioni, dopo aver calcolato la curva dei rapporti spettrali o HVSR e rimosso la componente transiente, sono state confrontate con delle colonne stratigrafiche, inserite e catalogate in precedenza nel GeoDatabase e descritte interamente con un differente livello di accuratezza e dettaglio, a seconda dei casi.

Una prima fase del lavoro ha riguardato la verifica e l'individuazione dell'ammissibilità tra la stratigrafia nota e quanto si osserva dai grafici HVSR, ottenuti dopo aver processato il dato acquisito.

Questo metodo ha il pregio di fornire una lettura facile in un contesto del tipo sedimento - bedrock dove i contrasti litologici (e le proprietà dei due mezzi) sono molto marcati ed i picchi altrettanto facilmente distinguibili. Se però l'obiettivo è di discriminare discontinuità meno marcate, la sola analisi della curva H/V mostra dei limiti. Da qui la necessità di analizzare non solo il grafico HVSR, ma anche quello delle singole componenti spettrali dal quale è stato possibile ottenere numerose informazioni. Un ulteriore aspetto da considerare, e che porta ad un cambiamento significativo dell'ampiezza dei picchi, riguarda le inversioni di velocità (Castellaro et al., 2009).

Queste si hanno quando lungo la verticale, man mano che si va in profondità, la velocità delle onde S diminuisce anziché aumentare, dando come risultato picchi H/V di ampiezza inferiore a 1. Per poter effettuare un confronto tra i dati dei sondaggi e le discontinuità osservabili dai vari grafici, bisogna trasformare il dato che è in frequenza, in profondità. Questo metodo non elimina il problema in modo definitivo, ma permette di effettuare ricostruzioni stratigrafiche verosimili.

La Figura 5.2 mostra i grafici risultanti dal rilievo mediante sismica passiva: la curva H/V in funzione della frequenza (Figura 5.2a) e le curve degli spettri di ampiezza in velocità per le tre componenti ortogonali del moto (Figura 5.2b). Nel dettaglio, in figura è possibile distinguere forme spettrali che identificano una discontinuità stratigrafica da quelle che sono dovute semplicemente a disturbi della registrazione.

L'andamento delle tre componenti spettrali all'interno di un pacco di strati omogenei in linea teorica dovrebbe essere parallelo, mentre la presenza di una discontinuità genera un distacco tra le due componenti orizzontali e quella verticale: quest'ultima registra, infatti, un minimo assoluto o relativo, mentre le componenti orizzontali possono presentare un massimo relativo o assoluto.

Questa divergenza tra le componenti del moto fa sì che nel grafico delle singole componenti (Figura 5.2b) sia possibile identificare, delle forme caratteristiche ad "occhio", che possono essere più o meno sviluppate, a seconda dei casi.

L'ampiezza del picco dipende quindi dall'entità del divario tra le componenti; inoltre può succedere che gli effetti provocati da due discontinuità vicine si sommino e interagiscano tra loro. Può anche accadere che siano presenti dei picchi nel grafico HVSR, senza che questi siano però associati ad un minimo della componente verticale. Questa condizione implica che i picchi non corrispondano ad alcuna discontinuità stratigrafica, ma verosimilmente siano di natura artificiale.

Nella prova eseguita in corrispondenza del sondaggio 1019 si può notare come sia presente e ben visibile una forma ad "occhio" nel grafico delle componenti spettrali che presenta un picco H/V corrispondente a circa 5 Hz.

Analizzando l'andamento delle singole componenti in questo caso si può ben osservare come, contrariamente alle componenti orizzontali che vanno aumentando, la componente verticale, in netto minimo locale, identifichi una discontinuità. In particolare, la discontinuità registrata a 5 Hz corrisponderebbe al corpo lavico presente nel sondaggio intorno ai 9 m (Figura 5.2c).

Dalla calibrazione con i dati di sondaggio si ricava inoltre una stima del valore delle V_s pari a 700 m/s che verrà, in seguito, utilizzata in tutte le rimanenti misure per convertire il dato da frequenza in profondità.

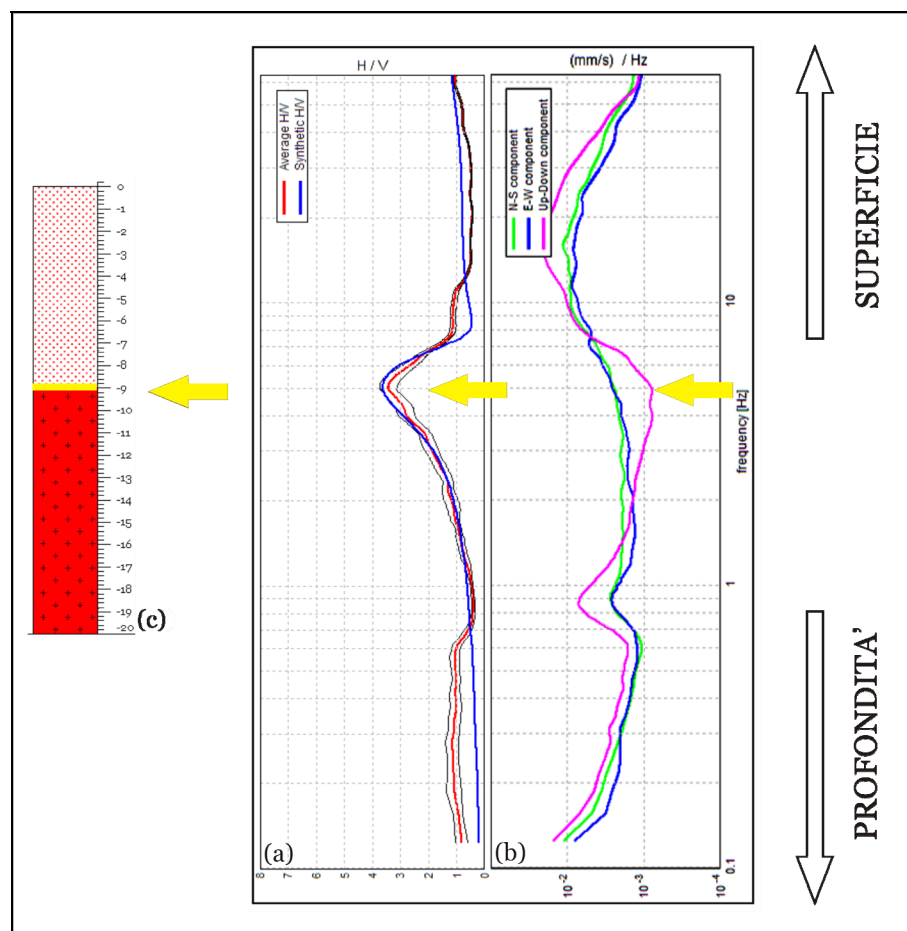


Figura 5.2 - (a) variazioni del rapporto H/V alle differenti frequenze, (b) andamento delle singole componenti spettrali, (c) stratigrafia di riferimento.

Dopo aver eseguito il confronto con le colonne stratigrafiche note, è stata eseguita l'inversione delle curve H/V, ciò è stato possibile dopo aver individuato la profondità di un riflettore stratigrafico ed identificato la frequenza nella curva H/V.

Nei centri urbani è stato inevitabile effettuare delle misure su terreni artificiali, perché risulta difficile trovare delle aree non pavimentate. La possibilità è che le misure effettuate su zone pavimentate, dunque

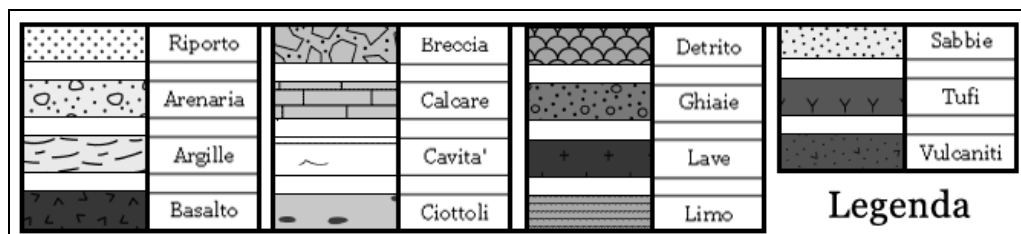
caratterizzate da maggiore rigidità, implicano fenomeni di inversione di velocità.

Le inversioni di velocità sono evidenziate dalla diminuzione dell'ampiezza della curva H/V al di sotto del valore 1, in un ampio range di frequenze. In tutte le casistiche che analizzeremo, faremo comunque sempre riferimento alle informazioni stratigrafiche ricavate da sondaggi geologici diretti (sondaggi geognostici e relative stratigrafie).

Infine i valori di V_s ricavati dal processo di inversione sono stati utilizzati per ricreare l'andamento delle velocità di propagazione delle onde sismiche nelle due dimensioni, offrendo così la possibilità di modellare le proprietà del sottosuolo, e confrontare i risultati ottenuti con le stratigrafie note.

5.1.1 - Analisi spettrale

In questo paragrafo sono rappresentati i risultati ottenuti, raggruppati per aree. Nel dettaglio sono riportati per ognuna delle 51 aree individuate: le stratigrafie schematiche dei sondaggi geognostici di riferimento; le curve H/V utilizzate per l'analisi spettrale ed i risultati di questa; infine la ricostruzione dell'andamento delle velocità di taglio ricavate mediante il processo di inversione delle curve H/V.



Inoltre le analisi spettrali eseguite fanno riferimento ad un intervallo di frequenze compreso tra 1-64 Hz. Non si discutono i risultati ottenuti al di sotto di 1 Hz, dove gli effetti meteorologici giocano un ruolo rilevante nell'andamento spettrale (Gutenberg, 1931, 1936; Asten, 1978). Comunque gli spettri sono stati plottati in un range di frequenze più ampio (0,1-64 Hz), in modo da poter mostrare le registrazioni acquisite.

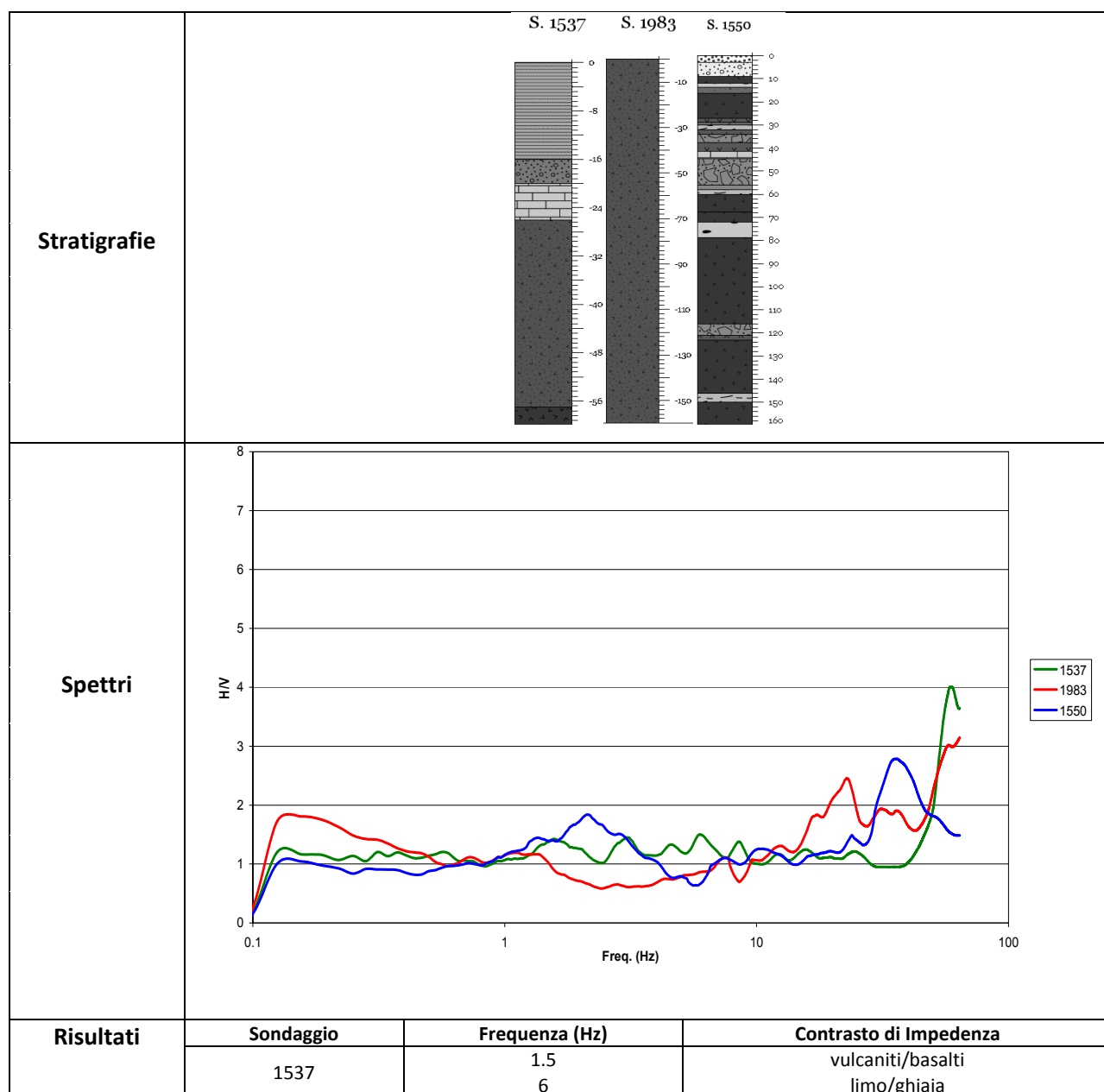
Area - AA'

In questa area sono stati analizzati tre sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova nella porzione meridionale dell'abitato di Catania, a sud del fiume Simeto.

Dall'esame delle curve ottenute dall'elaborazione del segnale acquisito mediante sismica passiva è stato possibile osservare diverse discontinuità.

Nel dettaglio dal sondaggio 1537 si evidenzia un picco a 6 Hz associabile al passaggio tra il limo e la ghiaia a circa 16 m di profondità, successivamente è stato evidenziato un picco nella curva H/V ad 1,5 Hz probabilmente associabile al passaggio tra vulcaniti e basalti che si trova a circa 56 m di profondità.

La curva H/V del sondaggio 1983 presenta un singolo picco molto evidente a 15 Hz, legato ad una discontinuità superficiale, forse connessa al passaggio tra la copertura sedimentaria e le sottostanti vulcaniti. Infine, la curva dei rapporti spettrali del sondaggio 1550 presenta un primo picco a 30 Hz, un secondo picco a 20 Hz ed infine un terzo a 2 Hz tutti associabili, come si evidenzia dalla stratigrafia, al passaggio a sedimenti di natura basaltica, presenti rispettivamente a 10, 12 e 60 m di profondità.

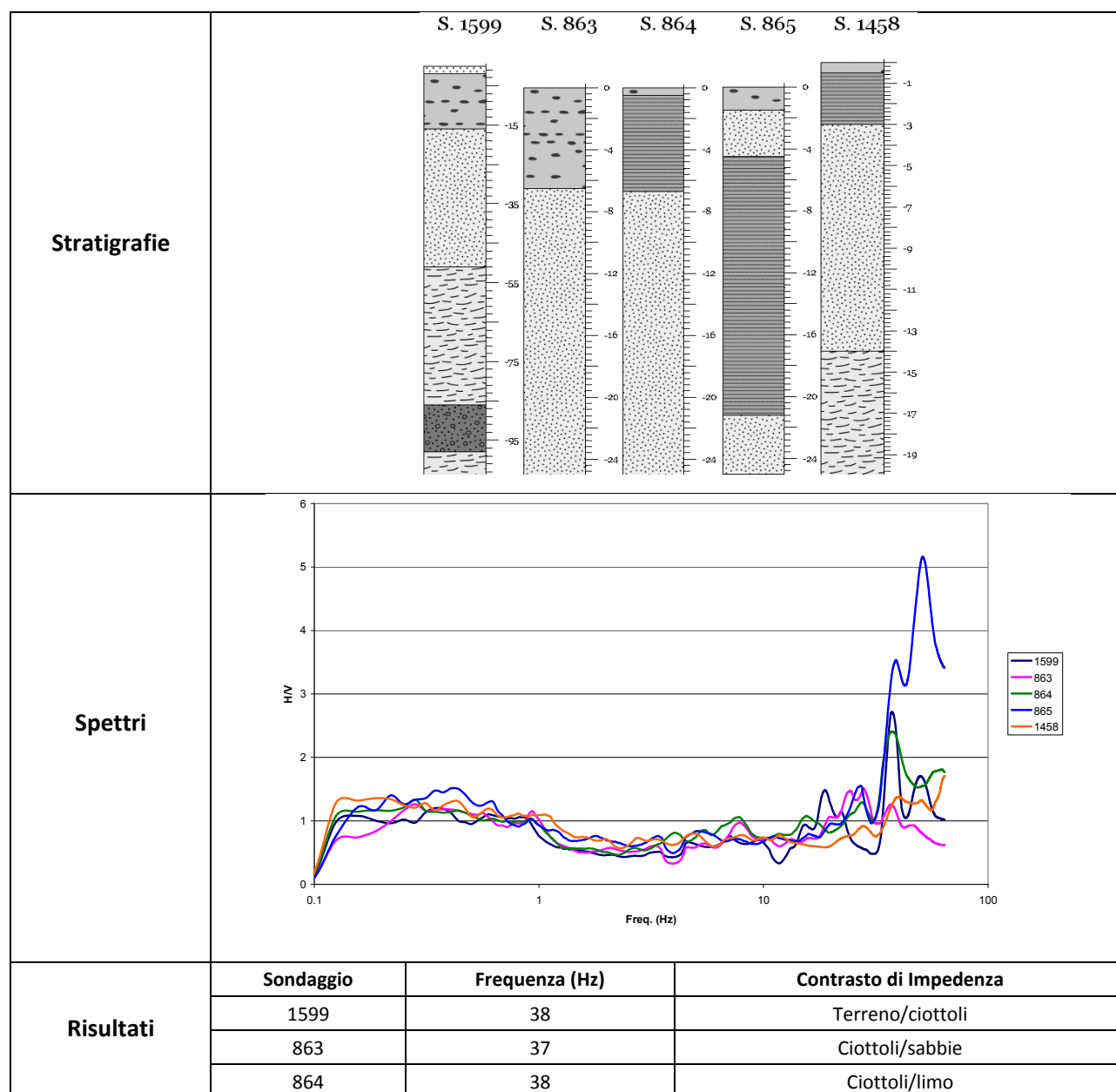


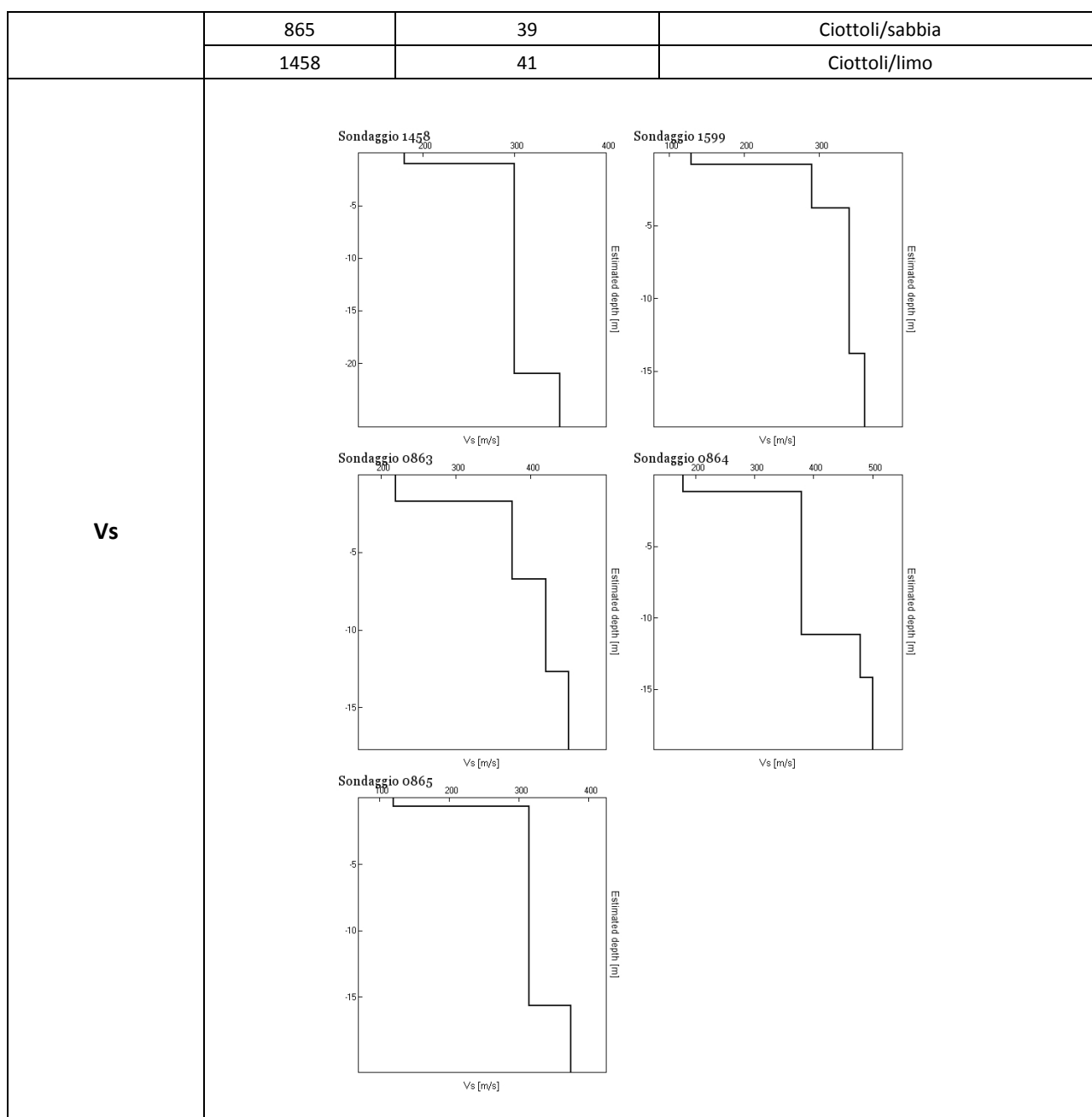
	1983	15	terreno/vulcaniti																														
	1550	2 20 30	lava bollosa basalto compatto trovante basaltico																														
Vs	Sondaggio 1537 <table><caption>Data for Sondaggio 1537</caption><tr><th>Estimated depth [m]</th><th>Vs [m/s]</th></tr><tr><td>0</td><td>300</td></tr><tr><td>10</td><td>450</td></tr><tr><td>80</td><td>900</td></tr><tr><td>120</td><td>900</td></tr></table> Sondaggio 1983 <table><caption>Data for Sondaggio 1983</caption><tr><th>Estimated depth [m]</th><th>Vs [m/s]</th></tr><tr><td>0</td><td>250</td></tr><tr><td>10</td><td>300</td></tr><tr><td>85</td><td>500</td></tr><tr><td>100</td><td>500</td></tr></table> Sondaggio 1550 <table><caption>Data for Sondaggio 1550</caption><tr><th>Estimated depth [m]</th><th>Vs [m/s]</th></tr><tr><td>0</td><td>300</td></tr><tr><td>10</td><td>450</td></tr><tr><td>75</td><td>900</td></tr><tr><td>120</td><td>900</td></tr></table>			Estimated depth [m]	Vs [m/s]	0	300	10	450	80	900	120	900	Estimated depth [m]	Vs [m/s]	0	250	10	300	85	500	100	500	Estimated depth [m]	Vs [m/s]	0	300	10	450	75	900	120	900
Estimated depth [m]	Vs [m/s]																																
0	300																																
10	450																																
80	900																																
120	900																																
Estimated depth [m]	Vs [m/s]																																
0	250																																
10	300																																
85	500																																
100	500																																
Estimated depth [m]	Vs [m/s]																																
0	300																																
10	450																																
75	900																																
120	900																																

Area - AC'

In questa area sono stati analizzati cinque sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova nella porzione meridionale dell'abitato di Catania, a nord del fiume Simeto.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare solo una discontinuità molto superficiale, evidenziata dal picco a 40 Hz legata alla presenza di materiale ciottoloso. I valori di velocità delle onde S variano tra 120 e 520 m/s e sono compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, confermando un'assenza di grandi discontinuità stratigrafiche.





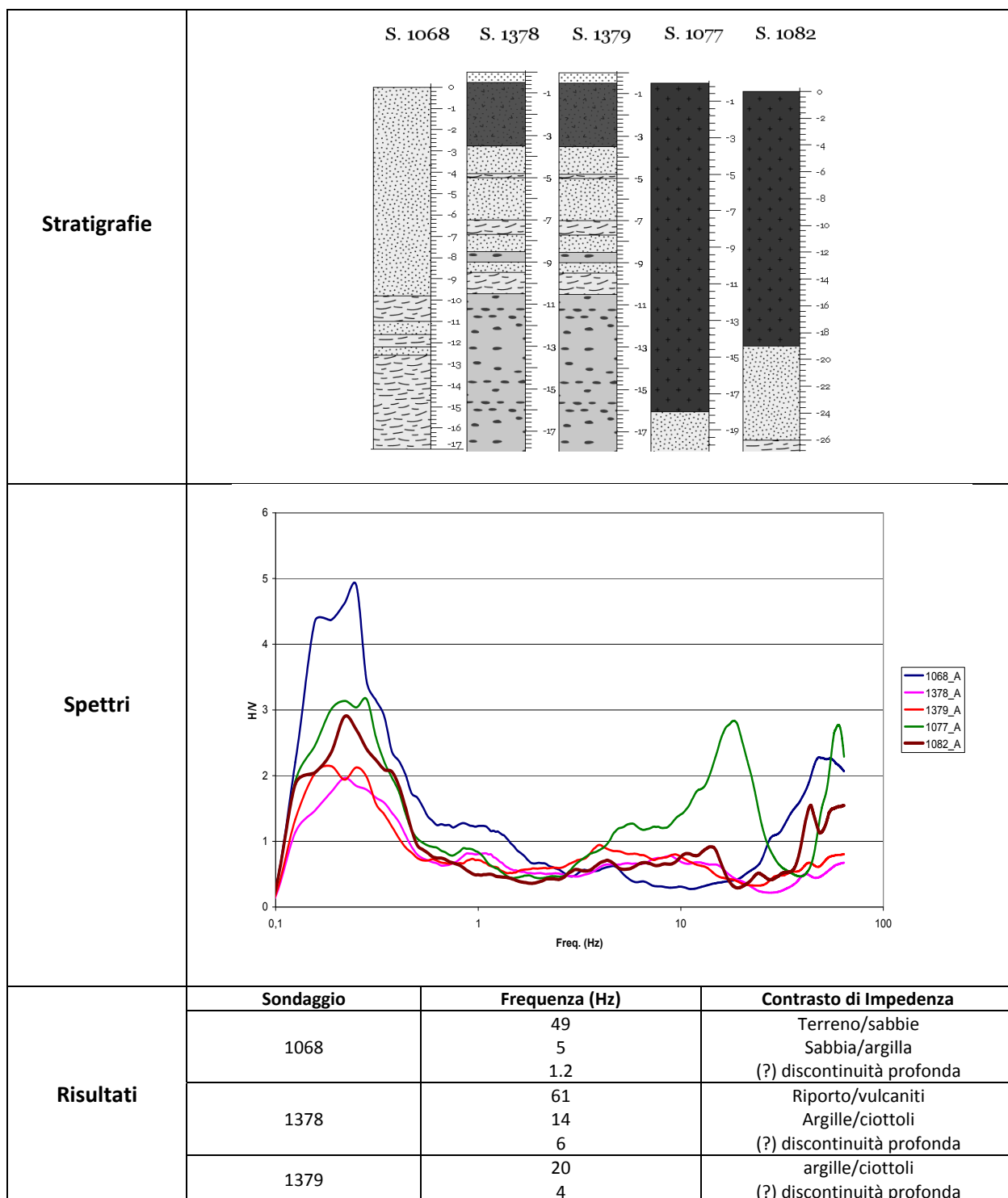
Area – AD

In questa zona sono stati analizzati cinque sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova nel centro storico della città di Catania, in prossimità di via Sant'Euplio.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare solo una discontinuità molto superficiale, in corrispondenza del picco a 60 Hz dovuta alla presenza di terreno di riporto; inoltre è presente un picco tra 14 e 20 Hz evidente nei sondaggi 1378, 1379 e 1068 dovuto al passaggio dalle argille ai ciottoli, nei primi

due sondaggi, e da sabbie ad argille nell'ultimo sondaggio. Infine è evidente un picco a 18 Hz nel sondaggio 1077 legato al passaggio lave – sabbie, non presente nel sondaggio 1082, dove invece è presente un picco a 4 Hz legato al passaggio sabbie-argille.

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità delle onde S variano tra 150 e 800 m/s compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, mentre si può osservare un aumento delle velocità in corrispondenza dei sondaggi 1077 e 1082, legata alla presenza di rocce laviche.



	1077	60 18.5 5.7	Terreno/lave Lave/sabbie (?) discontinuità profonda
	1082	62 4.4	Terreno/lave Lave/sabbie
Vs	Sondaggio 1082 Sondaggio 1378 Sondaggio 1379 Sondaggio 1068 Sondaggio 1077		

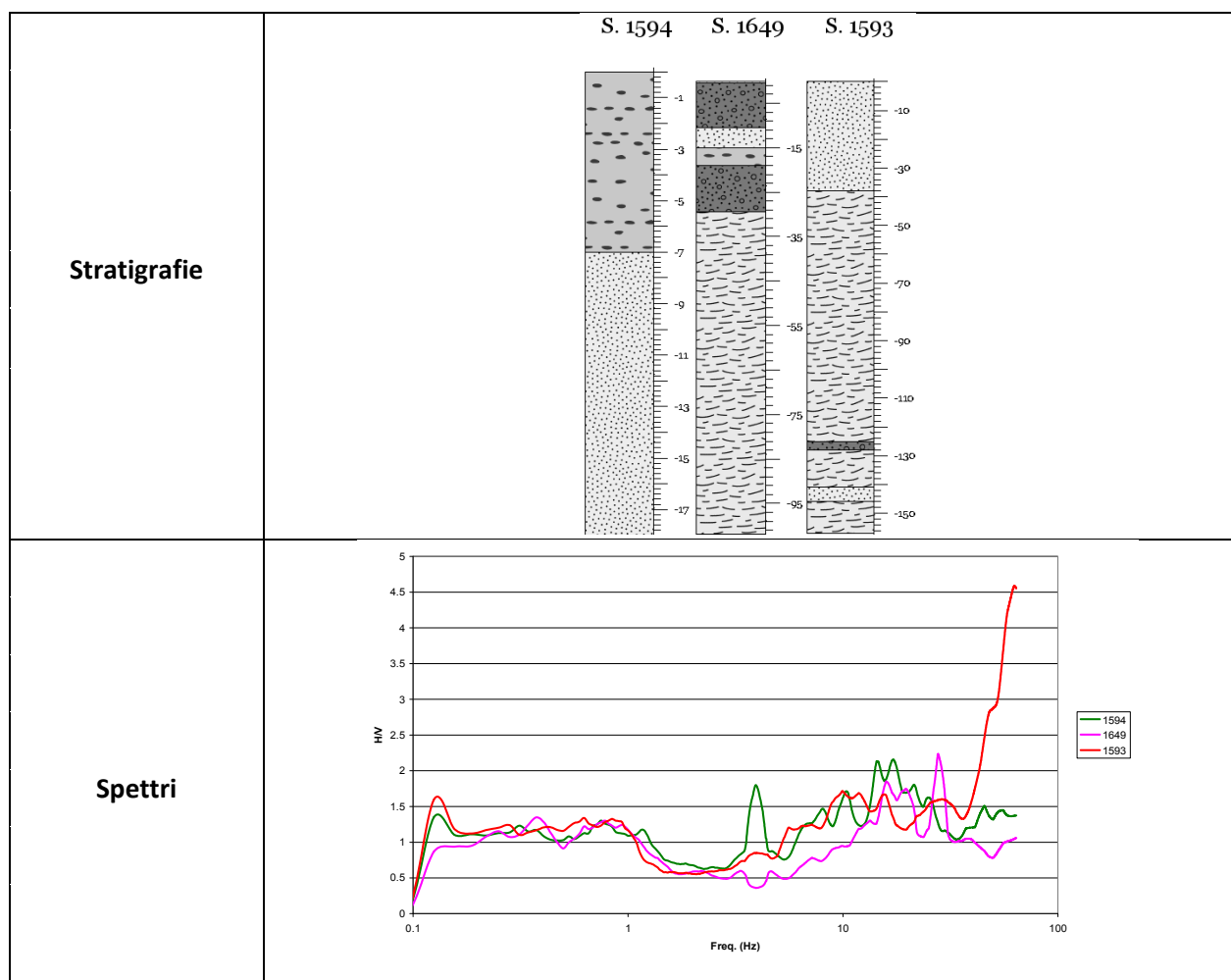
Area – AD'

In questa zona sono stati analizzati tre sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in contrada Cardinale a sud ovest dell'abitato di Catania.

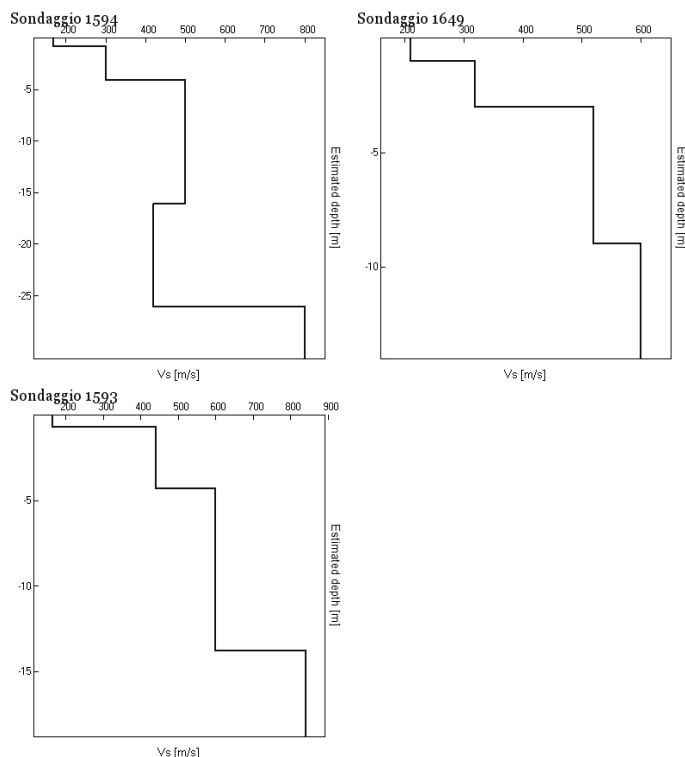
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita, è stato possibile evidenziare diverse discontinuità; in particolare si possono distinguere due picchi a 17 Hz ed a 30 Hz comuni ai diversi sondaggi associabili al contrasto di impedenza dovuto alla presenza delle sabbie, collegato rispettivamente al cambiamento litologico alla base ed al tetto di tale litologia.

Dall'analisi delle singole componenti non si riscontra alcuna inversione nella componente verticale intorno a 8Hz eccetto che per il sondaggio 1594 (pensavo di allegare alla fine della tesi tutti i grafici con le componenti spettrali, in modo tale da poterle consultare).

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 160 e 640 m/s compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.



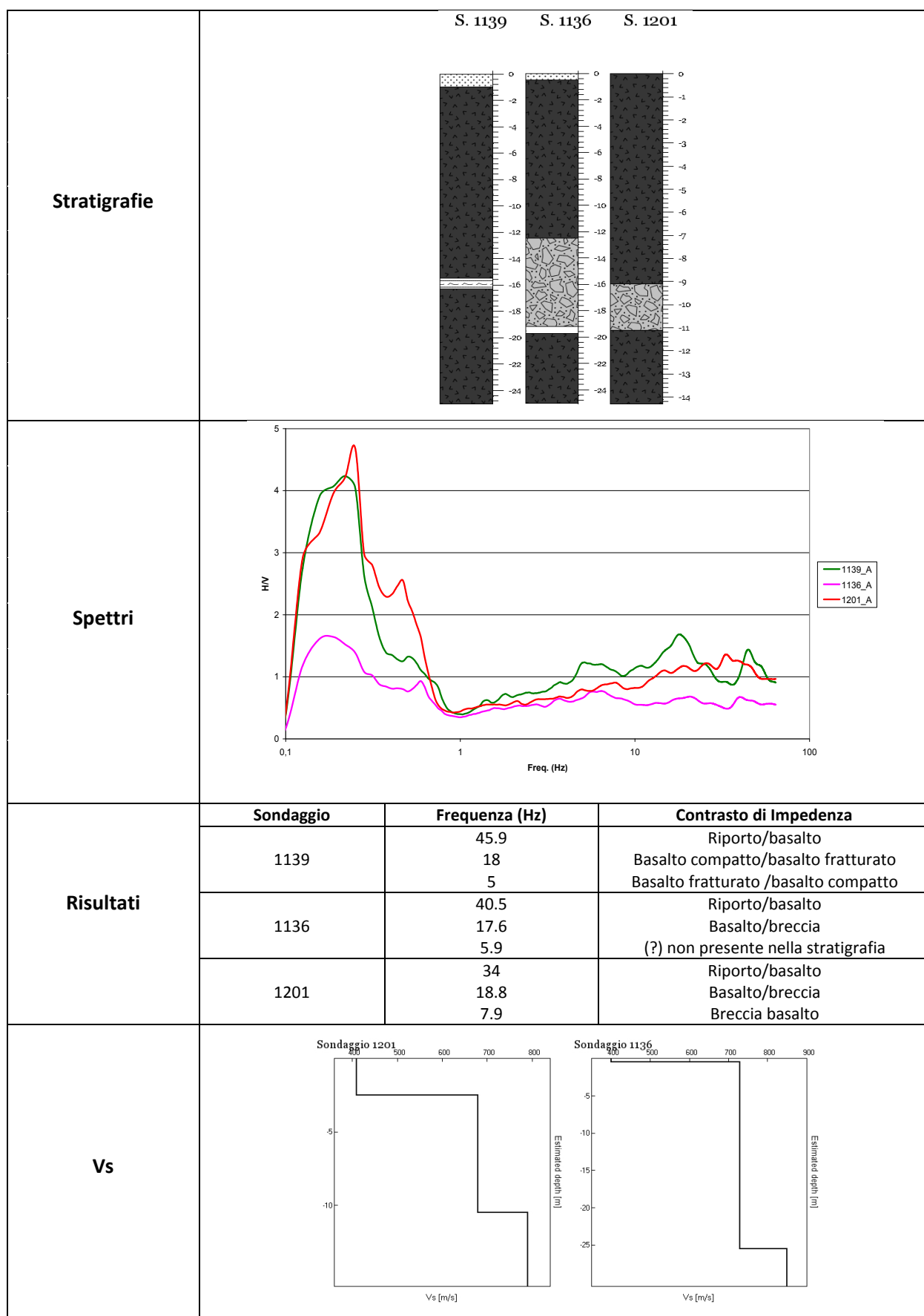
Risultati	Sondaggio	Frequenza (Hz)	Contrasto di Impedenza
	1594	17.5	Ciottoli/sabbie
		10.2	Sabbie grossolane/sabbie fini
		8.2	(?) nessuna corrispondenza stratigrafica
	1649	28 16.2	Ghiaia/sabbie Sabbie/ciottoli
Vs	1593	27.9	(?) nessuna corrispondenza stratigrafica
		16.2	Sabbie/argille

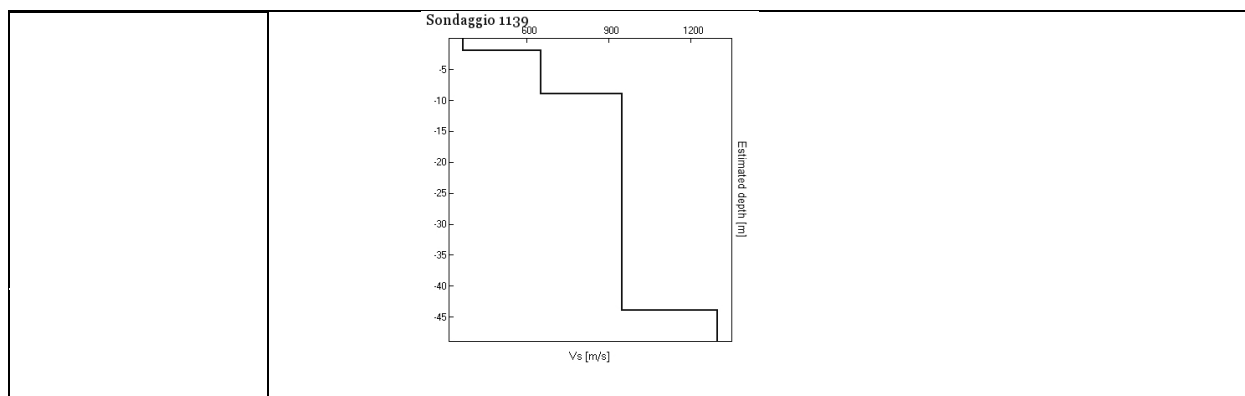


Area – AE

In questa area sono stati analizzati tre sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità di Piazza Giovanni XXIII a Catania.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare diverse discontinuità, in particolare si possono distinguere una discontinuità superficiale evidenziata dal picco a 40 Hz circa, dovuta al contatto tra il materiale di riporto ed il basalto sottostante; successivamente è possibile osservare un picco a 18 Hz ed uno a 7 Hz dovuti al contatto tra il basalto ed il materiale sottostante.



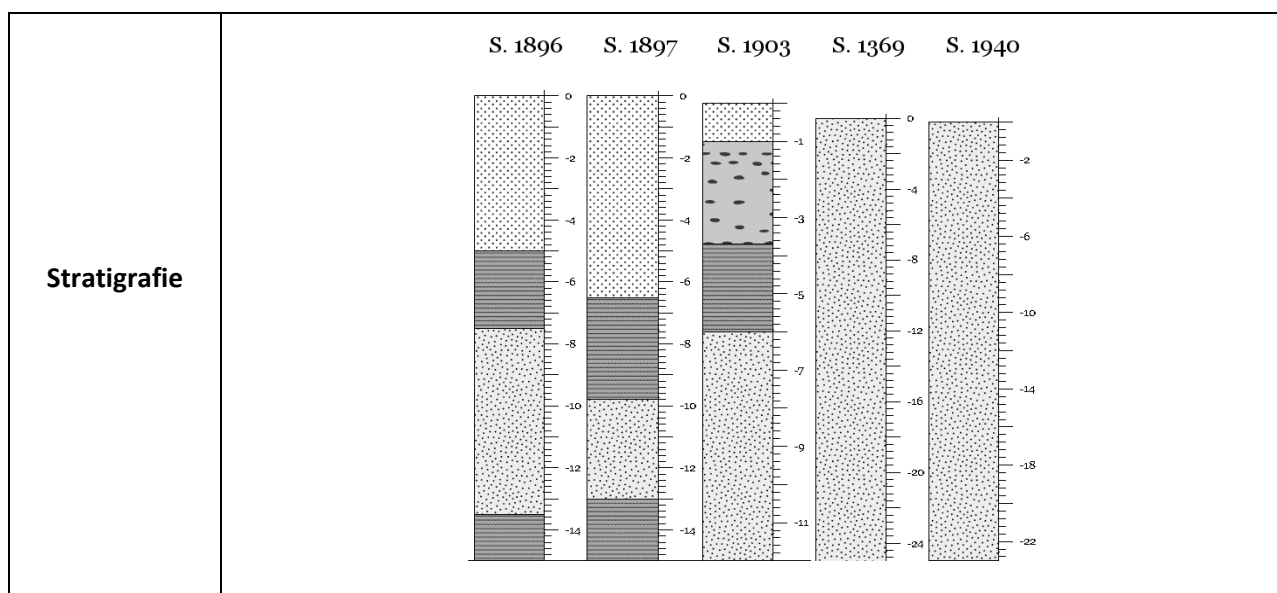


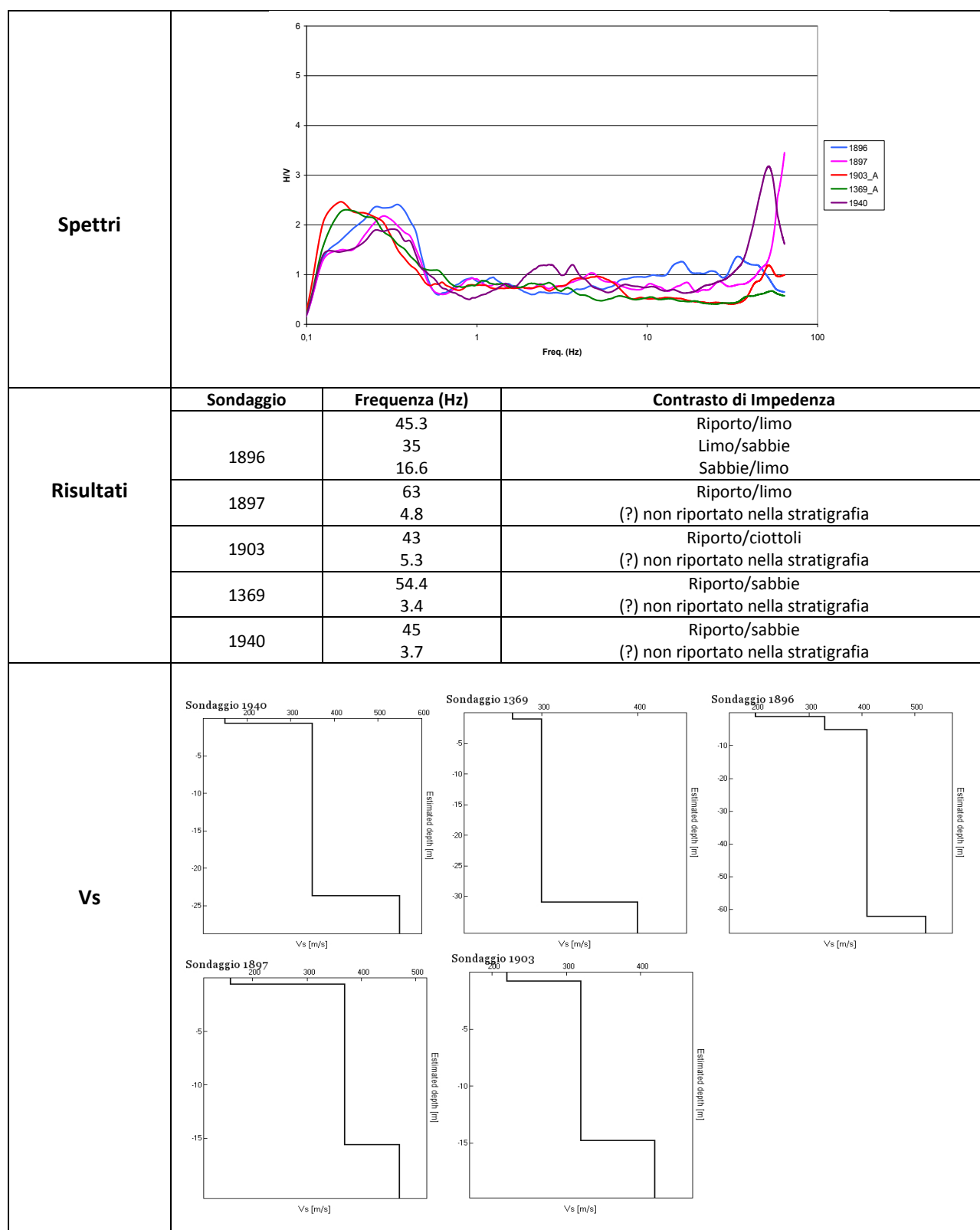
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 360 e 960 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – AE'

In questa area sono stati analizzati cinque sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud del centro storico della città di Catania, in prossimità di via Acquicella.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile notare una discontinuità in corrispondenza del picco a 45 – 50 Hz che mette in luce il contrasto di impedenza tra il materiale di riporto e la litologia sottostante; inoltre è possibile osservare una discontinuità profonda evidenziata dal picco presente tra 4 – 5 Hz non associabile ad alcuna litologia poiché non riportata nella stratigrafia.

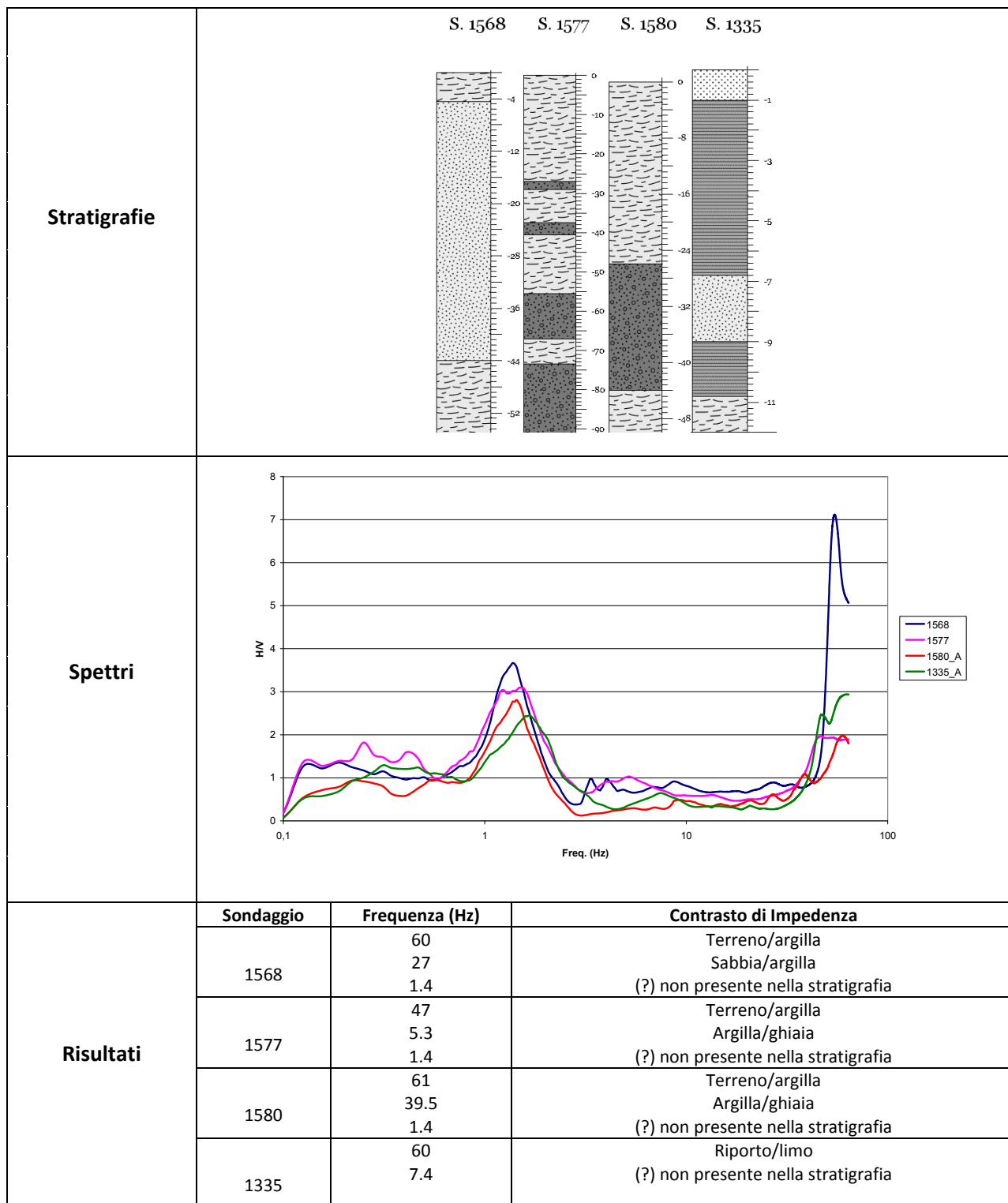


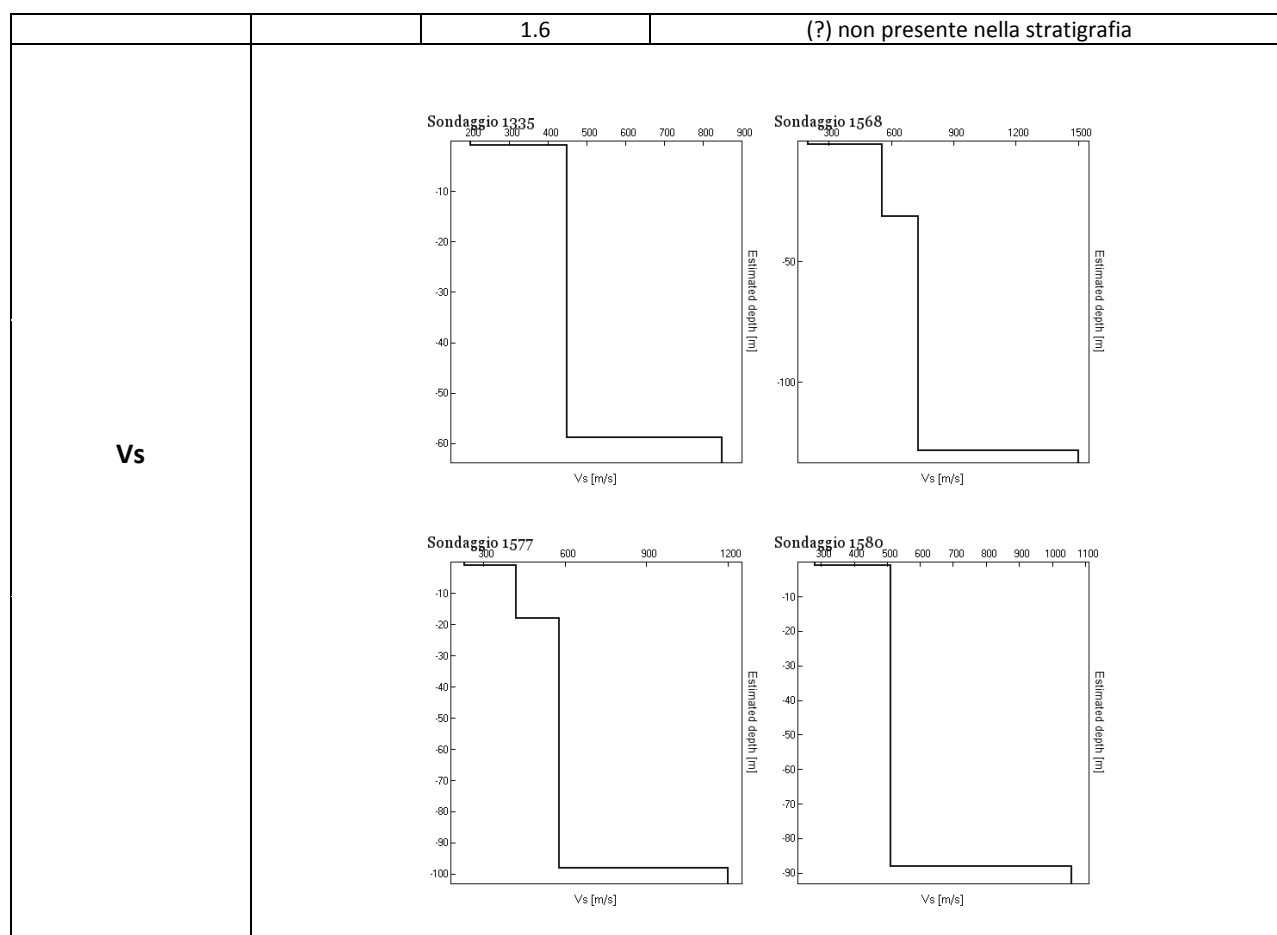


Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 160 e 420 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie; in particolare si può osservare un aumento delle velocità in corrispondenza dei sondaggi 1896 e 1897, legata probabilmente alla presenza di materiale limoso compatto.

Area – AF

In questa zona sono stati analizzati quattro sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. L'area si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità della zona industriale.



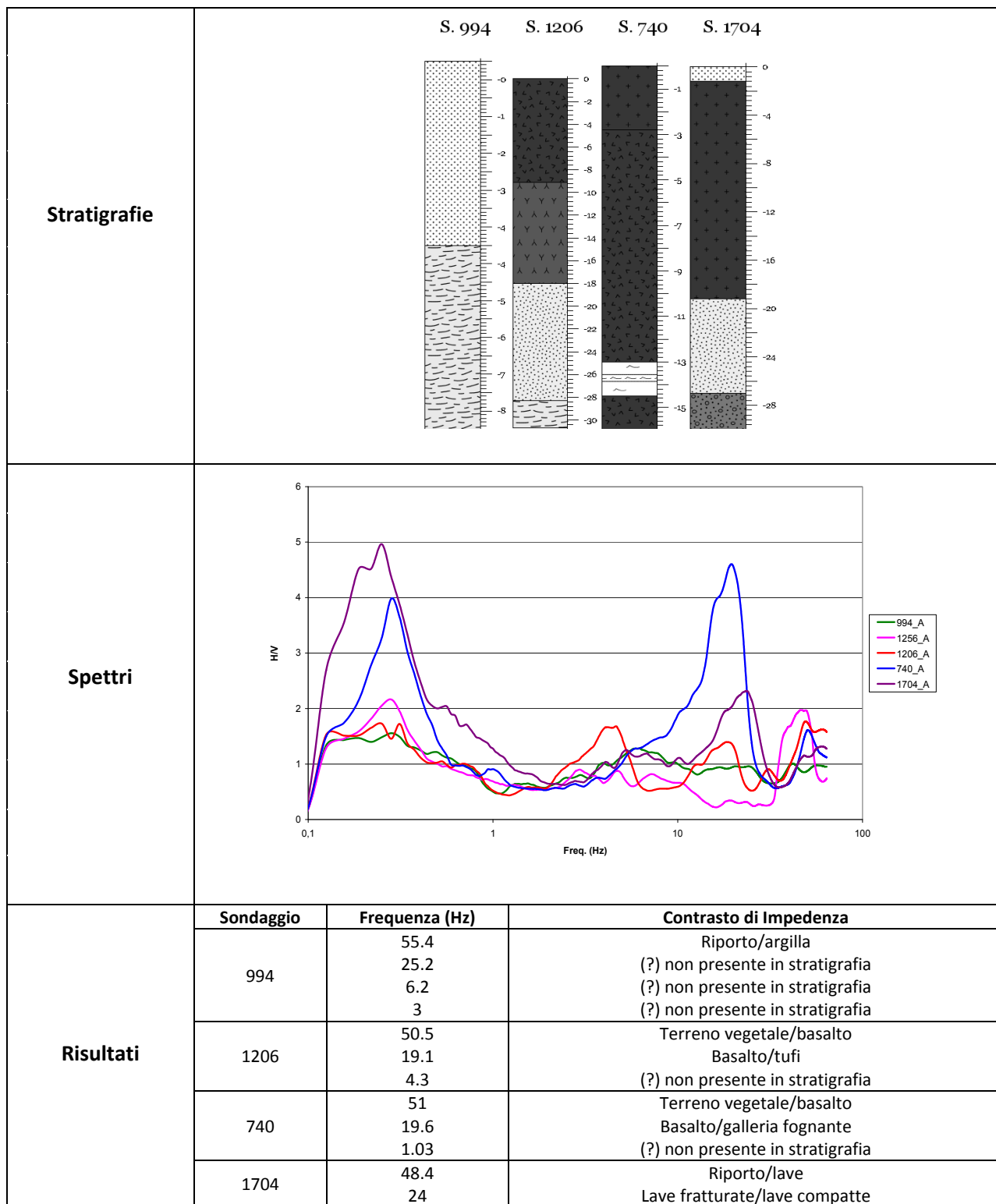


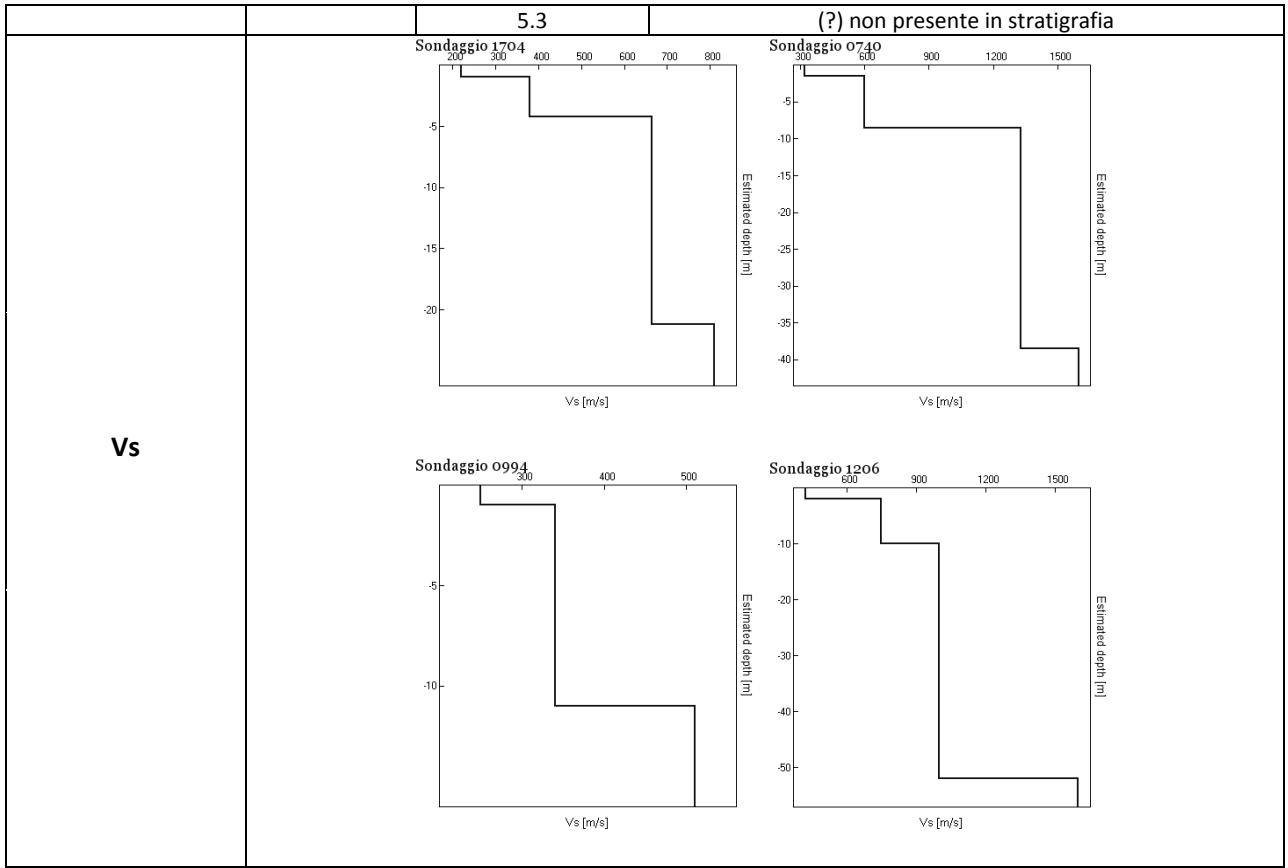
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una discontinuità indicata dal picco a 60 Hz che mette in evidenza il contrasto di impedenza tra il materiale di riporto ed il materiale argilloso – limoso sottostante; inoltre è possibile osservare una discontinuità profonda evidenziata dal picco presente 2 Hz non associabile ad alcuna litologia poiché non riportata nelle stratigrafie.

Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 800 m/s compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie; in particolare si può osservare un aumento delle velocità in corrispondenza dei 100 m di profondità, forse associabile alla discontinuità evidenziata dal picco presente a 2 Hz.

Area – AF'

In questa area sono stati analizzati quattro sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova sud del centro storico della città di Catania, in prossimità di via Acquicella.



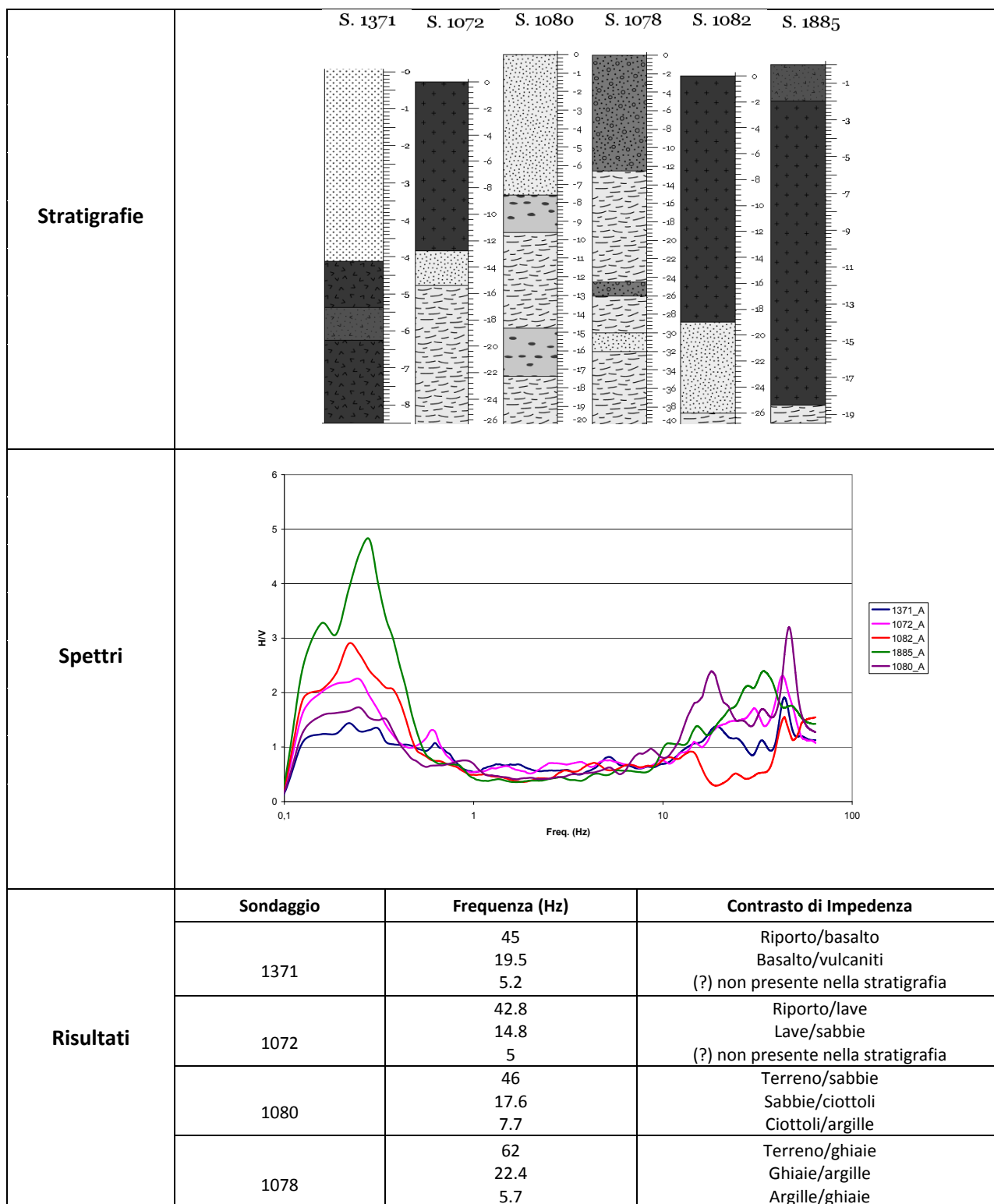


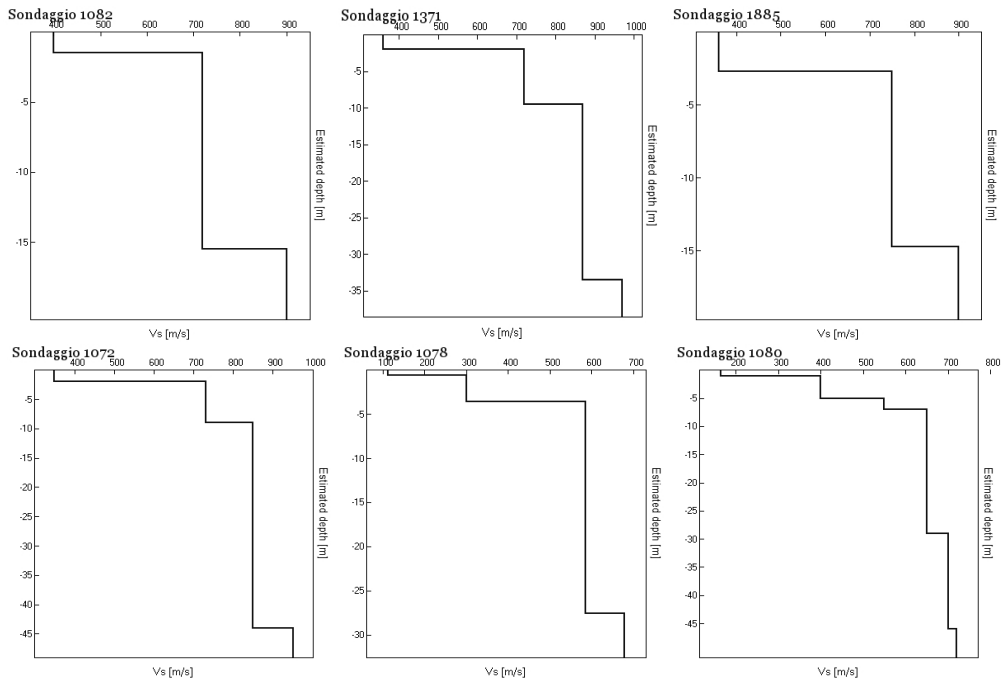
Dall’interpretazione dell’andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità evidenziata dal picco a 55 Hz che mette in evidenza il contrasto di impedenza tra il materiale di riporto e la roccia basaltica sottostante; una seconda discontinuità rilevata attraverso il picco a 20 Hz dovuta al cambiamento strutturale interno al corpo basaltico; infine è evidente dall’andamento della curva H/V la presenza di un’ulteriore discontinuità, evidenziata dal picco a 5 Hz, però non associabile ad alcun litotipo noto.

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità delle onde S variano tra 200 e 1300 m/s compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie; in particolare si può osservare un aumento delle velocità in corrispondenza del sondaggio 740 dovuto alla presenza di basalti compatti.

Area – AG'

In questa area sono stati analizzati sei sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità del centro storico della città di Catania, nei dintorni della Villa Bellini.



	1885	35.4 15.3 6	Vulcaniti/lave Lave/argille (?) non presente nella stratigrafia
	1082	62 4.4	Terreno/lave Lave/sabbie
Vs			

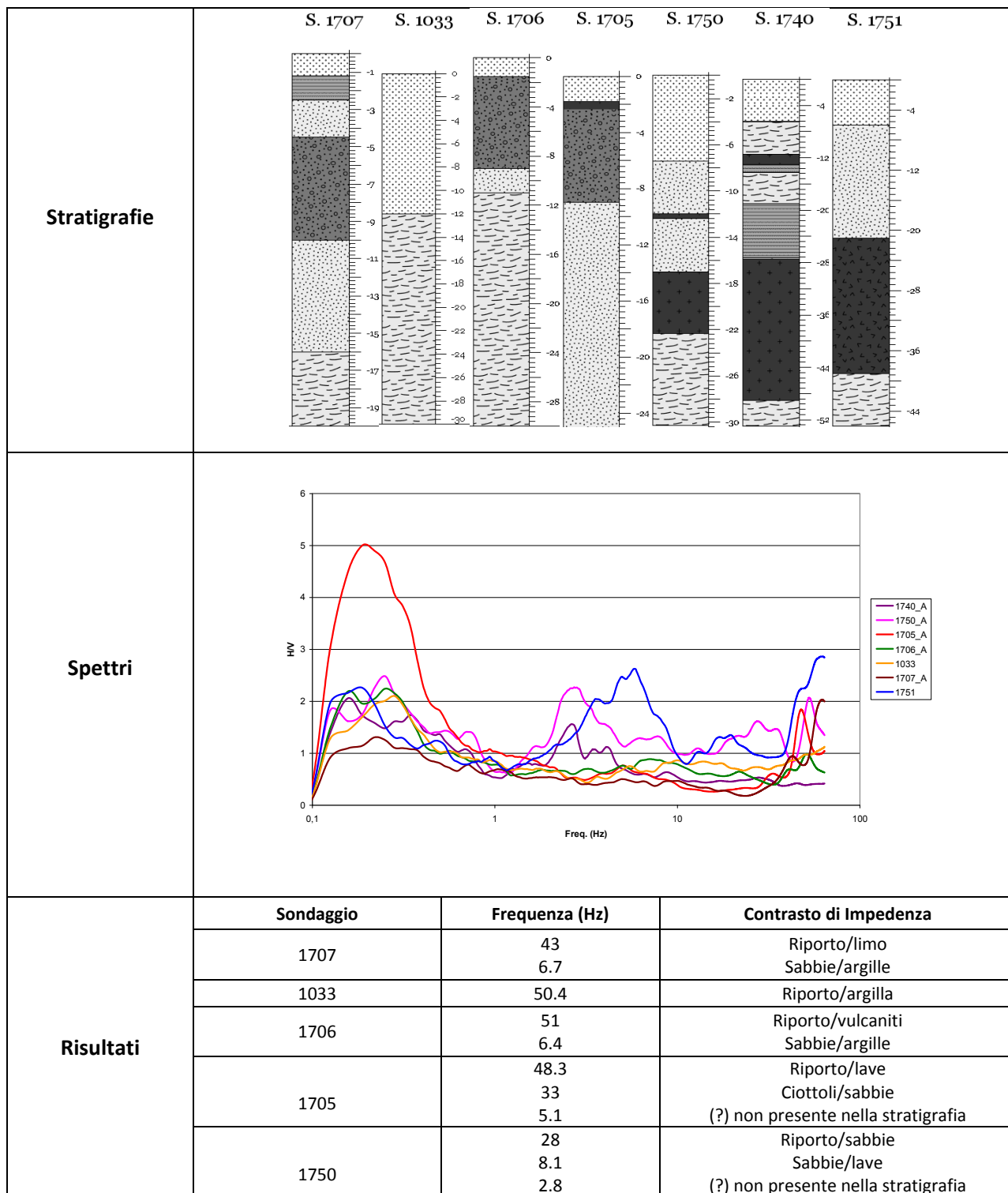
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità superficiale evidenziata dal picco presente a 45 Hz legato al contrasto di impedenza presente tra il materiale di riporto e le lave sottostanti; una seconda discontinuità rilevata dall'analisi del picco presente tra 18 e 20 Hz, dovuta al passaggio da rocce laviche al sottostante materiale di natura sedimentaria.

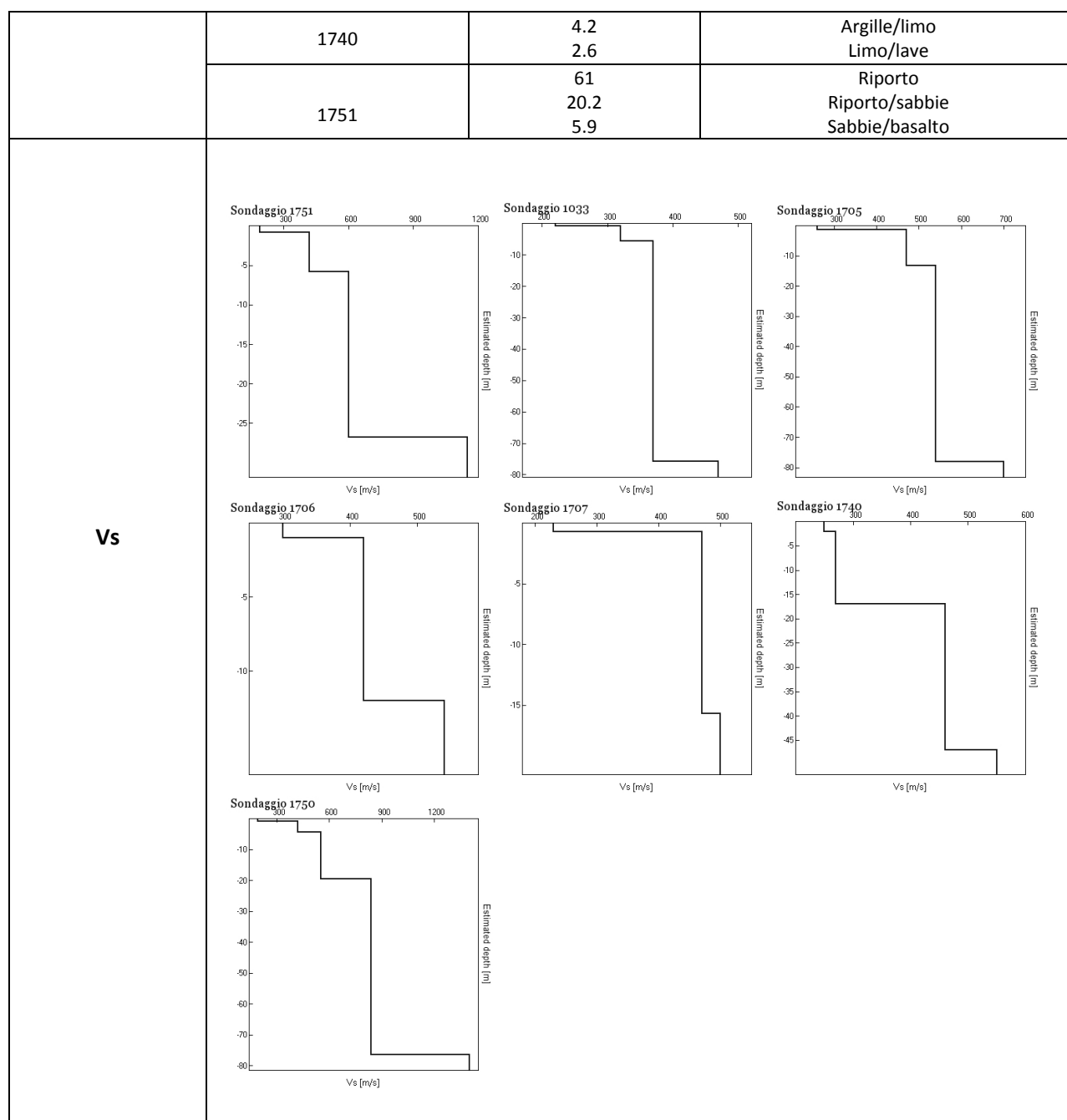
Infine è stata riscontrata una terza discontinuità profonda evidenziata nelle curve H/V dal picco tra 5 -6 Hz, visibile dall'analisi delle tre componenti spettrali, associata dove possibile al passaggio da argille a materiale ghiaioso o ciottoloso.

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 1000 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie; in particolare si può osservare un aumento delle velocità in corrispondenza del corpo lavico.

Area – AH'

In questa area sono stati analizzati sette sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità del centro storico della città di Catania, nelle vicinanze di via S. Anna.



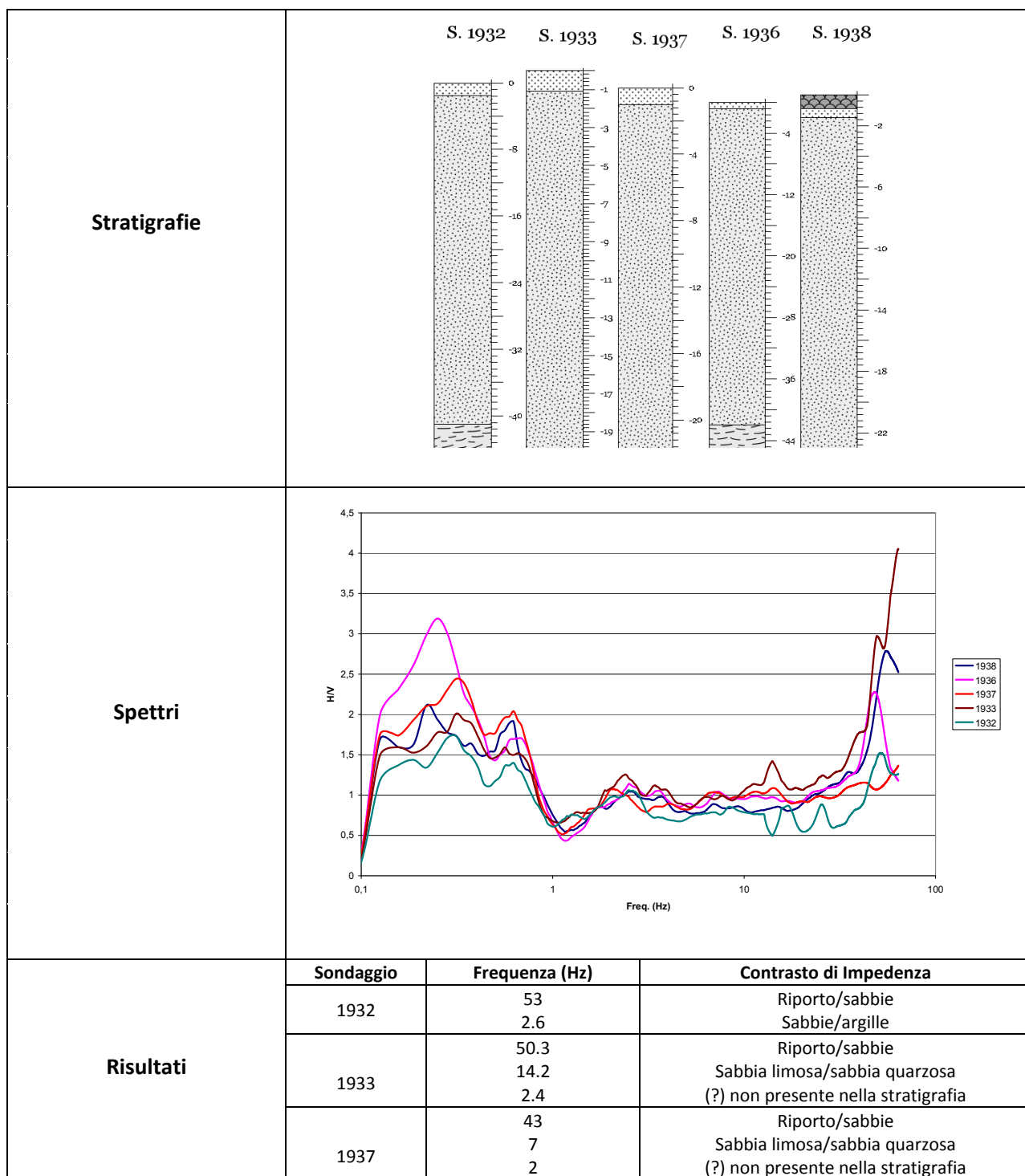


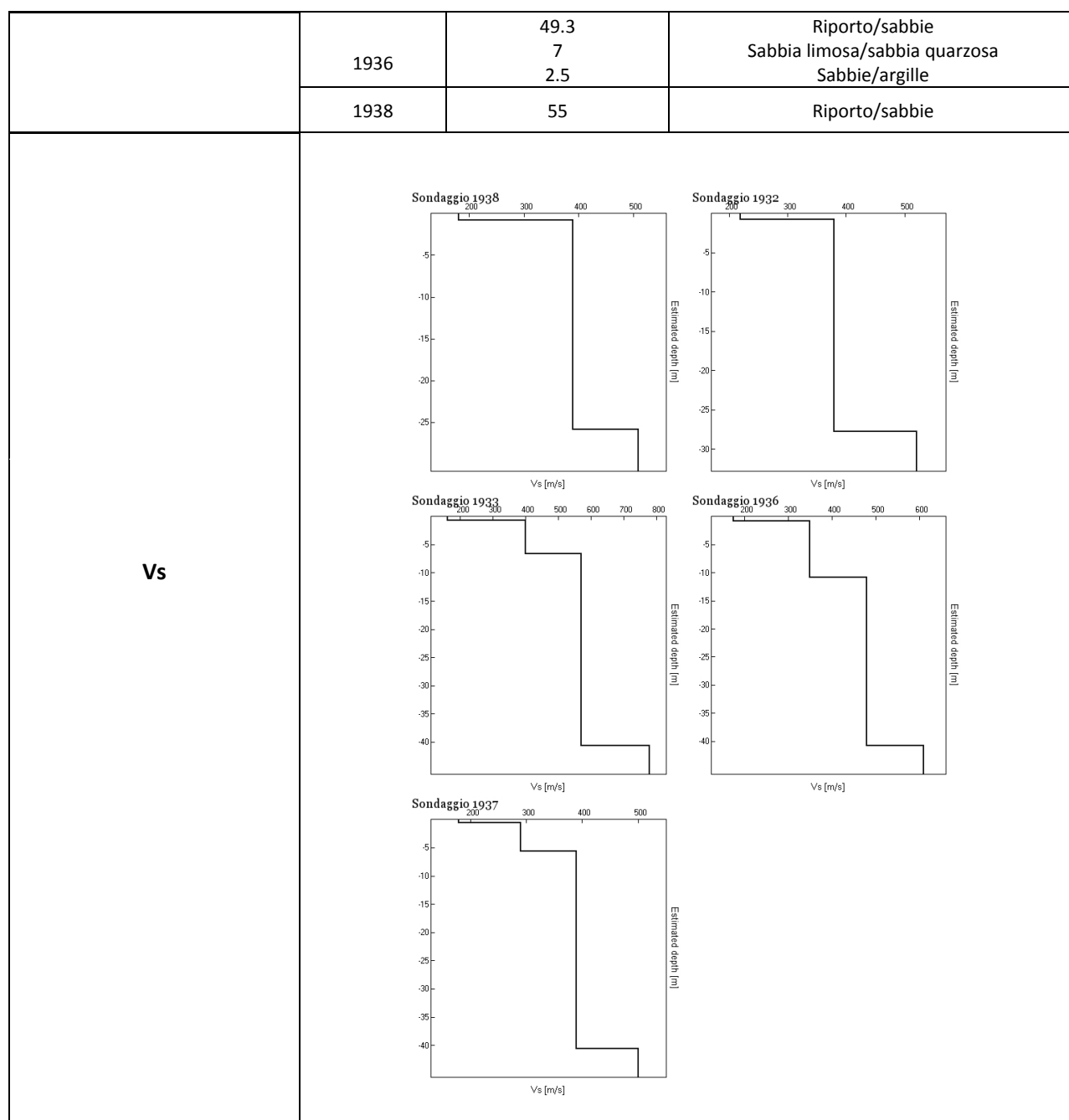
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità superficiale evidenziata dal picco presente tra 45 -50 Hz legato al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza del materiale di riporto. Un secondo picco è presente tra 20 e 30 Hz dovuto a discontinuità locali, ed infine è stata riscontrata una terza discontinuità profonda evidenziata nella curva H/V dal picco tra 5 -7 Hz, associata dove possibile al passaggio da sabbie a materiale argilloso sottostante.

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 800 m/s, valori relativamente bassi per le litologie presenti nelle stratigrafie; in particolare si può osservare un aumento delle velocità in corrispondenza del sondaggio 1750.

Area – Al

In questa area sono stati analizzati cinque sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell’abitato di Catania in prossimità del “Boschetto” presente nella zona della Playa.





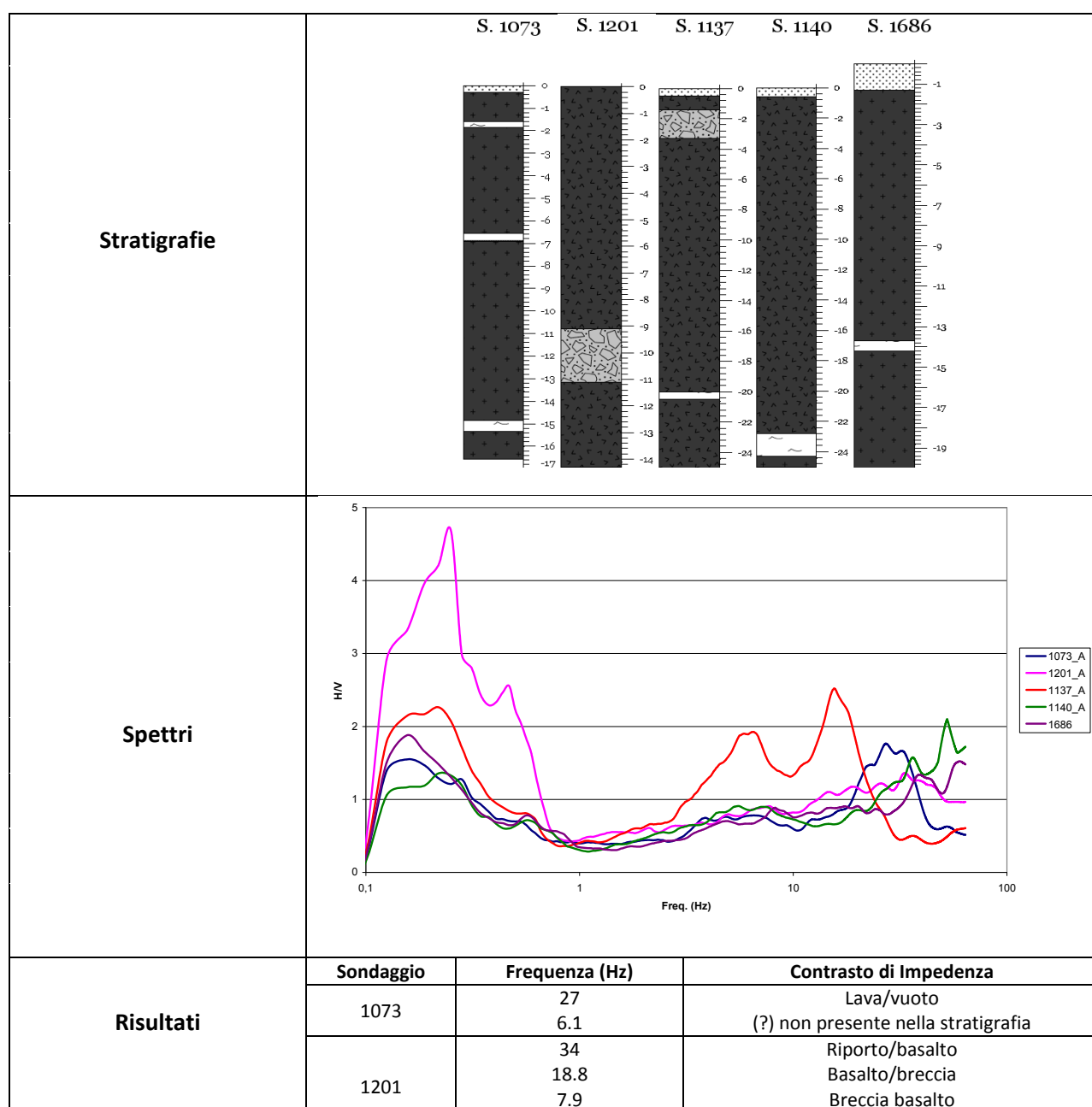
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità superficiale evidenziata dal picco presente tra 40 – 50 Hz legato al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza del materiale di riporto; una seconda discontinuità rilevata dall'analisi del picco presente tra 2 e 3 Hz è legata al passaggio dalle sabbie alle argille.

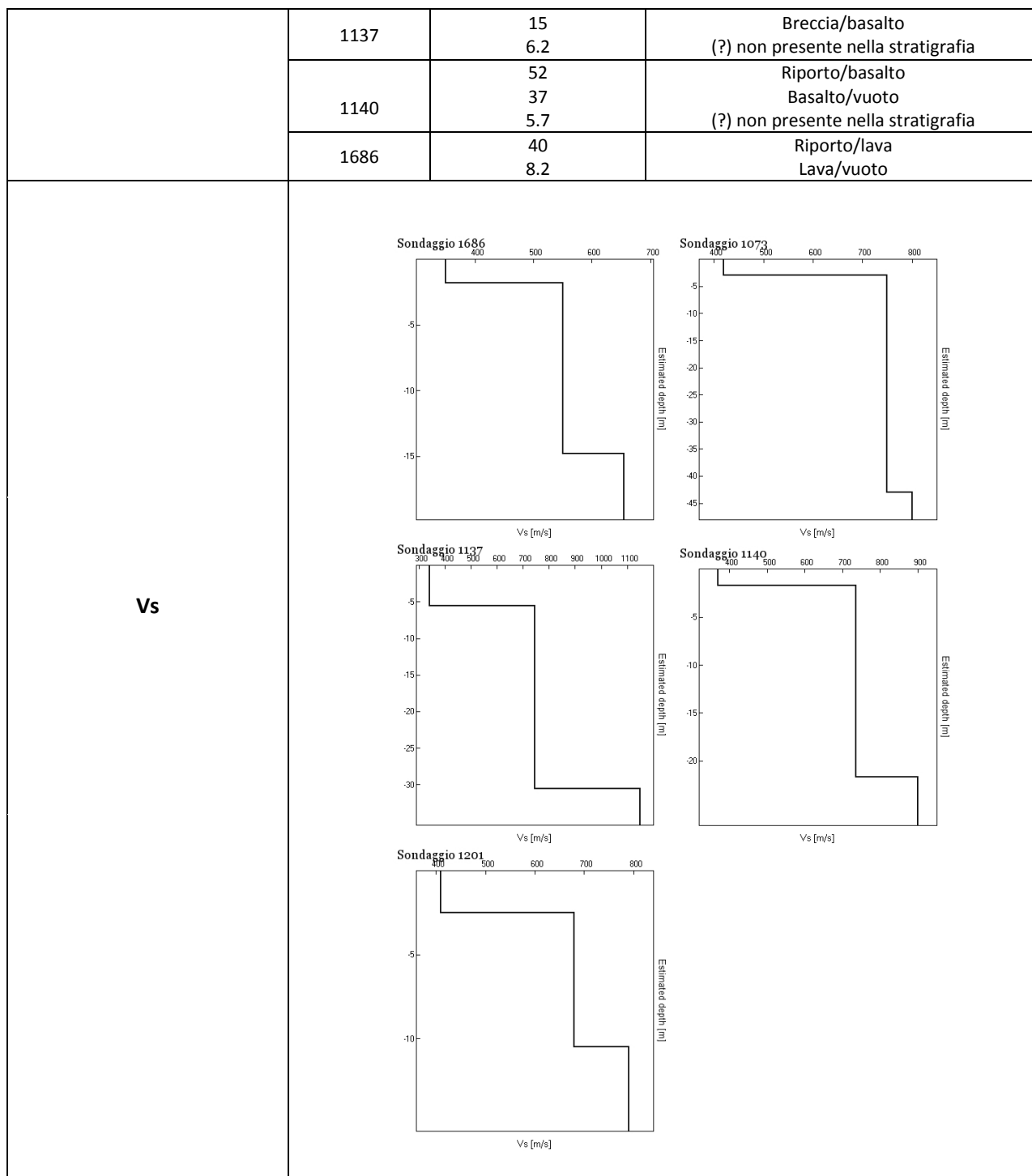
Inoltre sono presenti delle discontinuità locali minori. Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 600 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie; in particolare si può osservare un aumento delle velocità in corrispondenza del sondaggio 1933, probabilmente legato alla presenza di argille compatte.

Area – AL'

In questa area sono stati analizzati cinque sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di Catania, nelle vicinanze del Viale Africa.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile riscontrare una discontinuità profonda, evidenziata dal picco presente nella curva H/V a 5 – 7 Hz, però troppo profonda rispetto alla profondità dei sondaggi geognostici e dunque non associabile ad alcun litotipo noto.



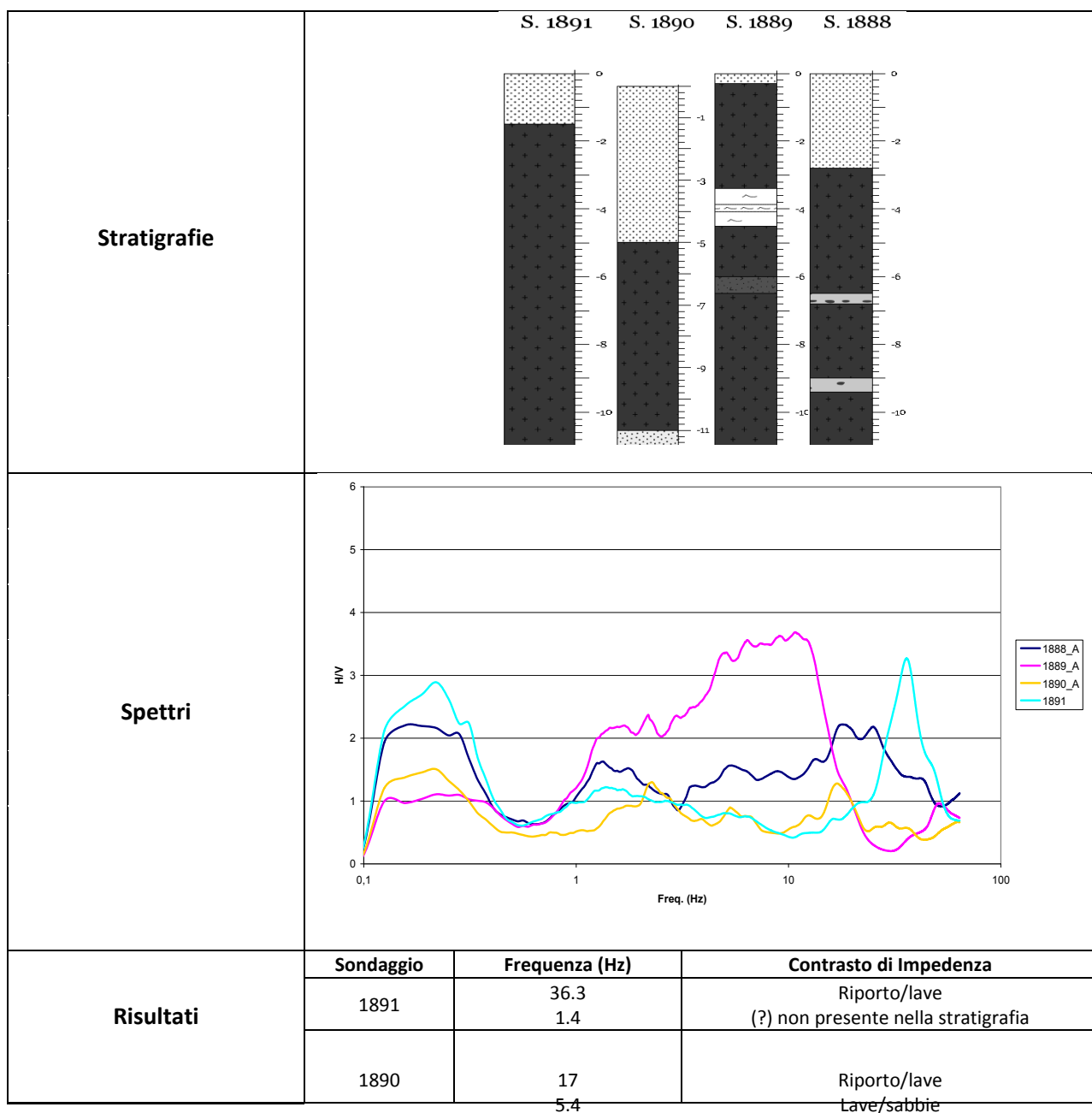


Inoltre si possono distinguere delle discontinuità locali legate alla presenza di vuoti nel sottosuolo. Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 900 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – AM

In questa area sono stati analizzati quattro sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di Catania, nelle vicinanze del Viale Africa.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile rilevare una discontinuità superficiale evidenziata dai picchi presenti tra 40 – 50 Hz, dovuta alla presenza di materiale di riporto che genera un forte contrasto con la roccia lavica sottostante; inoltre è presente anche una discontinuità profonda, evidenziata dal picco presente nella curva H/V a 2 – 3 Hz, però troppo profonda e non associabile ad alcun litotipo noto.



		2.3	(?) non presente nella stratigrafia
	1889	51 6.5 1.6	Riporto/lave Vulcaniti/lave (?) non presente nella stratigrafia
	1888	17 5.4 1.3	Riporto/lave (?) non presente nella stratigrafia (?) non presente nella stratigrafia
Vs	The figure displays four plots of shear wave velocity (V_s) in m/s against estimated depth in meters for four different boreholes: 1888, 1889, 1890, and 1891. Each plot shows a step-like increase in velocity with depth, with a significant jump around 50-100m depth, indicating a change in geological layer. The x-axis for all plots ranges from 0 to 1800 m/s, and the y-axis ranges from 0 to -100m depth.		

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 1300 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – AM'

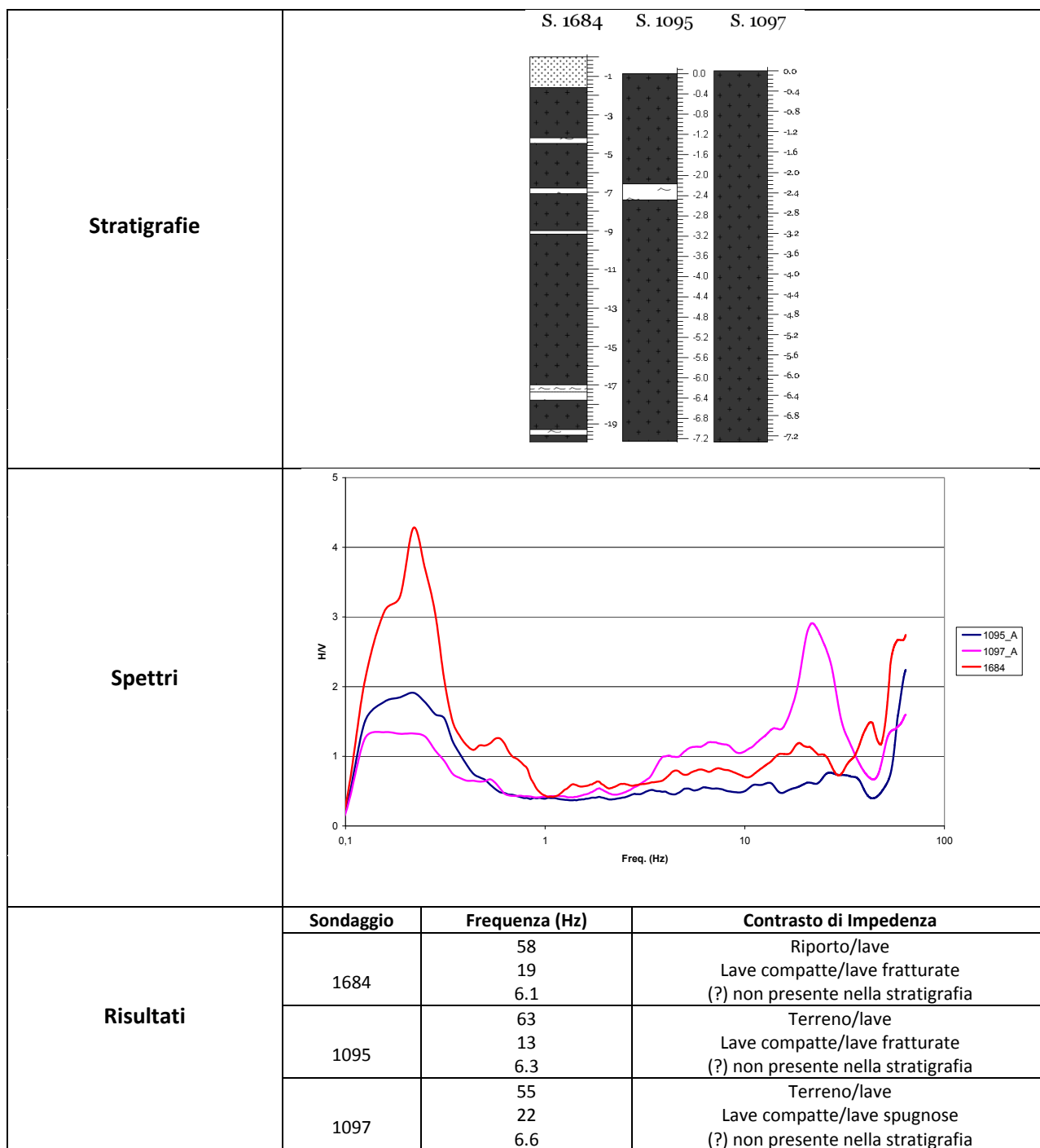
In questa area sono stati analizzati tre sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di Catania, nelle vicinanze del Viale Africa.

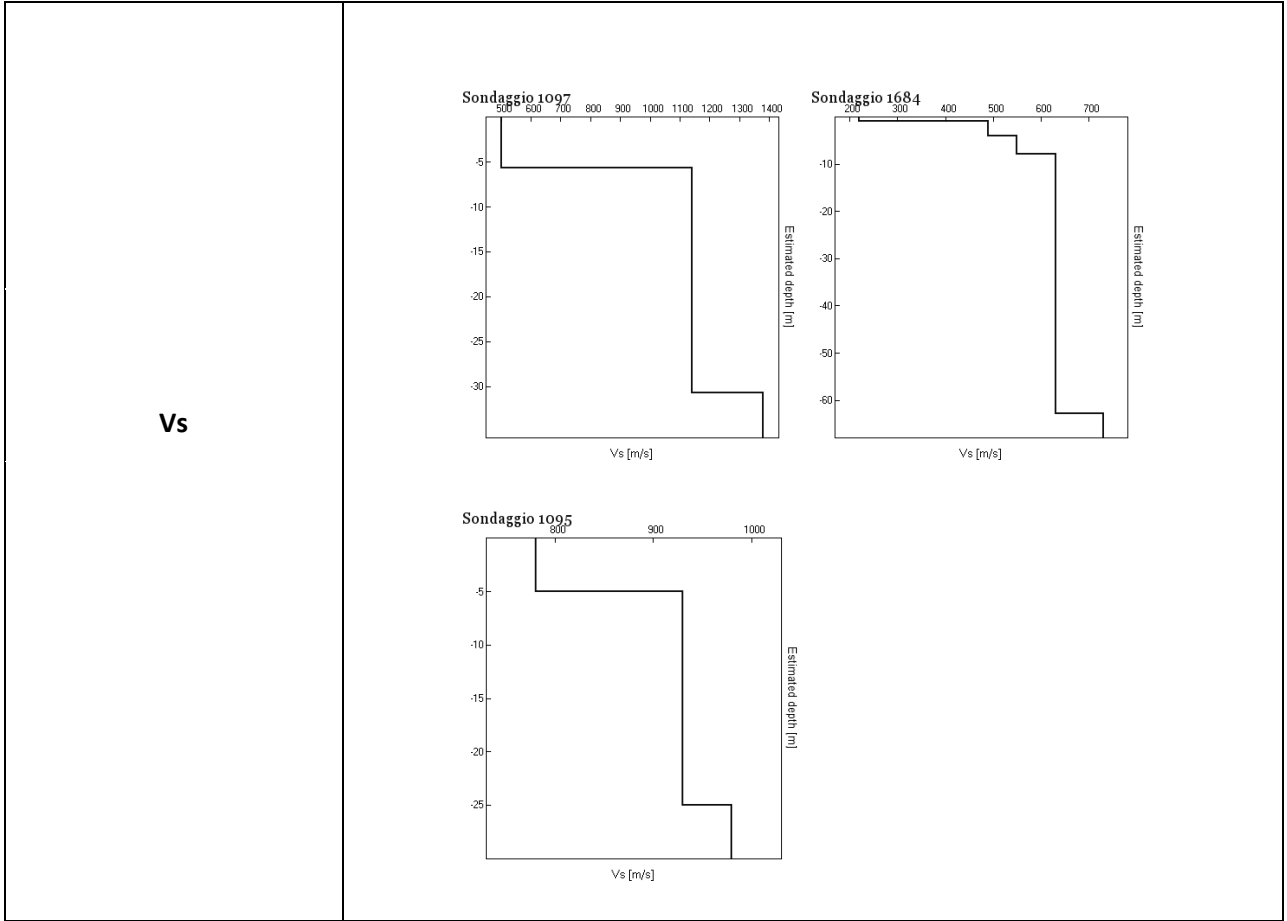
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità superficiale evidenziata dai picchi presenti tra 50 – 60 Hz, dovuta alla presenza di materiale di riporto che genera un forte contrasto con la roccia lavica sottostante; una seconda discontinuità rilevata dall'analisi dei picchi presenti tra 15 e 20

Hz è associabile probabilmente a cambiamenti fisici del mezzo (roccia lavica, quali l'aumento o diminuzione della sua compattezza).

Infine è presente anche una discontinuità profonda, rivelata dai picchi presenti nella curva H/V a 6 Hz, dovuta, forse, alla presenza delle sabbie sottostanti.

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 1200 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.





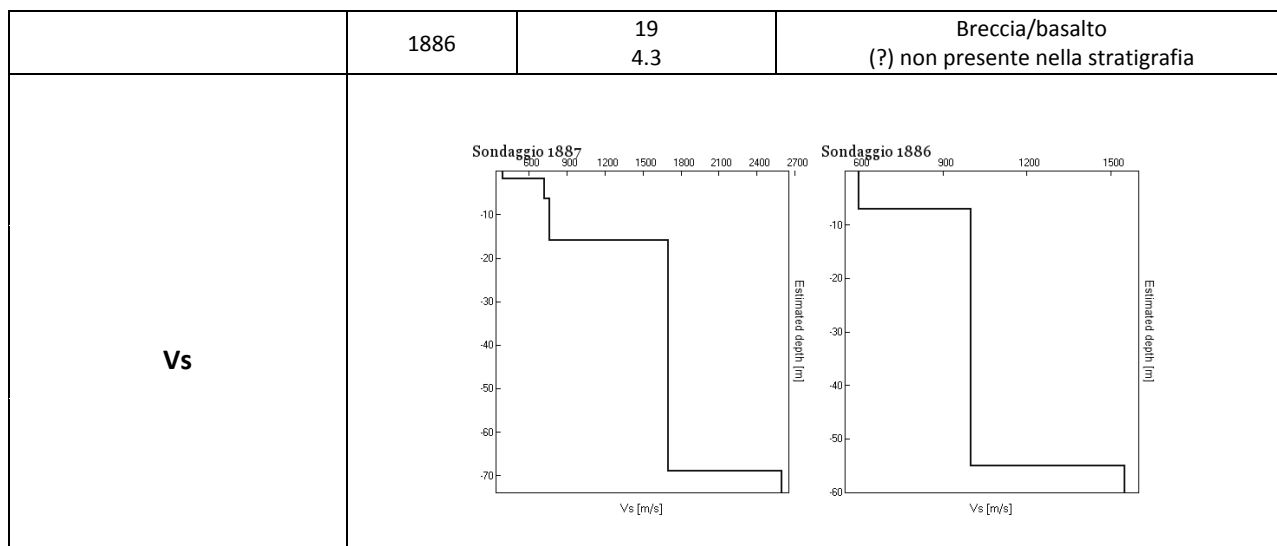
Area – AN

In questa area sono stati analizzati due sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di Catania, nelle vicinanze del Viale Africa.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita non è stato possibile evidenziare alcuna discontinuità comune ad entrambe le tracce.

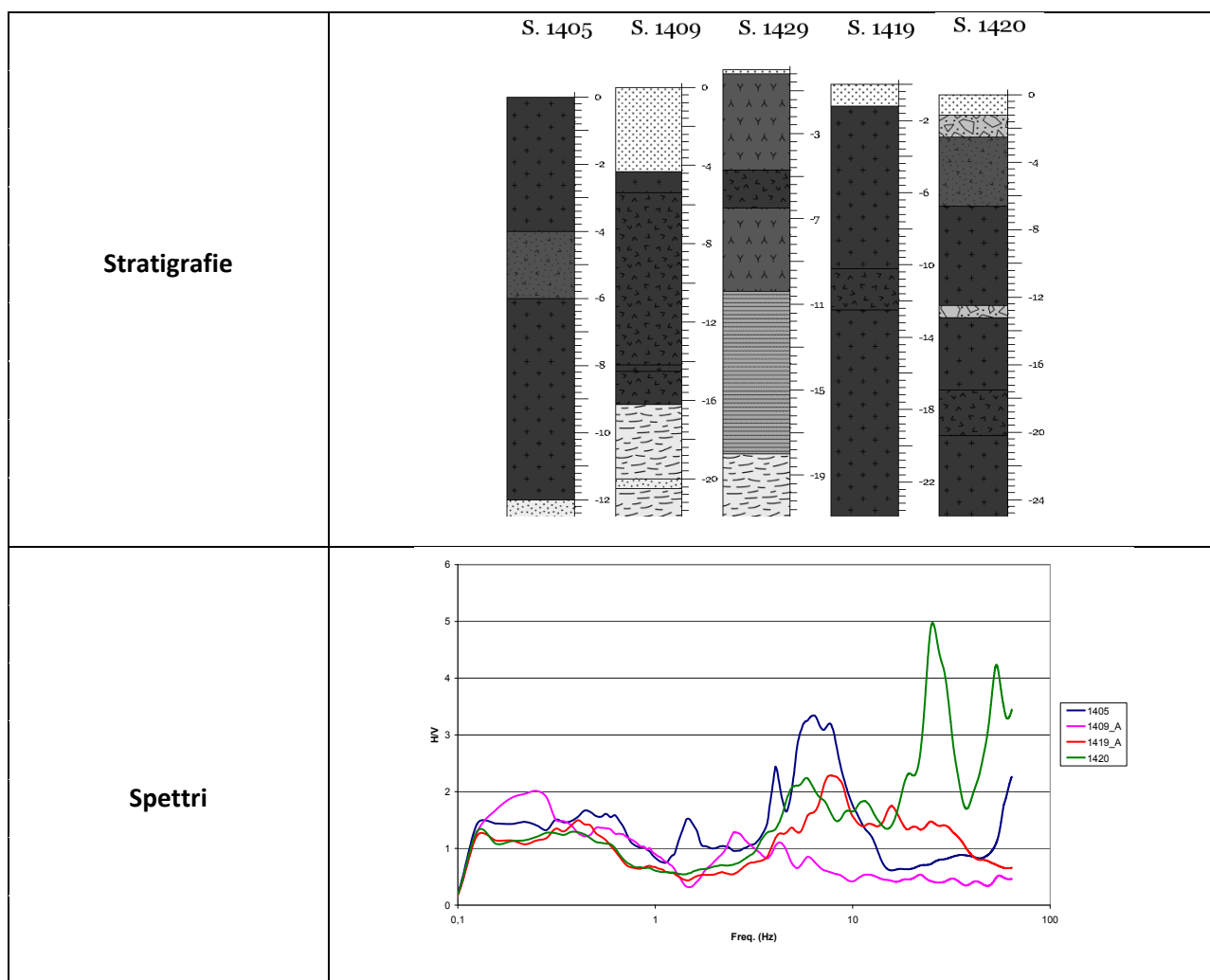
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 1400 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

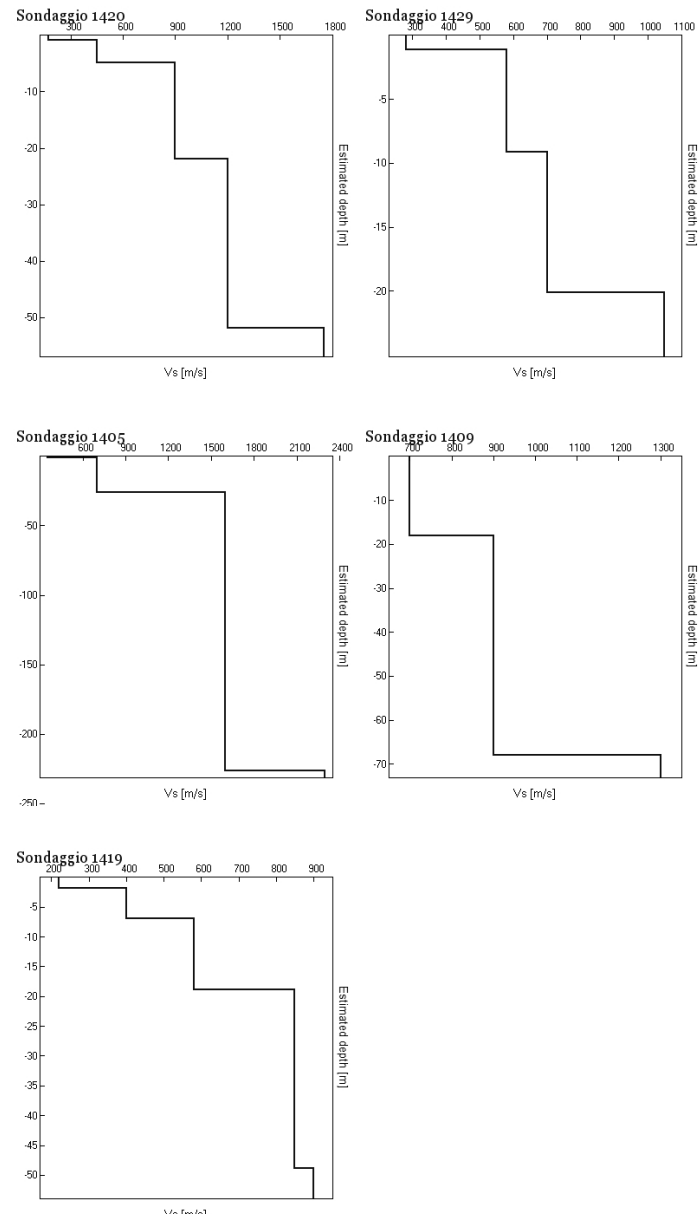
Stratigrafie	S. 1887 S. 1886		
Spettri			
Risultati	Sondaggio	Frequenza (Hz)	Contrasto di Impedenza
	1887	58	Riporto/lave
		36	Lave/sabbia
		7.2	(?) non presente nella stratigrafia



Area – AO

In questa area sono stati analizzati cinque sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di S. Agata Li Battiati.



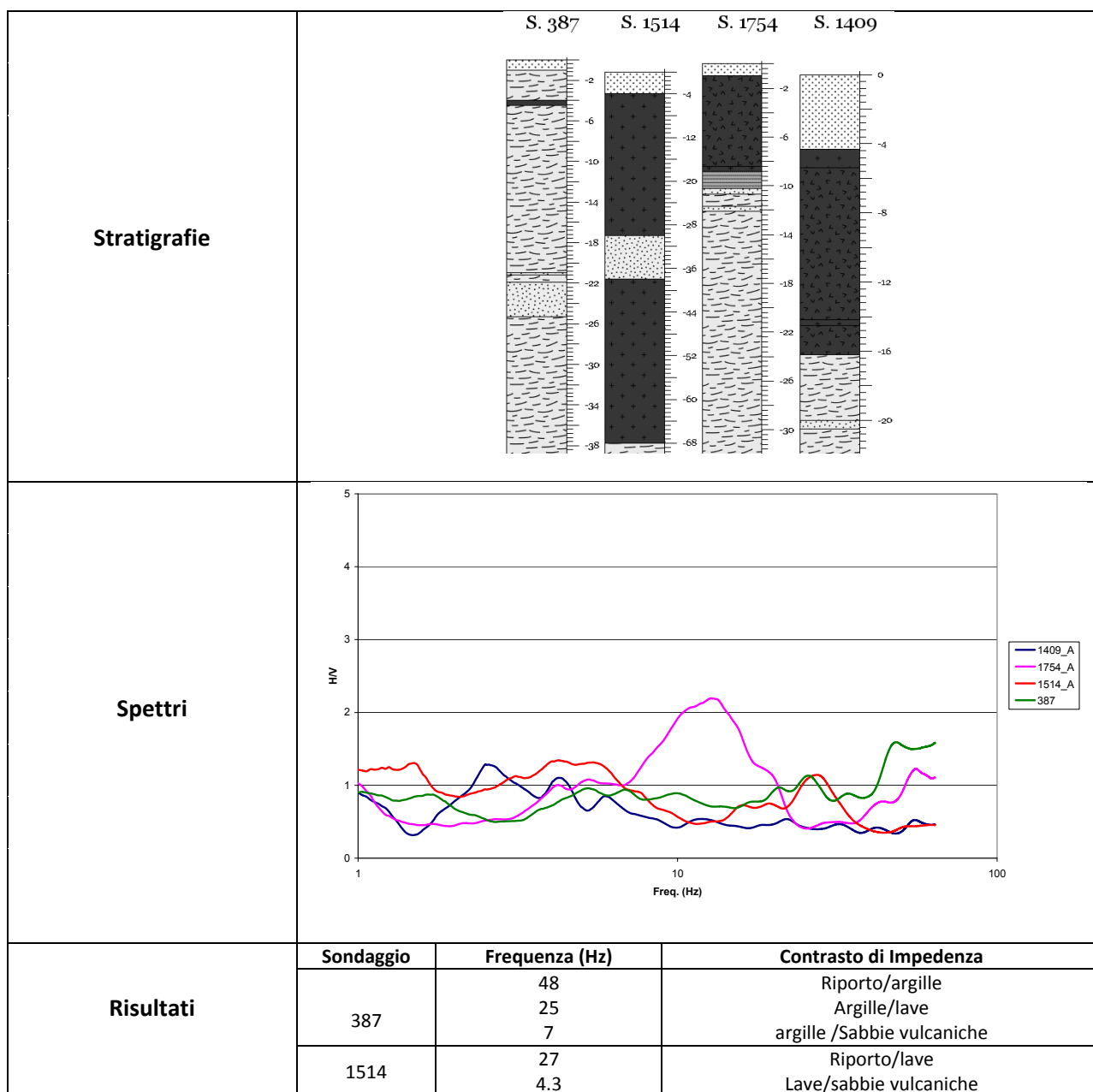
Risultati	Sondaggio	Frequenza (Hz)	Contrasto di Impedenza
	1405	63 37 6.4 1.4	terreno/lave Lave/sabbie (?) non presente nella stratigrafia (?) non presente nella stratigrafia
Vs	1409	54 6 4.4 2.6	Riporto/lave Basalto/argille (?) non presente nella stratigrafia (?) non presente nella stratigrafia
	1429	60 8 5.5	Riporto/tufiti Tufiti/limo Limo/argille
	1419	30 16 7.8 3.5	Riporto/lave Lave/basalti Lave compatte/lave fratturate (?) non presente nella stratigrafia
	1420	53 25.8 5.9	Riporto/brecce Vulcaniti/lave Basalti/lave
			

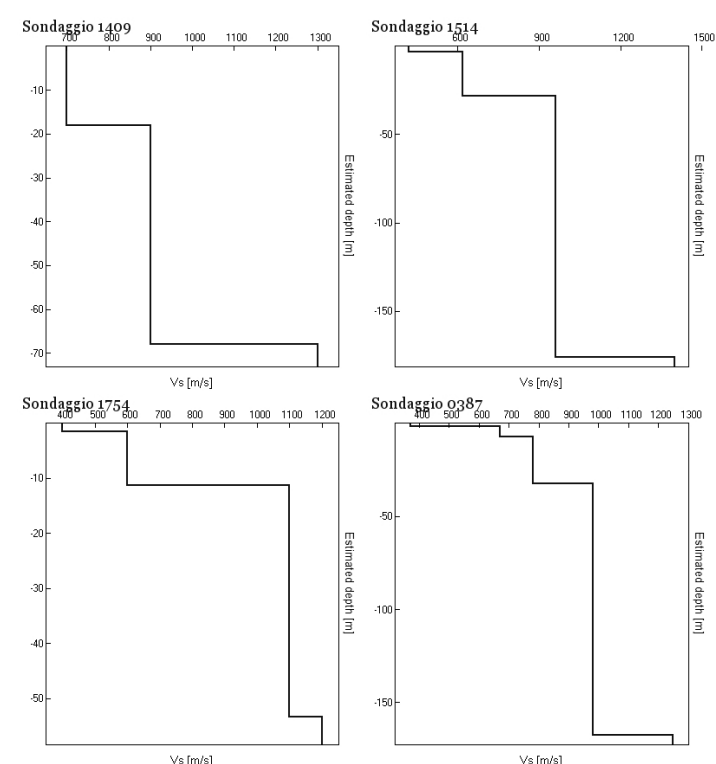
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita non è stato possibile evidenziare alcuna discontinuità comune ad entrambe le tracce.

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 1200 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – AP

In questa area sono stati analizzati quattro sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di S. Agata Li Battiati.



	1754	55 13 5.3	Riporto/basalti Lave/limi (?) non presente nella stratigrafia
	1409	54 6 4.4 2.6	Riporto/lave Basalto/argille (?) non presente nella stratigrafia (?) non presente nella stratigrafia
Vs	 The figure contains four subplots, each representing a seismic survey (Sondaggio). The y-axis for all plots is 'Estimated depth [m]' ranging from 0 to -70, -150, or -50 meters. The x-axis is 'Vs [m/s]' ranging from 400 to 1300. The plots show a step-like increase in shear wave velocity (Vs) as depth increases, which corresponds to different geological layers. Sondaggio 1409 shows a major step at approximately 10m depth. Sondaggio 1514 shows a step at approximately 50m depth. Sondaggio 1754 shows a step at approximately 10m depth. Sondaggio 0387 shows a step at approximately 50m depth.		

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità superficiale comune, legata alla presenza di materiale di riporto; successivamente i picchi presenti tra 20-30 Hz evidenziano il passaggio da lave compatte a sabbie vulcaniche o argille, ovviamente le differenti frequenze sono legate alle diverse profondità in cui avviene questo passaggio litologico.

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 1150 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, inoltre si osserva un aumento delle velocità di propagazione delle onde S generato, forse, dalla presenza delle argille compatte.

Area – AQ

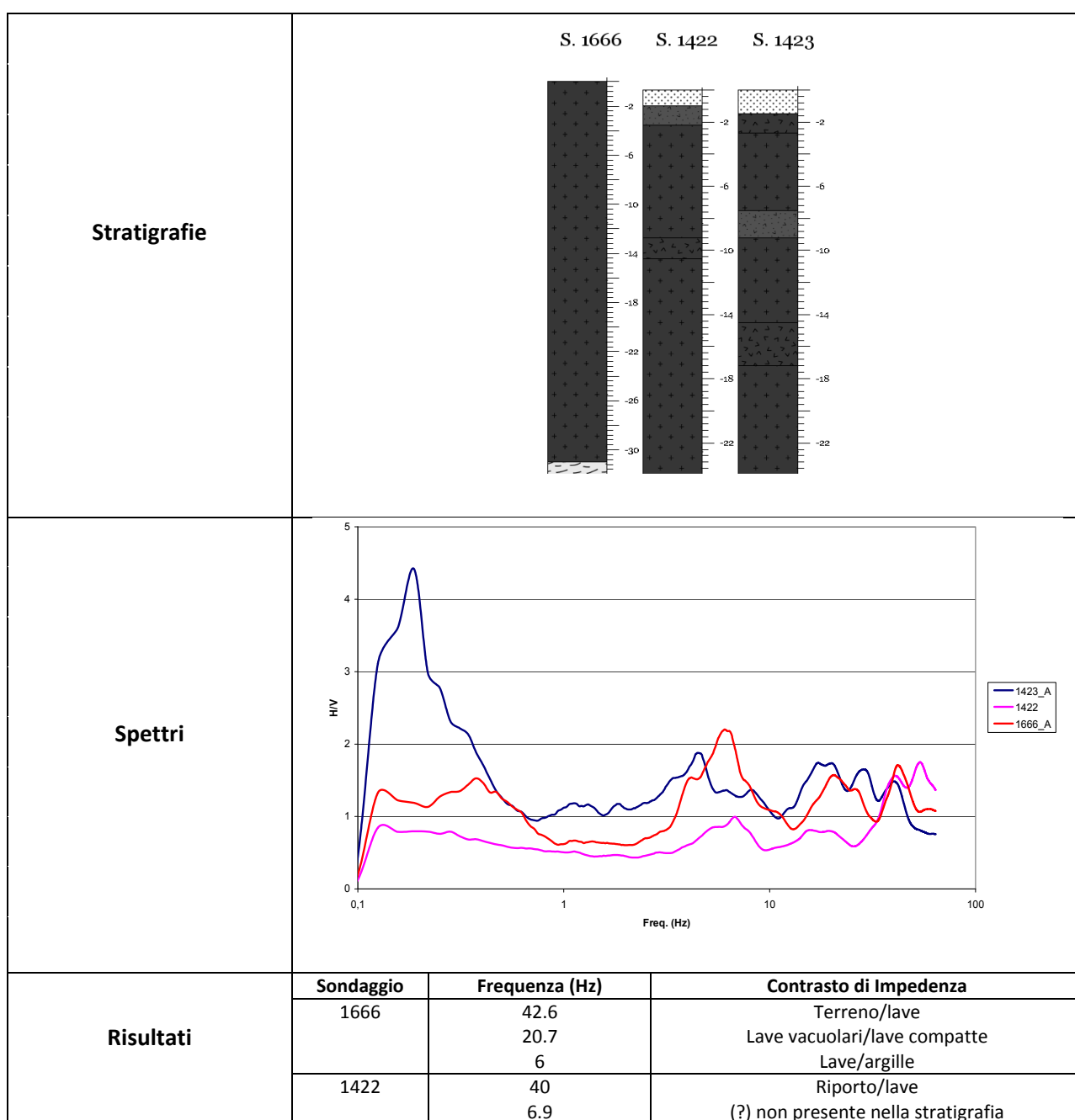
In questa area sono stati analizzati tre sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di S. Agata Li Battiati.

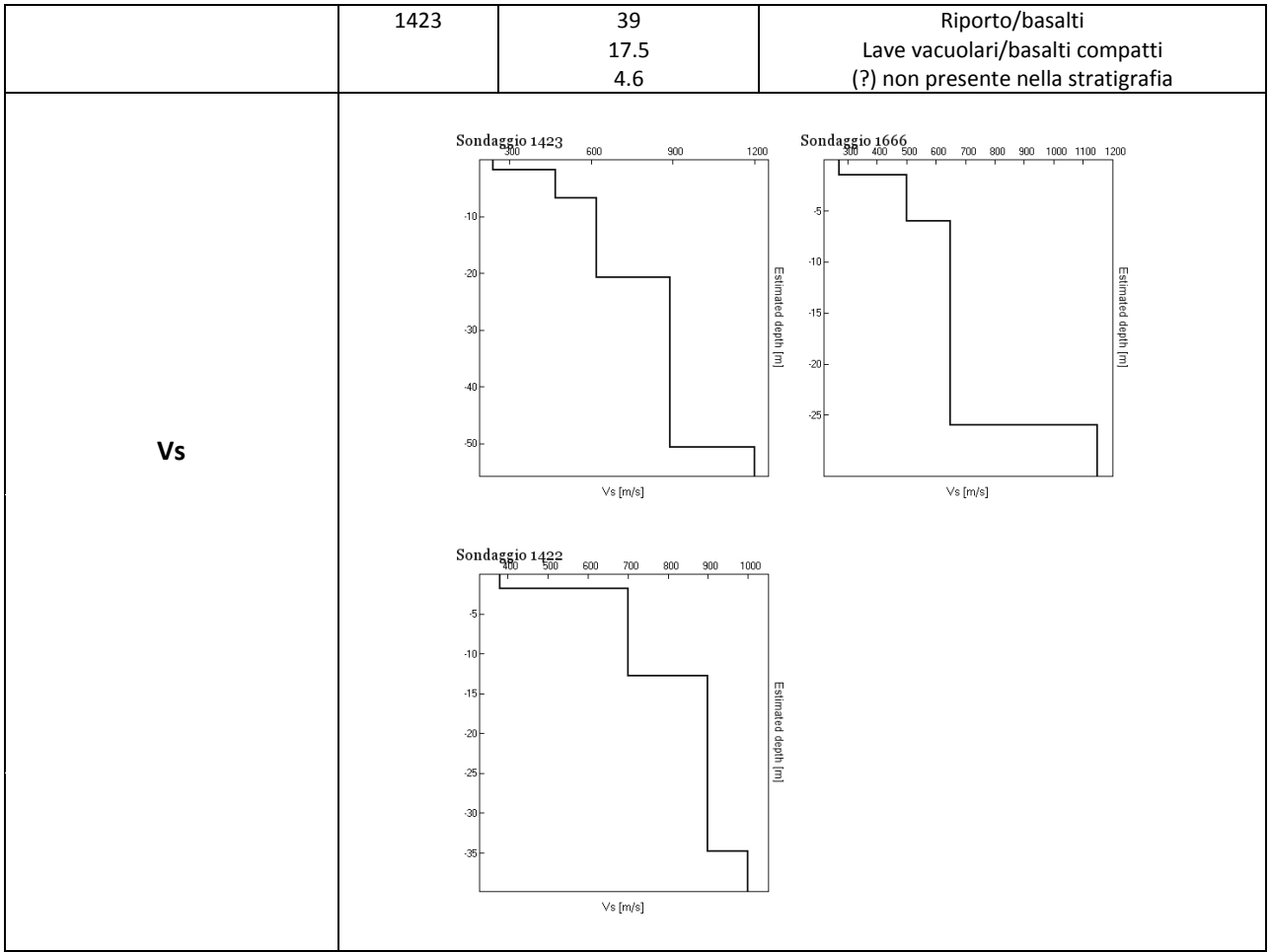
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di

rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità superficiale rilevata dai picchi presenti a 40 Hz legata al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza del materiale di riporto; una seconda discontinuità rilevata dall'analisi dei picchi presenti tra 17 e 20 Hz, dovuto al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti fisici della roccia lavica (aumento o diminuzione della sua compattezza).

Infine è presente una discontinuità più profonda, evidenziata dal picco presente nella curva H/V a 4 – 6 Hz, connessa alla presenza delle argille.

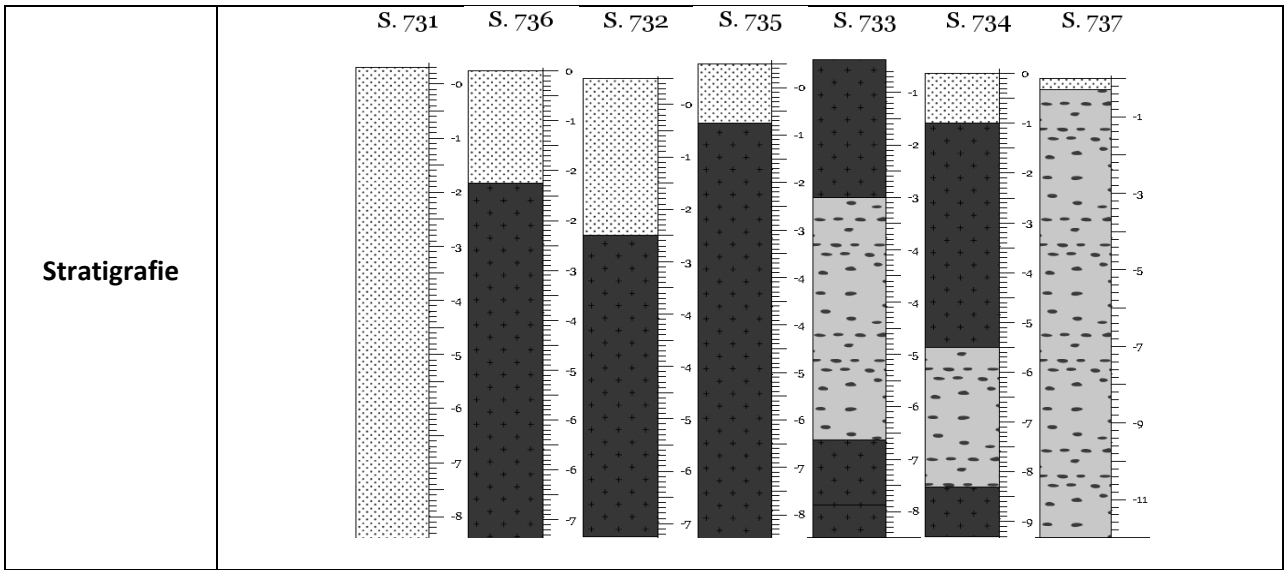
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 950 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

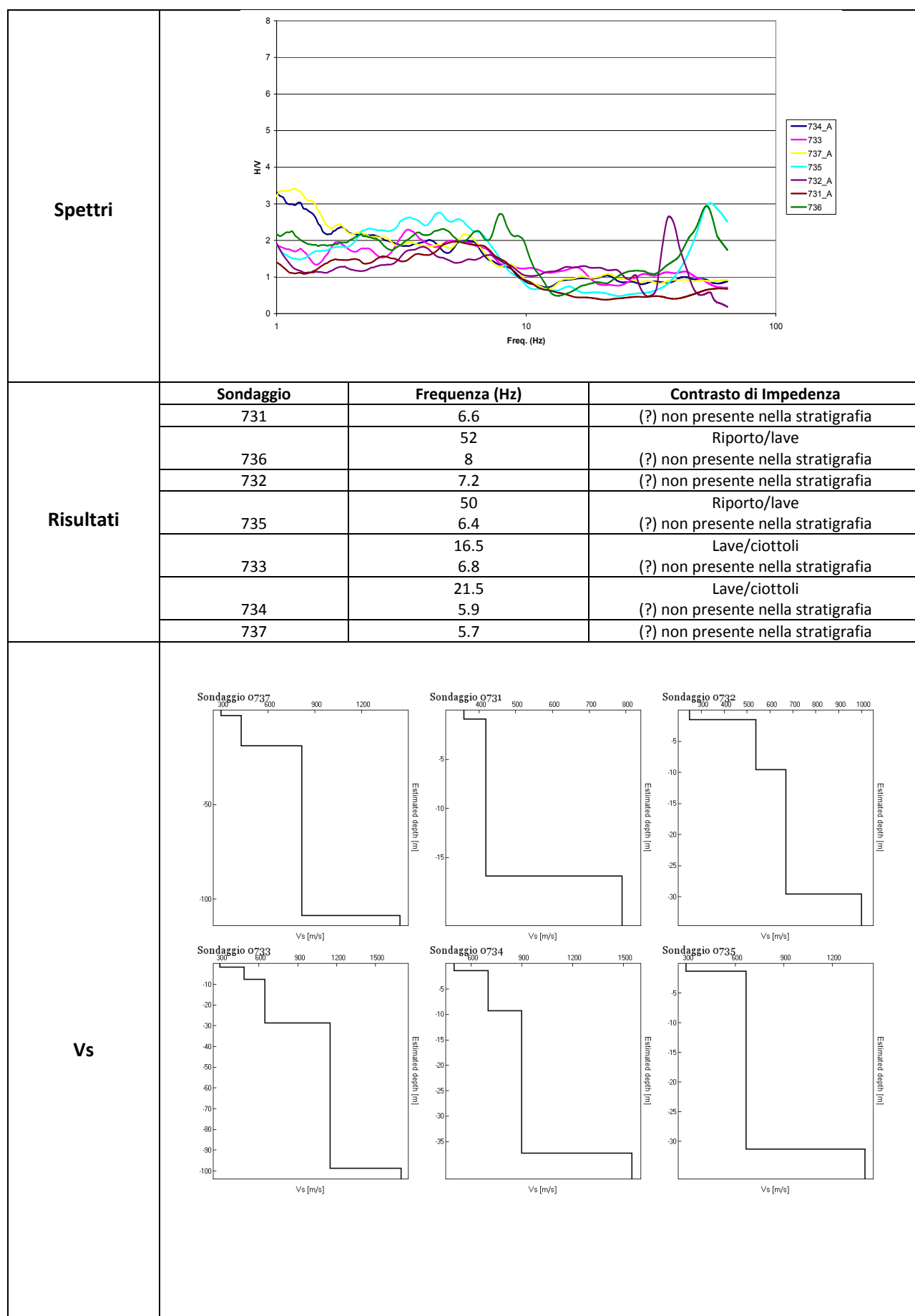


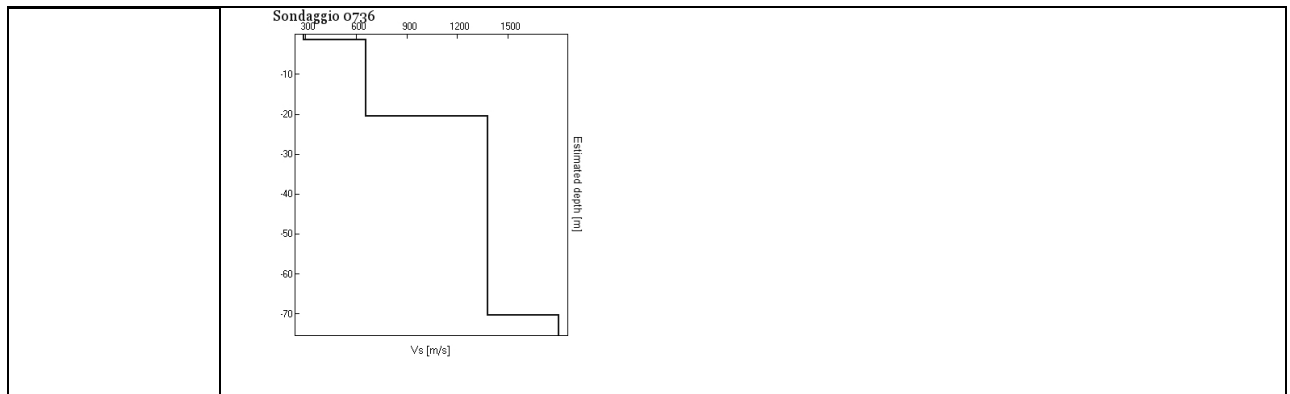


Area – AR

In questa area sono stati analizzati sette sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell’abitato di Trecastagni.







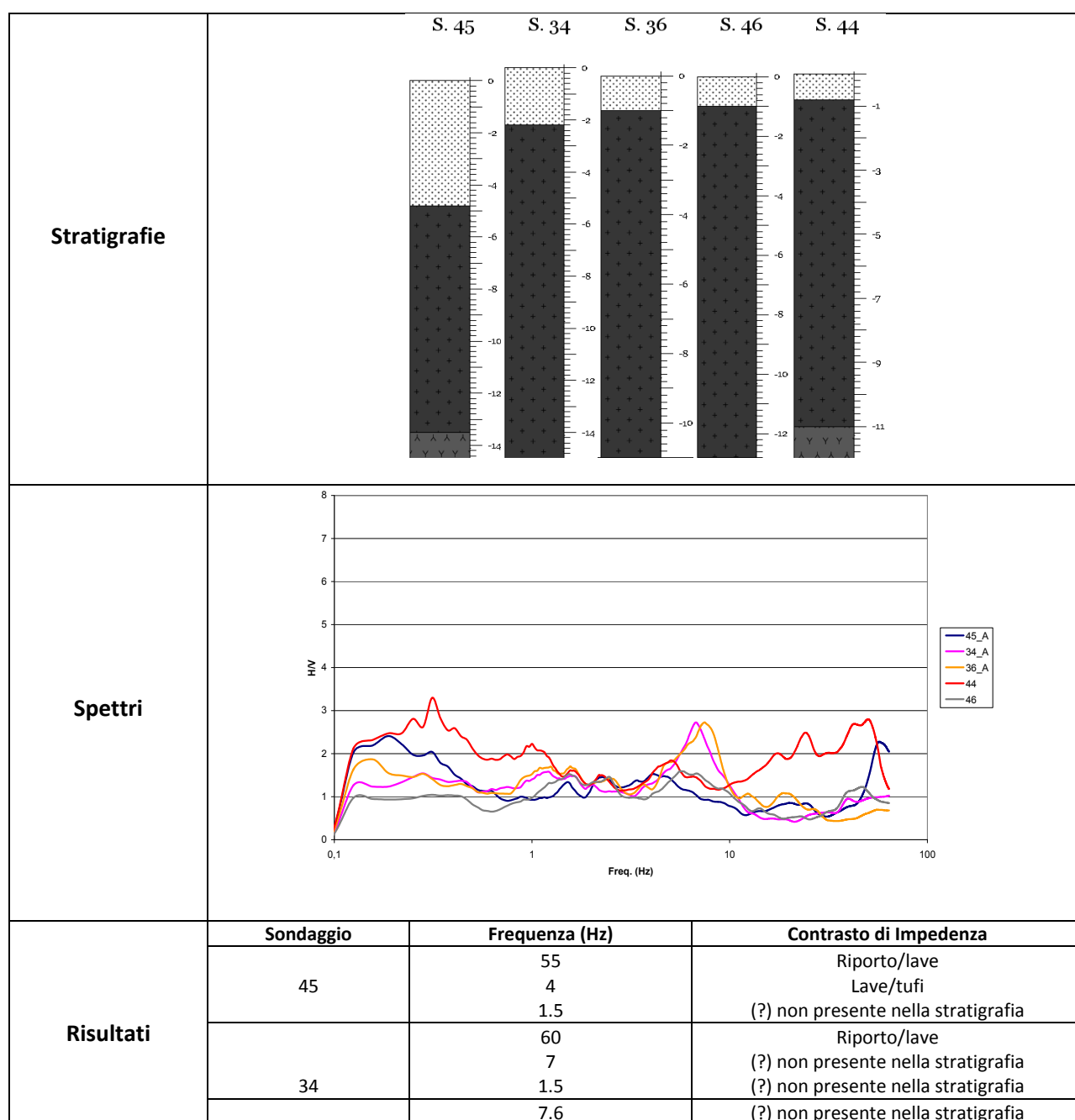
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile rilevare una prima discontinuità superficiale evidenziata dai picchi a 50 Hz, legata al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza del materiale di riporto; una seconda discontinuità ricavata dall'analisi dei picchi presenti tra 16 e 20 Hz (ricavati dall'analisi delle tre componenti spettrali), dovuta al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza di ciottoli di origine vulcanica.

Infine è presente una discontinuità più profonda, evidenziata dai picchi presenti nella curva H/V a 6 – 8 Hz, non associabile ad alcun litotipo noto. Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 1350 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, inoltre è possibile osservare l'aumento delle velocità delle onde S in prossimità dei sondaggi 736 e 734.

Area – AT

In questa area sono stati analizzati cinque sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di Zafferana Etnea.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile mettere in risalto una prima discontinuità superficiale evidenziata dai picchi presenti tra 50 - 60 Hz connessa al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza del materiale di riporto; una seconda discontinuità rilevata dall'analisi dei picchi presenti tra 5 e 7 Hz, dovuto al contrasto di impedenza generatosi dal contatto tra le lave e le vulcaniti.



	36	1.5	(?) non presente nella stratigrafia
	46	48 6.8 1.6	Riporto/lave (?) non presente nella stratigrafia (?) non presente nella stratigrafia
	44	51 5.2 1.6	Riporto/lave Lave/tufi (?) non presente nella stratigrafia
Vs			

Infine è presente una discontinuità più profonda, evidenziata dal picco presente nella curva H/V a 1 – 2 Hz purtroppo non associabile ad alcun litotipo noto.

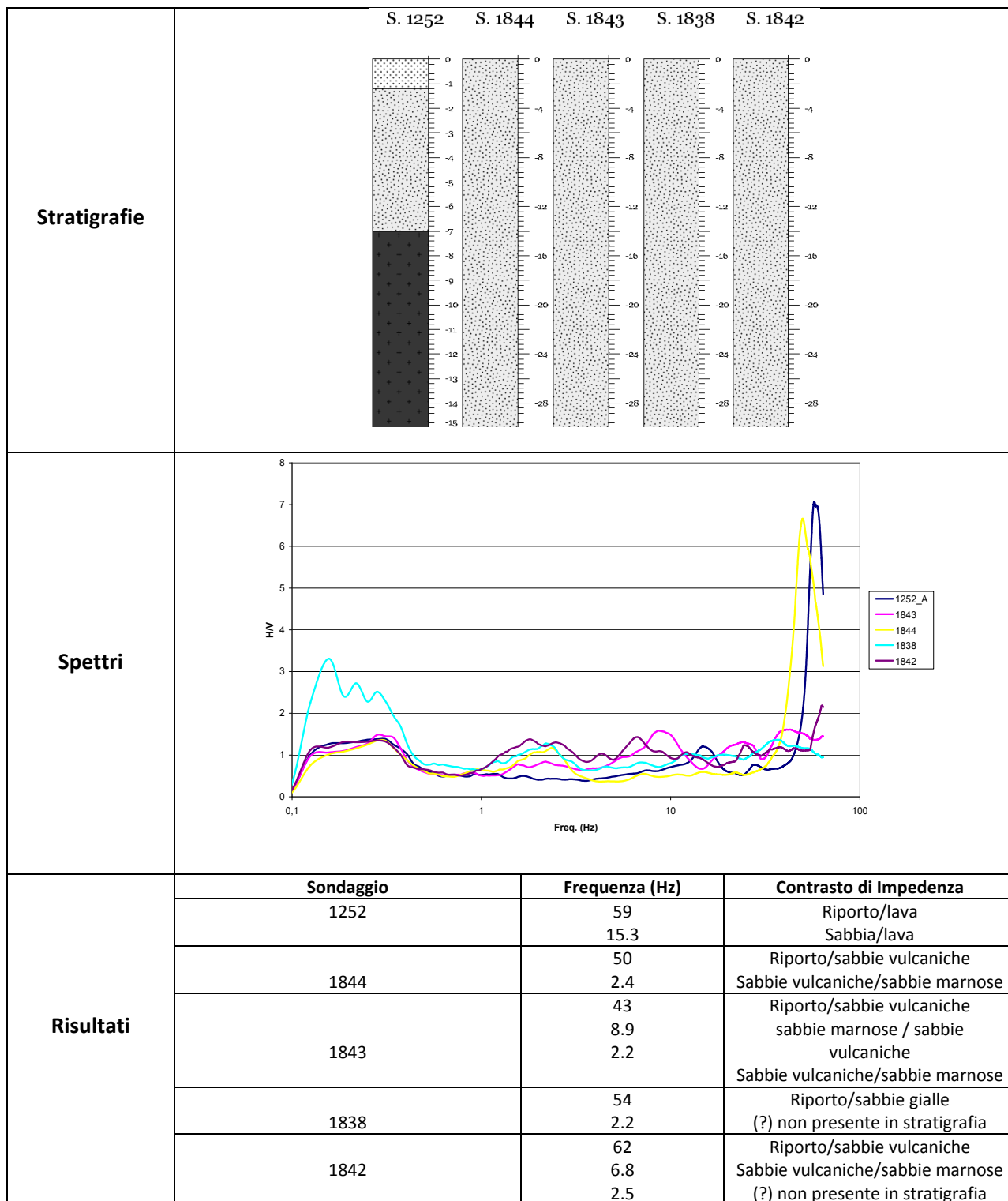
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 750 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

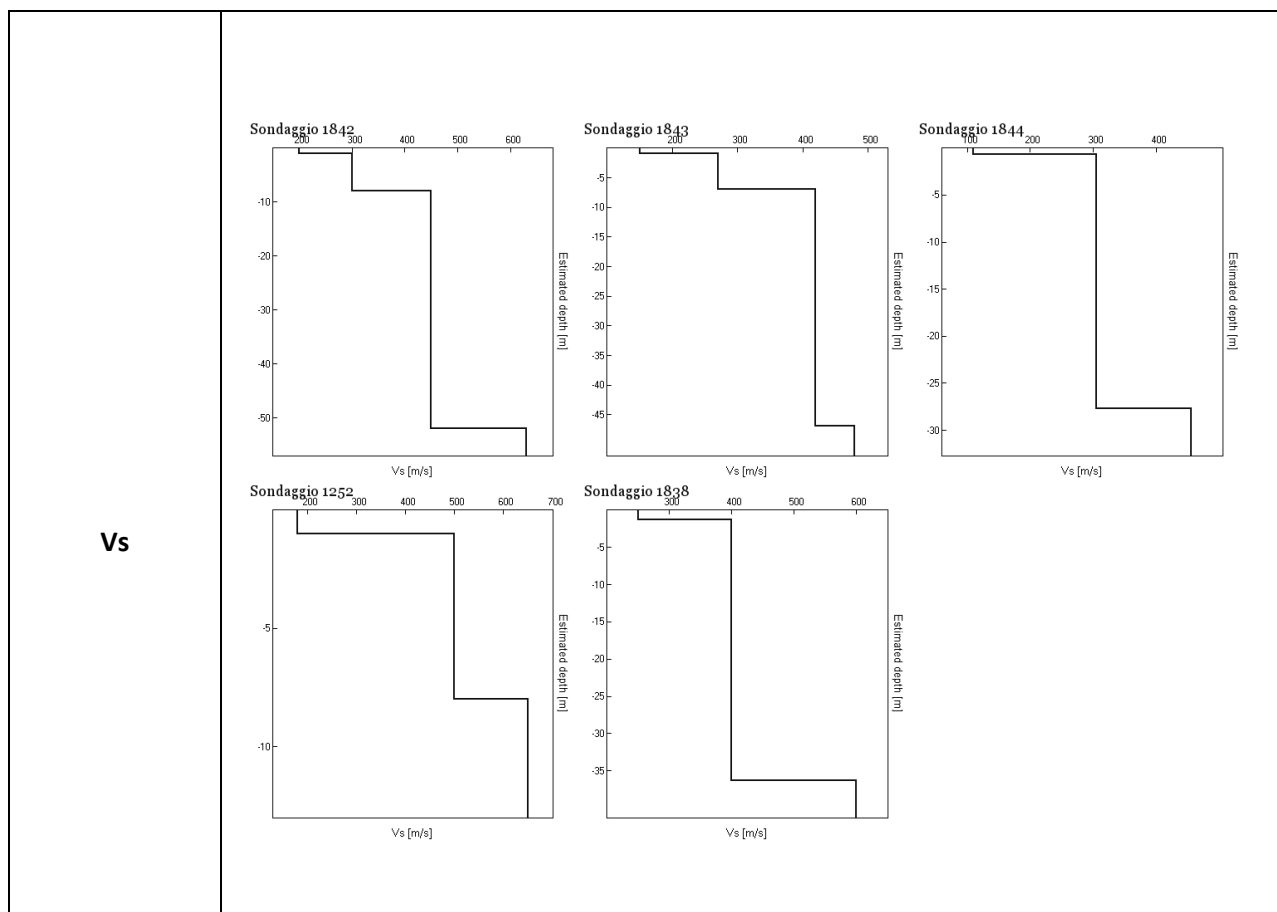
Area – AZ

In questa area sono stati analizzati cinque sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di Catania, nelle vicinanze del porto di Catania.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare diverse discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi da leggeri cambiamenti litologici all'interno dei depositi sabbiosi, infatti è possibile

confermare diversi passaggi da sabbie gialle a sabbie vulcaniche. Si discosta leggermente da tale andamento il sondaggio 1252, per il quale è possibile individuare il passaggio tra le sabbie e le lave dal picco a 15 Hz.





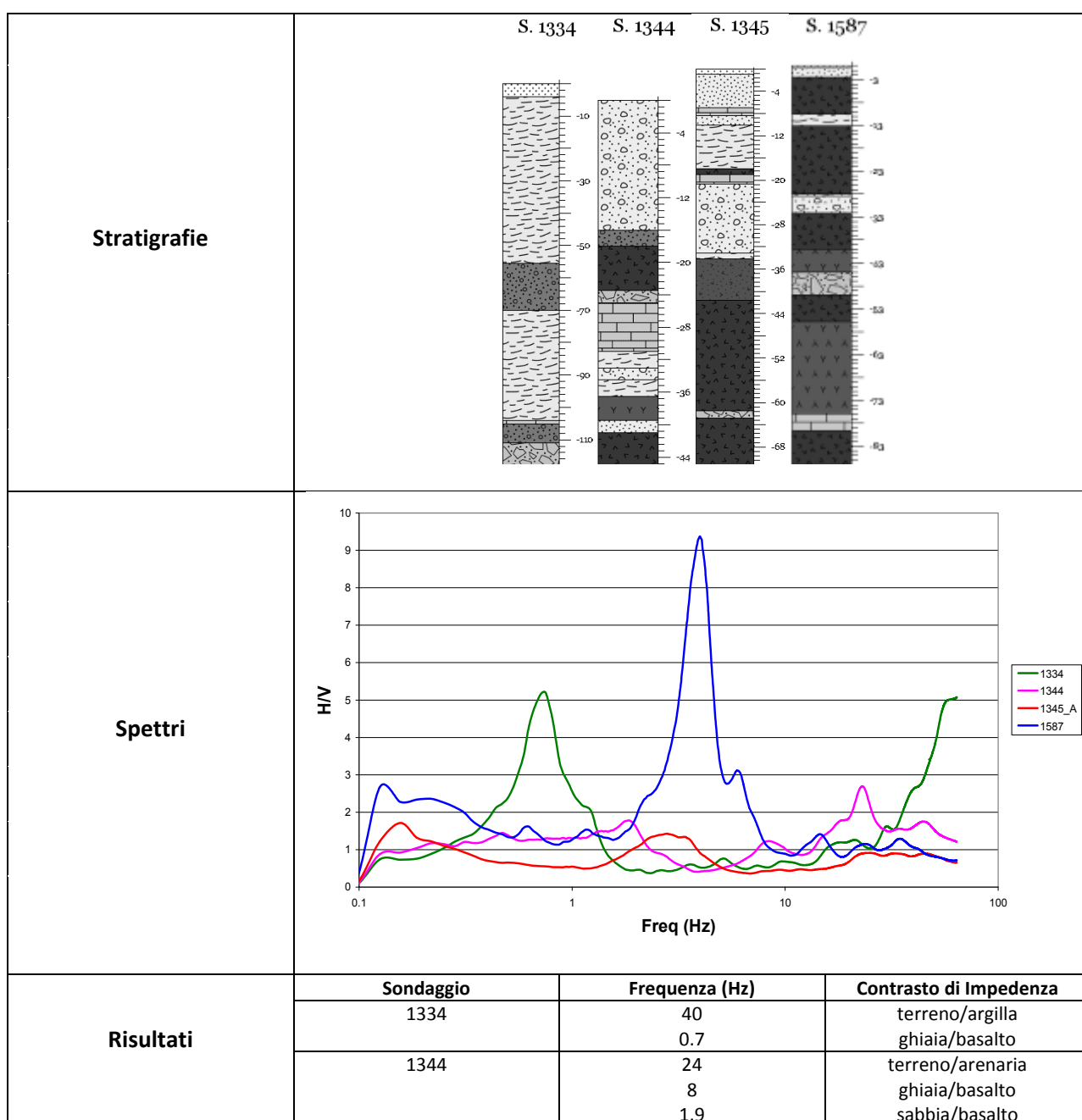
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 750 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, in particolare si osserva un aumento delle velocità delle onde S in corrispondenza del sondaggio 1252, dovuto alla presenza del corpo lavico.

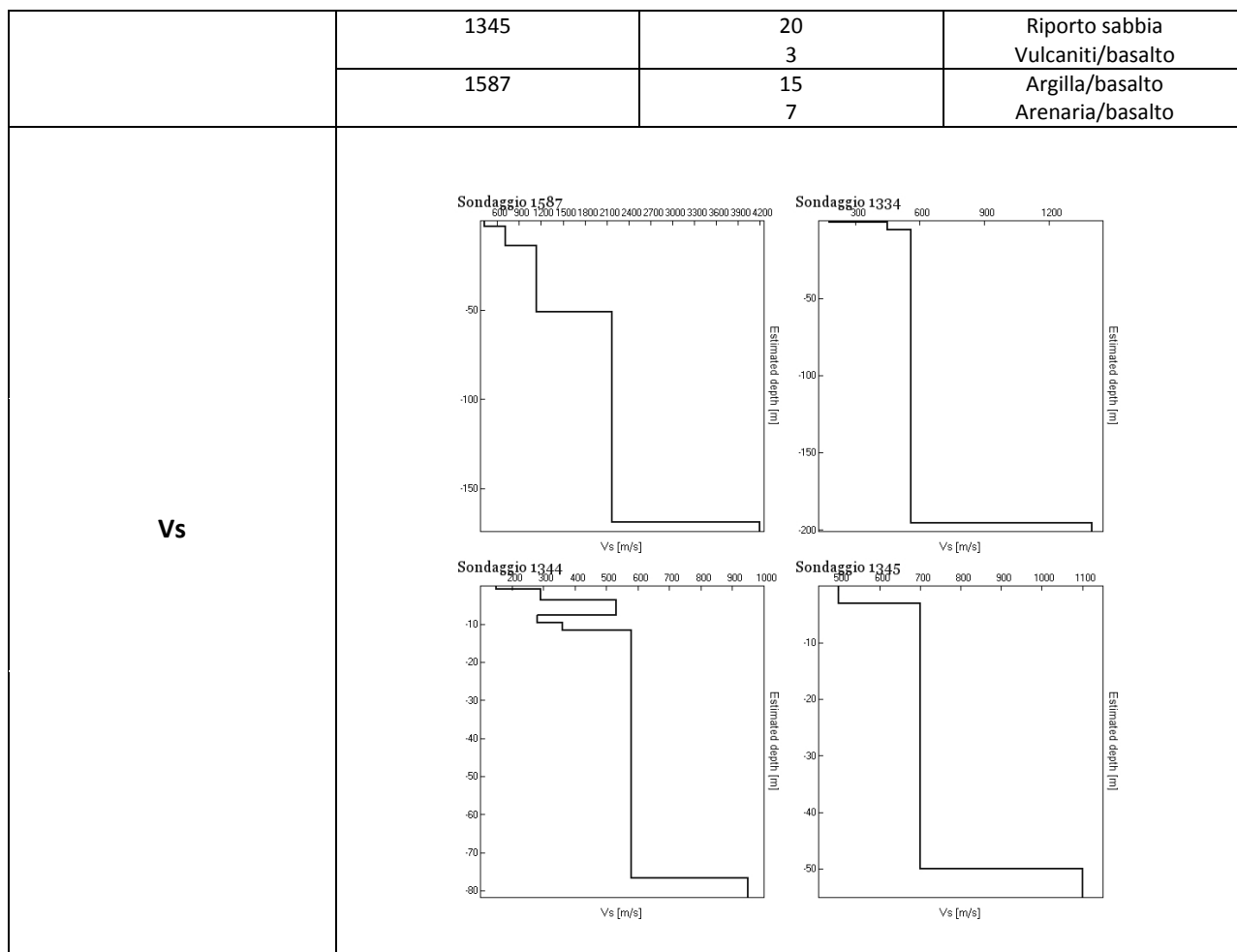
Area – BB'

In questa area sono stati analizzati quattro sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità della contrada Coda di Volpe.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita sono state osservate diverse discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici.

Si osservano dei picchi comuni a diverse curve in prossimità dei 2 Hz dovuti al passaggio sabbia-basalto.



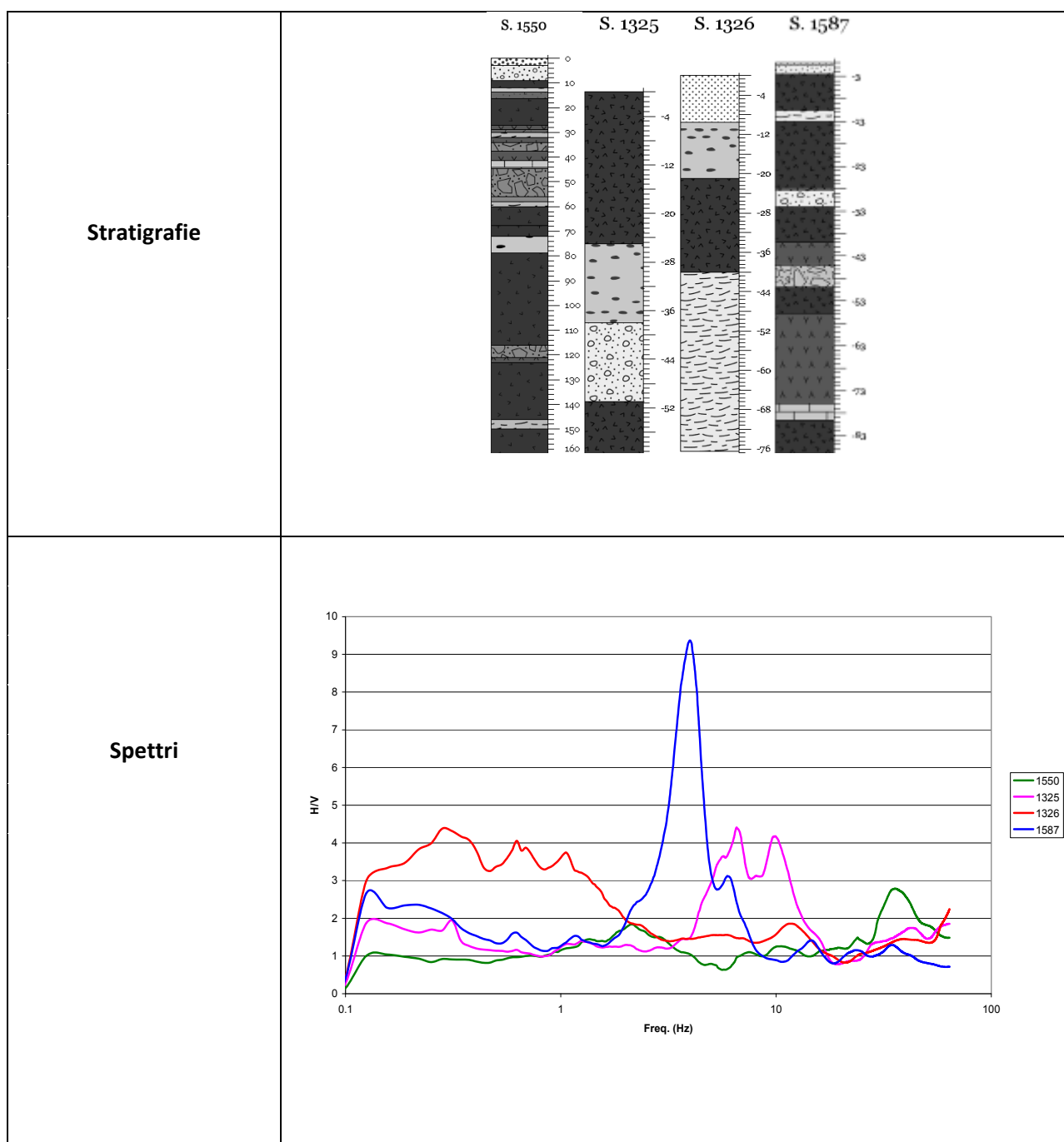


Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 100 e 2100 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, in particolare si osserva un aumento delle velocità delle onde S in corrispondenza del sondaggio 1587, dovuto alla presenza del materiale lavico.

Area – CC'

In questa area sono stati analizzati quattro sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità della contrada Coda di Volpe.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare diverse discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici locali.



Risultati	Sondaggio	Frequenza (Hz)	Contrasto di Impedenza
	1550	30	trovante basaltico
		20	basalto compatto
		2	lava bollosa
	1325	40	terreno/basalto
		8	conglomerati
		5	arenaria
Vs	1326	1.3	basalto
		40	terreno/conglomerato
		15	conglomerato/ arenaria
	1587	6	arenaria/ basalto
		1.5	basalto/argilla
		7	Argilla/basalto
			Arenaria/basalto

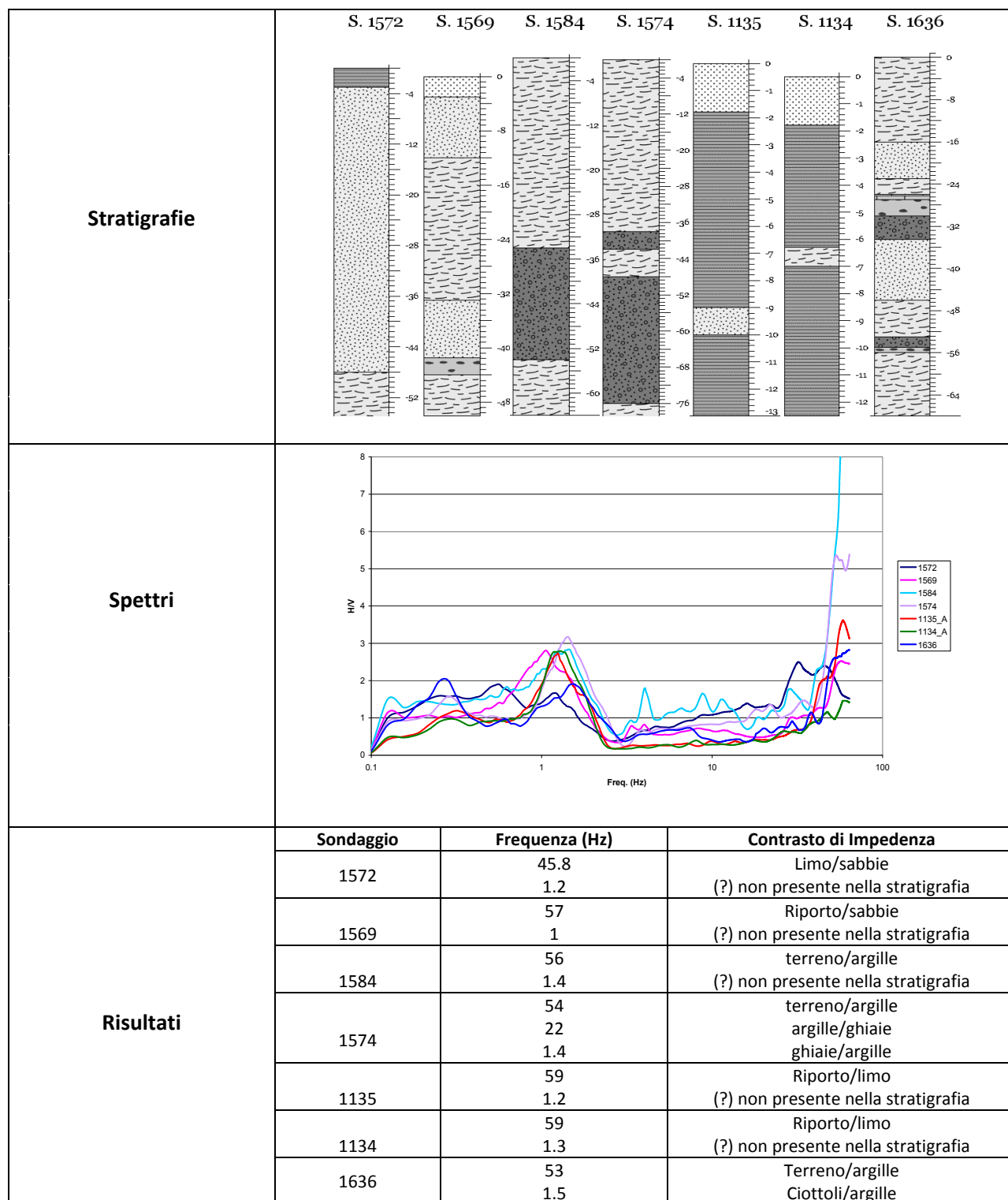
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 100 e 1600 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, in particolare si osserva un aumento delle velocità delle onde S in corrispondenza del sondaggio 1587, dovuto alla presenza del materiale lavico.

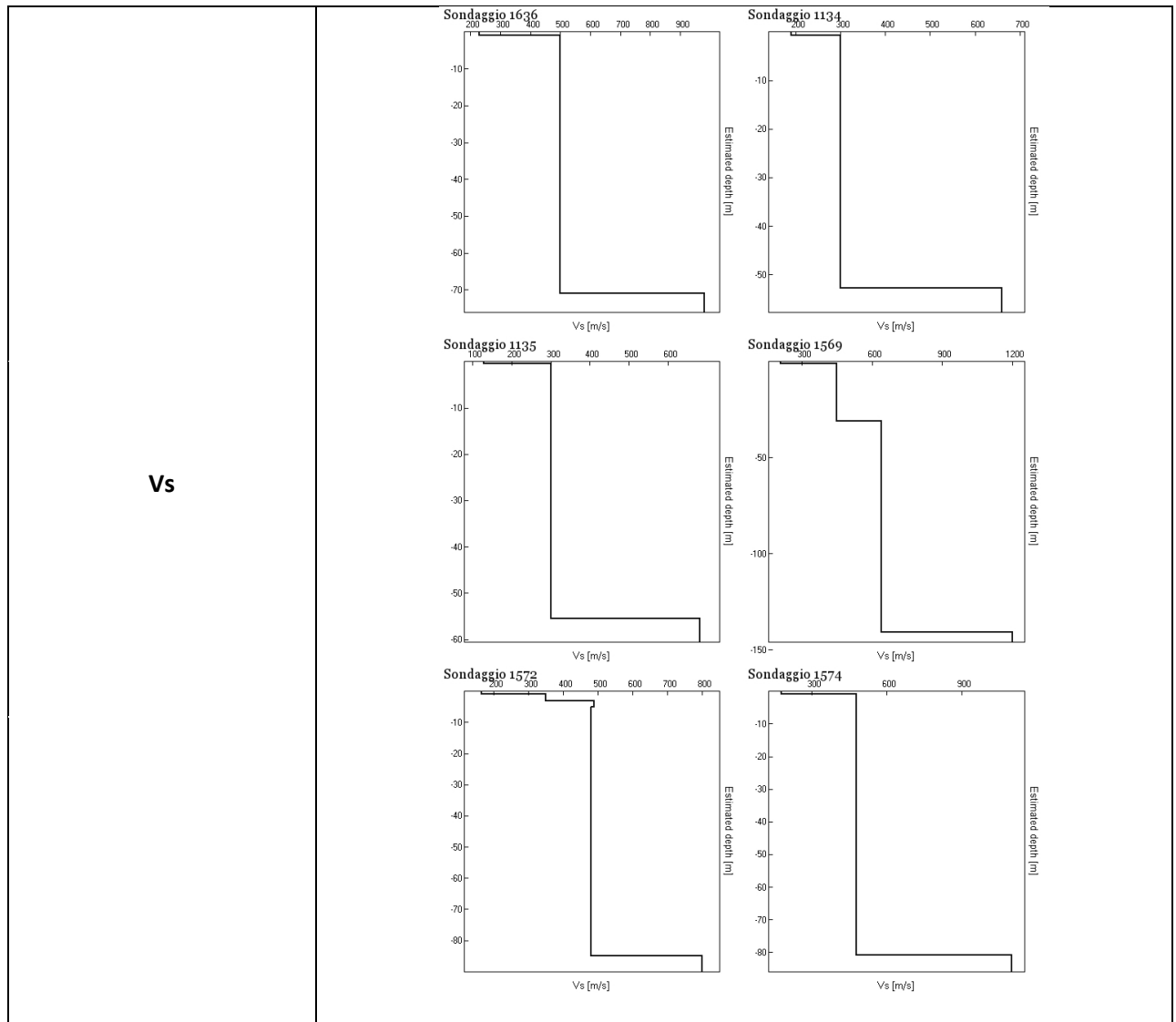
Area – DD'

In questa area sono stati analizzati sette sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità della Zona Industriale.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di

rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una discontinuità superficiale dai picchi presenti tra 45 - 50 Hz connessa al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza del materiale di riporto; inoltre è presente una discontinuità più profonda, evidenziata dai picchi presenti nella curva H/V a 1 – 2 Hz, non associabile ad alcun litotipo noto.



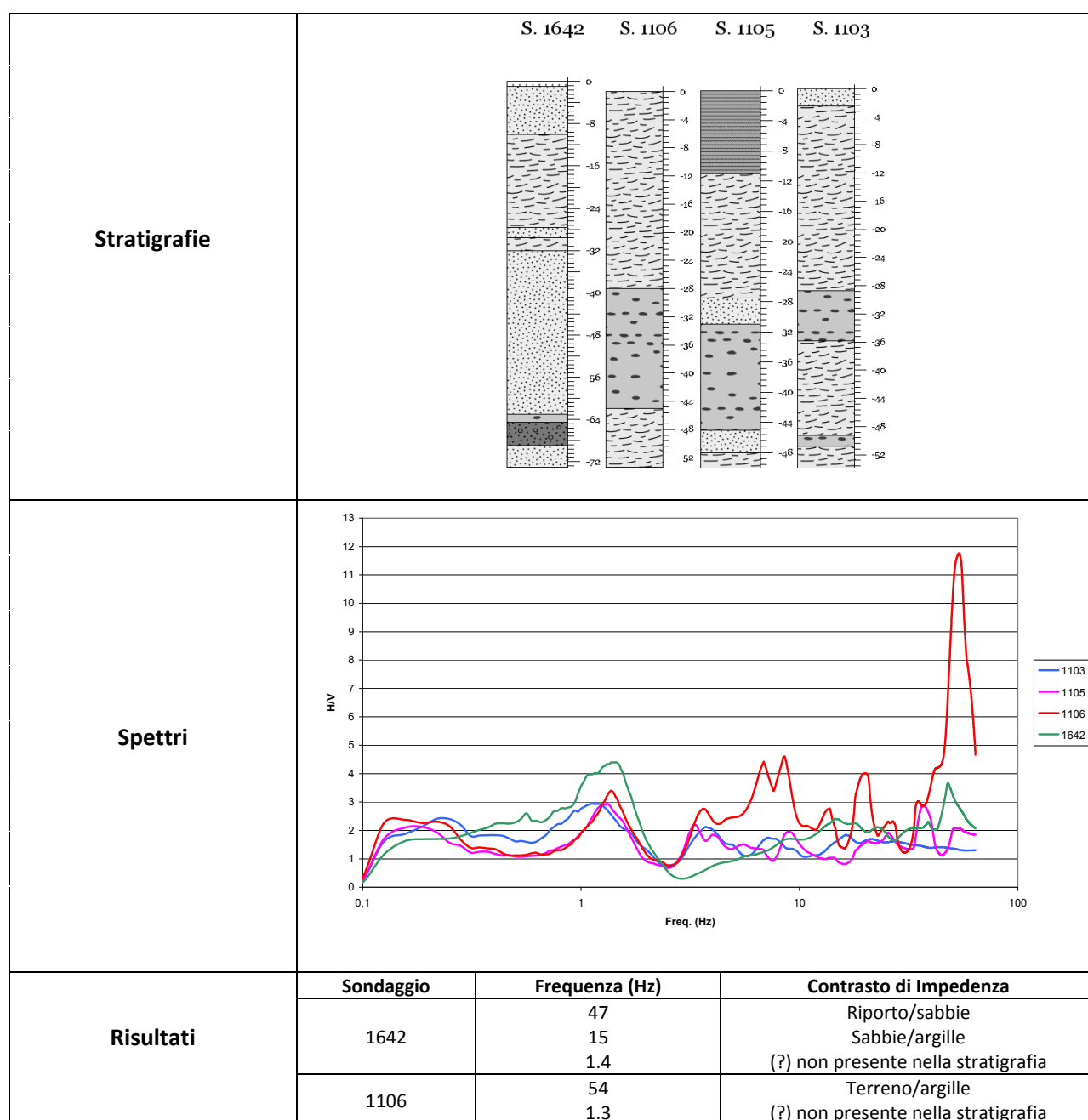


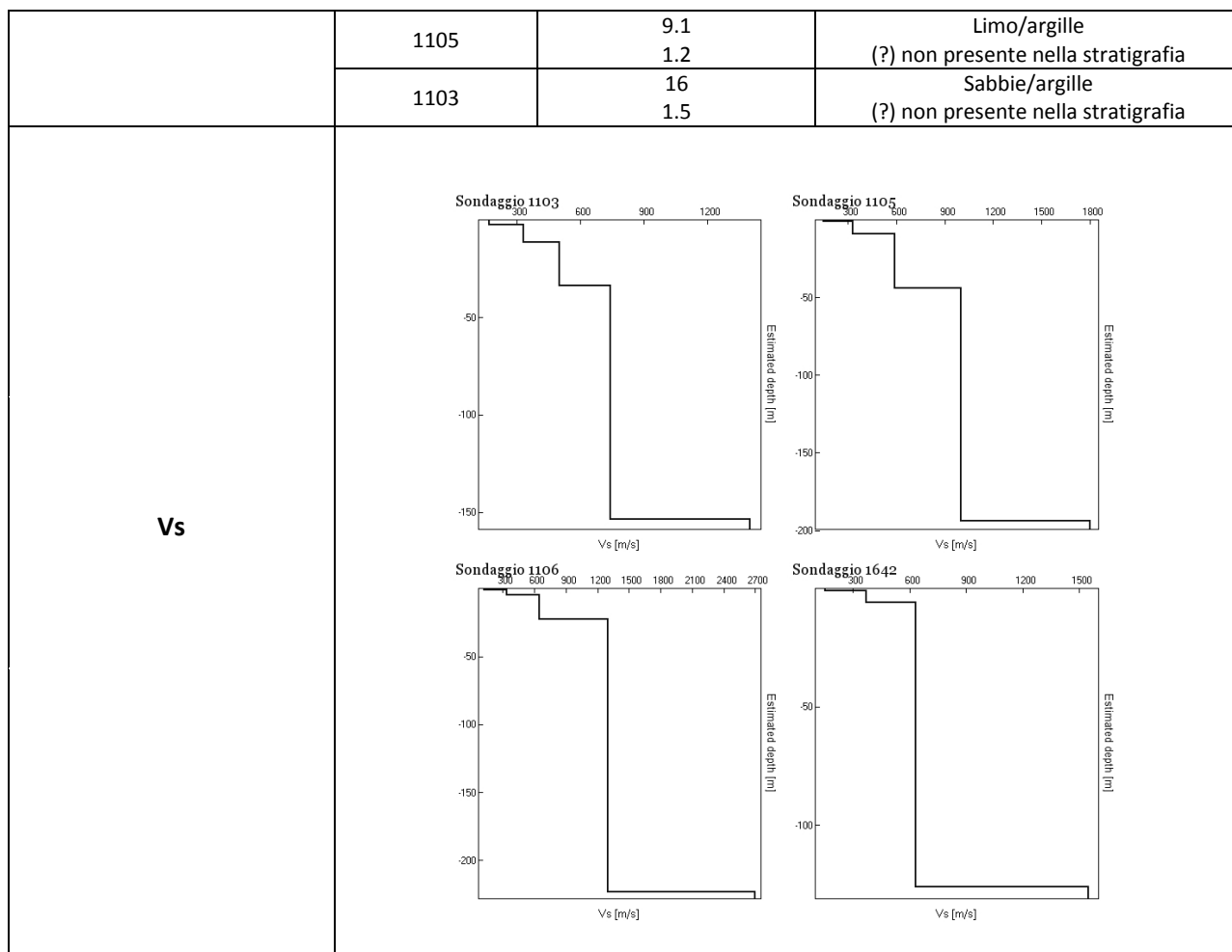
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 100 e 900 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, in particolare si osserva un aumento delle velocità delle onde S in corrispondenza del sondaggio 1584, dovuto alla presenza del materiale argilloso compatto.

Area – EE'

In questa area sono stati analizzati quattro sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità della contrada Gelso Bianco.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare diverse discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici, ma nessun orizzonte comune, fatta eccezione per il picco a 1,5 Hz, comune a tutte le misure, ma non associabile a nessun litotipo noto dalla stratigrafia.





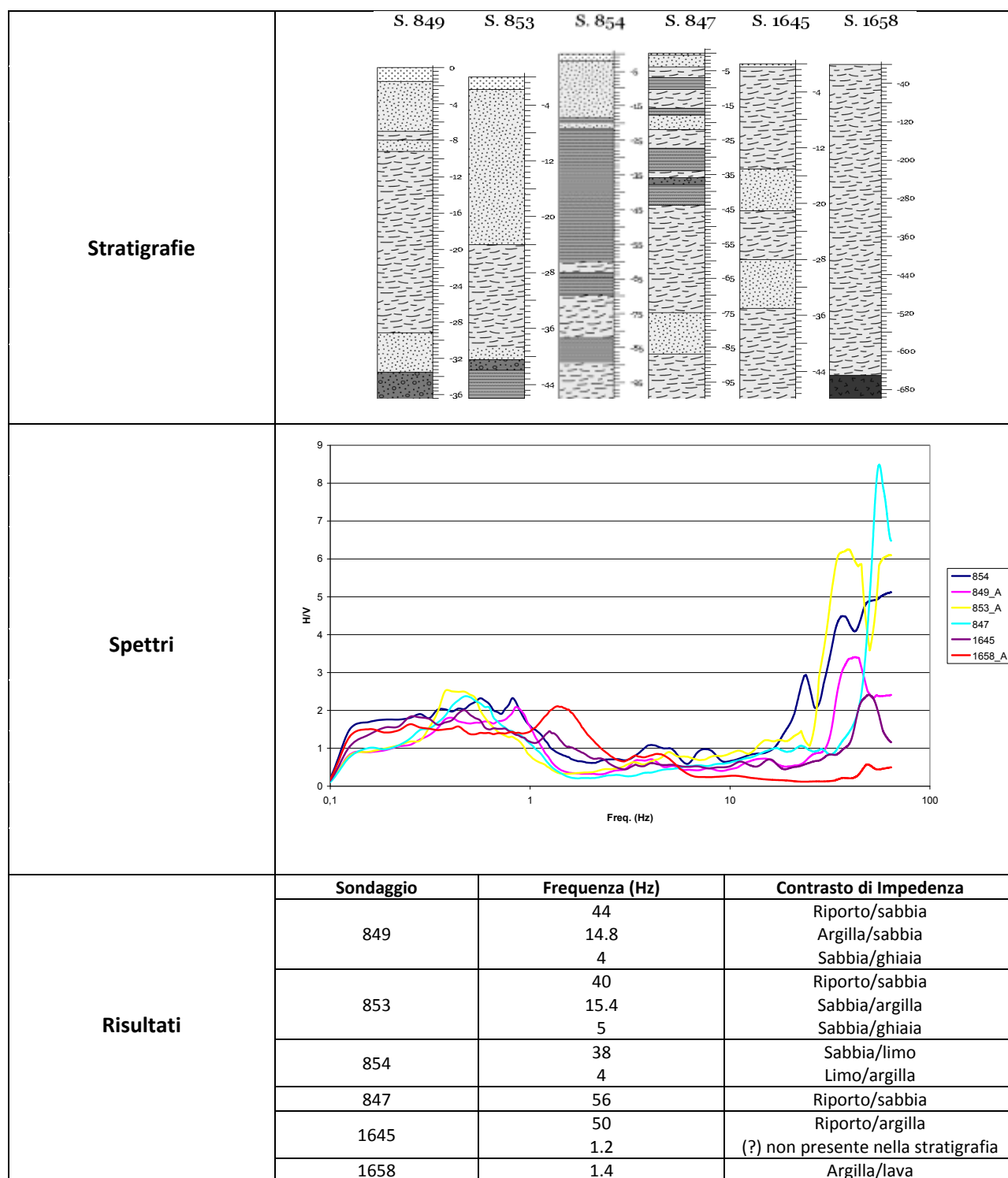
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 850 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, in particolare si osserva un aumento delle velocità delle onde S in corrispondenza del sondaggio 1106, dovuto alla presenza di argille compatte.

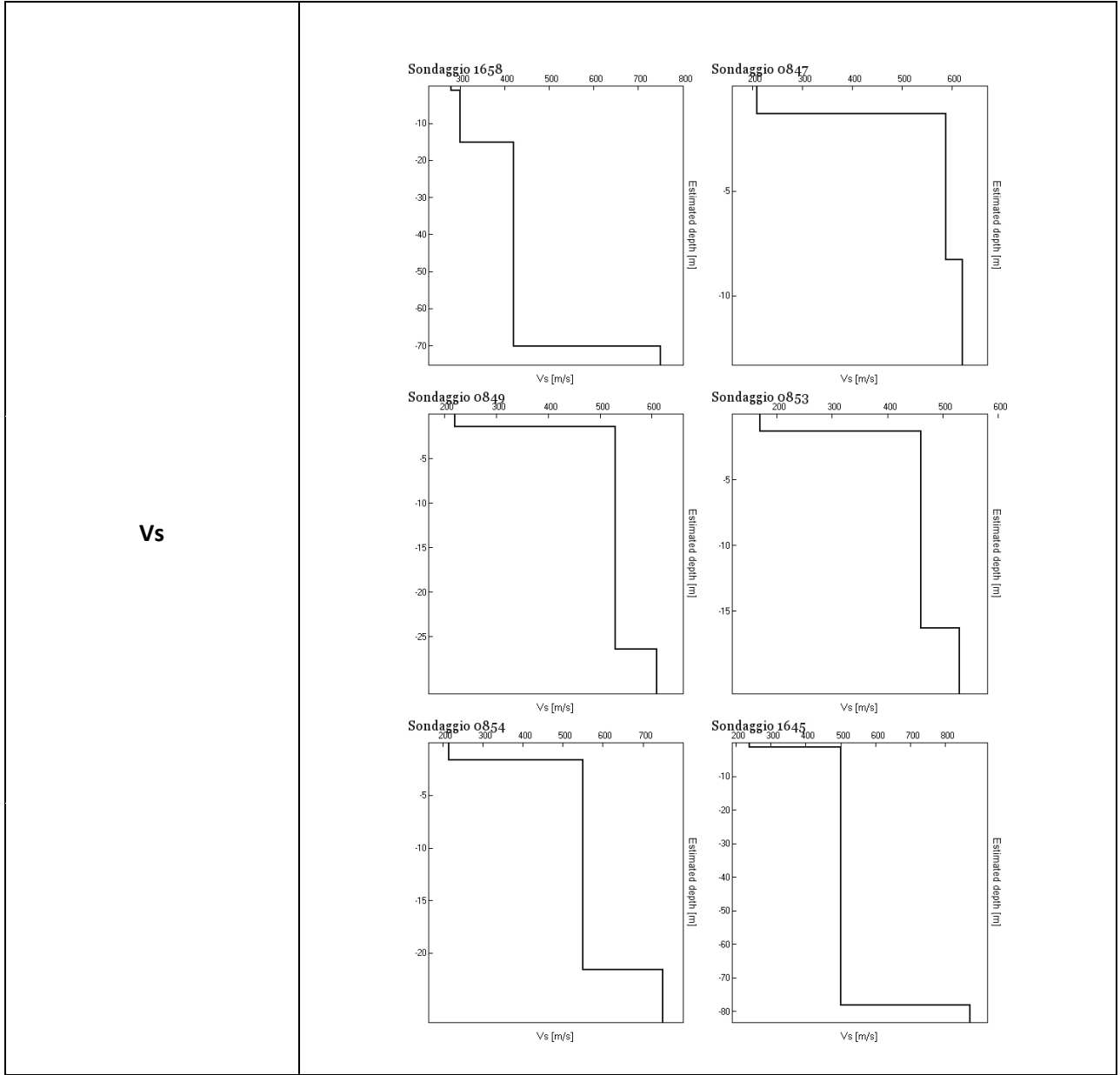
Area – GG'

In questa area sono stati analizzati sei sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità dell'edificio M5 della Numonyx.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare diverse discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici, ma nessun orizzonte comune.

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 750 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

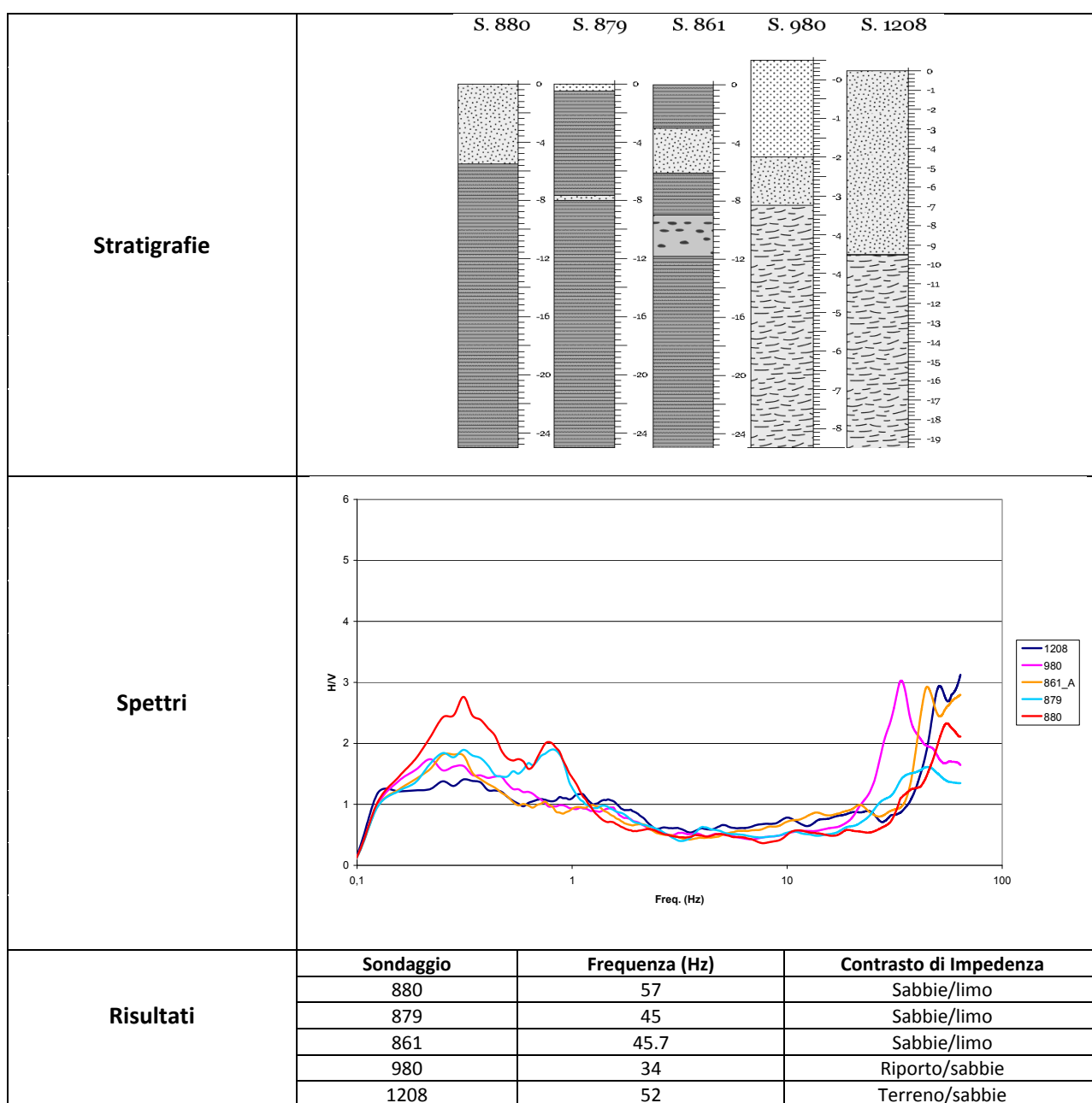


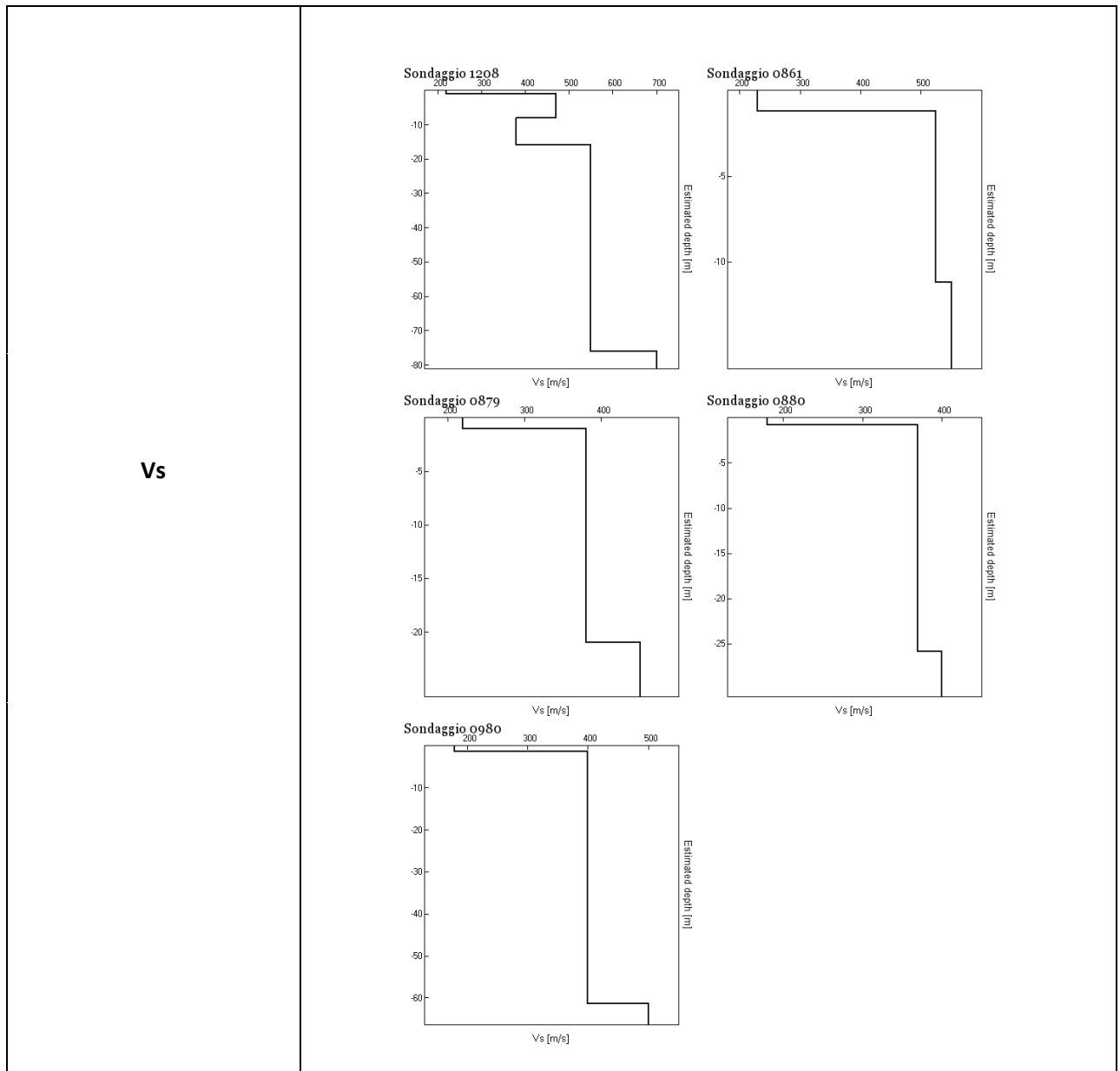


Area – JJ'

In questa area sono stati analizzati cinque sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità del quartiere di Librino.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare delle discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici, in particolare è possibile osservare il contatto superficiale tra le sabbie ed i depositi limosi sottostanti, evidenziato dai picchi nella curva H/V tra 40 e 50 Hz.





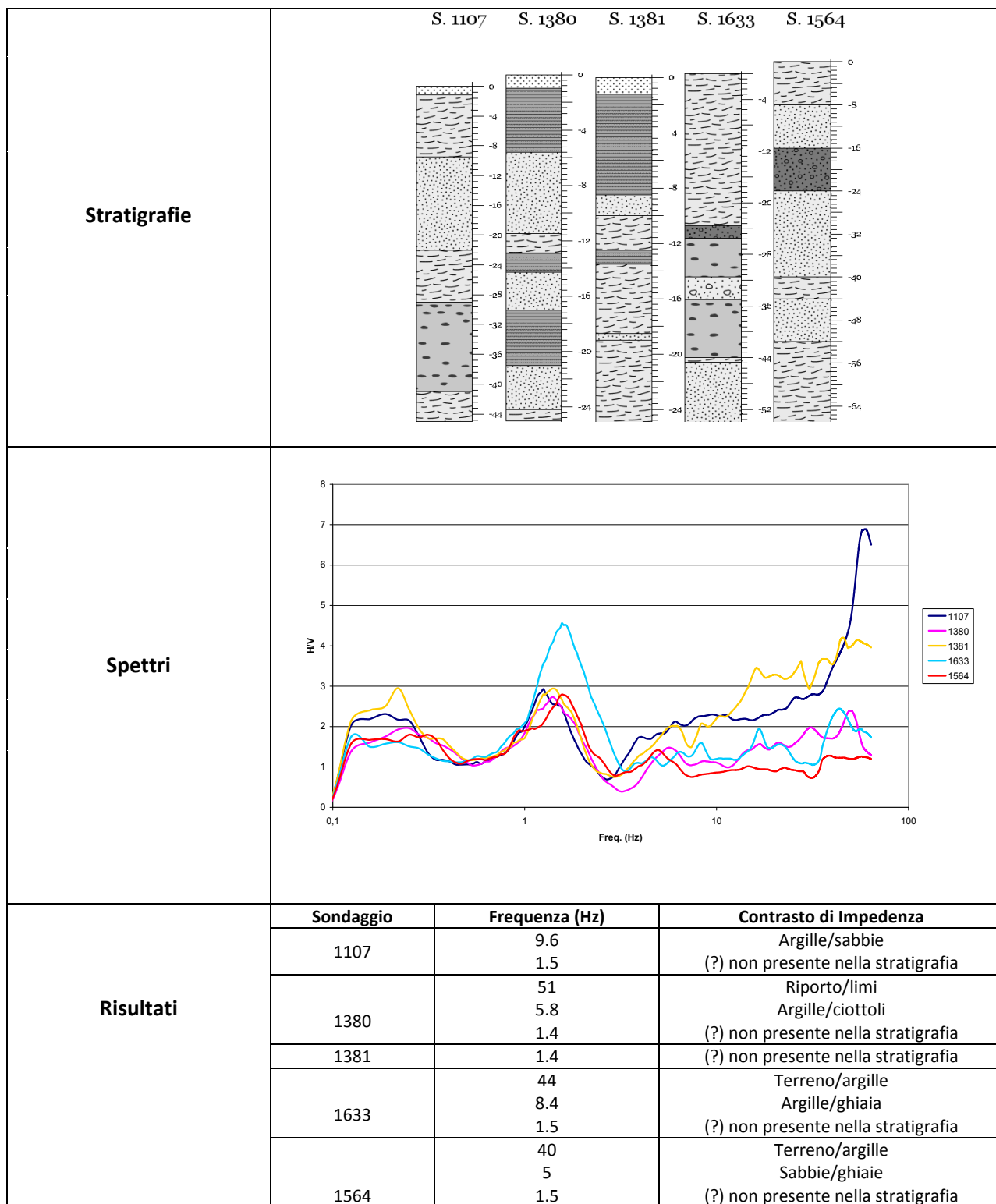
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 700 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

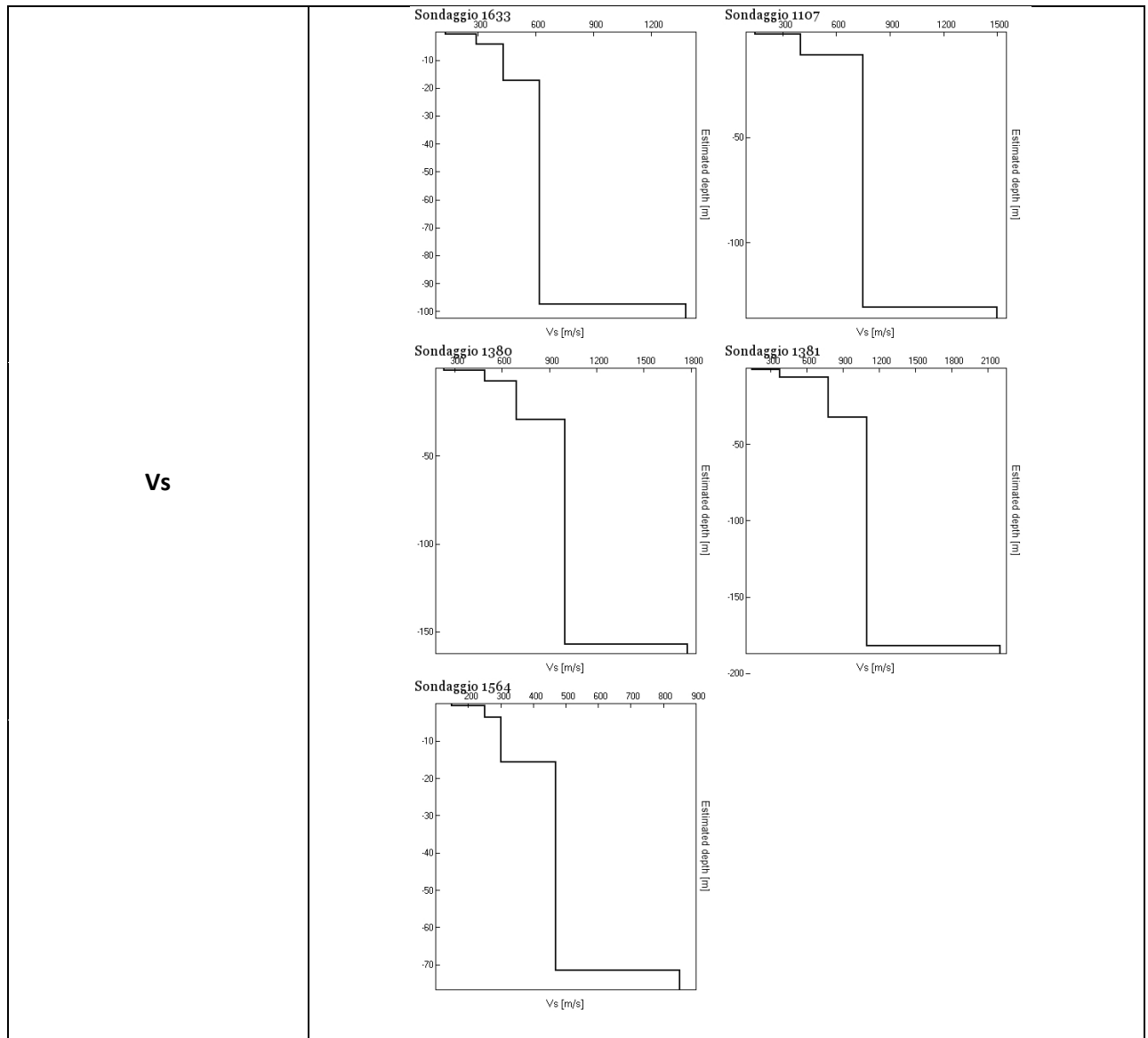
Area – LL'

In questa area sono stati analizzati cinque sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud di Catania.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare delle discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici; in particolare è possibile osservare una discontinuità profonda evidenziata da tutte le misure in corrispondenza di 1.5 Hz; tale discontinuità però non è

associabile ad alcuna litologia nota.

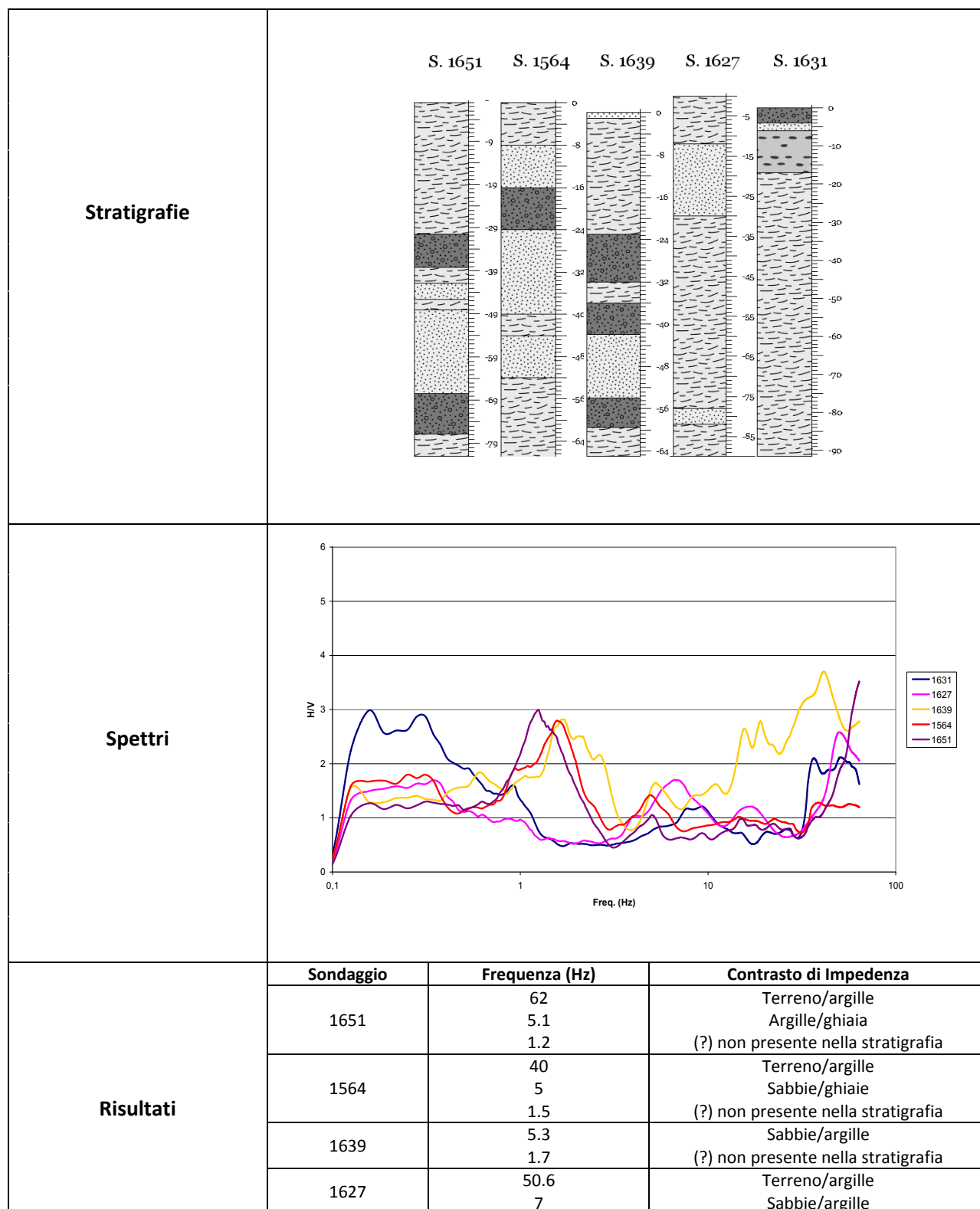


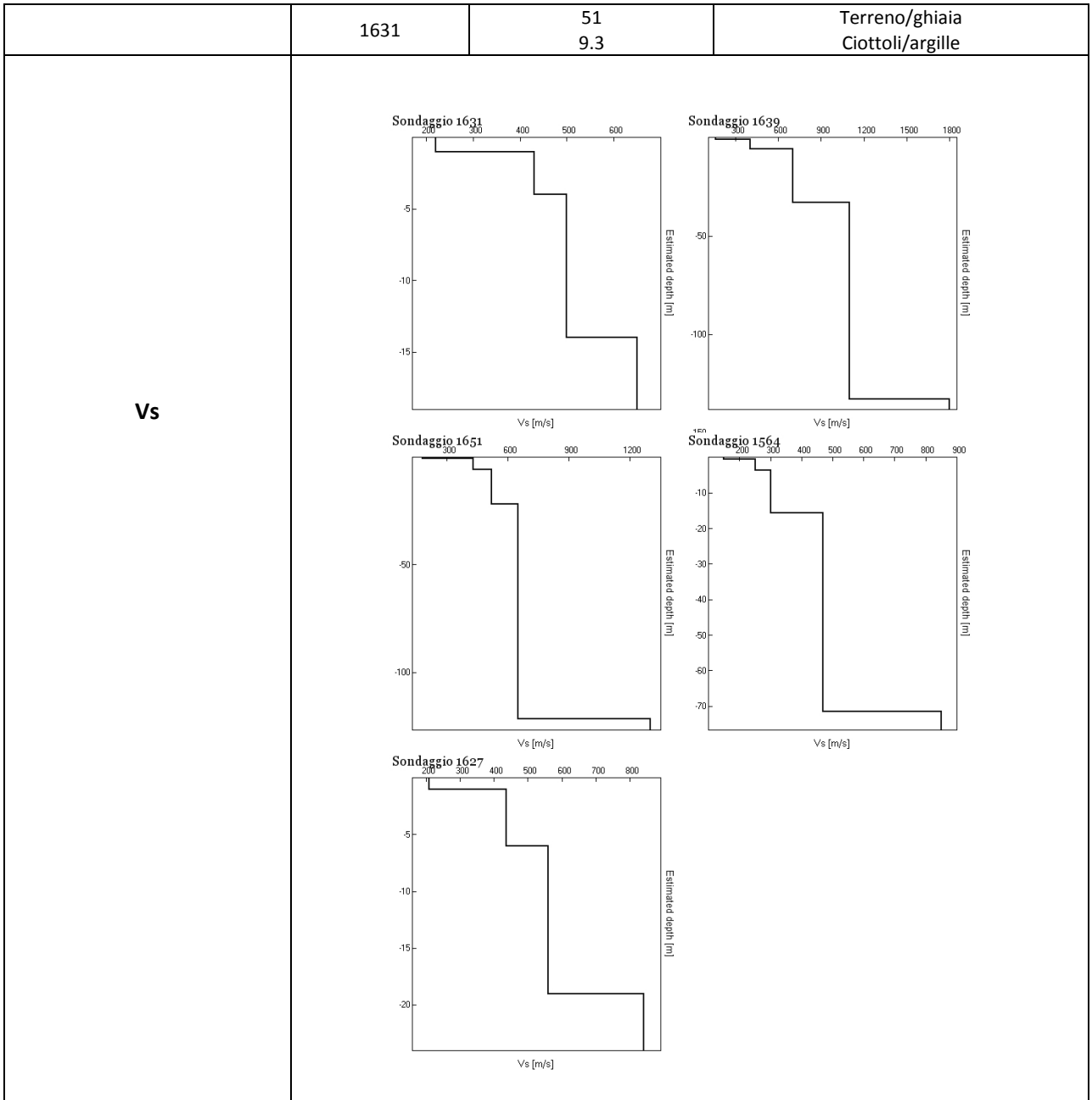


Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 750 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, in particolare è possibile osservare la presenza di un elemento a più elevata velocità al di sotto dei 80 m di profondità, compatibilmente con le osservazioni fatte sulle curve H/V.

Area – MM'

In questa area sono stati analizzati cinque sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud della città di Catania.



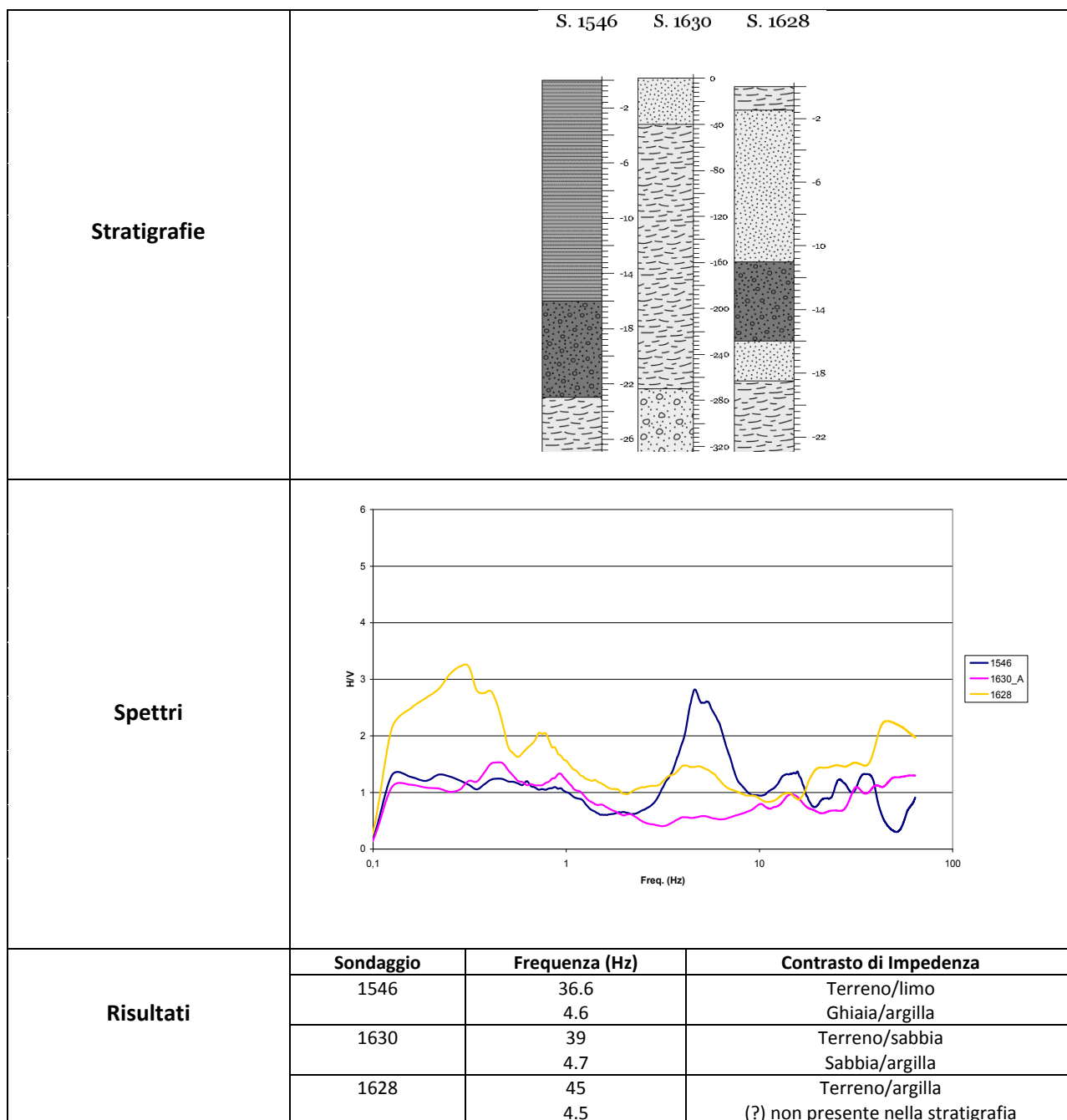


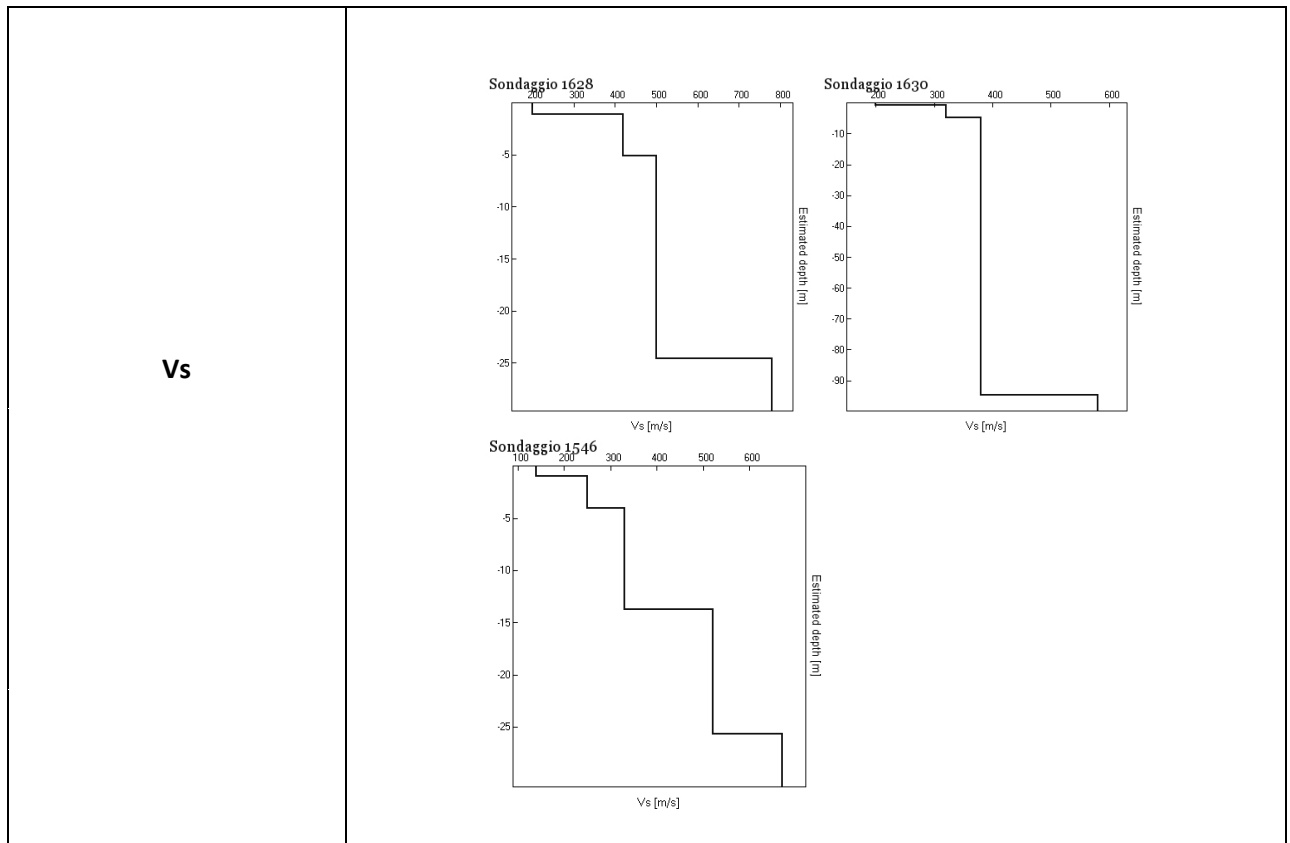
Dall’interpretazione dell’andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità evidenziata dai picchi a 5 -7 Hz, legata al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza delle sabbie-ghiaie; una seconda discontinuità rilevata dall’analisi dei picchi presenti ad 1 Hz che mettono in luce una discontinuità più profonda, non associabile ad alcun litotipo noto.

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 750 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, inoltre è possibile osservare l’aumento delle velocità delle onde S in prossimità del sondaggio 1639.

Area – NN'

In questa area sono stati analizzati tre sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità della contrada Gelso Bianco.





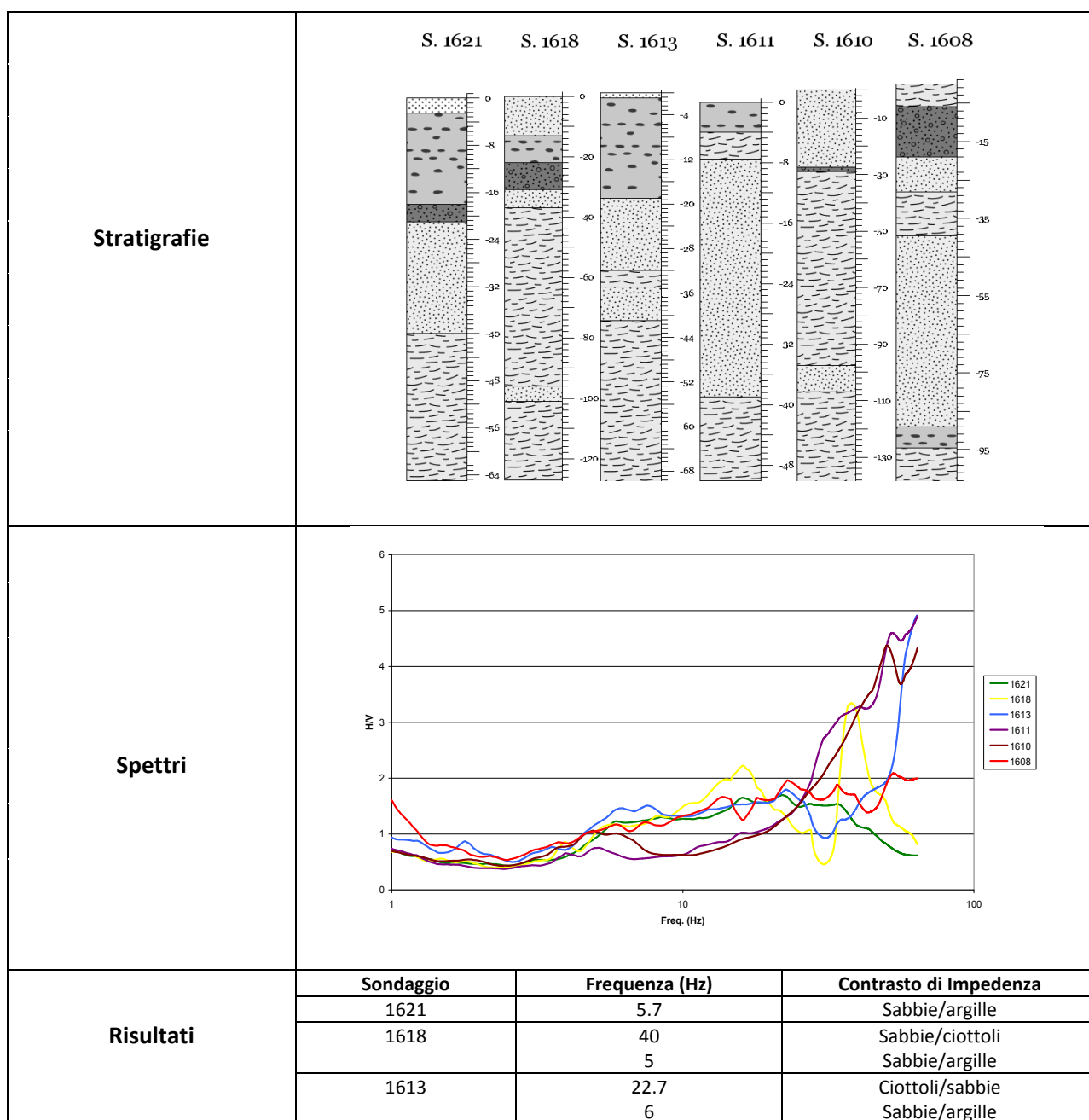
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità superficiale evidenziata dai picchi presenti tra 30 - 40 Hz connessa al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza del materiale di riporto; una seconda discontinuità rilevata dall'analisi dei picchi presenti tra 4 e 5 Hz, dovuta al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza di un orizzonte argilloso.

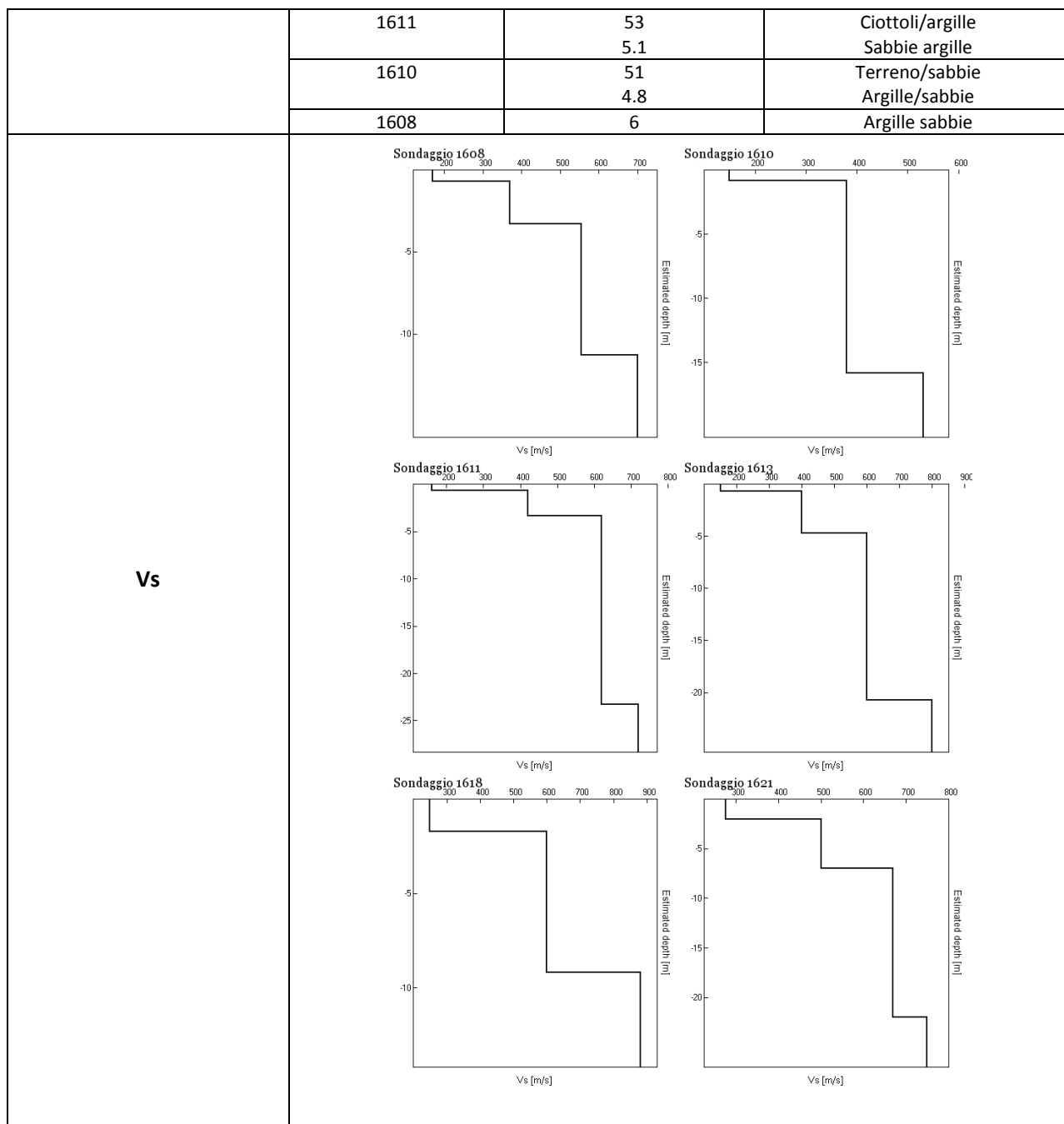
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 700 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – OO'

In questa area sono stati analizzati tre sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità di Motta S. Anastasia.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare delle discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici. In particolare si osserva una discontinuità evidenziata dai picchi presenti tra 5 - 6 Hz connessa al contrasto d'impedenza generatosi dal contatto tra le sabbie e le argille.

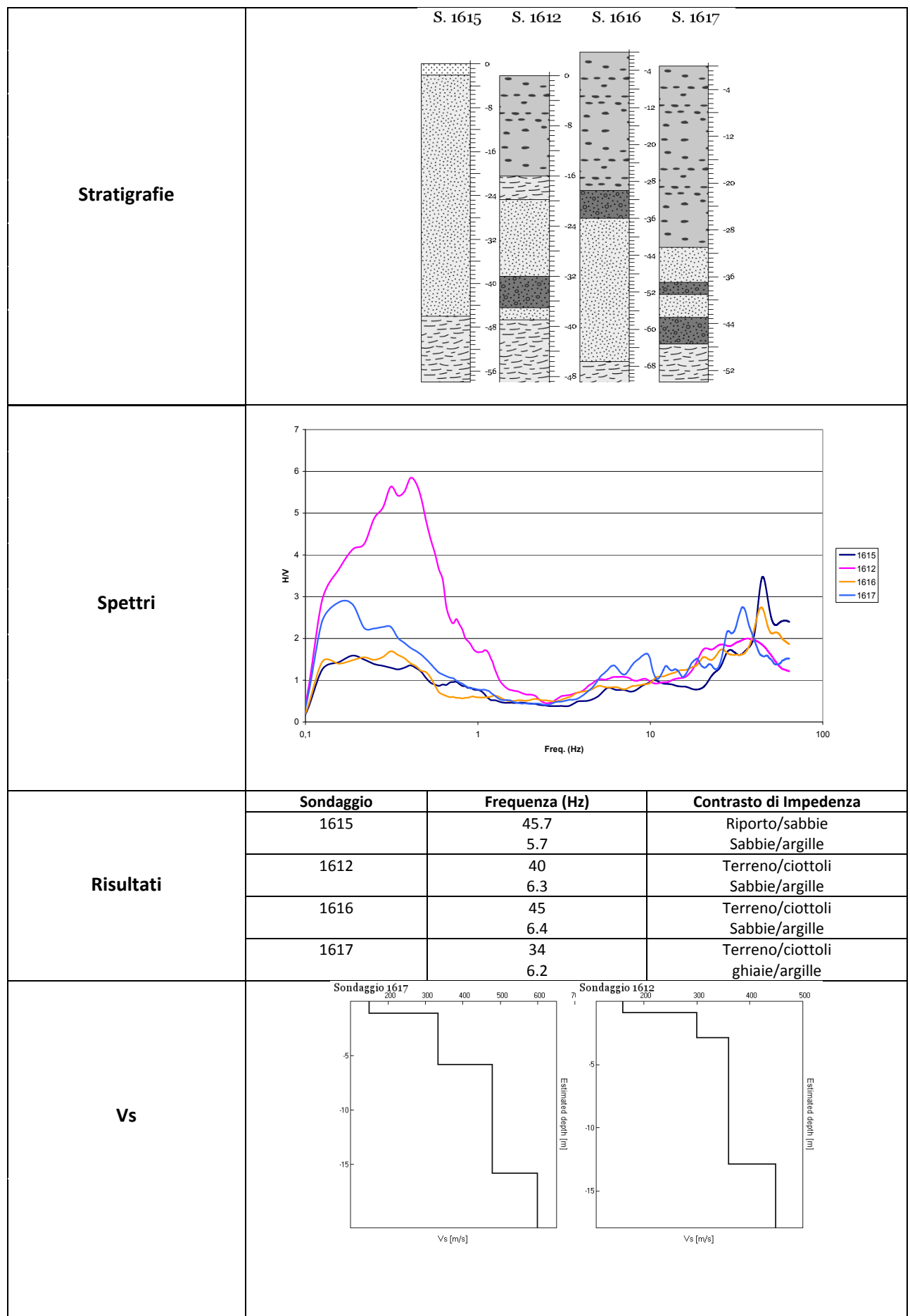


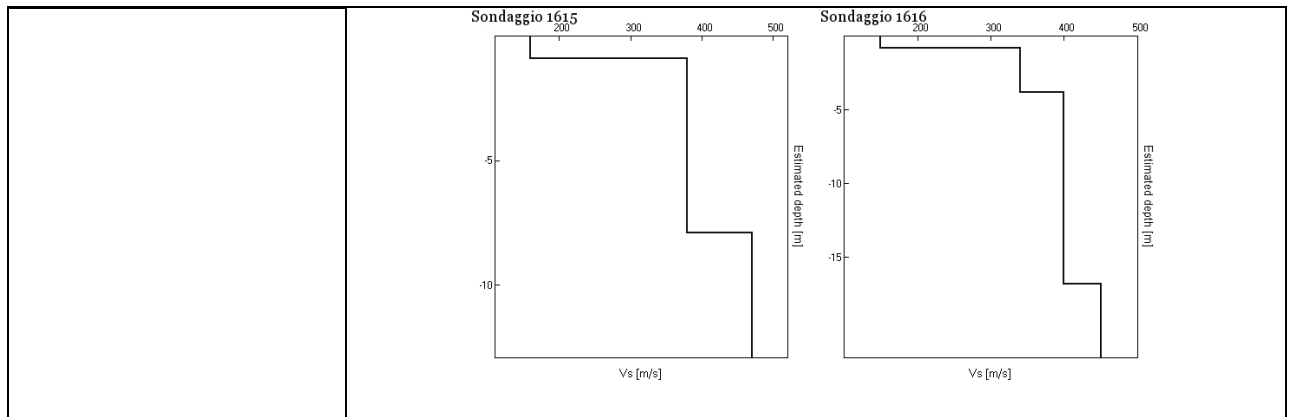


Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 750 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – PP'

In questa area sono stati analizzati quattro sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità della contrada Gelso Bianco.





Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile rilevare una prima discontinuità superficiale evidenziata dai picchi presenti tra 30 - 40 Hz connessa al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza del materiale di riporto; una seconda discontinuità rilevata dall'analisi dei picchi presenti tra 5 e 6 Hz, dovuta dalla presenza di un orizzonte argilloso.

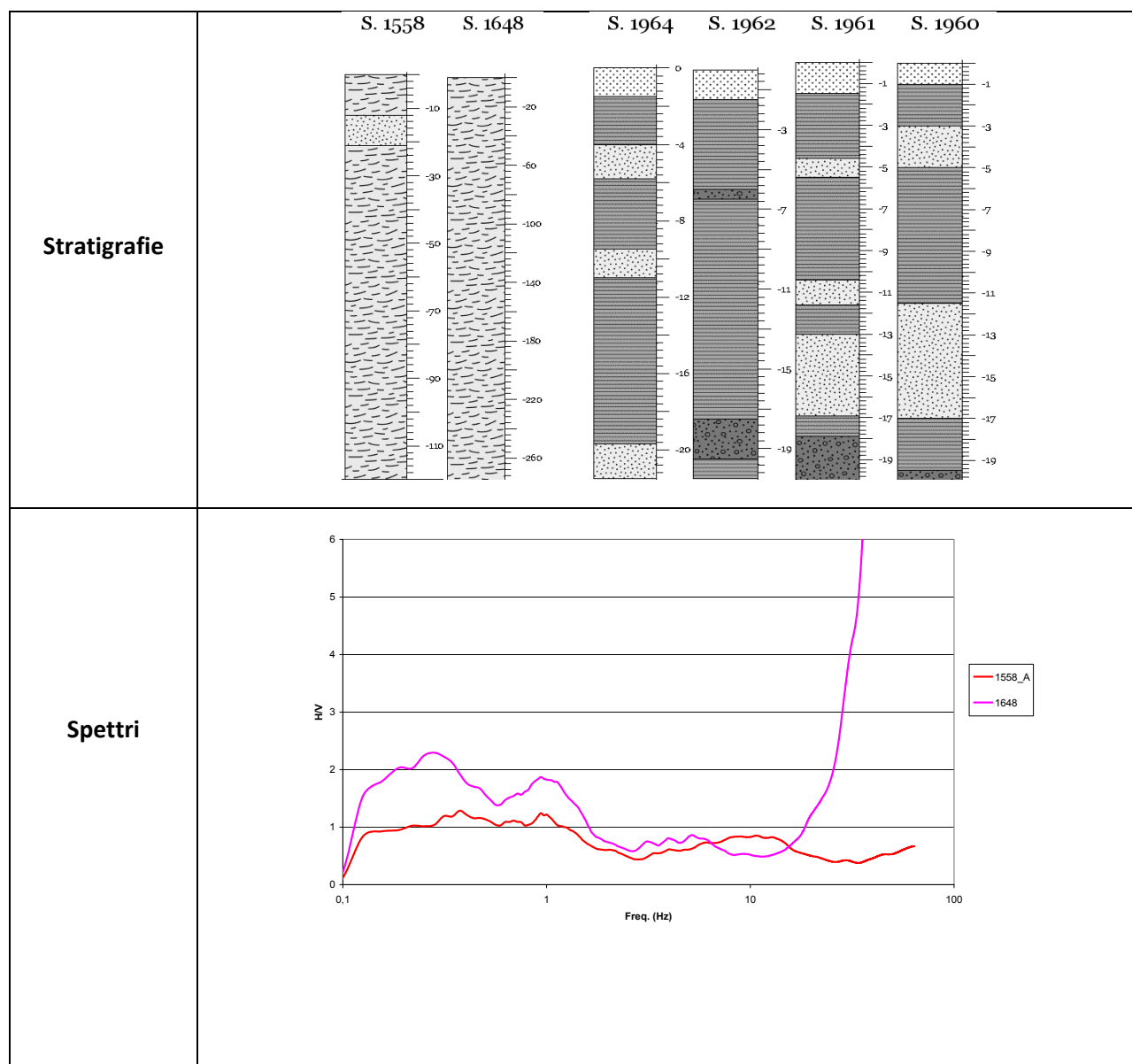
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 550 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

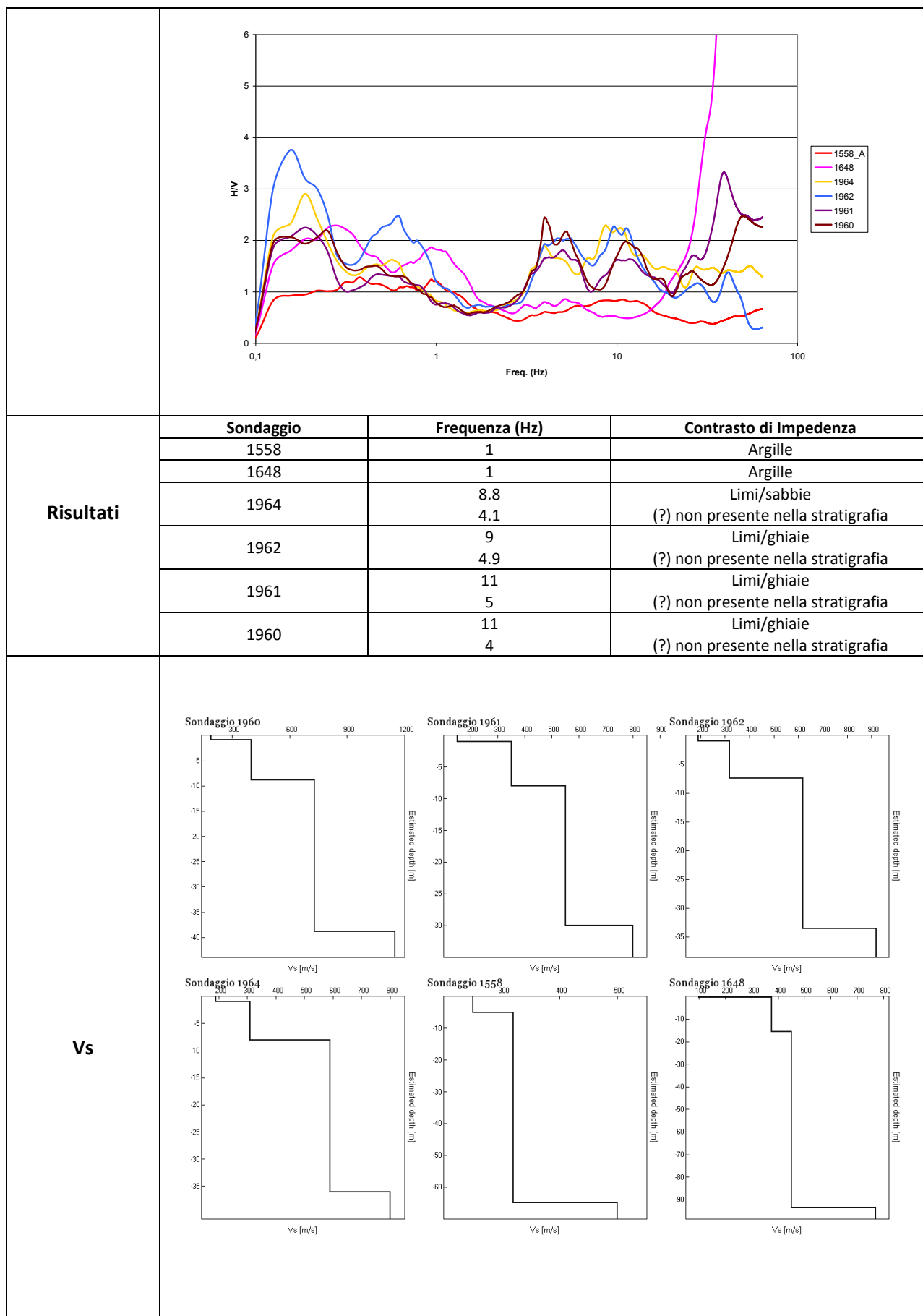
Area – QQ'

In questa area sono stati analizzati sei sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania.

Per la posizione geografica dei sondaggi è stato possibile distinguere due diversi settori che sono stati analizzati separatamente.

Per quanto concerne i sondaggi 1558 e 1648, dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile osservare una discontinuità profonda evidenziata dai picchi presenti ad 1 Hz connessa al contrasto di impedenza generatosi all'interno del deposito argilloso.





Per quanto riguarda i sondaggi 1964, 1962, 1961 e 1960, sono state individuate due distinte discontinuità, una più superficiale (8 – 10 Hz) connessa al passaggio tra i limi e le sabbie-ghiaie ed una più profonda (4 – 5 Hz), non associabile ad alcun litotipo noto.

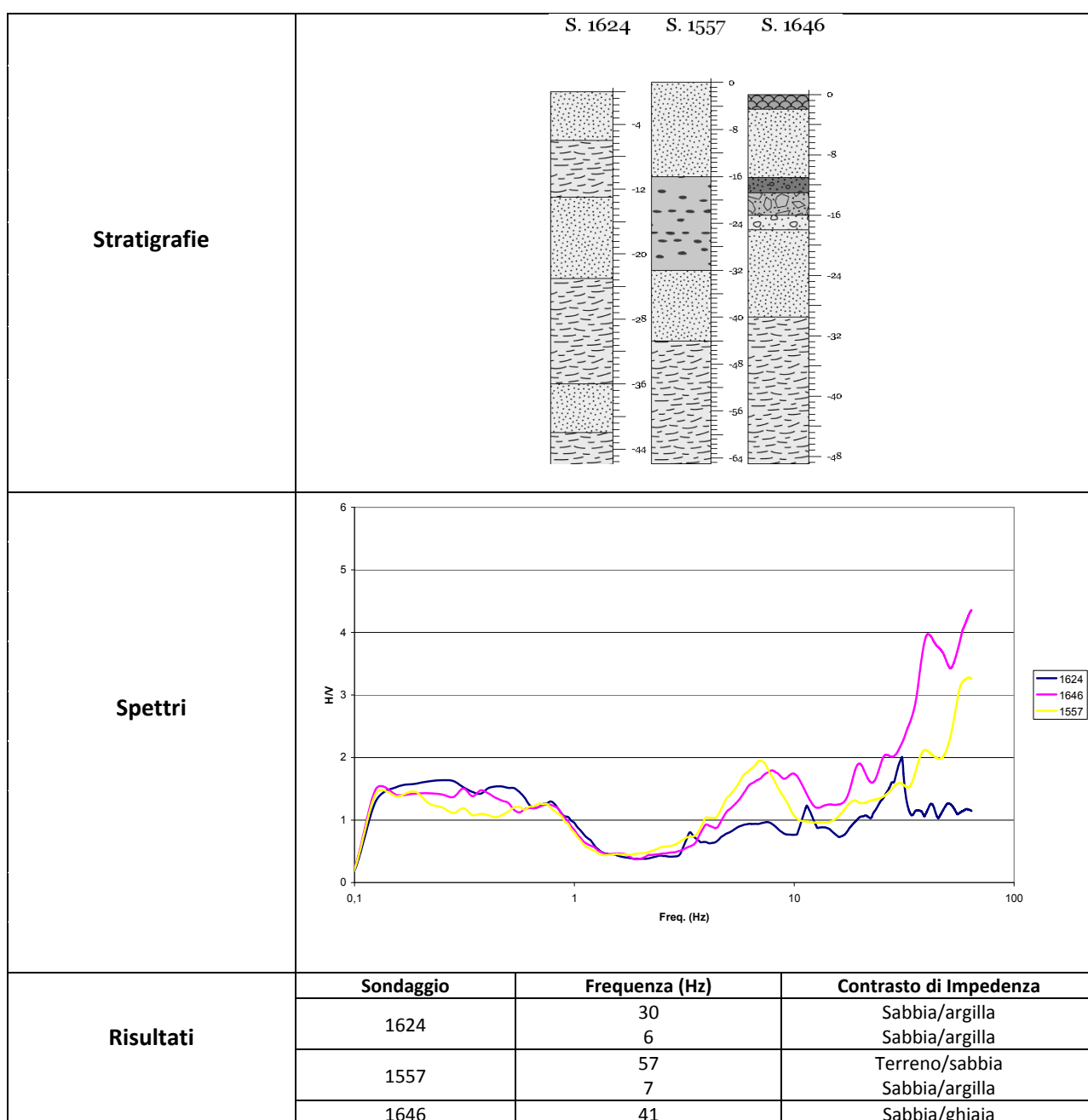
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 850 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, inoltre è ben visibile il differente comportamento dei due settori sopra descritti.

Area – RR'

In questa area sono stati analizzati tre sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di Misterbianco.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile osservare una discontinuità evidenziata dai picchi presenti tra 6 - 7 Hz connessa al contrasto di impedenza generatosi dal contatto tra le sabbie e le argille.

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 550 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.



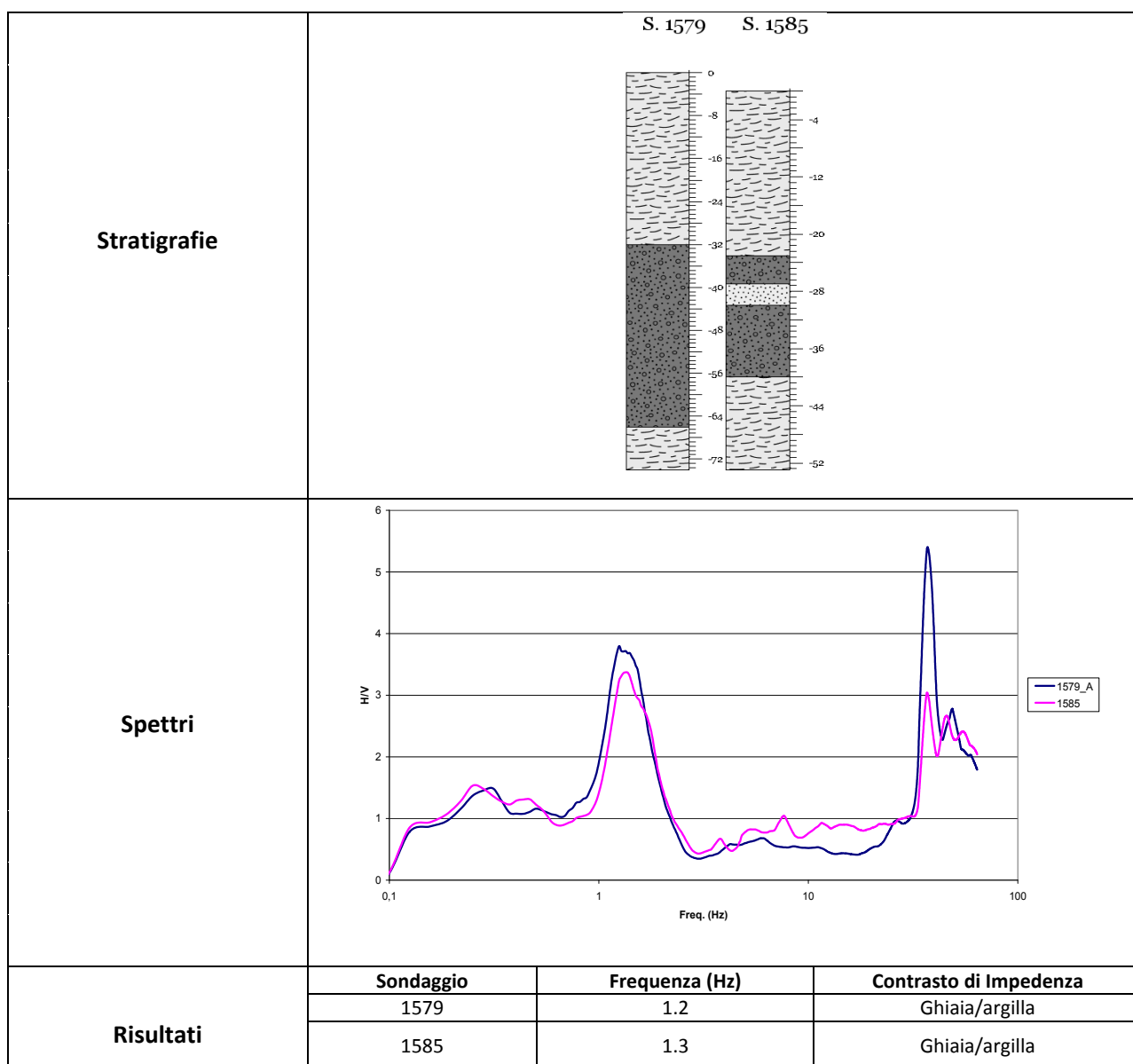
		7.7	Sabbia/argilla																														
Vs	Sondaggio 1646 <table><caption>Data for Sondaggio 1646</caption><tr><th>Estimated depth [m]</th><th>Vs [m/s]</th></tr><tr><td>0</td><td>250</td></tr><tr><td>4</td><td>250</td></tr><tr><td>14</td><td>550</td></tr><tr><td>18</td><td>550</td></tr></table> Sondaggio 1557 <table><caption>Data for Sondaggio 1557</caption><tr><th>Estimated depth [m]</th><th>Vs [m/s]</th></tr><tr><td>0</td><td>250</td></tr><tr><td>4</td><td>250</td></tr><tr><td>14</td><td>400</td></tr><tr><td>18</td><td>400</td></tr></table> Sondaggio 1624 <table><caption>Data for Sondaggio 1624</caption><tr><th>Estimated depth [m]</th><th>Vs [m/s]</th></tr><tr><td>0</td><td>250</td></tr><tr><td>2</td><td>250</td></tr><tr><td>4</td><td>350</td></tr><tr><td>10</td><td>350</td></tr></table>			Estimated depth [m]	Vs [m/s]	0	250	4	250	14	550	18	550	Estimated depth [m]	Vs [m/s]	0	250	4	250	14	400	18	400	Estimated depth [m]	Vs [m/s]	0	250	2	250	4	350	10	350
Estimated depth [m]	Vs [m/s]																																
0	250																																
4	250																																
14	550																																
18	550																																
Estimated depth [m]	Vs [m/s]																																
0	250																																
4	250																																
14	400																																
18	400																																
Estimated depth [m]	Vs [m/s]																																
0	250																																
2	250																																
4	350																																
10	350																																

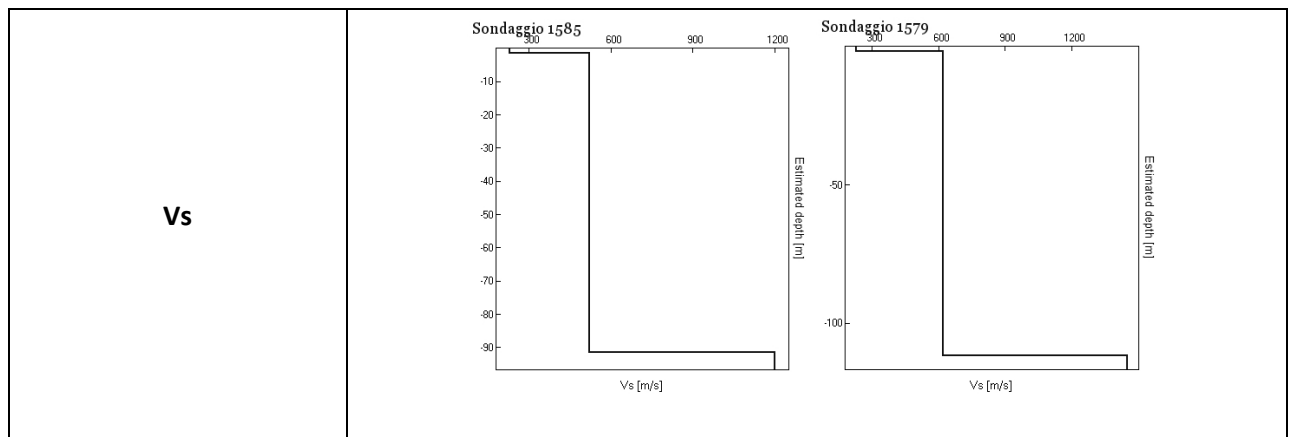
Area – SS'

In questa area sono stati analizzati due sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità della Zona Industriale di Catania.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile osservare una discontinuità evidenziata dai picchi presenti tra 1 - 2 Hz connessa al contrasto di impedenza generatosi dal contatto tra le ghiaie e le argille.

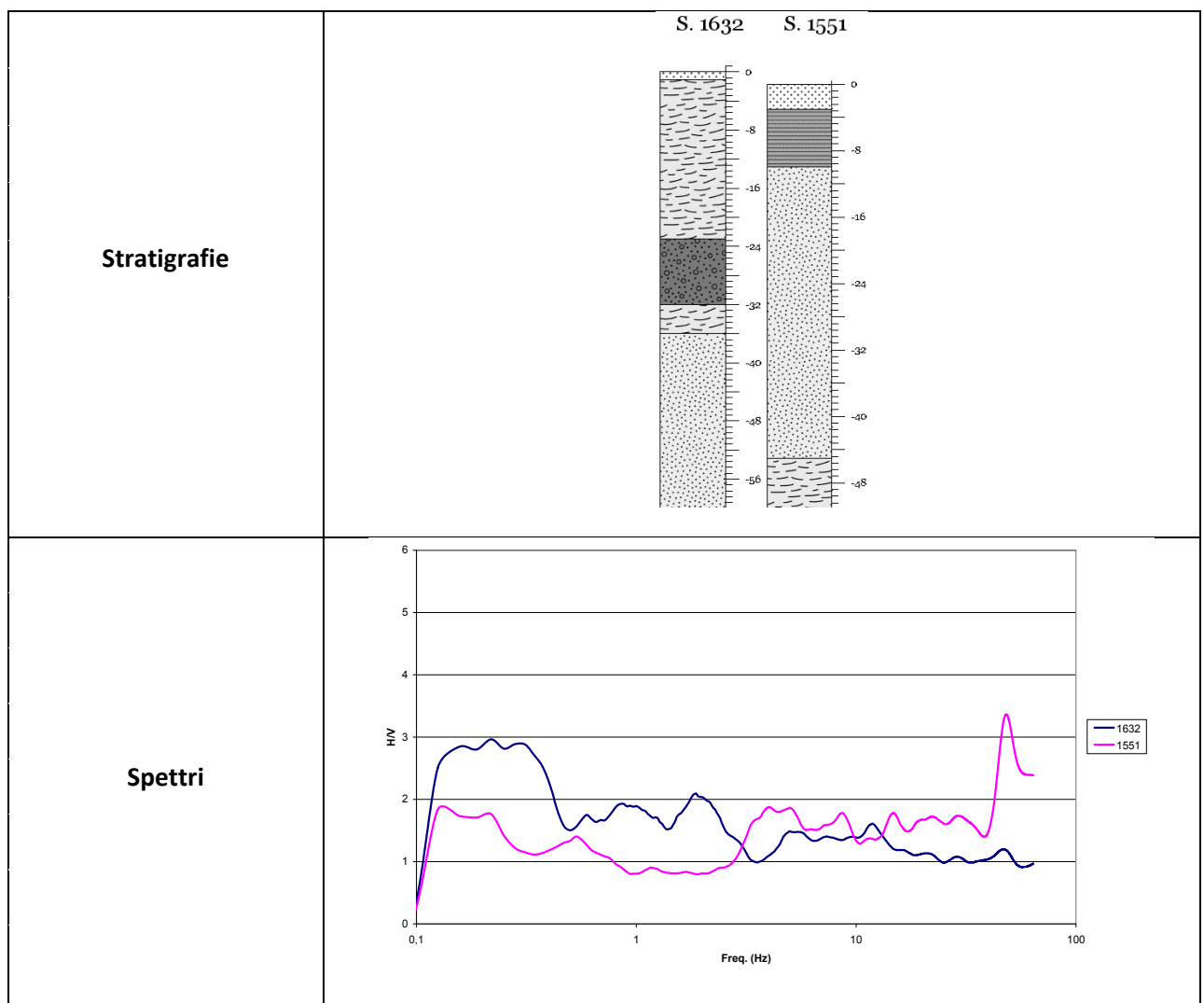
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 700 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

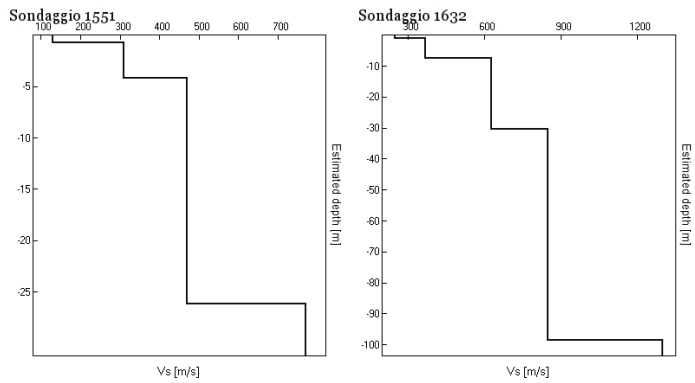




Area – TT'

In questa area sono stati analizzati due sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità della contrada Gelso Bianco.



Risultati	Sondaggio	Frequenza (Hz)	Contrasto di Impedenza
	1632	12 5.5 1.8	Argilla/ghiaia Ghiaia/argilla (?) non presente nella stratigrafia
	1551	5.2	Sabbia/argilla
Vs			

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare delle discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici.

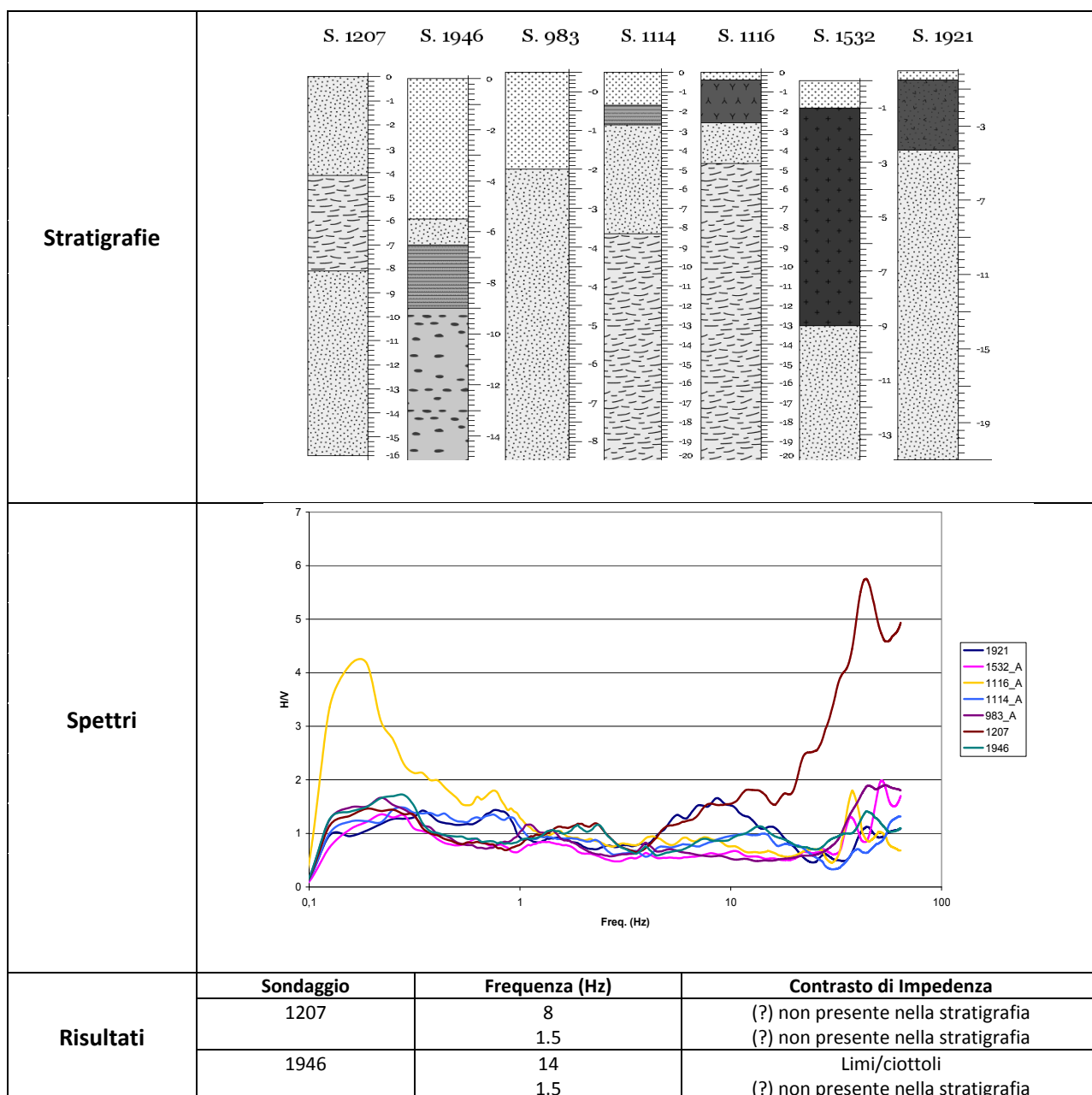
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 650 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

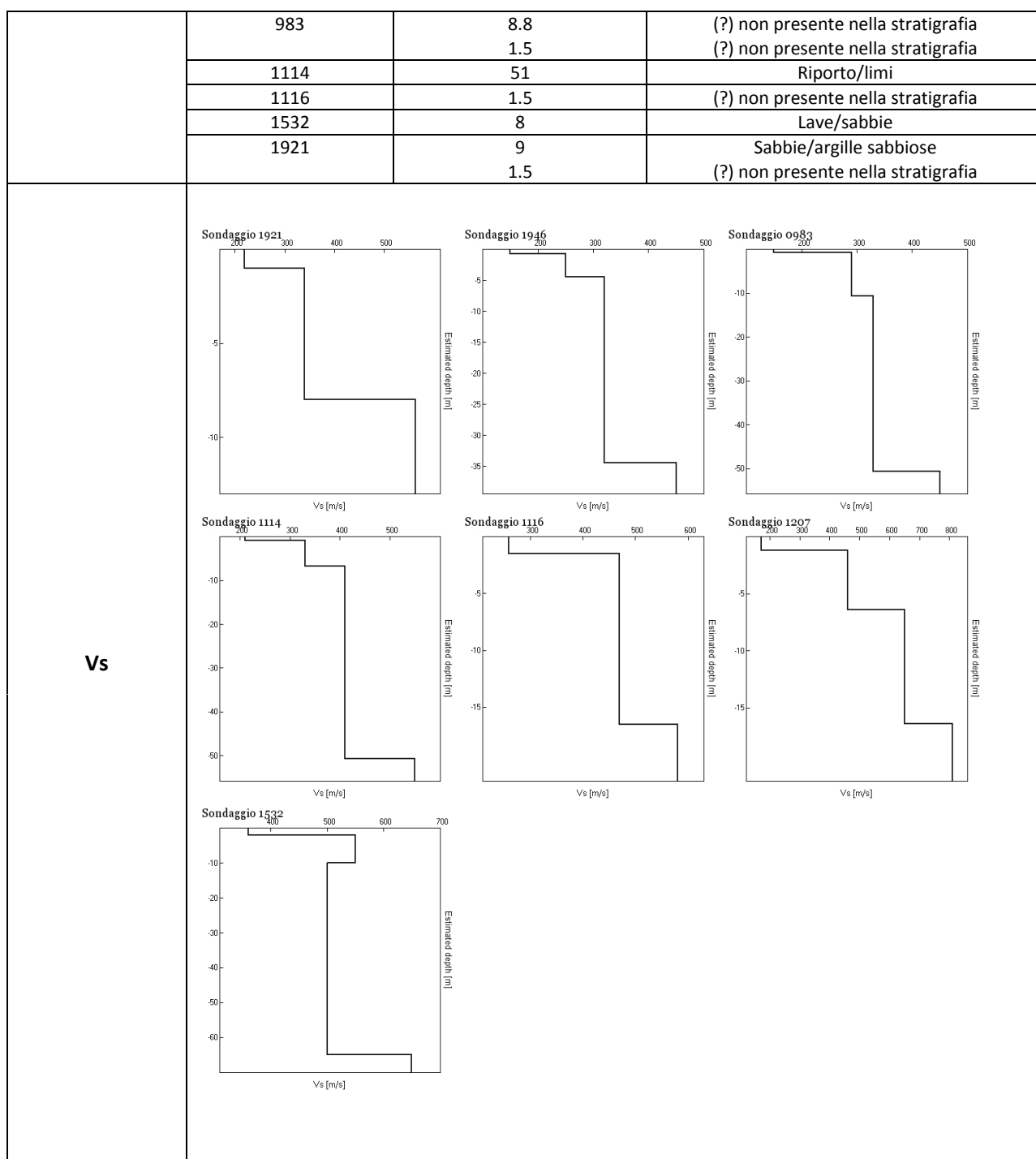
Area – YY'

In questa area sono stati analizzati sette sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità del quartiere di Librino.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare delle discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici.

Inoltre si osserva un picco comune nelle curve H/V a 1 Hz che evidenzia la presenza di una discontinuità profonda, non associabile però ad alcun litotipo noto dalla stratigrafia.





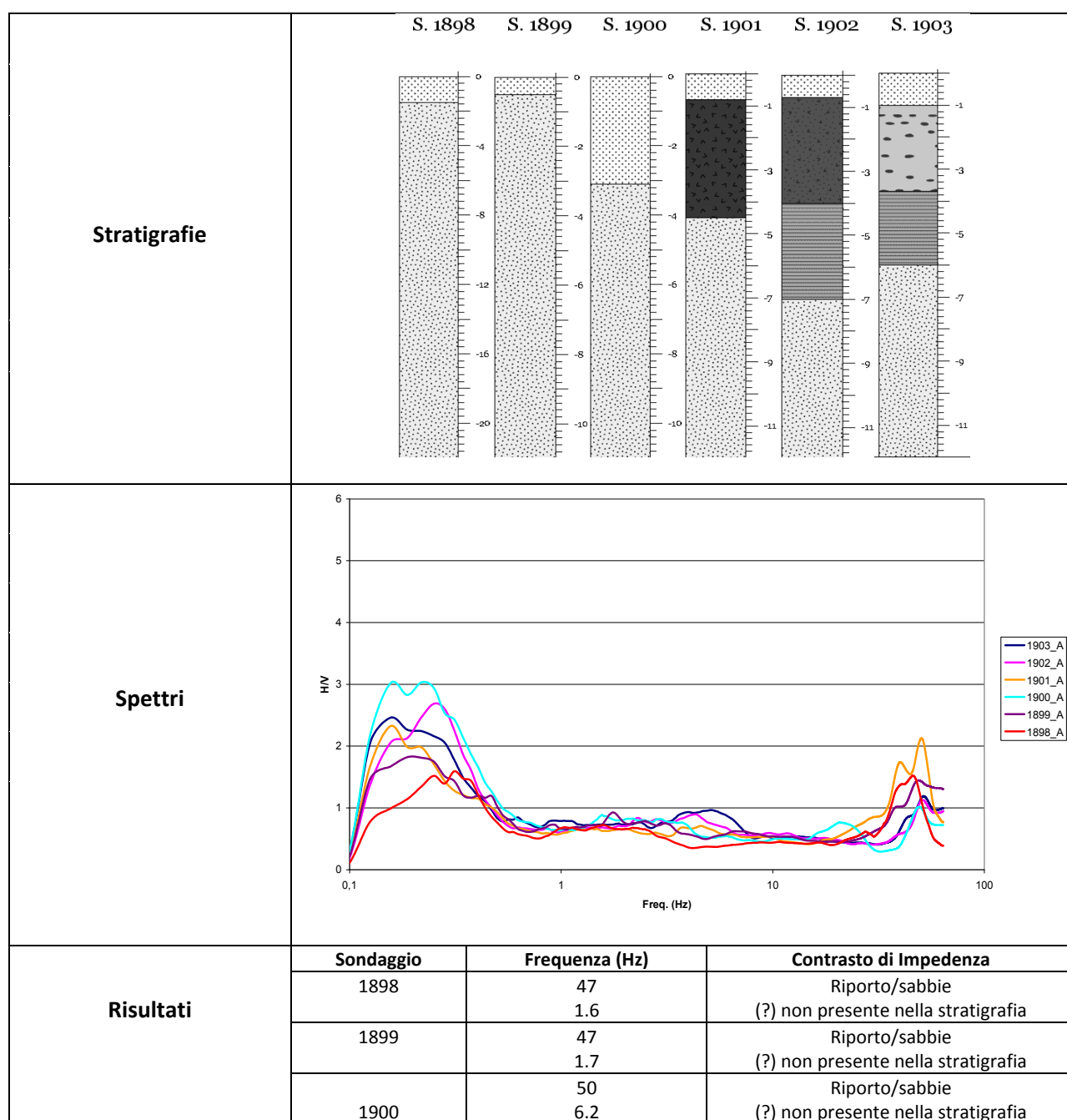
Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 700 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – ZZ'

In questa area sono stati analizzati sei sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare delle discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici.

Inoltre si osserva un picco comune nelle curve H/V a 1,5 Hz che evidenzia la presenza di una discontinuità profonda, non associabile però ad alcun litotipo noto dalla stratigrafia.

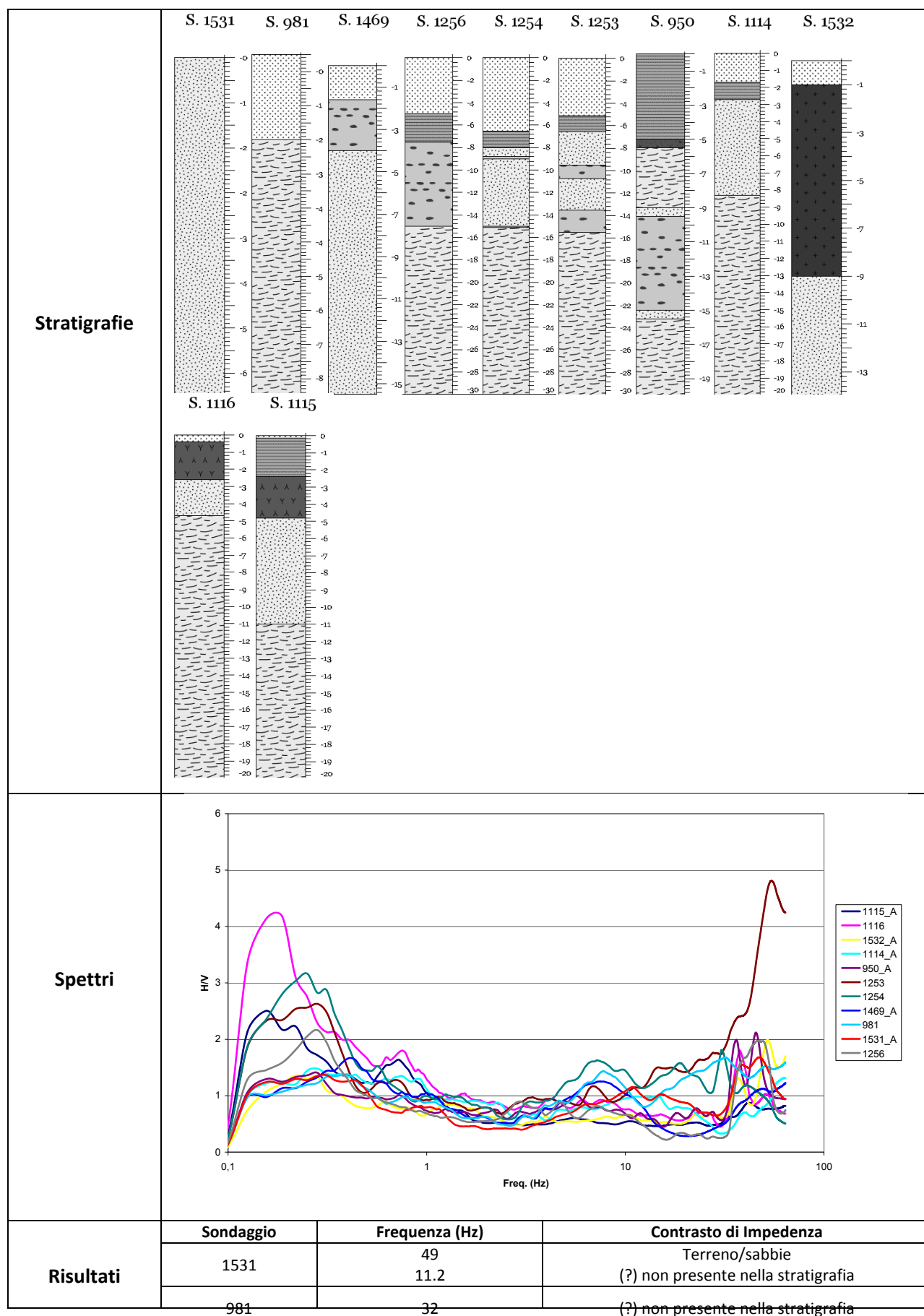


		3.8	(?) non presente nella stratigrafia
		1.5	(?) non presente nella stratigrafia
	1901	51	Riporto/basalto
		4.6	(?) non presente nella stratigrafia
		1.5	(?) non presente nella stratigrafia
	1902	50	Riporto/vulcaniti
		4.4	(?) non presente nella stratigrafia
		2.2	(?) non presente nella stratigrafia
	1903	43	Riporto/ciottoli
		5.3	(?) non riportato nella stratigrafia
Vs			

Dai grafici delle velocità ricavati dalle inversioni delle curve H/V, i valori di velocità variano tra 150 e 550 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – WW'

In questa area sono stati analizzati undici sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania.



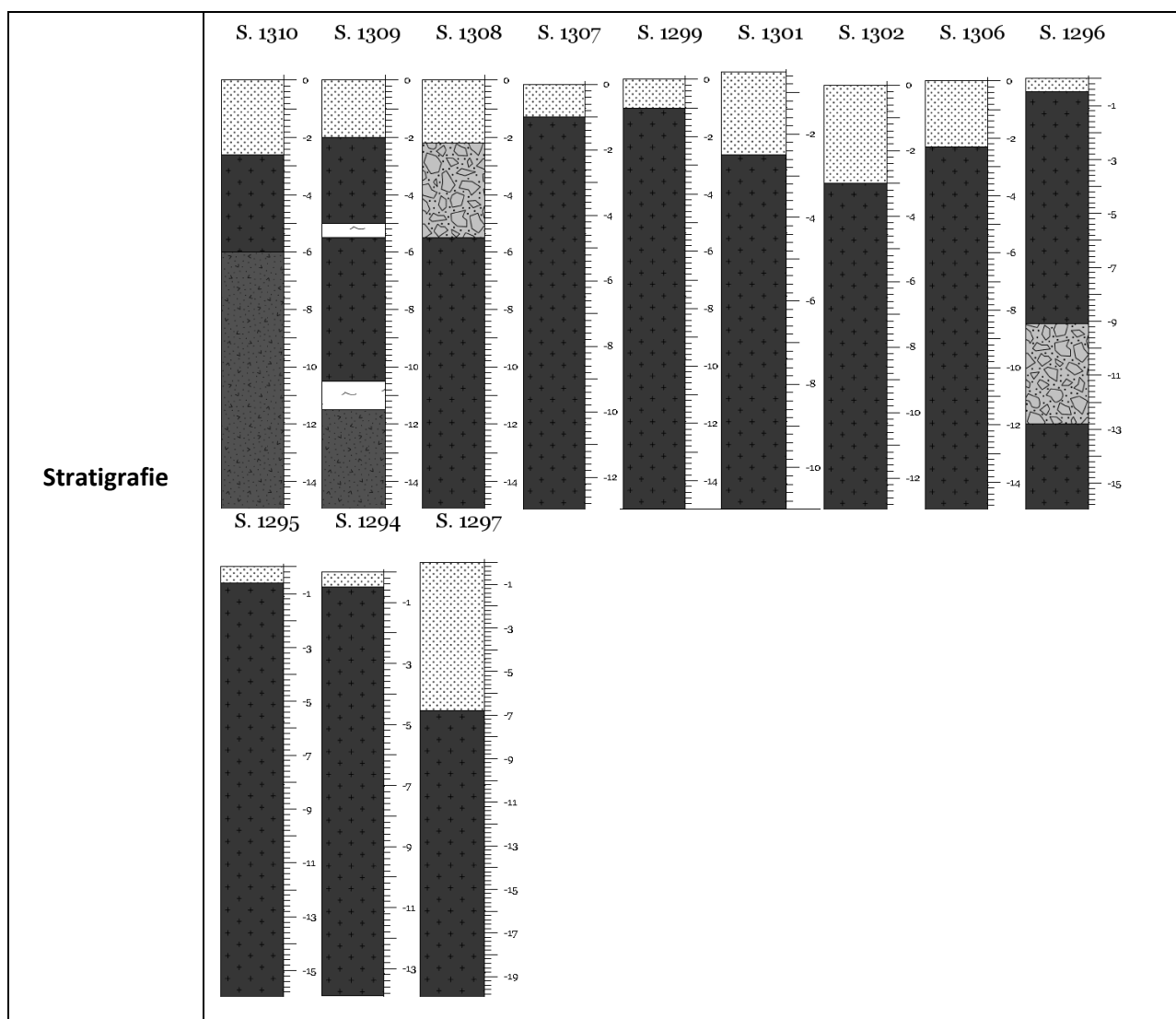
		7	(?) non presente nella stratigrafia
	1469	7.5	(?) non presente nella stratigrafia
	1256	47	Limi/ciottoli
	1254	19	Sabbie/argille
		7	(?) non presente nella stratigrafia
	1253	55	Riporto/limi
		14	Ciottoli/argille
		7	(?) non presente nella stratigrafia
	950	5.7	(?) non presente nella stratigrafia
	1114	51	Riporto/limi
	1532	8	Lave/sabbie
	1116	1.5	(?) non presente nella stratigrafia
Vs	1115	23	Sabbie/argille
		5.7	(?) non presente nella stratigrafia
	Sondaggio 1254		
	Sondaggio 0950		
	Sondaggio 0981		
	Sondaggio 1114		
	Sondaggio 1115		
	Sondaggio 1116		
	Sondaggio 1253		
	Sondaggio 1256		
	Sondaggio 1469		
	Sondaggio 1531		
	Sondaggio 1532		

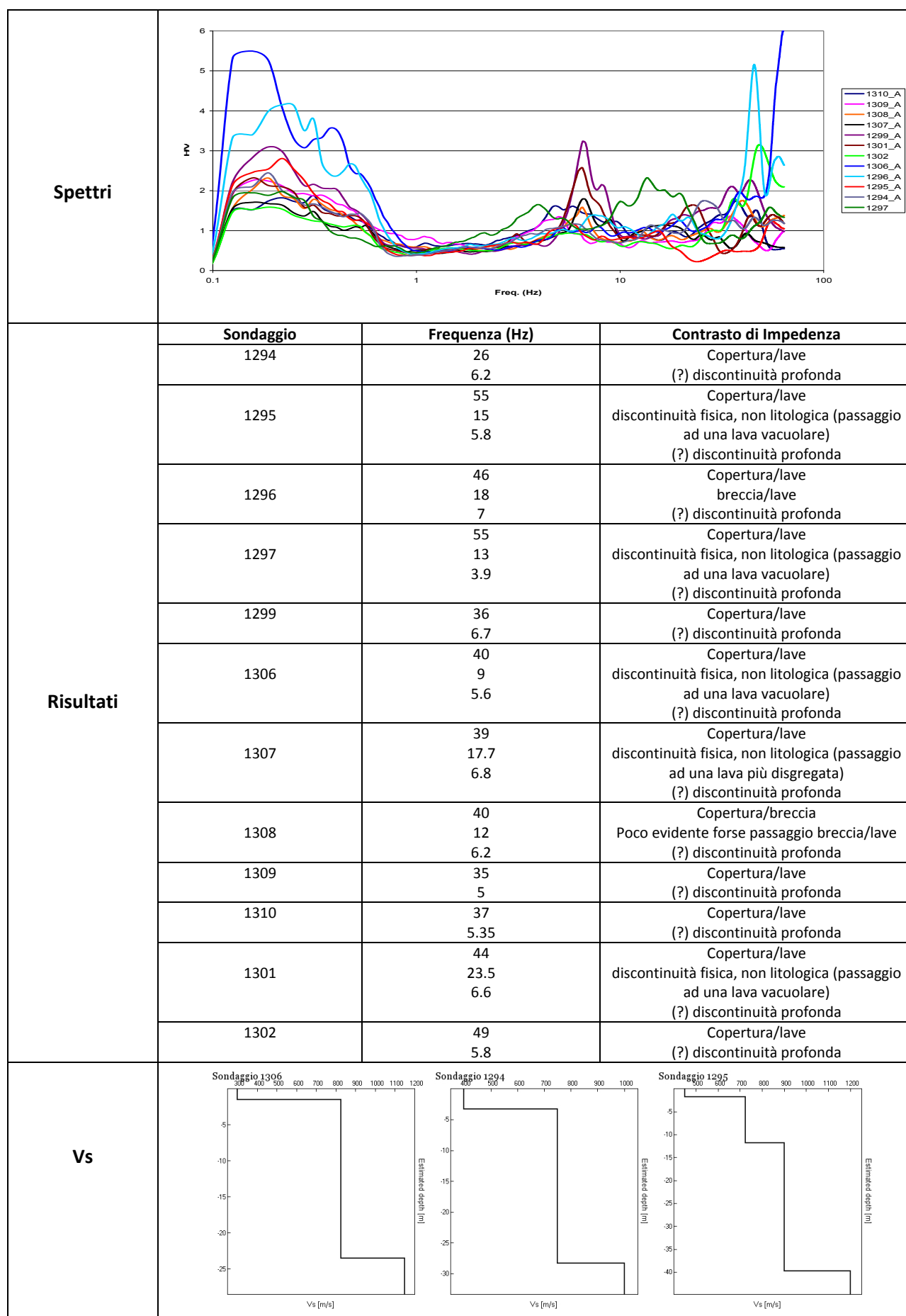
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare delle discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici. In particolare si osserva un picco comune a diverse curve H/V a 7 Hz di frequenza, però non associabile ad alcun litotipo noto.

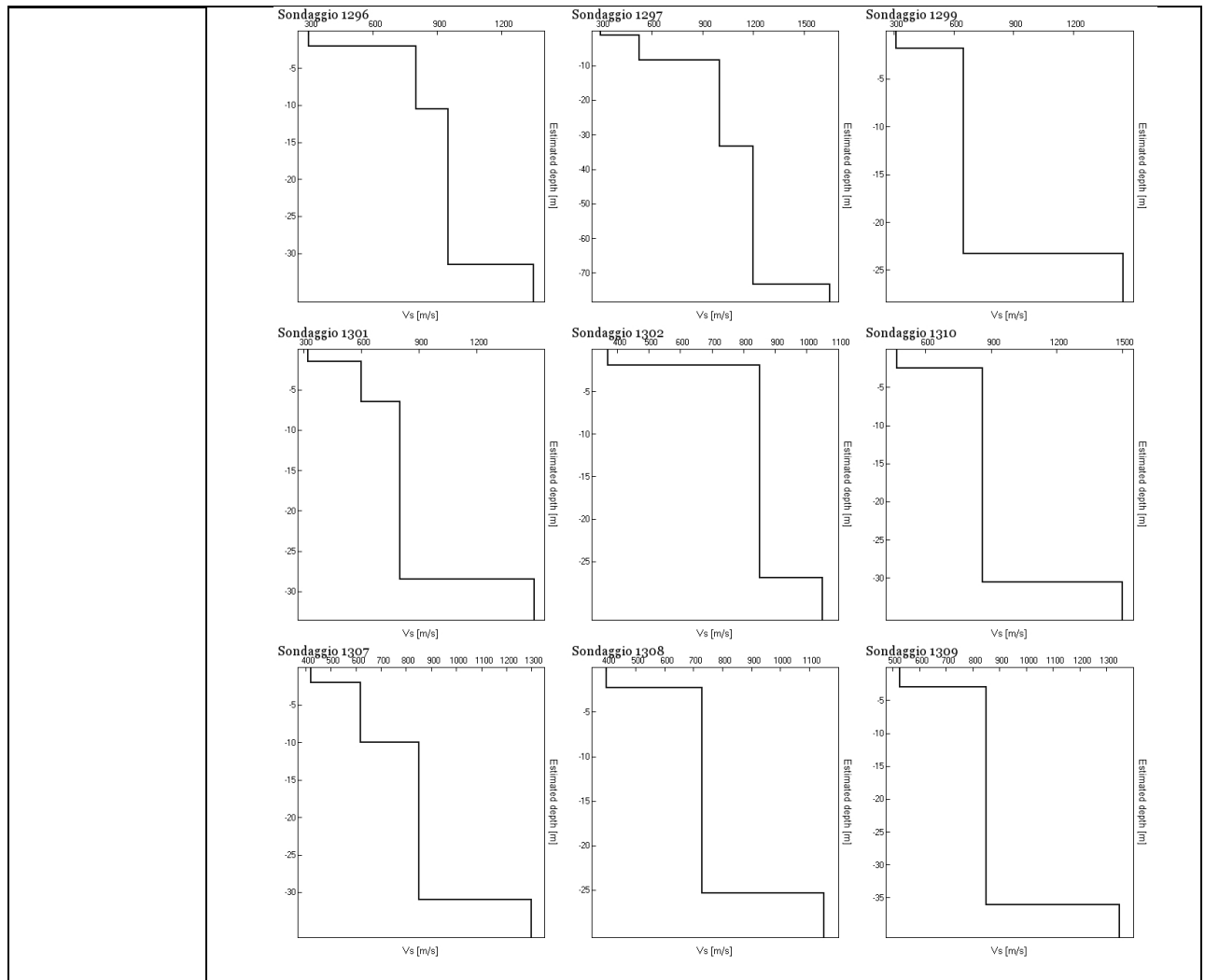
Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 150 e 700 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, in particolare si osserva un evidente aumento delle Vs in corrispondenza del sondaggio 1253.

Area – AB

In questa area sono stati analizzati dodici sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova all'interno dell'abitato di Catania ed è compresa tra il Viale Jonio ed il Corso Italia.

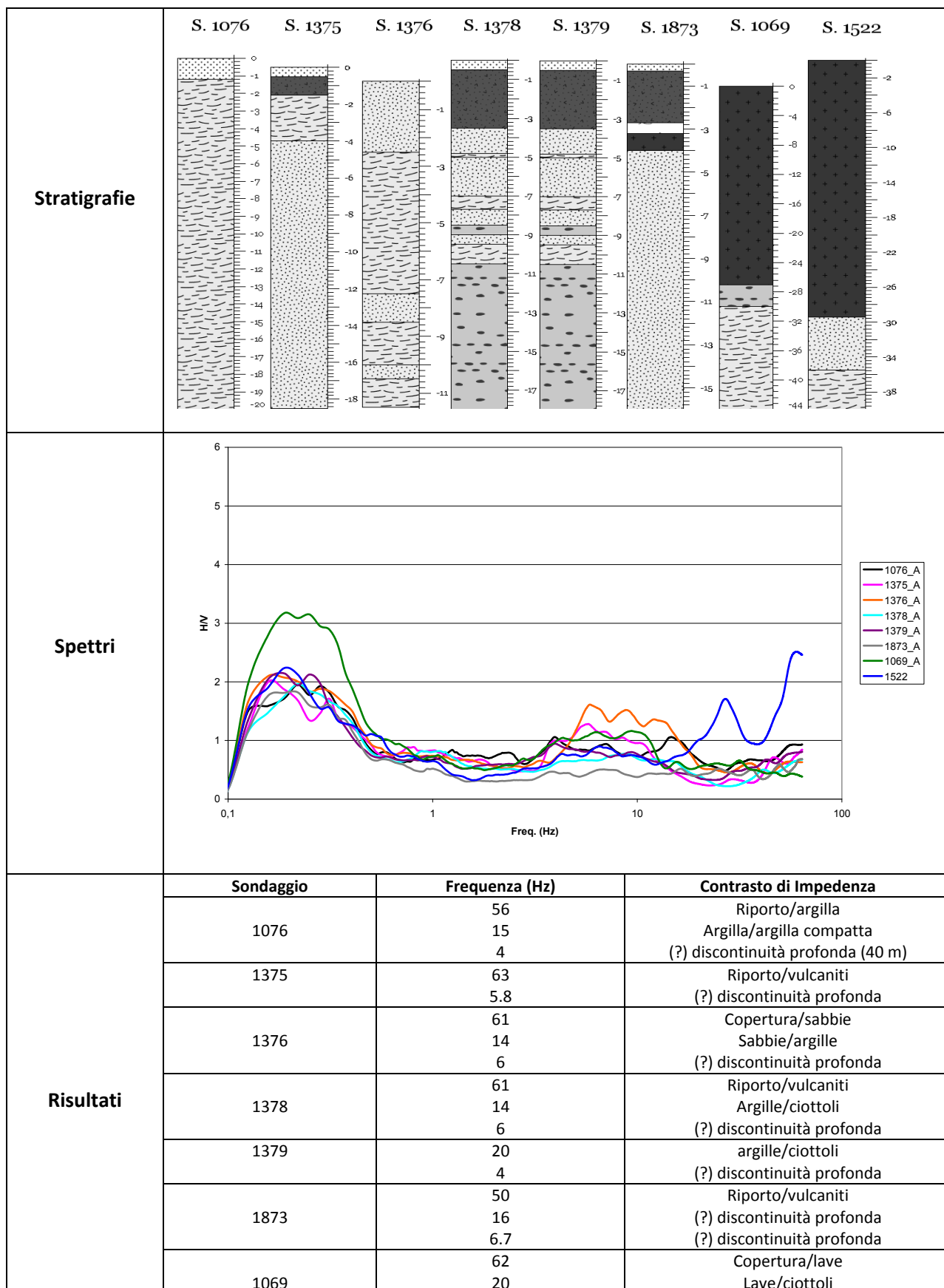


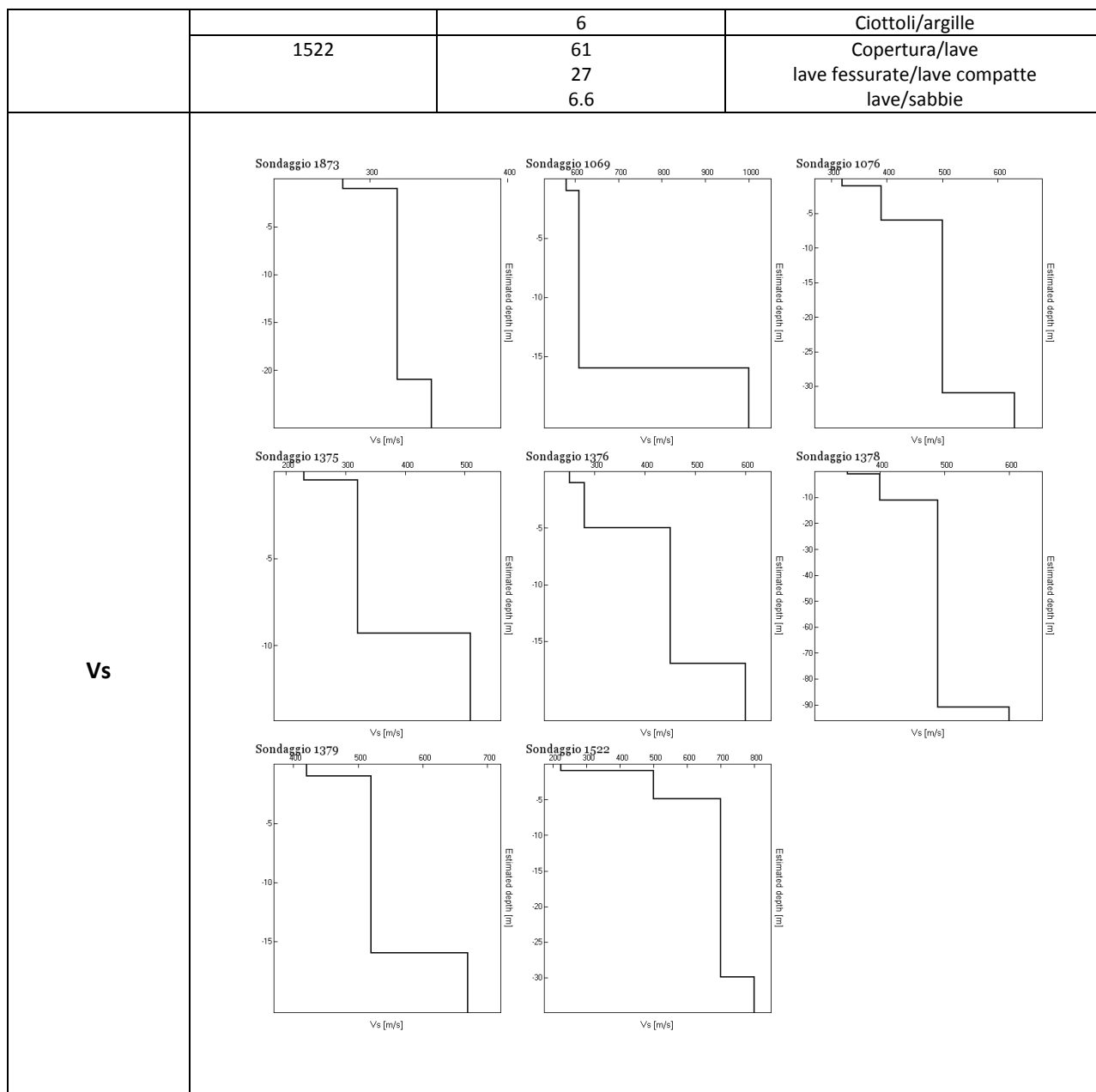




Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale è stato possibile evidenziare due grandi discontinuità presenti in tutti i sondaggi: una prima discontinuità evidente tra i 40 e 50 Hz assimilabile al passaggio tra il materiale di riporto e la roccia lavica compatta sottostante ed una seconda evidente tra 5 e 6 Hz, dovuta ad una discontinuità profonda non presente nelle stratigrafie. Inoltre localmente sono presenti delle discontinuità minori associate a cambiamenti fisici della roccia lavica.

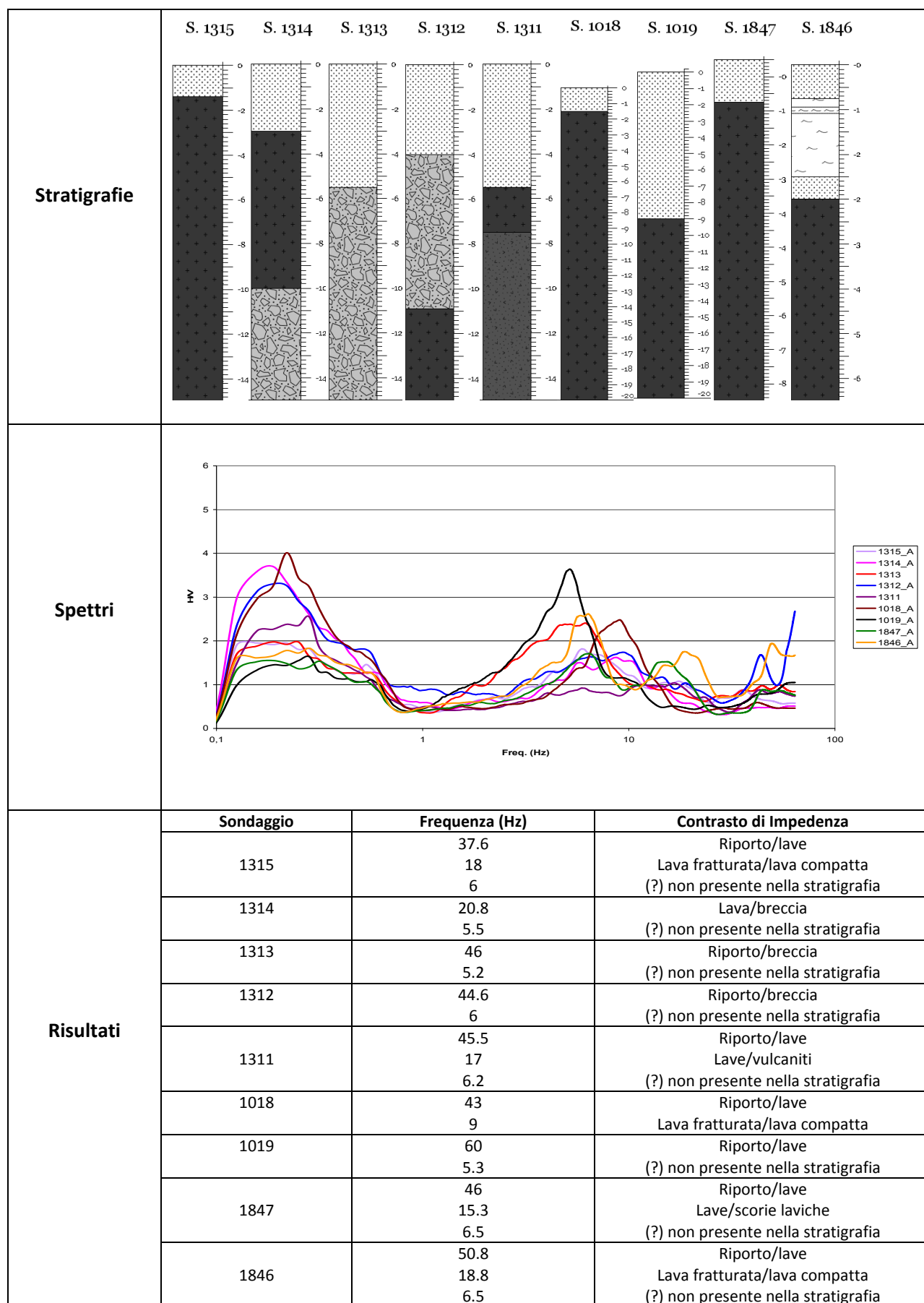
Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 250 e 1450 m/s compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

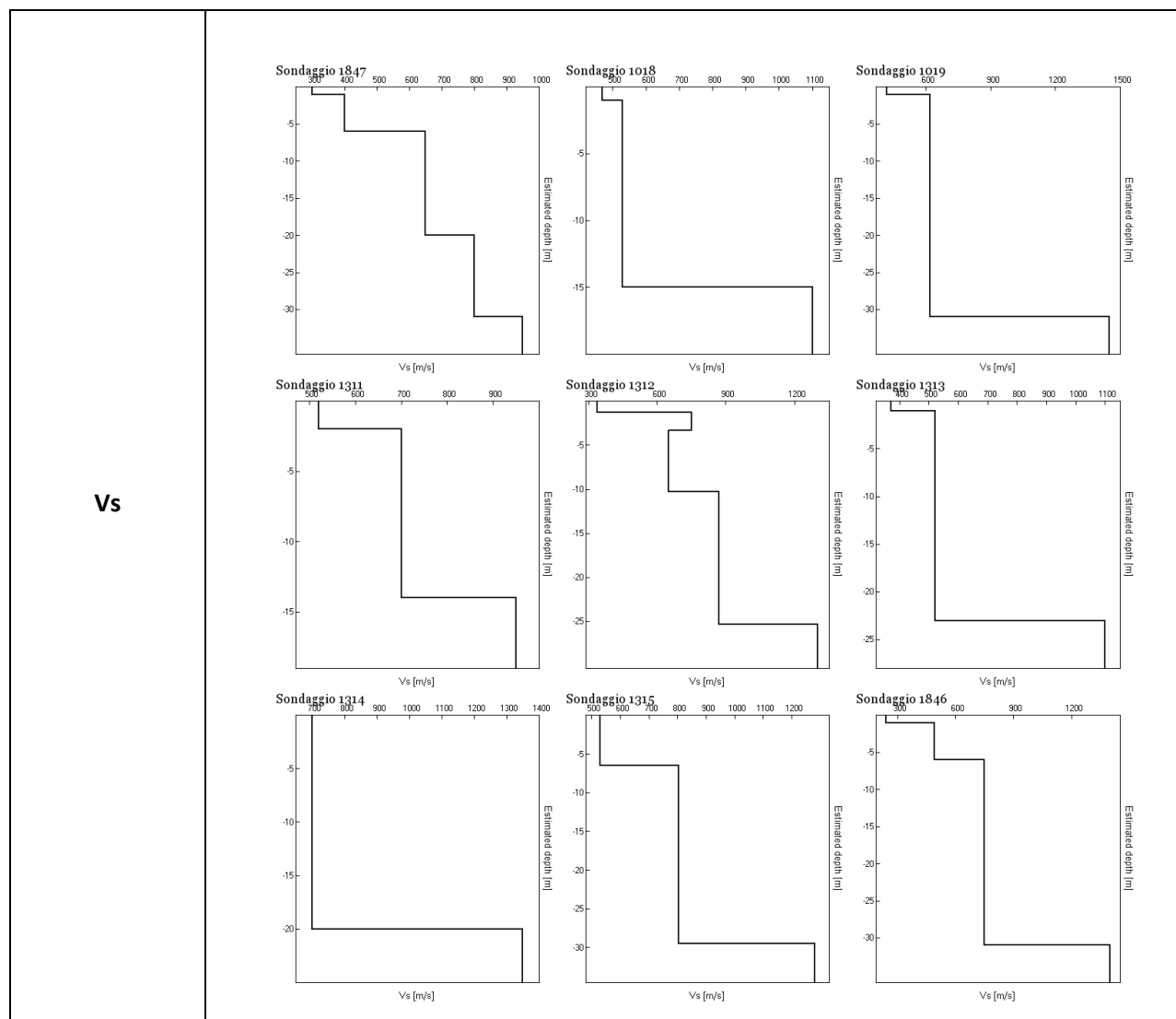
Area – AC



In questa area sono stati analizzati otto sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova all'interno del centro storico della città di Catania.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale è stato possibile evidenziare tre grandi discontinuità: una molto superficiale assimilabile ai 60-62 Hz legata alla presenza del materiale di riporto; una seconda discontinuità è presente intorno a 14-16 Hz ed infine un'altra più profonda è evidenziata dal picco a 6 Hz. Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 150 e 750 m/s compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, si osserva in particolare una discontinuità intorno ai 35 m di profondità ed un netto aumento dei valori di Vs in prossimità delle stazioni 1069 e 1522, a causa della presenza del corpo lavico.

Area – AG



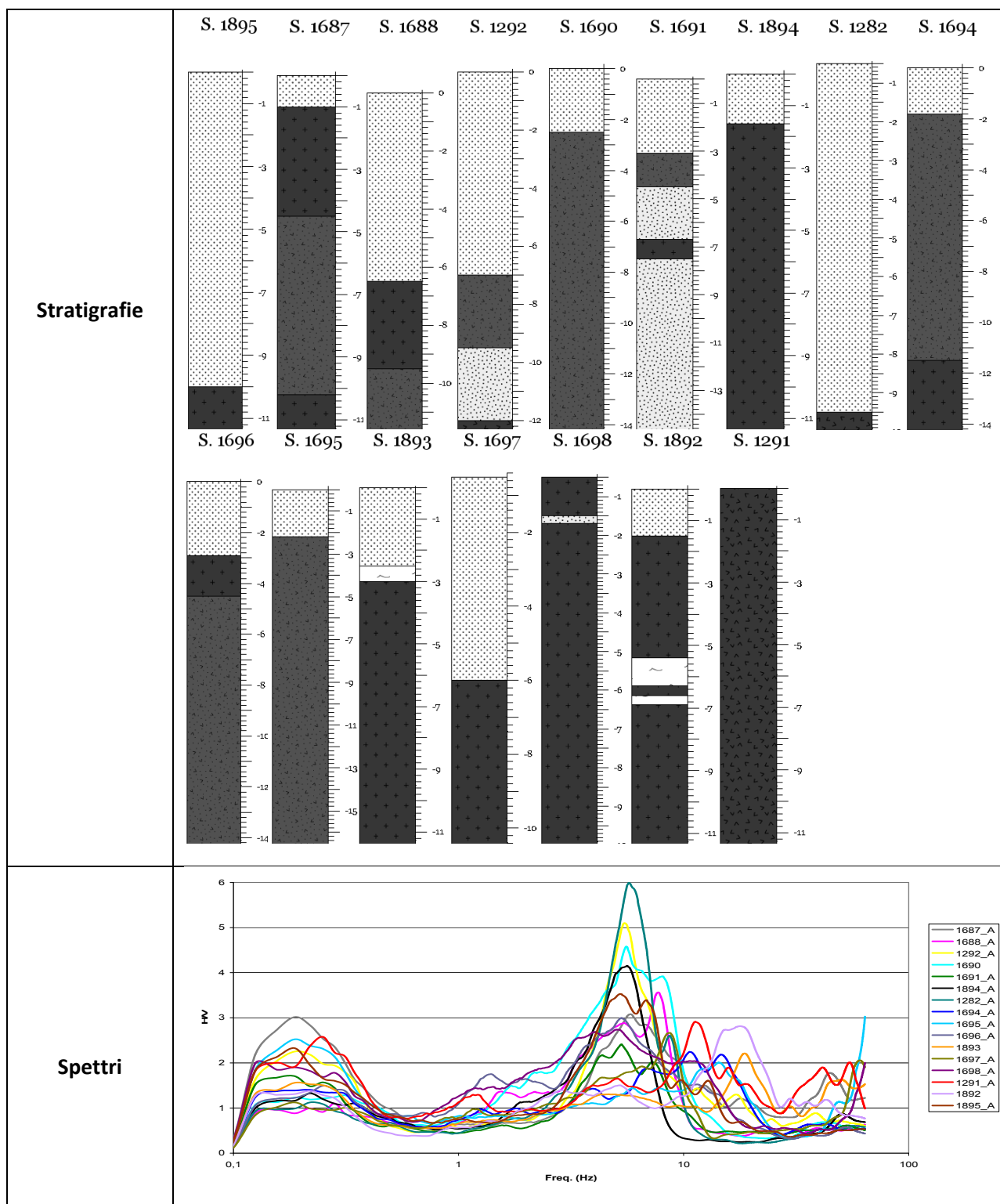
In questa area sono stati analizzati nove sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di Catania, tra il corso delle Provincie ed il Corso Italia.

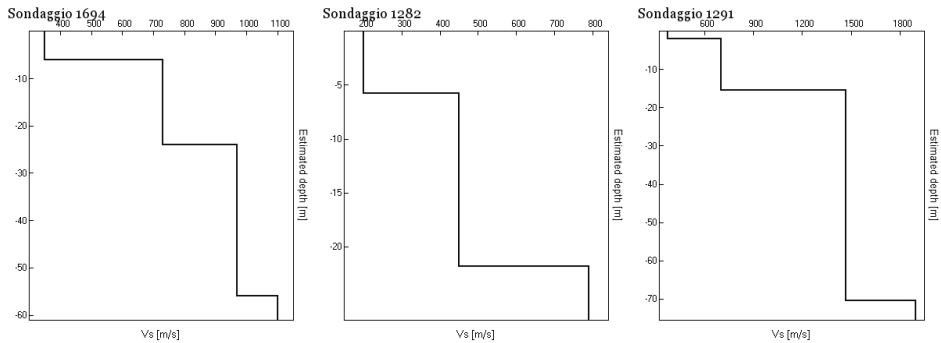
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità superficiale indicata dal picco presente tra 35 e 40 Hz legato al contrasto di impedenza presente tra il materiale di riporto e le lave sottostanti; una seconda discontinuità rilevata dall'analisi del picco presente tra 18 e 20 Hz, dovuto a discontinuità interne al corpo lavico: passaggi tra lave fratturate e lave compatte ed infine è stata riscontrata una terza discontinuità profonda evidenziata nella curva H/V dal picco tra 5 -6 Hz, però non associabile ad alcun litotipo noto.

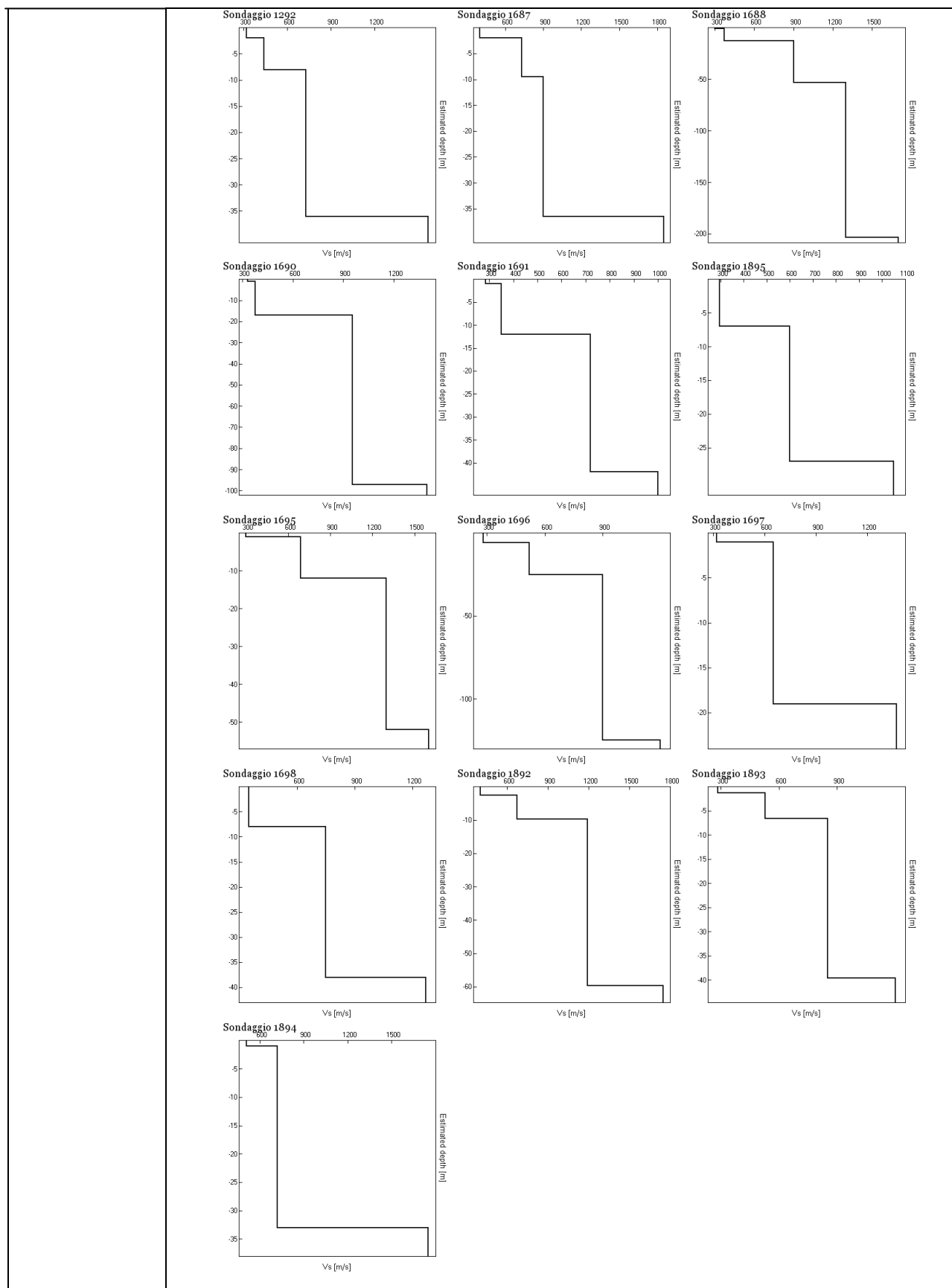
Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 200 e 800 m/s, valori relativamente bassi per le litologie presenti nelle stratigrafie; inoltre si può osservare un

aumento delle velocità in corrispondenza del sondaggio 1312 dovuto alla presenza di depositi lavici compatti.

Area – AH



Risultati	Sondaggio	Frequenza (Hz)	Contrasto di Impedenza
	1895	13.1 5.3	Riporto/lave (?) non presente nella stratigrafia
	1687	44.2 5.9	Riporto/lave (?) non presente nella stratigrafia
	1688	7.8 5.4	Lave/vulcaniti (?) non presente nella stratigrafia
	1292	39 17.8 5.5	Riporto/vulcaniti Vulcaniti/sabbia (?) non presente nella stratigrafia
	1690	41.9 5.6 2.2	Riporto/vulcaniti (?) non presente nella stratigrafia (?) non presente nella stratigrafia
	1691	55 5.4	Riporto/vulcaniti (?) non presente nella stratigrafia
	1894	53 5.8	Riporto/lave (?) non presente nella stratigrafia
	1282	57 5.8	Riporto/basalto (?) non presente nella stratigrafia
	1694	45 7.2 4	Riporto/vulcaniti (?) non presente nella stratigrafia (?) non presente nella stratigrafia
	1696	53 5.4	Riporto/lave (?) non presente nella stratigrafia
	1695	49 5.6	Riporto/vulcaniti (?) non presente nella stratigrafia
	1893	45.3 4.2	Riporto/vuoto (?) non presente nella stratigrafia
	1697	60 8.8	Riporto/lave (?) non presente nella stratigrafia
	1698	63 5.1	Riporto/lave (?) non presente nella stratigrafia
	1892	44.6 17.8 5.3	Riporto/lave Lave/vuoto (?) non presente nella stratigrafia
	1291	55 42 11.6 5.1	Riporto/basalto (?) non presente nella stratigrafia (?) non presente nella stratigrafia (?) non presente nella stratigrafia
Vs			

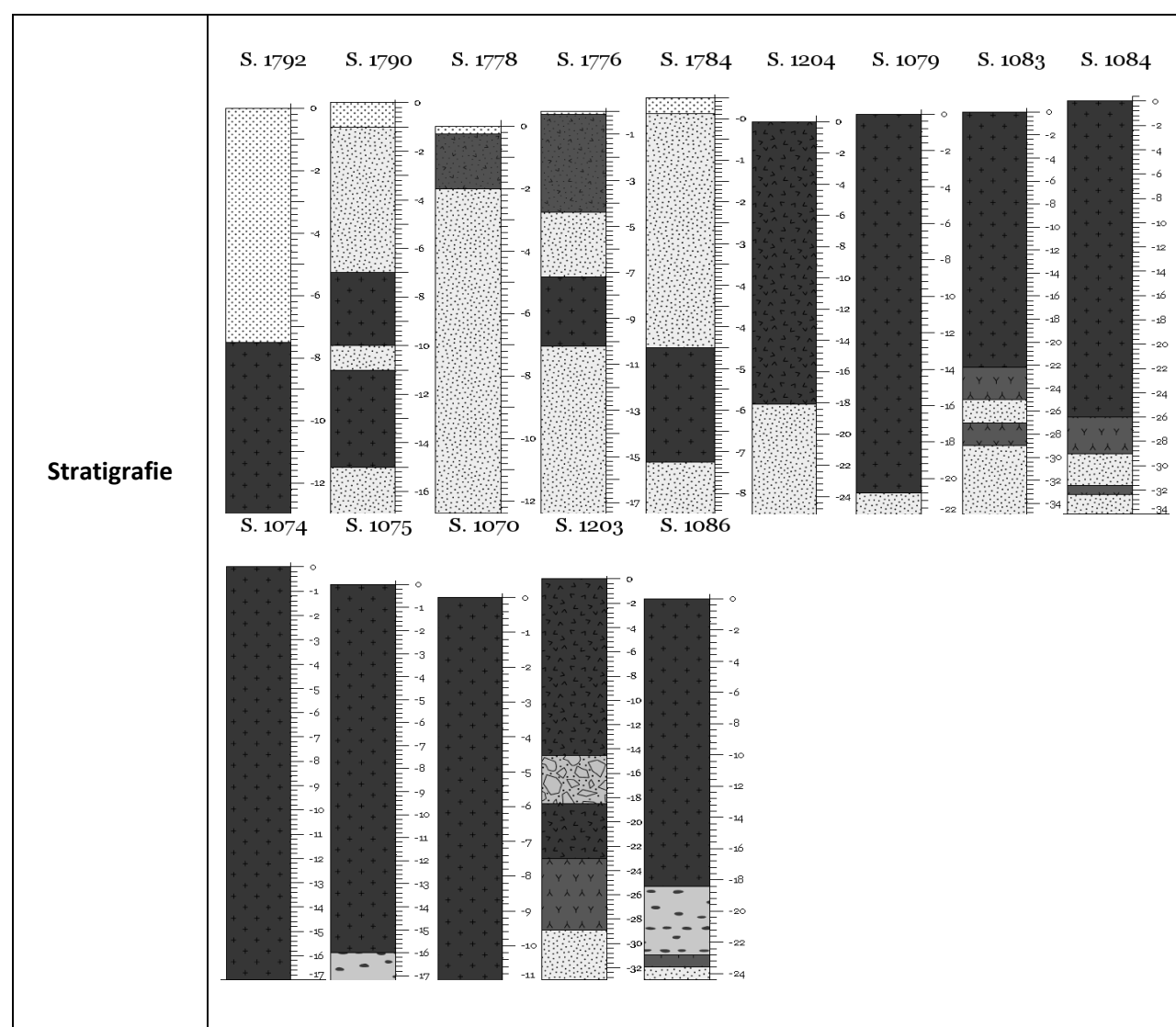


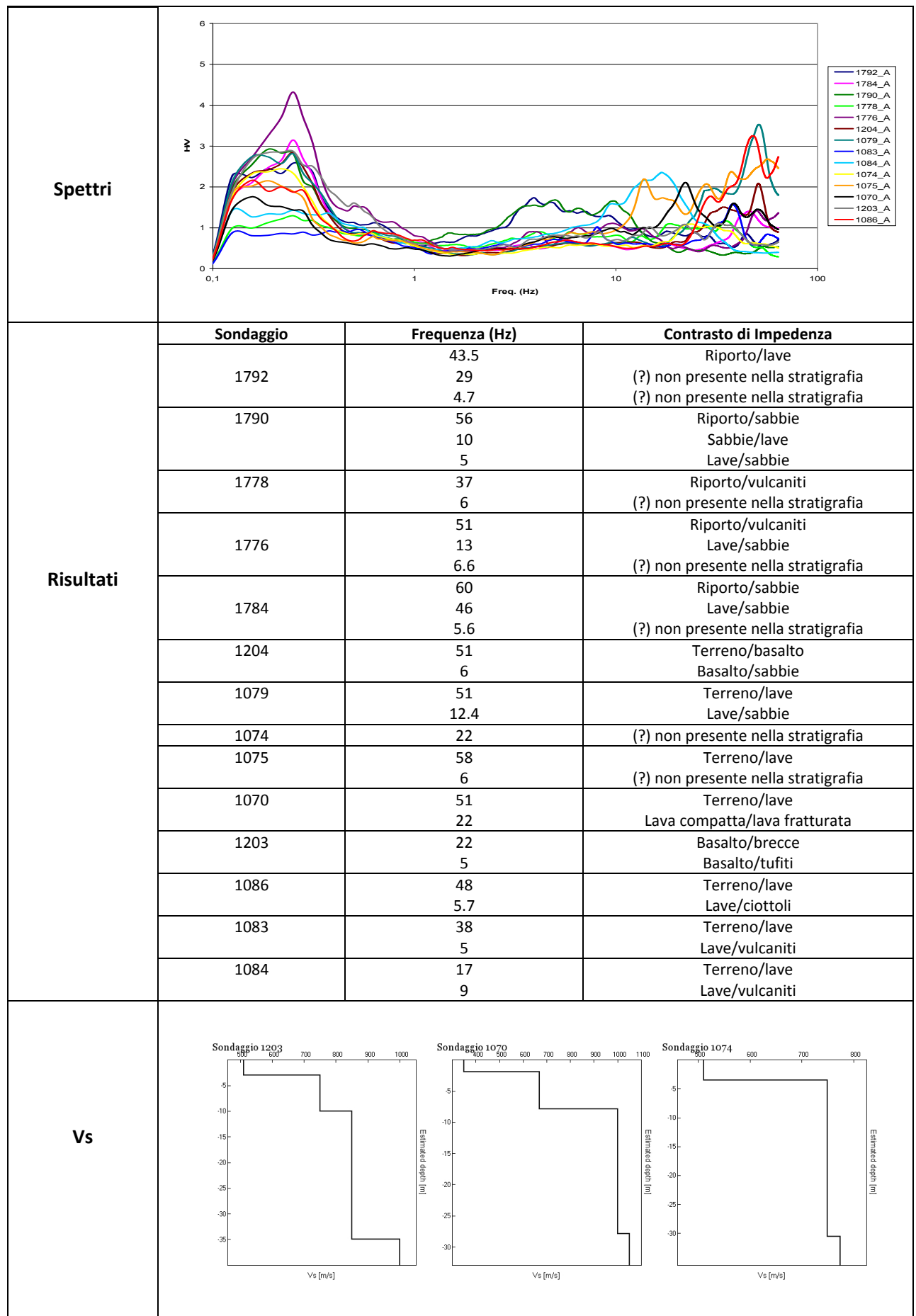
In questa area sono stati analizzati sedici sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità del centro abitato di Catania, nelle vicinanze del porto di Ognina.

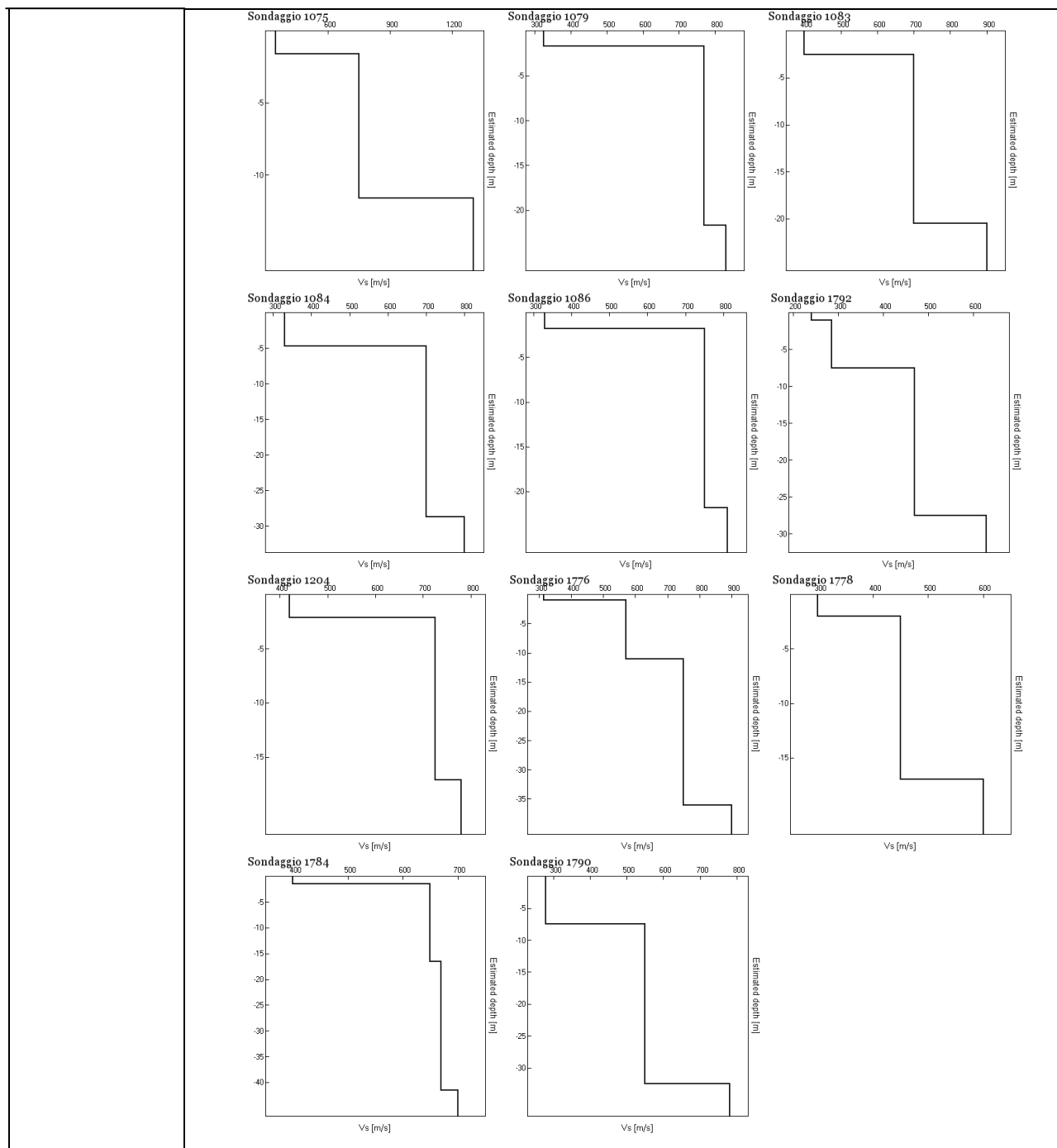
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità superficiale evidenziata dal picco presente a 40 Hz legato al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza del materiale di riporto; una seconda discontinuità rilevata dall'analisi del picco presente tra 5 e 6 Hz, però non associabile ad alcun litotipo noto.

Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 150 e 1650 m/s, valori compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – Al'







In questa area sono stati analizzati quattordici sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova nel centro storico della città di Catania.

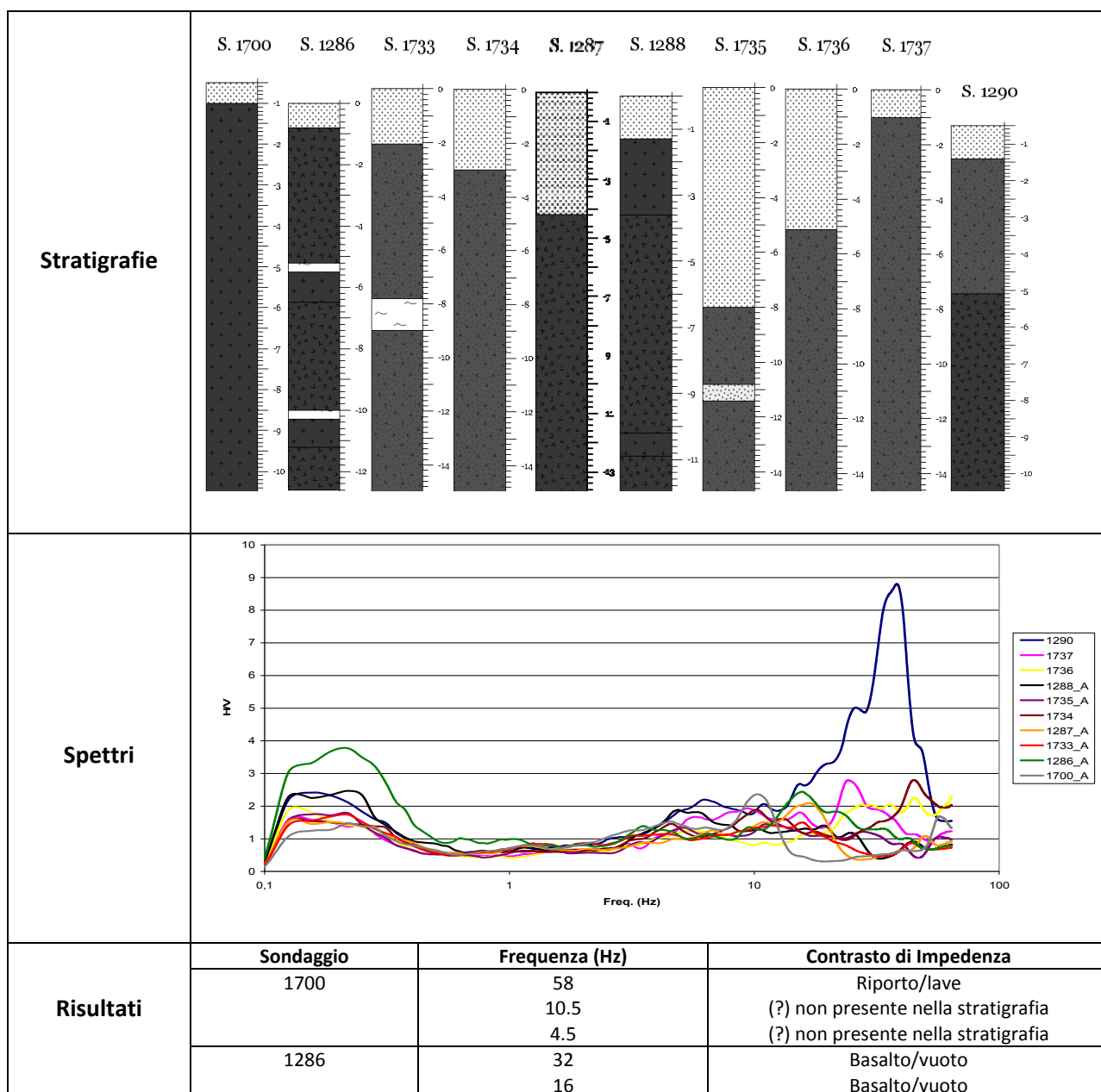
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità superficiale evidenziata dal picco presente tra 50 – 60 Hz legato al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza del materiale di riporto; una seconda discontinuità rilevata dall'analisi del picco presente tra 10 e 12 Hz, dovuto al contrasto di impedenza originatosi in presenza delle sabbie.

Infine è presente una discontinuità più profonda, evidenziata dal picco presente nella curva H/V a 5 – 6 Hz, però troppo profonda e dunque non associabile ad alcun litotipo noto.

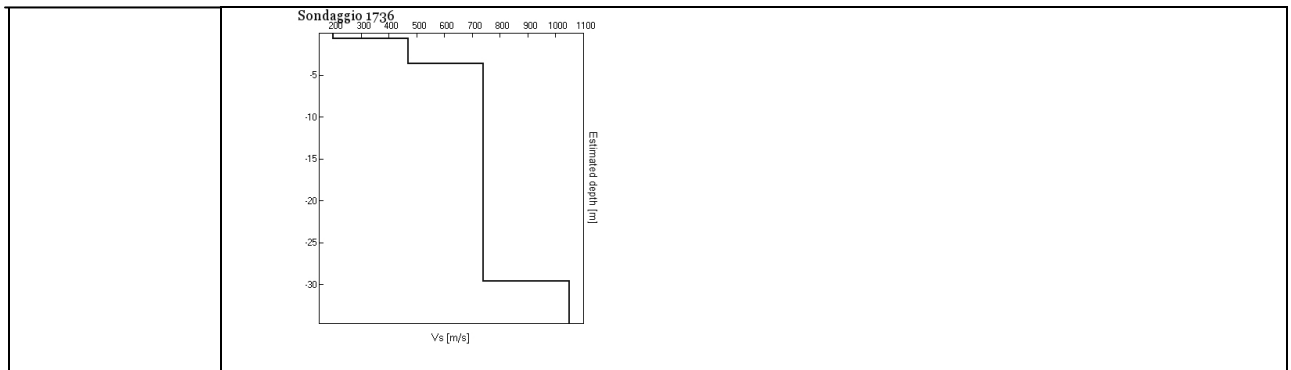
Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 150 e 1200 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – AL

In questa area sono stati analizzati dieci sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di Catania, nelle vicinanze del Viale Africa.



		3.5	(?) non presente nella stratigrafia
	1733	12.4	Vulcaniti/vuoto
		4.7	(?) non presente nella stratigrafia
	1734	46	Riporto/vulcaniti
		10.6	Vulcaniti compatte/vulcaniti fratturate
		4.6	(?) non presente nella stratigrafia
	1287	51	Riporto/basalti
		17.4	Basalto fratturato/basalto compatto
		6.8	(?) non presente nella stratigrafia
	1288	19.7	Rifusa/basalto
		6.1	(?) non presente nella stratigrafia
	1735	28	Riporto/vulcaniti
		12	Vulcaniti/sabbie
		5.3	(?) non presente nella stratigrafia
	1736	46	Riporto/vulcaniti
		28	Vulcaniti compatte/vulcaniti fratturate
		5.8	(?) non presente nella stratigrafia
	1737	63	Riporto/vulcaniti
		24.6	Vulcaniti compatte/vulcaniti fratturate
		5.9	(?) non presente nella stratigrafia
	1290	38	Vulcaniti/basalto
		6.3	(?) non presente nella stratigrafia
Vs			



Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità superficiale evidenziata dal picco presente tra 50 – 60 Hz collegata al contrasto di impedenza generatosi dalla presenza del materiale di riporto; una seconda discontinuità rilevata dall'analisi del picco presente tra 10 e 14 Hz è associabile a cambiamenti fisici della roccia lavica (aumento o diminuzione della sua compattezza).

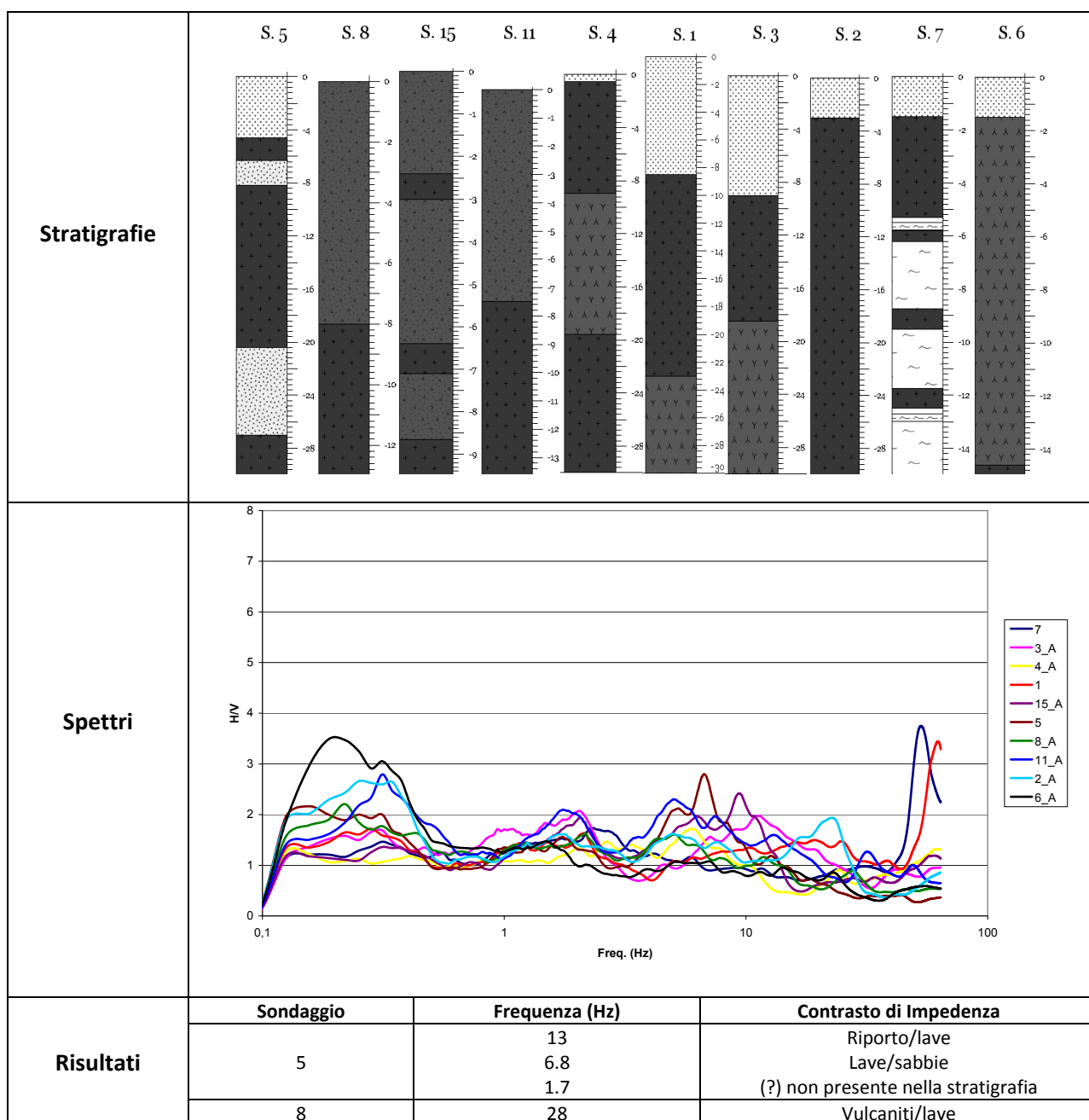
Infine è presente una discontinuità più profonda, evidenziata dal picco presente nella curva H/V a 5 – 6 Hz, troppo profonda e non associabile ad alcun litotipo noto dalle stratigrafie di riferimento. Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 150 e 1300 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie; in particolare si può ipotizzare l'andamento in profondità delle rocce cristalline, caratterizzate da valori di velocità più elevati.

Area – AS

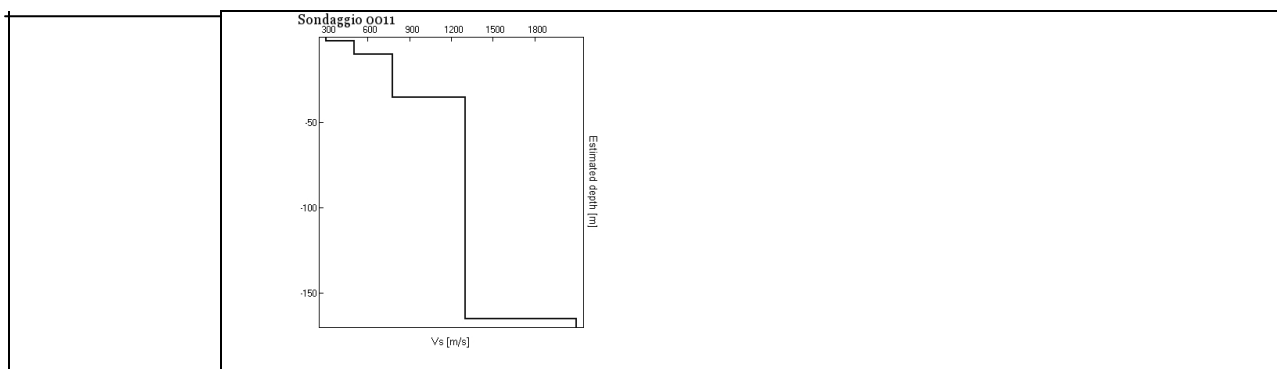
In questa area sono stati analizzati dieci sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità dell'abitato di Aci Catena.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare diverse discontinuità: il passaggio litologico tra le lave e le vulcaniti e tra le stesse lave ed i tufi.

Infine è presente una discontinuità più profonda, evidenziata dai picchi presenti nella curva H/V a 2 Hz, non associabile ad alcun litotipo noto.

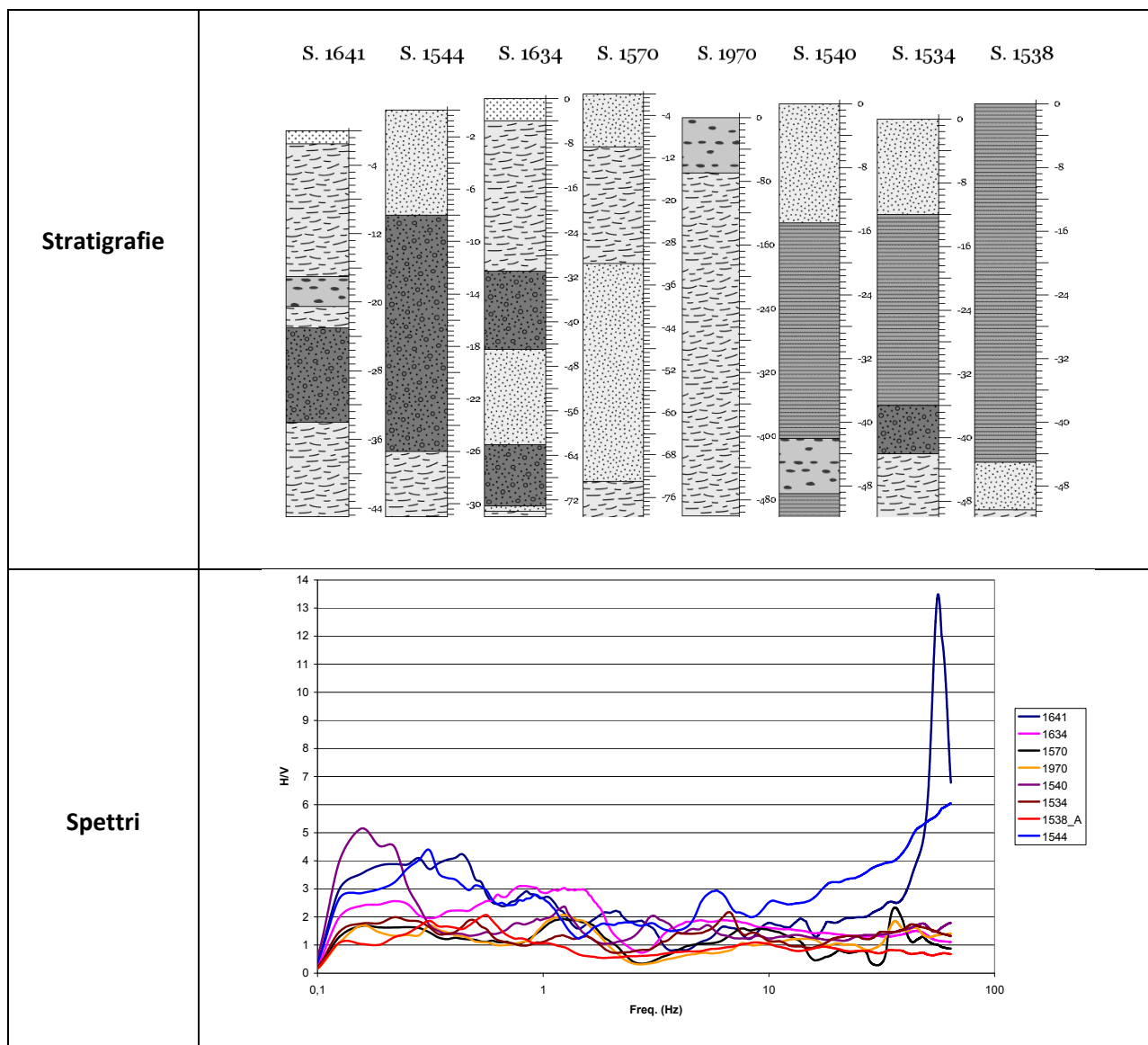


		5.1	(?) non presente nella stratigrafia
		2.1	(?) non presente nella stratigrafia
	15	6.1	Vulcaniti/lave
		2	(?) non presente nella stratigrafia
	11	13	Vulcaniti/lave
		5.1	(?) non presente nella stratigrafia
		1.7	(?) non presente nella stratigrafia
	4	6	Tufi/lave
		2	(?) non presente nella stratigrafia
	1	7	Lave/tufi
		2.1	(?) non presente nella stratigrafia
	3	11	Riporto/lave
		2	(?) non presente nella stratigrafia
	2	22	Riporto/lave
		5	Lave compatte/lave vacuolari
		1.7	(?) non presente nella stratigrafia
	7	6	Lave/cavità
		2.2	(?) non presente nella stratigrafia
	6	7.2	Tufi/lave
		1.5	(?) non presente nella stratigrafia
Vs			



Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 150 e 1150 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – FF'



Risultati	Sondaggio	Frequenza (Hz)	Contrasto di Impedenza
	1641	56	Riporto/argille
		6.4	Argilla/ghiaia
		2.1	(?) non presente nella stratigrafia
	1544	2.4	(?) non presente nella stratigrafia
	1634	43	Riporto/argille
	1570	9.7	Sabbie/argille
		1.3	Argille/sabbie
	1970	36	Terreno/ciottoli
	1540	1.3	Ciottoli/argille
		6.4	Sabbie/limo
Vs	1540	2.1	(?) non presente nella stratigrafia
		6.8	Sabbie/limo
	1534	1.5	(?) non presente nella stratigrafia
	1538	1.2	(?) non presente nella stratigrafia

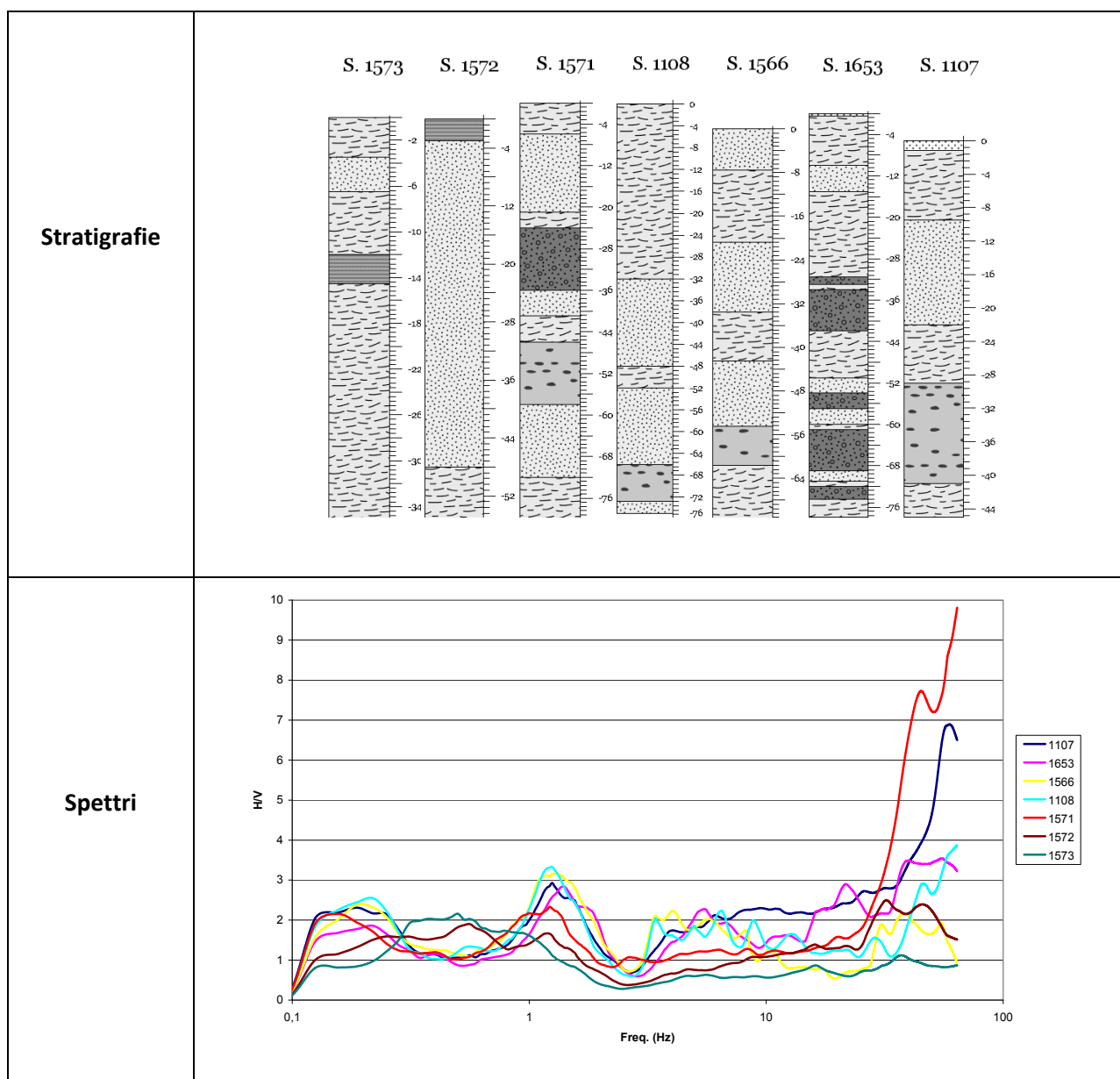
In questa area sono stati analizzati otto sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità della contrada Gelso Bianco.

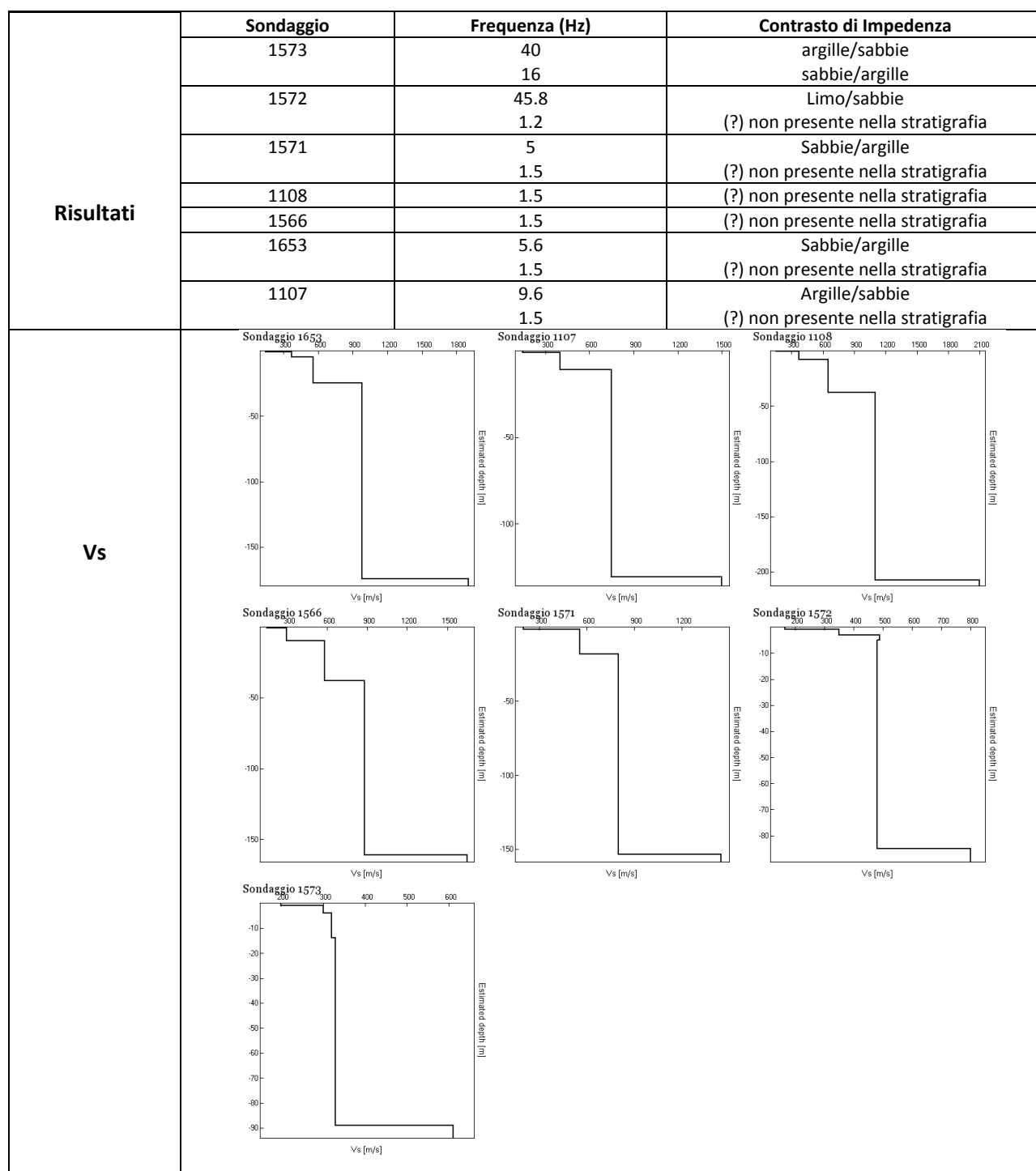
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare diverse discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici, ma nessun orizzonte comune, fatta eccezione per il picco a 1,5 Hz, comune a tutte le misure, localmente associabile al passaggio tra i ciottoli e le argille.

Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 150 e 650 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – HH'

In questa area sono stati analizzati sette sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato della città di Catania, in prossimità del fiume Simeto.





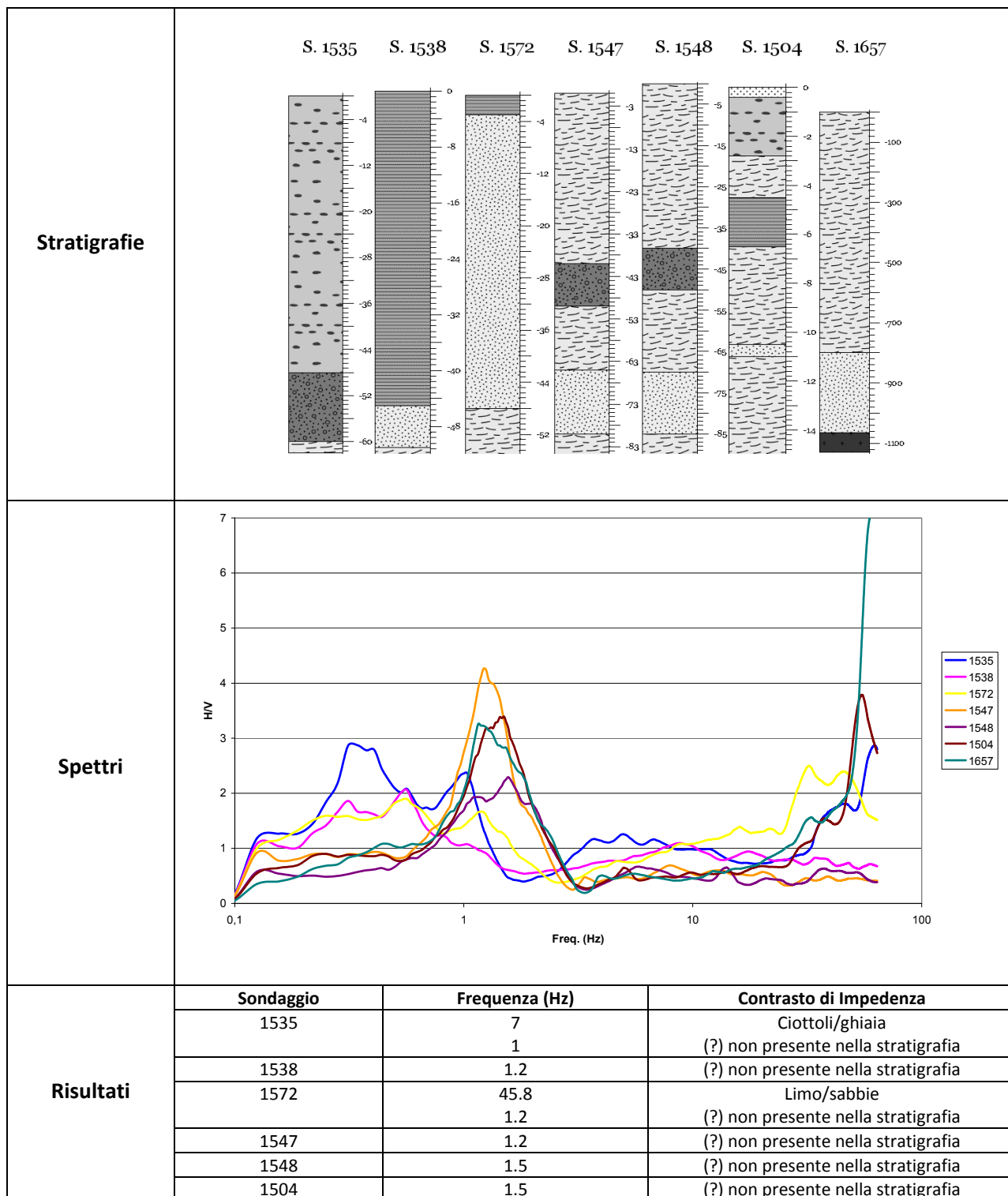
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare una prima discontinuità causata dal passaggio tra sabbie ed argille riscontrabile, a differenti profondità (dunque differenti frequenze), in ogni sondaggio.

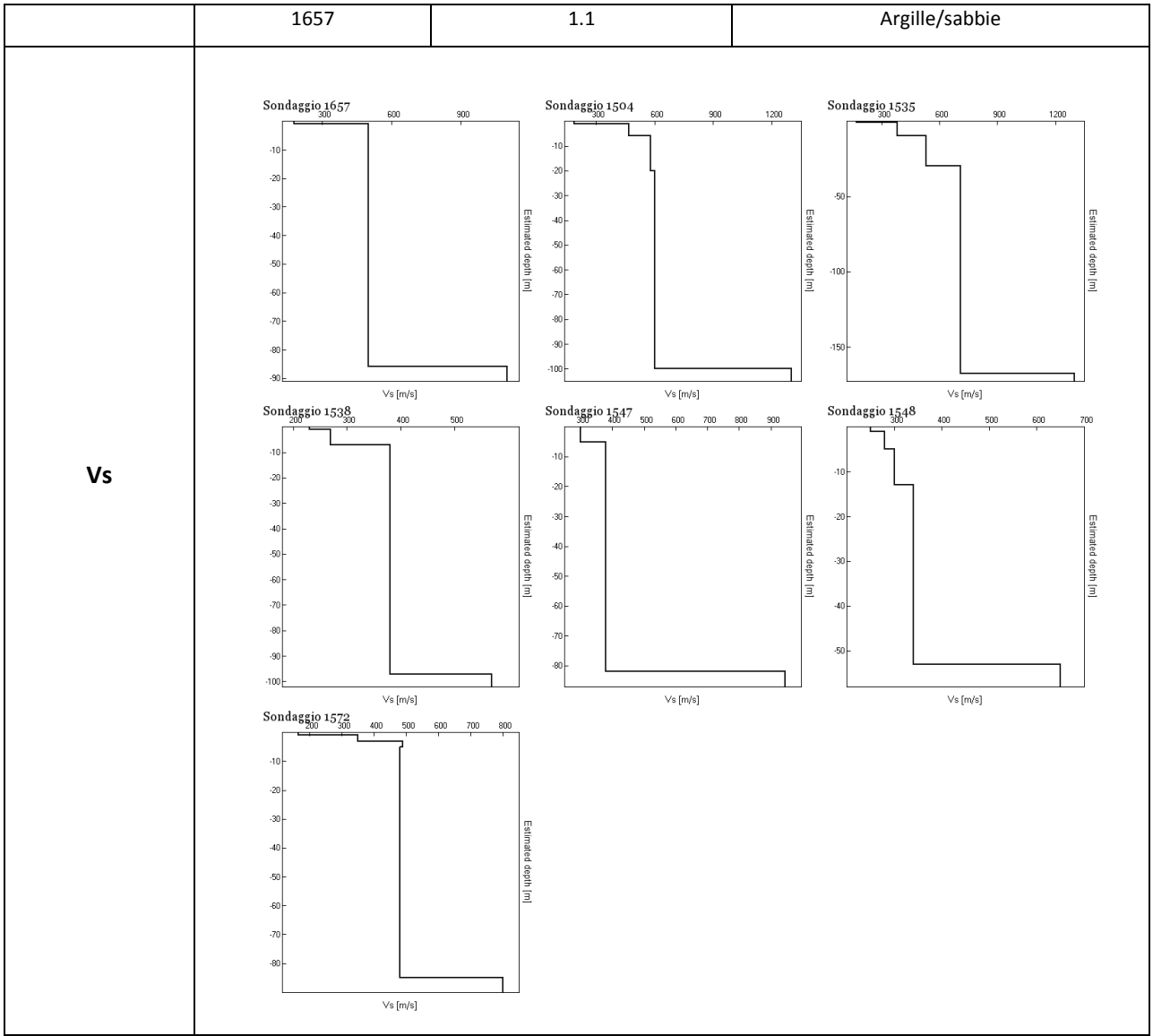
Infine è presente una discontinuità più profonda, evidenziata dal picco presente nella curva H/V a 1 – 2 Hz purtroppo non associabile ad alcun litotipo noto.

Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 150 e 1150 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – II'

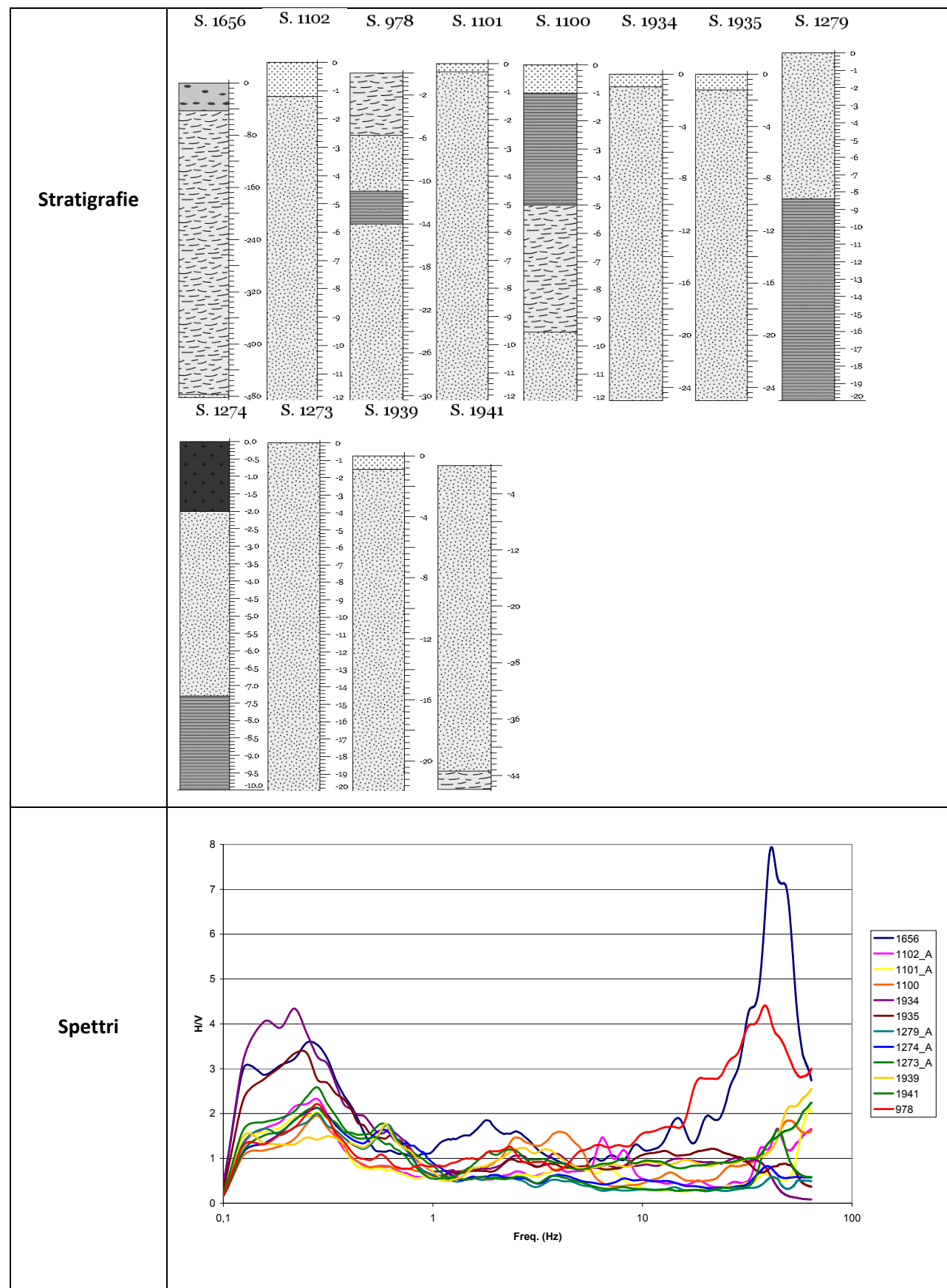
In questa area sono stati analizzati sette sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità del fiume Simeto.



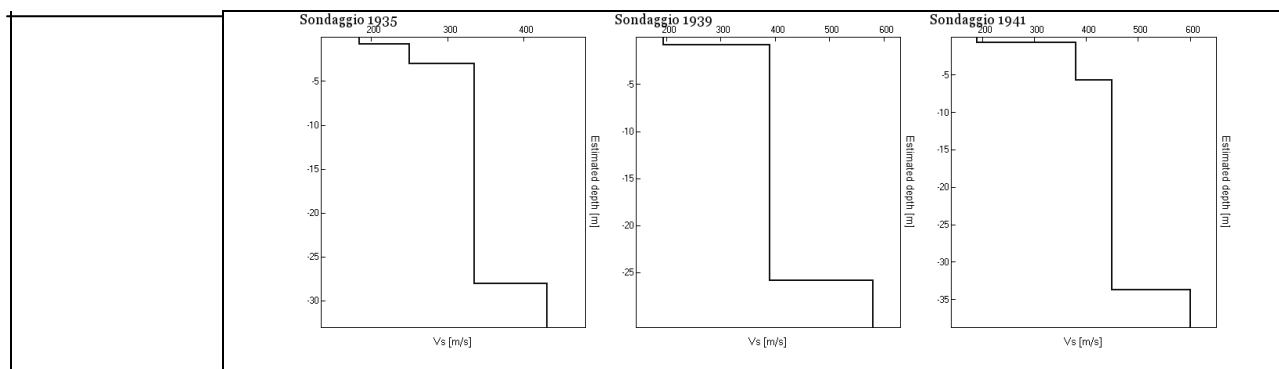


Dall’interpretazione dell’andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare diverse discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici, inoltre è possibile osservare una discontinuità profonda evidenziata da tutte le misure in corrispondenza di 1.5 Hz; tale discontinuità è associabile al contrasto di impedenza sviluppatosi dal contatto tra le sabbie e le argille.

Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 150 e 750 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

Area – UU'

Risultati	Sondaggio	Frequenza (Hz)	Contrasto di Impedenza
	1656	15 1.8	Ghiaia/ciottoli Ciottoli/argilla
	1102	45 8	Riporto/sabbia (?) non presente nella stratigrafia
	978	6 2	Limi/sabbie (?) non presente nella stratigrafia
	1101	6.9	Argilla/sabbia
	1100	4.2	(?) non presente nella stratigrafia
	1934	20 4 2.5	Sabbia limosa/sabbia quarzosa (?) non presente nella stratigrafia (?) non presente nella stratigrafia
	1935	22	Sabbia limosa/sabbia quarzosa
	1279	4	(?) non presente nella stratigrafia
	1274	41 4	Lava/sabbie (?) non presente nella stratigrafia
	1273	40 4	Riporto/sabbia (?) non presente nella stratigrafia
	1939	50 2.5	Riporto/sabbia (?) non presente nella stratigrafia
	1941	47 8 2.3	Terreno/sabbia Sabbia limosa/sabbia quarzosa Sabbia/argilla
Vs			

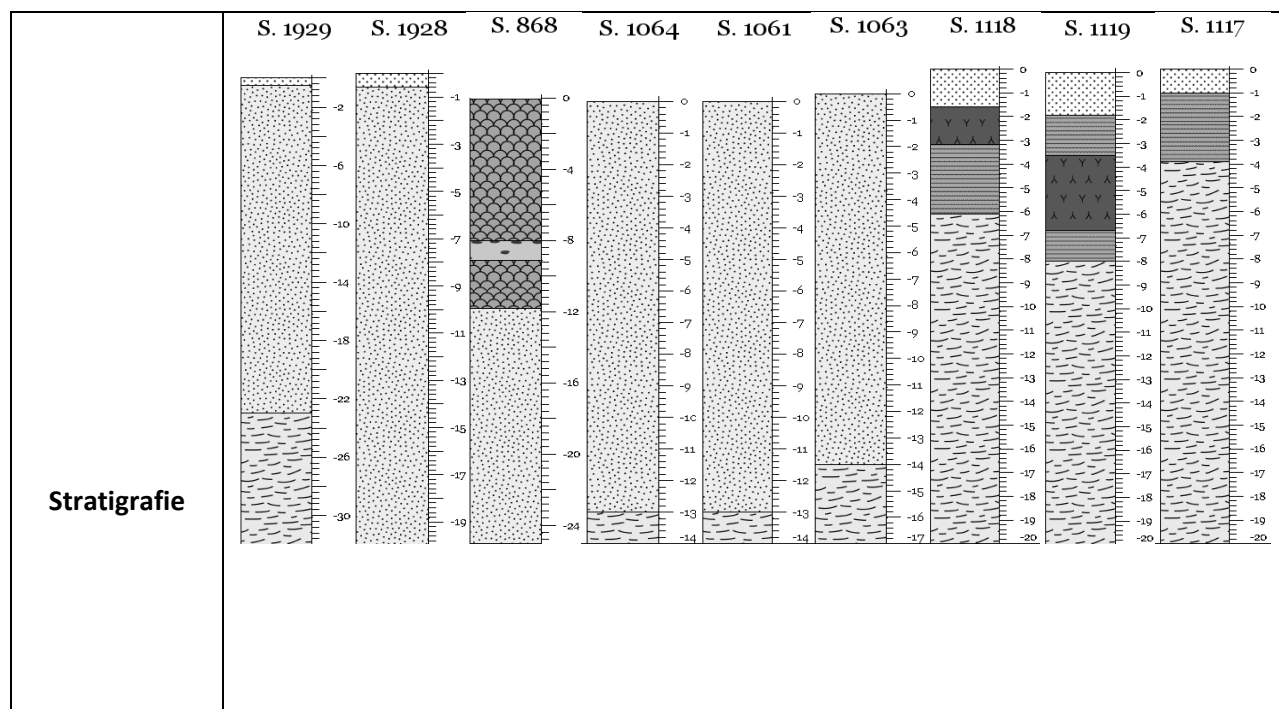


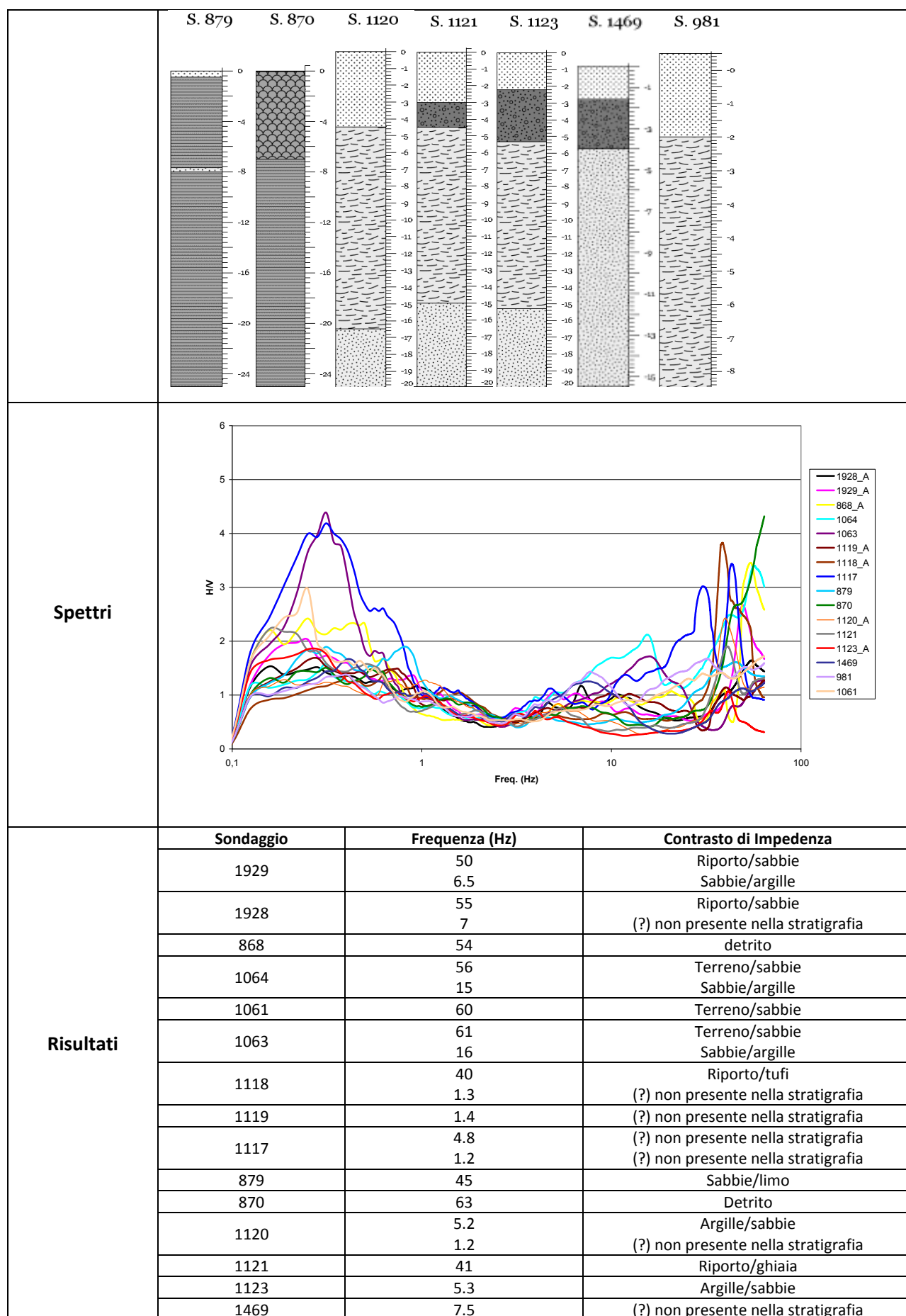
In questa area sono stati analizzati dodici sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova in prossimità della Zona Industriale della città di Catania.

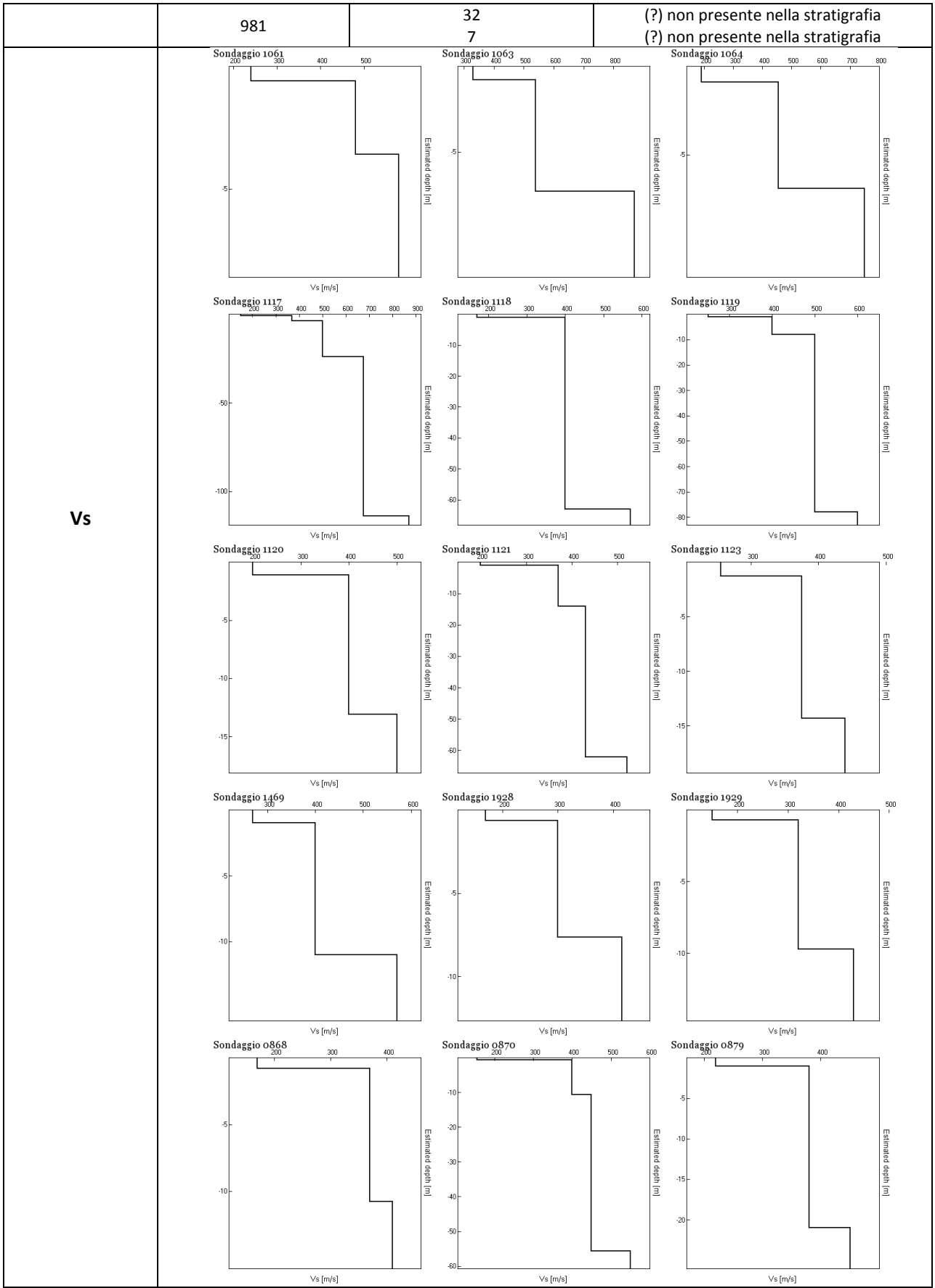
Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare delle discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici. In particolare si osservano diversi picchi nelle curve H/V (a differenti frequenze, dunque differenti profondità) legate al contrasto di impedenza causato dalla presenza delle sabbie.

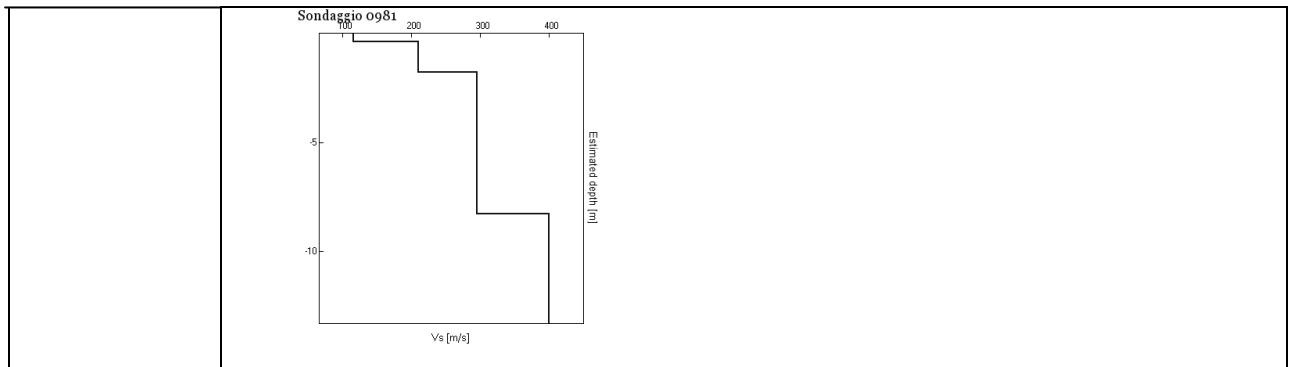
Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 150 e 700 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie, in particolare si riscontra un evidente aumento delle Vs in corrispondenza del sondaggio 978.

Area – VV'









In questa area sono stati analizzati sedici sondaggi di sismica passiva, posizionati in corrispondenza di altrettanti sondaggi geognostici. La zona si trova a sud dell'abitato di Catania, in prossimità del quartiere di Librino.

Dall'interpretazione dell'andamento delle singole componenti spettrali del segnale di ogni misura di rumore sismico acquisita è stato possibile evidenziare delle discontinuità locali dovute al contrasto di impedenza generatosi dai cambiamenti litologici. In particolare si osserva in differenti spettri, a differenti profondità (dunque diversi valori di frequenza) il contatto tra le argille e le sabbie.

Dai grafici delle velocità, ricavati dalle inversioni delle curve H/V, si osserva che i valori variano tra 150 e 700 m/s, compatibili con le litologie presenti nelle stratigrafie.

5.2 - Profili geologici

Dopo aver eseguito l'analisi spettrale ed avere individuato i differenti riflettori, sono stati tracciati 19 profili geologici schematici (Figura 5.3), la cui ubicazione ed orientazione è fortemente influenzata dalla posizione dei sondaggi in prossimità dei quali sono state eseguite le registrazioni di rumore sismico ambientale.

Nel dettaglio i profili segnati sono caratterizzati da differenti estensioni poiché, come accennato in precedenza, sono stati tracciati in base all'ubicazione dei sondaggi geognostici, quest'ultimi sono contraddistinti da differenti profondità che determinano le differenti quote presenti nei profili.

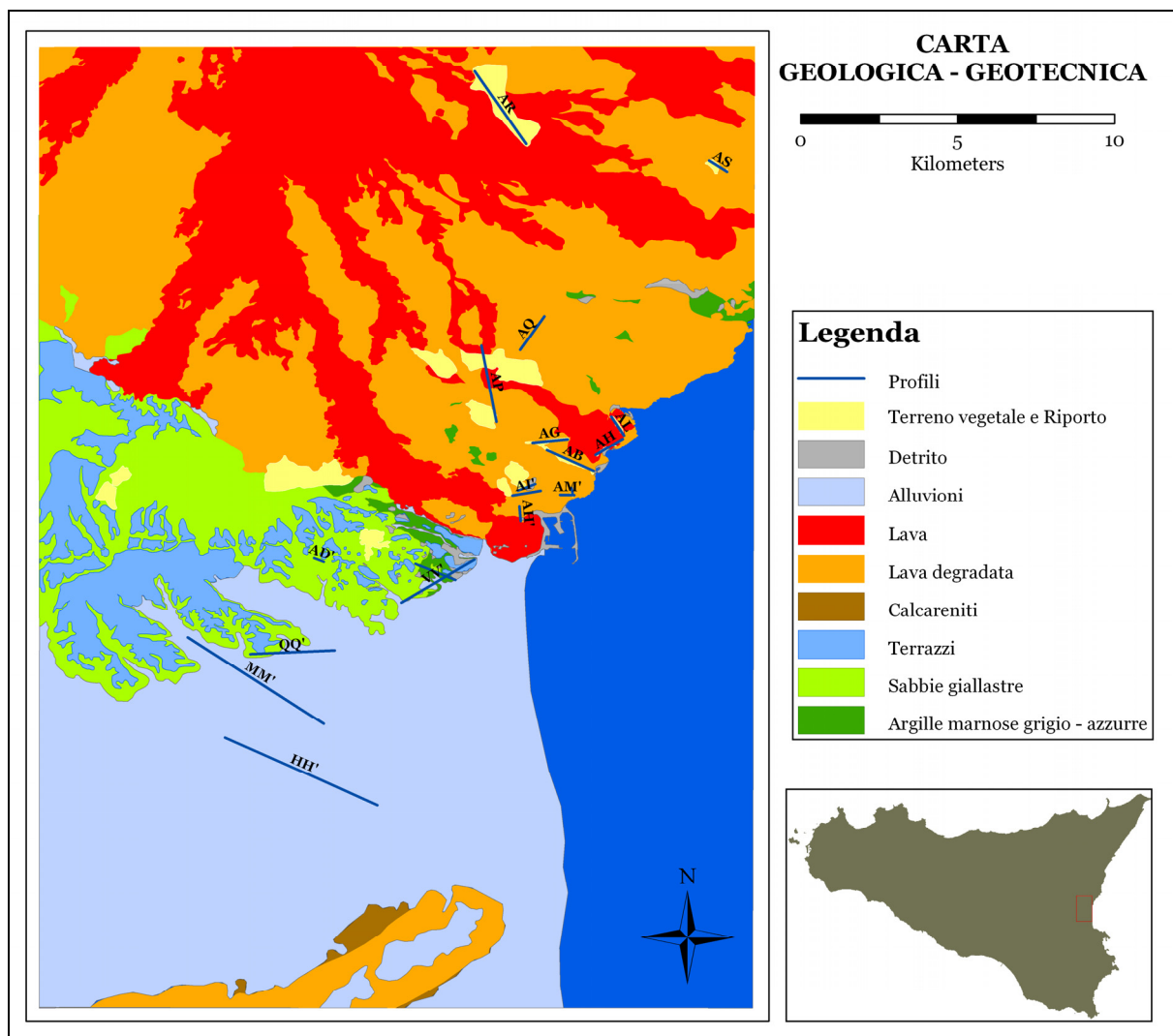
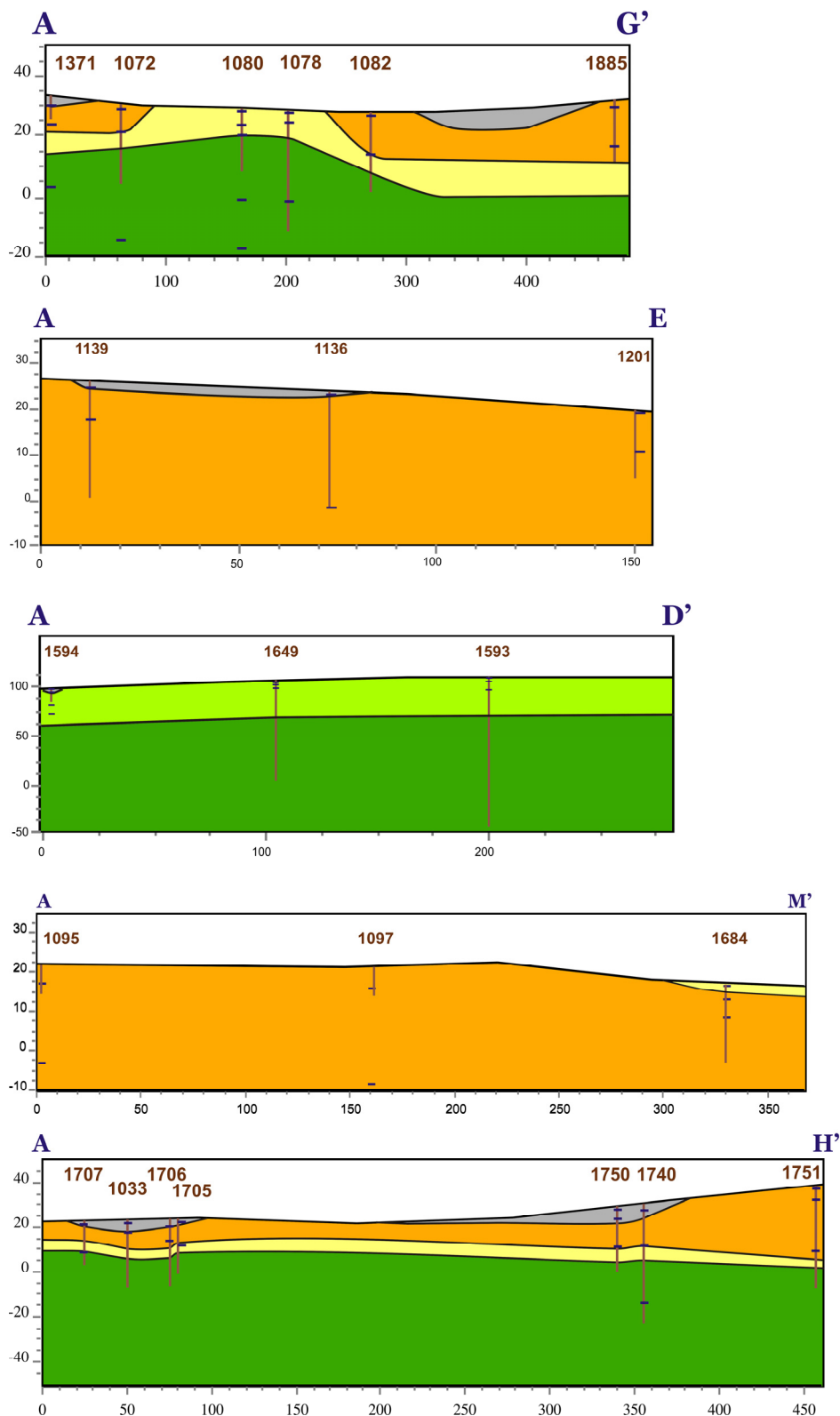
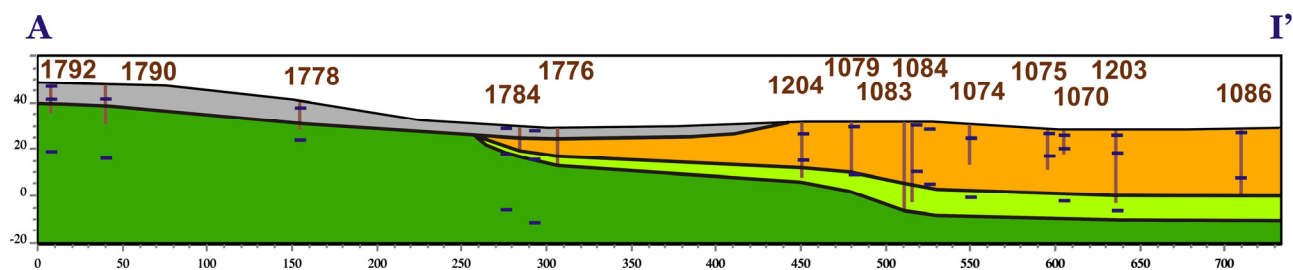
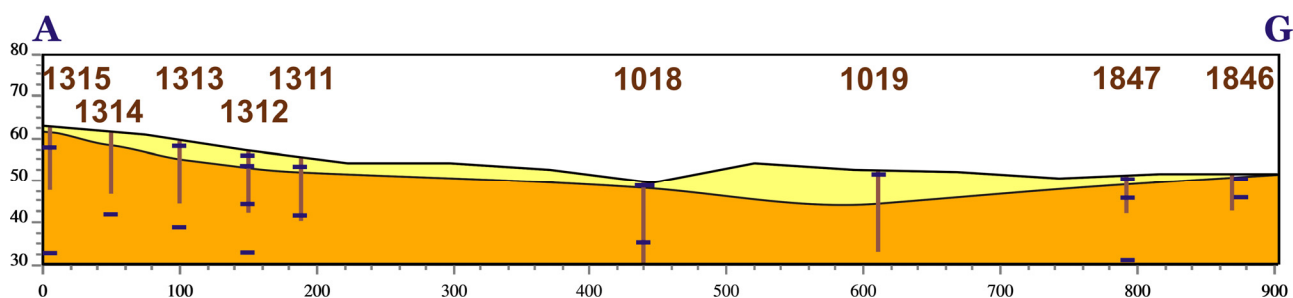
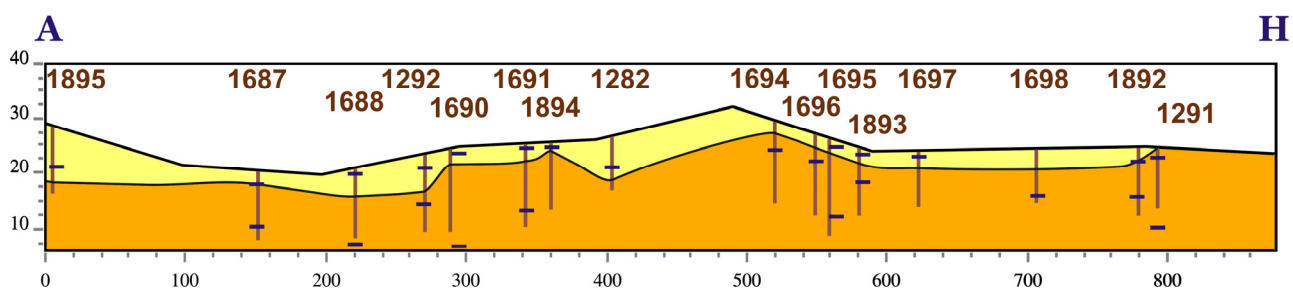
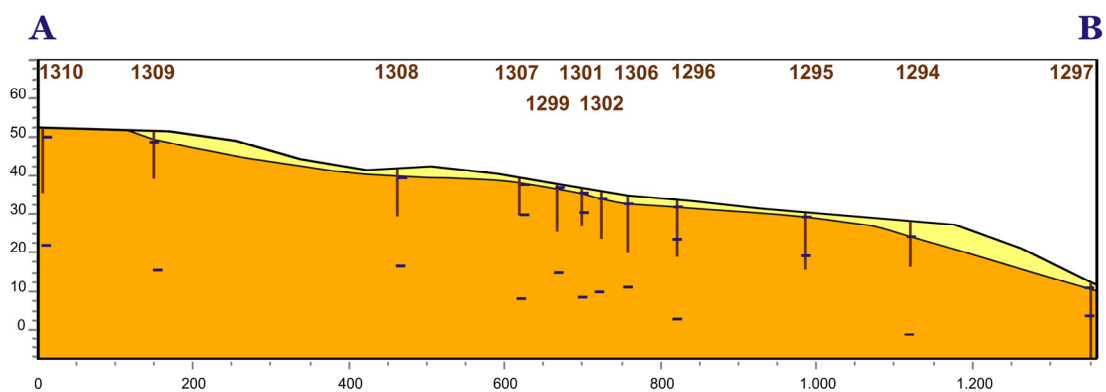
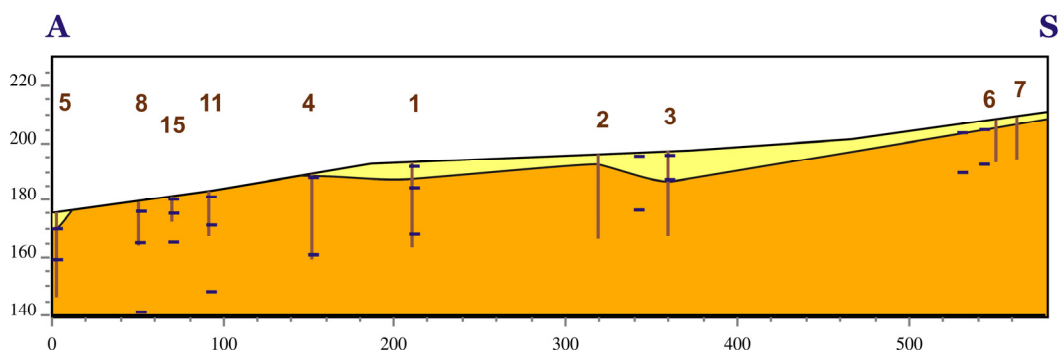


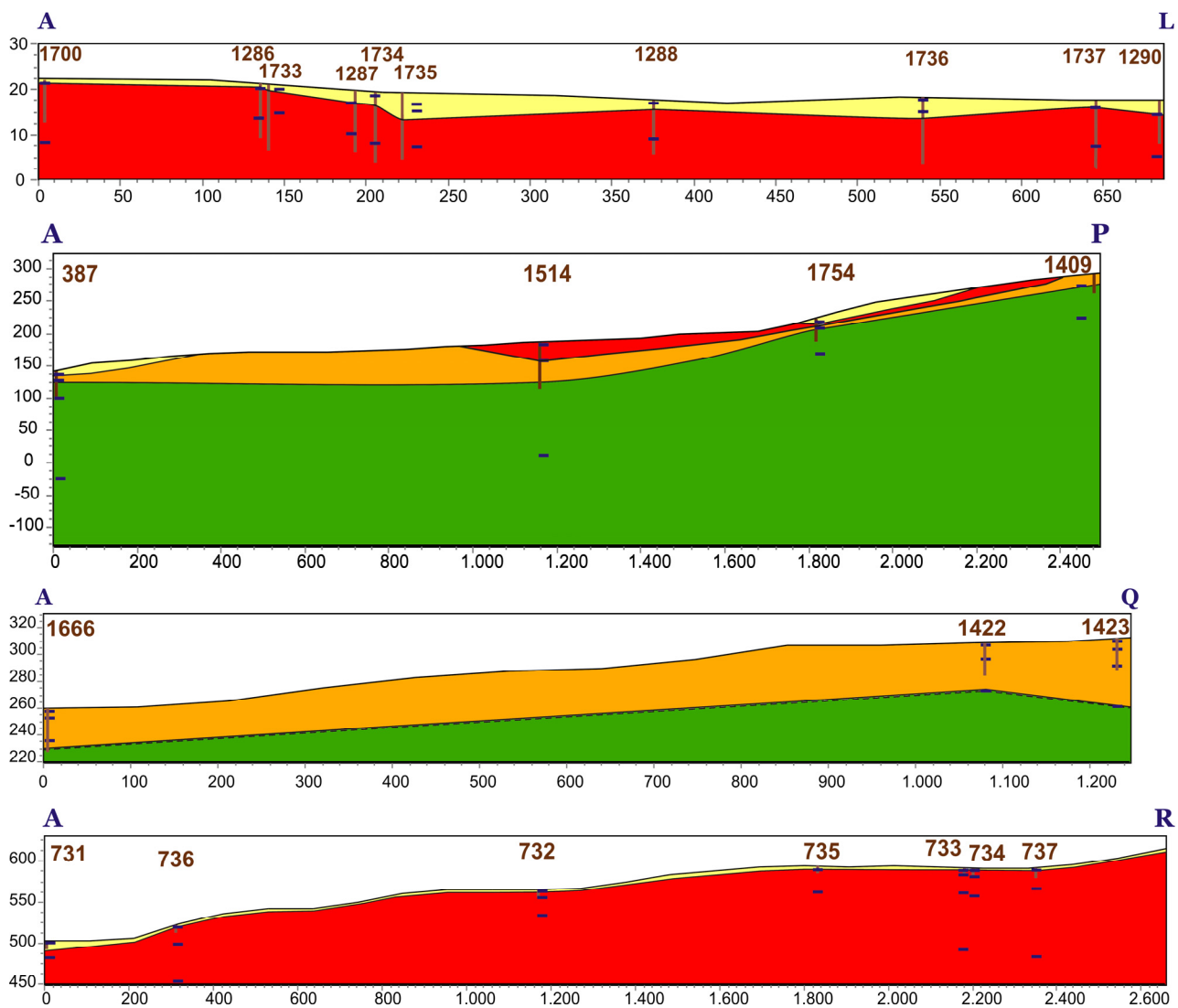
Figura 5.3 - Distribuzione geografica dei profili

Sono state confrontate le discontinuità individuate mediante l'analisi del rumore sismico ambientale (evidenziate dal repentino cambiamento del valore della V_s) ed i passaggi litologici, individuati mediante l'utilizzo dei sondaggi geognostici (Pieri, 2008).

All'interno dei profili tracciati, i segmenti in blu (---) rappresentano le profondità delle discontinuità individuate utilizzando i valori ricavati dalle inversioni delle curve H/V. In alcuni casi è possibile osservare un buon accordo tra i risultati ottenuti mediante l'utilizzo delle due differenti metodologie di indagine del sottosuolo.







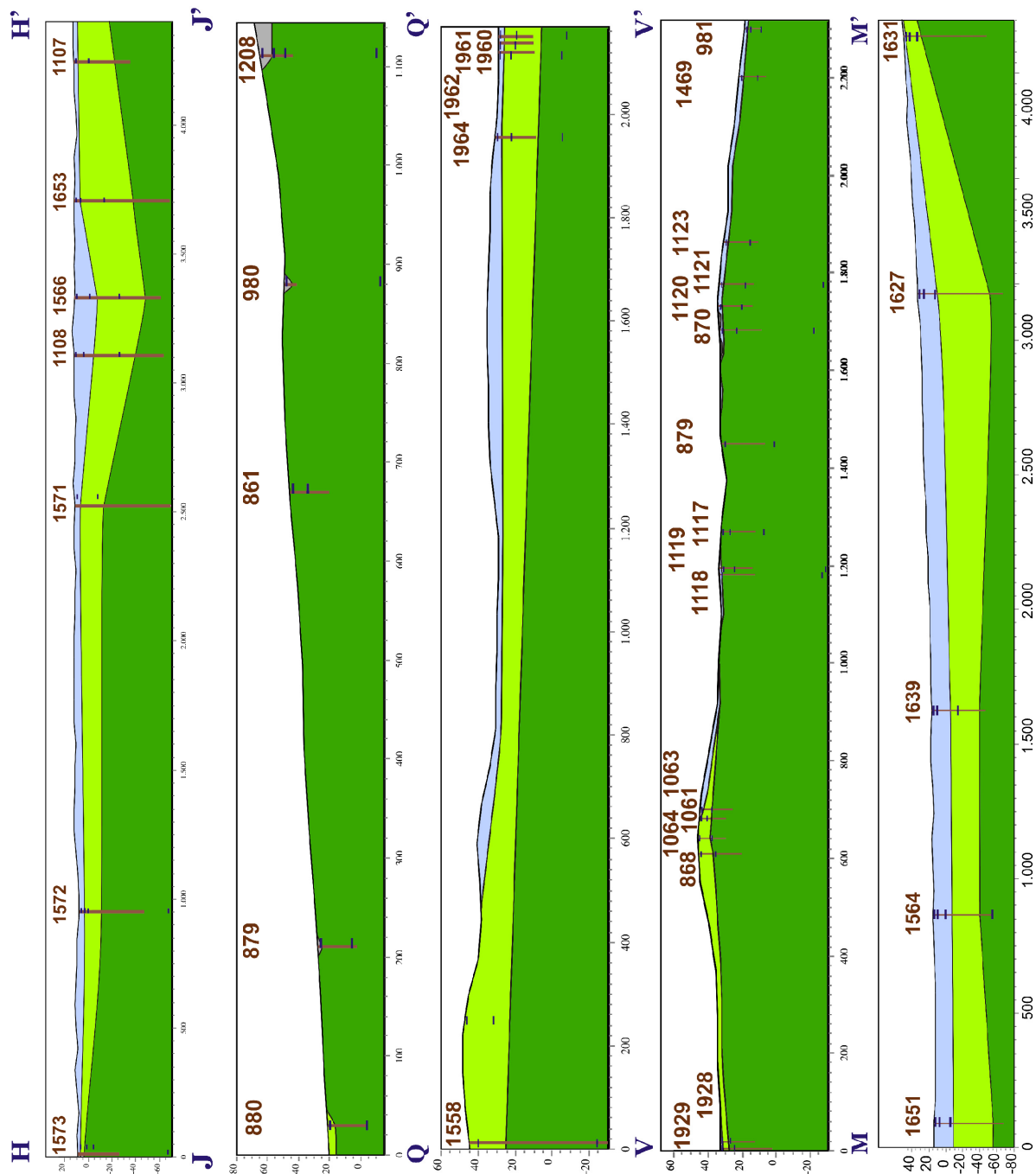


Figura 5.4 - Profili geologici schematici.

Nel dettaglio nel profilo **AG**, si possono osservare diverse discontinuità, individuate mediante l'utilizzo della sismica passiva: quelle più superficiali sono state associate al materiale di riporto, inoltre, nella zona a sinistra del profilo, al di sotto di queste, sono presenti ulteriori discontinuità connesse all'esistenza delle lave del Rotolo. Infine, più in profondità sono state riscontrate altre discontinuità, la cui presenza si potrebbe supporre dovuta al passaggio alle lave del Larmisi.

Attraverso l'osservazione della sezione **VV'** sono state riscontrate diverse discontinuità. Nella porzione a sinistra del profilo si possono distinguere discontinuità più superficiali, assimilabili alla presenza di materiale di riporto ed alle alluvioni, e delle discontinuità leggermente più profonde, dovute alla presenza delle sabbie. Nella porzione centrale del profilo sono state individuate delle discontinuità, ricavate mediante l'utilizzo della sismica passiva: quelle più superficiali, legate alla presenza delle argille, inoltre l'osservazione del tratto a destra di questa sezione, ha evidenziato il limite dei depositi terrazzati di ambiente continentale.

Lungo il profilo **AI'** è possibile associare le discontinuità al limite individuato dalla presenza del materiale di riporto; al di sotto di esso, nel settore a destra, si possono osservare le discontinuità associate alla presenza delle lave di Cibali sotto le quali si osserva la base dei depositi di ambiente continentale. Procedendo verso destra si osservano delle discontinuità profonde, dovute al passaggio repentino alle lave del Larmisi.

La sezione **AH** evidenzia diverse discontinuità: dall'alto verso il basso è possibile notare la base delle lave del Rotolo, che lasciano il posto alle lave di Ognina.

Il profilo **AP** è caratterizzato da diverse discontinuità: quelle più superficiali, dovute alla presenza di materiale di riporto, quelle leggermente più profonde legate alla presenza delle lave di Cibali.

Il profilo **AB** è contraddistinto da discontinuità superficiali, dovute alla presenza del materiale di riporto, al di sotto di questo, le discontinuità si possono associare alla presenza delle lave del Larmisi.

Nel profilo **AM'** si osservano delle discontinuità: quelle più superficiali, legate alla presenza delle lave del Larmisi.

5.3 - Studio del comportamento delle Argille Marnose grigio-azzurre

Per poter meglio gestire i 12340 *records*, associati ai 3053 sondaggi geognostici presenti all'interno del GeoDatabase, sono stati riclassificati mediante l'utilizzo della Tabella 5.1, in modo da avere per l'intero *set* di dati una caratterizzazione geologica-geotecnica univoca.

Schema di identificazione dei terreni di sondaggio				
Classi basilari		Classi intermedie		
D	Detrito	percentuali	termini AGI	esempio
R	Riporto	50	e	SG = sabbia e ghiaia
Tv	Terreno vegetale	50 – 25	con	S, G = sabbia con ghiaia
C	Ciotoli	25 - 10	-oso	S(G) = sabbia ghiaiosa
G	Ghiaia	10 - 5	debolmente - oso	S[G] = sabbia debolmente ghiaiosa
S	Sabbia	Alternanze e intercalazioni		
L	Limo			
A	Argilla	ESEMPIO		
T	Lave	A/S	Intercalazione paritetica di argilla e sabbia	
E	Vulcanoclastiti, rifusa	A-S	Intercalazione subordinata di sabbia in ghiaia	
X	Lave scoriacee	Colorazioni e caratteristiche distintive		
V	Vuoti			
P	Piroclastite	a	Colorazione grigio-azzurra	
	f=fine m=media	b	Colorazione bruna	
	g=grossolana	g	Colorazione giallastra	
ARE	Arenarie	o	Contenuto organico	
CAL	Calcari	i	Deposito di natura alluvionale	
Cc	calcareniti	p	Conglomerato con dasti di natura poligenica	
Cgl	Conglomerati	r	Deposito marino	
M	Marne			

Tabella 5.1 - Caratterizzazione geologica-geotecnica dei terreni.

È stata presa in considerazione la tabella contenente i dati associati ai sondaggi geognostici presente nel GeoDatabase ed è stata esportata, mediante la connessione ODBC, dal database Access al database PostgreSQL, in modo tale da poter gestire, mediante l'utilizzo di Grass 6.4 su sistema operativo Linux, la piattaforma *G.I.S.*

Attraverso l'utilizzo del software *G.I.S.*, i dati di letteratura (Monaco et al., 2000 e Monaco et al., 2008) sono stati integrati con quelli presenti nel GeoDatabase e sono stati usati per la realizzazione della carta geologica- geotecnica (Figura 5.5) dell'area indagata.

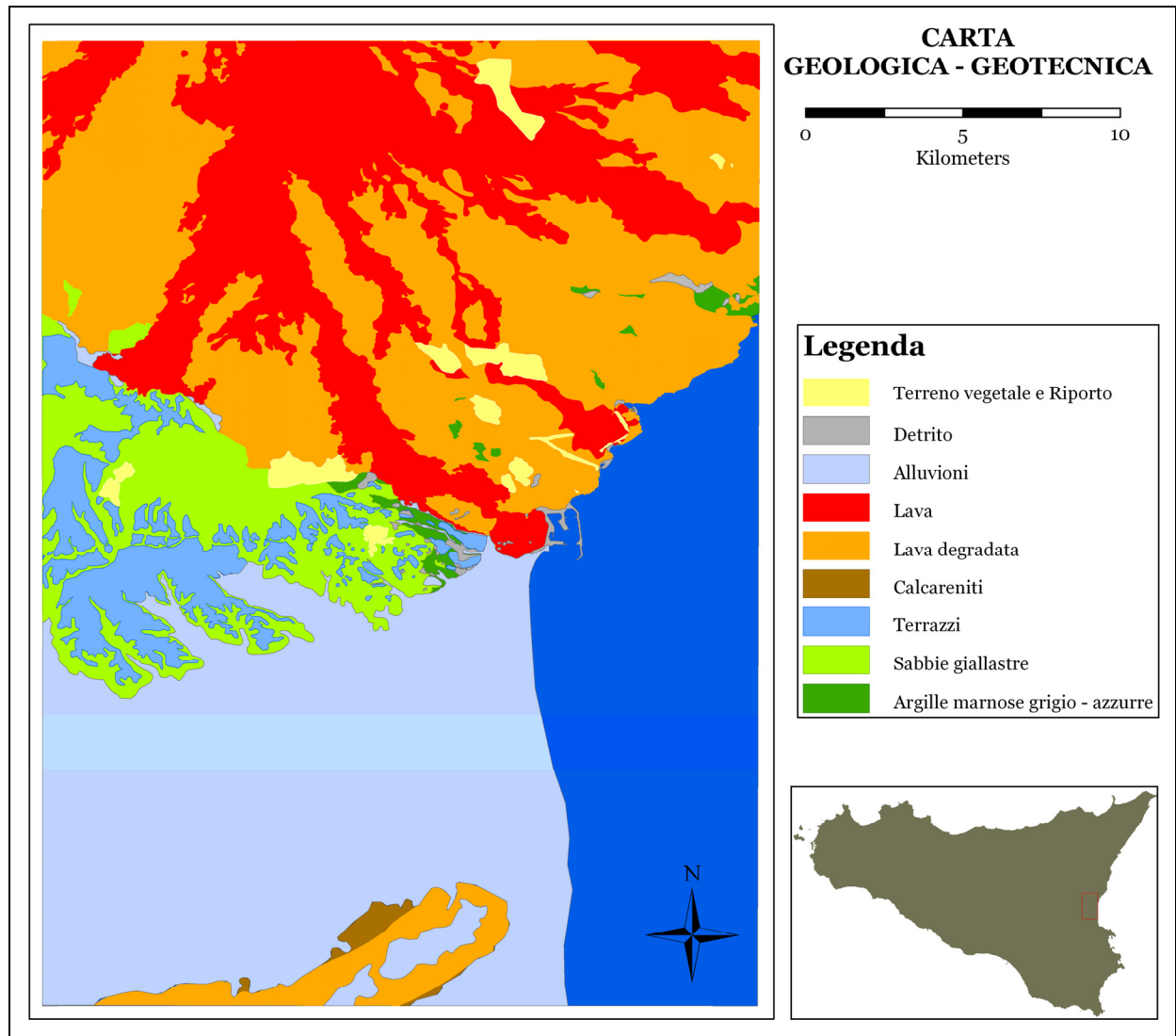


Figura 5.5 - Carta geologica – geotecnica.

Dopo aver scelto l'area di studio, in base alla posizione delle misure di *noise* e dei *down-hole*, la tabella contenente tutti i dati geognostici è stata interrogata con una *query* di selezione, eseguita mediante l'utilizzo del linguaggio *Sql*, per ottenere le informazioni necessarie; in particolare si è focalizzata la ricerca sull'individuazione di tutti i sondaggi geognostici entro i quali sono presenti le argille marnose grigio-azzurre (AMa), poiché sono la formazione geologica rappresentativa dell'area indagata caratterizzante il *bedrock*.

Query di selezione:

```
S01 LIKE '%Aa%' or S02 LIKE '%Aa%' or S03 LIKE '%Aa%' or S04 LIKE '%Aa%' or S05 LIKE '%Aa%' or S06 LIKE '%Aa%' or S07 LIKE '%Aa%' or S08 LIKE '%Aa%' or S09 LIKE '%Aa%' or S10 LIKE '%Aa%' or S11 LIKE '%Aa%' or S12 LIKE '%Aa%' OR S13 LIKE '%Aa%' OR S14 LIKE '%Aa%' OR S15 LIKE '%Aa%' OR S16 LIKE '%Aa%' OR S17 LIKE '%Aa%' OR S18 LIKE '%Aa%' OR S19 LIKE '%Aa%' OR S20 LIKE '%Aa%' OR S21 LIKE '%Aa%' OR S22 LIKE '%Aa%' OR S23 LIKE '%Aa%' OR S24 LIKE '%Aa%' OR S25 LIKE '%Aa%' OR S26 LIKE '%Aa%' OR S27 LIKE '%Aa%' OR S28 LIKE '%Aa%' OR S29 LIKE '%Aa%' OR S30 LIKE '%Aa%' OR S31 LIKE '%Aa%' OR S32 LIKE '%Aa%' OR S33 LIKE '%Aa%' OR S34 LIKE '%Aa%' OR S35 LIKE '%Aa%' OR S36 LIKE '%Aa%' OR S37 LIKE '%Aa%' OR S38 LIKE '%Aa%' OR S39 LIKE '%Aa%' OR S40 LIKE '%Aa%' OR S41 LIKE '%Aa%' OR S42 LIKE '%Aa%' OR S43 LIKE '%Aa%' OR S44 LIKE '%Aa%' OR S45 LIKE '%Aa%' OR S46 LIKE '%Aa%' OR S47 LIKE '%Aa%' OR S48 LIKE '%Aa%' OR S49 LIKE '%Aa%'
```

'%Aa%' OR S50 LIKE '%Aa%' OR S51 LIKE '%Aa%' OR S52 LIKE '%Aa%' OR S53 LIKE '%Aa%' OR S54 LIKE '%Aa%' OR S55 LIKE '%Aa%' OR S56 LIKE '%Aa%' OR S01 LIKE '%A%M%a%' OR S02 LIKE '%A%M%a%' OR S03 LIKE '%A%M%a%' OR S04 LIKE '%A%M%a%' OR S05 LIKE '%A%M%a%' OR S06 LIKE '%A%M%a%' OR S07 LIKE '%A%M%a%' OR S08 LIKE '%A%M%a%' OR S09 LIKE '%A%M%a%' OR S10 LIKE '%A%M%a%' OR S11 LIKE '%A%M%a%' OR S12 LIKE '%A%M%a%' OR S13 LIKE '%A%M%a%' OR S14 LIKE '%A%M%a%' OR S15 LIKE '%A%M%a%' OR S16 LIKE '%A%M%a%' OR S17 LIKE '%A%M%a%' OR S18 LIKE '%A%M%a%' OR S19 LIKE '%A%M%a%' OR S20 LIKE '%A%M%a%' OR S21 LIKE '%A%M%a%' OR S22 LIKE '%A%M%a%' OR S23 LIKE '%A%M%a%' OR S24 LIKE '%A%M%a%' OR S25 LIKE '%A%M%a%' OR S26 LIKE '%A%M%a%' OR S27 LIKE '%A%M%a%' OR S28 LIKE '%A%M%a%' OR S29 LIKE '%A%M%a%' OR S30 LIKE '%A%M%a%' OR S31 LIKE '%A%M%a%' OR S32 LIKE '%A%M%a%' OR S33 LIKE '%A%M%a%' OR S34 LIKE '%A%M%a%' OR S35 LIKE '%A%M%a%' OR S36 LIKE '%A%M%a%' OR S37 LIKE '%A%M%a%' OR S38 LIKE '%A%M%a%' OR S39 LIKE '%A%M%a%' OR S40 LIKE '%A%M%a%' OR S41 LIKE '%A%M%a%' OR S42 LIKE '%A%M%a%' OR S43 LIKE '%A%M%a%' OR S44 LIKE '%A%M%a%' OR S45 LIKE '%A%M%a%' OR S46 LIKE '%A%M%a%' OR S47 LIKE '%A%M%a%' OR S48 LIKE '%A%M%a%' OR S49 LIKE '%A%M%a%' OR S50 LIKE '%A%M%a%' OR S51 LIKE '%A%M%a%' OR S52 LIKE '%A%M%a%' OR S53 LIKE '%A%M%a%' OR S54 LIKE '%A%M%a%' OR S55 LIKE '%A%M%a%' OR S56 LIKE '%A%M%a%'

Dalla ricerca eseguita è stato possibile individuare 275 sondaggi geognostici, in cui sono presenti le argille marnose, distribuiti come visibile in Figura 5.6.

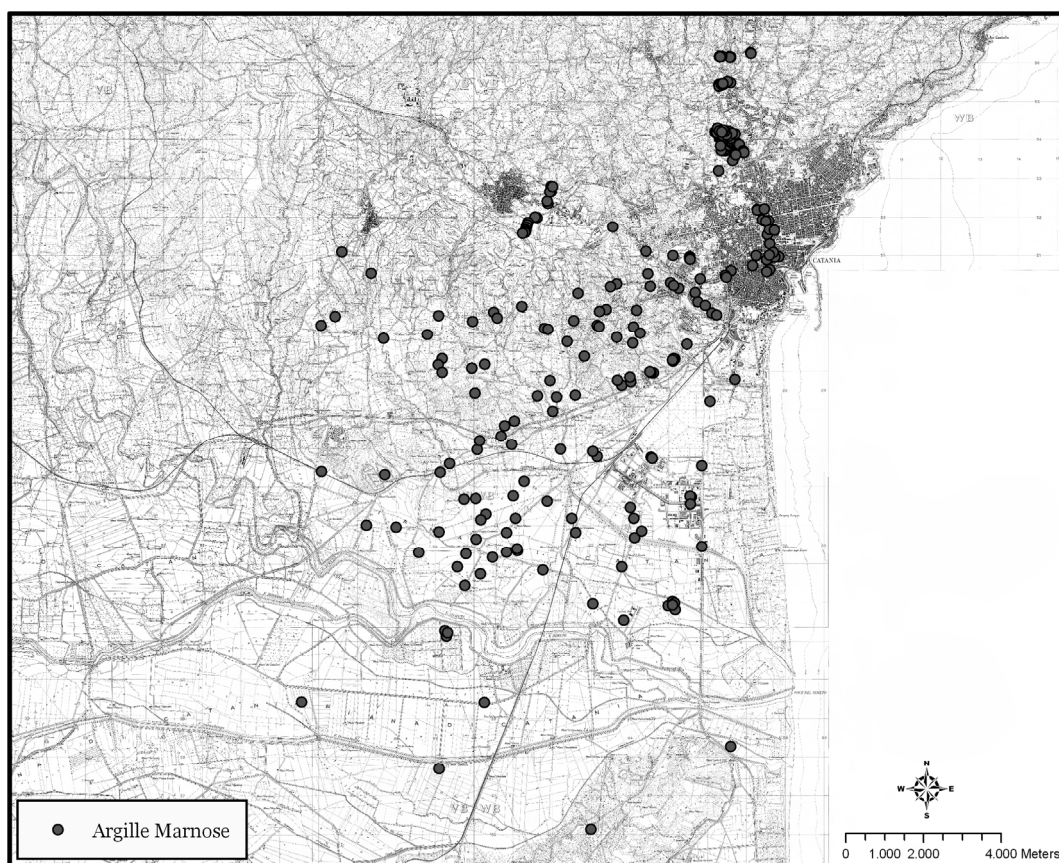


Figura 5.6 - Sondaggi geognostici in cui sono presenti le argille marnose.

Dopo aver individuato tutti i sondaggi in cui sono presenti le argille marnose grigio azzurre (AMa), sono state selezionate le profondità del tetto della formazione (Figura 5.7) e sono state riportate rispetto al livello del mare, in modo tale da avere una quota di riferimento assoluta.

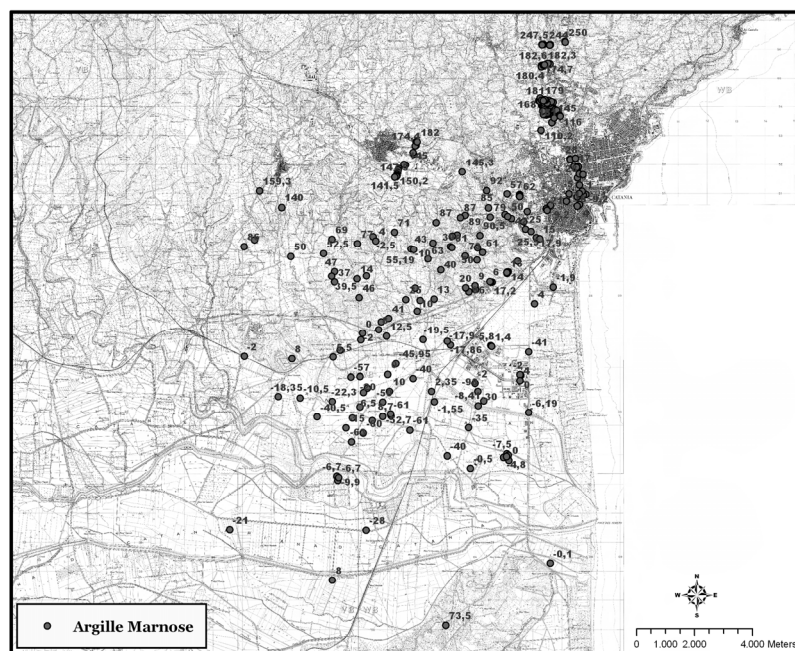


Figura 5.7 - Profondità del tetto delle argille marnose.

E' stato possibile osservare che il tetto delle argille marnose va da una quota di -98 m. sotto il livello del mare nella zona di Buttafeto (ID=1563) ad una quota massima di 252 m. sul livello del mare in prossimità della Galleria Gagliano (ID= 1428), S. Agata Li Battiati (Figura 5.8).

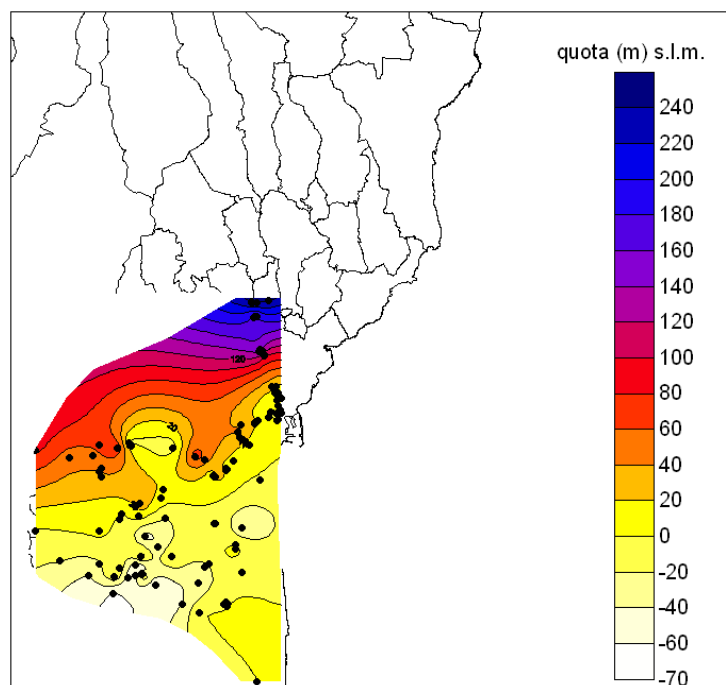


Figura 5.8 - Contouring delle quote del tetto delle argille.

In seguito, per poter associare i valori di V_s alle argille marnose è stata eseguita una analisi di prossimità, applicando una funzione di *buffering* con un valore della distanza pari a 500 m (Figura 5.9), in modo tale da

poter individuare i sondaggi geognostici che distano 500 m dalla misura di *noise* e per i quali il valore stimato di V_s possa risultare attendibile.

Tra la zona di *buffer* ed i sondaggi in cui sono presenti le argille marnose è stata eseguita un'operazione di intersezione, in maniera da escludere dall'indagine i sondaggi geognostici troppo lontani dalle misure di *noise*.

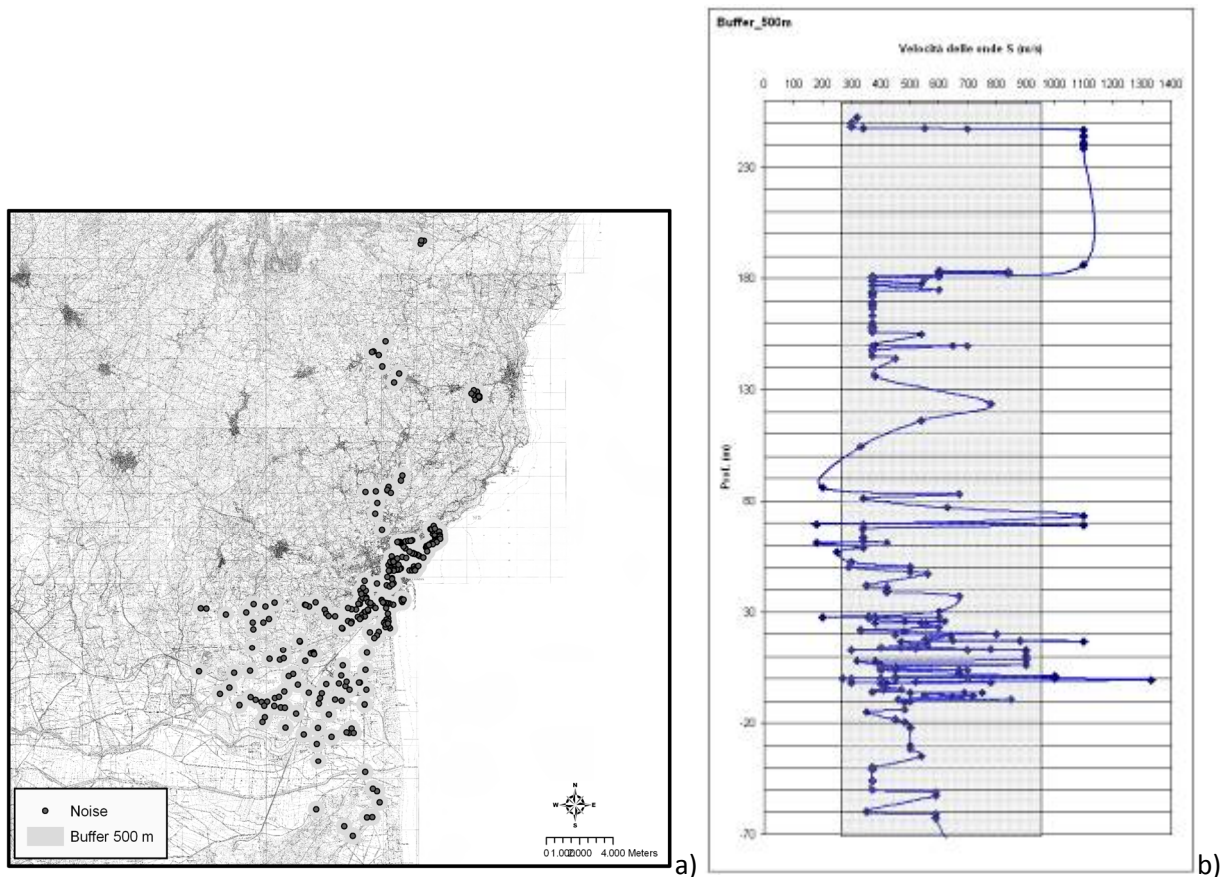
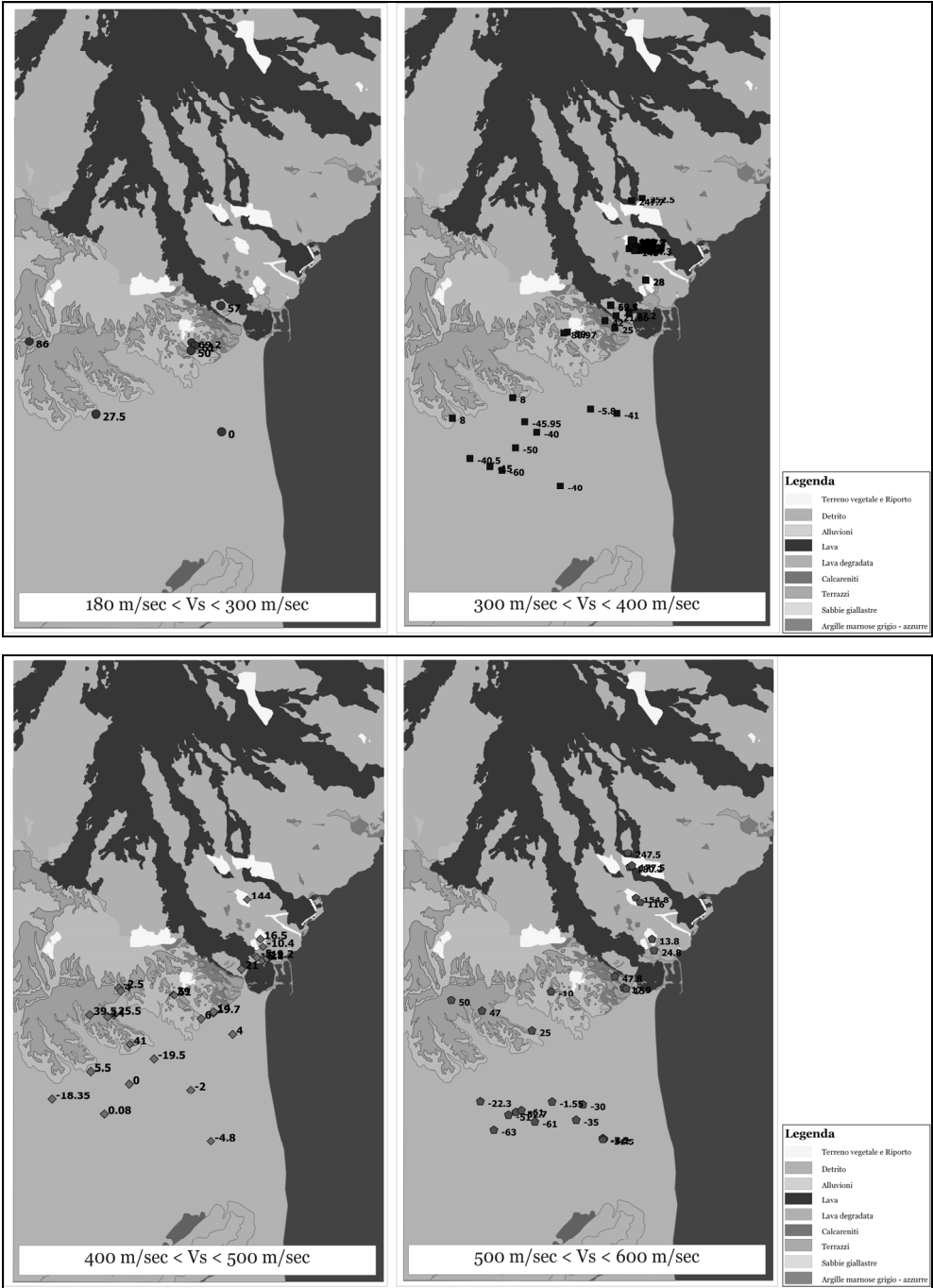


Figura 5.9 - (a) Analisi di prossimità (distanza =500 m) – (b) Velocità media delle onde S.

Dei sondaggi ricavati dall'intersezione è stata calcolata la velocità media delle onde di taglio dell'intero pacco di rocce, ottenendo dei valori compresi tra 200 e 1200 m/s (Figura 5.9b).

Dall'esame particolareggiato dei grafici velocità-profondità (Figura 5.9b), è possibile rilevare che la maggior parte dei sondaggi presentano valori di V_s compresi tra 300 e 900 m/sec. Da tale andamento si discosta una piccola percentuale (7,2%) caratterizzata da valori di velocità superiori a 900 m/sec. Per cercare di comprendere al meglio il motivo di tale comportamento anomalo si è cercato di capire se la posizione geografica dei dati potesse in qualche modo motivare tale scostamento.

Raggruppando i sondaggi geognostici in cui sono presenti le argille marnose, in base al valore di V_s assunto, ed analizzando la loro distribuzione geografica, non si riscontra alcun trend geografico particolare (Figura 5.10).



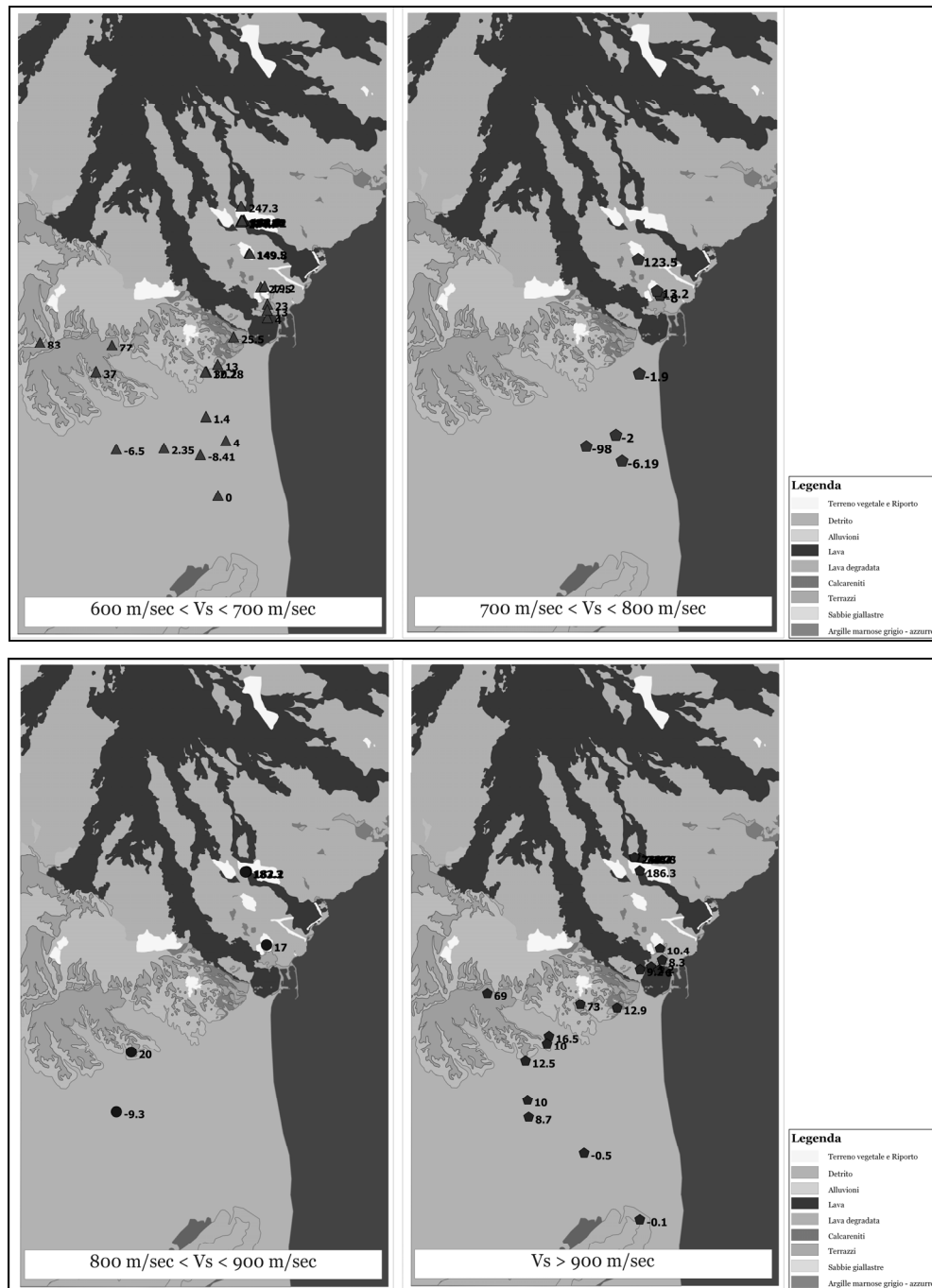


Figura 5.10 - Distribuzione geografica dei sondaggi geognostici e relativa quota del tetto delle argille marnose.

In seguito si è focalizzata l'attenzione su un particolare set di dati: sono stati presi in considerazione le argille marnose grigio-azzurre che presentano valori di V_s compresi tra 300 e 400 m/sec e quelle che assumono valori di V_s superiori a 900 m/sec.

Nel dettaglio sono stati proiettati i dati lungo un profilo con direzione N-S per osservare l'andamento delle quote assolute del tetto delle argille marnose relative ai valori di 300 m/sec < V_s < 400 m/sec (Figura 5.11) e per V_s > 900 m/sec (Figura 5.12).

In seguito, considerando i dati di letteratura (Di Stefano et al. 2002, Monaco et al. 2002 e Catalano et al. 2003), sono stati presi in considerazione i tassi di sollevamento dell'area.

Nel dettaglio, in accordo con la profondità dei depositi e l'attuale quota delle successioni Pleistoceniche, il tasso di sollevamento è stato valutato, dai differenti autori, tra 1,1 e 1,7 mm/a per il settore nord orientale dell'edificio etneo, e tra 0,36 e 0,61 mm/a per la zona meridionale.

In base a ciò, i valori delle quote del tetto delle argille marnose sono stati normalizzati all'inizio dei processi tettonici di sollevamento (600 ka). In particolare in questo lavoro è stato utilizzato (come stimato da Monaco et al. 2002) per l'area a sud un valore del tasso di sollevamento pari a 0,5 mm/a mentre per l'area a nord il valore è stato stabilito pari a 1,5 mm/a (Figura 5.11b e Figura 5.12b).

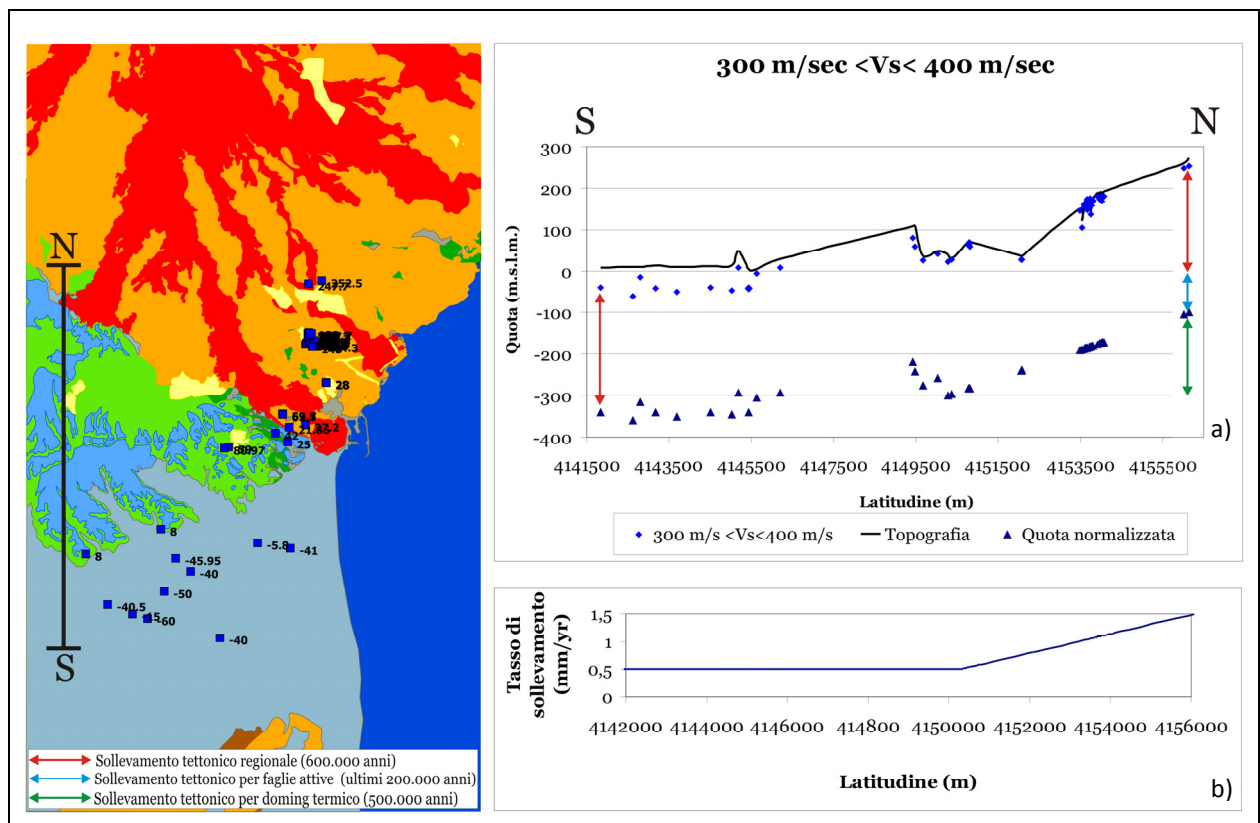


Figura 5.11 - Argille marnose grigio- azzurre che presentano valori di 300 m/sec < Vs < 400 m/sec.

Successivamente, utilizzando i differenti tassi di sollevamento, come accennato in precedenza, pari a 0,5 mm/a per l'area a sud e 1,5 mm/a per l'area a nord, è stata normalizzata la quota del tetto delle argille a 600 ka (Figura 5.11a e Figura 5.12a).

In Figura 5.11a e Figura 5.12a è possibile osservare che entrambe le aree, quella a nord e quella a sud, sono state coinvolte, a partire da 600 Ka, da un progressivo sollevamento regionale (freccia in rosso), mentre a partire da 200 Ka la sola area a nord è stata coinvolta anche da un sollevamento guidato dalla presenza delle faglie attive legate alla *Rift Zone* Siculo-Calabria (freccia in blu), ciò determina i differenti tassi di sollevamento tra le due aree. Da tali osservazioni si è notato che, nonostante siano stati utilizzati, come da letteratura, differenti tassi di sollevamento per le aree a nord ed a sud, per poter effettivamente riportare il tetto delle argille alla medesima quota, bisogna evidenziare un ulteriore sollevamento (freccia in

verde in Figura 5.11a ed in Figura 5.12a) che ha coinvolto l'area a nord. Tale sollevamento aggiuntivo è stato attribuito ad un fenomeno di *doming* termico generato dall'attività vulcanica etnea a partire da 500 ka.

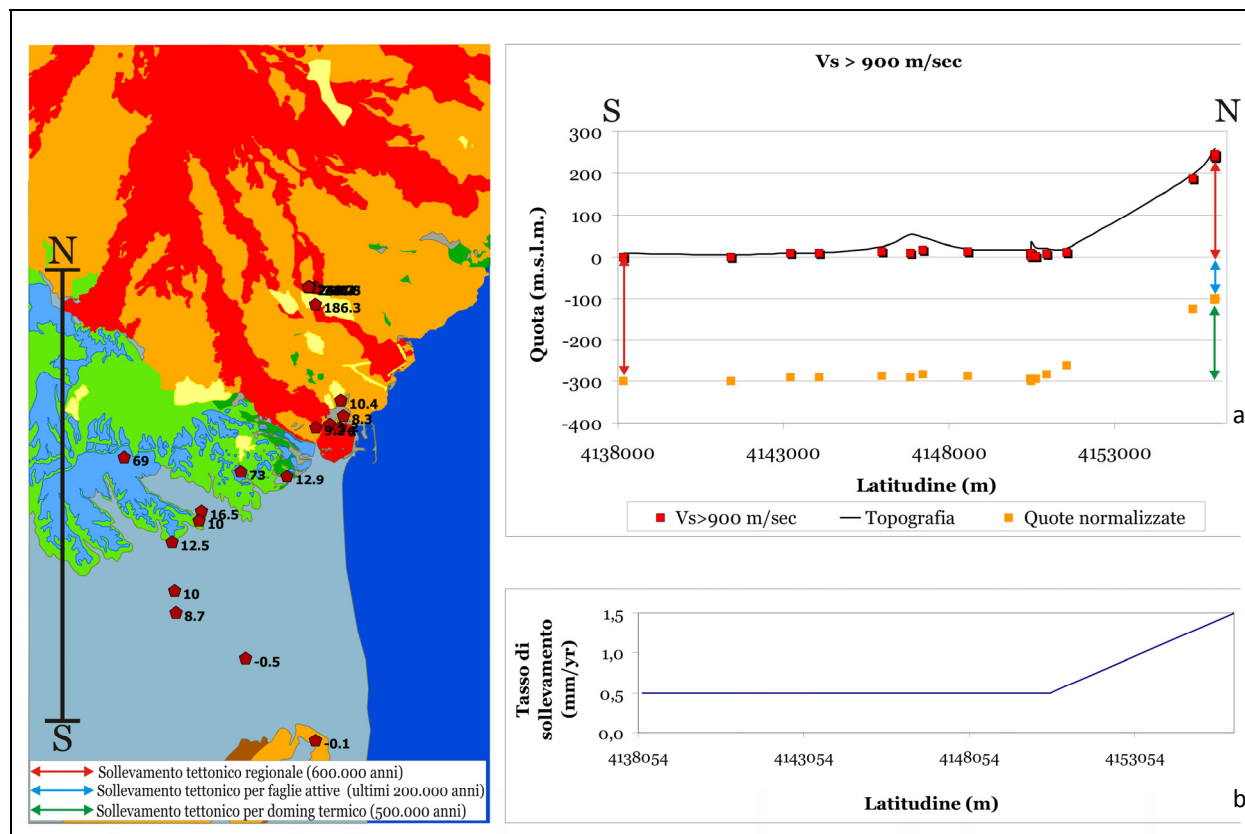


Figura 5.12 - Argille marnose grigio- azzurre che presentano valori di $V_s > 900$ m/sec.

In conclusione, durante il tardo quaternario, un grande sollevamento di 1.1 mm/a ha influenzato l'intera catena orogenetica della porzione orientale della Sicilia con tassi di sollevamento che sono progressivamente diminuiti verso le aree di avampaese a sud-est della Sicilia.

In particolare un processo di estensione regionale ha causato, lungo le aree costiere che fiancheggiano la *Rift Zone* Siculo-Calabra, un veloce tasso di sollevamento che è stato riconosciuto come una conseguenza della deformazione co-sismica e post -sismica rilasciata da porzioni di faglie normali attive (Catalano et al., 2004).

Queste intense dinamiche post collisionali hanno prodotto tassi di sollevamento pari a 0.65 mm/a a partire da 600 Ka, lungo l'area costiera sud-orientale, di 1.3 mm/a a partire da circa 200 Ka nell'area di Catania e di 1.4 mm/a a partire da 125 Ka nel settore nord orientale (Monaco et al. 2002).

Da ciò si può concludere che l'area è interessata da un processo di sollevamento, migrante verso nord che parte dalla zona di avampaese e progressivamente tende ad aumentare verso la zona di catena, con

tassi di sollevamento progressivamente più alti, come effetto della propagazione verso nord del sistema di faglie normali legate alla *Rift Zone* Siculo-Calabra (Monaco et al. 2002).

In seguito sono stati proiettati sul medesimo grafico le quote del tetto delle argille marnose che presentano valori di velocità di taglio sia comprese tra 300-400 m/sec sia maggiori di 900 m/sec (Figura 5.13).

Da tale grafico, si osserva che le argille presenti nell'area etnea hanno un comportamento normale, presentando valori di V_s maggiori a profondità più elevate. Mentre le argille marnose presenti più a sud manifestano un comportamento inverso, mostrando valori di V_s più elevati a profondità inferiori.

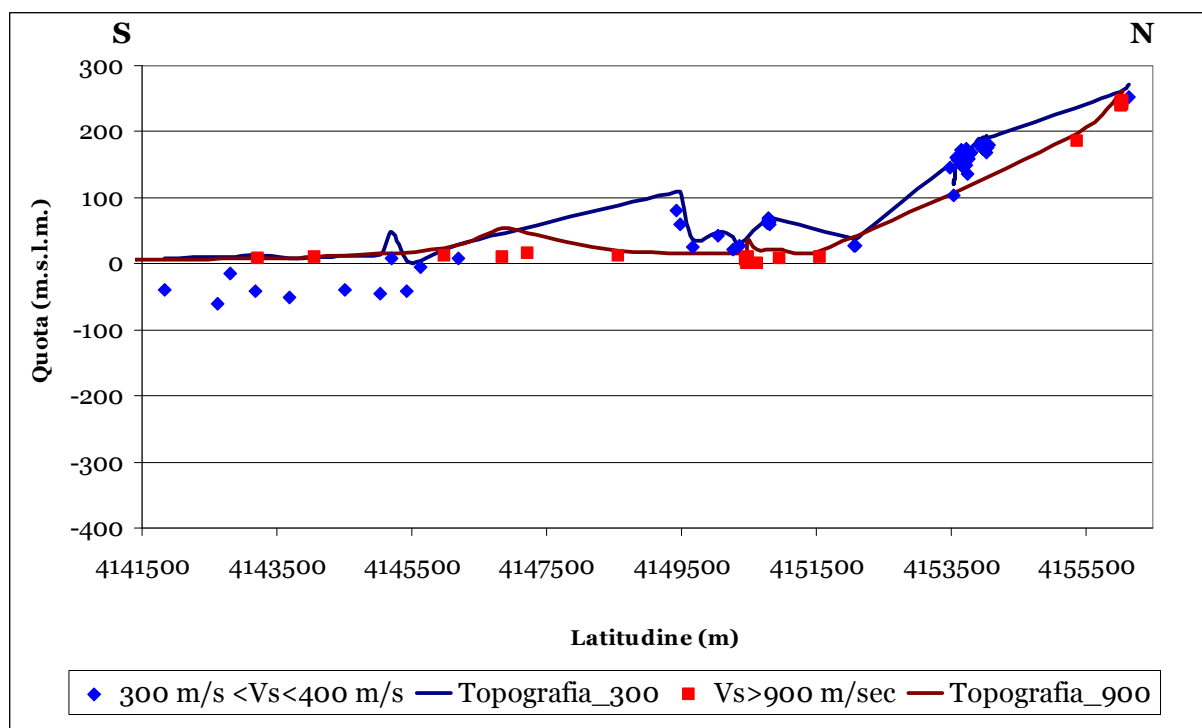


Figura 5.13 - Quota delle argille marnose grigio- azzurre.

Analizzando nel dettaglio l'area a sud della città di Catania (Figura 5.14), si osserva la presenza di argille marnose che presentano nella medesima area valori di V_s che variano da 300 m/sec a 900 m/sec.

Attraverso l'interpretazione dell'andamento delle velocità delle onde di taglio al tetto delle argille marnose è stato possibile proporre un modello morfo - strutturale dell'andamento delle discontinuità del sottosuolo.

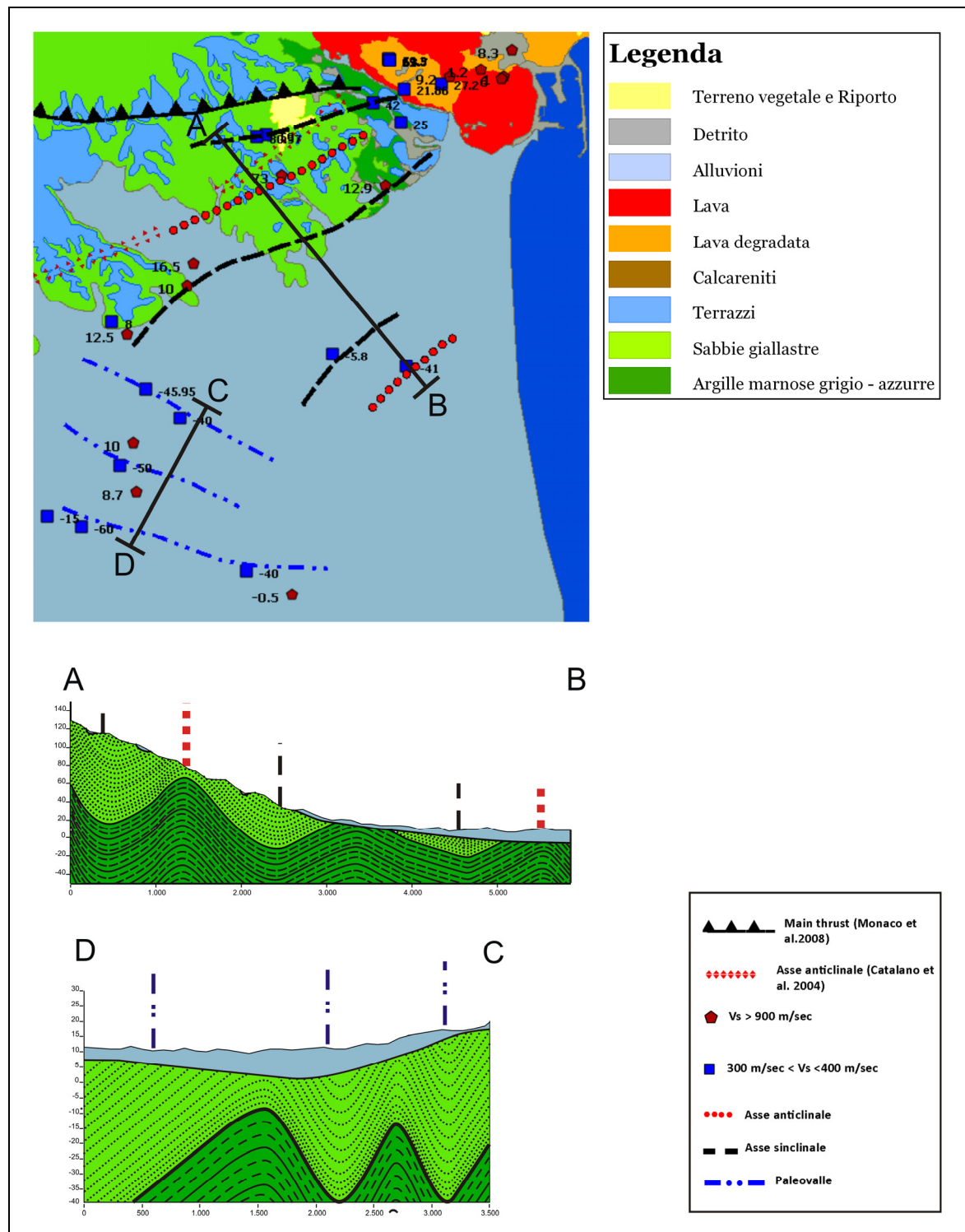


Figura 5.14 - Modello morfo-strutturale dell'andamento delle discontinuità del sottosuolo.

In particolare sono stati distinti due domini morfo- strutturali: il dominio nord-orientale dell'area esaminata ha fornito elementi utili alla definizione di un sistema di pieghe in cui si riconoscono valori di V_s bassi nell'estradosso delle anticlinali e V_s alti al nucleo delle stesse; viceversa nelle sinclinali si rilevano V_s alte nell'estradosso e basse al nucleo (Figura 5.15). Tutto ciò indica in modo chiaro la distribuzione dei campi di stress presenti all'interno delle strutture delle pieghe.

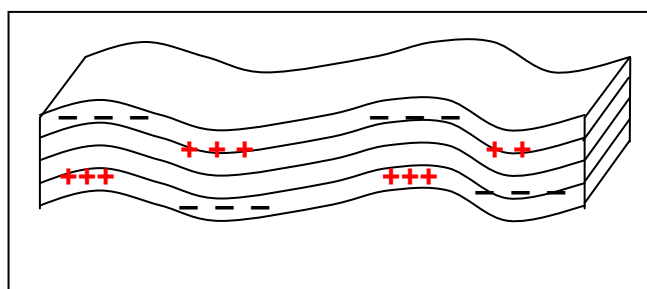


Figura 5.15 – Distribuzione dei campi di stress all'interno della struttura a pieghe.

Il dominio sud-occidentale mostra invece gli effetti prodotti dalle dinamiche legate alla tettonica di sollevamento tardo-quaternaria e l'apparente inversione dei dati di velocità delle onde di taglio, si posizionano lungo i paleo-spartiacque e le paleo-valli.

L'attuale configurazione della struttura morfologica del dominio delle paleo-valli, ad orientazione est-ovest, è il risultato di una complessa storia tettonica che ha avuto origine circa 600 Ka. Questo periodo sancisce rispettivamente la fine della sedimentazione delle argille marnose, l'inizio della sedimentazione arenitico – conglomeratica, la cui potenza raggiunge alcune centinaia di metri, e l'inizio del sollevamento regionale. Il top del substrato argilloso registra pertanto un carico litostatico assumendo il carattere di sedimenti pelitici sovraconsolidati. La complessa storia di sollevamento si conclude infine negli ultimi diciottomila anni, momento in cui si verifica l'ultima glaciazione wurmiana che causa l'abbassamento relativo del livello di base ad una quota assoluta di circa -120 m al di sotto dell'attuale livello del mare. Il quadro morfo-strutturale che si delinea oggi pertanto è quello mostrato nella Figura 5.16 che disegna un profilo N-S costituito da alti strutturali di natura argillosa, che conservano la storia dello stress indotto dal carico litostatico di 600 mila anni fa, alternati a profonde valli in cui l'erosione ha inciso per diverse decine di metri, alla base delle quali le argille marnose risultano depressurizzate.

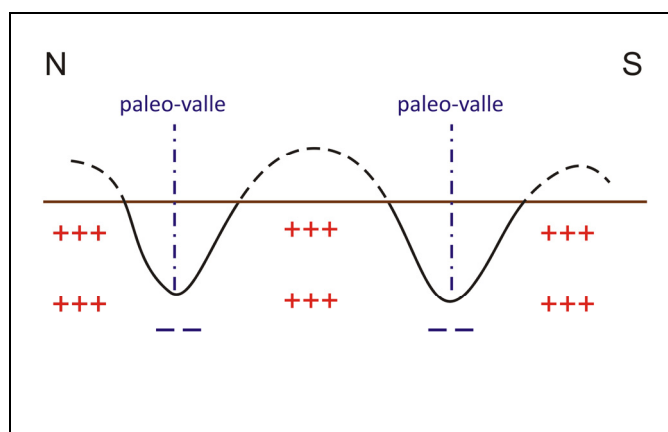


Figura 5.16 – Distribuzione dei campi di stress all'interno delle paleo-valli.

5.4 - Vs30

I valori di velocità delle onde di taglio, stimati attraverso l'inversione delle curve H/V, sono stati utilizzati per stimare il parametro V_{s30} ; più precisamente, è stato stimato il valore medio delle velocità di taglio nei primi trenta metri di profondità.

I valori di V_{s30} stimati sono stati interpolati mediante l'utilizzo di un algoritmo di interpolazione lineare e per l'intera area indagata è stata redatta la mappa che ne riproduce la sua completa distribuzione (Figura 5.17), dalla quale è possibile estrapolare le categorie (Tabella 5.2), così come descritto nel D.M. del 14 gennaio del 2008.

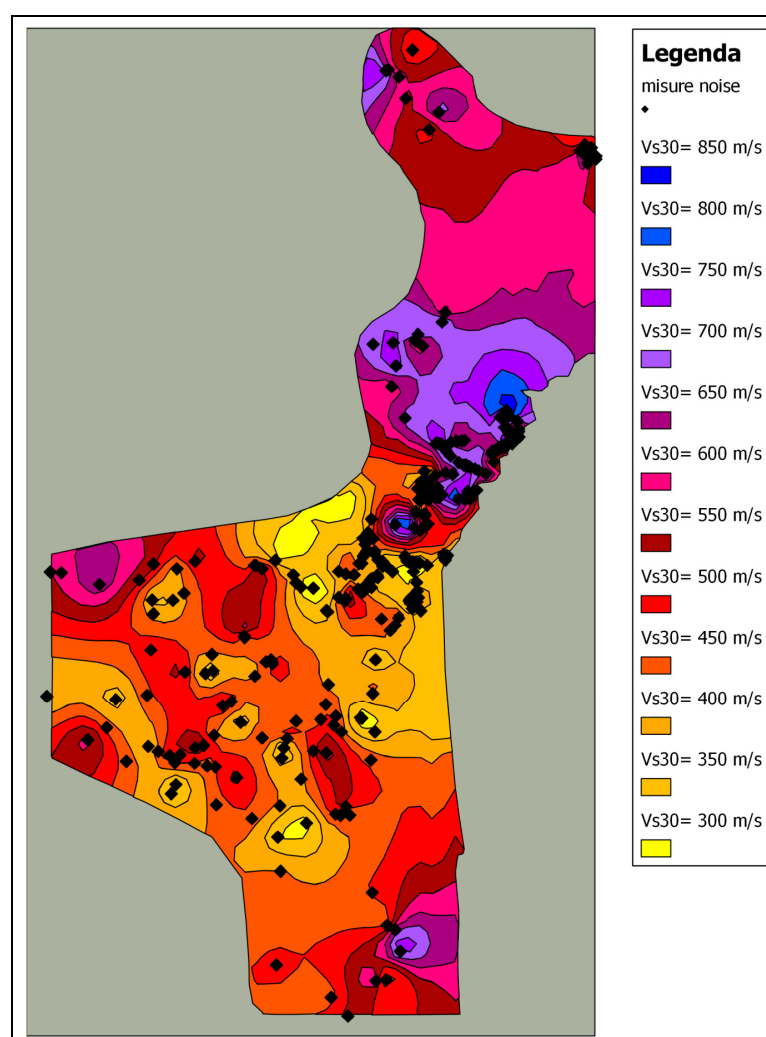


Figura 5.17 - Distribuzione dei valori della V_{s30} .

Attraverso l'interpolazione è possibile, conoscendo il valore di una grandezza in alcuni punti nello spazio, determinare il valore della grandezza in altri punti per i quali non esistono misure; ovviamente, allontanandoci dal punto di misura l'incertezza sul valore tende ad aumentare.

Analizzando nel dettaglio la mappa si osserva che gran parte dell'area indagata assume valori di $V_{s,30}$ compresi tra 400 ed 800 m/sec, perciò la maggior parte del sito oggetto di studio si valuta opportuno inserirlo nella categoria B (depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità).

Si discostano da tale comportamento diverse aree. Una prima zona in prossimità del quartiere S. Giorgio, una seconda area in prossimità del boschetto della Playa, una terza zona nell'area industriale di Catania ed infine in prossimità del fiume Simeto. Tutte queste aree sono caratterizzate da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 360 m/sec., di conseguenza, rientrano nella categoria C (depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza).

Categoria	Descrizione	$V_{s,30}$ [m/s]	NSPT,30 [colpi/30 cm]	$Cu,30$ [kPa]
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	>800		
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e $Cu,30 > 250$ kPa nei terreni a grana fina).	360-800	>50	>250
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT,30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).	180-360	15-50	70-250
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e $Cu,30 < 70$ kPa nei terreni a grana fina).	<180	<15	<70
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).			
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < Cu,30 < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	<100		10-20
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.			

Tabella 5.2 - Definizione delle categorie del sottosuolo in base al D.M. del 2008.

Infine, vi sono delle zone i cui valori di V_{s30} sono maggiori di 800 m/sec., che rientrano nella categoria A (formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi), ben distinguibili in mappa: l'area maggiormente estesa si trova a nord-est della città di Catania.

Successivamente, per poter meglio utilizzare i dati ricavati dal modello di interpolazione è stata trasformata la mappa della distribuzione dei valori delle V_{s30} , da formato raster in vettoriale. Successivamente i valori delle V_{s30} sono stati associati alla tabella degli attributi dei sondaggi geognostici, in modo che, mediante l'utilizzo della piattaforma *G.I.S.*, oltre ad avere le informazioni relative alla geologia, è possibile estrapolare anche il valore delle V_{s30} .

Questo lavoro di ricerca si è proposto l'obiettivo di sviluppare uno strumento finalizzato alla raccolta e alla gestione integrata di ingenti quantità di dati.

All'interno del database sono stati catalogati dati ottenuti da diverse tipologie d'indagine di tipo geologico e geofisico, ubicati prevalentemente in un' area della Sicilia orientale (provincia di Catania) caratterizzata, dal punto di vista geologico dalla presenza di differenti litotipi.

Le possibilità fornite dal software, che permette di relazionare le differenti tipologie di dati, ha consentito di focalizzare l'attenzione sullo studio della risposta sismica locale, sia per ottenere informazioni sul comportamento dinamico del terreno e sulle caratteristiche strutturali locali, utilizzando tecniche di sismica passiva, sia sull'analisi dei processi tettonici recenti, attraverso l'uso dei parametri geofisici, relativi alle formazioni geologiche del sottosuolo.

A tale scopo è stato creato un **GeoDatabase** entro il quale sono stati inseriti **3773** sondaggi georeferenziati, di differenti tipologie, localizzati principalmente nel settore orientale della Sicilia.

Dei 3773 sondaggi archiviati l'81% è costituito da sondaggi geognostici, il restante 19% da sondaggi geofisici. Geograficamente i sondaggi sono distribuiti sull'intero territorio siciliano, dal quale è possibile estrapolare aree caratterizzate da una quantità maggiore di dati.

Dalle osservazioni riguardanti la distribuzione geografica dei dati e la loro densità è stato facile osservare che laddove è maggiore l'addensamento dei sondaggi più alto è il numero delle informazioni del sottosuolo; in particolare ciò è stato riscontrato in prossimità della città di Catania, scelta di proposito, come area da indagare mediante l'utilizzo della sismica passiva.

A questo punto si è fatto ricorso al **GeoDatabase**, mediante l'utilizzo del "linguaggio di interrogazione", che supporta il sistema di recupero dei dati denominato SQL (*Strucured Query Language*), è stato possibile creare delle *query* specifiche, per estrapolare le informazioni.

In particolare sono stati estratti i sondaggi geognostici che ricadevano nell'area scelta per lo studio da effettuare, selezione possibile anche mediante l'utilizzo di un piattaforma *G.I.S. (Geographic Information System)* mediante l'uso di *Grass 6.4* (Neteler e Mitasova, 2004) e *Quantum Gis* su sistema operativo Linux Ubuntu.

Nel sito oggetto di studio sono state effettuate 294 misure di sismica passiva; il segnale è stato registrato ad ogni sito per 20 minuti con una frequenza di campionamento di 128 Hz, mediante l'impiego di un tomografo digitale.

La tecnica adoperata per l'elaborazione dei dati si basa sull'utilizzo dell'inversione dei rapporti spettrali del tremore sismico (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*, HVSR) acquisito mediante l'uso di una stazione sismica.

Le misure utilizzate per questo lavoro sono state acquisite in corrispondenza di sondaggi geognostici, le cui sezioni stratigrafiche sono note, con l'obiettivo di individuare strumenti idonei a ridurre al minimo la soggettività nella fase di interpretazione dei grafici ottenuti.

La curva sperimentale HVSR viene fittata con una curva teorica, utilizzando come vincolo la profondità, dunque lo spessore dello strato più superficiale di sottosuolo, noto attraverso le indagini dirette.

Il fit della curva teorica HVSR permette di ottenere un modello dell'andamento della velocità delle onde S nel sottosuolo.

La tecnica della sismica passiva a singola stazione dà informazioni di tipo puntuale, rilevando la presenza di contrasti di impedenza dovuti a cambiamenti di velocità tra le diverse tipologie di litotipi.

Nel corso di questo studio le informazioni derivanti dai sondaggi geognostici hanno permesso di convertire il dato proveniente dalla sismica passiva (fornito sotto forma di frequenze di risonanza) in profondità, in modo tale da permetterne la modellazione.

Le inversioni delle curve H/V delle 294 misure di rumore sismico ambientale sono state raggruppate in 51 aree e successivamente analizzate. Dall'analisi delle aree è stato possibile individuare le discontinuità, caratterizzate da contrasti di velocità, presenti nel sottosuolo.

Successivamente sono stati tracciati 19 profili geologici schematici in cui è stato possibile riscontrare un buon accordo tra il dato geofisico (proveniente dall'analisi del rumore sismico ambientale) ed il dato geologico (ricavato dal GeoDatabase) in modo da definire l'andamento delle discontinuità nel sottosuolo.

In particolare dalle indagini eseguite nella parte a sud dell'area urbana di Catania, caratterizzata geologicamente da depositi di ambiente continentale, transazionale e depositi marini appartenenti al Pleistocene medio inferiore, le principali discontinuità rilevate sono state interpretate come il passaggio in profondità tra le sabbie quarzose giallastre e le argille marnose grigio – azzurre tale discontinuità è ben visibile nei profili HH', JJ', MM', QQ'. Per ciò che concerne l'area urbana di Catania e le zone a nord di essa, la presenza dei prodotti eruttivi si riflette nelle misure di *noise*. Le principali discontinuità visibili sono legate alla presenza delle diverse colate laviche sovrapposte (come si può osservare nei profili AG', AI' ed AP) e talora, dove visibile, alla presenza delle sabbie ed argille appartenenti al substrato (visibili nelle sezioni AB, AG, AH, AL ed AM'). Inoltre, sono presenti localmente delle discontinuità dovute alla presenza di fratturazioni all'interno delle colate laviche, che determinano delle locali variazioni di velocità delle onde di taglio.

In conclusione, per quanto concerne le discontinuità riscontrate nelle sezioni di sismica passiva si è osservata una buona corrispondenza con i profili geologici. In particolare, è stato possibile evidenziare l'andamento in profondità di diversi corpi lavici ed in alcuni casi il contatto di questi con il substrato sottostante.

Successivamente si è focalizzata la ricerca sull'individuazione di tutti i sondaggi geognostici entro i quali sono presenti le argille marnose grigio-azzurre. Dalla ricerca eseguita ne è stato possibile individuarne 275; di questi sono state selezionate le profondità del tetto della formazione e sono state riportate rispetto alla quota del piano campagna, in modo tale da avere una quota di riferimento assoluta. In seguito mediante un'analisi di prossimità è stata calcolata la velocità media delle onde di taglio dell'intero nelle argille

marnose grigio - azzurre, ottenendo dei valori compresi tra 200 e 1200 m/s. Esaminando nel dettaglio i grafici velocità-profondità è stato possibile considerare come la maggior parte dei sondaggi presentano valori di V_s compresi tra 300 e 900 m/sec. Da tale andamento si discosta una piccola percentuale caratterizzata da valori di velocità superiori a 900 m/sec.

Successivamente l'attenzione è stata focalizzata sulle argille marnose grigio-azzurre che presentano valori di V_s compresi tra 300 e 400 m/sec e quelle che assumono valori di V_s superiori a 900 m/sec.

Nel dettaglio sono stati proiettati i dati lungo un profilo con direzione N-S per osservare l'andamento delle quote assolute del tetto delle argille marnose.

I valori delle quote sono stati normalizzati all'inizio dei processi tettonici di sollevamento (600 ka) ed è stato analizzato nel dettaglio il differente comportamento in base alla posizione geografica del dato.

In particolare è stata posta l'attenzione sui differenti tassi di sollevamento, infatti come constatato da differenti autori (Di Stefano et al. 2002, Monaco et al. 2002 e Catalano et al. 2003), la zona a nord e quella a sud dell'area indagata presentano differenti tassi di sollevamento, nel dettaglio il settore nord orientale dell'edificio etneo presenta valori compresi tra 1,1 e 1,7 mm/a, mentre la zona meridionale assume valori compresi tra 0,36 e 0,61 mm/a. Le analisi fatte sul set di dati hanno messo in evidenza un dato molto interessante, ossia che il *bedrock* argilloso presente nel sottosuolo etneo è stato interessato negli ultimi 500 ka anche da un processo di deformazione verticale positiva indotta da dinamiche di *doming* termico di natura vulcano-tettonica, il cui tasso stimiamo sia dell'ordine dei 0,4 mm/a. Tale dato è di importante valore e può fornire un utile contributo agli studi di natura vulcano-tettonica della regione, dove già altri autori sostengono, attraverso studi di tomografia sismica, nonché di natura geofisica (profili sismici profondi) che la struttura del sottosuolo etneo sia caratterizzata dalla presenza di una crosta assottigliata.

In seguito sono stati proiettati sul medesimo grafico le quote del tetto delle argille marnose che presentano valori di velocità di taglio sia comprese tra 300-400 m/sec sia maggiori di 900 m/sec. Da tale grafico, si osserva che le argille marnose presenti più a sud manifestano un comportamento anomalo, mostrando valori di V_s più elevati a profondità inferiori.

Attraverso l'interpretazione dell'andamento delle velocità delle onde di taglio al tetto delle argille marnose è stato possibile proporre un modello morfo -strutturale dell'andamento delle discontinuità del sottosuolo. In particolare sono stati distinti due domini morfo -strutturali: il dominio nord-orientale dell'area esaminata ha fornito elementi utili alla definizione di un sistema di pieghe

Il dominio sud-occidentale mostra invece gli effetti prodotti dalle dinamiche legate alla tettonica di sollevamento tardo-quaternaria e l'apparente inversione dei dati di velocità delle onde di taglio, si posizionano lungo i paleo-spartiacque e le paleo-valli.

Infine, i valori di V_s , ottenuti localmente, mediante l'utilizzo di tecniche di inversione, risultano coerenti con le litologie note dalle stratigrafie; così seguendo le indicazioni fornite dalla normativa vigente in Italia (DM 14/01/2008, Norme Tecniche per le Costruzioni) è stata effettuata una classificazione dei suoli

dell'area indagata, mediante l'utilizzo del parametro di riferimento V_{s30} . In altre parole, è stato stimato il valore medio delle velocità di taglio nei primi trenta metri di profondità.

Dalle osservazioni fatte gran parte del sito indagato presenta valori di V_{s30} compresi tra 400 ed 800 m/sec, per questo la zona rientra nella categoria B. Da tale andamento si discostano diverse aree che vengono classificate come categoria C.

Infine vi sono delle zone i cui valori di V_{s30} sono maggiori di 800 m/sec, e sono compresi nella categoria A.

In conclusione si può affermare che, il **GeoDatabase** è risultato un ottimo strumento non solo per lo studio della risposta sismica locale, ma anche per la definizione di un modello morfo-strutturale nell'area della provincia di Catania.

Ringraziamenti

Ringrazio tutti coloro che a vario titolo hanno concesso volentieri i loro contributi ai fini della presente ricerca:

gli uffici competenti del Comune di Catania, del Genio Civile di Catania, del Comune di Trecastagni e della Provincia di Catania e la Dott. A. Privitera, che hanno fornito parte dei dati utilizzati nella presente ricerca;

in modo particolare il prof. Imposa per il prezioso apporto critico e per avermi fornito indispensabili indicazioni per questo lavoro;

il prof. De Guidi va il mio riconoscimento per l'inestimabile aiuto prodigato generosamente alla realizzazione del presente lavoro.

Rivolgo un ringraziamento particolare ai miei genitori per il loro incrollabile sostegno e l'infinita pazienza, a Paola per l'incoraggiamento e l'indispensabile appoggio dimostratomi in questi anni, agli amici che in questi anni di lavoro hanno saputo pazientemente incoraggiarmi ed inoltre un ringraziamento speciale va ai colleghi ed amici dell' OGS per la pazienza, il sostegno e la disponibilità dimostrata in questo ultimo anno.

Bibliografia

- Aki K. (1964).** A note on the use of microseisms in determining the shallow structures of the earth's crust. *Geophysics*, 29, 665–666.
- Asten, M. (1978).** Geological control on the three-component spectra of Rayleigh-wave microseisms. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 68, 1623–1636.
- Bard P.-Y. (1999).** Microtremor measurements: a tool for site effect estimation? In: Irikura, Y., Kudo, K., Okada, H., Sasatani, T. (Eds.), *The Effects of Surface Geology on Seismic Motion*. Balkema, Rotterdam, 1251– 1279.
- Ben-menahem, A., & Singh, S. J. (1981).** *Seismic Waves and Sources*, Springer-Verlag, New York, 1108pp.
- Bianchi, F., Carbone, S., Grasso, M., Invernizzi, G., Lentini, F., Longaretti, G., Merlini, S. & Moscardini, F. (1987).** Sicilia orientale: profilo geologico Nebrodi -Iblei. *Mem. Soc. Geol. It.*, 38, 429-458.
- Castellaro, S., Mulargia, F., & Bianconi, L. (2005).** Passive Seismic Stratigraphy: A new efficient, fast and economic technique. *Geologia Tecnica e Ambiente*, 3, 76- 102.
- Castellaro, S., & Mulargia, F. (2009).** The Effect of Velocity Inversions on H/V. *Pure and Applied Geophysics*, 166, 567-592.
- Castellaro, S., & Mulargia, F. (2009).** Vs30 Estimates Using Constrained H/V Measurements. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 99(2A), 761-773.
- Catalano, S., De Guidi, G. (2003).** Late Quaternary uplift of northeastern Sicily: relation with the active normal faulting deformation. *Journal of Geodynamics*, 36, 445-467.
- Catalano, S., Guidi, G. D., Tortorici, G., & Tortorici, L. (2003).** Long-term behaviour of the late Quaternary normal faults in the Straits of Messina area (Calabrian arc): structural and morphological constraints. *Quaternary International*, 102, 81-91.

- Catalano, S., Torrisi, S., & Ferlito, C. (2004).** The relationship between Late Quaternary deformation and volcanism of Mt. Etna (eastern Sicily): new evidence from the sedimentary substratum in the Catania region. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 132, 311-334.
- Catalano, S., De Guidi, G., Romagnoli, G., Torrisi, S., Tortorici, G., Tortorici, L., et al. (2008).** The migration of plate boundaries in SE Sicily: Influence on the large-scale kinematic model of the African promontory in southern Italy. *Tectonophysics*, 449, 41 - 62.
- Chang, Y. & Park, H. D. (2004).** Development of a web-based Geographic Information System for the management of borehole and geological data. *Computer & Geosciences*, 30, 887-897.
- Decreto Ministeriale** del 14/01/2008. Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Di Stefano, A. & Branca, S. (2002).** Long-term uplift rate of the Etna volcano basement (southern Italy) based on biochronological data from Pleistocene sediments. *Terra Nova*, 14, 61-68.
- Gallipoli, R., La Penna, V., Lorenzo, P., Mucciarelli, M., Perrone, A., Piscitelli, S., Sdao, F. (2000).** Comparison of geological and geophysical prospecting techniques in the study of a landslide in southern Italy. *European J. Environm. And Eng. Geophys.*, 4, 117-128.
- Gutenberg, B. (1931).** Microseisms in North America. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 21, 1–24.
- Gutenberg, B. (1936).** On microseism. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 26, 111–117.
- Gutenberg, B. (1958).** Microseism. *Adv. Geophys.*, 5, 53-92.
- Lentini, F., Carbone, S., Catalano, S., Grasso, M., Monaco, C. (1990).** Principali elementi strutturali del thrust belt appenninicomaghrebide in Sicilia centro-orientale. *Mem. Soc. Geol. It*, 45, 495-502.
- Lentini, F., Carbone, S., Catalano, S., Grasso, M. (1996).** Elementi per la ricostruzione del quadro strutturale della Sicilia orientale. *Mem. Soc. Geol. It*, 51, 179-195.
- Monaco, C. & Tortorici, L. (2000).** Active faulting in the Calabrian Arc and eastern Sicily. *J. Of Geodynamics*, 29, 407-424.
- Monaco, C., Catalano, S., De Guidi, G., Gresta, S., Langer, H., Tortorici, L. (2000).** The geological map of the urban area of Catania (Eastern Sicily): morphotectonic and seismotectonic implications. *Mem. Soc. Geol. It*, 55, 425-438.

- Monaco, C., Bianca, M., Catalano, S., De Guidi, G., Tortorici, L. (2002).** Sudden change in the Late Quaternary tectonic regime in eastern Sicily: evidences from geological and geomorphological features. *Boll. Soc. Geol. It.*, Volume speciale n. 1, 901-913.
- Monaco, C., Antonioli, F., De Guidi, G., Lambeck, K., Tortorici, L., Verrubbi, V. (2004).** Holocene tectonic uplift of the Catania Plain (Eastern Sicily). *Quaternaria Nova*, VIII, 171-185.
- Monaco, C., De Guidi, G., Catalano, S., Ferlito, C., Tortorici, G., Tortorici, L. (2008).** Carta morfotettonica del monte Etna.
- Nakamura, Y. (1989).** A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface. *QR Railway Tech. Res. Inst*, 30, 25-33.
- Neteler, M., Mitasova, H. (2004).** Open Source GIS: a Grass Gis Approach. Kluwer Academic Publishers.
- Nogoshi, M., & Igarashi, T. (1970).** On the propagation characteristics of microtremors. *J. Seism. Soc. Japan*, 23, 264-280.
- Partescano, E., Barone, F., & Imposa, S. (2008).** Esempio di un modello per la catalogazione e la gestione integrata di dati geofisici e geognostici nella Sicilia orientale. 27° Convegno GNGTS, Trieste, 361-364.
- Pieri, E. (2008).** Applicazione della sismica passiva in stratigrafia: l'esempio della Pianura Padana. *Il Geologo dell'Emilia Romagna*, 31, 41-48.
- Privitera, A. (1998).** Ricostruzione 3D degli acquiferi nell'area occidentale, centrale e meridionale dell'Avampaese Ibleo. Tesi di Dottorato di Ricerca in Evoluzione dell'Orogene di tipo Mediterraneo, XI ciclo dell'Università di Catania.

Allegati

Allegato 1 – Database

Pannello principale di accesso al Database

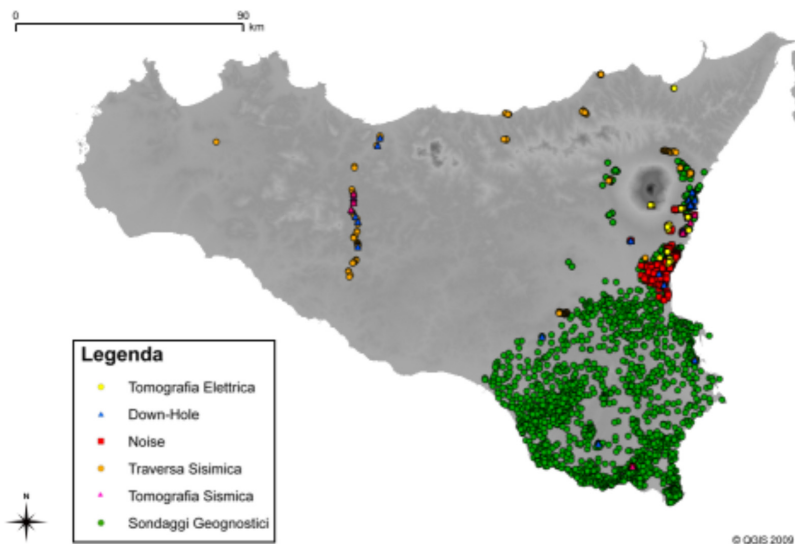


Università degli Studi di Catania

Dipartimento di Scienze Geologiche

Dottorato di ricerca in Geodinamica e Sismotettonica

Dottorando: Dott. Elena Partescano



DATI

Noise

Down-Hole

Traverse Sismiche

Tomografie

Tomografie Sismiche

Sondaggi Geognostici

RICERCA

Ricerca



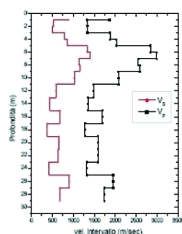
Università degli Studi di Catania

Dipartimento di Scienze Geologiche

Dottorato di ricerca in Geodinamica e Sismotettonica

Dottorando: Dott. Elena Partescano

DOWN-HOLE



ID: 528 Comune: Sciarra (PA) Località: Sciarra

UBICAZIONE

Longitudine: 392128,855 Latitudine: 4195863,561 Informazioni cartografiche: m /UTM33 / ED50

INFORMAZIONI GENERICHE

Data (m/a): Tipologia: Down-Hole Note: VELOCIZZAZIONE LINEA FERROVIARIA PA-AG PROSPERZIONI GEOFISICHE

Presenza dell'immagine: ☒ Immagine: C:\Immagini_GeoDB\528.bmp

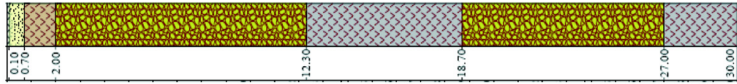
DOWNLOAD

Z (m)	OFFSET	TP (msec)	TS (msec)	TPC (msec)	TSC (msec)	VPI (m/sec)	VSI (m/sec)	Vp/Vs	G (Kg/cm ³)	K (Kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	σ	Imp#	Sismica (t ² m ⁻² sec ⁻¹)
2	2	8,1	17,2	5,7275649	12,162237	349,188534	164,443437	2,123457	520,0000	1651,38253	1411,813	0,358		312,442531221963
3	2	8,8	19,8	7,3220426	16,474596	627,164634	231,89163	2,704559	1088,471	6510,47861	3093,040	0,421		463,783259045562
4	2	9,933333	21,86667	8,8846434	19,558141	639,958698	324,302018	1,973342	2128,854	5451,45175	5650,973	0,327		648,604035494536
5	2	11,06667	23,93333	10,275142	22,221542	719,166484	375,459813	1,915429	2853,472	6664,37943	7491,246	0,313		750,19625361537
6	2	12,2	26	11,573936	24,665766	769,944928	409,12787	1,881918	3388,167	7482,02285	8831,424	0,303		818,255739139906
7	2	13	28,2	12,499811	27,114975	1080,05931	408,294991	2,645292	3374,386	19113,3138	9560,533	0,417		816,589981152465
8	2	13,6	29,6	13,193938	28,716218	1440,65921	624,514955	2,306845	7894,641	31485,4104	21857,11	0,384		1249,02990904698
9	2	14,6	32	14,252331	31,237986	944,828554	396,547197	2,382638	3182,999	13825,7749	8868,427	0,393		793,094393374317

Sismotratto	VP (m/sec)	VS (m/sec)	σ	Vp/Vs	G (Kg/cm ²)	K (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	IS (t ² m ⁻² sec ⁻¹)
Vulcanoclastiti	903,5	390,8	0,37	2,31	4030,7	14706	10643	904,1
Lave vacuolari	1662	761,5	0,36	2,18	17088	53511	45792	2003,1
Lave massive	2338,2	1232,6	0,31	1,9	43484	96556	112769	3389
Terreni sedimentari	1421,5	458,9	0,44	3,01	4500,3	36449	12911,9	917,9



Università degli Studi di Catania
Dipartimento di Scienze Geologiche
Dottorato di ricerca in Geodinamica e Sismotettonica
Dottorando: Dott. Elena Partescano



SONDAGGI GEOGNOSTICI

ID Comune Località

UBICAZIONE

Longitudine Latitudine Informazioni cartografiche

INFORMAZIONI GENERICHE

Tipologia

Falda (m)

Profondità (m)

Quota_pc (malm)

Data (m/a)

Presenza dell'immagin ☐ Immagine

Note

DOWNLOAD

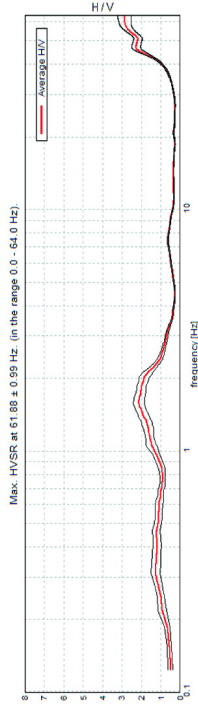
STRATIGRAFIA

Profondità	Litotipo
-8,5	Materiale di riporto di natura vulcanica, incoerente, di colore grigio scuro, a granulometria <1mm> 5cm
-12,2	Lave basaltiche molto compatte, microcristalline, di colore grigio, con piccoli fenocristalli di pl e rare di e px, nella parte sommitale si presentano bollose, di colore vinaccio
-19	Lave scoriacee di colore vinaccio, in elementi centimetrici, con abbondante frazione sabbiosa (rifusa)
-23	Lave basaltiche compatte, a grana media, di colore grigio, molto fratturate e vacuolari nella part sommitale e basale, con abbondanti fenocristalli di pl e rare di e px
-30	Tufiti costituite da sabbie vulcaniche fini di colore bruno, passanti verso il basso a limi argillosi di colore bruno-giallastro, nella parete sommitale si presentano arrossate, nella parte basale, si rinvergono trovanti centimetrici di natura vulcanica.



Università degli Studi di Catania
Dipartimento di Scienze Geologiche
Dottorato di ricerca in Geodinamica e Sismotettonica
Dottorando: Dott. Elena Partescano

NOISE



ID Comune Località

UBICAZIONE

Longitudine Latitudine Informazioni cartografiche

INFORMAZIONI GENERICHE

Data (m/a) Tipologia

Presenza dell'immagin ☒ Immagine

Note

DOWNLOAD

NOISE

Rapporti spettrali Frequenza Ampiezza

RISULTATI INVERSIONE

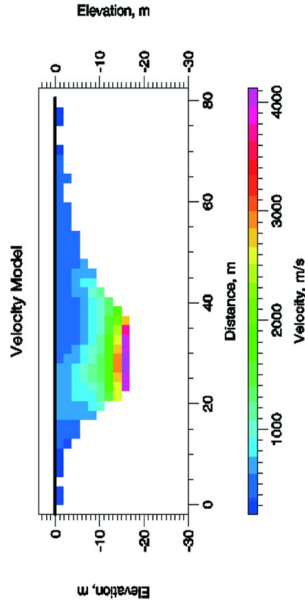
ID	Sondaggio geognostico	Depth (m)	Thickness (m)	Vs (m/s)
3491	1	1.2	1.2	280
3491	1	8.2	7	700
3491	1	26.2	18	1000
3491	1	126.2	100	1200

DOWNLOAD



Università degli Studi di Catania
Dipartimento di Scienze Geologiche
Dottorato di ricerca in Geodinamica e Sismotettonica
Dottorando: Dott. Elena Partescano

TOMOGRAFIE SISMICHE



ID Comune Località

UBICAZIONE

Longitudine Latitudine Informazioni cartografiche

INFORMAZIONI GENERICHE

Data (m/a) Tipologia Note
Presenza dell'immagine ☒ Immagine: C:\immagini_GeoDB\197.png

TOMOGRAFIA SISMICA

N° Geofoni Step intergeofonico (m) N° Shots Lunghezza Stendimento (m) Profondità Raggiunta (m)

Descrizione dei risultati

La sezione tomografica TS2 mostra un ampio intervallo di velocità sismiche che va da 400 m/s ad oltre 5000 m/s. In particolare fino a circa 12 metri di profondità si innervano terreni a velocità medio-basse (400-800 m/s), sovrapposti a terreni ad alta velocità Vp (da 2000 ad oltre 4000 m/s).

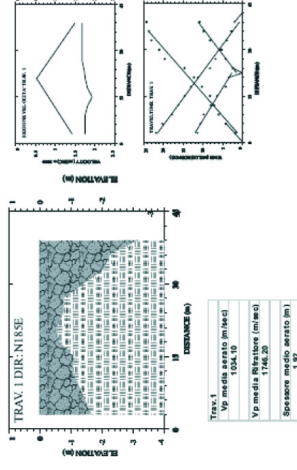
Nota

1° sismostato Vp = 500 m/sec; 2° sismostato Vp = 1250 m/sec; 3° sismostato Vp = 1600 m/sec; 4° sismostato Vp = 2200 m/sec.



Università degli Studi di Catania
Dipartimento di Scienze Geologiche
Dottorato di ricerca in Geodinamica e Sismotettonica
Dottorando: Dott. Elena Partescano

TRAVERSE SISMICHE



ID Comune Località

UBICAZIONE

Longitudine Latitudine Informazioni cartografiche

INFORMAZIONI GENERICHE

Tipologia Note
Presenza dell'immagine ☒ Immagine: C:\immagini_GeoDB\475.png Data (m/a)

DOWNLOAD

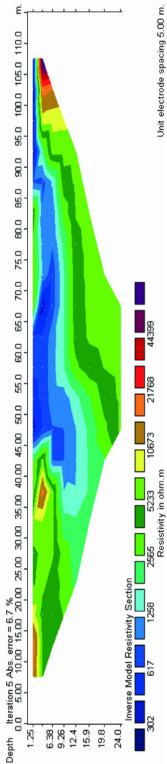
TRAVERSA SISMICA

Vp med# rifrattore 1 (m/sec) Vp min - max# rifrattore 1 (m/sec) Spessore med# rifrattore 1 (m) Spessore min - max rifrattore 1 (m) Vs_ rifrattore 1 (m/s)
Vp med# rifrattore 2 (m/sec) Vp min - max rifrattore 2 (m/sec) Spessore med# rifrattore 2 (m) Spessore min - max rifrattore 2 (m) Vs_ rifrattore 2 (m/s)
Vp med# rifrattore 3 (m/sec) Vp min - max# rifrattore 3 (m/sec) Spessore med# rifrattore 3 (m) Spessore min - max rifrattore 3 (m) Vs_ rifrattore 3 (m/s)



Università degli Studi di Catania
Dipartimento di Scienze Geologiche
Dottorato di ricerca in Geodinamica e Sismotettonica
Dottorando: Dott. Elena Partescano

TOMOGRAFIE ELETTRICHE



ID Comune Località

UBICAZIONE

Longitudine Latitudine Informazioni cartografiche

INFORMAZIONI GENERICHE

Data (m/a) Note

Presenza dell'immagine ☒ Immagine [C:\Immagini_Geo\B1154.png](#) Tipologia

DOWNLOAD

TOMOGRAFIA ELETTRICA

N° Elettrodi Step Inter-elettrodo (m) Lunghezza Stendimento (m)

Profondità Massima Raggiunta (m) Descrizione dei risultati

La tomografia Te 02 ha registrato valori di resistività, che vanno da 3.22 a 44329 ohm.m. La sezione mostrata è una sezione della sazione si possono distinguere due porzioni caratterizzate l'una da media resistività (da 50 a 300 Ohm x metro), l'altra invece contraddistinta da alta resistività. Nella prima sezione si individua bene la presenza di strutture ad elevata resistività, allungate verticalmente.



Università degli Studi di Catania
Dipartimento di Scienze Geologiche
Dottorato di ricerca in Geodinamica e Sismotettonica
Dottorando: Dott. Elena Partescano

RICERCA

ID

Comune

Località

Down-Hole

Tomografie Sismiche

Traverse Sismiche

Noise

Tomografie Elettriche

Sondaggi Geognostici

**RICERCA
GEOGRAFICA**

Tipologi

Max Latitudine

Min Longitudin

Max Longitudin

Min Latitudine

RICERCA GEOGRAFICA

ESCI



Università degli Studi di Catania
Dipartimento di Scienze Geologiche
Dottorato di ricerca in Geodinamica e Sismotettonica
Dottorando: Dott. Elena Partescano

RISULTATI RICERCA

ID Comune Località

UBICAZIONE

Longitudine_originale Latitudine_originale
Informazioni cartografiche

TIPOLOGIA SONDAGGIO

Tipologia Data (m/a)
Note

DOWNLOAD