

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NODO DI CATANIA

U.O. GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE

PROGETTO DEFINITIVO

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA
DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA**

INDAGINI GEOFISICHE

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS3H 00 D 69 IG GE0005 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	EMISSIONE ESECUTIVA	P. Chiara 	Gennaio 2020	F.M. Carli 	Gennaio 2020	S. Vanfiori 	Gennaio 2020	M. Comedini Gennaio 2020

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	4
1.1	PREMESSA E SCOPI DELL'INDAGINE GEOFISICA.....	4
2.	METODOLOGIE IMPIEGATE.....	5
2.1	INDAGINE SISMICA PER ONDE SUPERFICIALI MASW	5
2.1	DOWN HOLE TEST	8
2.1.2	Metodologia di misura e strumentazione utilizzata	8
2.1.3	Principi teorici	9
3.	RISULTATI	11
3.1	PREMESSA.....	11
3.2	RISULTATI MASW – ALLEGATO 1	11
3.2.1	MASW 1	11
3.2.2	MASW 2	13
3.2.3	MASW 3	14
3.2.4	MASW 4	15
3.2.5	MASW 5	16
3.1	ANALISI DEI RISULTATI DELLE PROVE DOWN HOLE – ALLEGATO 2... 17	
3.1.1	Prova Down Hole su foro SD40.....	17
3.1.2	Prova Down Hole su foro SD13.....	18
3.1.3	Prova Down Hole su foro SD14.....	19
3.1.4	Prova Down Hole su Foro SD19	20
3.1.5	Prova Down Hole su foro SD24.....	21
3.1.6	Prova Down Hole su foro SD34.....	22
3.1.7	Prova Down Hole su foro SD28.....	23
3.1.8	Prova Down Hole su foro SD18.....	24
3.1.9	Prova Down Hole su foro SD23.....	25



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA –
PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL
PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	3 di 86

3.1.10	Prova Down Hole su foro SD29.....	26
3.1.11	Prova Down Hole su foro SD21.....	27
3.1.12	Prova Down Hole su foro SD30.....	28
3.1.13	Prova Down Hole su foro SD35.....	29
3.1.14	Prova Down Hole su Foro SD39	30
4.	BIBLIOGRAFIA.....	32
5.	ALLEGATO GRAFICO N.1	33
6.	ALLEGATO GRAFICO N.2	44

1. INTRODUZIONE

1.1 Premessa e scopi dell'indagine geofisica

La presente relazione illustra i risultati della campagna di prospezioni geofisiche, condotte secondo le modalità previste nelle specifiche tecniche Italferr, eseguite sul Nodo di Catania, per l'interramento della Linea Ferroviaria lungo la Diretrice Messina – Catania – Palermo, funzionale al prolungamento della pista dell'Aeroporto di Catania.

Le indagini geofisiche eseguite hanno utilizzato le seguenti metodologie:

- indagini sismiche MASW;
- indagini sismiche Down Hole.

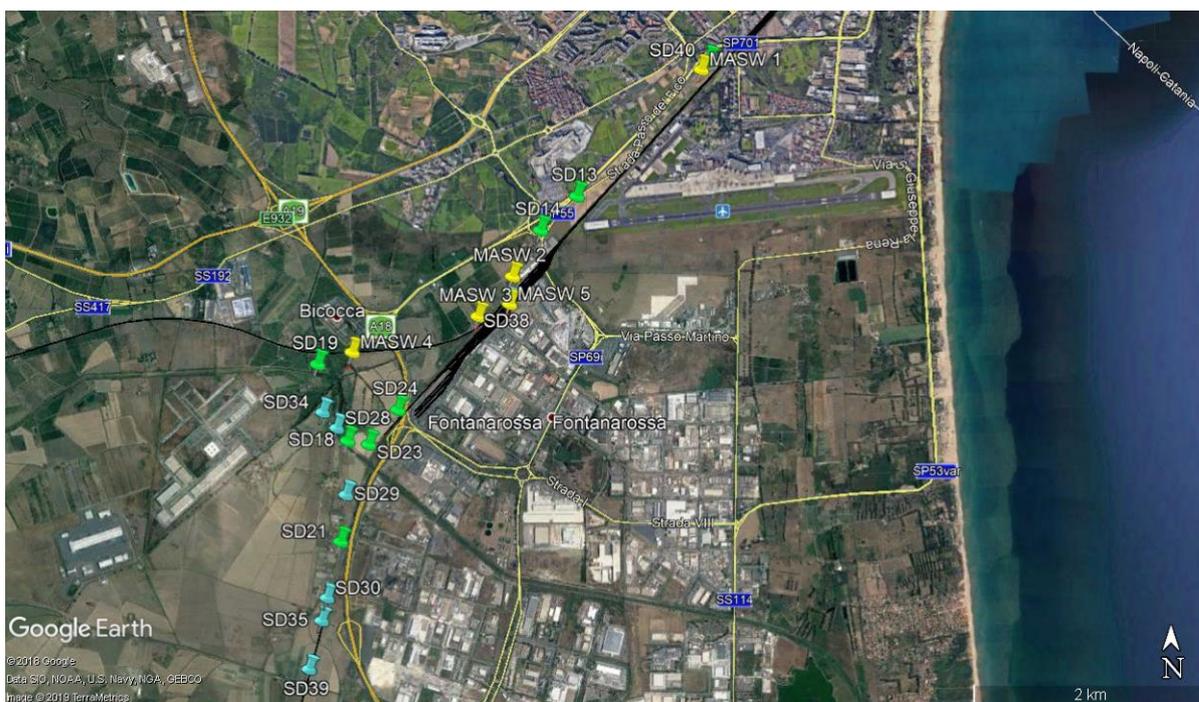


Figura 1: Posizioni delle indagini eseguite – foto satellitare

Le indagini sismiche in foro di tipo Down Hole, sono state condotte sulle verticali dei sondaggi opportunamente attrezzati; tale metodologia d'indagine consente la caratterizzazione di dettaglio e l'approfondimento necessario ai fini geotecnici su aree localizzate, laddove sia necessario valutare il comportamento dei terreni di fondazione, caratterizzandone i parametri dinamici relativi, oltreché a determinare, con grande risoluzione, la categoria dei terreni ai fini della valutazione della risposta sismica locale mediante il parametro V_s eq..

Le indagini sismiche per onde superficiali con metodologie M.A.S.W sono state eseguite con lo scopo di ottenere la distribuzione monodimensionale della velocità di propagazione delle Onde di Taglio V_s , lungo un profilo verticale, utile alla attribuzione

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO					
	NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA					
RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	5 di 86

delle categorie del suolo pertinenti rispetto alle NTC 2018.

Il presente documento, oltre a riportare le evidenze dei risultati emersi dalle campagne di acquisizione dati condotte in sito, contiene una breve descrizione delle metodologie geofisiche utilizzate.

2. METODOLOGIE IMPIEGATE

2.1 Indagine Sismica per Onde Superficiali Masw

2.1.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

Nelle diverse aree sono state allestite stese sismiche per onde superficiali con tecnica multicanale identificata con l'acronimo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

La propagazione delle onde superficiali (o di Rayleigh) avviene, in un mezzo eterogeneo, secondo modalità dispersive. Cioè, a differenti frequenze, corrispondono velocità di fase diverse: in particolare la dispersione geometrica, in opposizione alla dispersione intrinseca dei materiali, dipende dalle geometrie (spessori) delle formazioni o delle stratificazioni attraversate.

In un terreno non omogeneo o stratificato avente proprietà meccaniche variabili, il comportamento delle onde superficiali varia con tali caratteristiche. Differenti lunghezze d'onda, pertinenti a diverse profondità, coinvolgono materiali con disuguali proprietà meccaniche: ciascuna lunghezza d'onda si propaga secondo velocità di fase dipendenti dalle medesime proprietà meccaniche di cui sopra.

Le onde di superficie dunque non possiedono una singola velocità bensì una velocità di fase in funzione della frequenza; la relazione tra frequenza e velocità di fase è contenuta nelle curve di dispersione e di attenuazione. Attraverso un procedimento matematico di inversione è possibile risalire ai profili verticali delle onde di taglio S, proporzionali alle velocità di fase delle onde di superficie secondo un coefficiente invariabile.

Il metodo MASW, impiegato solo qualitativamente ai fini della ricostruzione sismo-stratigrafica di massima, è invece efficace per il calcolo speditivo del parametro V_{seq} .

Il parametro V_{seq} è calcolato come sommatoria (nei 30 metri di spessore del sottosuolo, nel nostro caso a partire dalla quota del piano campagna) dei valori delle velocità di intervallo, pesati rispetto agli spessori associati alla stratificazione dei materiali.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO				
	NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA				
RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA RS3H	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. FOGGIO A 6 di 86

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Dal valore del parametro V_{seq} è possibile risalire alla categoria di suolo secondo il D.M. 2018 dal quale è tratta la successiva tabella.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

2.1.2 Strumentazione utilizzata, configurazione di indagine, codice di configurazione ed inversione dati

Per il presente lavoro è stato utilizzato un sismografo ECHO 48/2014. Lo strumento, prodotto dalla Ambrogeo (Piacenza, Italia), è un sistema a 48 canali (espandibile a 96), che possiede le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- Convertitore analogico digitale A/D a 24-bits
- intervalli di campionamento: 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 1 ½, 2 ms.



Figura 2: Sismografo digitale a 24 bit.

L'indagine per onde superficiali è stata condotta secondo le seguenti specifiche:

- sismografo utilizzato in configurazione a 24 canali;
- 24 geofoni con frequenza naturale a 4.5 Hz e distanza geofonica pari a 2 m;
- piastra di battuta in alluminio;
- massa battente da 12 Kg con interruttore starter e cavo trigger;
- finestra di acquisizione pari a 1 o 2 secondi.

La tecnica di trattamento dati utilizzata è basata sul "f-k processing". I file grezzi subiscono un primo "processing" di muting selettivo per eliminare le tracce o le porzioni di tracce ad elevato rumore. Quindi si esegue un calcolo della FFT usando un "windowing" opportuno. Attraverso una procedura semiautomatica si ricercano i massimi dello spettro (ricerca degli zeri della funzione secolare di Rayleigh) per ricavare i punti appropriati per la costruzione della curva di dispersione da utilizzarsi in un processo di inversione multimodale.

La tecnica di trattamento dati utilizzata è stata ottimizzata utilizzando un Software commerciale validato (SWAN, Italia).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO					
	NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA					
RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	8 di 86

2.1 DOWN HOLE TEST

2.1.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

La prova sismica DHT è un metodo di indagine sismica finalizzato alla determinazione dei profili di velocità delle onde di taglio SH e di compressione P di depositi di terreno.

I profili di velocità ottenuti dalle misure DHT rappresentano valori di velocità medi sullo spessore degli strati poiché sono calcolati lungo percorsi dei raggi sismici inclinati. Tali percorsi sono poi stati corretti, considerando una distanza boccaforo-sorgente di 2 m, per essere riportati ad un percorso rettilineo lungo la verticale.

L'importante particolarità di tale metodo è quella di studiare i parametri di stato e di comportamento riferendoli a volumi di terreno rappresentativi dei caratteri megastrutturali dei depositi, attraverso misure capaci di dare valori medi e non solo puntuali dei parametri geotecnici dei geomateriali.

Caratteristica essenziale del metodo sismico utilizzato è quella di consentire la determinazione dei parametri di deformabilità riferendoli a valori molto bassi dei livelli di deformazione ($<10^{-5}$ m), al di sotto della soglia di deformazione lineare ciclica.

Per l'interpretazione dei dati è stata usata la tecnica diretta, che rappresenta un metodo nel quale la velocità delle onde P e SH è calcolata dalle pendenze dei tratti di dromocrone generate in dipendenza delle posizioni consecutive dei sensori alle diverse profondità all'interno del foro. Nel nostro caso le misurazioni sono state eseguite ogni metro.

I parametri calcolabili con l'ausilio del metodo DHT sono:

- il Coefficiente di Poisson dinamico,
- il modulo di elasticità dinamico (o di Young),
- il modulo di taglio dinamico (o modulo di rigidità),
- il Bulk modulus (modulo di incompressibilità) e pertanto
- il modulo di compressibilità dinamico.

I valori dinamici calcolati con tali tecniche possono risultare differenti dai valori provenienti da prove di tipo statico puntuali (normalmente anche di un ordine di grandezza), specie in tipologie di materiali quali quelli in oggetto.

Il parametro $V_{s,eq}$ è calcolato come già ampiamente descritto nel precedente paragrafo §2.2.1 (relativo alle indagini MASW).

2.1.2 Metodologia di misura e strumentazione utilizzata

La sorgente del segnale sismico per onde SH è costituita da barre in teflon, di circa 2 m di lunghezza complessiva, assicurate al terreno applicando un carico verticale adeguato. Lo sforzo di taglio è trasmesso colpendo orizzontalmente con una massa

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO					
	NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA					
RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	9 di 86

battente la barra, in successione sui due lati opposti (con lo scopo di trasmettere impulsi a polarità invertite). Alternativamente, attraverso la realizzazione di un scasso nel terreno ove alloggiare verticalmente una piastra in alluminio per generare gli sforzi di taglio sulle due direzioni opposte (sempre con lo scopo di trasmettere impulsi a polarità invertite e successivamente sommarli per l'eliminazione del contributo delle onde P dai sismogrammi da avviare ad elaborazione).

Lo sforzo di compressione è invece trasmesso attraverso una massa battente verticale su di una piastra in alluminio; i sistemi di energizzazione sono posizionati, in prossimità del boccaforo. I ricevitori, all'interno del foro di sondaggio, sono stati posti in modo tale che la velocità di propagazione delle onde di volume, caratteristica dei vari strati di terreno, potesse essere misurata ogni metro.

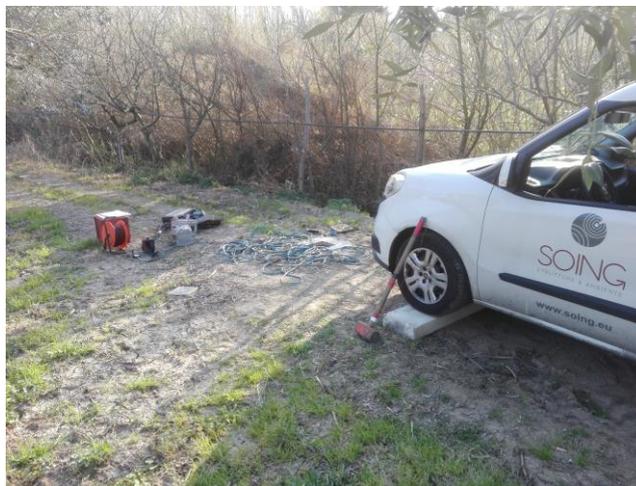


Figura 3: configurazione standard per le indagini DHT

Spostando i ricevitori (geofoni triassiali solidali da foro) a diverse profondità, è possibile ottenere un dettagliato profilo di velocità delle onde SH e P.

L'accoppiamento meccanico tra le pareti del "casing" del foro e i ricevitori all'interno del foro stesso, nell'indagine in oggetto, è stato reso possibile con appositi sistemi di ancoraggio pneumatico.

I ricevitori utilizzati sono costituiti da un sistema tridimensionale composto da tre geofoni, a frequenza propria di 10 Hz, della Geospace (USA), orientati nelle tre dimensioni dello spazio.

Il sismografo utilizzato per le misure sismiche (si veda la Fig. 2 alle pagine precedenti), è uno strumento con possibilità di acquisizione su 48 canali espandibile a 96 contemporanei e dotato di convertitore analogico digitale a 24 bit.

2.1.3 Principi teorici

Per la determinazione dei moduli dinamici a partire dalla distribuzione di velocità delle onde di compressione P e di taglio SH, occorre assumere che il geomateriale indagato sia un mezzo omogeneo, elastico ed isotropo.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA –
PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL
PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	10 di 86

Nel nostro caso, come per la maggior parte, tale assunzione risulta un'approssimazione.

In ogni caso, facendo riferimento alle supposizioni introdotte, è possibile risalire al coefficiente di Poisson (in tale contesto denominato con σ in altri comunemente definito con ν), tramite la seguente relazione:

$$\sigma = \frac{\left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2 - 2}{2\left[\left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2 - 1\right]}$$

e al modulo di Young tramite l'equazione riportata di seguito:

$$E = \frac{(1 - 2\sigma)(1 + \sigma)}{(1 - \sigma)} \rho V_P^2$$

I valori dinamici calcolati con tali tecniche possono risultare differenti dai valori provenienti da prove di tipo statico puntuali (normalmente anche di un ordine di grandezza), specie in tipologie di materiali quali quelli in oggetto.

Sono inoltre esprimibili come funzioni dalle costanti elastiche dinamiche E e σ , la compressibilità β e di conseguenza il *Bulk modulus* ($k = 1/\beta$) (Milton B. et alii, 1988), cioè come relazione tra le costanti di dilatazione cubica, risultanti dalla combinazione degli sforzi lineari di compressione e di taglio in dipendenza delle relative costanti:

$$k = \frac{E}{3(1 - 2\sigma)}$$

e il modulo di rigidità o di taglio μ (altrimenti indicato con la lettera G) :

$$\mu = \frac{E}{2(1 + \sigma)}$$

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO					
	NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA					
RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	11 di 86

3. RISULTATI

3.1 Premessa

I risultati relativi alle indagini eseguite sul Nodo di Catania, per la progettazione delle opere di interrimento della Linea Ferroviaria lungo la Direttoria Messina – Catania – Palermo, funzionale al prolungamento della pista dell'Aeroporto di Catania, sono riportati negli Allegati grafici 1 (relativo alle Indagini MASW) e 2 (prove Down Hole).

3.2 Risultati MASW – Allegato 1

Nell'Allegato grafico 1, per ciascun MASW, sono riportati il sismogramma medio utilizzato per l'elaborazione, il profilo monodimensionale di velocità onde S inerente, lo spettro F-K e la curva di dispersione sperimentale oggetto del "picking" dei massimi sulla curva F-K sovrapposta a quella ottimizzata secondo il modello interpretativo che meglio si accoppia a quello sperimentale.

Si riporta infine il calcolo della $V_{S,eq}$ e l'attribuzione del valore alla classe di suolo idonea. Si ricorda che, per la progettazione di opere civili, il DM 2018 non prevede l'applicabilità del metodo semplificato con attribuzione della categoria di suolo nei casi siano presenti inversioni di velocità lungo il profilo verticale.

Nella presente indagine, in fase di elaborazione dei dati, il comportamento sismostratigrafico nei primi 30 m a partire dal piano di calpestio (di seguito indicato come p.c.) è stato ottimizzato con un modello a 30 sismostrati, ciascuno indicativamente di uguale spessore minimo pari a 1 m. Questa procedura permette di approssimare al meglio il modello fisico reale della velocità delle onde S nel sottosuolo, caratterizzandolo secondo variazioni graduali quasi continue all'interno dei terreni oggetto di prospezione.

Tale approccio consente un processo di affinamento dei risultati e accresce la confidenza tra la curva sperimentale di dispersione e quella del modello ai fini dell'inversione, permettendo di ottenere una curva Velocità onde S – Spessori in funzione della profondità del sottosuolo, la più attendibile possibile.

3.2.1 MASW 1

Il MASW 1 è stato acquisito sulla posizione del Sondaggio SD40; per una più corretta esecuzione ed interpretazione dei dati in relazione al contesto morfologico dell'area, è stato acquisito con 24 canali interspaziati di 2 m. I risultati sono riassunti nella tabella sottostante.

Tabella 3.2.1.1: Modello sismo-stratigrafico dei terreni – M.A.S.W 1.

Sismostrato	Spessore [m]	Profondità [m dal p.c.]	Vs [m/s]
1	1	0	97
2	1	1	123
3	1	2	140
4	1	3	143
5	1	4	153
6	1	5	166
7	1	6	182
8	1	7	205
9	1	8	237
10	1	9	273
11	1	10	308
12	1	11	336
13	1	12	354
14	1	13	361
15	1	14	357
16	1	15	344
17	1	16	324
18	1	17	301
19	1	18	279
20	1	19	260
21	1	20	249
22	1	21	246
23	1	22	252
24	1	23	269
25	1	24	293
26	1	25	323
27	1	26	357
28	1	27	394
29	1	28	431
30	INF	29	469

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m dal piano campagna (massima profondità raggiunta), è possibile determinare la velocità equivalente Vs,eq.

Il valore calcolato per H = 30 m è pari a Vs,eq = **237** m/s; vista la stratigrafia presente ed il profilo di velocità delle onde di taglio, il sito appartiene alla categoria di suolo di fondazione di riferimento “**C**”.

3.2.2 MASW 2

Il MASW 2, per una più corretta esecuzione ed interpretazione dei dati, in relazione al contesto morfologico dell'area, è stato acquisito con 12 canali interspaziati di 3 m. I risultati sono riassunti nella tabella sottostante.

Tabella 3.2.2.1: Modello sismo-stratigrafico dei terreni – M.A.S.W 2.

Sismostrato	Spessore [m]	Profondità [m dal p.c.]	Vs [m/s]
1	1	0	143
2	1	1	141
3	1	2	168
4	1	3	196
5	1	4	201
6	1	5	188
7	1	6	175
8	1	7	176
9	1	8	192
10	1	9	215
11	1	10	238
12	1	11	257
13	1	12	268
14	1	13	272
15	1	14	270
16	1	15	263
17	1	16	254
18	1	17	245
19	1	18	241
20	1	19	243
21	1	20	254
22	1	21	274
23	1	22	303
24	1	23	339
25	1	24	380
26	1	25	425
27	1	26	472
28	1	27	522
29	1	28	572
30	INF	29	622

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m dal piano campagna (massima profondità raggiunta), è possibile determinare la velocità equivalente Vs,eq.

Il valore calcolato per H = 30 m è pari a Vs,eq = **246** m/s. Sulla base di tale valore il sottosuolo rientra in classe **C**.

3.2.3 MASW 3

Il MASW 3, per una più corretta esecuzione ed interpretazione dei dati, in relazione al contesto morfologico dell'area, è stato acquisito con 12 canali interspaziati di 3 m. I risultati sono riassunti nella tabella sottostante.

Tabella 3.2.3.1: Modello sismo-stratigrafico dei terreni – M.A.S.W 3.

Sismostrato	Spessore [m]	Profondità [m dal p.c.]	Vs [m/s]
1	1	0	199
2	1	1	183
3	1	2	177
4	1	3	190
5	1	4	204
6	1	5	210
7	1	6	208
8	1	7	202
9	1	8	198
10	1	9	196
11	1	10	198
12	1	11	204
13	1	12	212
14	1	13	223
15	1	14	236
16	1	15	252
17	1	16	271
18	1	17	292
19	1	18	316
20	1	19	341
21	1	20	367
22	1	21	394
23	1	22	420
24	1	23	447
25	1	24	473
26	1	25	498
27	1	26	522
28	1	27	545
29	1	28	567
30	INF	29	588

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m dal piano campagna (massima profondità raggiunta), è possibile determinare la velocità

equivalente $V_{s,eq}$.

Il valore calcolato per $H = 30$ m è pari a $V_{s,eq} = 266$ m/s; vista la stratigrafia presente ed il profilo di velocità delle onde di taglio, il sito appartiene alla categoria di suolo di fondazione di riferimento “C”.

3.2.4 MASW 4

Il MASW 4 è stato acquisito con 24 canali interspaziati di 2 m. I risultati sono riassunti nella tabella sottostante.

Tabella 3.2.4.1: Modello sismo-stratigrafico dei terreni – M.A.S.W 4.

Sismostrato	Spessore [m]	Profondità [m dal p.c.]	Vs [m/s]
1	1	0	105
2	1	1	129
3	1	2	155
4	1	3	168
5	1	4	173
6	1	5	178
7	1	6	187
8	1	7	201
9	1	8	217
10	1	9	231
11	1	10	241
12	1	11	246
13	1	12	245
14	1	13	239
15	1	14	232
16	1	15	225
17	1	16	222
18	1	17	226
19	1	18	238
20	1	19	260
21	1	20	289
22	1	21	323
23	1	22	362
24	1	23	402
25	1	24	444
26	1	25	486
27	1	26	528
28	1	27	569
29	1	28	608
30	INF	29	646

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m dal piano campagna (massima profondità raggiunta), è possibile determinare la velocità equivalente $V_{s,eq}$.

Il valore calcolato per $H = 30$ m è pari a $V_{s,eq} = 239$ m/s; vista la stratigrafia presente ed il profilo di velocità delle onde di taglio, il sito appartiene alla categoria di suolo di fondazione di riferimento “C”.

3.2.5 MASW 5

Il MASW 5 è stato acquisito con 24 canali interspaziati di 2 m, in corrispondenza del Sondaggio SD38. I risultati sono riassunti nella tabella sottostante.

Tabella 3.2.5.1: Modello sismo-stratigrafico dei terreni – M.A.S.W 5.

Sismostrato	Spessore [m]	Profondità [m dal p.c.]	V_s [m/s]
1	1	0	158
2	1	1	164
3	1	2	171
4	1	3	173
5	1	4	172
6	1	5	171
7	1	6	172
8	1	7	176
9	1	8	182
10	1	9	190
11	1	10	198
12	1	11	207
13	1	12	215
14	1	13	224
15	1	14	233
16	1	15	241
17	1	16	249
18	1	17	257
19	1	18	265
20	1	19	272
21	1	20	279
22	1	21	286
23	1	22	292
24	1	23	298
25	1	24	304
26	1	25	309
27	1	26	314
28	1	27	318
29	1	28	322
30	INF	29	326

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO					
	NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA					
RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	17 di 86

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m dal piano campagna (massima profondità raggiunta), è possibile determinare la velocità equivalente $V_{s,eq}$.

Il valore calcolato per $H = 30$ m è pari a $V_{s,eq} = 224$ m/s; vista la stratigrafia presente ed il profilo di velocità delle onde di taglio, il sito appartiene alla categoria di suolo di fondazione di riferimento “C”.

3.1 Analisi dei Risultati delle Prove Down Hole – Allegato 2

Nell'Allegato grafico 2, oltre l'ubicazione dei fori di sondaggio opportunamente attrezzati per le prove in foro, sono riportati i sismogrammi onde P ed SH ottenuti per ogni indagine, i tempi dei primi arrivi osservati e corretti secondo una distanza bocca pozzo – sorgente di 2 m, i profili di velocità e le tabelle dei parametri dinamici medi.

Attraverso il profilo di velocità ottenuto dalla prova Down Hole sono stati calcolati i valori del parametro $V_{s,eq}$ e attribuita una specifica classe di suolo. Si ricorda che, per la progettazione di opere civili, il DM 2018 non prevede l'applicabilità del metodo semplificato con attribuzione della categoria di suolo nei casi siano presenti inversioni di velocità lungo il profilo verticale.

3.1.1 Prova Down Hole su foro SD40

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD40.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidezza o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD40 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità	Spessore	Velocità V_s media	Velocità V_p media
	(m dal p.c.)	(m)	(m/s)	(m/s)
1	da -1 a -3 m	2	136	329
2	da -3 a -7 m	4	178	865
3	da -7 a -10 m	3	170	1395
4	da -10 a -12 m	2	284	1694
5	da -12 a -15 m	3	215	1487
6	da -15 a -18 m	3	217	1521
7	da -18 a -30 m	12	219	1545

FORO SD40 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	16.66	0.40	84.42	30.22	136.54	197
2	da -3 a -7 m	4	17.73	0.48	162.84	55.09	1227.52	
3	da -7 a -10 m	3	18.79	0.49	158.96	53.25	3514.93	
4	da -10 a -12 m	2	19.39	0.49	455.63	153.35	5251.69	
5	da -12 a -15 m	3	18.97	0.49	256.20	86.01	3999.73	
6	da -15 a -18 m	3	19.04	0.49	261.98	87.93	4202.90	
7	da -18 a -30 m	12	19.09	0.49	267.53	89.79	4349.08	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente Vs₃₀ rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di Vs_{eq} è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 197 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di Vs_{eq} indicano una categoria "C" di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.2 Prova Down Hole su foro SD13

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD13.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD13 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	103	206
2	da -2 a -6 m	4	141	697
3	da -6 a -8 m	2	259	782
4	da -8 a -11 m	3	335	1185
5	da -11 a -13 m	2	370	1306
6	da -13 a -16 m	3	180	1300
7	da -16 a -18 m	2	156	1163
8	da -18 a -31 m	13	350	1488

FORO SD13 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità	Spessore	γ (kN/m^3)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq
	(m dal p.c.)	(m)						(da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.41	0.33	45.53	17.08	45.53	236
2	da -2 a -6 m	4	17.39	0.48	100.29	33.91	783.47	
3	da -6 a -8 m	2	17.56	0.44	332.40	115.54	899.27	
4	da -8 a -11 m	3	18.37	0.46	588.96	202.17	2260.16	
5	da -11 a -13 m	2	18.61	0.46	727.82	249.88	2780.03	
6	da -13 a -16 m	3	18.60	0.49	176.14	59.10	3003.87	
7	da -16 a -18 m	2	18.33	0.49	130.41	43.74	2372.52	
8	da -18 a -31 m	13	18.98	0.47	670.54	227.97	3816.43	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente Vs₃₀ rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica “O.P.C.M. n° 3274/2003” e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di Vs_{eq} è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 236 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di Vs_{eq} indicano una categoria “C” di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.3 Prova Down Hole su foro SD14

La prova Down Hole è stata condotta all'interno del foro geotecnico SD14.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidezza o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD14 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità	Spessore	Velocità Vs media	Velocità Vp media	Vseq
	(m dal p.c.)	(m)	(m/s)	(m/s)	(da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	117	361	191
2	da -3 a -7 m	4	190	849	
3	da -7 a -16 m	9	214	1837	
4	da -16 a -19 m	3	249	1742	
5	da -19 a -26 m	7	197	1861	
6	da -26 a -29 m	3	198	1963	

FORO SD14 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità	Spessore	γ (kN/m^3)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq
	(m dal p.c.)	(m)						(da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	16.72	0.44	64.71	22.45	183.78	191
2	da -3 a -7 m	4	17.70	0.47	184.66	62.66	1167.49	
3	da -7 a -16 m	9	19.67	0.49	263.86	88.36	6393.05	
4	da -16 a -19 m	3	19.48	0.49	352.94	118.47	5640.36	
5	da -19 a -26 m	7	19.72	0.49	224.33	75.06	6598.32	
6	da -26 a -29 m	3	19.93	0.49	229.04	76.61	7427.74	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente V_{s30} rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica “O.P.C.M. n° 3274/2003” e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di $V_{s,eq}$ è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 191 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di $V_{s,eq}$ indicano una categoria “C” di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.4 Prova Down Hole su Foro SD19

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD19.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidezza o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD19 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità	Spessore	Velocità V_s media	Velocità V_p media
	(m dal p.c.)	(m)	(m/s)	(m/s)
1	da -1 a -2 m	1	160	278
2	da -2 a -11 m	9	180	715
3	da -11 a -16 m	5	210	1129
4	da -16 a -18 m	2	149	1059
5	da -18 a -22 m	4	415	1054
6	da -22 a -25 m	3	481	1451
7	da -25 a -32 m	7	385	1653
8	da -32 a -34 m	2	493	1596
9	da -34 a -44 m	10	443	NC

FORO SD19 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità	Spessore	γ (kN/m^3)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq
	(m dal p.c.)	(m)						(da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.56	0.25	104.11	41.56	70.06	240
2	da -2 a -11 m	9	17.43	0.47	162.40	55.38	800.01	
3	da -11 a -16 m	5	18.26	0.48	234.06	78.96	2177.00	
4	da -16 a -18 m	2	18.12	0.49	117.54	39.45	1940.05	
5	da -18 a -22 m	4	18.11	0.41	861.41	305.84	1565.00	
6	da -22 a -25 m	3	18.90	0.44	1233.66	428.87	3330.92	
7	da -25 a -32 m	7	19.31	0.47	825.81	280.63	4799.10	
8	da -32 a -34 m	2	19.19	0.45	1324.09	457.45	4184.24	
9	da -34 a -44 m	10	NC	NC	NC	307.93	NC	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente Vs₃₀ rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica “O.P.C.M. n° 3274/2003” e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di Vs,eq è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 240 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di Vs,eq indicano una categoria “C” di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.5 Prova Down Hole su foro SD24

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD24.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidezza o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD24 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità	Spessore	Velocità Vs media	Velocità Vp media
	(m dal p.c.)	(m)	(m/s)	(m/s)
1	da -1 a -2 m	1	106	325
2	da -2 a -5 m	3	143	607
3	da -5 a -10 m	5	175	766
4	da -10 a -19 m	9	203	933
5	da -19 a -21 m	2	233	1167
6	da -21 a -28 m	7	590	1415

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO					
	NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA					
RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	22 di 86

FORO SD24 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità	Spessore	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq
	(m dal p.c.)	(m)						(da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.65	0.44	52.86	18.35	148.01	219
2	da -2 a -5 m	3	17.21	0.47	101.53	34.52	575.97	
3	da -5 a -10 m	5	17.53	0.47	155.06	52.65	938.62	
4	da -10 a -19 m	9	17.87	0.48	213.02	72.20	1428.90	
5	da -19 a -21 m	2	18.33	0.48	288.78	97.61	2318.50	
6	da -21 a -28 m	7	18.83	0.39	1793.15	642.81	2840.27	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente V_{s30} rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica “O.P.C.M. n° 3274/2003” e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di $V_{s,eq}$ è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 219 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di $V_{s,eq}$ indicano una categoria “C” di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.6 Prova Down Hole su foro SD34

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD34.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD34 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità	Spessore	Velocità V_s media	Velocità V_p media
	(m dal p.c.)	(m)	(m/s)	(m/s)
1	da -1 a -3 m	2	114	257
2	da -3 a -8 m	5	169	745
3	da -8 a -16 m	8	195	1460
4	da -16 a -23 m	7	280	1527
5	da -23 a -30 m	7	389	1652

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO				
	NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA				
RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE	COMMESSA RS3H	LOTTO 01 D 69	CODIFICA IG	DOCUMENTO GE0005 001	REV. FOGLIO A 23 di 86

FORO SD34 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità	Spessore	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq
	(m dal p.c.)	(m)						(da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	16.51	0.38	57.99	21.05	78.90	214
2	da -3 a -8 m	5	17.49	0.47	144.31	48.99	886.67	
3	da -8 a -16 m	8	18.92	0.49	210.38	70.55	3861.00	
4	da -16 a -23 m	7	19.05	0.48	434.40	146.50	4161.71	
5	da -23 a -30 m	7	19.30	0.47	842.58	286.47	4784.53	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente Vs₃₀ rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica “O.P.C.M. n° 3274/2003” e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di Vs_{eq} è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 214 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di Vs_{eq} indicano una categoria “C” di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.7 Prova Down Hole su foro SD28

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD28.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD28 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità	Spessore	Velocità Vs media	Velocità Vp media
	(m dal p.c.)	(m)	(m/s)	(m/s)
1	da -1 a -2 m	1	145	251
2	da -2 a -4 m	2	209	471
3	da -4 a -6 m	2	287	1227
4	da -6 a -8 m	2	178	1305
5	da -8 a -15 m	7	217	1423
6	da -15 a -19 m	4	234	1430
7	da -19 a -24 m	5	263	1580
8	da -24 a -30 m	6	329	1585

FORO SD28 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.50	0.25	85.03	34.03	56.59	234
2	da -2 a -4 m	2	16.94	0.38	199.93	72.57	271.82	
3	da -4 a -6 m	2	18.45	0.47	438.57	149.07	2525.87	
4	da -6 a -8 m	2	18.61	0.49	172.38	57.82	3031.00	
5	da -8 a -15 m	7	18.85	0.49	259.02	87.03	3626.42	
6	da -15 a -19 m	4	18.86	0.49	301.04	101.27	3647.14	
7	da -19 a -24 m	5	19.16	0.49	386.20	129.97	4517.41	
8	da -24 a -30 m	6	19.17	0.48	601.31	203.49	4451.58	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente Vs₃₀ rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di Vs,eq è riportato di seguito:

$$\mathbf{Vs,eq = Vs,30 = 234 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di Vs,eq indicano una categoria "C" di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.8 Prova Down Hole su foro SD18

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD18.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD18 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -3 m	2	120	288
2	da -3 a -7 m	4	179	716
3	da -7 a -19 m	12	188	1647
4	da -19 a -31 m	12	305	1447
5	da -31 a -38 m	7	317	1666



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	25 di 86

FORO SD18 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità	Spessore	γ (kN/m^3)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq
	(m dal p.c.)	(m)						(da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	16.58	0.39	65.31	23.41	103.62	211
2	da -3 a -7 m	4	17.43	0.47	160.67	54.77	803.36	
3	da -7 a -19 m	12	19.29	0.49	199.74	66.88	5043.43	
4	da -19 a -31 m	12	18.89	0.48	509.08	172.37	3649.79	
5	da -31 a -38 m	7	19.33	0.48	564.38	190.51	5008.03	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente Vs₃₀ rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica “O.P.C.M. n° 3274/2003” e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di Vs,eq è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 211 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di Vs,eq indicano una categoria “C” di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.9 Prova Down Hole su foro SD23

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD23.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidity o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD23 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità	Spessore	Velocità Vs media	Velocità Vp media
	(m dal p.c.)	(m)	(m/s)	(m/s)
1	da -1 a -2 m	1	106	245
2	da -2 a -6 m	4	144	719
3	da -6 a -14 m	8	200	1245
4	da -14 a -23 m	9	214	1690
5	da -23 a -30 m	7	399	1611
6	da -30 a -41 m	11	384	1617



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3H 01 D 69 IG GE0005 001 A 26 di 86

FORO SD23 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.49	0.38	50.33	18.17	72.84	215
2	da -2 a -6 m	4	17.44	0.48	104.90	35.46	836.78	
3	da -6 a -14 m	8	18.49	0.49	215.67	72.53	2713.92	
4	da -14 a -23 m	9	19.38	0.49	259.70	87.04	5312.14	
5	da -23 a -30 m	7	19.22	0.47	880.70	300.10	4492.21	
6	da -30 a -41 m	11	19.23	0.47	817.79	278.14	4561.08	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente Vs₃₀ rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di Vs_{eq} è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 215 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di Vs_{eq} indicano una categoria "C" di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.10 Prova Down Hole su foro SD29

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD29.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidezza o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD29 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	104	220
2	da -2 a -7 m	5	129	808
3	da -7 a -10 m	3	143	1265
4	da -10 a -15 m	5	181	1697
5	da -15 a -20 m	5	174	1496
6	da -20 a -24 m	4	184	1590
7	da -24 a -30 m	6	366	1538



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3H 01 D 69 IG GE0005 001 A 27 di 86

FORO SD29 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m^3)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.44	0.36	47.30	17.44	54.78	173
2	da -2 a -7 m	5	17.62	0.49	85.49	28.75	1089.54	
3	da -7 a -10 m	3	18.53	0.49	111.00	37.16	2858.38	
4	da -10 a -15 m	5	19.39	0.49	186.21	62.31	5394.12	
5	da -15 a -20 m	5	18.99	0.49	168.39	56.39	4093.14	
6	da -20 a -24 m	4	19.18	0.49	190.18	63.68	4670.31	
7	da -24 a -30 m	6	19.08	0.47	736.75	250.60	4091.02	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente Vs₃₀ rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica “O.P.C.M. n° 3274/2003” e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di Vs_{eq} è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 173 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di Vs_{eq} indicano una categoria “D” di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.11 Prova Down Hole su foro SD21

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD21.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD21 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	108	263
2	da -2 a -5 m	3	123	921
3	da -5 a -9 m	4	128	1591
4	da -9 a -16 m	7	182	1971
5	da -16 a -27 m	11	179	1822
6	da -27 a -30 m	3	410	1404



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3H 01 D 69 IG GE0005 001 A 28 di 86

FORO SD21 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m^3)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.53	0.40	52.88	18.90	86.90	165
2	da -2 a -5 m	3	17.84	0.49	78.93	26.47	1448.90	
3	da -5 a -9 m	4	19.18	0.50	92.26	30.82	4720.60	
4	da -9 a -16 m	7	19.94	0.50	193.78	64.78	7511.11	
5	da -16 a -27 m	11	19.64	0.50	184.57	61.73	6312.90	
6	da -27 a -30 m	3	18.81	0.45	901.26	310.05	3222.43	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente Vs₃₀ rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica “O.P.C.M. n° 3274/2003” e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di Vs,eq è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 165 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di Vs,eq indicano una categoria “D” di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.12 Prova Down Hole su foro SD30

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD30.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidezza o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD30 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -3 m	2	131	410
2	da -3 a -5 m	2	118	795
3	da -5 a -10 m	5	133	924
4	da -10 a -12 m	2	146	1169
5	da -12 a -17 m	5	195	1632
6	da -17 a -20 m	3	166	1559
7	da -20 a -25 m	5	185	1764
8	da -25 a -30 m	5	195	1713
9	da -30 a -33 m	3	373	1806
10	da -33 a -39 m	6	458	1672

FORO SD30 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	16.82	0.44	81.70	28.31	239.54	164
2	da -3 a -5 m	2	17.59	0.49	71.52	24.02	1058.23	
3	da -5 a -10 m	5	17.85	0.49	92.23	30.96	1453.10	
4	da -10 a -12 m	2	18.34	0.49	114.39	38.33	2406.47	
5	da -12 a -17 m	5	19.26	0.49	214.47	71.84	4935.91	
6	da -17 a -20 m	3	19.12	0.49	154.40	51.66	4487.94	
7	da -20 a -25 m	5	19.53	0.49	195.90	65.54	5871.73	
8	da -25 a -30 m	5	19.43	0.49	216.37	72.44	5493.59	
9	da -30 a -33 m	3	19.61	0.48	790.84	267.59	5916.36	
10	da -33 a -39 m	6	19.34	0.46	1161.50	397.93	4772.73	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente Vs₃₀ rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di Vs,eq è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 164 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di Vs,eq indicano una categoria "D" di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.13 Prova Down Hole su foro SD35

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD35.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD35 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	123	254
2	da -2 a -5 m	3	140	653
3	da -5 a -8 m	3	146	1311
4	da -8 a -12 m	4	150	1316
5	da -12 a -20 m	8	166	1137
6	da -20 a -22 m	2	171	1267
7	da -22 a -30 m	8	179	1382

FORO SD35 – PARAMETRI DINAMICI



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3H 01 D 69 IG GE0005 001 A 30 di 86

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.51	0.35	65.97	24.49	71.79	158
2	da -2 a -5 m	3	17.31	0.48	98.19	33.26	679.33	
3	da -5 a -8 m	3	18.62	0.49	116.29	38.93	3086.86	
4	da -8 a -12 m	4	18.63	0.49	122.80	41.11	3109.64	
5	da -12 a -20 m	8	18.27	0.49	147.07	49.38	2250.92	
6	da -20 a -22 m	2	18.53	0.49	158.46	53.15	2846.90	
7	da -22 a -30 m	8	18.76	0.49	175.87	58.96	3435.93	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente Vs₃₀ rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di Vs_{eq} è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 158 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di Vs_{eq} indicano una categoria "D" di suolo di fondazione di riferimento.

3.1.14 Prova Down Hole su Foro SD39

La prova Down Hole è stata condotta, come precedentemente accennato, all'interno del foro geotecnico SD39.

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili di seguito e nell'Allegato 2.

Nelle pagine seguenti, sono altresì riportati, i valori delle velocità delle onde P ed S, i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo σ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio (μ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

FORO SD39 – VELOCITA' DELLE ONDE P ED SH

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	102	317
2	da -2 a -5 m	3	145	698
3	da -5 a -10 m	5	148	1090
4	da -10 a -13 m	3	153	1247
5	da -13 a -16 m	3	166	1301
6	da -16 a -30 m	14	175	1537



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA –
PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL
PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLLIO
RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	31 di 86

FORO SD39 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità	Spessore	γ (kN/m^3)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq
	(m dal p.c.)	(m)						(da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.63	0.44	48.95	16.97	141.30	156
2	da -2 a -5 m	3	17.40	0.48	105.99	35.87	783.34	
3	da -5 a -10 m	5	18.18	0.49	116.42	39.05	2066.17	
4	da -10 a -13 m	3	18.49	0.49	126.72	42.46	2763.67	
5	da -13 a -16 m	3	18.60	0.49	149.98	50.27	3020.72	
6	da -16 a -30 m	14	19.07	0.49	171.10	57.29	4342.55	

Sulla base del profilo di velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità a partire da -1 m dal p.c., è possibile determinare una velocità equivalente V_{s30} rappresentativa del sito in esame. Secondo la normativa italiana in materia di progettazione antisismica "O.P.C.M. n° 3274/2003" e sue modifiche e le Norme Tecniche di Costruzione (D.M. 2018), il valore calcolato di $V_{s,eq}$ è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,30} = 156 \text{ m/s a partire da } -1 \text{ m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di $V_{s,eq}$ indicano una categoria "D" di suolo di fondazione di riferimento.

4. 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.

Ben-Menahem A. E SINGH S.J., 1981. *Seismic Waves and Sources*, Springer-Verlag, New York.

Cavinato, G. P., Di Luzio, E., Moscatelli, M., Vallone, R., Averardi, M., Valente, A., and Papale, S. [2006] The new Col di Tenda tunnel between Italy and France: Integrated geological investigations and geophysical prospections for preliminary studies on the Italian side. *Engineering Geology* 88, 90-109.

Coffeen, J.A., 1978. "Seismic exploration fundamentals". Pubb. Co.;

Diebold J.B. and Stoffa P.L. 1981. The travelttime equation, tau-p mapping, and inversion of common midpoint data. *Geophysics*, volume 46, p. 238-254.

Dobrin, M.B., 1976. "Introduction to Geophysical prospecting". McGraw-Hill Book Co.;

Herrmann R.B. and Ammon C. J., 2002. "Computer Programs in Seismology" ver. 3.20.

Milton B. Dobrin, Carl H. Savit, 1988, *Introduction to Geophysical Prospecting*, fourth Edition, McGraw-Hill International Editions e R.E. Goodman, 1989, *Introduction to Rock Mechanics*, second Edition, John Wiley & Sons.

Watanabe, T.; Matsuoka, T.; Ashida, Y., 1999, Seismic travelttime tomography using Fresnel volume approach, *SEG Houston 1999, Expanded Abstracts*. <http://dx.doi.org/10.1190/1.1820777>.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA –
PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO**

**NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL
PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA**

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	33 di 86

5. ALLEGATO GRAFICO N.1

INDAGINE MASW 1

Ubicazione dell'indagine



Fase di acquisizione dati



TAVOLA

1

OGGETTO:

Indagine MASW

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa



SOING
STRUTTURE & AMBIENTE



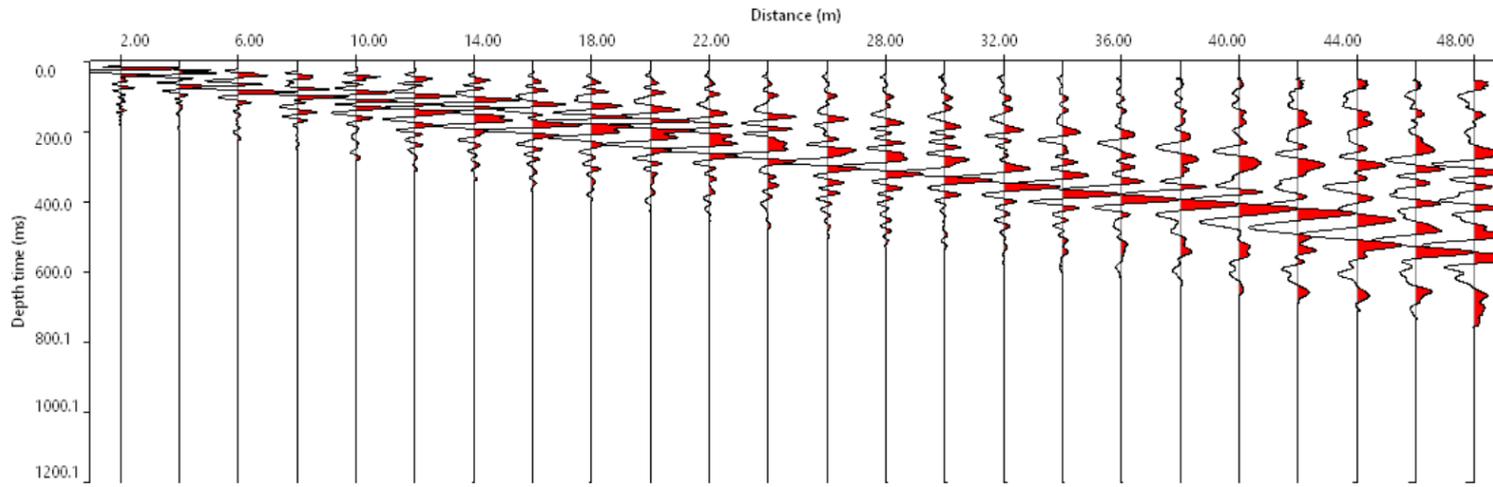
Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

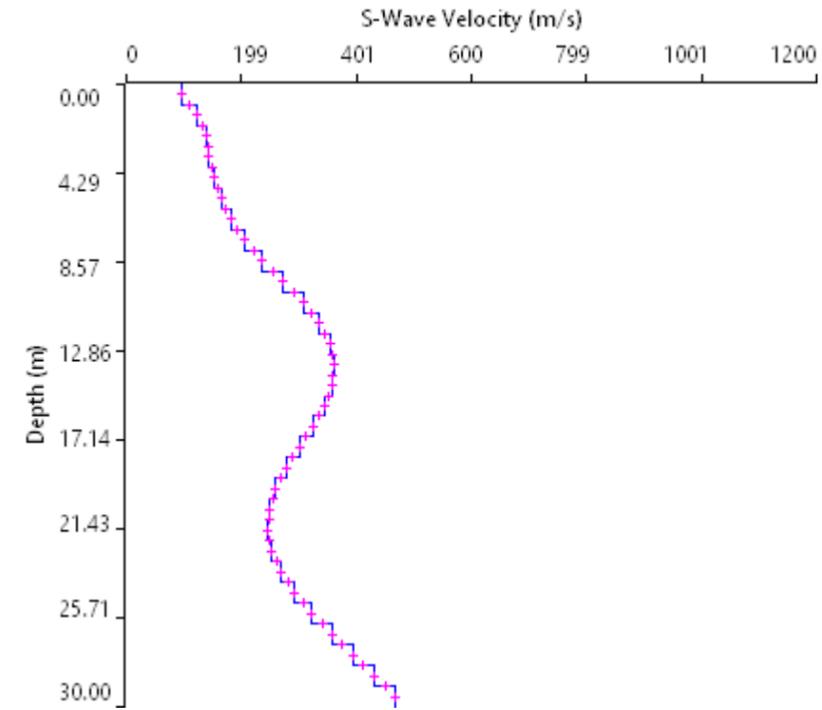
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

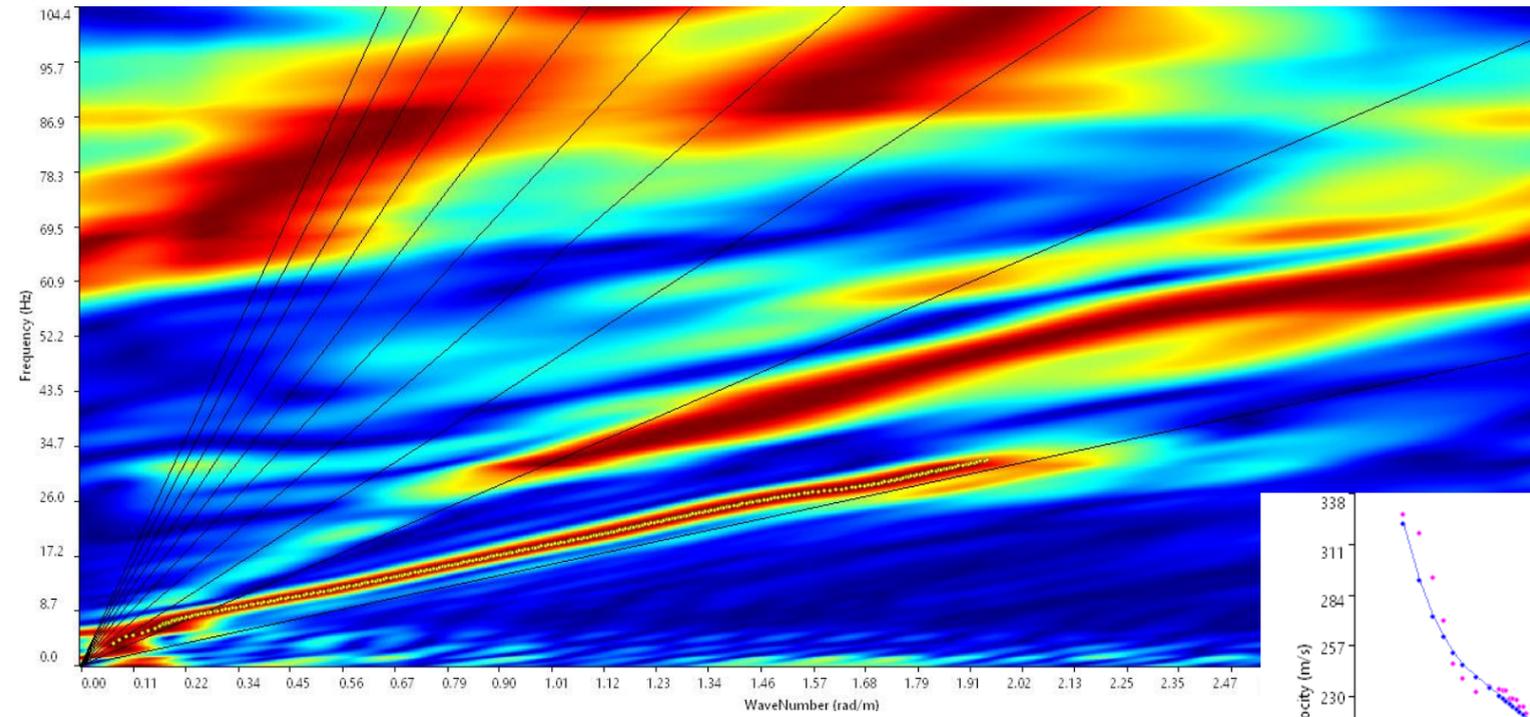
INDAGINE MASW 2



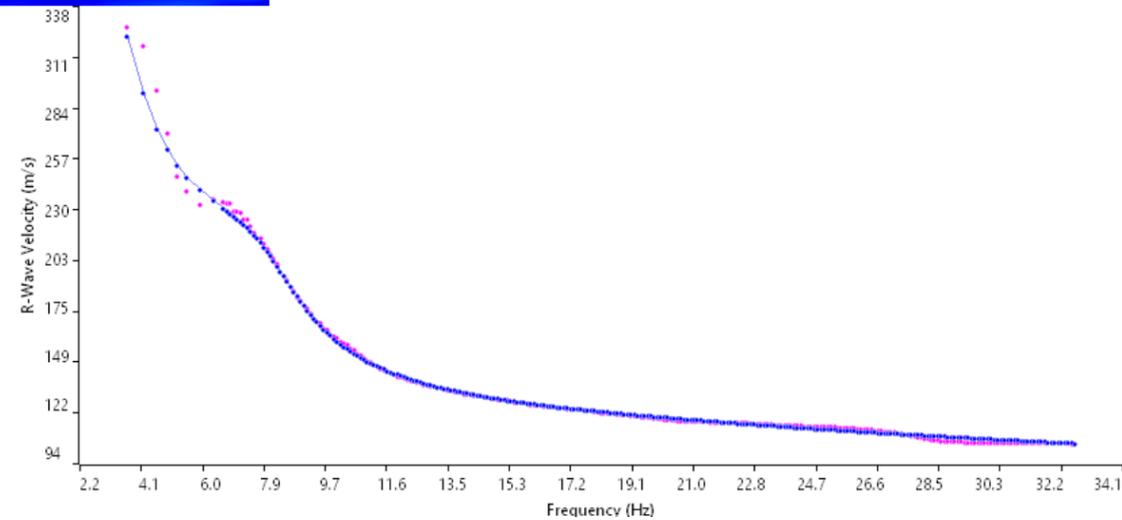
Sismogramma medio utilizzato



Profilo velocità onde S



Spettro F-K



Accoppiamento curve di dispersione

$V_{s,eq} = V_{s30} = 237 \text{ m/s} - \text{Suolo C}$

TAVOLA

2

OGGETTO:

Indagine MASW

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa



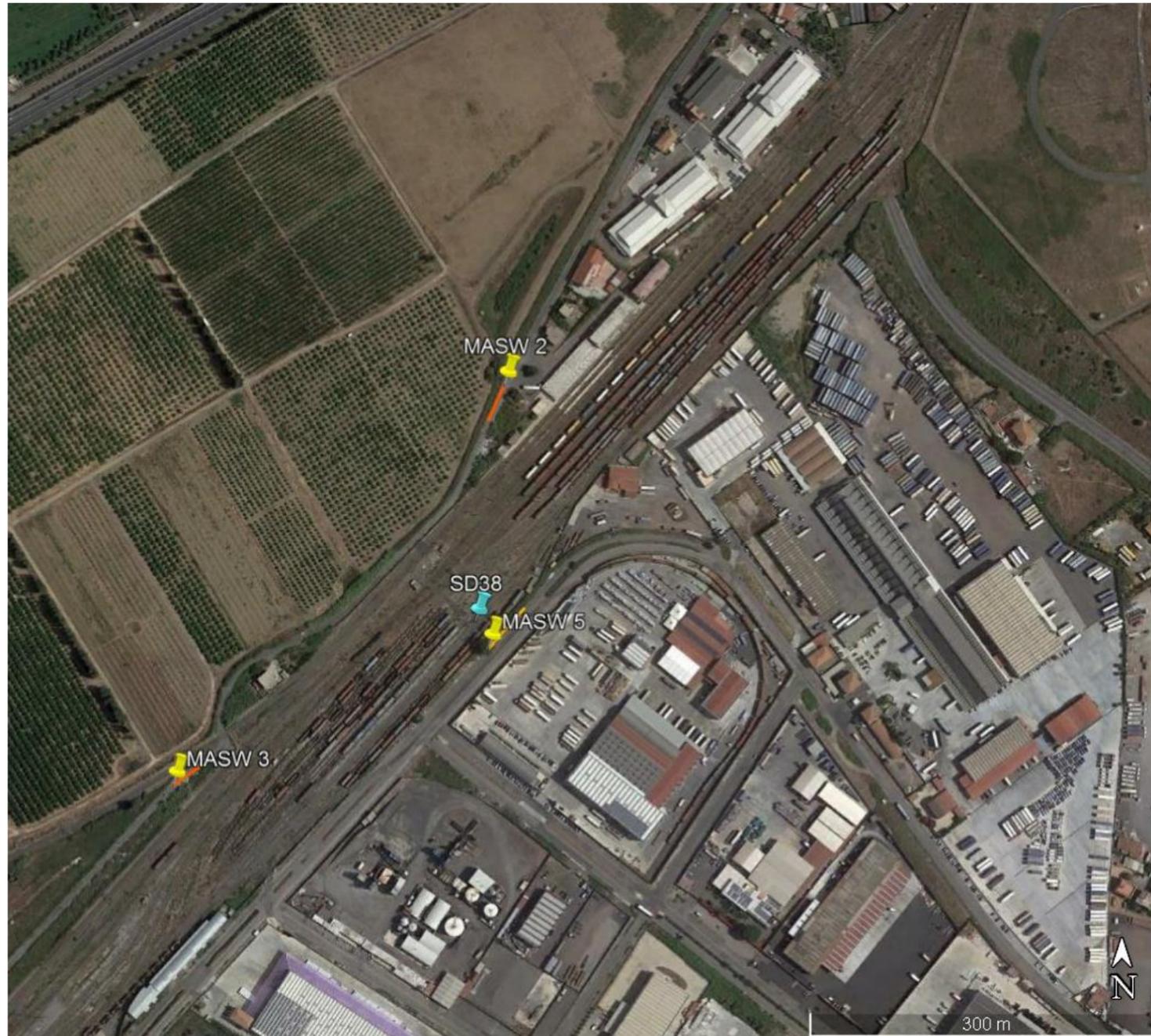
Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione dell'indagine



Fase di acquisizione dati



OGGETTO:

Indagine MASW

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa



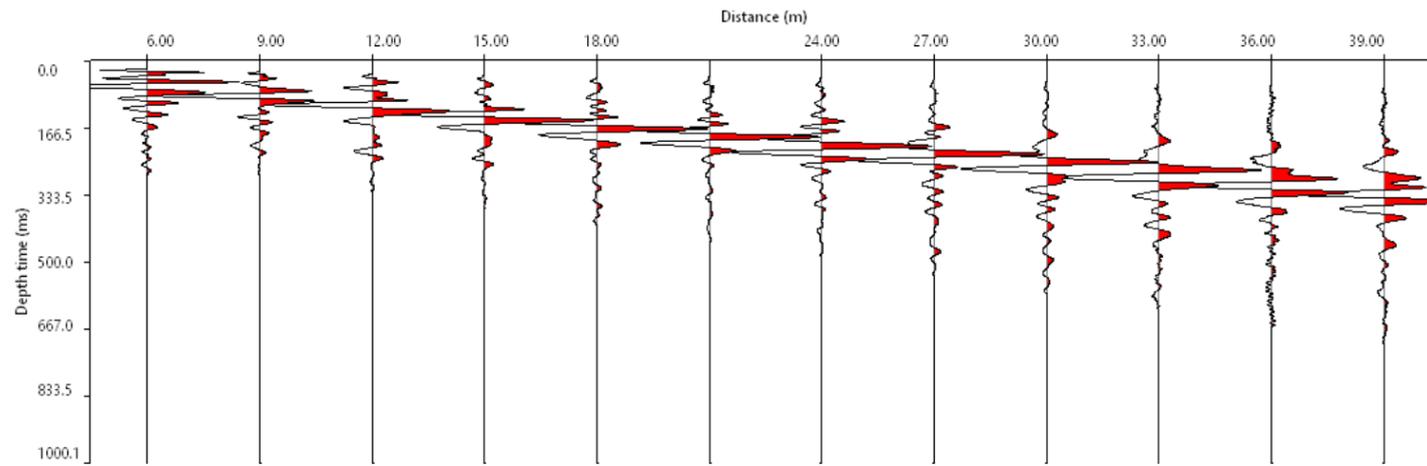
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

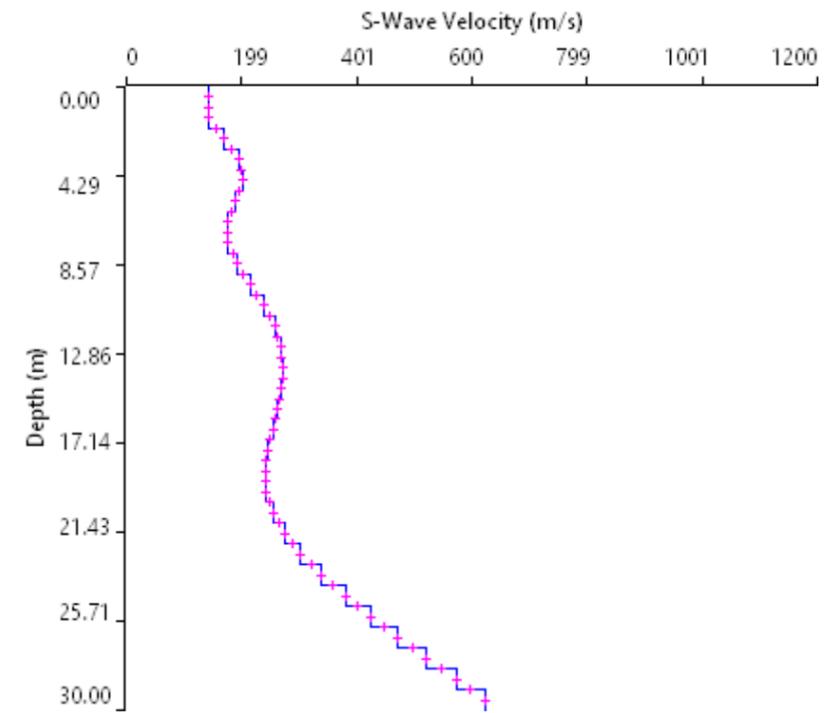
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

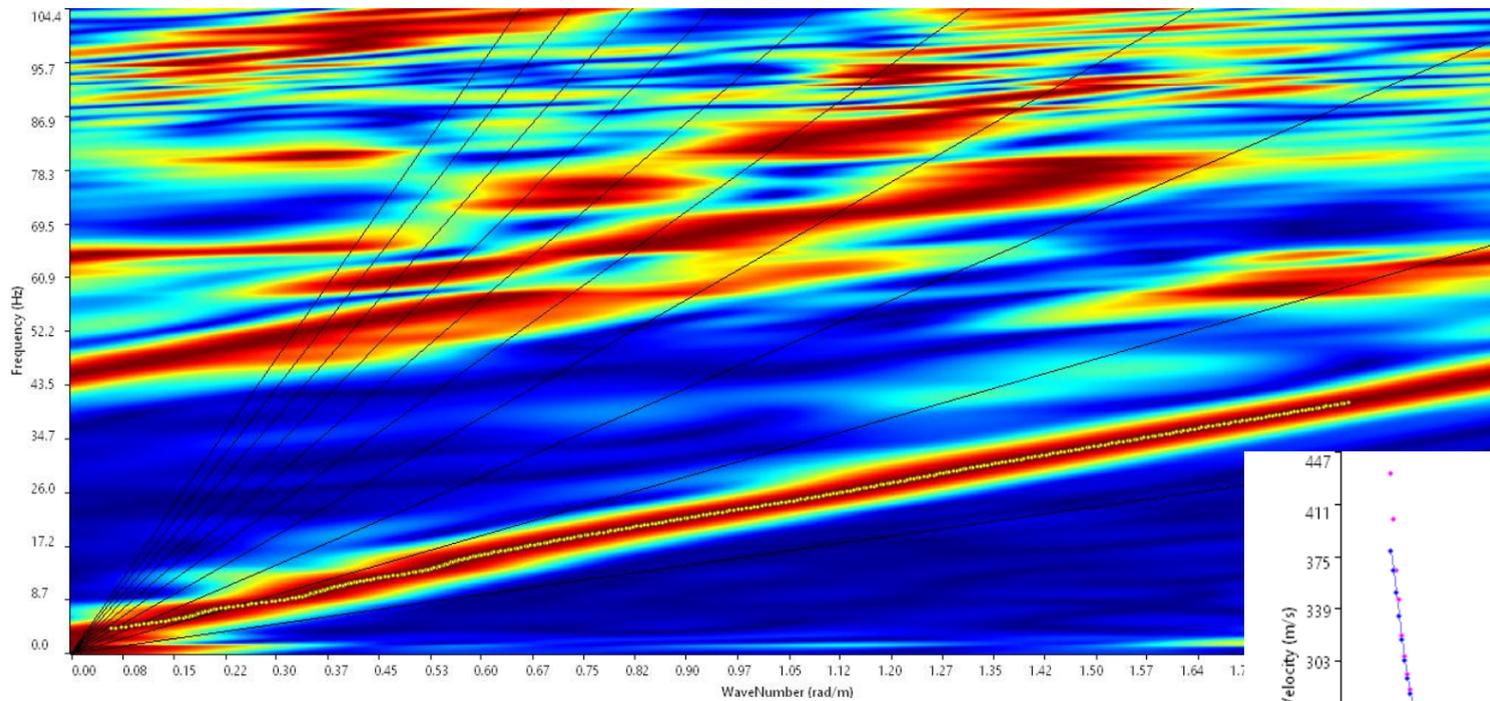
INDAGINE MASW 2



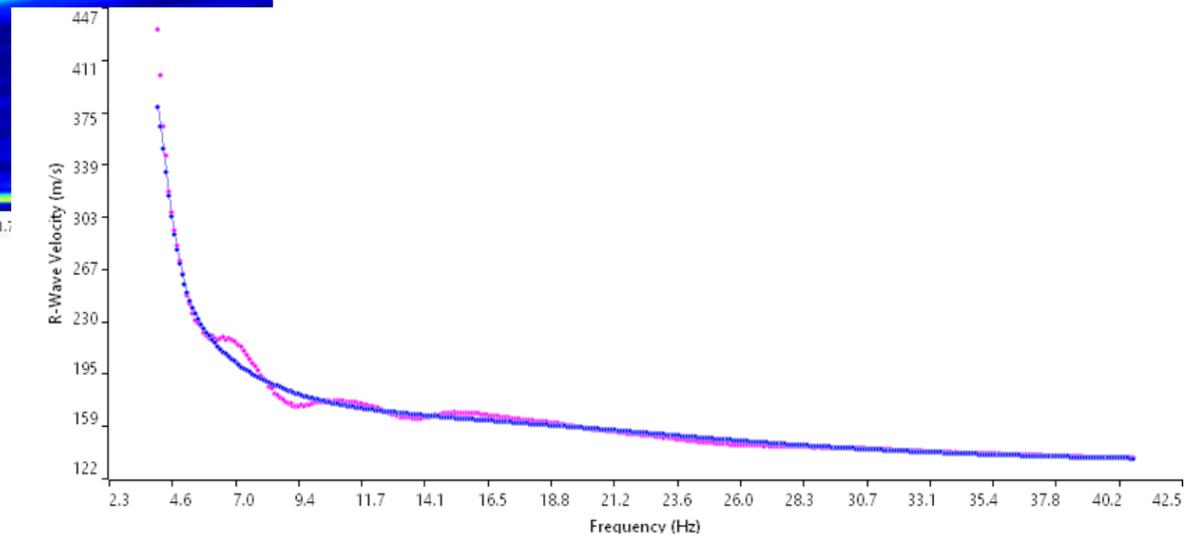
Sismogramma medio utilizzato



Profilo velocità onde S



Spettro F-K



Accoppiamento curve di dispersione

$V_{s,eq} = V_{s30} = 246 \text{ m/s} - \text{Suolo C}$

TAVOLA

4

OGGETTO:

Indagine MASW

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa



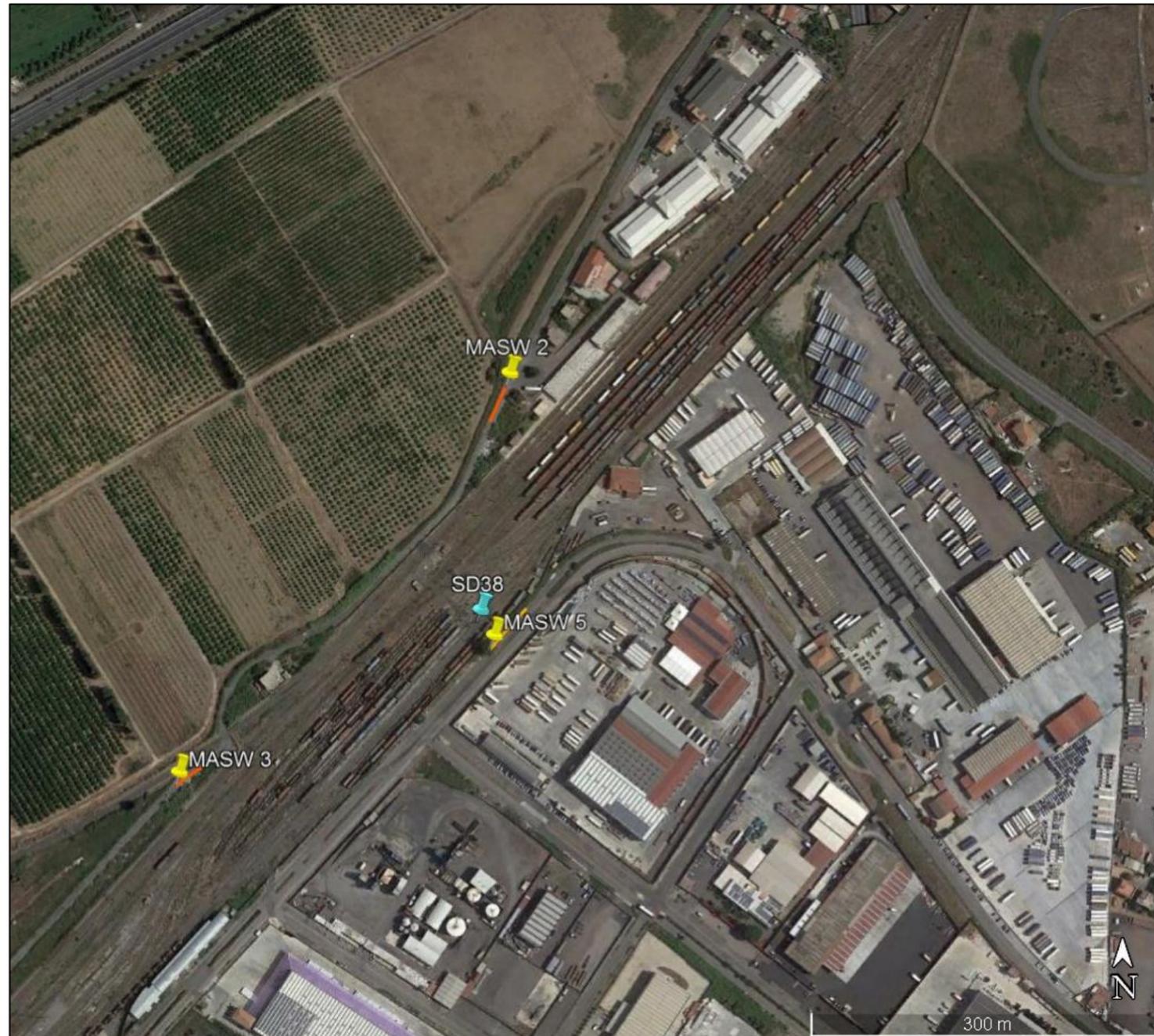
Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione dell'indagine



Fase di acquisizione dati



OGGETTO:

Indagine MASW

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa



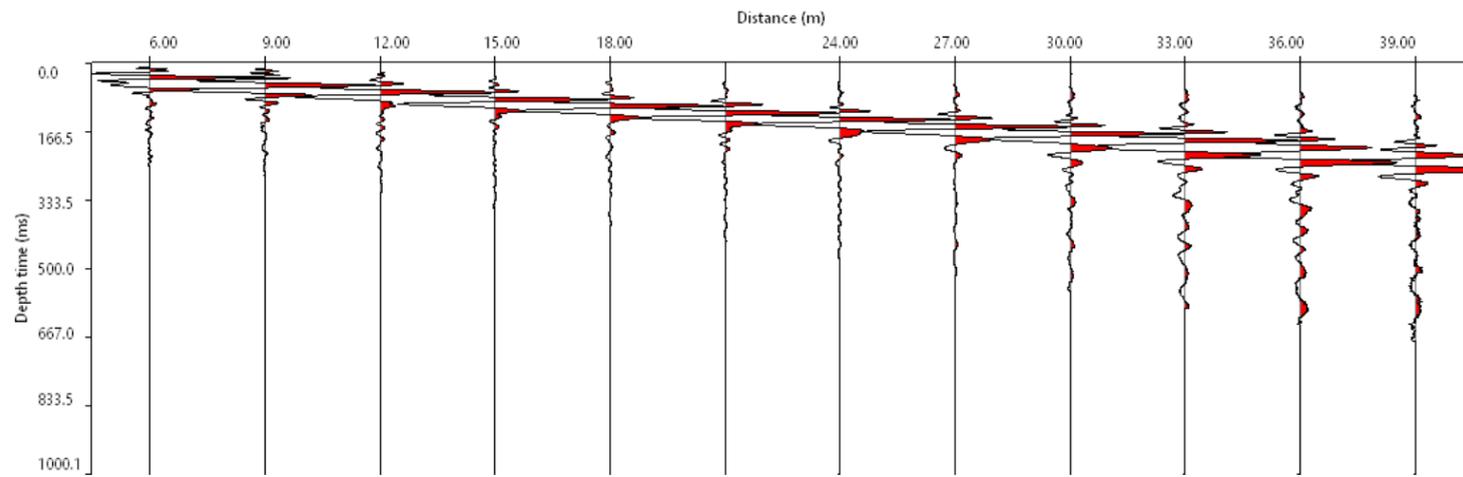
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

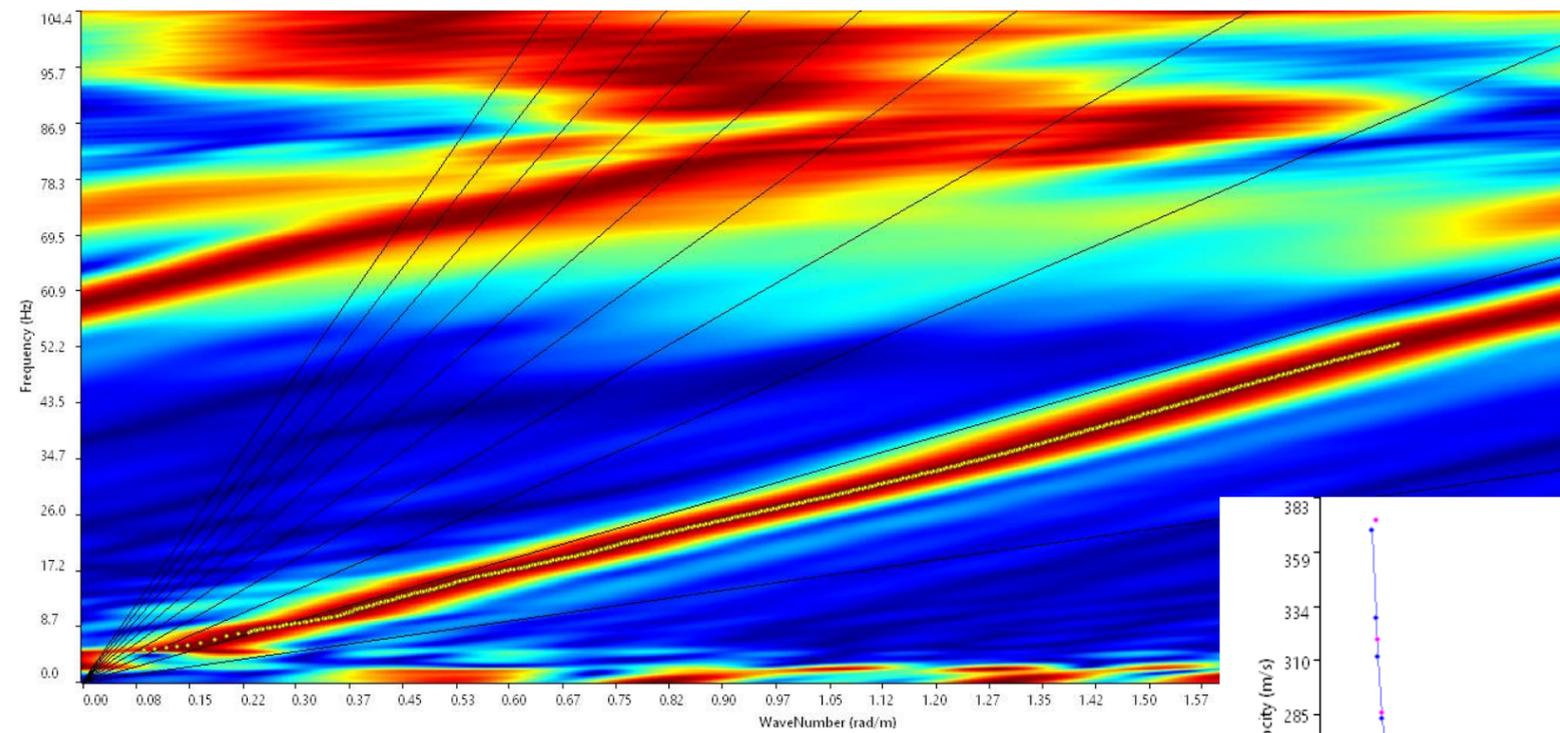
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

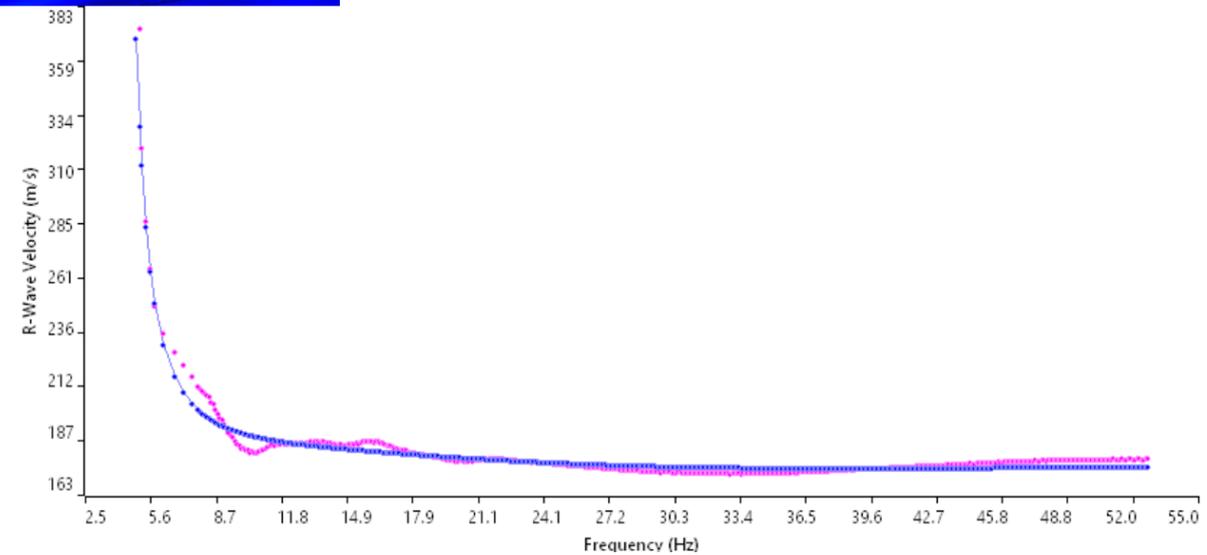
INDAGINE MASW 3



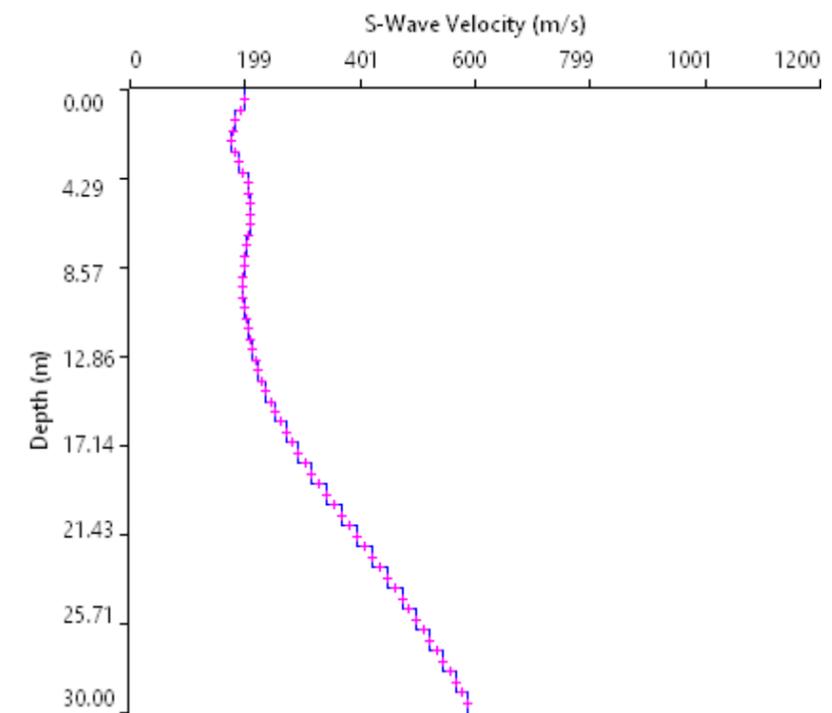
Sismogramma medio utilizzato



Spettro F-K



Accoppiamento curve di dispersione



Profilo velocità onde S

$V_{s,eq} = V_{s30} = 266 \text{ m/s} - \text{Suolo C}$

TAVOLA

6

OGGETTO:

Indagine MASW

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione dell'indagine



Fase di acquisizione dati



OGGETTO:

Indagine MASW

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa



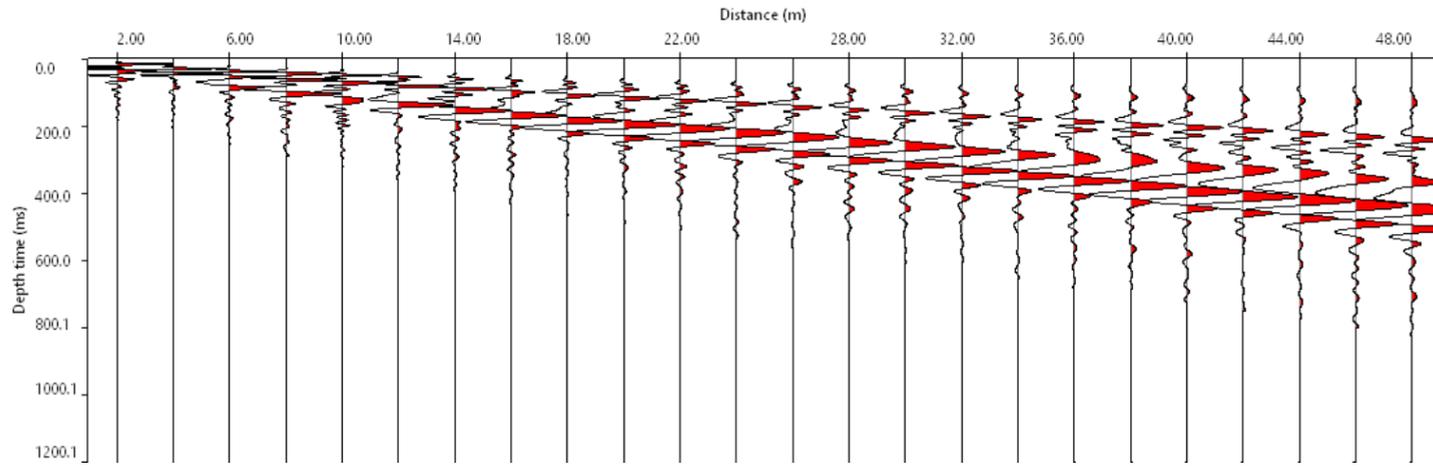
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

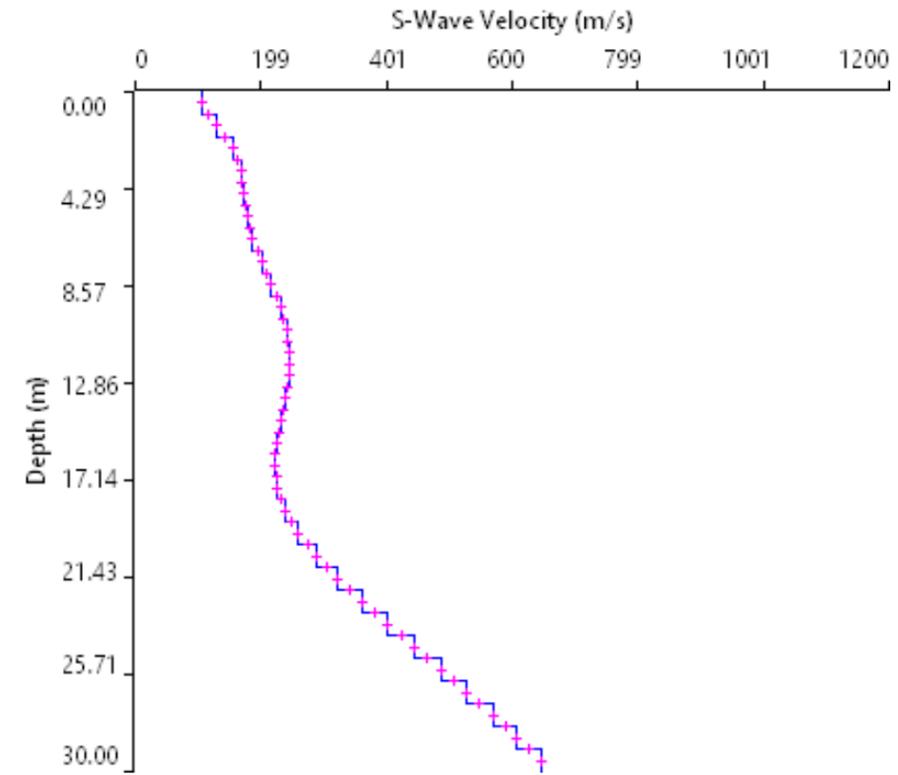
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE MASW 4

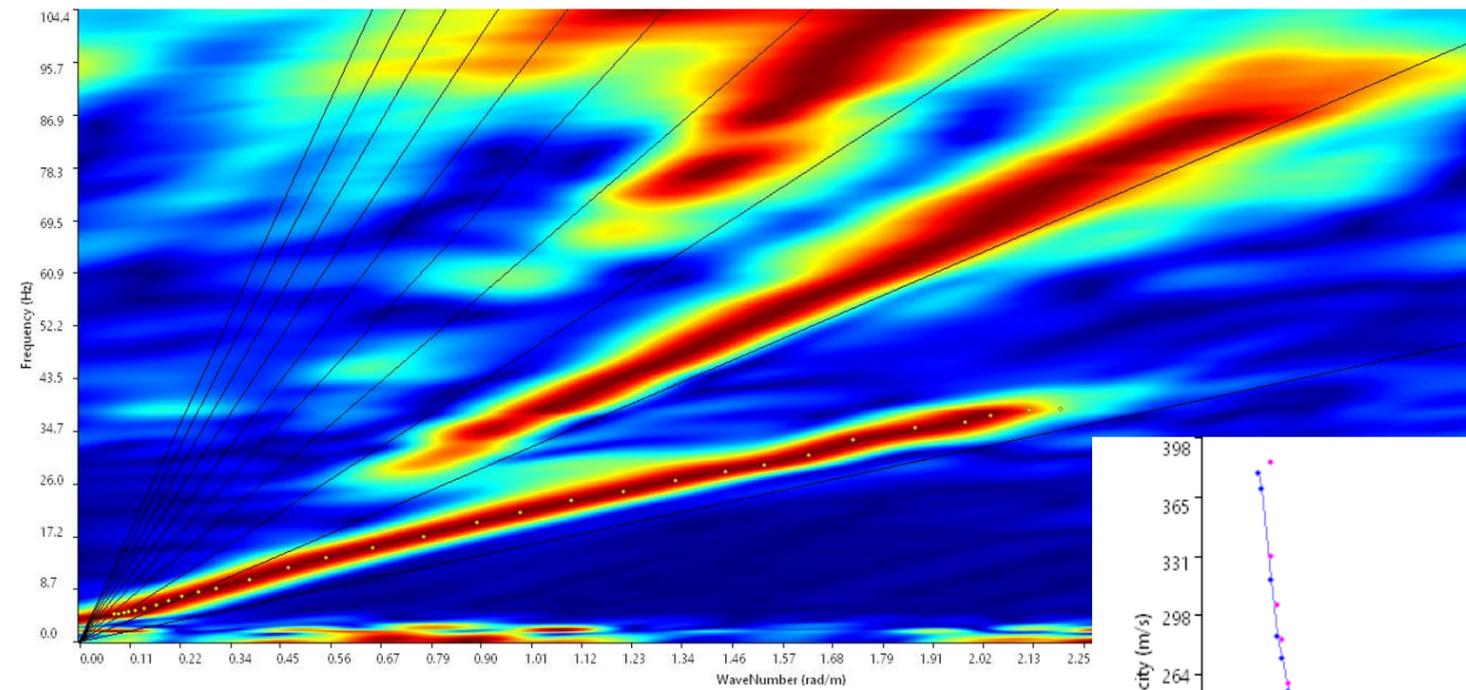


Sismogramma medio utilizzato

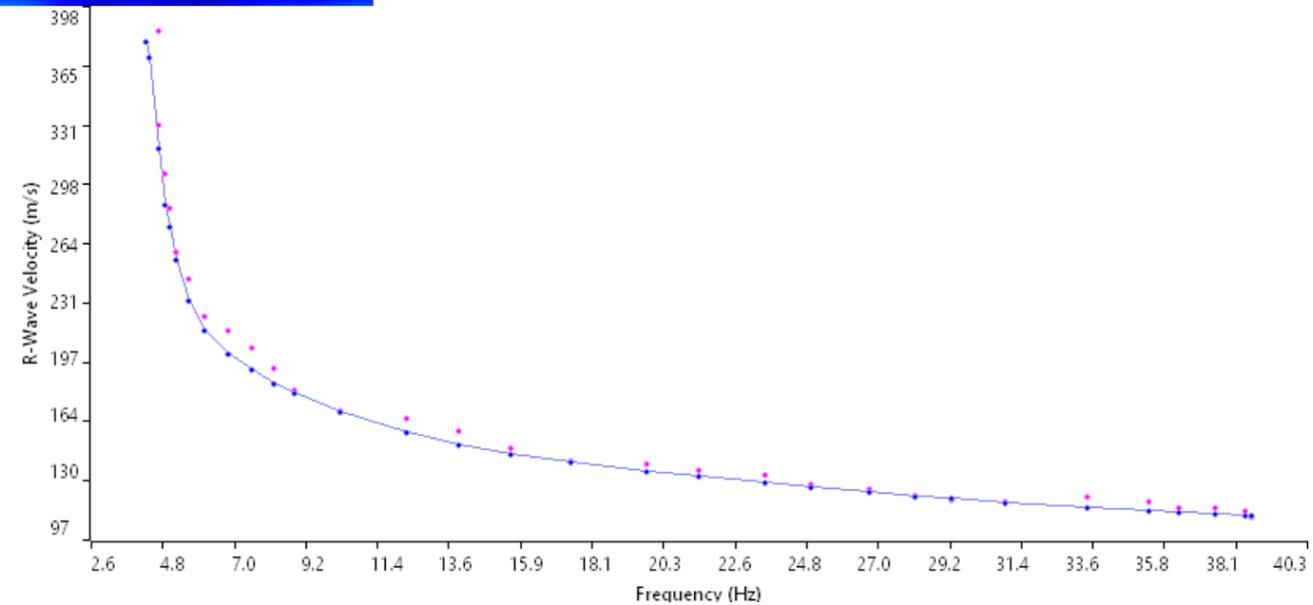


Profilo velocità onde S

$V_{s,eq} = V_{s30} = 239 \text{ m/s}$ - Suolo C



Spettro F-K



Accoppiamento curve di dispersione

TAVOLA

8

OGGETTO:

Indagine MASW

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa



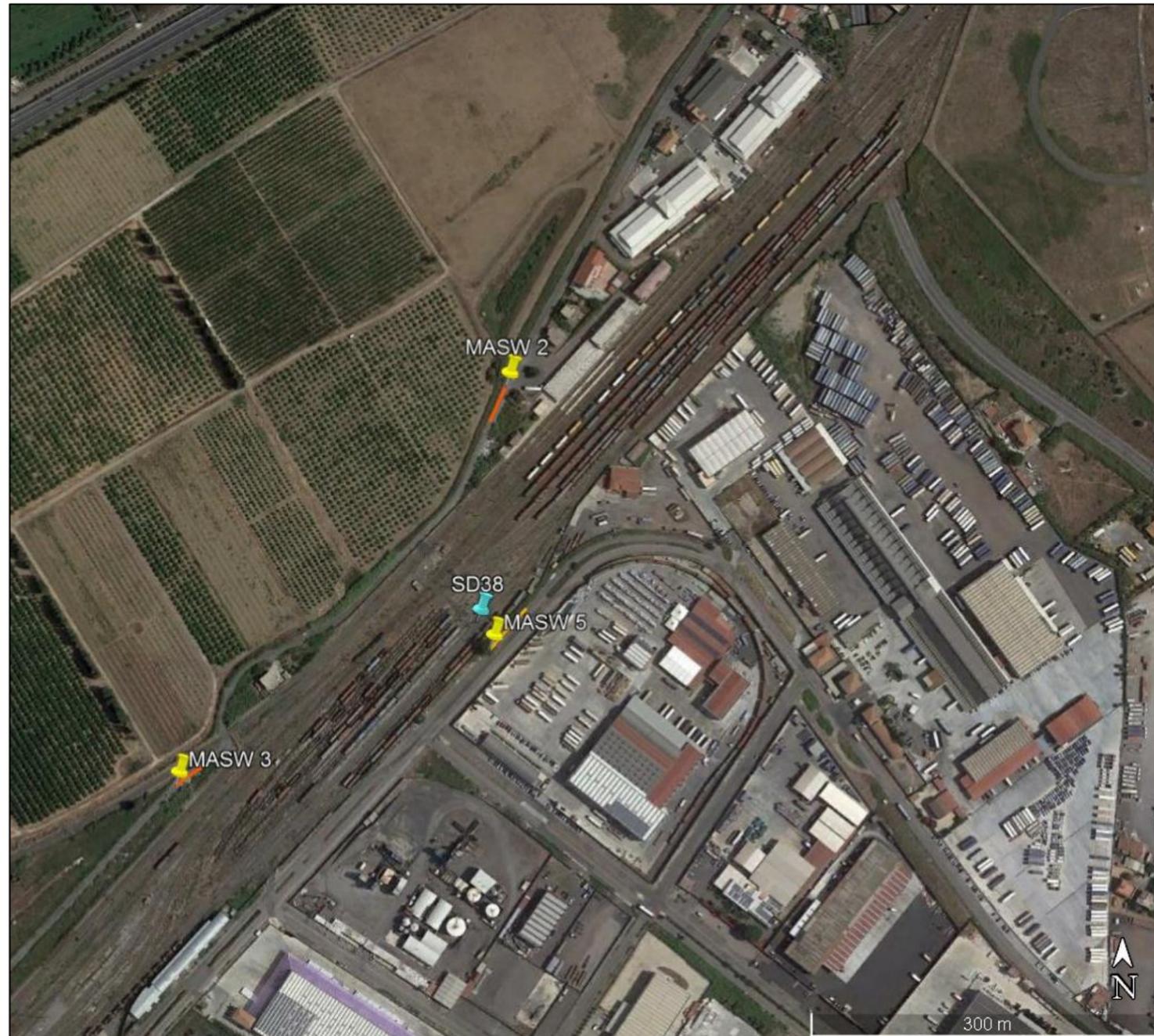
Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione dell'indagine



Fase di acquisizione dati



OGGETTO:

Indagine MASW

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa



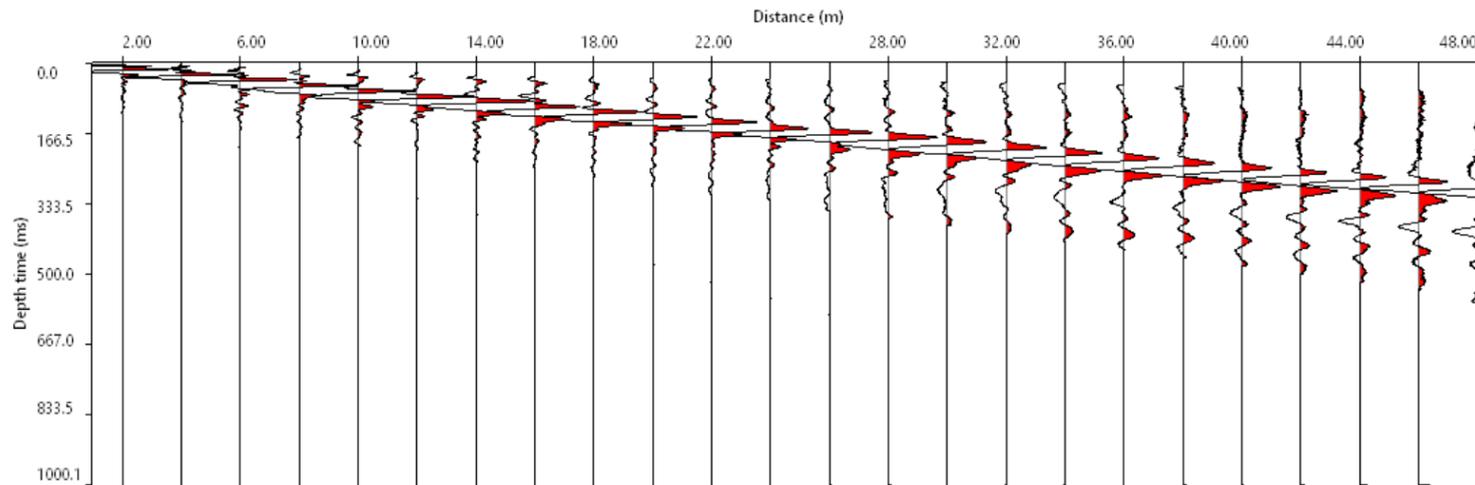
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

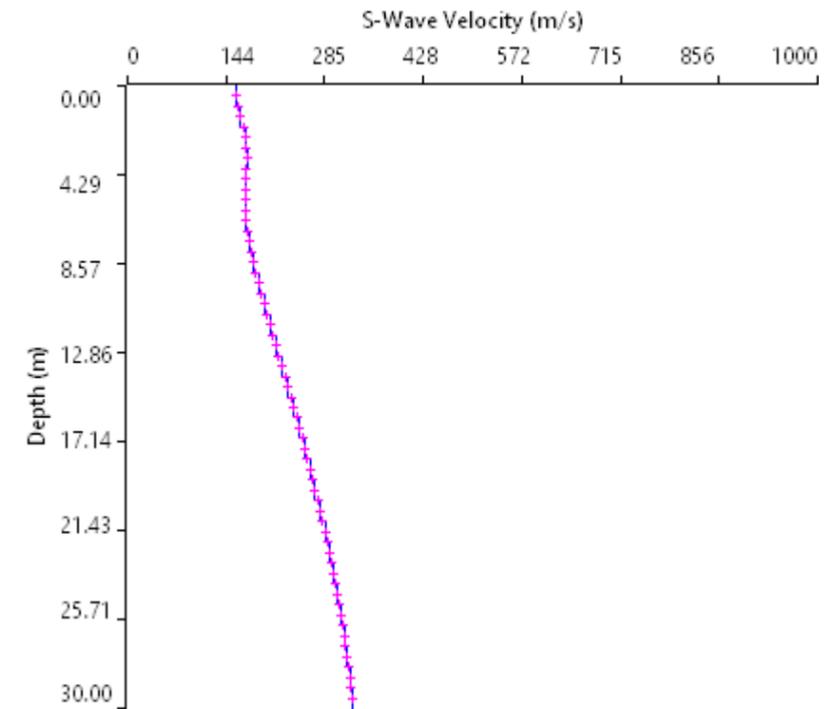
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

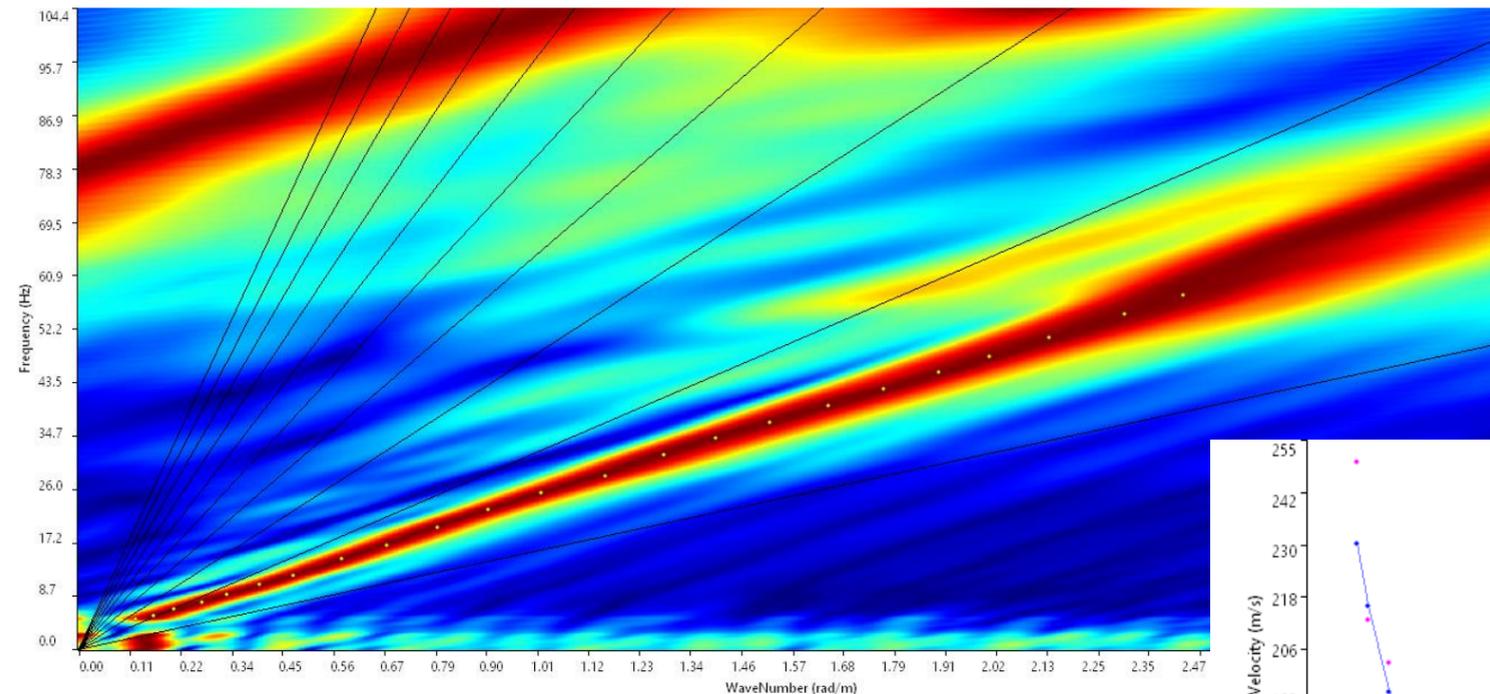
INDAGINE MASW 4



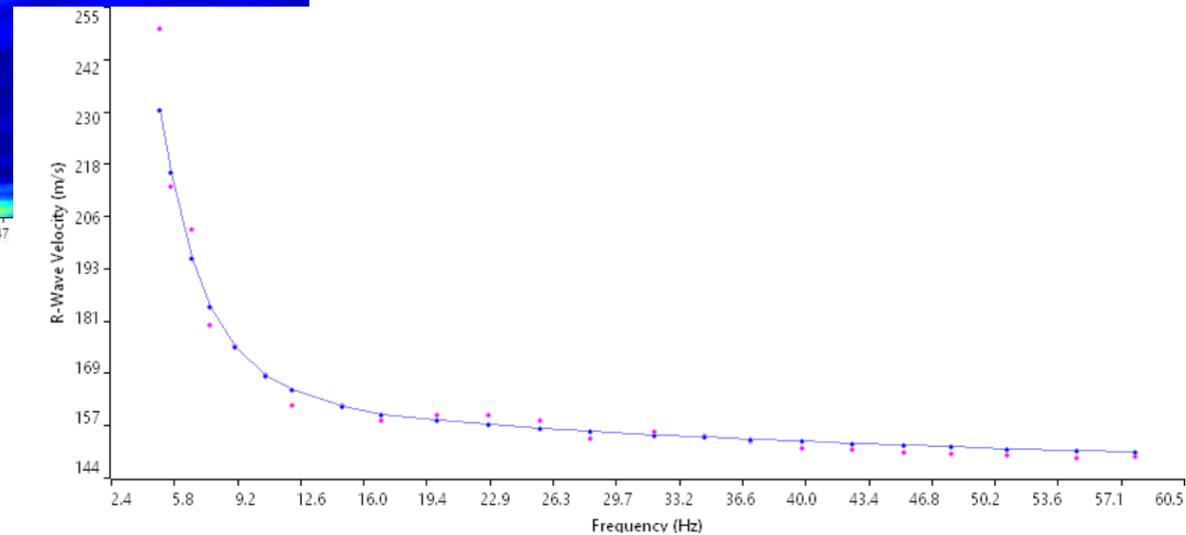
Sismogramma medio utilizzato



Profilo velocità onde S



Spettro F-K



Accoppiamento curve di dispersione

$V_{s,eq} = V_{s30} = 224 \text{ m/s} - \text{Suolo C}$

TAVOLA

10

OGGETTO:

Indagine MASW

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA –
PALERMO – PROGETTO DEFINITIVO**

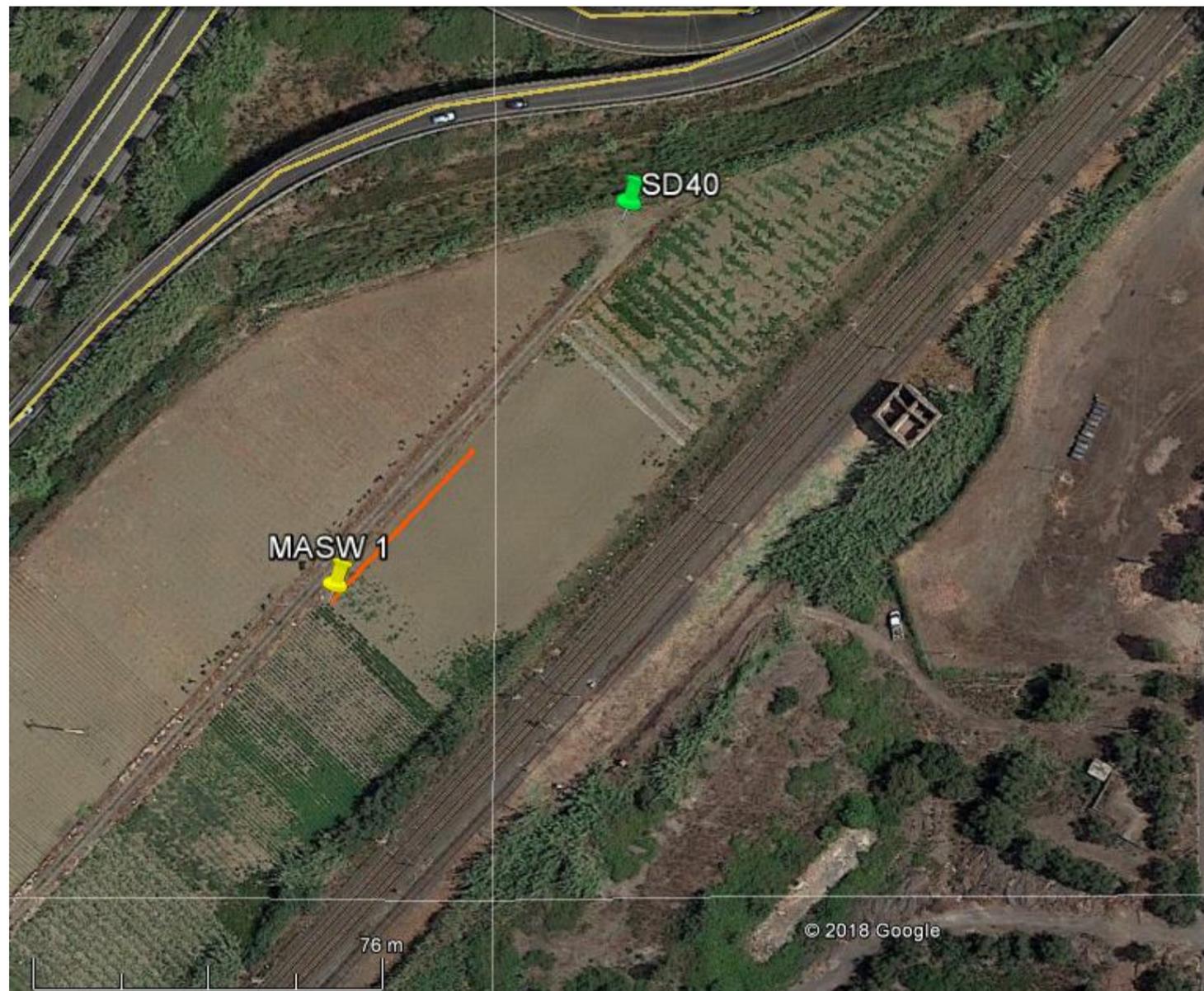
**NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL
PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA**

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	01 D 69	IG	GE0005 001	A	44 di 86

6. ALLEGATO GRAFICO N.2

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Interramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



SOING
STRUTTURE & AMBIENTE



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

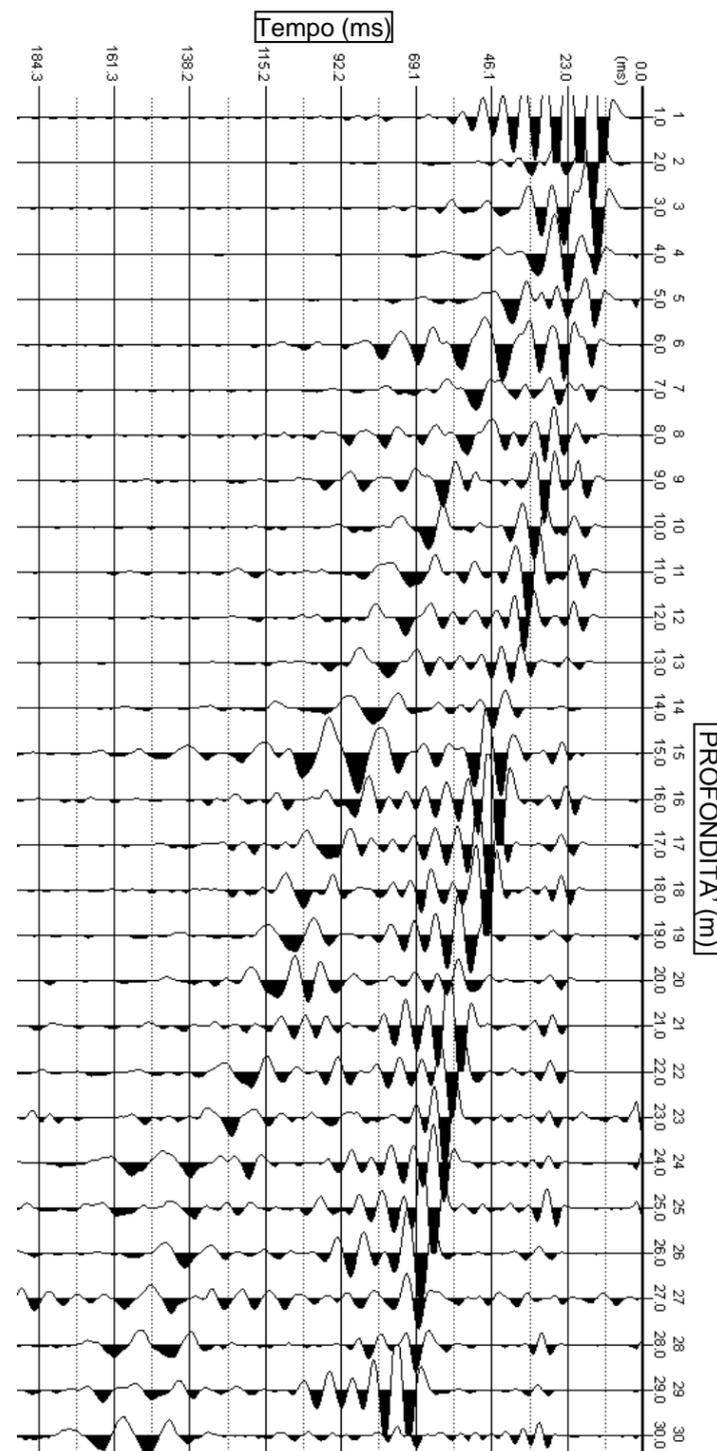
APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd40

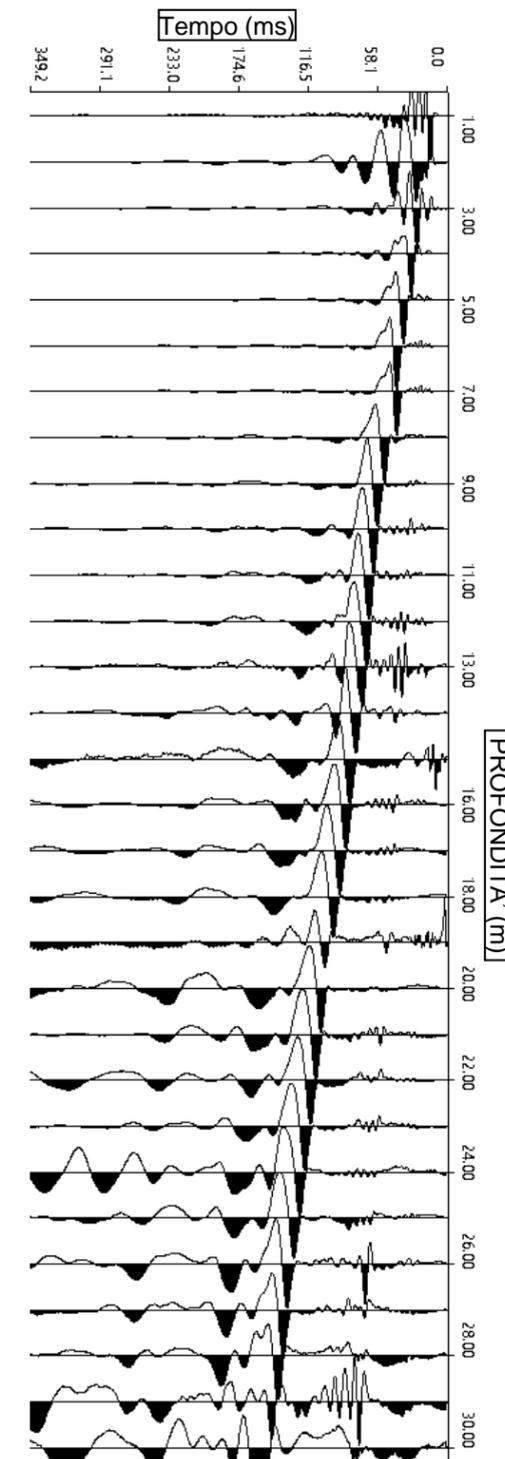
TAVOLA

2

Sismogramma onde P



Sismogramma onde S



Profondità (m)	Tempi oss (ms)	Tempi corr (ms)	Tempi oss (ms)	Tempi corr (ms)
	P	P	S	S
0	0	0	0	0
1	11.47	5.13	14.32	6.40
2	13.11	9.27	21.00	14.85
3	13.00	10.82	25.21	20.97
4	14.34	12.82	30.36	27.16
5	14.75	13.69	36.09	33.51
6	15.57	14.77	40.67	38.59
7	15.97	15.36	45.00	43.27
8	16.79	16.29	52.13	50.57
9	17.20	16.79	58.43	57.04
10	17.90	17.55	61.30	60.10
11	18.02	17.73	65.31	64.25
12	18.84	18.59	68.00	67.07
13	19.25	19.03	73.00	72.15
14	20.07	19.87	78.00	77.22
15	20.70	20.52	81.50	80.79
16	21.10	20.94	85.60	84.94
17	22.00	21.85	90.00	89.38
18	22.50	22.36	95.20	94.62
19	23.35	23.22	101.00	100.45
20	24.00	23.88	105.41	104.88
21	24.99	24.87	109.99	109.49
22	25.40	25.29	114.00	113.53
23	25.81	25.71	118.58	118.13
24	26.62	26.53	123.16	122.74
25	27.03	26.95	127.75	127.34
26	27.85	27.77	132.90	132.51
27	28.26	28.18	136.91	136.54
28	28.67	28.60	141.50	141.14
29	30.00	29.93	146.00	145.65
30	30.50	30.43	150.00	149.67

Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



SOING
STRUTTURE & AMBIENTE



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd40

TAVOLA

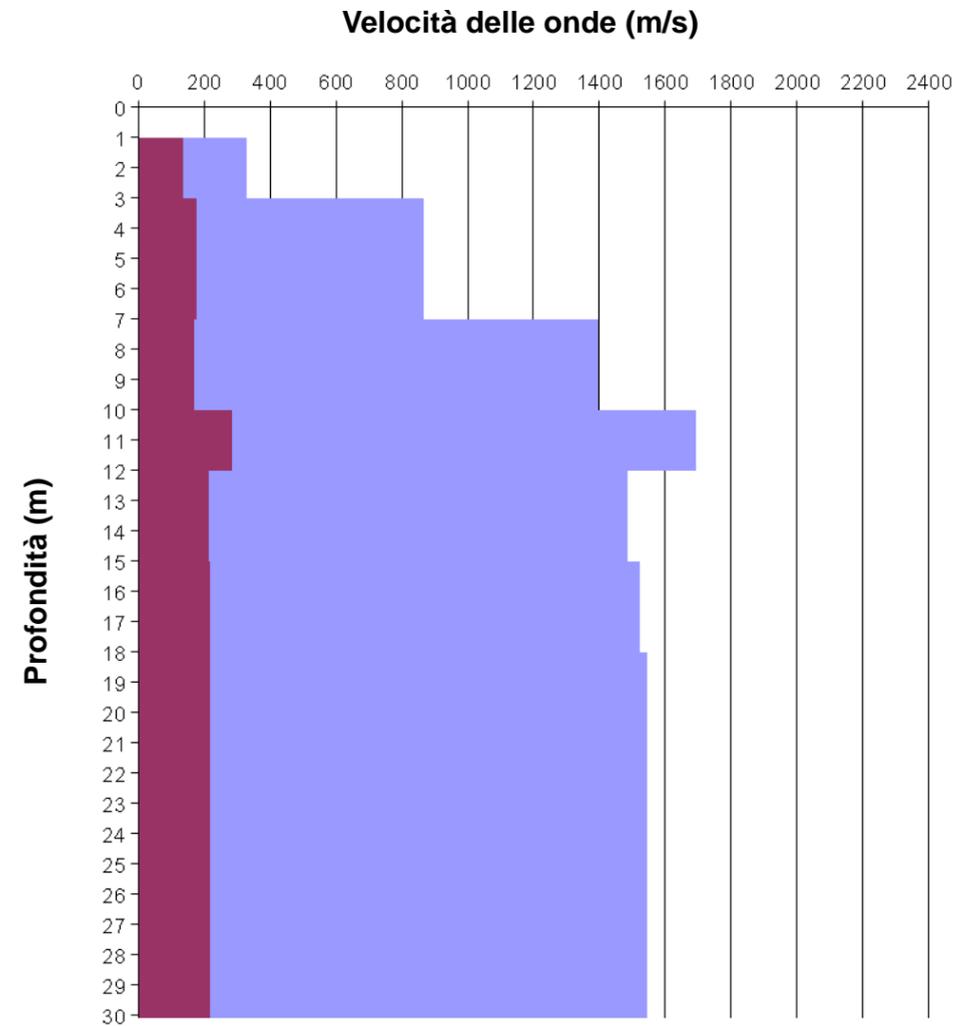
3

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -3 m	2	136	329
2	da -3 a -7 m	4	178	865
3	da -7 a -10 m	3	170	1395
4	da -10 a -12 m	2	284	1694
5	da -12 a -15 m	3	215	1487
6	da -15 a -18 m	3	217	1521
7	da -18 a -30 m	12	219	1545

Foro sd40 DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	16.66	0.40	84.42	30.22	136.54	197
2	da -3 a -7 m	4	17.73	0.48	162.84	55.09	1227.52	
3	da -7 a -10 m	3	18.79	0.49	158.96	53.25	3514.93	
4	da -10 a -12 m	2	19.39	0.49	455.63	153.35	5251.69	
5	da -12 a -15 m	3	18.97	0.49	256.20	86.01	3999.73	
6	da -15 a -18 m	3	19.04	0.49	261.98	87.93	4202.90	
7	da -18 a -30 m	12	19.09	0.49	267.53	89.79	4349.08	

Foro sd40 DH – Parametri Dinamici

Categoria di suolo C



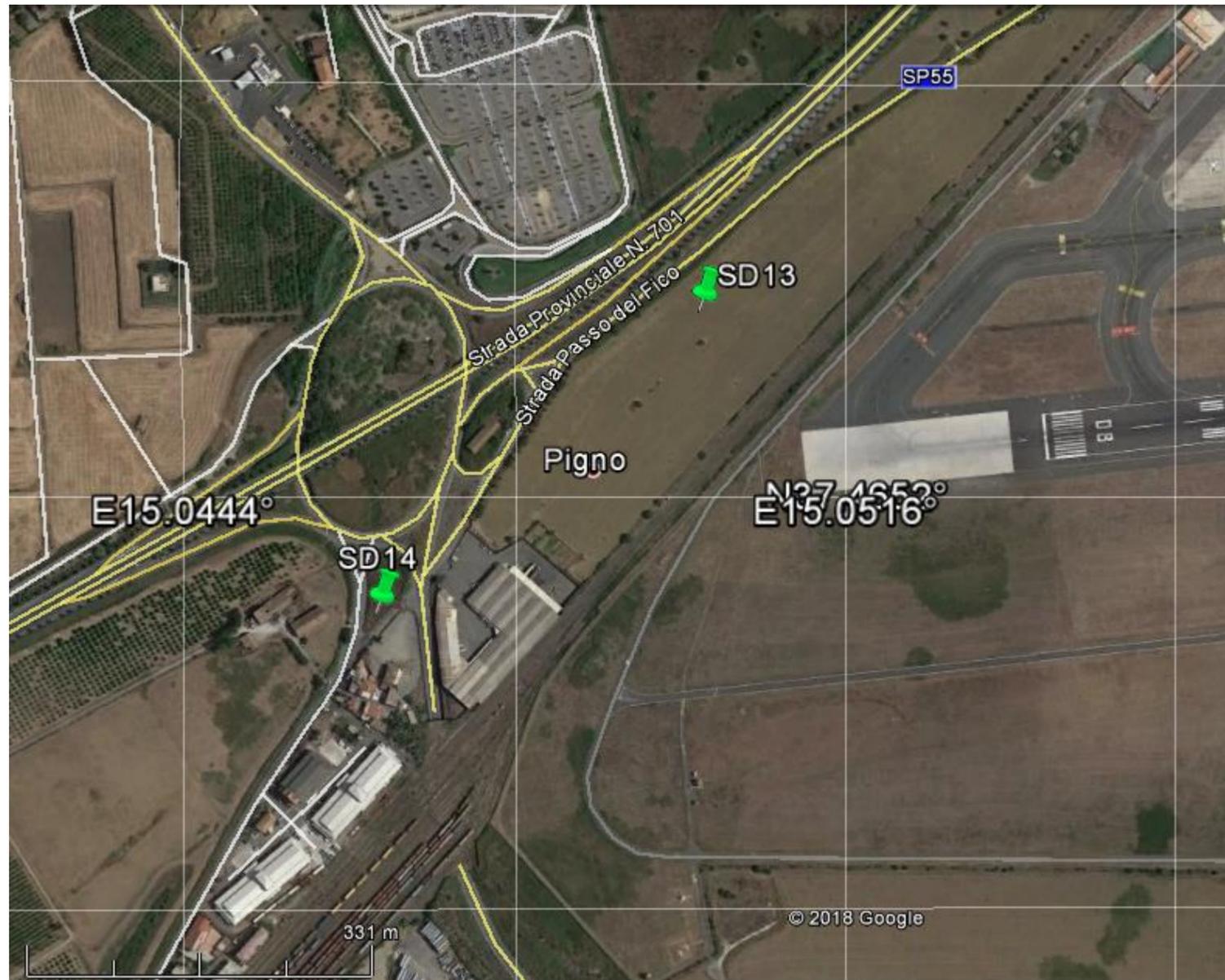
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Interramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

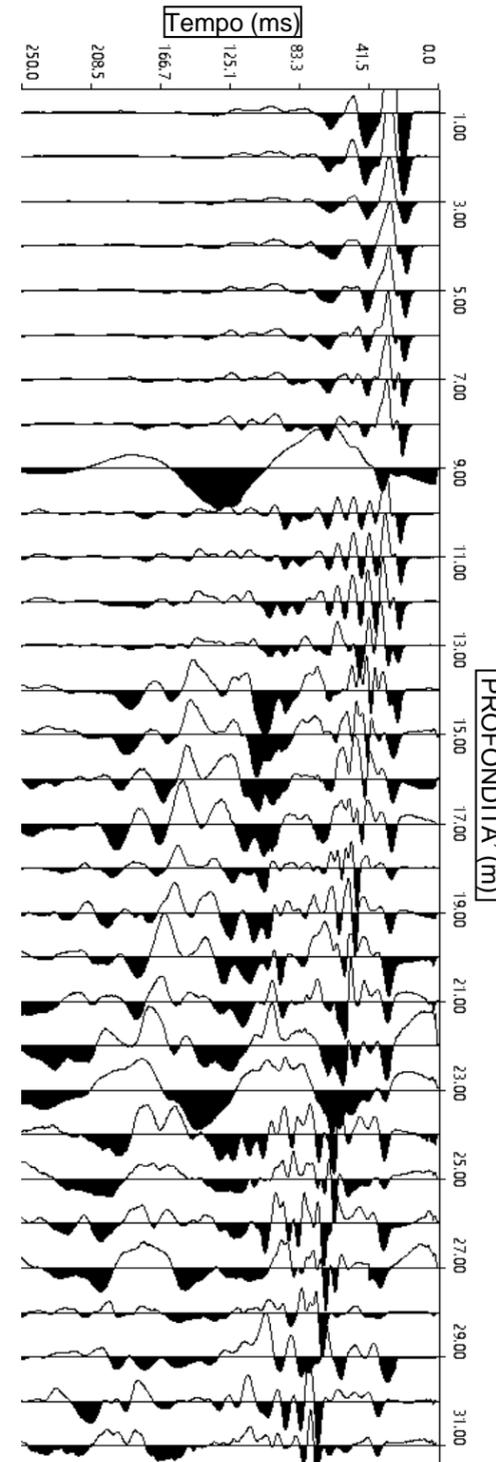
APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd13

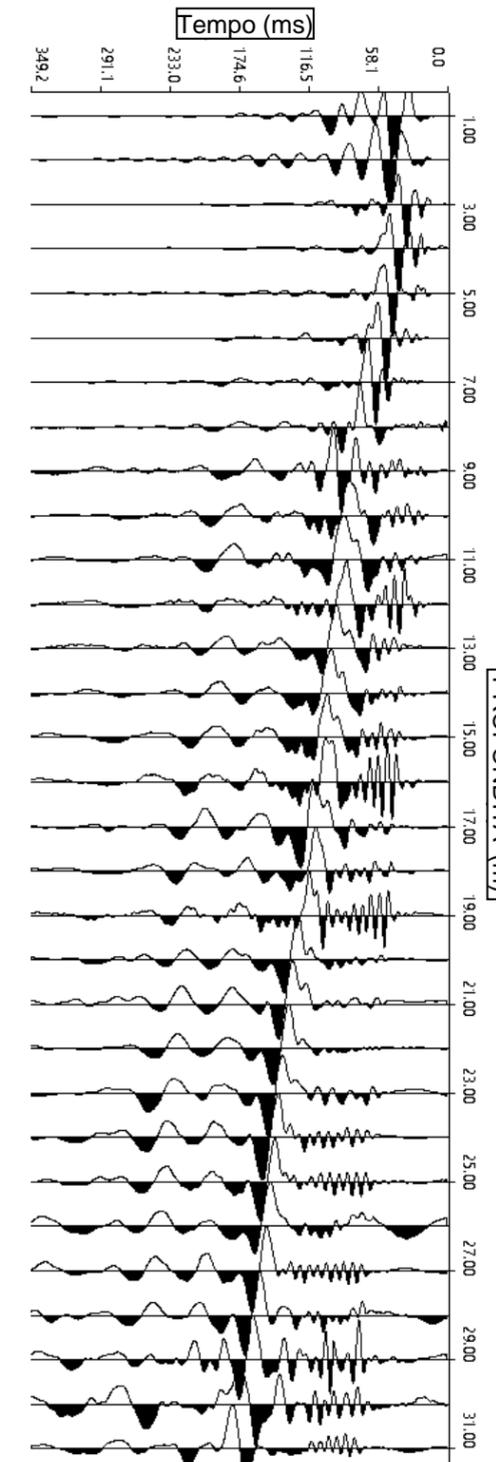
Profondità (m)	Tempi oss (ms)		Tempi corr (ms)	
	P	P	S	S
0	0	0	0	0
1	17.61	7.88	23.49	10.50
2	18.00	12.73	28.64	20.25
3	18.20	15.14	34.37	28.60
4	18.30	16.37	41.25	36.89
5	19.00	17.64	45.83	42.55
6	19.30	18.31	50.98	48.37
7	20.89	20.09	56.00	53.85
8	21.30	20.66	57.00	55.30
9	22.12	21.59	60.72	59.28
10	23.00	22.55	63.01	61.79
11	23.50	23.12	65.31	64.25
12	23.76	23.43	68.17	67.24
13	24.80	24.51	70.46	69.64
14	25.50	25.24	75.04	74.29
15	26.21	25.98	80.77	80.06
16	27.03	26.83	86.50	85.83
17	28.10	27.91	89.94	89.32
18	28.67	28.50	98.53	97.93
19	29.08	28.92	104.83	104.26
20	29.90	29.75	107.12	106.59
21	30.72	30.58	109.99	109.49
22	31.13	31.00	111.71	111.25
23	31.54	31.42	115.14	114.71
24	32.36	32.25	119.73	119.31
25	32.77	32.66	123.16	122.77
26	33.59	33.49	125.46	125.09
27	34.50	34.41	127.17	126.83
28	35.00	34.91	128.32	127.99
29	35.00	34.92	131.18	130.87
30	36.80	36.72	134.05	133.75
31	37.50	37.42	136.34	136.06

Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

Sismogramma onde P



Sismogramma onde S



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd13

TAVOLA

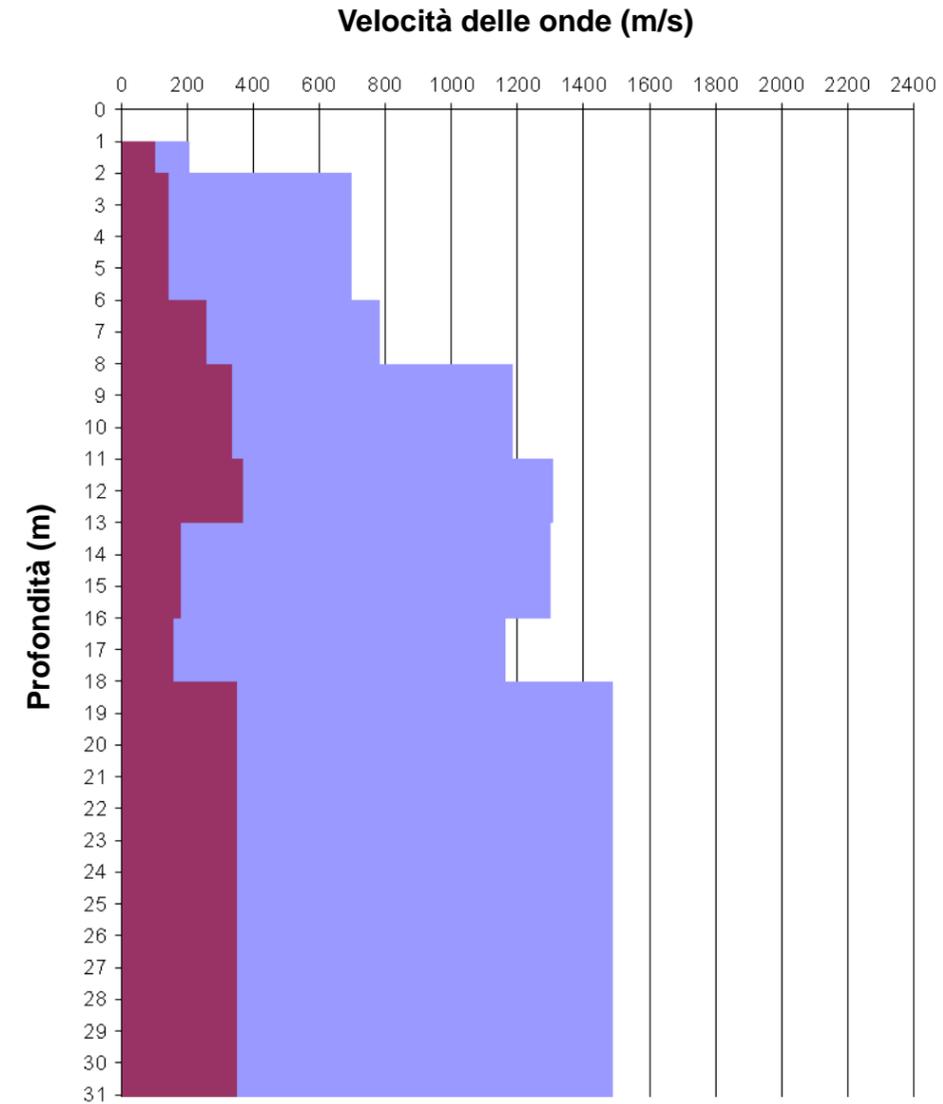
6

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	103	206
2	da -2 a -6 m	4	141	697
3	da -6 a -8 m	2	259	782
4	da -8 a -11 m	3	335	1185
5	da -11 a -13 m	2	370	1306
6	da -13 a -16 m	3	180	1300
7	da -16 a -18 m	2	156	1163
8	da -18 a -31 m	13	350	1488

Foro sd13 DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.41	0.33	45.53	17.08	45.53	236
2	da -2 a -6 m	4	17.39	0.48	100.29	33.91	783.47	
3	da -6 a -8 m	2	17.56	0.44	332.40	115.54	899.27	
4	da -8 a -11 m	3	18.37	0.46	588.96	202.17	2260.16	
5	da -11 a -13 m	2	18.61	0.46	727.82	249.88	2780.03	
6	da -13 a -16 m	3	18.60	0.49	176.14	59.10	3003.87	
7	da -16 a -18 m	2	18.33	0.49	130.41	43.74	2372.52	
8	da -18 a -31 m	13	18.98	0.47	670.54	227.97	3816.43	

Categoria di suolo C

Foro sd13 DH – Parametri Dinamici



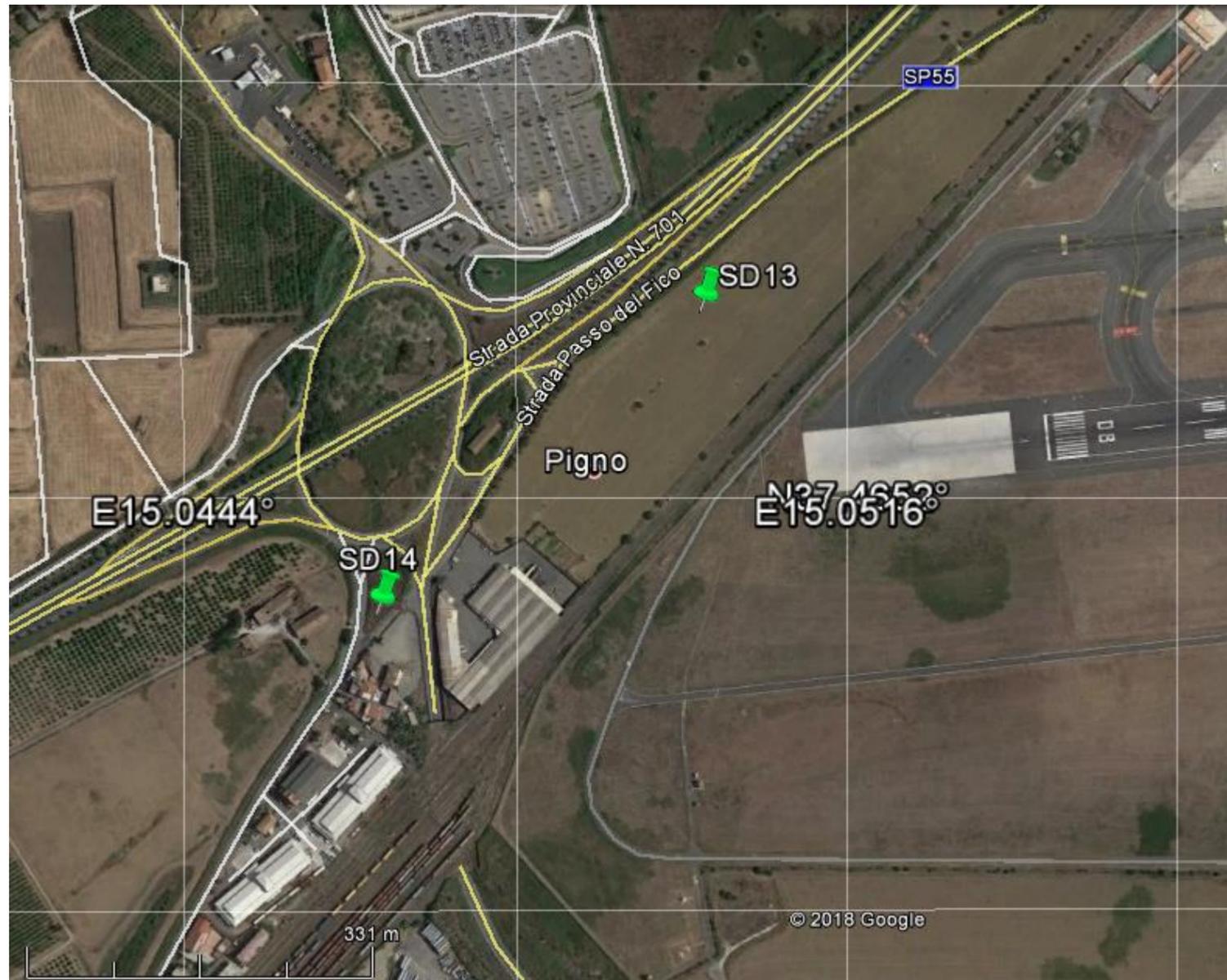
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Interramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



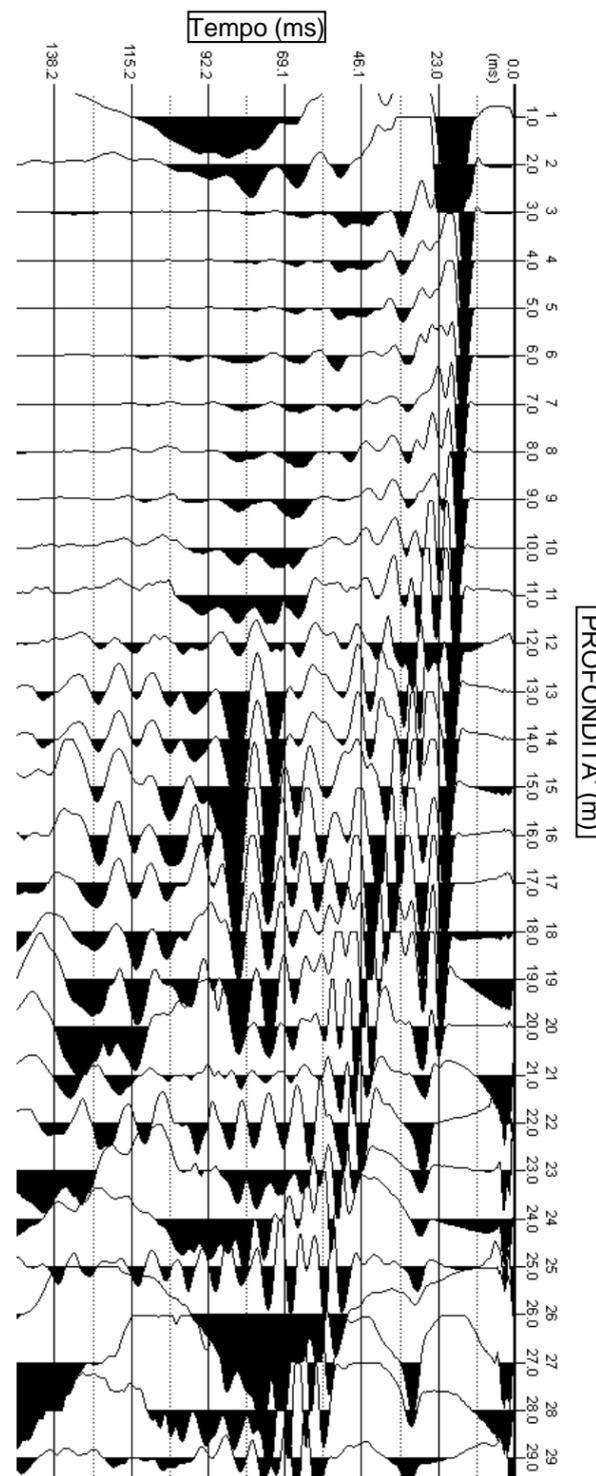
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

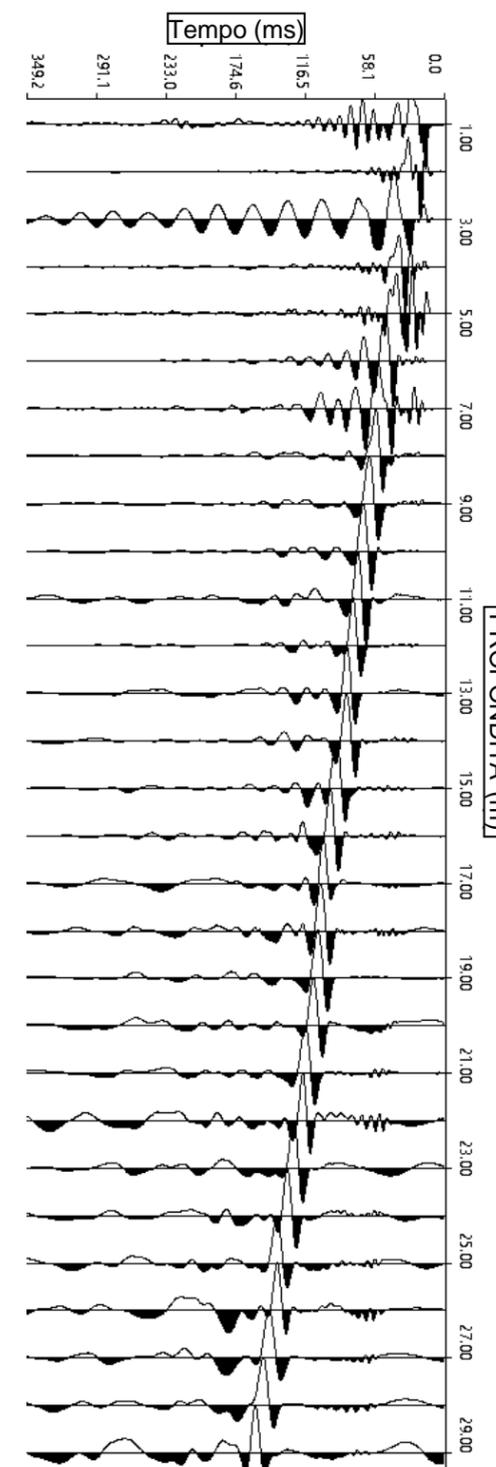
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Sismogramma onde P



Sismogramma onde S



Profondità (m)	Tempi oss (ms)		Tempi corr (ms)	
	P	S	P	S
0	0	0	0	0
1	11.88	15.47	5.31	6.92
2	12.00	20.05	8.49	14.18
3	13.00	28.64	10.82	23.83
4	13.80	32.65	12.34	29.21
5	14.70	31.51	13.65	29.25
6	15.57	42.39	14.77	40.22
7	15.97	44.11	15.36	42.41
8	16.38	51.56	15.89	50.02
9	16.79	55.57	16.39	54.24
10	17.20	61.30	16.87	60.10
11	17.61	65.88	17.33	64.82
12	18.02	69.89	17.78	68.94
13	18.84	73.90	18.62	73.04
14	19.25	75.04	19.06	74.29
15	20.07	82.49	19.89	81.77
16	20.20	87.00	20.04	86.33
17	20.50	92.00	20.36	91.37
18	21.20	96.24	21.07	95.65
19	21.80	98.53	21.68	97.99
20	22.00	102.40	21.89	101.89
21	22.53	108.27	22.43	107.78
22	23.00	112.28	22.91	111.82
23	24.00	118.58	23.91	118.13
24	24.50	123.74	24.42	123.31
25	24.80	128.50	24.72	128.09
26	25.00	132.90	24.93	132.51
27	24.99	138.06	24.92	137.68
28	24.99	143.21	24.92	142.85
29	26.00	148.00	25.94	147.65

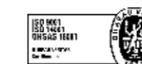
Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



SOING
STRUTTURE & AMBIENTE



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd14

TAVOLA

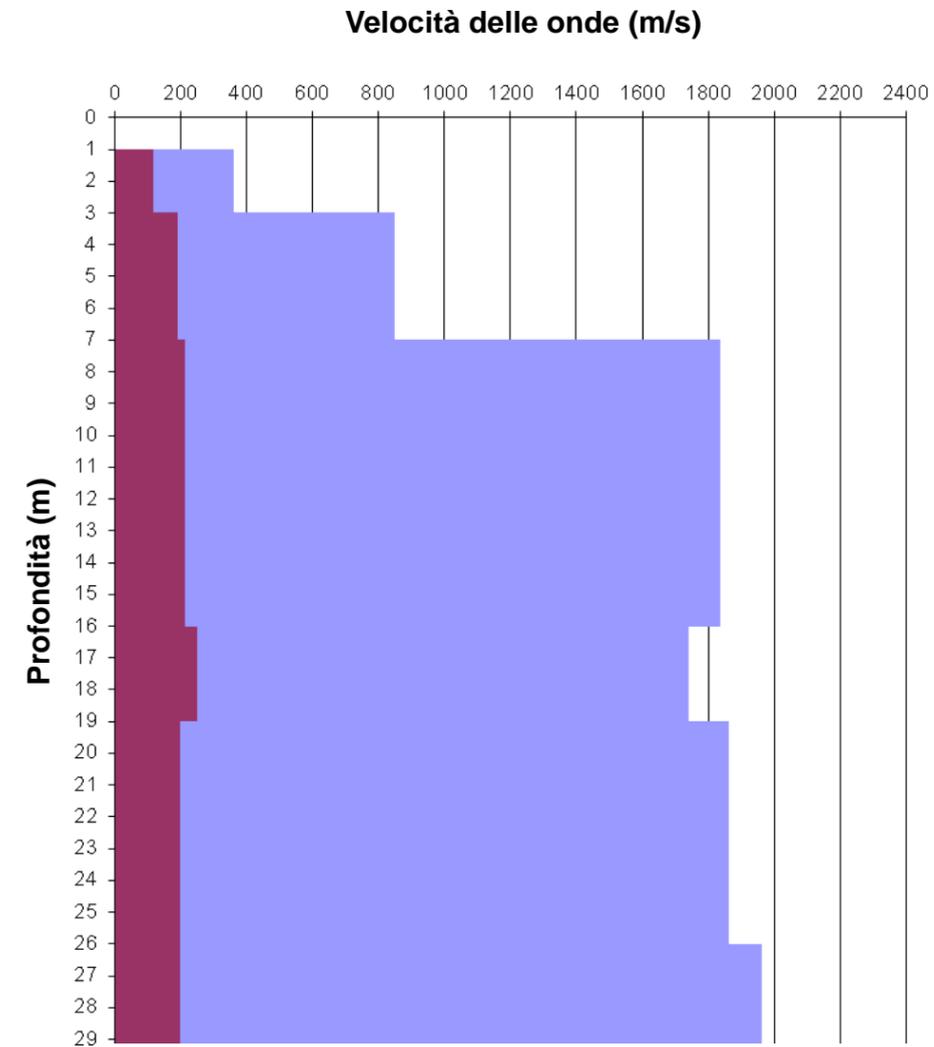
9

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)	Vseq (da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	117	361	191
2	da -3 a -7 m	4	190	849	
3	da -7 a -16 m	9	214	1837	
4	da -16 a -19 m	3	249	1742	
5	da -19 a -26 m	7	197	1861	
6	da -26 a -29 m	3	198	1963	

Foro sd14 DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	16.72	0.44	64.71	22.45	183.78	191
2	da -3 a -7 m	4	17.70	0.47	184.66	62.66	1167.49	
3	da -7 a -16 m	9	19.67	0.49	263.86	88.36	6393.05	
4	da -16 a -19 m	3	19.48	0.49	352.94	118.47	5640.36	
5	da -19 a -26 m	7	19.72	0.49	224.33	75.06	6598.32	
6	da -26 a -29 m	3	19.93	0.49	229.04	76.61	7427.74	

Foro sd14 DH – Parametri Dinamici

Categoria di suolo C



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

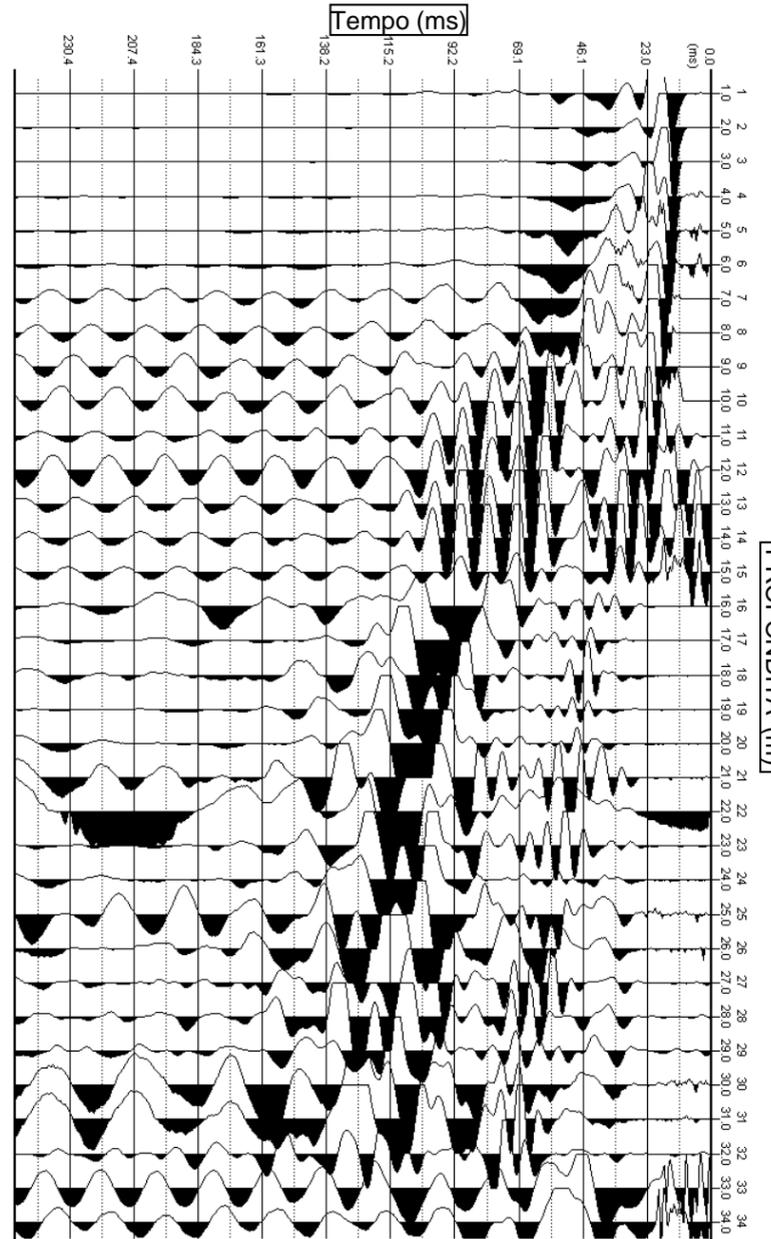
APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd19

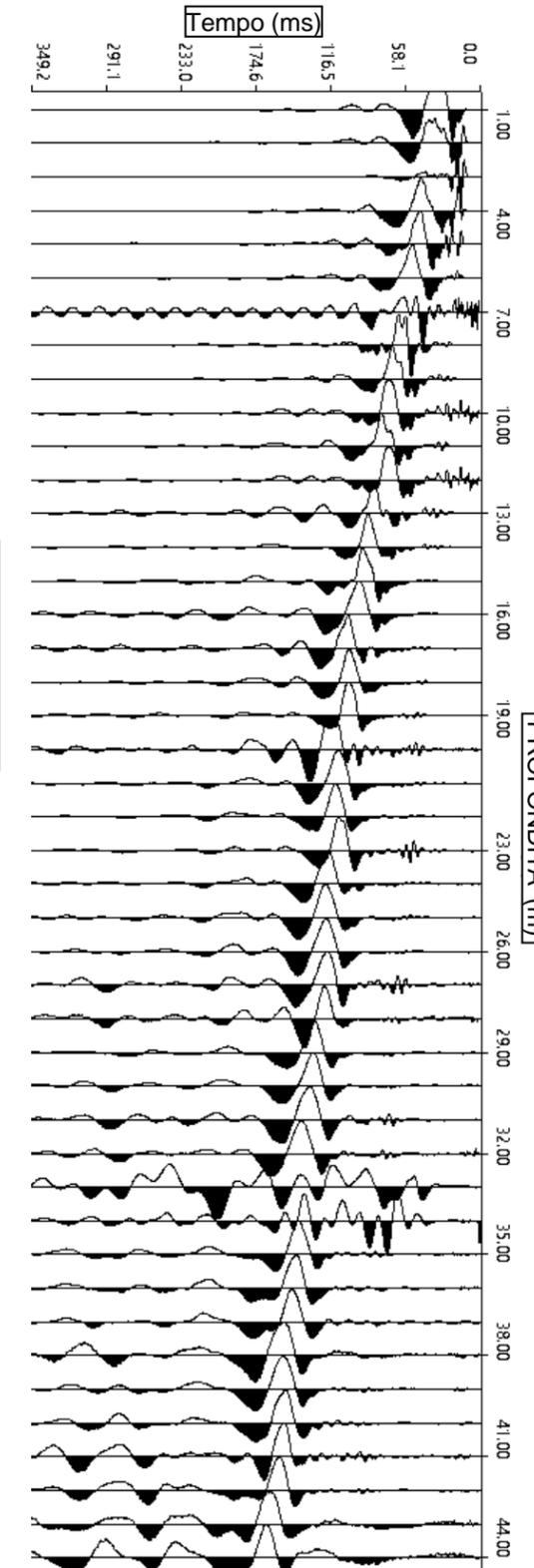
Profondità (m)	Tempi oss (ms) P	Tempi corr (ms) P	Tempi oss (ms) S	Tempi corr (ms) S
0	0	0	0	0
1	9.17	4.10	17.76	7.94
2	10.88	7.70	20.05	14.18
3	12.03	10.01	22.91	19.07
4	13.18	11.78	29.79	26.64
5	14.32	13.30	36.66	34.04
6	15.47	14.67	39.53	37.50
7	16.61	15.97	44.68	42.96
8	17.19	16.67	52.70	51.13
9	18.33	17.89	56.71	55.36
10	20.05	19.66	59.58	58.42
11	21.20	20.85	63.01	62.00
12	22.60	22.29	60.72	59.90
13	23.30	23.03	67.60	66.81
14	24.00	23.76	73.33	72.59
15	25.00	24.78	79.05	78.36
16	25.50	25.30	81.35	80.72
17	26.90	26.72	91.08	90.46
18	26.95	26.79	89.37	88.82
19	27.50	27.35	91.66	91.15
20	29.00	28.86	93.95	93.48
21	29.60	29.47	95.67	95.24
22	30.50	30.37	99.10	98.70
23	30.93	30.82	100.82	100.44
24	31.51	31.40	103.69	103.33
25	32.50	32.40	104.83	104.50
26	32.50	32.40	106.55	106.24
27	32.65	32.56	107.70	107.40
28	33.23	33.14	110.56	110.28
29	34.00	33.92	114.00	113.73
30	34.60	34.52	116.29	116.03
31	35.50	35.43	118.58	118.33
32	36.20	36.13	122.59	122.35
33	36.40	36.33	124.88	124.65
34	37.30	37.24	126.60	126.38
35			128.89	128.68
36			131.18	130.98
37			132.33	132.14
38			137.49	137.29
39			138.63	138.45
40			139.78	139.60
41			142.07	141.90
42			144.93	144.77
43			147.00	146.84
44			148.5	148.3468282

Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

Sismogramma onde P



Sismogramma onde S



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd19

TAVOLA

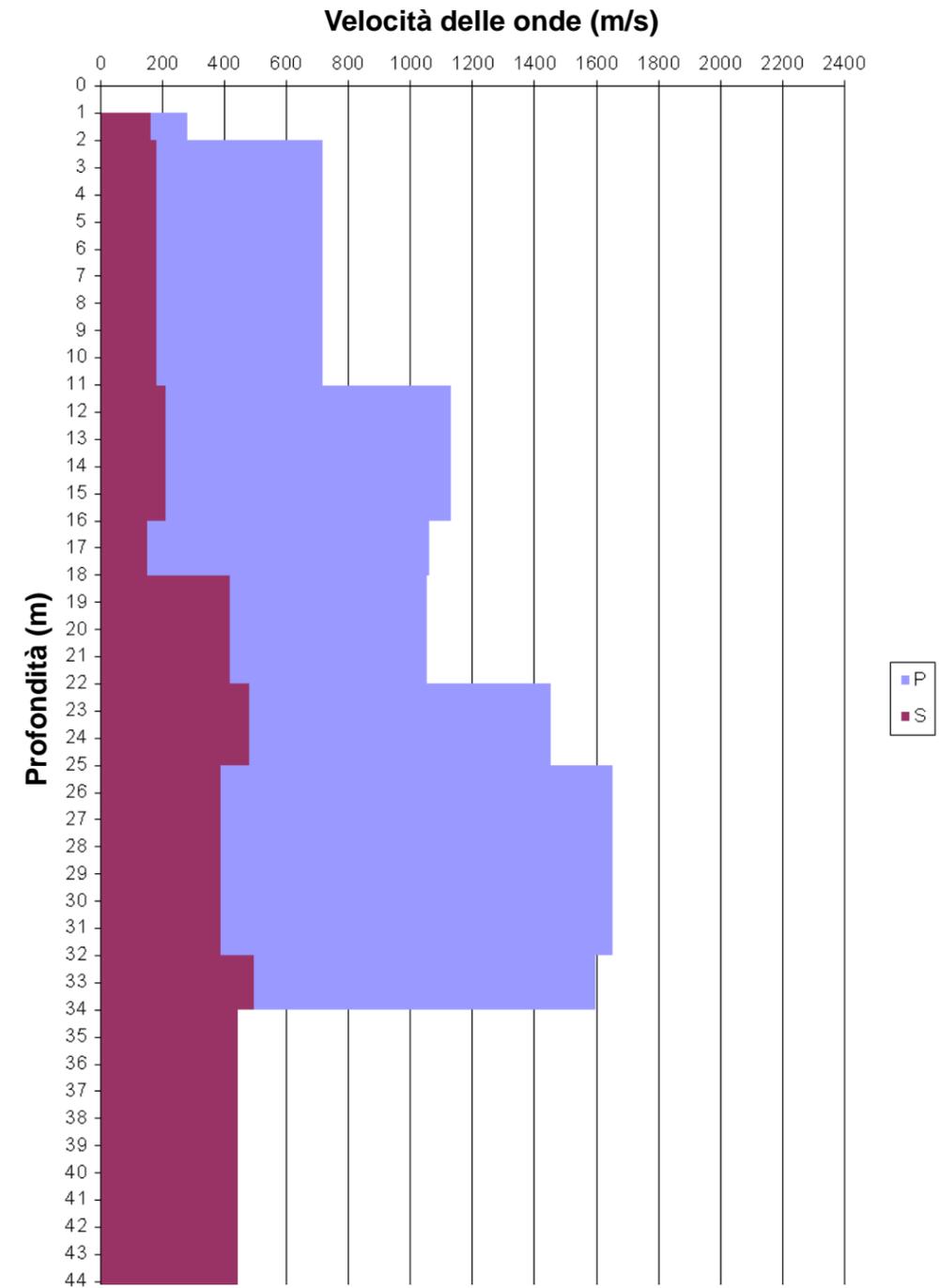
12

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	160	278
2	da -2 a -11 m	9	180	715
3	da -11 a -16 m	5	210	1129
4	da -16 a -18 m	2	149	1059
5	da -18 a -22 m	4	415	1054
6	da -22 a -25 m	3	481	1451
7	da -25 a -32 m	7	385	1653
8	da -32 a -34 m	2	493	1596
9	da -34 a -44 m	10	443	NC

Foro sd19 DH – Velocità Onde P ed SH



Categoria di suolo C

Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.56	0.25	104.11	41.56	70.06	240
2	da -2 a -11 m	9	17.43	0.47	162.40	55.38	800.01	
3	da -11 a -16 m	5	18.26	0.48	234.06	78.96	2177.00	
4	da -16 a -18 m	2	18.12	0.49	117.54	39.45	1940.05	
5	da -18 a -22 m	4	18.11	0.41	861.41	305.84	1565.00	
6	da -22 a -25 m	3	18.90	0.44	1233.66	428.87	3330.92	
7	da -25 a -32 m	7	19.31	0.47	825.81	280.63	4799.10	
8	da -32 a -34 m	2	19.19	0.45	1324.09	457.45	4184.24	
9	da -34 a -44 m	10	NC	NC	NC	307.93	NC	

Foro sd19 DH – Parametri Dinamici



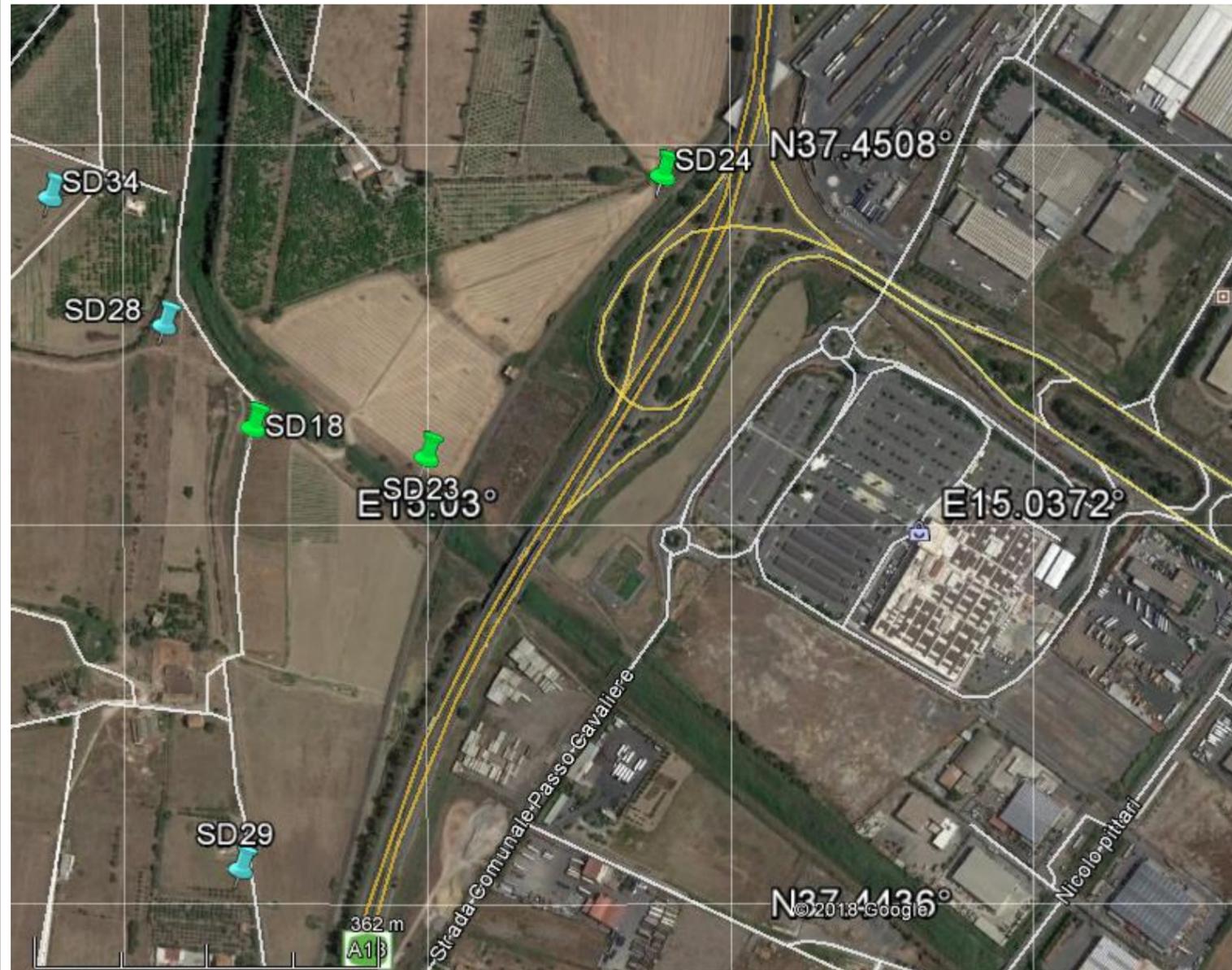
Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd24

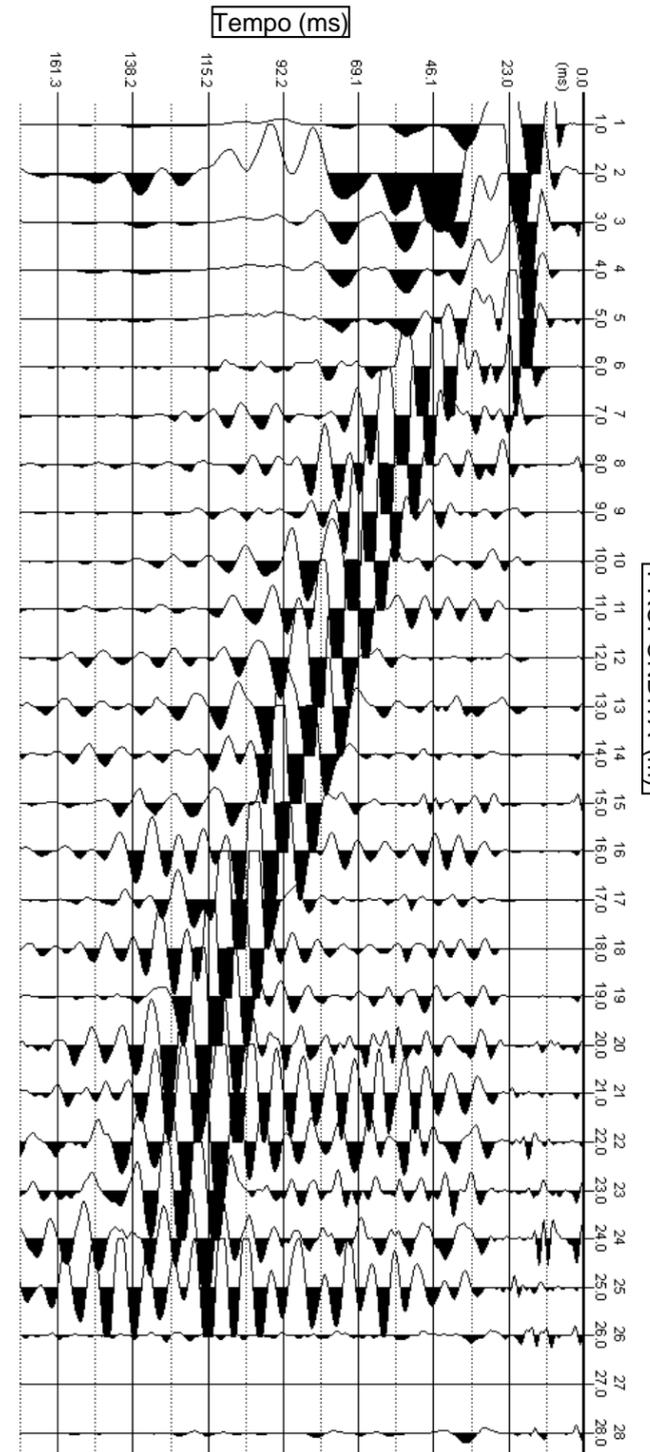
OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

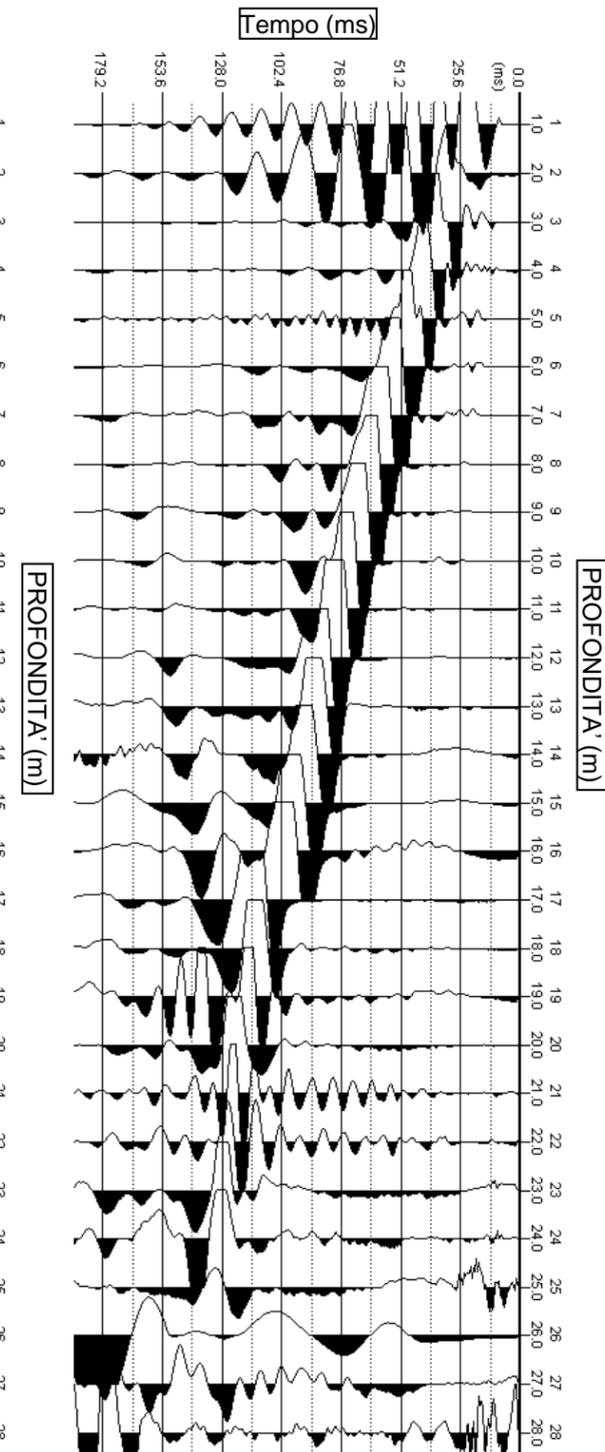
Profondità (m)	Tempi oss (ms)		Tempi corr (ms)	
	P	S	P	S
0	0	0	0	0
1	7.37	3.30	13.75	6.15
2	9.01	6.37	22.00	15.56
3	9.83	8.18	27.50	22.88
4	10.24	9.16	34.37	30.74
5	12.30	11.42	38.95	36.17
6	13.00	12.33	45.83	43.48
7	15.00	14.42	50.98	49.02
8	16.00	15.52	56.14	54.46
9	17.00	16.60	61.30	59.84
10	18.00	17.65	66.45	65.16
11	19.25	18.94	70.46	69.32
12	20.00	19.73	76.76	75.72
13	21.00	20.76	79.05	78.13
14	22.50	22.27	82.49	81.66
15	23.35	23.14	89.00	88.22
16	24.17	23.98	94.00	93.27
17	25.40	25.22	100.00	99.32
18	26.50	26.34	104.26	103.62
19	27.44	27.29	109.99	109.38
20	28.00	27.86	112.28	111.72
21	29.08	28.95	118.01	117.48
22	30.31	30.19	119.15	118.66
23	31.13	31.01	120.87	120.42
24	31.95	31.84	121.45	121.03
25	32.20	32.10	123.74	123.34
26	33.18	33.08	126.03	125.66
27	33.59	33.50	127.17	126.83
28	34.00	33.91	129.47	129.14

Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

Sismogramma onde P



Sismogramma onde S



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani
VERIFICA A. Morelli
APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd24

TAVOLA

15

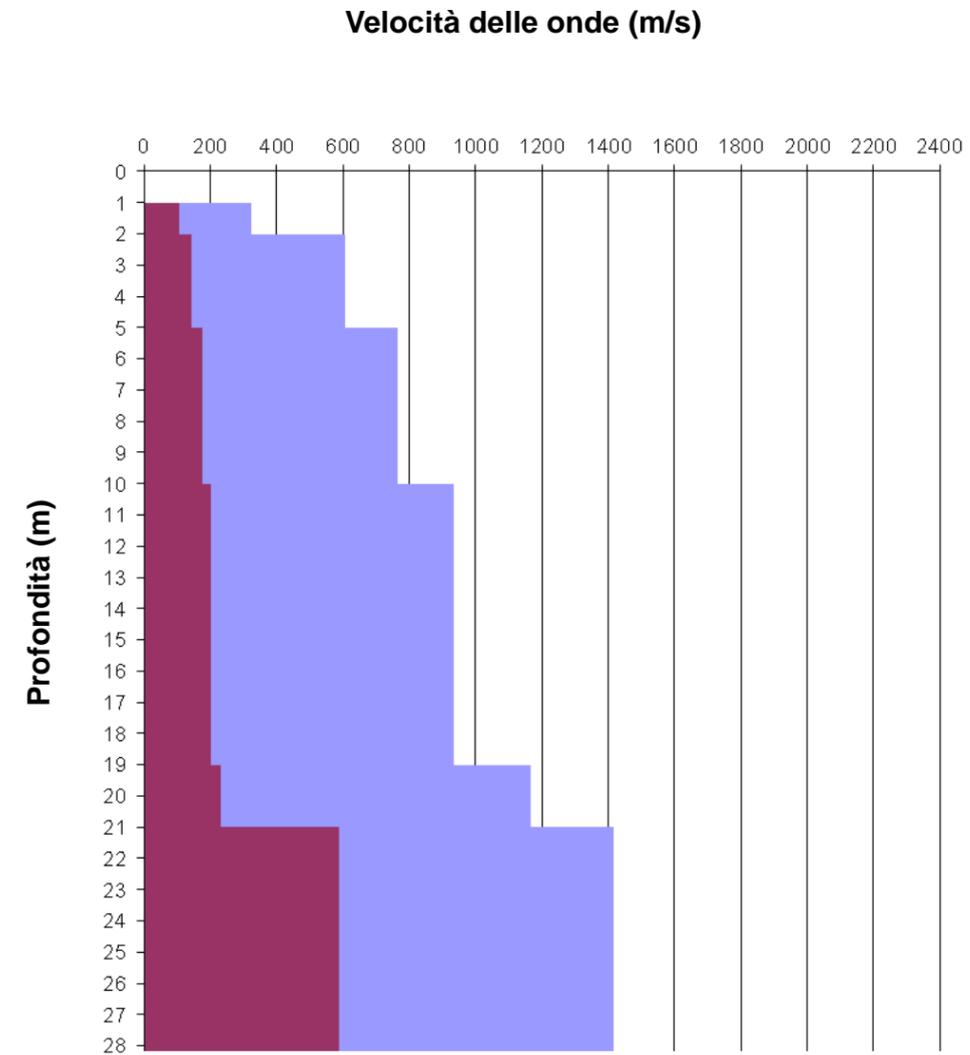
OGGETTO:

Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	106	325
2	da -2 a -5 m	3	143	607
3	da -5 a -10 m	5	175	766
4	da -10 a -19 m	9	203	933
5	da -19 a -21 m	2	233	1167
6	da -21 a -28 m	7	590	1415

Foro sd24_DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.65	0.44	52.86	18.35	148.01	219
2	da -2 a -5 m	3	17.21	0.47	101.53	34.52	575.97	
3	da -5 a -10 m	5	17.53	0.47	155.06	52.65	938.62	
4	da -10 a -19 m	9	17.87	0.48	213.02	72.20	1428.90	
5	da -19 a -21 m	2	18.33	0.48	288.78	97.61	2318.50	
6	da -21 a -28 m	7	18.83	0.39	1793.15	642.81	2840.27	

Foro sd24_DH – Parametri Dinamici

Categoria di suolo C



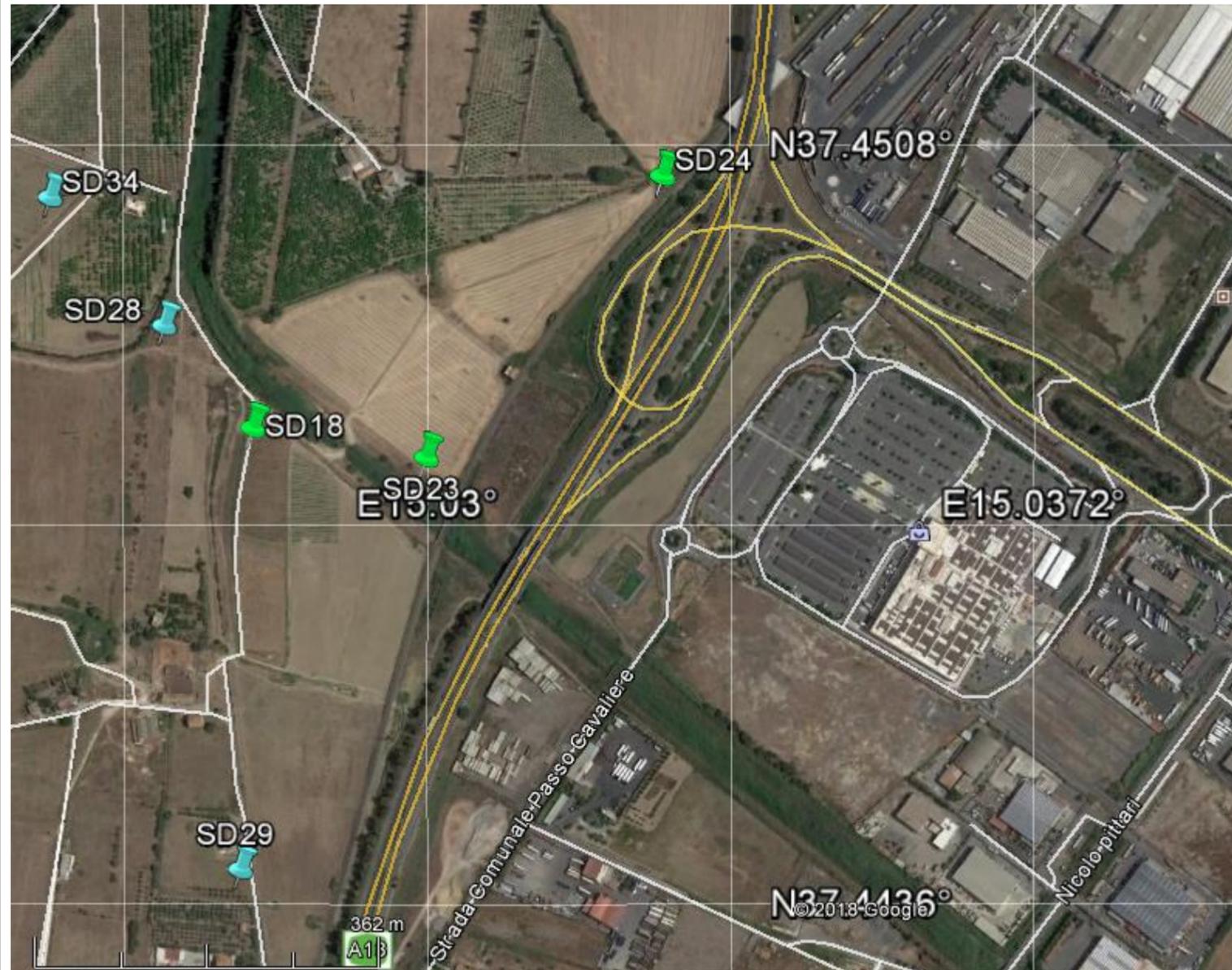
Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Sismogramma onde P

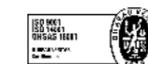
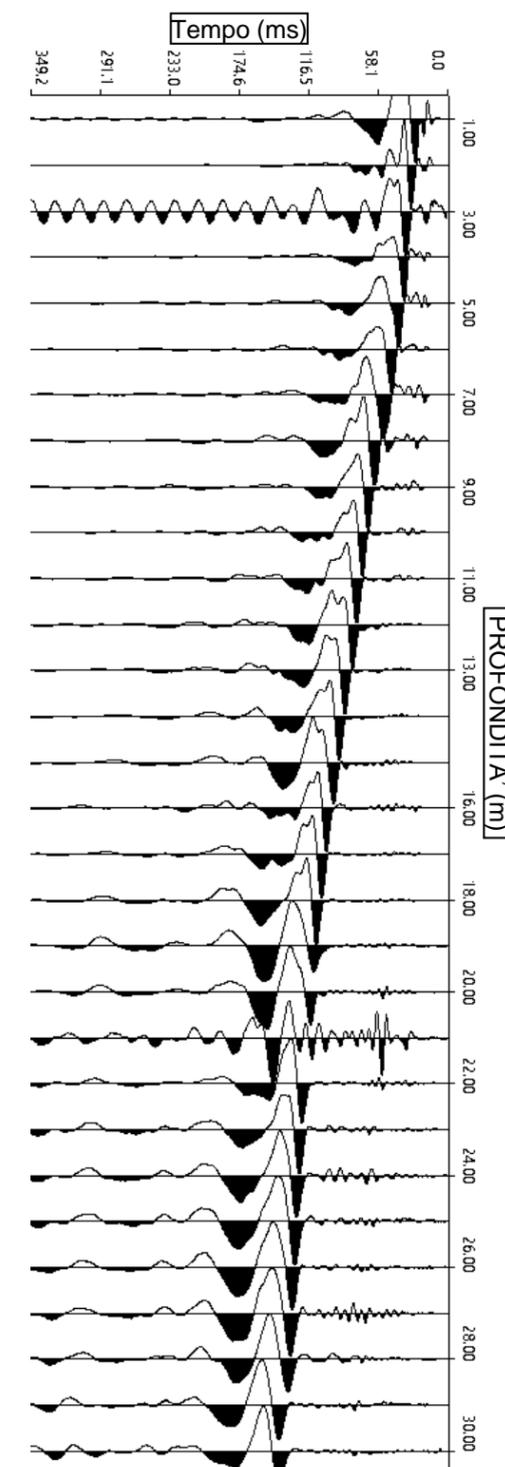
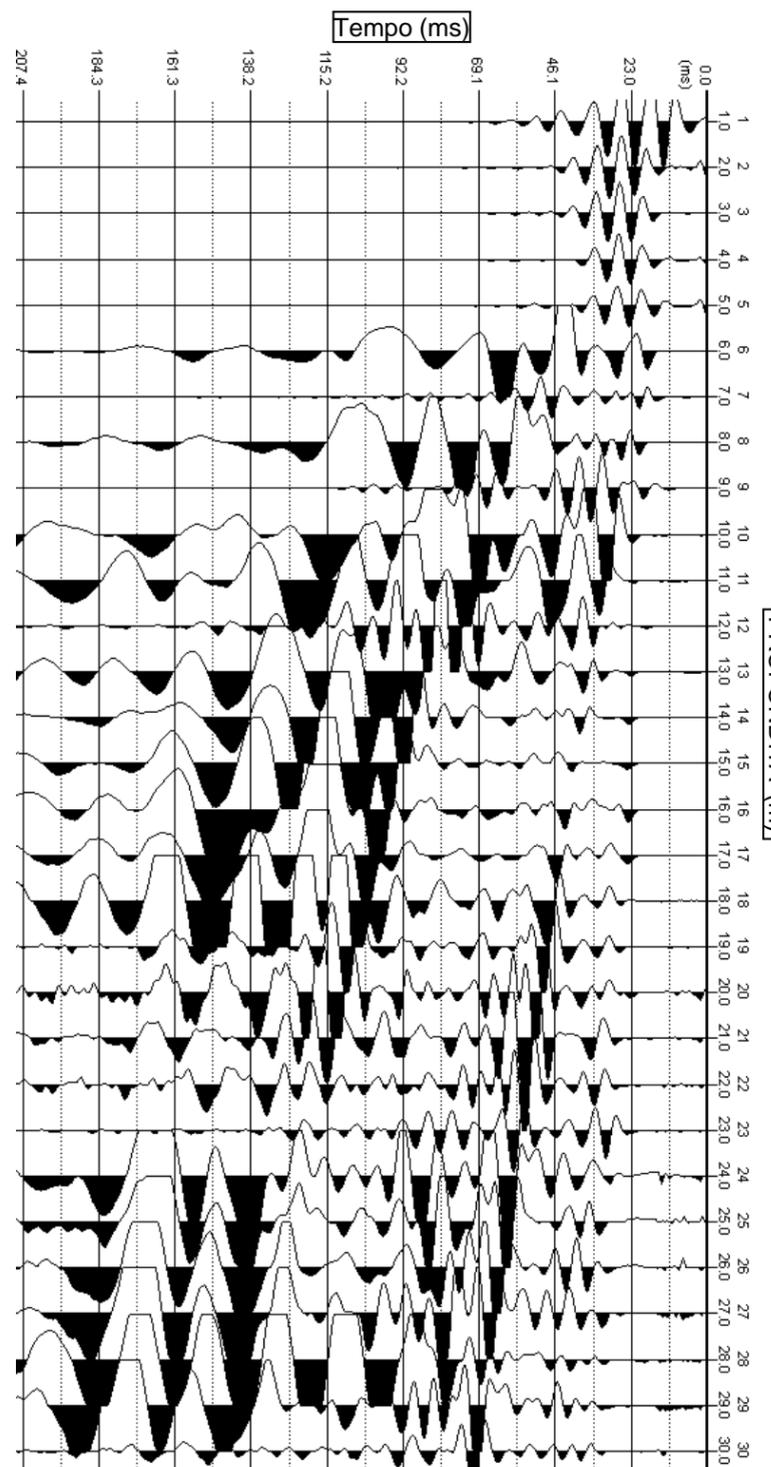
Sismogramma onde S

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Profondità (m)	Tempi oss (ms)		Tempi corr (ms)	
	P	S	P	S
0	0	0	0	0
1	12.70	26.92	5.68	12.04
2	14.75	30.93	10.43	21.87
3	15.97	35.52	13.29	29.55
4	16.38	39.00	14.65	34.88
5	17.20	43.00	15.97	39.92
6	18.02	48.00	17.10	45.54
7	19.66	53.85	18.90	51.78
8	20.48	61.30	19.87	59.46
9	19.66	66.45	19.19	64.87
10	21.30	71.61	20.89	70.22
11	22.12	76.19	21.76	74.96
12	22.53	79.63	22.22	78.54
13	23.35	86.50	23.08	85.50
14	23.76	91.08	23.52	90.17
15	24.17	96.24	23.95	95.39
16	24.58	101.40	24.39	100.61
17	24.99	105.00	24.81	104.28
18	25.81	108.00	25.65	107.34
19	26.21	112.00	26.07	111.38
20	27.00	115.14	26.87	114.57
21	27.50	120.00	27.38	119.46
22	28.50	123.00	28.38	122.49
23	28.90	125.00	28.79	124.53
24	29.30	127.75	29.20	127.30
25	29.90	128.32	29.81	127.91
26	30.72	130.61	30.63	130.23
27	31.13	131.76	31.04	131.40
28	31.54	134.05	31.46	133.71
29	32.50	140.92	32.42	140.59
30	33.00	141.50	32.93	141.18

Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd34

TAVOLA

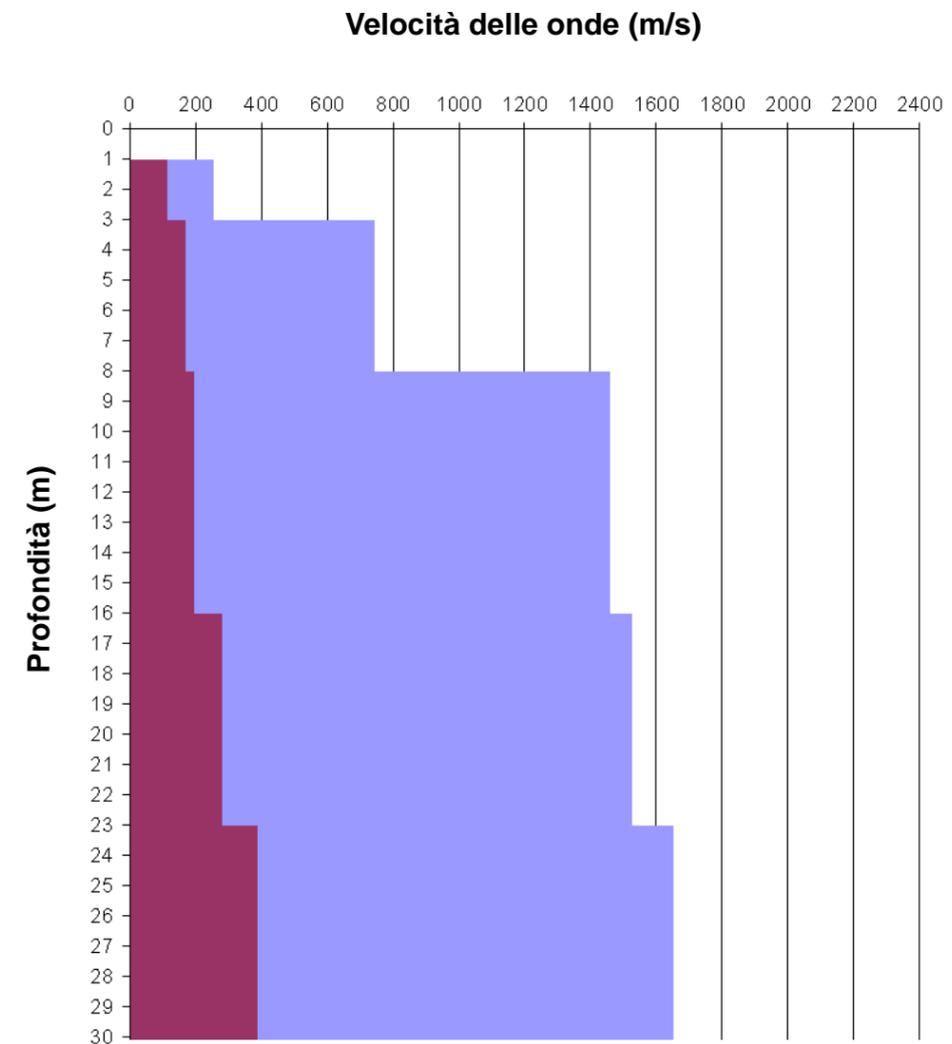
18

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -3 m	2	114	257
2	da -3 a -8 m	5	169	745
3	da -8 a -16 m	8	195	1460
4	da -16 a -23 m	7	280	1527
5	da -23 a -30 m	7	389	1652

Foro sd34_DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	16.51	0.38	57.99	21.05	78.90	214
2	da -3 a -8 m	5	17.49	0.47	144.31	48.99	886.67	
3	da -8 a -16 m	8	18.92	0.49	210.38	70.55	3861.00	
4	da -16 a -23 m	7	19.05	0.48	434.40	146.50	4161.71	
5	da -23 a -30 m	7	19.30	0.47	842.58	286.47	4784.53	

Foro sd34_DH – Parametri Dinamici

Categoria di suolo C



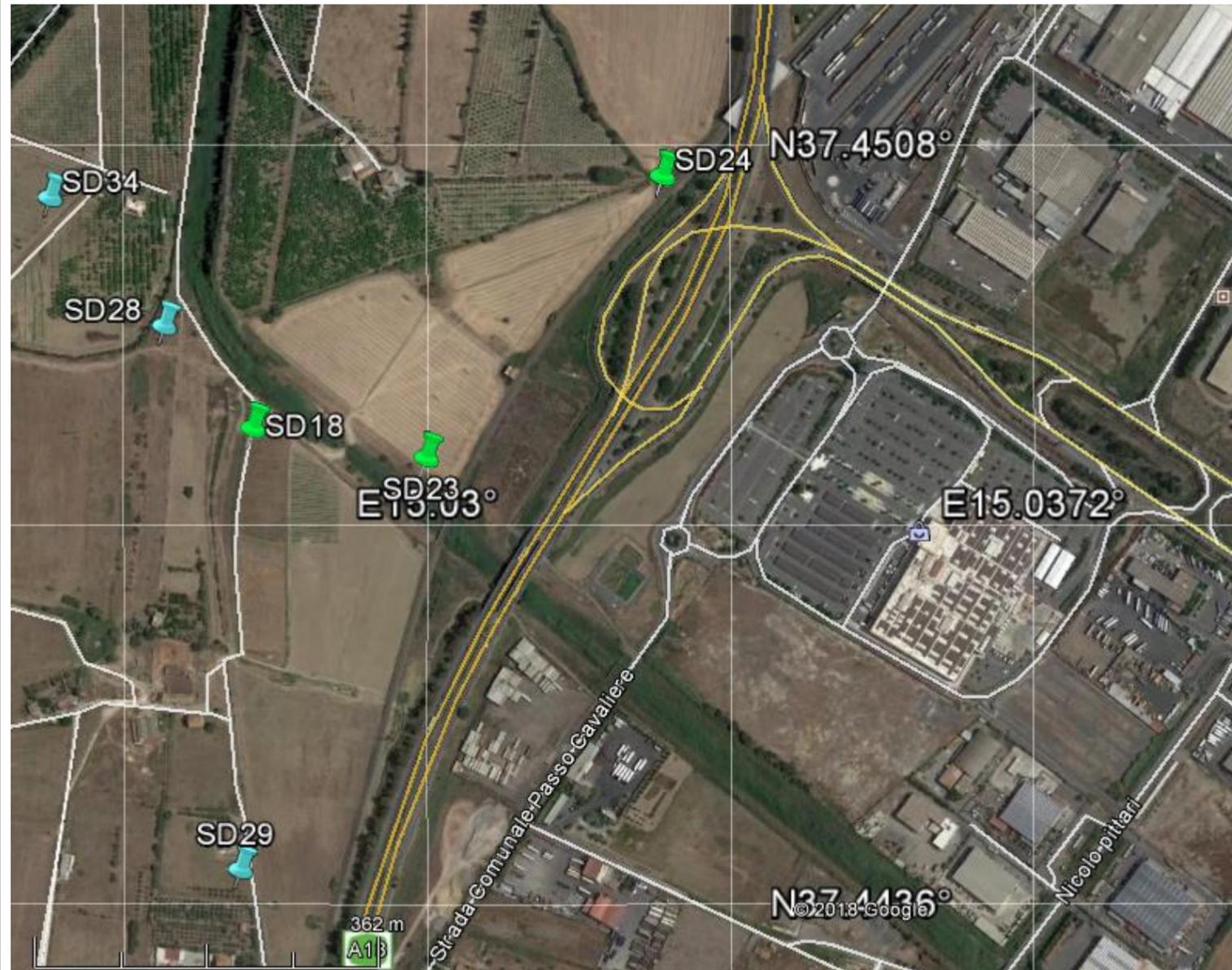
Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



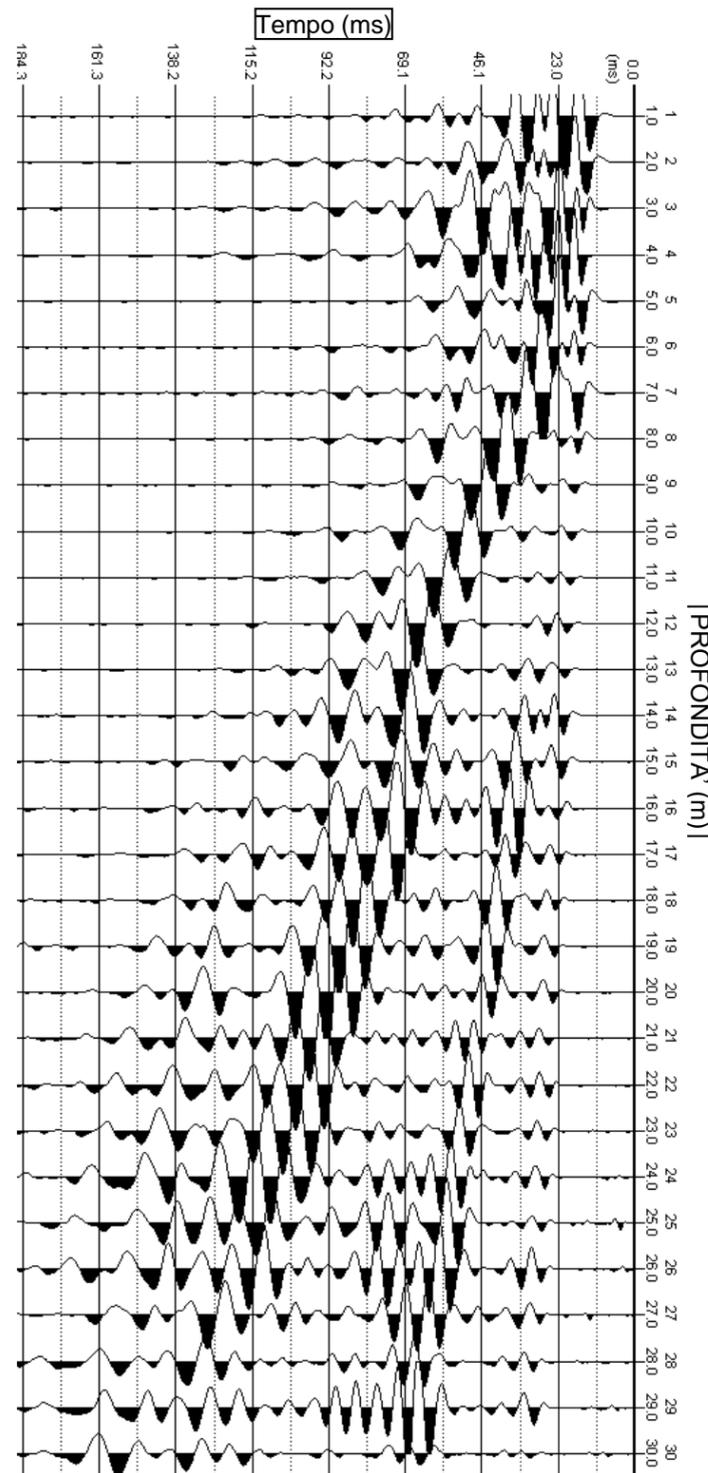
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

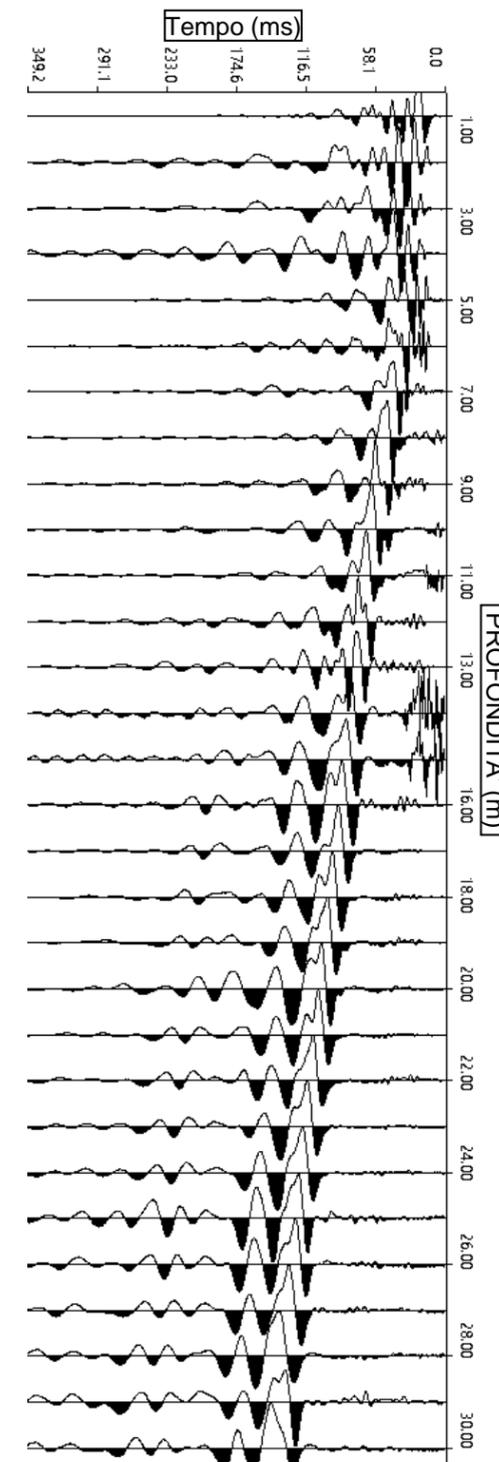
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Sismogramma onde P



Sismogramma onde S



0	0	0	0	0
1	4.00	1.79	20.30	9.08
2	5.00	3.54	21.61	15.28
3	5.40	4.49	24.88	20.70
4	5.60	5.01	30.12	26.94
5	6.52	6.05	36.01	33.43
6	7.00	6.64	40.59	38.51
7	7.50	7.21	46.48	44.69
8	8.00	7.76	51.07	49.54
9	8.50	8.30	54.34	53.05
10	9.10	8.92	56.30	55.21
11	9.35	9.19	60.89	59.90
12	9.84	9.70	64.16	63.29
13	10.33	10.21	69.40	68.59
14	10.82	10.71	72.67	71.94
15	11.56	11.46	75.94	75.28
16	12.05	11.96	79.22	78.61
17	12.79	12.70	81.84	81.28
18	13.28	13.20	84.46	83.94
19	14.02	13.94	85.76	85.29
20	14.76	14.68	88.38	87.94
21	15.00	14.93	90.35	89.94
22	15.49	15.43	91.66	91.28
23	16.48	16.42	94.93	94.57
24	16.72	16.67	96.24	95.91
25	17.46	17.41	100.82	100.50
26	17.71	17.65	102.79	102.48
27	18.20	18.15	104.75	104.46
28	18.94	18.89	106.71	106.44
29	19.43	19.38	109.99	109.73
30	19.67	19.63	111.30	111.05
31	20.41	20.37	112.61	112.37
32	20.90	20.86	114.00	113.78
33	21.00	20.96	115.00	114.79

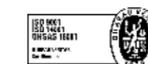
Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



SOING
STRUTTURE & AMBIENTE



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd28

TAVOLA

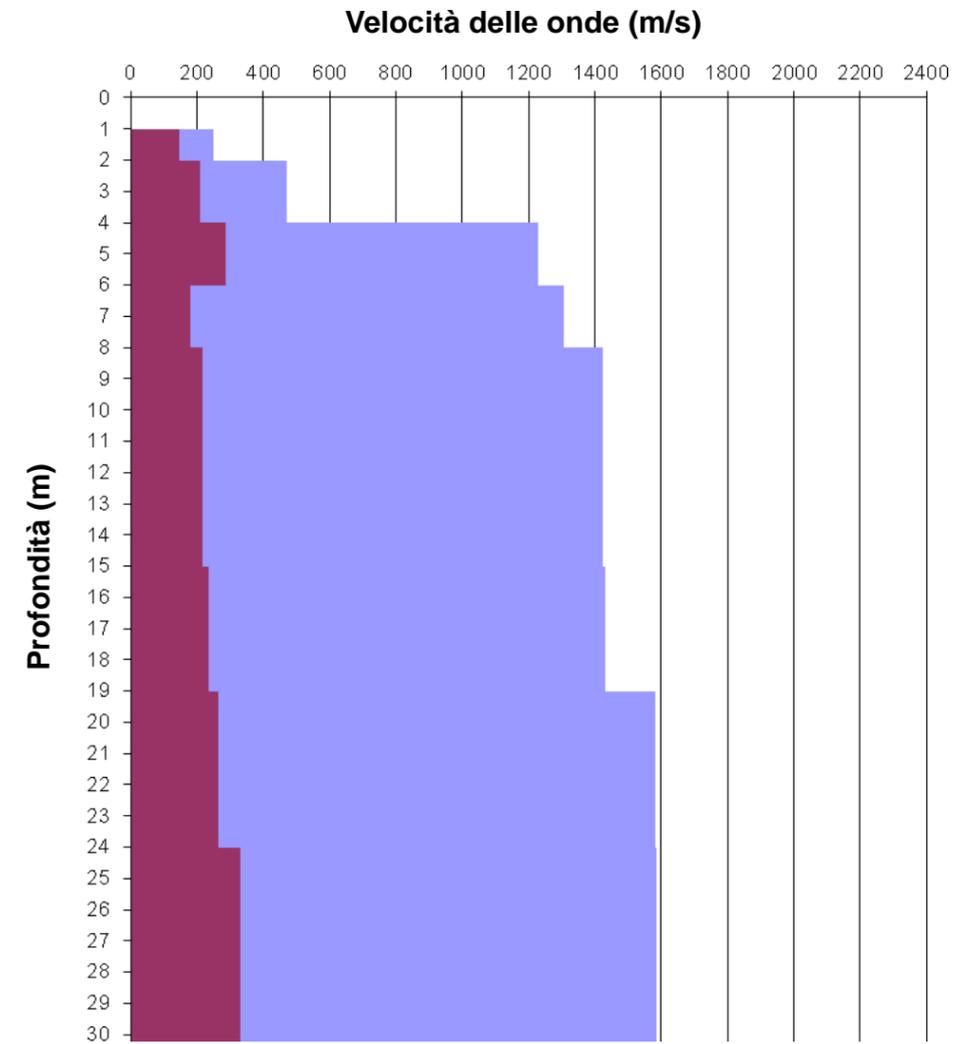
21

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	145	251
2	da -2 a -4 m	2	209	471
3	da -4 a -6 m	2	287	1227
4	da -6 a -8 m	2	178	1305
5	da -8 a -15 m	7	217	1423
6	da -15 a -19 m	4	234	1430
7	da -19 a -24 m	5	263	1580
8	da -24 a -30 m	6	329	1585

Foro sd28 DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.50	0.25	85.03	34.03	56.59	234
2	da -2 a -4 m	2	16.94	0.38	199.93	72.57	271.82	
3	da -4 a -6 m	2	18.45	0.47	438.57	149.07	2525.87	
4	da -6 a -8 m	2	18.61	0.49	172.38	57.82	3031.00	
5	da -8 a -15 m	7	18.85	0.49	259.02	87.03	3626.42	
6	da -15 a -19 m	4	18.86	0.49	301.04	101.27	3647.14	
7	da -19 a -24 m	5	19.16	0.49	386.20	129.97	4517.41	
8	da -24 a -30 m	6	19.17	0.48	601.31	203.49	4451.58	

Categoria di suolo C

Foro sd28 DH – Parametri Dinamici



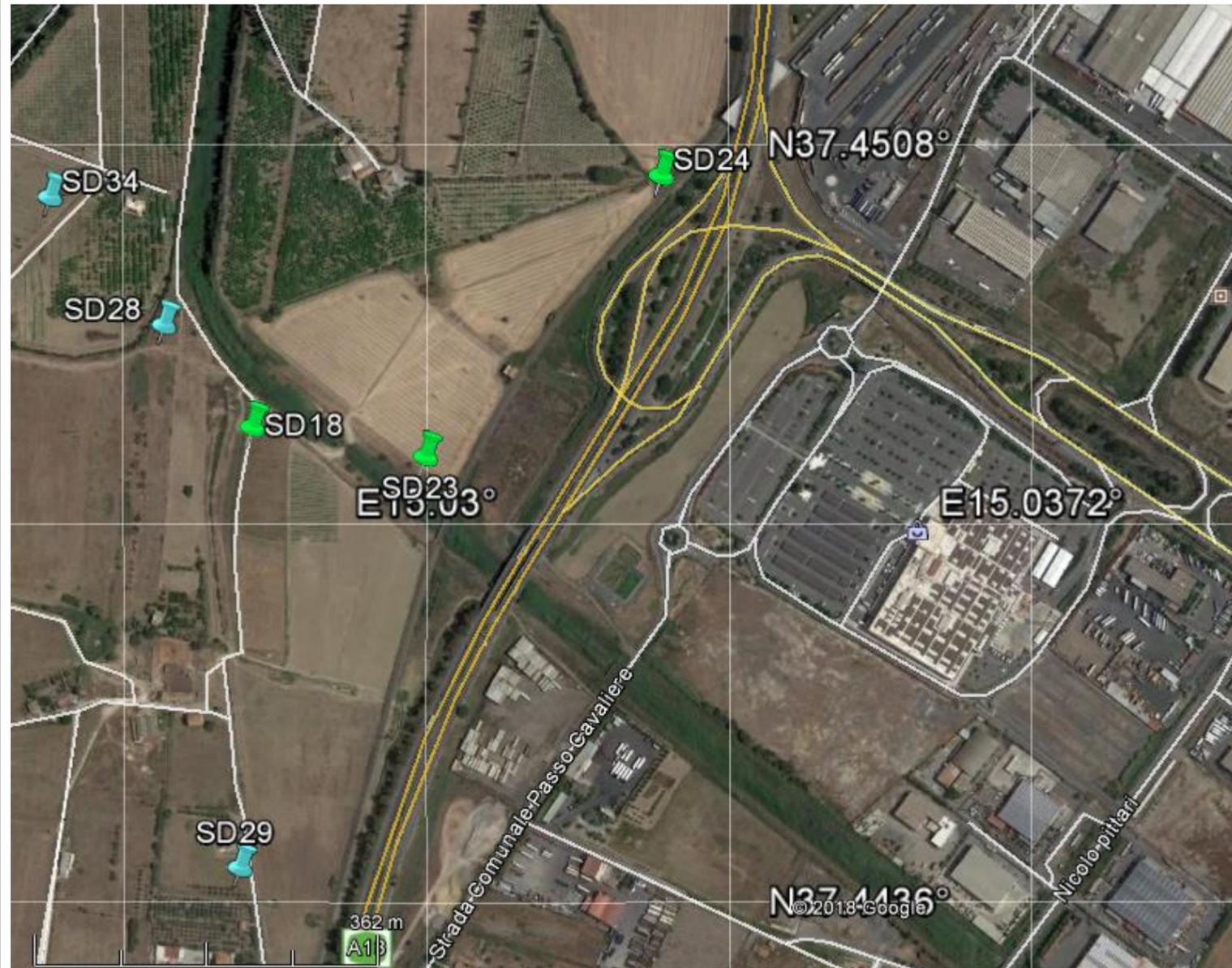
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Sismogramma onde P

Sismogramma onde S

Profondità (m)	Tempi oss (ms)	Tempi corr (ms)	Tempi oss (ms)	Tempi corr (ms)
	P	P	S	S
0	0	0	0	0
1	12.70	5.68	17.76	7.94
2	14.00	9.90	20.05	14.18
3	15.00	12.48	29.22	24.31
4	16.00	14.31	31.51	28.18
5	17.00	15.78	37.24	34.57
6	18.20	17.27	41.82	39.67
7	18.50	17.79	48.12	46.27
8	19.30	18.72	54.42	52.80
9	19.60	19.13	57.29	55.92
10	20.00	19.61	67.60	66.28
11	21.00	20.66	70.46	69.32
12	21.50	21.21	75.62	74.59
13	22.12	21.86	81.35	80.40
14	22.53	22.30	88.22	87.33
15	22.94	22.74	92.23	91.42
16	23.76	23.57	97.39	96.63
17	24.17	24.00	101.40	100.70
18	24.58	24.43	105.98	105.33
19	25.40	25.26	108.27	107.67
20	25.81	25.68	113.43	112.86
21	26.21	26.10	117.44	116.91
22	26.62	26.51	123.16	122.66
23	27.44	27.34	126.60	126.12
24	28.26	28.16	130.04	129.59
25	29.08	28.99	131.76	131.34
26	29.49	29.40	134.62	134.22
27	30.31	30.23	136.34	135.97
28	31.13	31.05	142.00	141.64
29	31.95	31.87	143.00	142.66
30	32.77	32.70	145.00	144.68
31	33.00	32.93	148.00	147.69
32	33.50	33.43	153.00	152.70
33	33.80	33.74	157.00	156.71
34	34.50	34.44	159.83	159.55
35	35.50	35.44	162.69	162.43
36	35.64	35.58	166.00	165.74
37	36.50	36.45	168.00	167.76
38	37.00	36.95	170.00	169.77

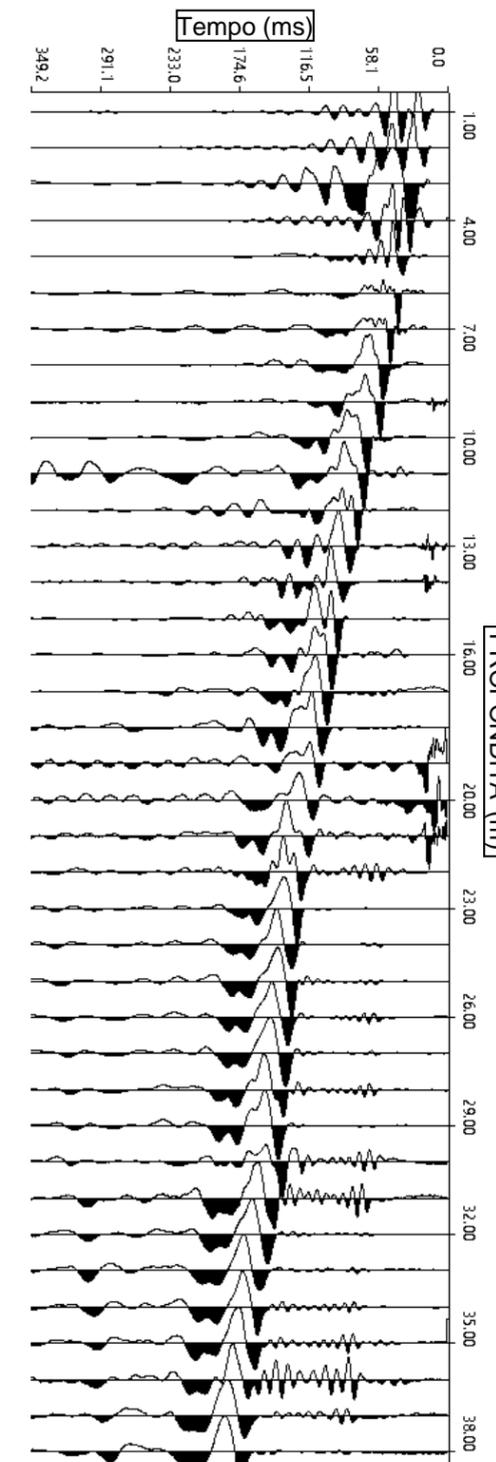
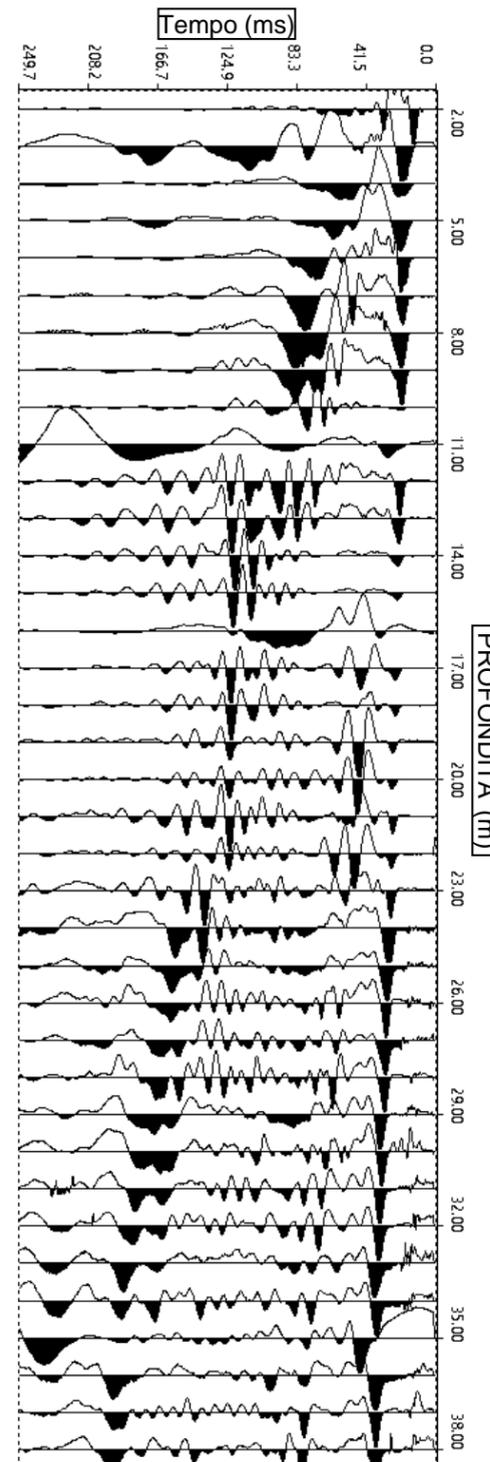
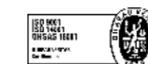


Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd18

TAVOLA

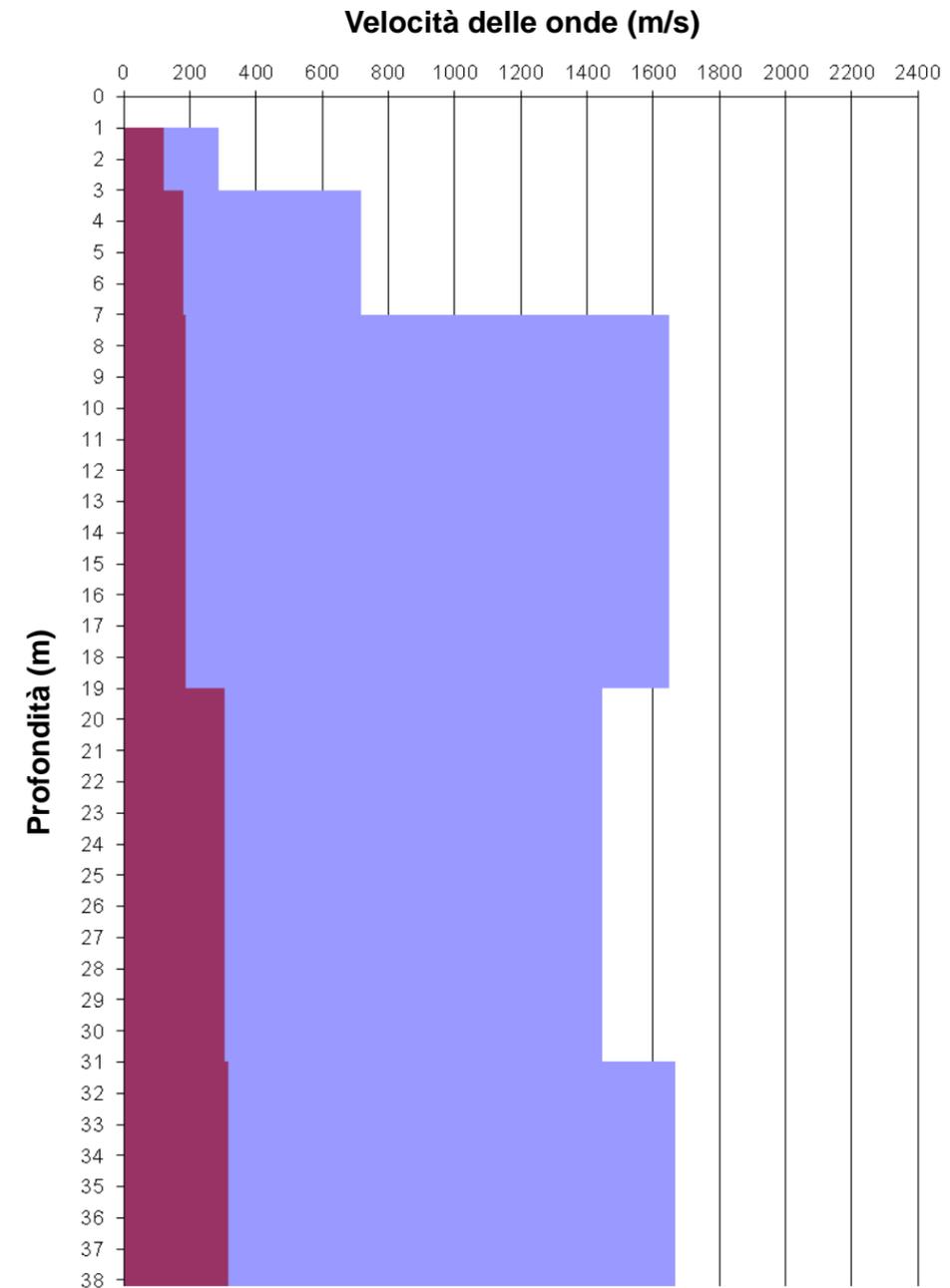
24

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -3 m	2	120	288
2	da -3 a -7 m	4	179	716
3	da -7 a -19 m	12	188	1647
4	da -19 a -31 m	12	305	1447
5	da -31 a -38 m	7	317	1666

Foro sd18_DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	16.58	0.39	65.31	23.41	103.62	211
2	da -3 a -7 m	4	17.43	0.47	160.67	54.77	803.36	
3	da -7 a -19 m	12	19.29	0.49	199.74	66.88	5043.43	
4	da -19 a -31 m	12	18.89	0.48	509.08	172.37	3649.79	
5	da -31 a -38 m	7	19.33	0.48	564.38	190.51	5008.03	

Foro sd18_DH – Parametri Dinamici

Categoria di suolo C



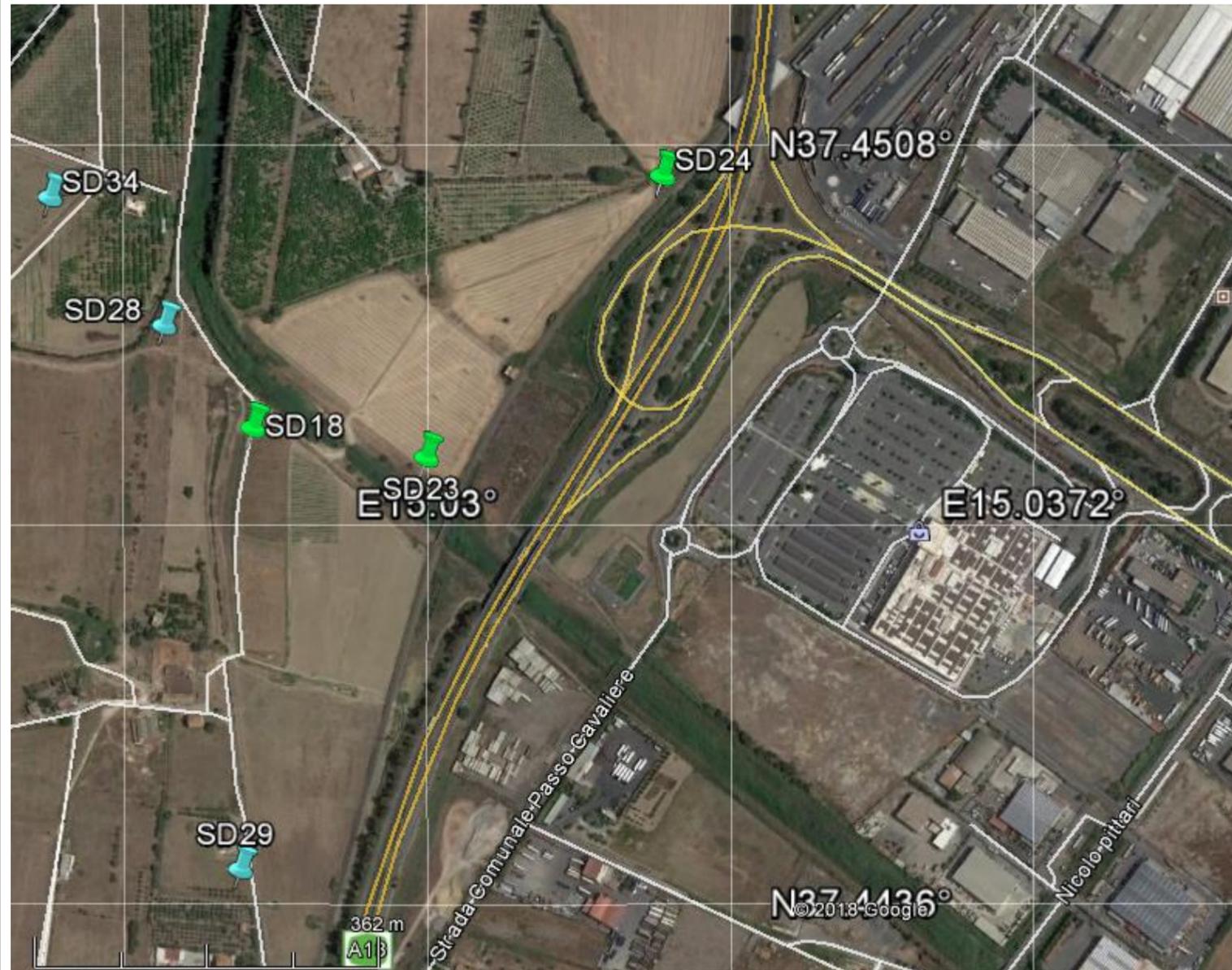
Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

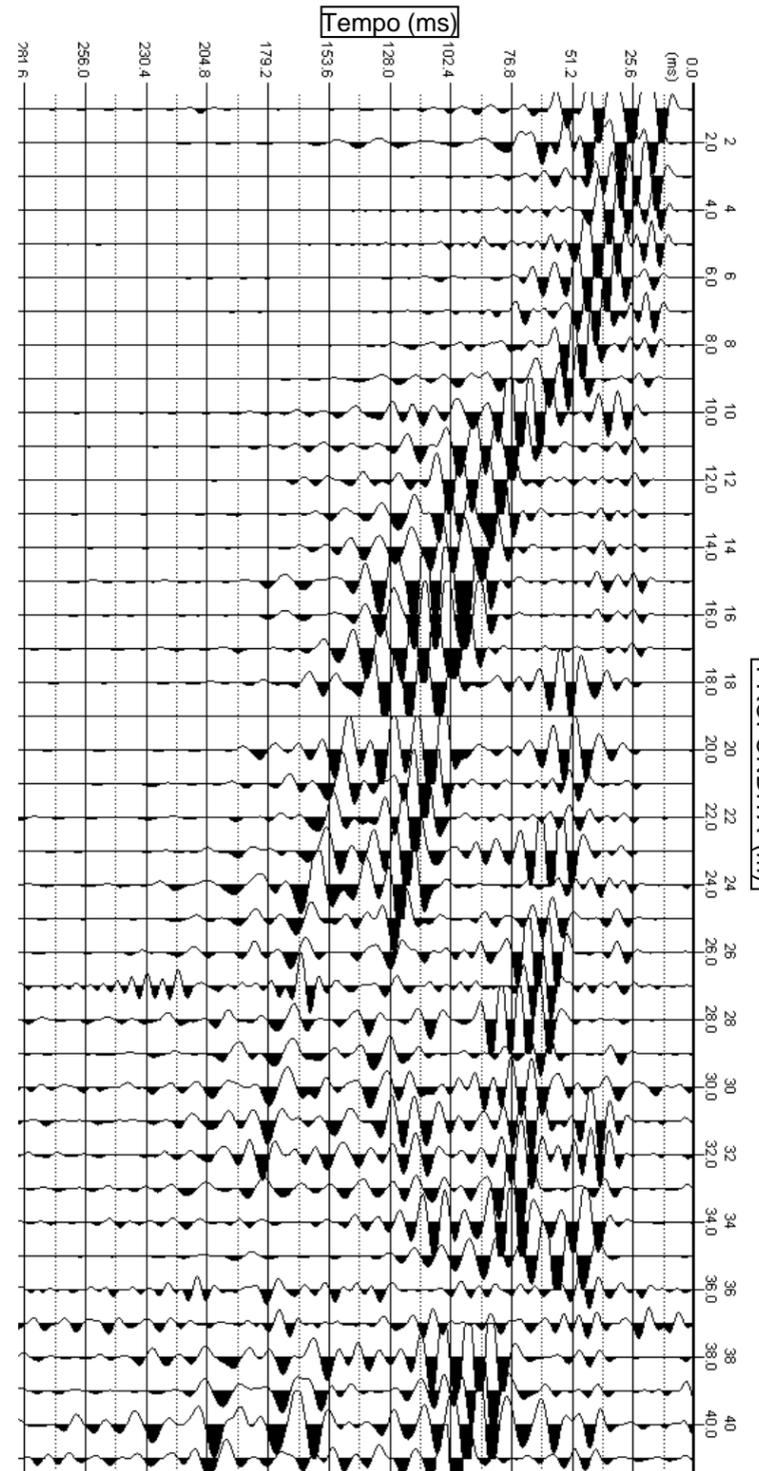
INDAGINE SISMICA Down Hole sd23

TAVOLA

26

Profondità (m)	Tempi oss (ms)		Tempi corr (ms)	
	P	S	P	S
0	0	0	0	0
1	12.60	5.64	13.75	6.15
2	13.75	9.72	22.00	15.56
3	14.32	11.92	26.92	22.40
4	14.89	13.32	34.94	31.25
5	15.47	14.36	39.53	36.70
6	16.00	15.18	45.26	42.93
7	16.61	15.97	48.69	46.82
8	17.76	17.23	54.42	52.80
9	18.00	17.57	58.43	57.04
10	19.00	18.63	64.73	63.47
11	20.40	20.07	67.60	66.51
12	20.70	20.42	73.90	72.89
13	20.90	20.66	79.05	78.13
14	21.30	21.09	82.49	81.66
15	22.34	22.15	89.94	89.15
16	22.50	22.33	92.80	92.09
17	22.91	22.76	97.39	96.72
18	23.49	23.34	101.40	100.77
19	24.06	23.93	107.12	106.53
20	24.63	24.51	112.85	112.29
21	25.21	25.09	117.00	116.47
22	25.78	25.67	120.30	119.80
23	26.92	26.82	124.31	123.84
24	26.92	26.83	127.75	127.30
25	28.07	27.98	128.32	127.91
26	28.64	28.56	132.00	131.61
27	29.22	29.14	135.00	134.63
28	29.79	29.71	136.00	135.65
29	30.36	30.29	139.00	138.67
30	30.93	30.87	142.00	141.69
31	31.51	31.44	145.00	144.70
32	32.08	32.02	147.00	146.71
33	33.23	33.16	150.00	149.73
34	33.50	33.44	153.00	152.74
35	34.37	34.32	156.00	155.75
36	36.00	35.94	159.00	158.76
37	36.50	36.45	161.00	160.77
38	35.52	35.47	163.50	163.27
39	35.52	35.47	165.55	165.34
40	36.09	36.04	168.00	167.79
41	37.24	37.19	170.00	169.80

Sismogramma onde P



Sismogramma onde S

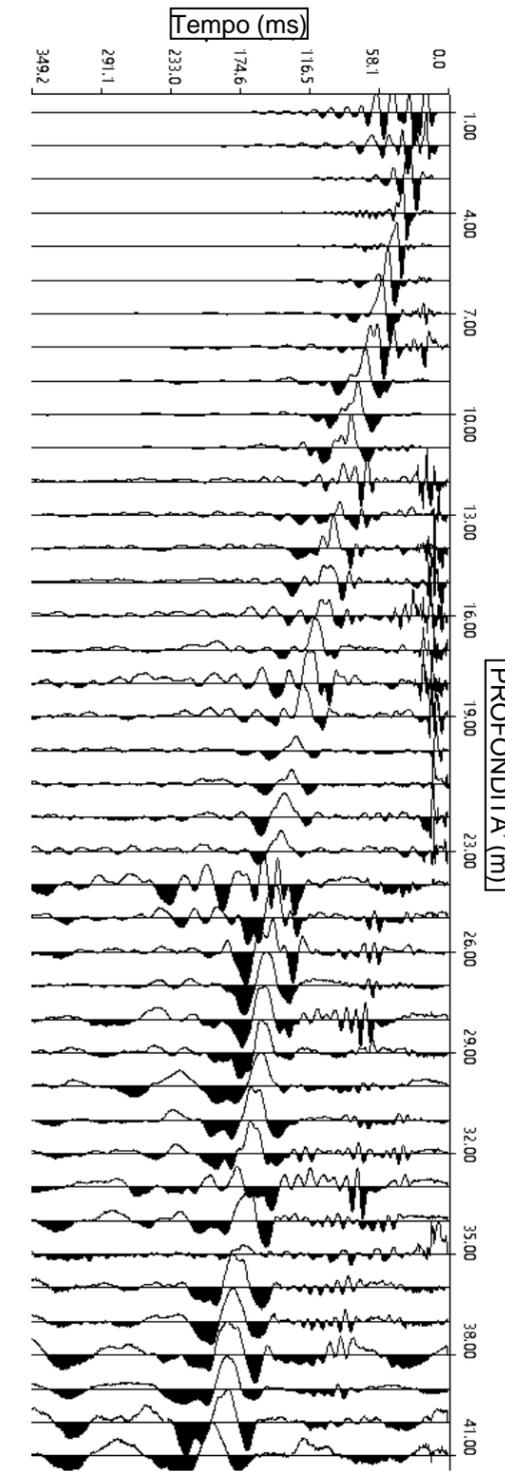


Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd23

TAVOLA

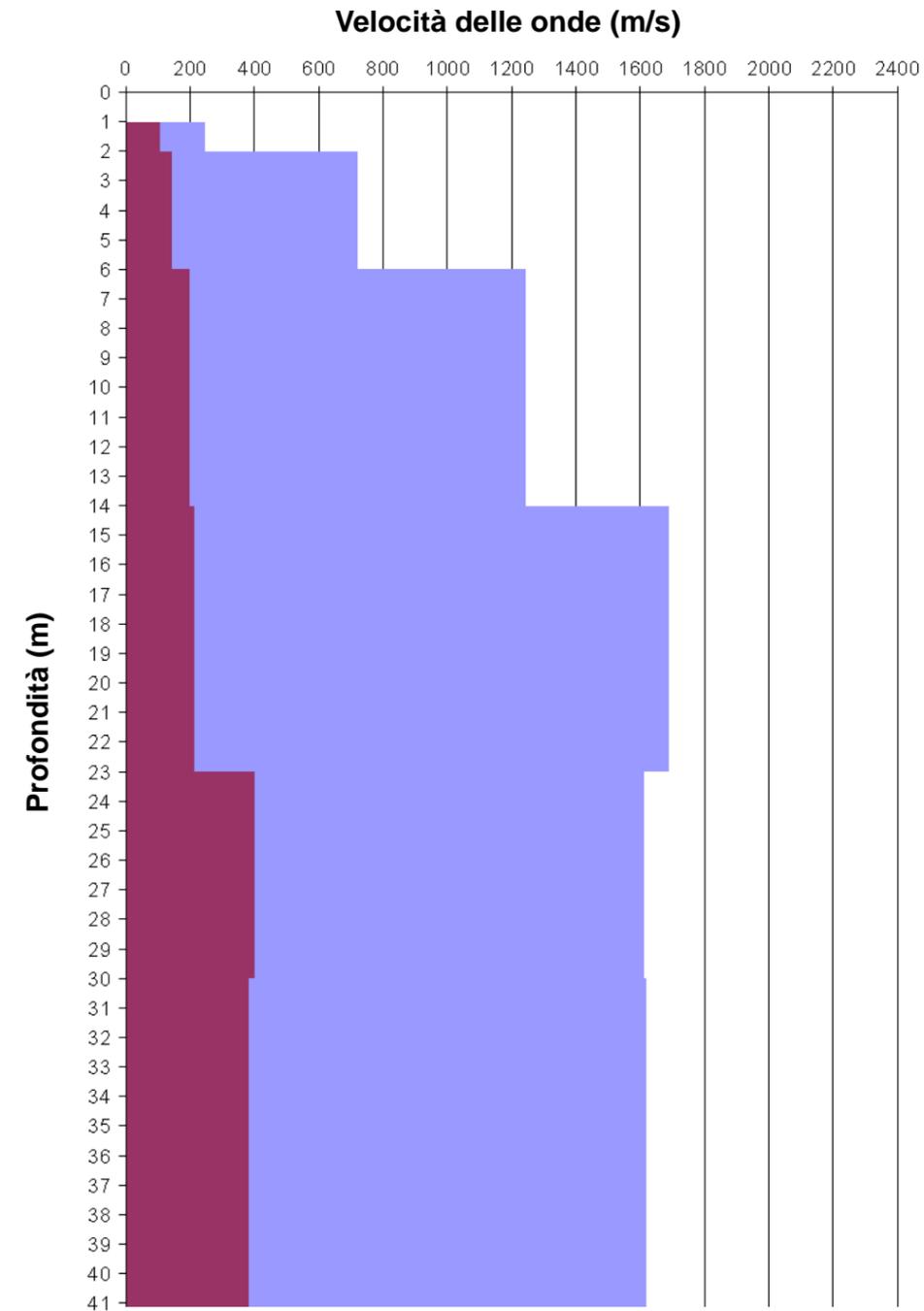
27

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	106	245
2	da -2 a -6 m	4	144	719
3	da -6 a -14 m	8	200	1245
4	da -14 a -23 m	9	214	1690
5	da -23 a -30 m	7	399	1611
6	da -30 a -41 m	11	384	1617

Foro sd23 DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.49	0.38	50.33	18.17	72.84	215
2	da -2 a -6 m	4	17.44	0.48	104.90	35.46	836.78	
3	da -6 a -14 m	8	18.49	0.49	215.67	72.53	2713.92	
4	da -14 a -23 m	9	19.38	0.49	259.70	87.04	5312.14	
5	da -23 a -30 m	7	19.22	0.47	880.70	300.10	4492.21	
6	da -30 a -41 m	11	19.23	0.47	817.79	278.14	4561.08	

Categoria di suolo C

Foro sd23 DH – Parametri Dinamici



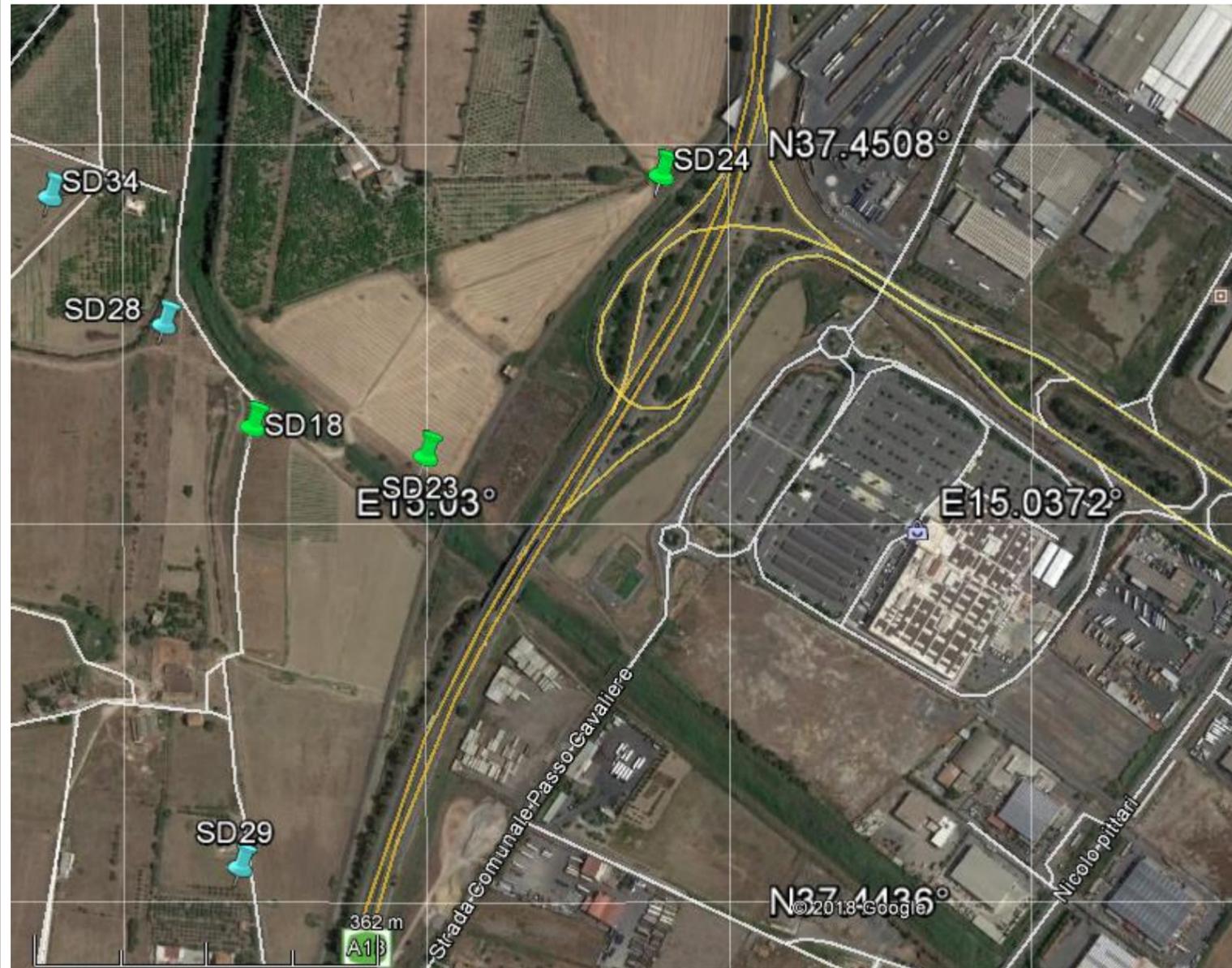
Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



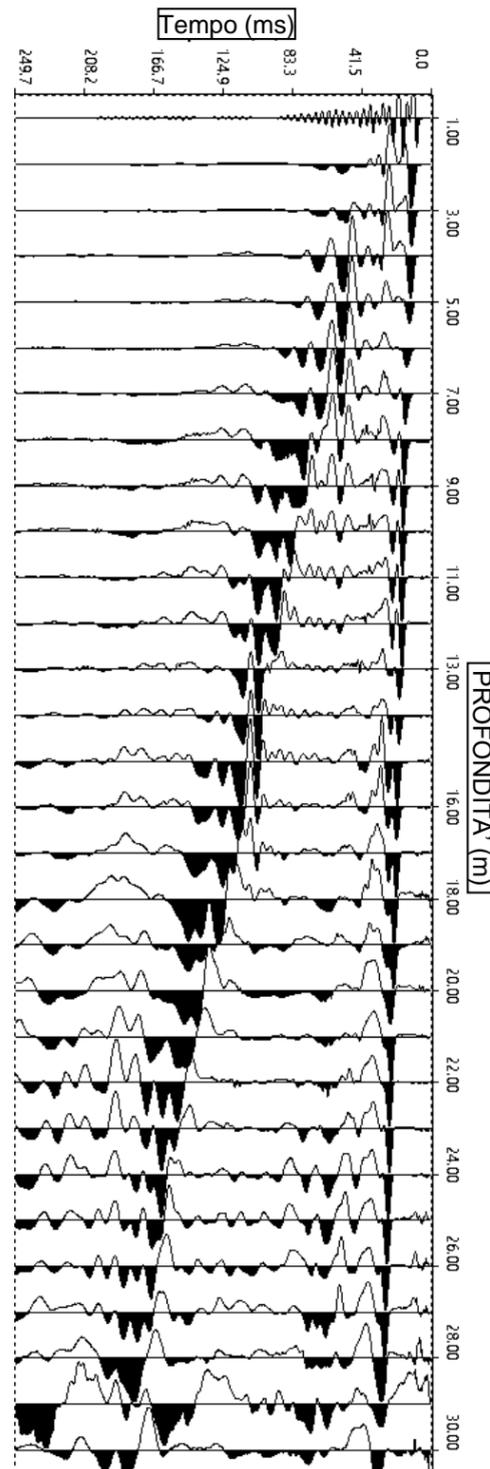
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

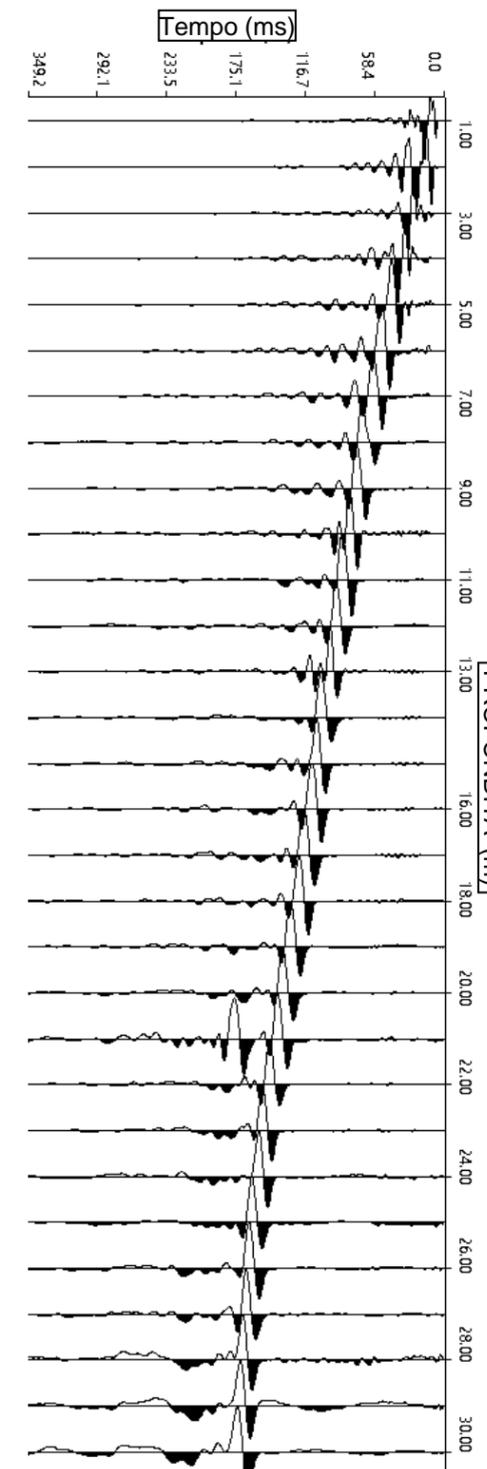
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Sismogramma onde P



Sismogramma onde S



Profondità (m)	Tempi oss (ms)		Tempi corr (ms)	
	P	P	S	S
0	0	0	0	0
1	8.60	3.85	6.87	3.07
2	11.88	8.40	18.00	12.73
3	12.29	10.22	22.91	19.07
4	12.70	11.36	29.22	26.13
5	13.11	12.17	37.24	34.57
6	13.93	13.21	45.83	43.48
7	15.57	14.97	52.70	50.67
8	15.97	15.50	58.43	56.69
9	16.79	16.39	65.88	64.31
10	17.61	17.27	72.75	71.34
11	18.02	17.73	77.91	76.65
12	18.43	18.18	83.64	82.50
13	18.84	18.62	89.94	88.89
14	19.25	19.06	95.09	94.14
15	20.48	20.30	99.00	98.13
16	20.89	20.73	104.00	103.20
17	21.30	21.15	110.00	109.25
18	22.12	21.98	116.00	115.29
19	22.53	22.40	121.00	120.34
20	23.76	23.64	127.50	126.87
21	24.17	24.06	133.00	132.40
22	24.99	24.88	138.06	137.49
23	25.40	25.30	144.93	144.39
24	26.21	26.12	148.37	147.86
25	27.03	26.95	153.00	152.51
26	27.44	27.36	155.82	155.36
27	28.26	28.18	157.53	157.10
28	29.08	29.01	160.97	160.56
29	29.50	29.43	162.69	162.30
30	30.00	29.93	164.98	164.62

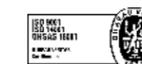
Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



SOING
STRUTTURE & AMBIENTE



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd29

TAVOLA

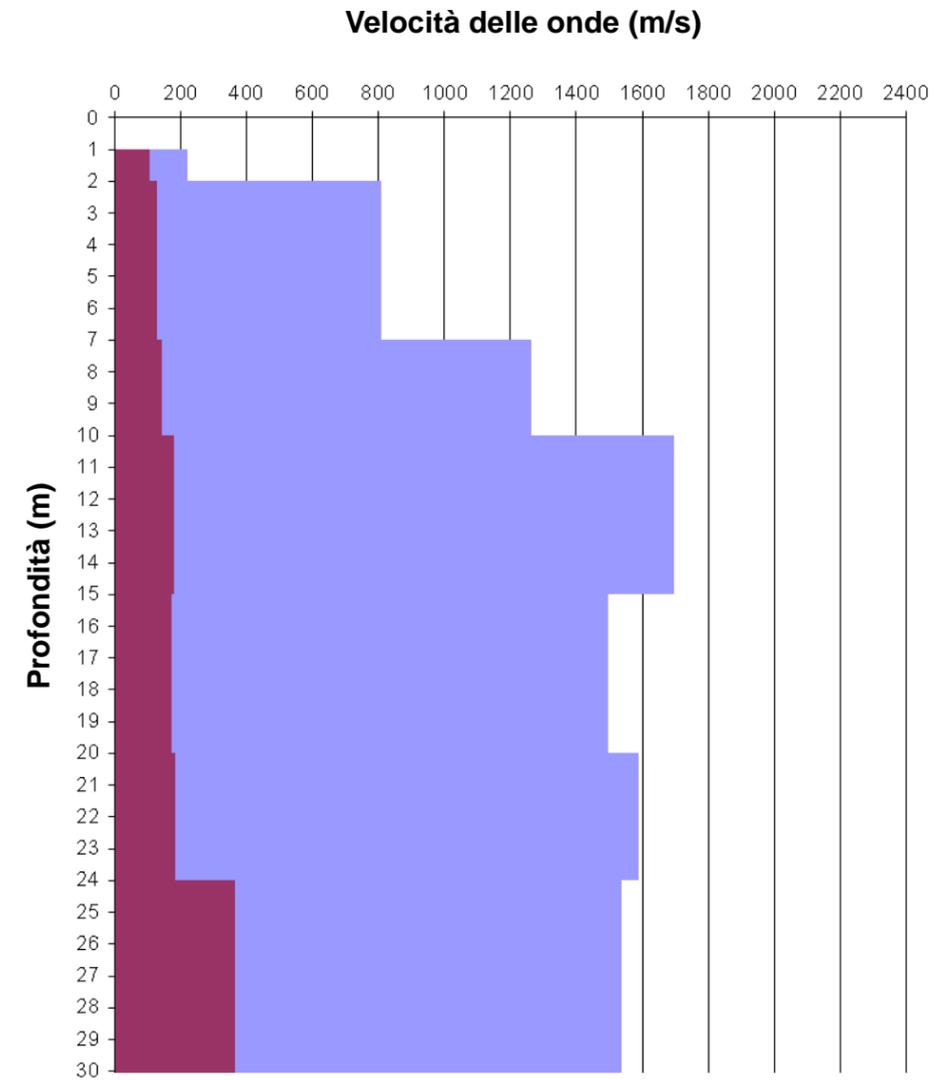
30

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	104	220
2	da -2 a -7 m	5	129	808
3	da -7 a -10 m	3	143	1265
4	da -10 a -15 m	5	181	1697
5	da -15 a -20 m	5	174	1496
6	da -20 a -24 m	4	184	1590
7	da -24 a -30 m	6	366	1538

Foro sd29 DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.44	0.36	47.30	17.44	54.78	173
2	da -2 a -7 m	5	17.62	0.49	85.49	28.75	1089.54	
3	da -7 a -10 m	3	18.53	0.49	111.00	37.16	2858.38	
4	da -10 a -15 m	5	19.39	0.49	186.21	62.31	5394.12	
5	da -15 a -20 m	5	18.99	0.49	168.39	56.39	4093.14	
6	da -20 a -24 m	4	19.18	0.49	190.18	63.68	4670.31	
7	da -24 a -30 m	6	19.08	0.47	736.75	250.60	4091.02	

Categoria di suolo D

Foro sd29 DH – Parametri Dinamici



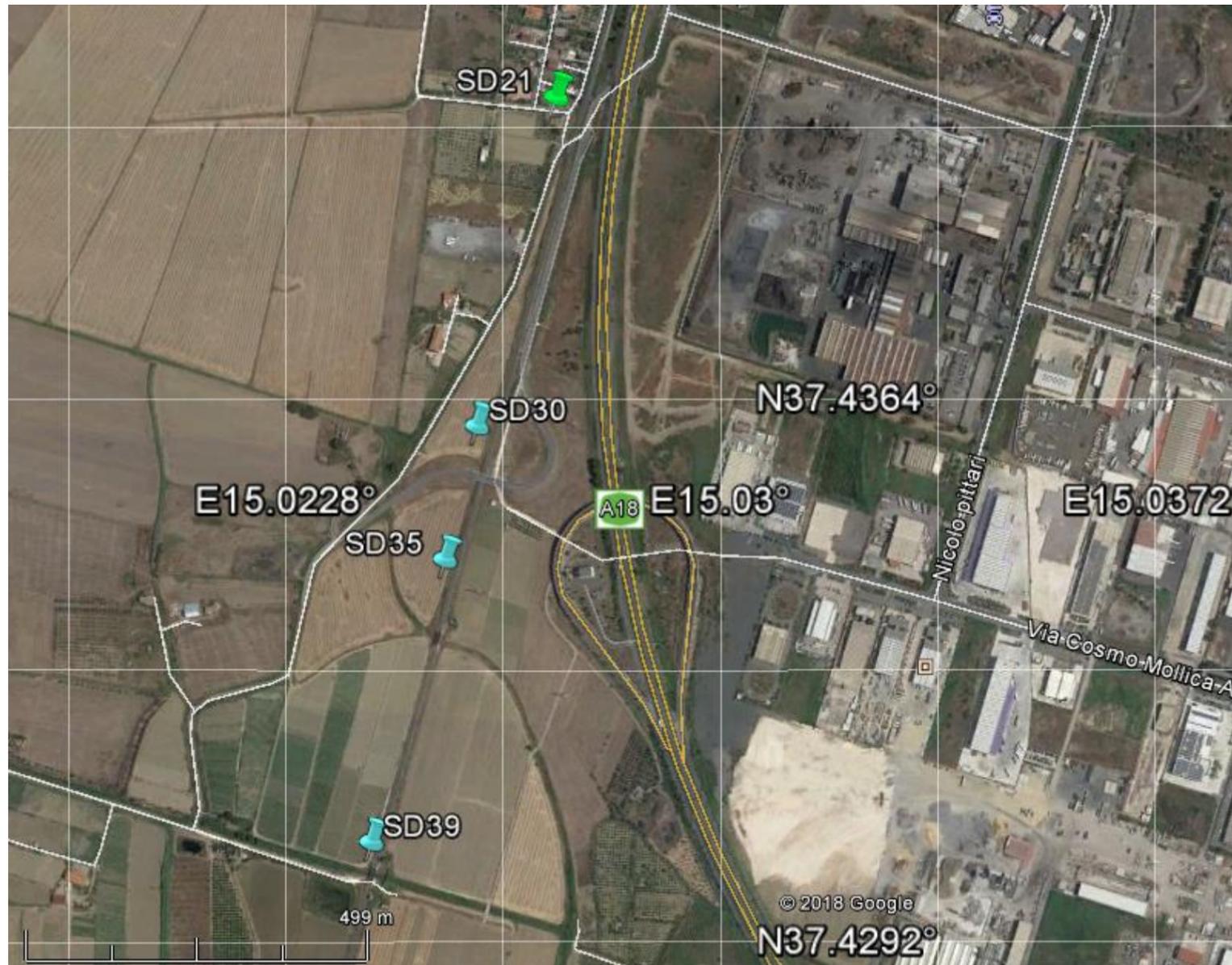
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Interramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Sismogramma onde P

Sismogramma onde S

Profondità (m)	Tempi oss (ms)		Tempi corr (ms)	
	P	S	P	S
0	0	0	0	0
1	11.47	6.36	15.00	8.32
2	12.70	10.16	22.00	17.60
3	13.11	11.72	30.36	27.16
4	13.52	12.66	37.81	35.40
5	13.93	13.34	43.54	41.70
6	14.34	13.91	51.56	50.02
7	14.75	14.42	59.00	57.69
8	15.57	15.30	65.88	64.75
9	15.97	15.76	74.47	73.46
10	15.97	15.80	81.35	80.45
11	16.38	16.23	87.07	86.28
12	16.79	16.66	92.23	91.52
13	17.20	17.09	97.39	96.74
14	18.84	18.73	103.00	102.41
15	17.61	17.53	107.70	107.16
16	18.43	18.35	112.85	112.36
17	18.84	18.77	118.58	118.12
18	19.25	19.18	126.60	126.16
19	19.66	19.60	130.04	129.63
20	20.07	20.01	138.06	137.67
21	20.48	20.43	143.79	143.42
22	21.30	21.25	148.94	148.60
23	22.12	22.07	152.95	152.63
24	22.53	22.48	158.00	157.69
25	22.94	22.90	165.00	164.70
26	23.76	23.72	170.14	169.85
27	24.17	24.13	173.00	172.73
28	24.58	24.54	175.87	175.61
29	25.40	25.36	177.58	177.35
30	26.21	26.18	180.45	180.22

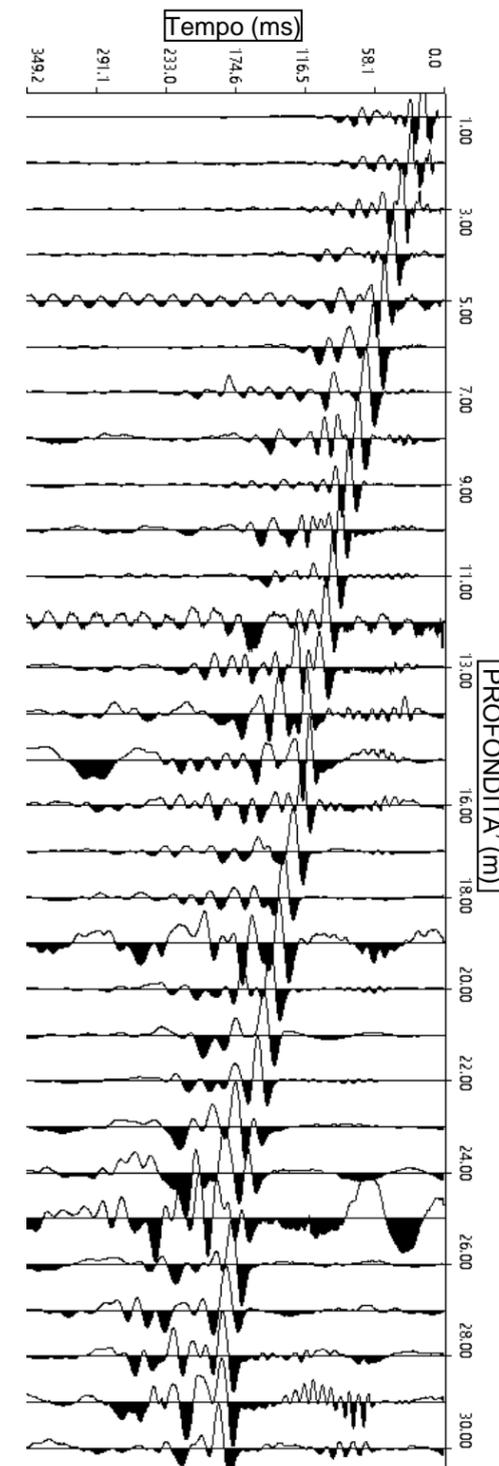
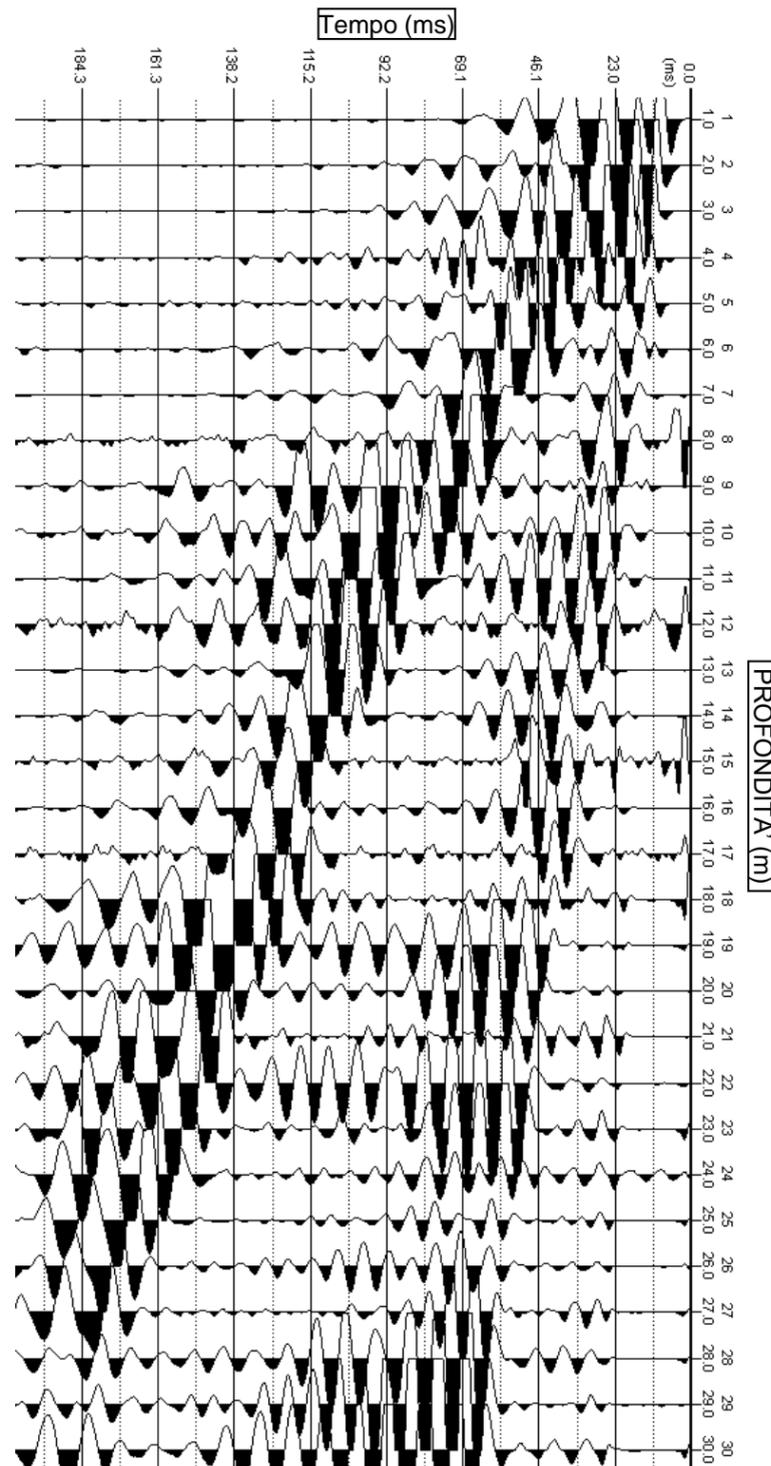


Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



SOING
STRUTTURE & AMBIENTE



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd21

TAVOLA

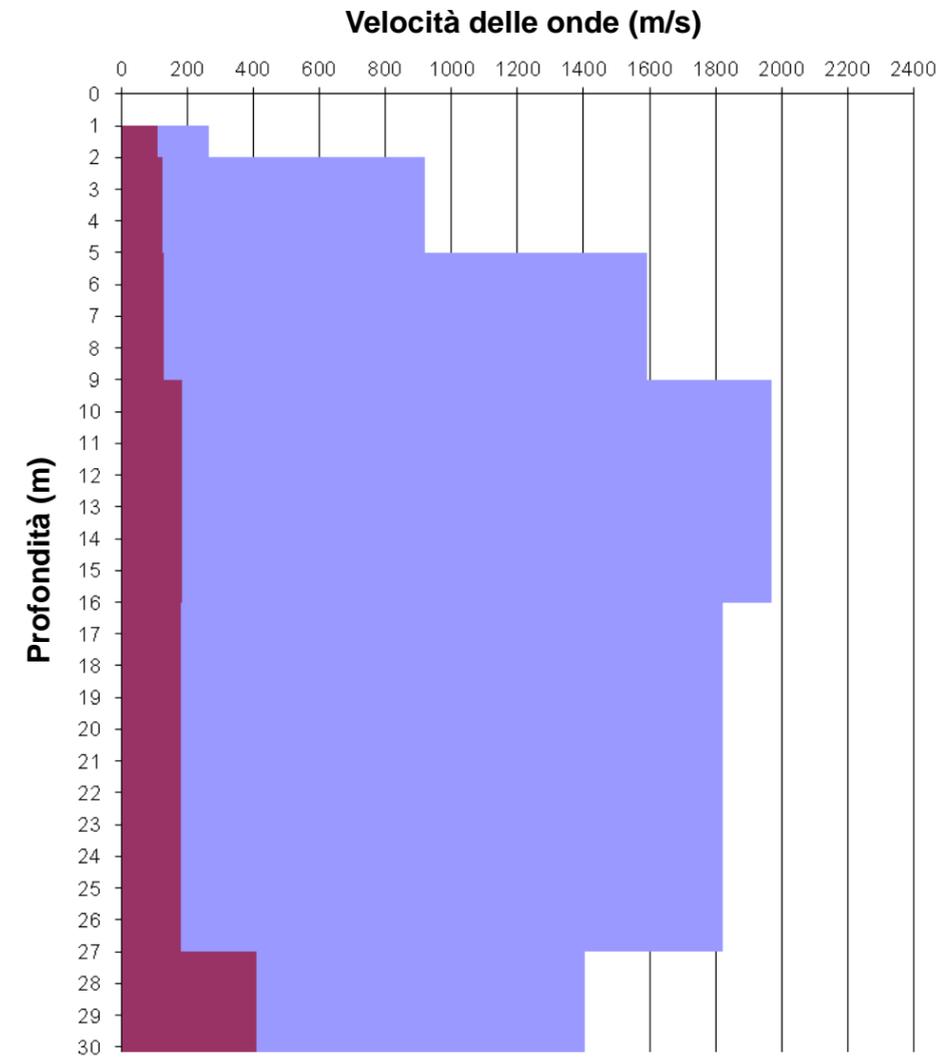
33

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	108	263
2	da -2 a -5 m	3	123	921
3	da -5 a -9 m	4	128	1591
4	da -9 a -16 m	7	182	1971
5	da -16 a -27 m	11	179	1822
6	da -27 a -30 m	3	410	1404

Foro sd21 DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.53	0.40	52.88	18.90	86.90	165
2	da -2 a -5 m	3	17.84	0.49	78.93	26.47	1448.90	
3	da -5 a -9 m	4	19.18	0.50	92.26	30.82	4720.60	
4	da -9 a -16 m	7	19.94	0.50	193.78	64.78	7511.11	
5	da -16 a -27 m	11	19.64	0.50	184.57	61.73	6312.90	
6	da -27 a -30 m	3	18.81	0.45	901.26	310.05	3222.43	

Foro sd21 DH – Parametri Dinamici

Categoria di suolo D



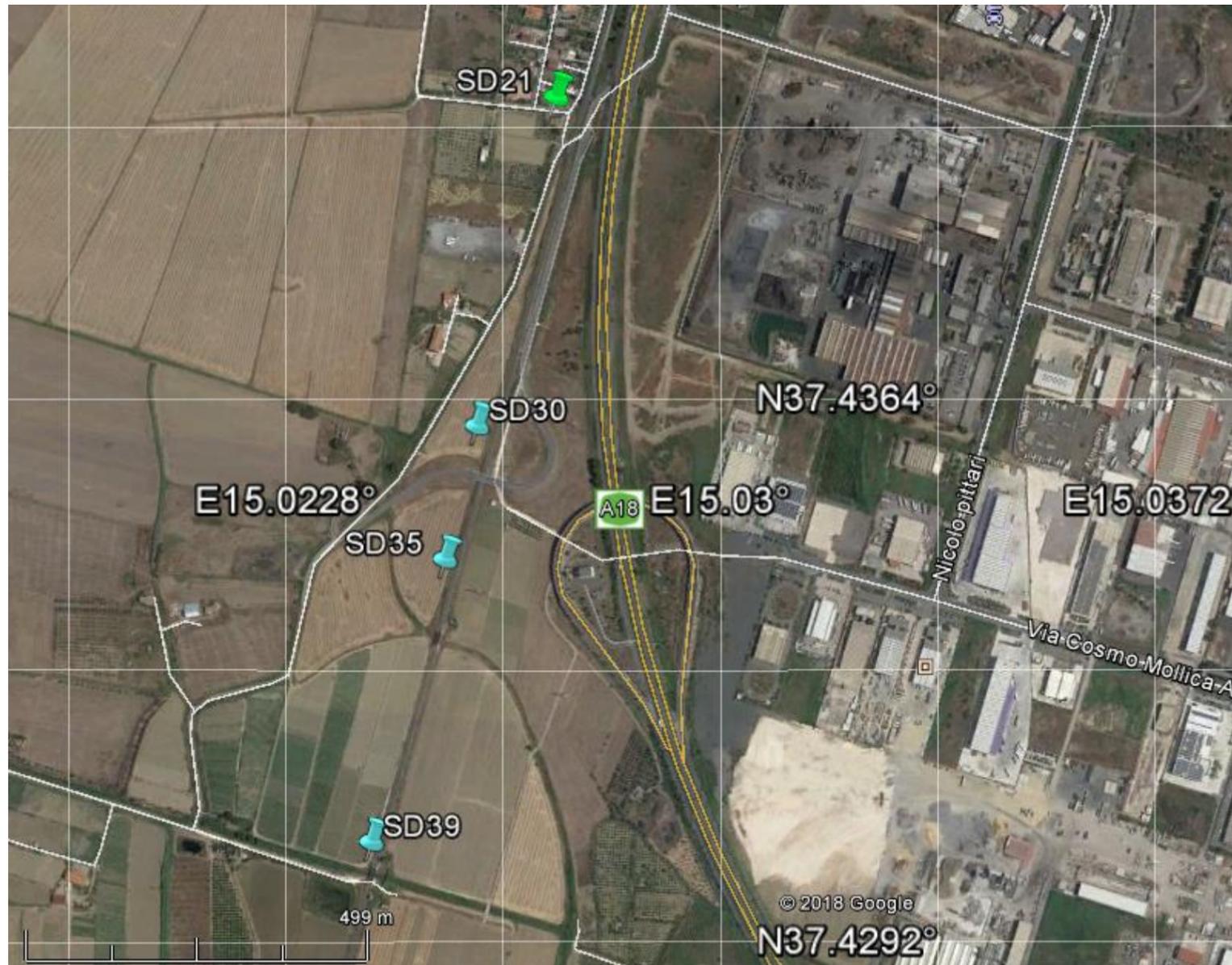
Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Interramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Sismogramma onde P

Sismogramma onde S

Profondità (m)	Tempi oss (ms)		Tempi corr (ms)	
	P	S	P	S
0	0	0	0	0
1	8.19	21.20	3.66	9.48
2	9.01	24.06	6.37	17.01
3	10.24	29.79	8.52	24.79
4	11.06	33.23	9.89	29.72
5	11.88	44.11	11.03	40.96
6	12.70	52.70	12.05	50.00
7	14.34	59.58	13.78	57.28
8	15.16	68.74	14.70	66.69
9	15.97	71.03	15.59	69.34
10	16.38	80.77	16.07	79.20
11	17.20	84.21	16.93	82.85
12	18.02	93.38	17.78	92.10
13	18.43	95.67	18.22	94.55
14	18.84	103.11	18.65	102.08
15	19.50	107.12	19.33	106.18
16	20.00	112.28	19.85	111.41
17	21.00	117.44	20.86	116.63
18	21.71	125.46	21.58	124.69
19	22.12	131.76	22.00	131.03
20	22.94	134.50	22.82	133.83
21	23.35	139.78	23.24	139.15
22	23.76	144.36	23.66	143.77
23	24.17	151.23	24.08	150.66
24	24.58	154.67	24.49	154.14
25	25.81	161.54	25.72	161.03
26	26.21	163.84	26.14	163.35
27	26.62	171.28	26.55	170.82
28	27.03	177.01	26.97	176.56
29	27.85	179.30	27.79	178.88
30	28.67	186.18	28.61	185.76
31	29.08	188.47	29.02	188.08
32	29.49	190.76	29.43	190.39
33	30.31	194.20	30.25	193.84
34	31.13	195.92	31.08	195.58
35	31.95	197.63	31.90	197.31
36	32.00	199.93	31.95	199.62
37	33.00	202.22	32.95	201.92
38	33.50	203.94	33.45	203.65
39	33.80	207.37	33.76	207.10

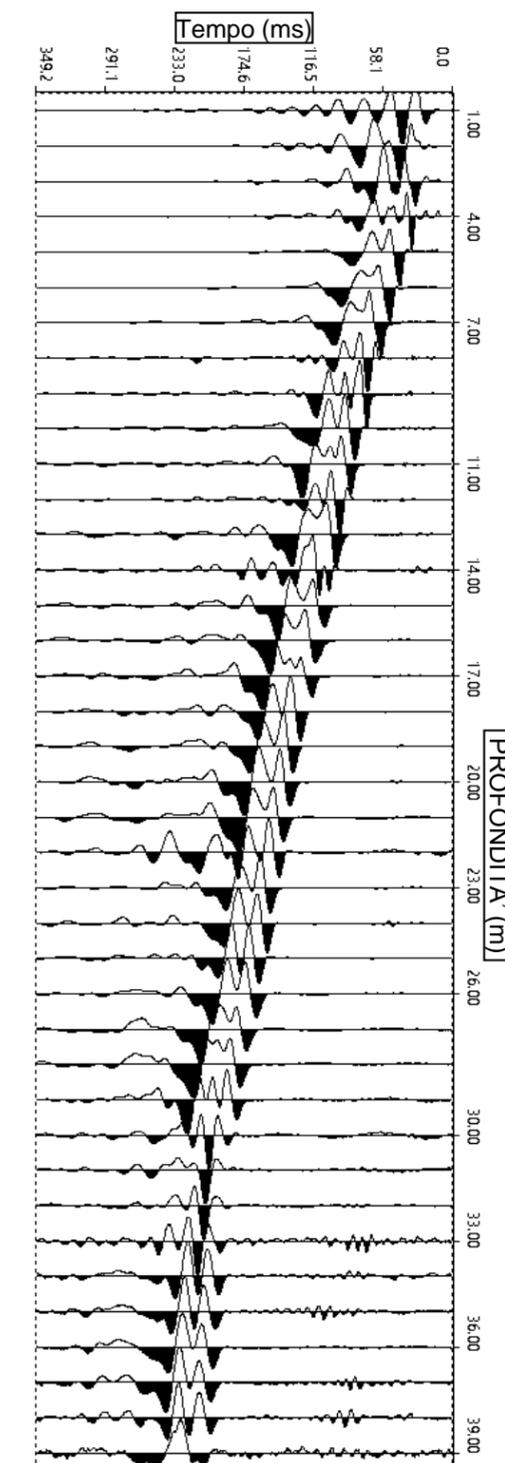
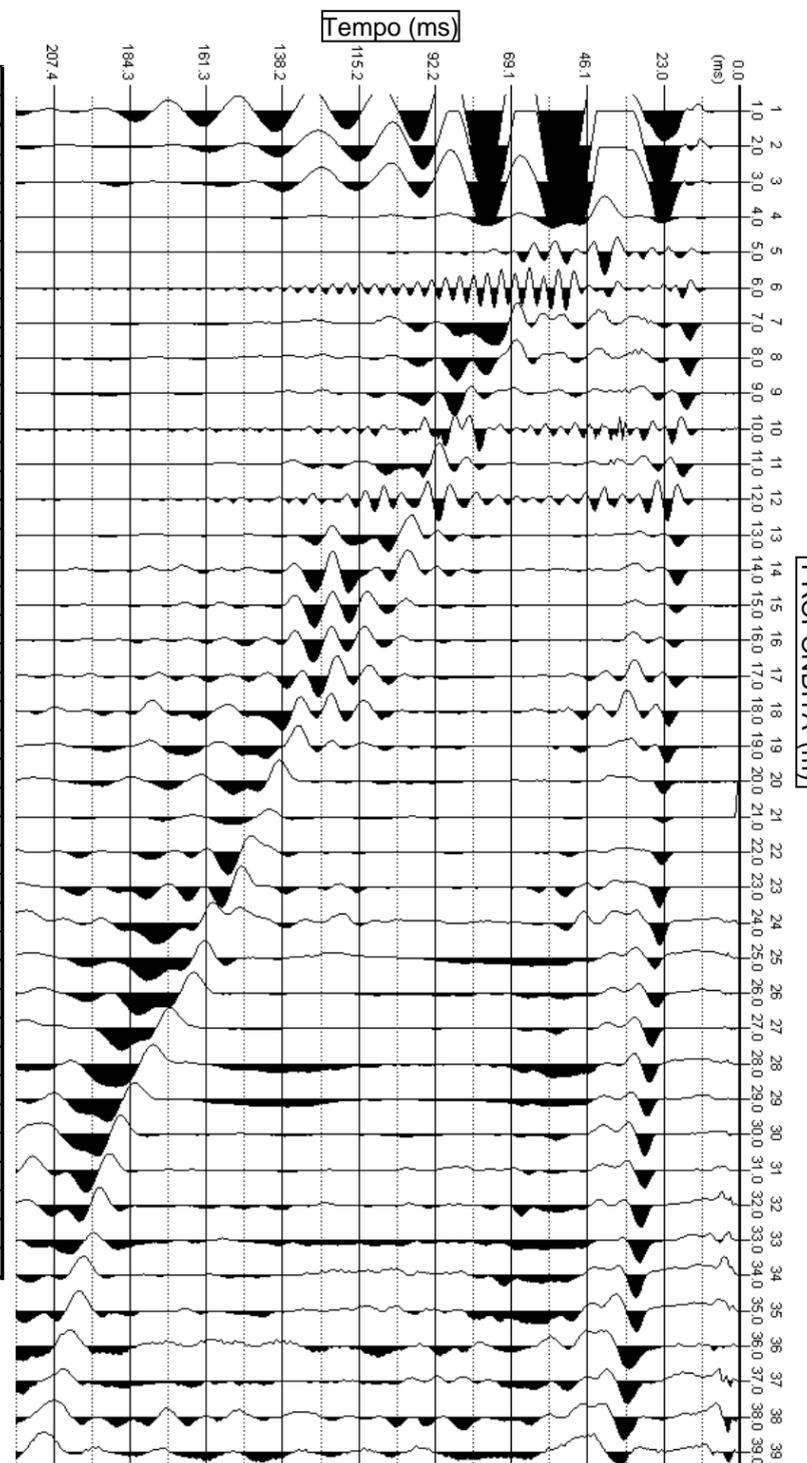
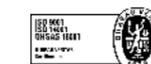


Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd30

TAVOLA

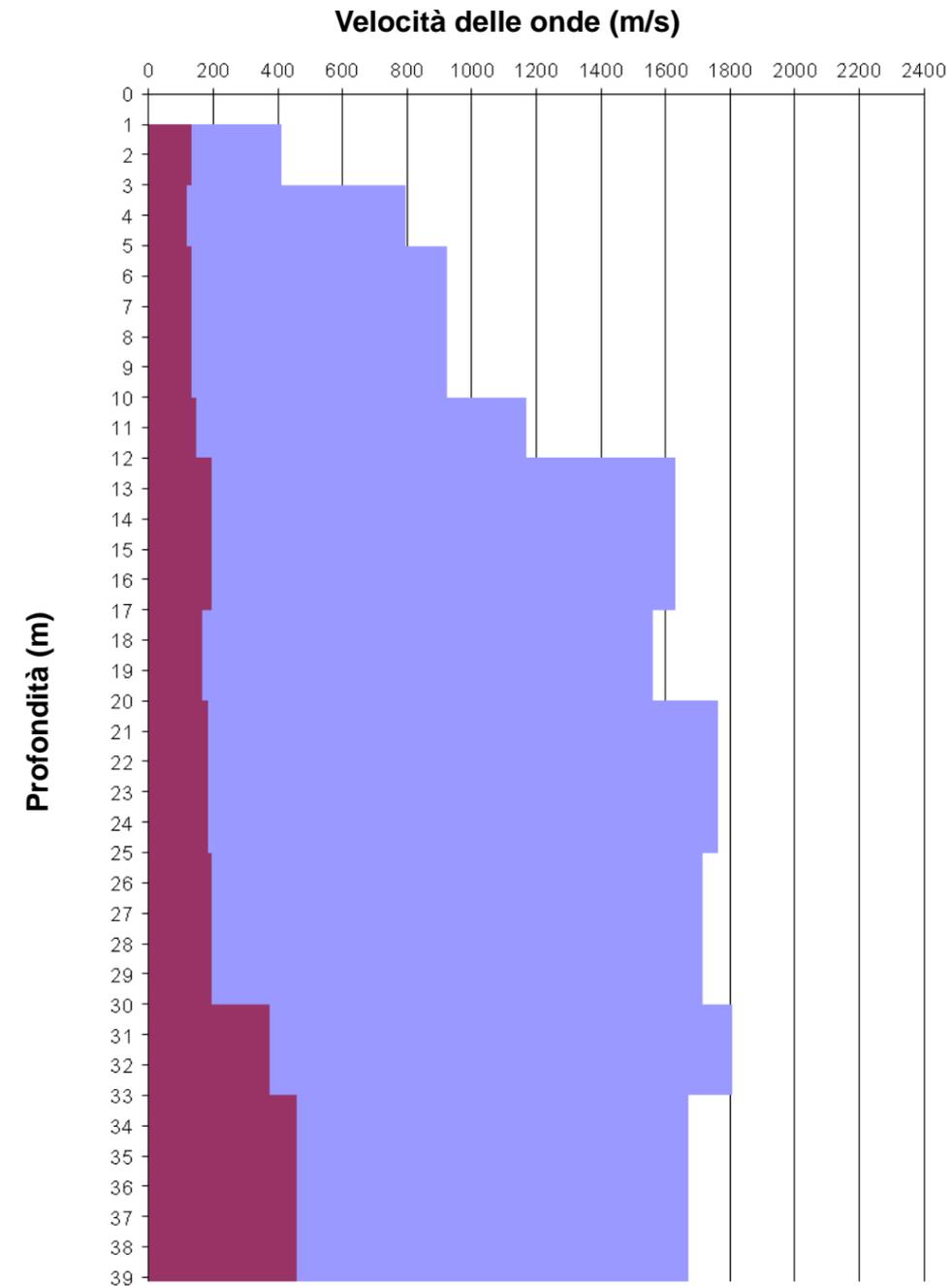
36

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -3 m	2	131	410
2	da -3 a -5 m	2	118	795
3	da -5 a -10 m	5	133	924
4	da -10 a -12 m	2	146	1169
5	da -12 a -17 m	5	195	1632
6	da -17 a -20 m	3	166	1559
7	da -20 a -25 m	5	185	1764
8	da -25 a -30 m	5	195	1713
9	da -30 a -33 m	3	373	1806
10	da -33 a -39 m	6	458	1672

Foro sd30 DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Categoria di suolo D

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -3 m	2	16.82	0.44	81.70	28.31	239.54	164
2	da -3 a -5 m	2	17.59	0.49	71.52	24.02	1058.23	
3	da -5 a -10 m	5	17.85	0.49	92.23	30.96	1453.10	
4	da -10 a -12 m	2	18.34	0.49	114.39	38.33	2406.47	
5	da -12 a -17 m	5	19.26	0.49	214.47	71.84	4935.91	
6	da -17 a -20 m	3	19.12	0.49	154.40	51.66	4487.94	
7	da -20 a -25 m	5	19.53	0.49	195.90	65.54	5871.73	
8	da -25 a -30 m	5	19.43	0.49	216.37	72.44	5493.59	
9	da -30 a -33 m	3	19.61	0.48	790.84	267.59	5916.36	
10	da -33 a -39 m	6	19.34	0.46	1161.50	397.93	4772.73	

Foro sd30 DH – Parametri Dinamici



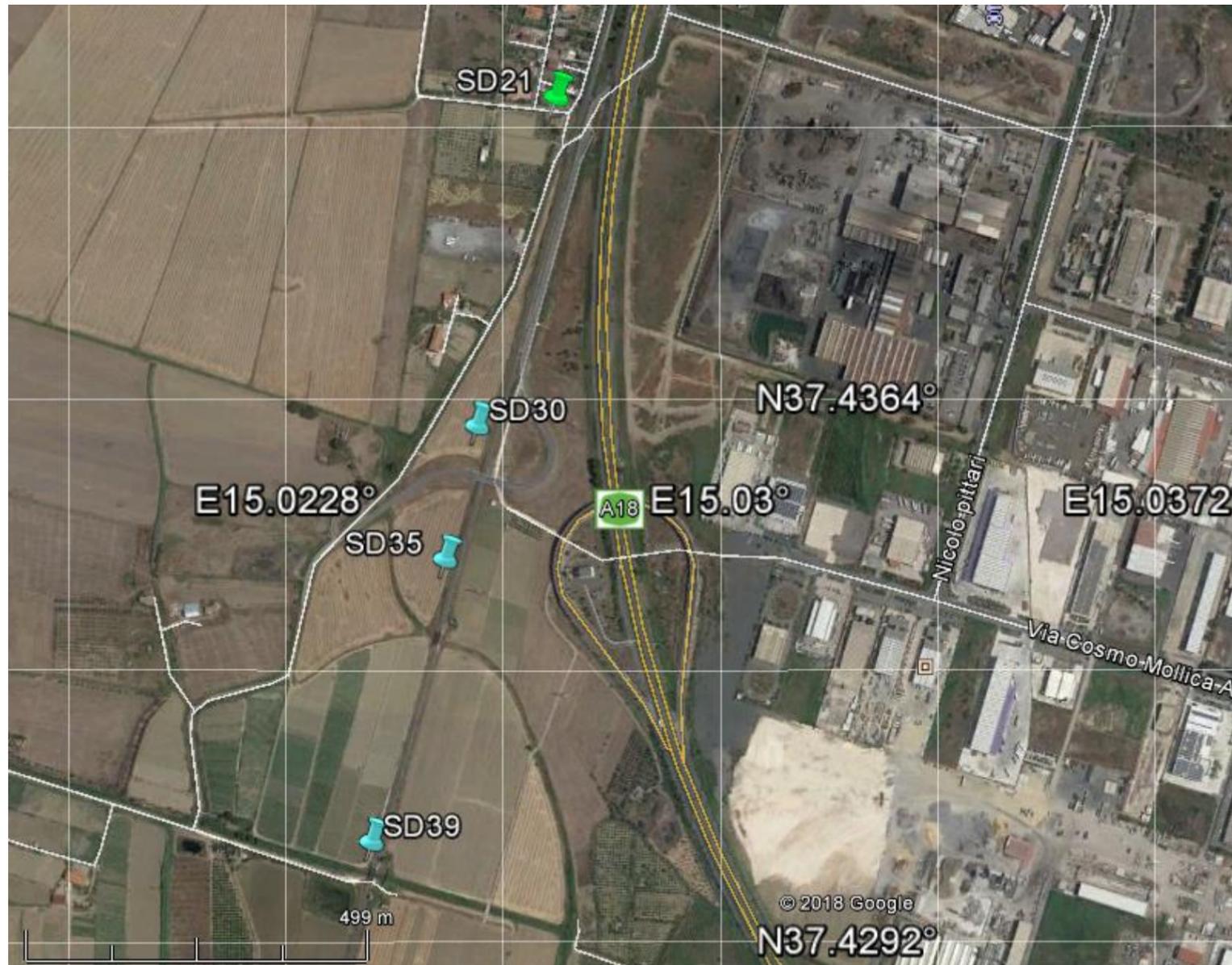
Per la
**SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Interramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



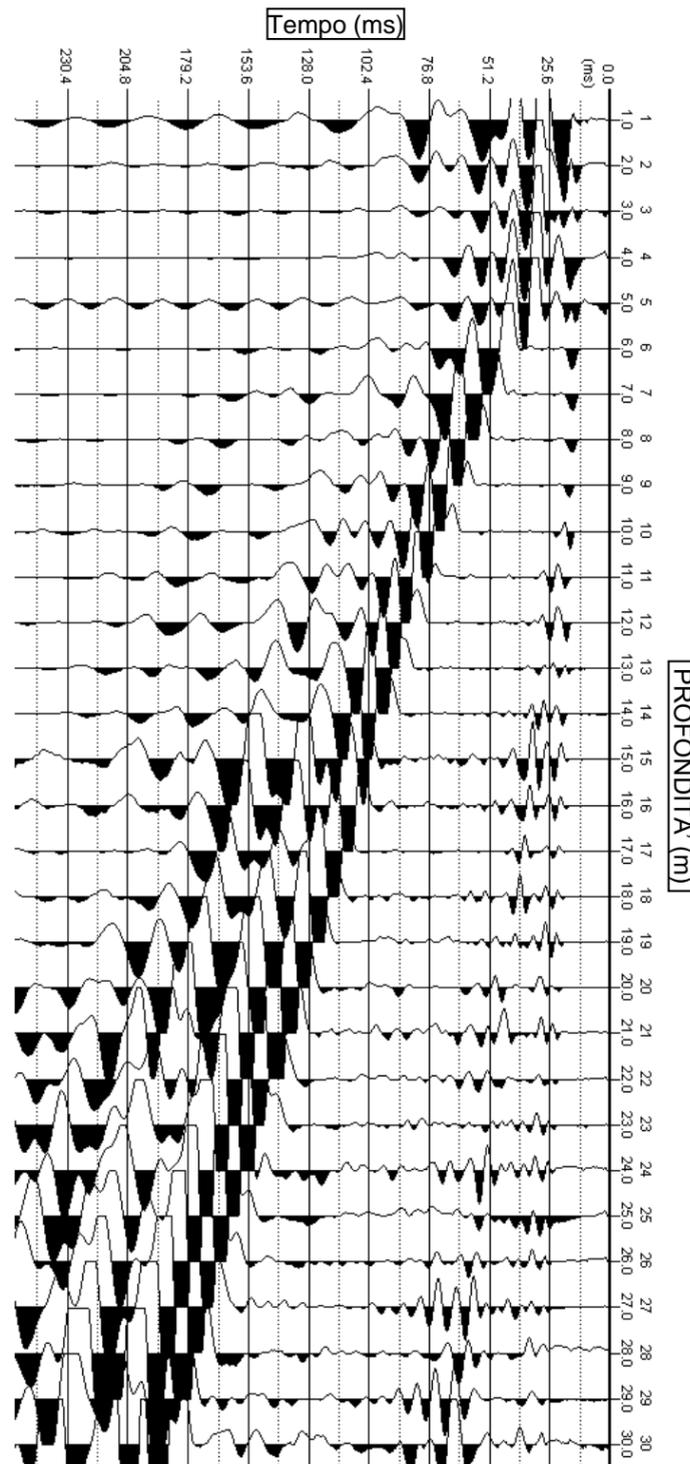
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

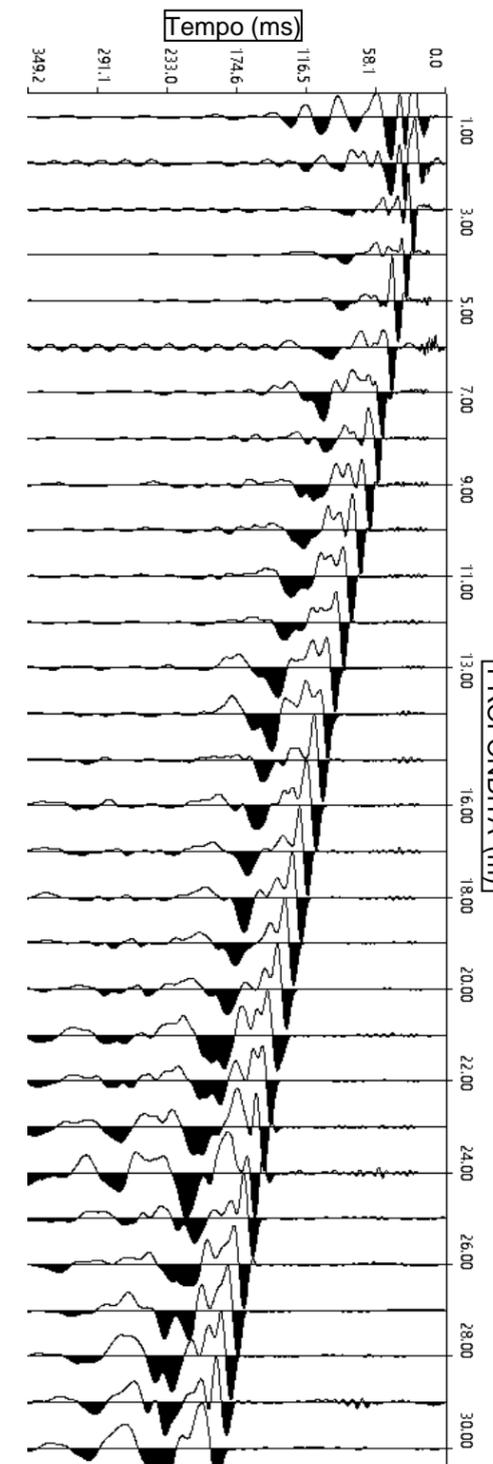
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Sismogramma onde P



Sismogramma onde S



Profondità (m)	Tempi oss (ms)	Tempi corr (ms)	Tempi oss (ms)	Tempi corr (ms)
	P	P	S	S
0	0	0	0	0
1	12.03	5.38	16.61	7.43
2	13.18	9.32	22.00	15.56
3	13.75	11.44	26.92	22.40
4	14.32	12.81	32.65	29.21
5	14.89	13.83	40.00	37.14
6	15.47	14.67	45.00	42.69
7	16.04	15.42	52.70	50.67
8	16.61	16.12	59.00	57.24
9	17.19	16.78	65.00	63.45
10	17.76	17.41	70.46	69.09
11	18.33	18.04	78.48	77.22
12	19.48	19.21	84.78	83.63
13	20.62	20.38	91.66	90.59
14	21.77	21.55	97.96	96.97
15	22.91	22.71	102.54	101.64
16	23.49	23.31	108.27	107.43
17	24.06	23.90	115.14	114.35
18	25.21	25.05	120.87	120.13
19	25.78	25.64	127.17	126.47
20	26.35	26.22	132.90	132.24
21	27.00	26.88	139.00	138.37
22	27.90	27.79	144.50	143.91
23	28.64	28.54	151.81	151.24
24	29.22	29.11	158.00	157.45
25	29.79	29.69	162.69	162.17
26	30.93	30.84	168.99	168.49
27	31.51	31.42	173.57	173.10
28	32.08	32.00	178.73	178.28
29	33.00	32.92	183.31	182.88
30	33.50	33.43	190.76	190.34

Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



SOING
STRUTTURE & AMBIENTE



Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd35

TAVOLA

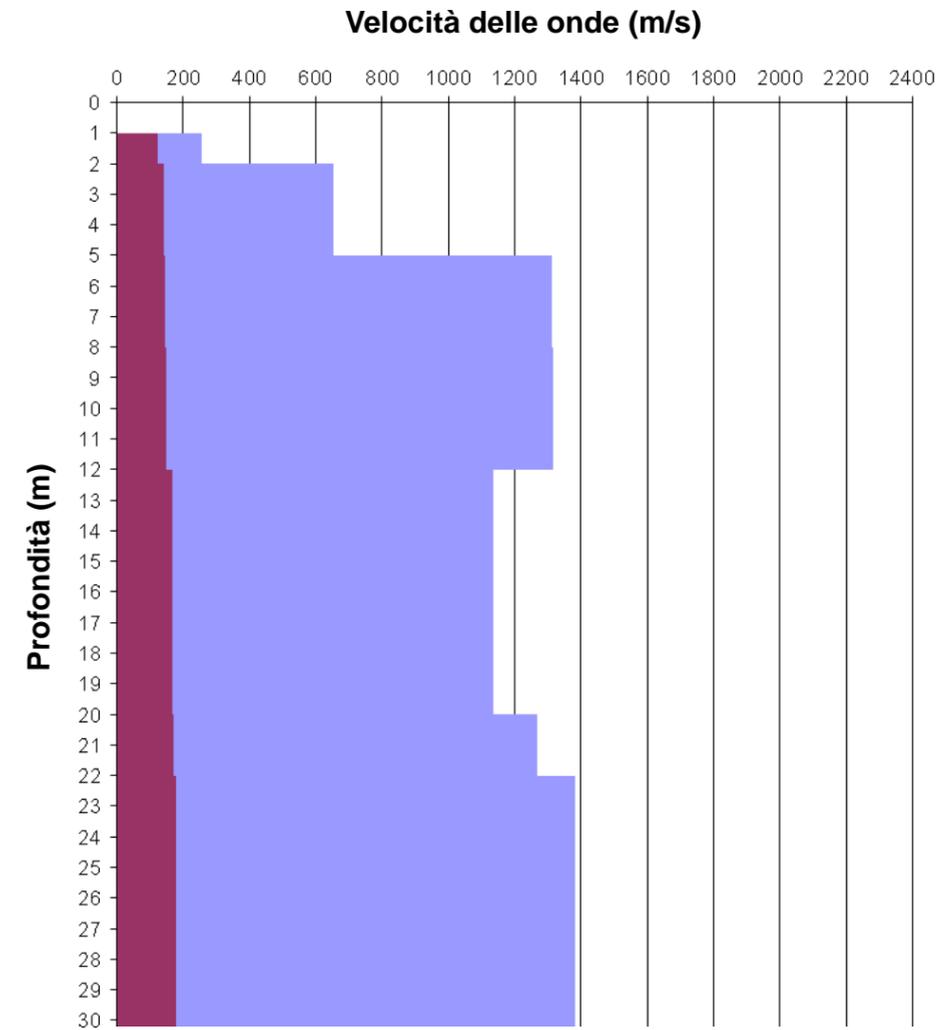
39

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	123	254
2	da -2 a -5 m	3	140	653
3	da -5 a -8 m	3	146	1311
4	da -8 a -12 m	4	150	1316
5	da -12 a -20 m	8	166	1137
6	da -20 a -22 m	2	171	1267
7	da -22 a -30 m	8	179	1382

Foro sd35 DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.51	0.35	65.97	24.49	71.79	158
2	da -2 a -5 m	3	17.31	0.48	98.19	33.26	679.33	
3	da -5 a -8 m	3	18.62	0.49	116.29	38.93	3086.86	
4	da -8 a -12 m	4	18.63	0.49	122.80	41.11	3109.64	
5	da -12 a -20 m	8	18.27	0.49	147.07	49.38	2250.92	
6	da -20 a -22 m	2	18.53	0.49	158.46	53.15	2846.90	
7	da -22 a -30 m	8	18.76	0.49	175.87	58.96	3435.93	

Foro sd35 DH – Parametri Dinamici

Categoria di suolo D



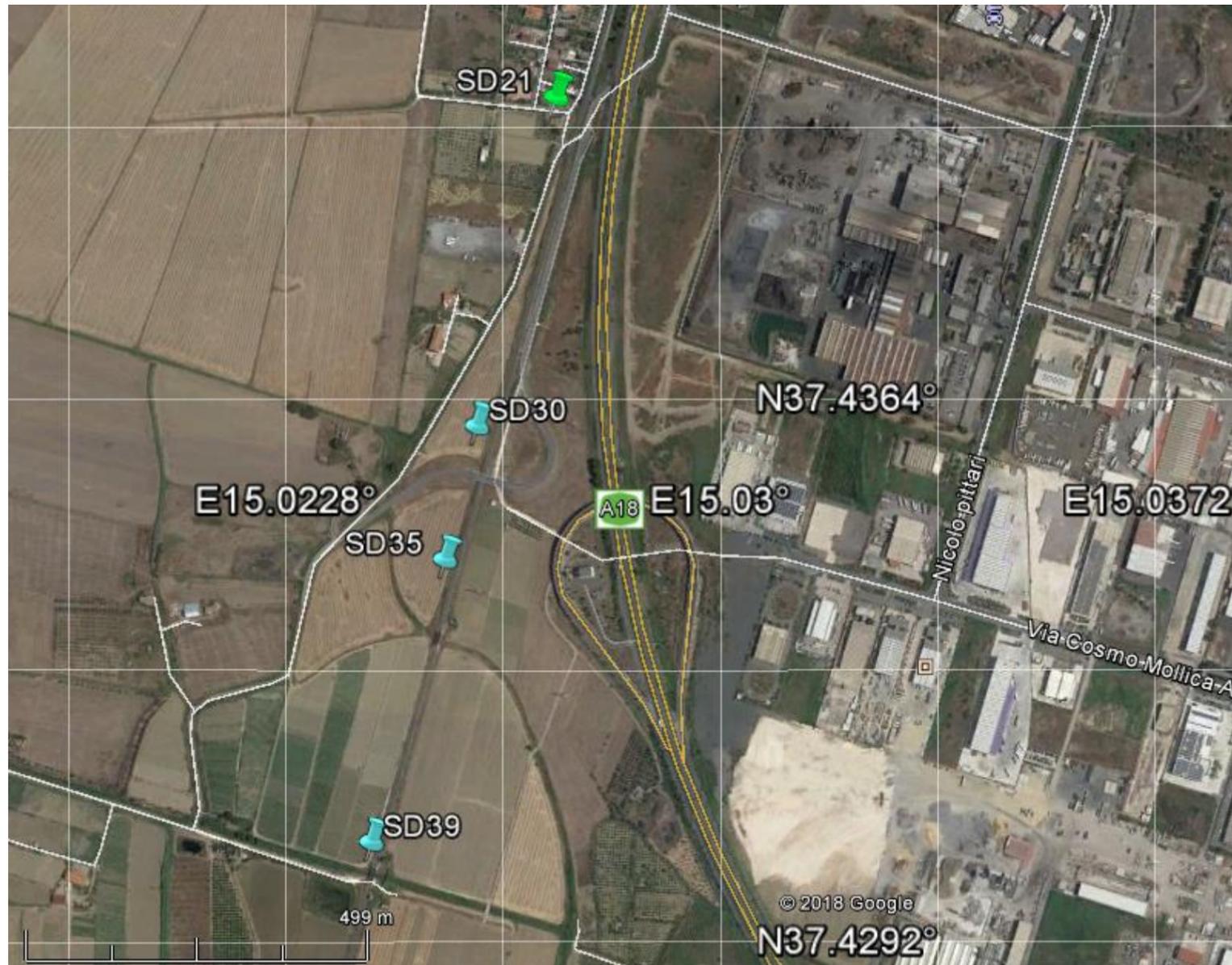
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Ubicazione Indagine



Immagini area indagine



OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Interramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



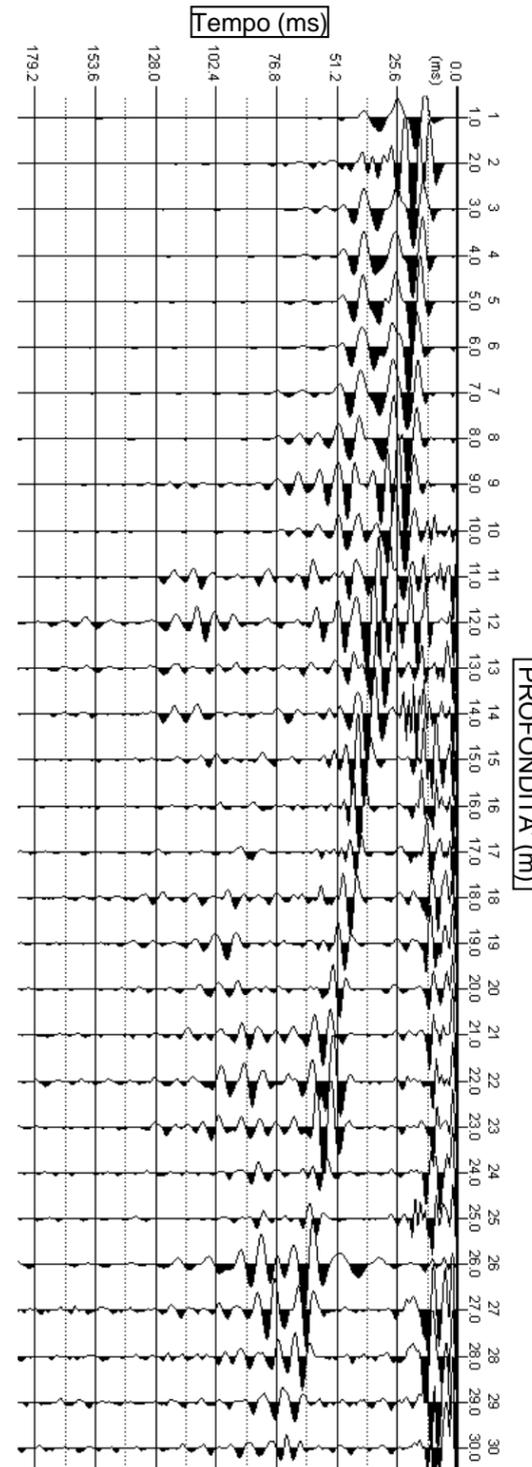
**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

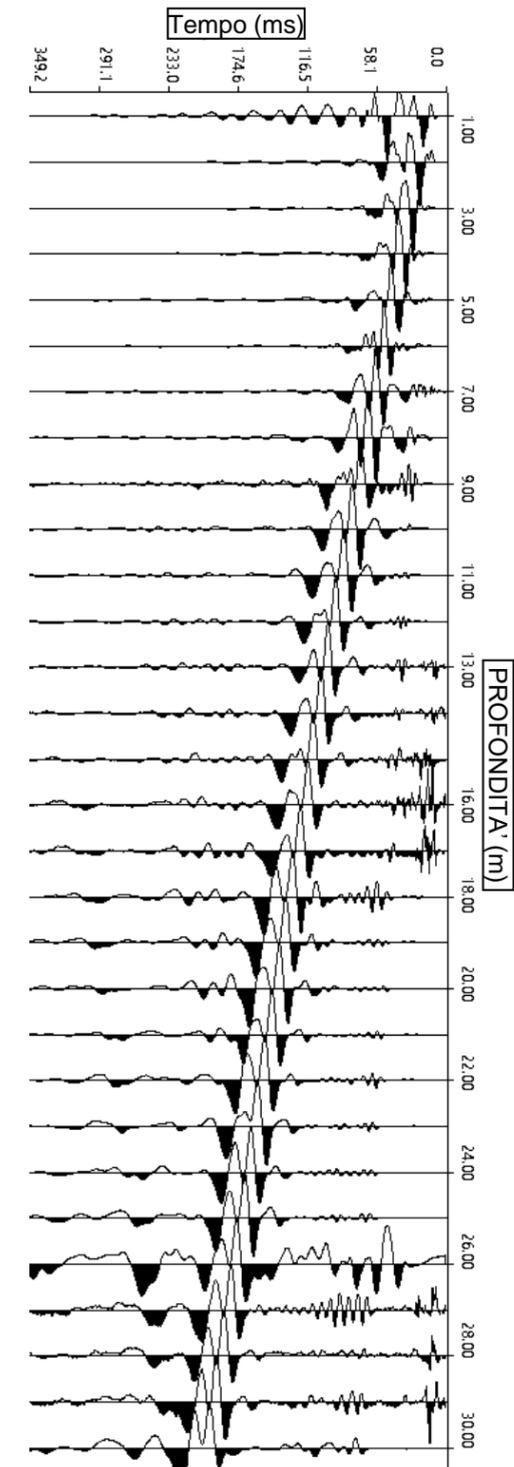
VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

Sismogramma onde P



Sismogramma onde S



Profondità (m)	Tempi oss (ms)		Tempi corr (ms)	
	P	P	S	S
0	0	0	0	0
1	7.45	3.33	16.00	7.16
2	9.17	6.48	24.00	16.97
3	9.74	8.10	28.64	23.83
4	10.88	9.73	33.80	30.23
5	11.46	10.64	40.67	37.76
6	12.60	11.96	46.97	44.56
7	13.75	13.22	52.70	50.67
8	14.32	13.89	59.00	57.24
9	14.89	14.54	65.31	63.75
10	15.47	15.17	73.50	72.07
11	16.61	16.35	80.20	78.91
12	17.19	16.95	87.07	85.89
13	17.76	17.55	92.50	91.42
14	18.33	18.15	98.00	97.02
15	18.90	18.74	104.83	103.91
16	20.00	19.85	109.99	109.14
17	20.50	20.36	116.29	115.49
18	21.00	20.87	122.59	121.84
19	21.50	21.38	127.75	127.04
20	22.00	21.89	132.33	131.67
21	23.00	22.90	139.78	139.15
22	23.49	23.39	144.93	144.34
23	24.06	23.97	150.66	150.09
24	24.63	24.55	156.39	155.85
25	25.78	25.70	161.54	161.03
26	26.35	26.27	167.85	167.35
27	26.92	26.85	173.57	173.10
28	27.50	27.43	178.73	178.28
29	28.07	28.00	185.60	185.16
30	28.64	28.58	189.04	188.62

Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara

INDAGINE SISMICA Down Hole sd39

TAVOLA

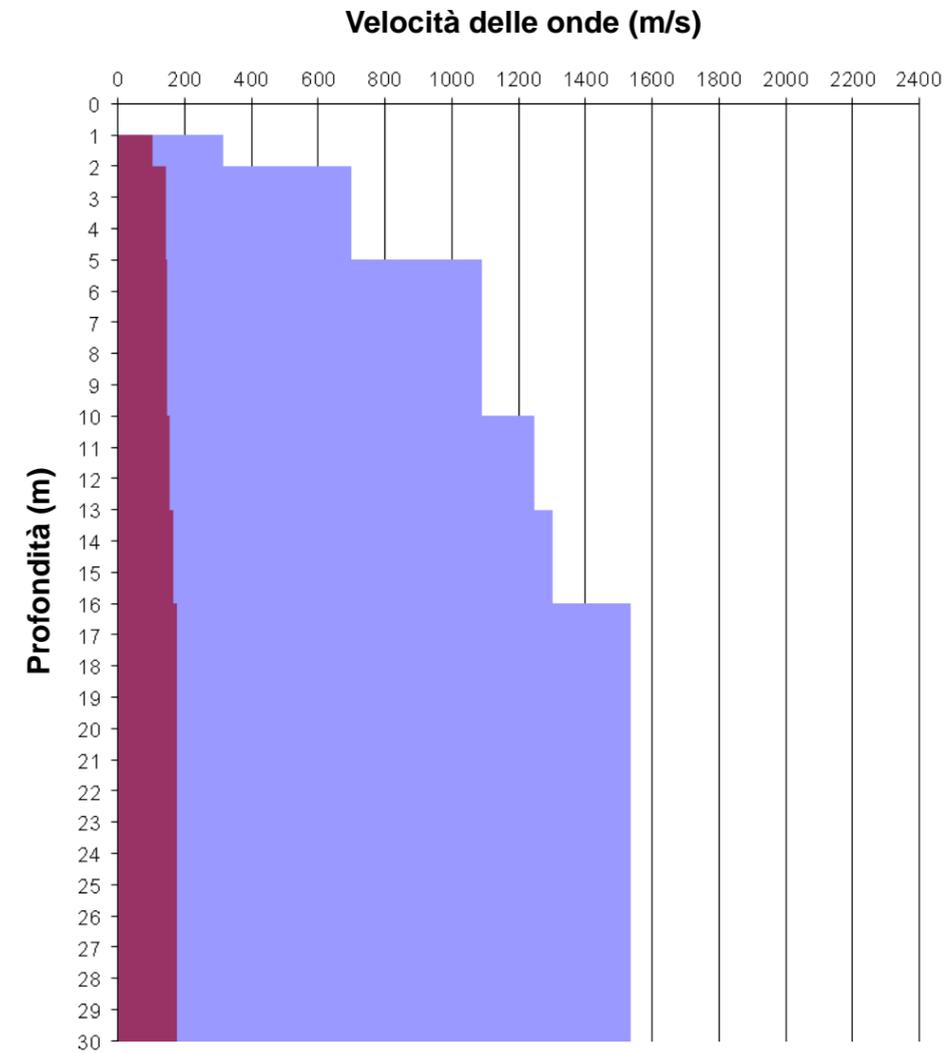
42

OGGETTO:
Indagine sismica
Down Hole

Progettazione PD
Intererramento Linea
per Allungamento
pista Aeroporto
Fontanarossa
Catania

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vs media (m/s)	Velocità Vp media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	102	317
2	da -2 a -5 m	3	145	698
3	da -5 a -10 m	5	148	1090
4	da -10 a -13 m	3	153	1247
5	da -13 a -16 m	3	166	1301
6	da -16 a -30 m	14	175	1537

Foro sd39 DH – Velocità Onde P ed SH



Profili di velocità

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da 0 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.63	0.44	48.95	16.97	141.30	156
2	da -2 a -5 m	3	17.40	0.48	105.99	35.87	783.34	
3	da -5 a -10 m	5	18.18	0.49	116.42	39.05	2066.17	
4	da -10 a -13 m	3	18.49	0.49	126.72	42.46	2763.67	
5	da -13 a -16 m	3	18.60	0.49	149.98	50.27	3020.72	
6	da -16 a -30 m	14	19.07	0.49	171.10	57.29	4342.55	

Foro sd39 DH – Parametri Dinamici

Categoria di suolo D



**Per la
SOING Strutture e
Ambiente srl**

ELAB G. Luciani

VERIFICA A. Morelli

APPROV. P. Chiara