

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J31H03000180008

**DIREZIONE PROGETTAZIONE  
S.O. GEOLOGIA**

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA DI 2^ FASE**

**NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD**

**TRATTA: VIGNA CLARA – TOR DI QUINTO**

**REPORT INDAGINI INTEGRATIVE  
INDAGINI GEOFISICHE**

SCALA:

-

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

NR4E 12 R 69 IG GE0005 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	P. Chiara SOING Srl 	Ottobre 2022	A. Pignálsa 	Luglio 2023	T. Pagnetti 	Luglio 2023	G. Benedetti  Luglio 2023

ITALFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Dot. Geol. Giampaolo Benedetti  
Ordine dei Geologi Emilia Romagna  
n. 1019

File: NR4E12R69IGGE0005002A.doc

n.Elab:

 <p><b>ITOLFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p align="center"><b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA NPP – 0258 GRONDA MERCI ROMA CINTURA NORD TRATTA: VALLE AURELIA – VIGNA CLARA</b></p>					
<p>S.O. Geologia Tecnica</p>	<p>PROGETTO NR4E</p>	<p>LOTTO 12</p>	<p>CODIFICA R 69 IG</p>	<p>DOCUMENTO GE 0005 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 2 di 23</p>

## INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	3
1.1	PREMESSA E SCOPI DELL'INDAGINE GEOFISICA.....	3
1.2	NORME DI RIFERIMENTO, CRITERI E LINEE GUIDA ADOTTATE.....	4
1.3	UBICAZIONI DI DETTAGLIO DELLE INDAGINI.....	4
2.	METODOLOGIE IMPIEGATE.....	4
2.1	INDAGINE DOWN HOLE.....	4
2.1.2	Metodologia di misura e strumentazione utilizzata.....	6
2.1.3	Principi teorici.....	7
3.	RISULTATI.....	8
3.1	RISULTATI INDAGINI DOWN HOLE – ALLEGATO 1.....	8
3.1.1	Prova Down Hole su foro L1BPS02DH.....	8
3.1.2	Prova Down Hole su foro L2PS04DH.....	12
4.	BIBLIOGRAFIA.....	14
5.	ALLEGATO N.1 – RISULTATI INDAGINI DOWN HOLE.....	15

## 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 ed eseguite per l'arricchimento del PTFE della Gronda Merci di Roma Cintura Nord, Lotto 1b.

Le posizioni delle indagini svolte sono evidenziate nella Figura 1.1.1, mentre le coordinate sono riportate nel successivo paragrafo § 1.3.

Per la definizione delle caratteristiche sismiche dei terreni presenti nelle aree di indagine sono state eseguite le seguenti indagini geofisiche:

- N. 2 indagini sismiche in foro di tipo Down Hole, che consentono la caratterizzazione di dettaglio ai fini geotecnici dei terreni di fondazione, fornendo i parametri dinamici relativi, oltreché di determinare la categoria di sottosuolo mediante il parametro  $V_{s,eq}$  (NTC 2018).



Figura 1.1.1: Posizioni delle indagini eseguite – foto satellitare (Google Earth, 2020).

Il presente documento, oltre a riportare le evidenze dei risultati emersi dalla campagna di acquisizione dati condotta in sito, contiene una descrizione sintetica delle metodologie geofisiche utilizzate.

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA NPP – 0258 GRONDA MERCI ROMA CINTURA NORD TRATTA: VALLE AURELIA – VIGNA CLARA</b>					
S.O. Geologia Tecnica	PROGETTO NR4E	LOTTO 12	CODIFICA R 69 IG	DOCUMENTO GE 0005 002	REV. A	FOGLIO 4 di 23

## 1.2 Norme di riferimento, criteri e linee guida adottate

Per l'acquisizione dei dati, l'elaborazione e la stesura della presente relazione sono stati utilizzati le seguenti norme e linee guida:

- NTC 2018: "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa Circolare Applicativa.
- Linee Guida per Indagini Geofisiche, Associazione Società di Geofisica.

## 1.3 Ubicazioni di dettaglio delle indagini

Nelle tabelle sottostanti sono riportate le coordinate delle indagini eseguite espresse in gradi, minuti e secondi.

Prova	Coordinate indagine
L1BPS02DH	41°57'3.03"N, 12°29'10.79"E
L1BPS04DH	41°56'51.38"N, 12°29'39.78"E

*Tabella 1.3.1 – Ubicazioni delle indagini Down Hole.*

## 2. METODOLOGIE IMPIEGATE

### 2.1 Indagine DOWN HOLE

#### 2.1.1 Principi di funzionamento e cenni sul metodo

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

I profili di velocità ottenuti dalle misure DH 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 la distanza boccaforo-sorgente, per essere riportati ad un percorso rettilineo lungo la verticale.

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 stato usato metodo denominato "Intervallo" in cui vengono misurati i tempi di tragitto dell'onda sismica fra due ricevitori posti a differente profondità (velocità intervallo). Nel nostro caso le misurazioni sono state eseguite ogni metro.

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

- il Coefficiente di Poisson dinamico,
- il modulo di elasticità dinamico longitudinale (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).

Il 22 marzo 2018 è entrato in vigore il D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC 2018) pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018 che prevede nell’impiego, nell’approccio semplificato nella progettazione, della classificazione del sottosuolo in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall’espressione riportata di seguito:

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

Il parametro  $V_{S,eq}$  è calcolato mediante la media pesata delle velocità degli strati fino alla profondità in cui si incontra la  $V_s = 800$  m/s entro i 30 metri. Nel caso in cui tale profondità sia maggiore di 30 m la  $V_{S,eq}$  è uguale alla  $V_{S,30}$ .

Dal valore del parametro  $V_{S,eq}$  è possibile risalire alla categoria di sottosuolo secondo il D.M. 2018 dal quale è tratta la successiva tabella.

<b>Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato.</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
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 Metodologia di misura e strumentazione utilizzata

Nella fase di acquisizione dati, 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 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, è possibile generare sul terreno gli sforzi di taglio necessari 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 ad azione 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 posizionati in modo tale che la velocità di propagazione delle onde di volume, caratteristica dei vari strati di terreno, possa essere misurata ogni metro.



*Figura 2.1.2.1: configurazione standard per le indagini Down Hole*

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 foro attrezzato e i ricevitori all'interno del foro stesso, nell'indagine in oggetto, è 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 è un ECHO 48/2014 prodotto dalla Ambrogeo (Piacenza, Italia). Lo strumento (v. Figura 2.1.2.2 riportata di seguito), prodotto dalla Ambrogeo (Piacenza, Italia), è un sistema di acquisizione con le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- numero di canali 48+1 (espandibile a 96 canali);
- convertitore analogico digitale A/D a 24-bits;
- intervalli di campionamento: 32, 64, 128, 256, 480 e 960 us;
- filtri in acquisizione passa basso: 10-15-25-35-50-70-100-200-280-400 Hz;
- accuratezza nel trigger di 1/32 dell'intervallo di campionamento.



Figura 2.1.2.2: Sismografo 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.

Facendo riferimento a tale supposizione, è possibile risalire al coefficiente di Poisson (in tale contesto denominato con  $\sigma$ , in altri comunemente definito con  $\nu$ ), 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:

Sono inoltre esprimibili come funzioni dalle costanti elastiche dinamiche  $E$  e  $\sigma$  la

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

compressibilità  $\beta$  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  $\mu$  (altrimenti indicato con la

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

I valori dinamici calcolati con tali tecniche, come già accennato, possono risultare differenti dai valori provenienti da prove di tipo statico puntuali (normalmente anche di un ordine di grandezza).

### 3. RISULTATI

#### 3.1 Risultati indagini Down Hole – Allegato 1

Nell'Allegato grafico 1, oltre l'ubicazione dei fori di sondaggio opportunamente attrezzati per le prove in foro, sono riportati i sismogrammi onde P ed SH ottenuti, i tempi dei primi arrivi osservati e corretti secondo una distanza bocca pozzo–sorgente pari a 2 m, i profili di velocità e le tabelle dei parametri dinamici. Attraverso i profili di velocità ottenuti dalle prove Down Hole sono stati calcolati i valori del parametro  $V_{S,eq}$  e attribuita una specifica classe di sottosuolo. 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.

##### 3.1.1 Prova Down Hole su foro L1BPS02DH

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili nelle Tavole 1, 2, 3 e 4 dell'Allegato 1. Di seguito sono riportati i valori delle velocità delle onde P ed S.



Strato	Profondità	Spessore	Velocità Vp media	Velocità Vs media
	(m dal p.c.)		(m)	(m/s)
1	da -1 a -2 m	1	236	129
2	da -2 a -3 m	1	298	185
3	da -3 a -4 m	1	538	233
4	da -4 a -5 m	1	516	196
5	da -5 a -6 m	1	566	274
6	da -6 a -7 m	1	835	260
7	da -7 a -8 m	1	1526	312
8	da -8 a -9 m	1	1140	189
9	da -9 a -10 m	1	1268	182
10	da -10 a -11 m	1	1640	243
11	da -11 a -12 m	1	1721	309
12	da -12 a -13 m	1	1783	290
13	da -13 a -14 m	1	1716	209
14	da -14 a -15 m	1	1734	276
15	da -15 a -16 m	1	1747	282
16	da -16 a -17 m	1	1758	284
17	da -17 a -18 m	1	1798	298
18	da -18 a -19 m	1	1743	291
19	da -19 a -20 m	1	1780	305
20	da -20 a -21 m	1	1785	301
21	da -21 a -22 m	1	1789	280
22	da -22 a -23 m	1	1808	292
23	da -23 a -24 m	1	1844	276
24	da -24 a -25 m	1	1864	293
25	da -25 a -26 m	1	1737	302
26	da -26 a -27 m	1	1739	311
27	da -27 a -28 m	1	1711	302
28	da -28 a -29 m	1	1683	285
29	da -29 a -30 m	1	1713	262
30	da -30 a -31 m	1	1685	249
31	da -31 a -32 m	1	1658	227
32	da -32 a -33 m	1	1556	222
33	da -33 a -34 m	1	1487	217
34	da -34 a -35 m	1	1533	196
35	da -35 a -36 m	1	1424	189
36	da -36 a -37 m	1	1424	200
37	da -37 a -38 m	1	1587	200
38	da -38 a -39 m	1	1529	192
39	da -39 a -40 m	1	1534	226
40	da -40 a -41 m	1	1662	250
41	da -41 a -42 m	1	1690	270
42	da -42 a -43 m	1	1663	263
43	da -43 a -44 m	1	1720	294
44	da -44 a -45 m	1	1663	285
45	da -45 a -46 m	1	1564	277
46	da -46 a -47 m	1	1658	264
47	da -47 a -48 m	1	1513	271
48	da -48 a -49 m	1	1536	254
49	da -49 a -50 m	1	1610	291
50	da -50 a -51 m	1	1637	271
51	da -51 a -52 m	1	1721	295
52	da -52 a -53 m	1	1692	333
53	da -53 a -54 m	1	1722	333
54	da -54 a -55 m	1	1693	333
55	da -55 a -56 m	1	1722	399
56	da -56 a -57 m	1	1752	416
57	da -57 a -58 m	1	1783	425
58	da -58 a -59 m	1	1816	444
59	da -59 a -60 m	1	1921	454

Tabella 3.1.1.1: Velocità delle onde P ed SH.

Nella Tabella 3.1.1.2, si riportano i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui

indicato col simbolo  $\sigma$ ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidità o di Taglio ( $\mu$ ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.47	0.29	68.93	26.74	54.40	252
2	da -2 a -3 m	1	16.60	0.18	132.46	55.90	70.06	
3	da -3 a -4 m	1	17.08	0.38	252.01	91.03	362.56	
4	da -4 a -5 m	1	17.03	0.42	181.42	64.07	359.53	
5	da -5 a -6 m	1	17.13	0.35	340.69	126.50	370.20	
6	da -6 a -7 m	1	17.67	0.45	338.35	116.96	1052.28	
7	da -7 a -8 m	1	19.05	0.48	537.04	181.65	4110.27	
8	da -8 a -9 m	1	18.28	0.49	189.94	63.92	2243.13	
9	da -9 a -10 m	1	18.54	0.49	179.15	60.14	2843.56	
10	da -10 a -11 m	1	19.28	0.49	332.79	111.77	4939.50	
11	da -11 a -12 m	1	19.44	0.48	540.20	182.09	5400.94	
12	da -12 a -13 m	1	19.57	0.49	479.34	161.24	5886.61	
13	da -13 a -14 m	1	19.43	0.49	248.22	83.16	5502.64	
14	da -14 a -15 m	1	19.47	0.49	432.26	145.35	5544.18	
15	da -15 a -16 m	1	19.49	0.49	451.20	151.75	5634.37	
16	da -16 a -17 m	1	19.52	0.49	458.55	154.23	5710.19	
17	da -17 a -18 m	1	19.60	0.49	506.44	170.41	5988.36	
18	da -18 a -19 m	1	19.49	0.49	481.79	162.15	5590.51	
19	da -19 a -20 m	1	19.56	0.48	529.53	178.31	5837.66	
20	da -20 a -21 m	1	19.57	0.49	515.29	173.45	5880.06	
21	da -21 a -22 m	1	19.58	0.49	447.53	150.43	5940.87	
22	da -22 a -23 m	1	19.62	0.49	488.78	164.40	6069.63	
23	da -23 a -24 m	1	19.69	0.49	439.10	147.50	6370.84	
24	da -24 a -25 m	1	19.73	0.49	492.89	165.69	6501.72	
25	da -25 a -26 m	1	19.47	0.48	515.69	173.70	5531.10	
26	da -26 a -27 m	1	19.48	0.48	548.36	184.82	5528.38	
27	da -27 a -28 m	1	19.42	0.48	514.90	173.49	5341.26	
28	da -28 a -29 m	1	19.37	0.49	457.46	154.00	5174.10	
29	da -29 a -30 m	1	19.43	0.49	390.51	131.22	5413.87	
30	da -30 a -31 m	1	19.37	0.49	351.91	118.18	5235.35	
31	da -31 a -32 m	1	19.32	0.49	290.64	97.50	5076.32	
32	da -32 a -33 m	1	19.11	0.49	274.86	92.26	4411.92	
33	da -33 a -34 m	1	18.97	0.49	261.14	87.68	3996.12	
34	da -34 a -35 m	1	19.07	0.49	214.00	71.73	4296.57	
35	da -35 a -36 m	1	18.85	0.49	195.87	65.68	3661.10	
36	da -36 a -37 m	1	18.85	0.49	219.88	73.79	3651.98	
37	da -37 a -38 m	1	19.17	0.49	223.99	75.07	4637.37	
38	da -38 a -39 m	1	19.06	0.49	206.61	69.24	4279.46	
39	da -39 a -40 m	1	19.07	0.49	284.48	95.53	4275.09	
40	da -40 a -41 m	1	19.32	0.49	353.36	118.70	5076.16	
41	da -41 a -42 m	1	19.38	0.49	411.62	138.41	5245.86	
42	da -42 a -43 m	1	19.33	0.49	389.30	130.89	5063.64	
43	da -43 a -44 m	1	19.44	0.48	488.25	164.40	5420.03	
44	da -44 a -45 m	1	19.33	0.48	458.15	154.27	5035.61	
45	da -45 a -46 m	1	19.13	0.48	428.43	144.37	4398.53	
46	da -46 a -47 m	1	19.32	0.49	391.53	131.65	5030.75	
47	da -47 a -48 m	1	19.03	0.48	407.38	137.31	4086.19	
48	da -48 a -49 m	1	19.07	0.49	359.38	120.93	4251.60	
49	da -49 a -50 m	1	19.22	0.48	472.49	159.29	4675.28	
50	da -50 a -51 m	1	19.27	0.49	413.28	139.07	4878.12	
51	da -51 a -52 m	1	19.44	0.48	494.25	166.43	5427.71	
52	da -52 a -53 m	1	19.38	0.48	623.59	210.69	5163.79	
53	da -53 a -54 m	1	19.44	0.48	625.83	211.35	5369.64	
54	da -54 a -55 m	1	19.39	0.48	623.74	210.74	5165.32	
55	da -55 a -56 m	1	19.44	0.47	895.30	304.20	5247.44	
56	da -56 a -57 m	1	19.50	0.47	973.49	331.09	5430.19	
57	da -57 a -58 m	1	19.57	0.47	1018.52	346.46	5641.11	
58	da -58 a -59 m	1	19.63	0.47	1113.43	379.17	5842.71	
59	da -59 a -60 m	1	19.84	0.47	1178.83	400.85	6642.47	

Tabella 3.1.1.2: Parametri dinamici medi e velocità equivalente.

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA  NPP – 0258 GRONDA MERCI ROMA CINTURA NORD  TRATTA: VALLE AURELIA – VIGNA CLARA</b>					
S.O. Geologia Tecnica	PROGETTO NR4E	LOTTO 12	CODIFICA R 69 IG	DOCUMENTO GE 0005 002	REV. A	FOGLIO 11 di 23

Il foro di sondaggio L1BPS02 attrezzato per la prova Down Hole è risultato con profondità pari a 60 m. Il parametro velocità equivalente  $V_{s,eq}$  è stato calcolato per i terreni compresi entro uno spessore di 30 m a partire dalla profondità di -1 m dal p.c. Il valore calcolato di  $V_{s,eq}$  è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,(30)} = 252 \text{ m/s a partire da 0 m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di  $V_{s,eq}$  indica una categoria di sottosuolo "C".

### 3.1.2 Prova Down Hole su foro L2PS04DH

I risultati completi della prova, la sua ubicazione e la sua interpretazione, sono reperibili nelle Tavole 5, 6, 7 e 8 dell'Allegato 1. Di seguito sono riportati i valori delle velocità delle onde P ed S.

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vp media (m/s)	Velocità Vs media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	216	110
2	da -2 a -3 m	1	366	150
3	da -3 a -4 m	1	554	201
4	da -4 a -5 m	1	869	200
5	da -5 a -6 m	1	1058	259
6	da -6 a -7 m	1	984	194
7	da -7 a -8 m	1	1174	223
8	da -8 a -9 m	1	1237	238
9	da -9 a -10 m	1	1253	218
10	da -10 a -11 m	1	1345	267
11	da -11 a -12 m	1	1431	243
12	da -12 a -13 m	1	1564	155
13	da -13 a -14 m	1	1717	214
14	da -14 a -15 m	1	1897	246
15	da -15 a -16 m	1	1914	213
16	da -16 a -17 m	1	1927	185
17	da -17 a -18 m	1	1938	235
18	da -18 a -19 m	1	1946	301
19	da -19 a -20 m	1	1880	329
20	da -20 a -21 m	1	1851	300
21	da -21 a -22 m	1	1789	193
22	da -22 a -23 m	1	1646	270
23	da -23 a -24 m	1	1795	295
24	da -24 a -25 m	1	1830	284
25	da -25 a -26 m	1	1939	289
26	da -26 a -27 m	1	1979	288
27	da -27 a -28 m	1	2063	343
28	da -28 a -29 m	1	2108	349
29	da -29 a -30 m	1	2203	355
30	da -30 a -31 m	1	2254	358
31	da -31 a -32 m	1	2307	347
32	da -32 a -33 m	1	2363	356
33	da -33 a -34 m	1	2310	277
34	da -34 a -35 m	1	2162	249
35	da -35 a -36 m	1	2210	250
36	da -36 a -37 m	1	2032	222
37	da -37 a -38 m	1	1992	200
38	da -38 a -39 m	1	1880	222
39	da -39 a -40 m	1	1813	238
40	da -40 a -41 m	1	1917	263
41	da -41 a -42 m	1	1994	250
42	da -42 a -43 m	1	2077	285
43	da -43 a -44 m	1	1995	312
44	da -44 a -45 m	1	2078	332
45	da -45 a -46 m	1	2122	435
46	da -46 a -47 m	1	2216	499
47	da -47 a -48 m	1	2217	554
48	da -48 a -49 m	1	2267	586
49	da -49 a -50 m	1	2320	554
50	da -50 a -51 m	1	2375	664
51	da -51 a -52 m	1	2433	712
52	da -52 a -53 m	1	2494	766
53	da -53 a -54 m	1	2376	817
54	da -54 a -55 m	1	2321	844

Tabella 3.1.2.1: Velocità delle onde P ed SH.

Nella Tabella 3.1.2.2, si riportano i valori dinamici del Coefficiente di Poisson (qui indicato col simbolo  $\sigma$ ), del Modulo di Young dinamico (E), del Modulo di Rigidity o di Taglio ( $\mu$ ), nonché del Bulk Modulus (inverso della compressibilità), calcolati così come descritto precedentemente.



Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da -1 m per l=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.43	0.33	51.50	19.41	49.48	232
2	da -2 a -3 m	1	16.73	0.40	103.72	37.07	170.99	
3	da -3 a -4 m	1	17.11	0.42	193.67	68.01	423.92	
4	da -4 a -5 m	1	17.74	0.47	205.16	69.69	1221.79	
5	da -5 a -6 m	1	18.12	0.47	349.05	118.87	1830.73	
6	da -6 a -7 m	1	17.97	0.48	195.33	65.99	1619.93	
7	da -7 a -8 m	1	18.35	0.48	264.84	89.39	2362.78	
8	da -8 a -9 m	1	18.47	0.48	304.78	102.92	2634.66	
9	da -9 a -10 m	1	18.51	0.48	256.94	86.55	2733.96	
10	da -10 a -11 m	1	18.69	0.48	386.57	130.65	3139.11	
11	da -11 a -12 m	1	18.86	0.49	325.71	109.66	3642.92	
12	da -12 a -13 m	1	19.13	0.50	134.85	45.10	4528.12	
13	da -13 a -14 m	1	19.43	0.49	259.45	86.94	5502.56	
14	da -14 a -15 m	1	19.79	0.49	350.27	117.42	6831.39	
15	da -15 a -16 m	1	19.83	0.49	263.28	88.13	7005.13	
16	da -16 a -17 m	1	19.85	0.50	200.15	66.92	7141.52	
17	da -17 a -18 m	1	19.88	0.49	320.11	107.24	7175.40	
18	da -18 a -19 m	1	19.89	0.49	526.17	176.84	7154.28	
19	da -19 a -20 m	1	19.76	0.48	623.04	209.89	6571.60	
20	da -20 a -21 m	1	19.70	0.49	518.44	174.39	6386.79	
21	da -21 a -22 m	1	19.58	0.49	214.04	71.63	6050.24	
22	da -22 a -23 m	1	19.29	0.49	409.20	137.67	4938.97	
23	da -23 a -24 m	1	19.59	0.49	496.98	167.21	5968.55	
24	da -24 a -25 m	1	19.66	0.49	462.75	155.53	6252.54	
25	da -25 a -26 m	1	19.88	0.49	483.37	162.35	7111.55	
26	da -26 a -27 m	1	19.96	0.49	483.75	162.42	7451.59	
27	da -27 a -28 m	1	20.13	0.49	689.12	231.90	8089.16	
28	da -28 a -29 m	1	20.22	0.49	717.32	241.37	8488.97	
29	da -29 a -30 m	1	20.41	0.49	750.99	252.58	9371.30	
30	da -30 a -31 m	1	20.51	0.49	766.45	257.71	9872.77	
31	da -31 a -32 m	1	20.61	0.49	724.40	243.34	10438.75	
32	da -32 a -33 m	1	20.73	0.49	765.47	257.14	11009.89	
33	da -33 a -34 m	1	20.62	0.49	463.43	155.23	10585.33	
34	da -34 a -35 m	1	20.32	0.49	370.53	124.07	9148.16	
35	da -35 a -36 m	1	20.42	0.49	372.47	124.69	9617.64	
36	da -36 a -37 m	1	20.06	0.49	289.50	96.89	7992.98	
37	da -37 a -38 m	1	19.98	0.49	233.87	78.22	7671.78	
38	da -38 a -39 m	1	19.76	0.49	285.01	95.45	6723.67	
39	da -39 a -40 m	1	19.63	0.49	324.49	108.80	6178.01	
40	da -40 a -41 m	1	19.83	0.49	400.25	134.27	6969.40	
41	da -41 a -42 m	1	19.99	0.49	364.57	122.17	7629.14	
42	da -42 a -43 m	1	20.15	0.49	479.34	160.81	8311.17	
43	da -43 a -44 m	1	19.99	0.49	567.45	190.74	7543.90	
44	da -44 a -45 m	1	20.16	0.49	648.06	217.92	8241.58	
45	da -45 a -46 m	1	20.24	0.48	1109.39	375.28	8439.32	
46	da -46 a -47 m	1	20.43	0.47	1467.37	497.97	9178.81	
47	da -47 a -48 m	1	20.43	0.47	1802.59	614.50	9026.61	
48	da -48 a -49 m	1	20.53	0.46	2027.15	692.26	9427.76	
49	da -49 a -50 m	1	20.64	0.47	1825.87	621.14	10066.62	
50	da -50 a -51 m	1	20.75	0.46	2618.55	898.26	10284.55	
51	da -51 a -52 m	1	20.87	0.45	3013.17	1036.72	10735.43	
52	da -52 a -53 m	1	20.99	0.45	3501.15	1209.07	11194.54	
53	da -53 a -54 m	1	20.75	0.43	3889.67	1357.14	9681.28	
54	da -54 a -55 m	1	20.64	0.42	4109.46	1443.17	8983.73	

Tabella 3.1.1.2: Parametri dinamici medi e velocità equivalente.

Il foro di sondaggio L2PS04 attrezzato per la prova Down Hole è risultato con profondità pari a 55 m. Il parametro velocità equivalente  $V_{s,eq}$  è stato calcolato per i terreni compresi entro uno spessore di 30 m a partire dalla profondità di -1 m dal p.c. Il valore calcolato di  $V_{s,eq}$  è riportato di seguito:

$$V_{s,eq} = V_{s,(30)} = 232 \text{ m/s a partire da 0 m dal p.c.}$$

Vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e i valori di  $V_{s,eq}$  indica una categoria di sottosuolo "C".

#### **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.

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.

John m. Reynolds, (1997). "An introduction to applied and environmental geophysics", pp. 415-488, Wiley, England.

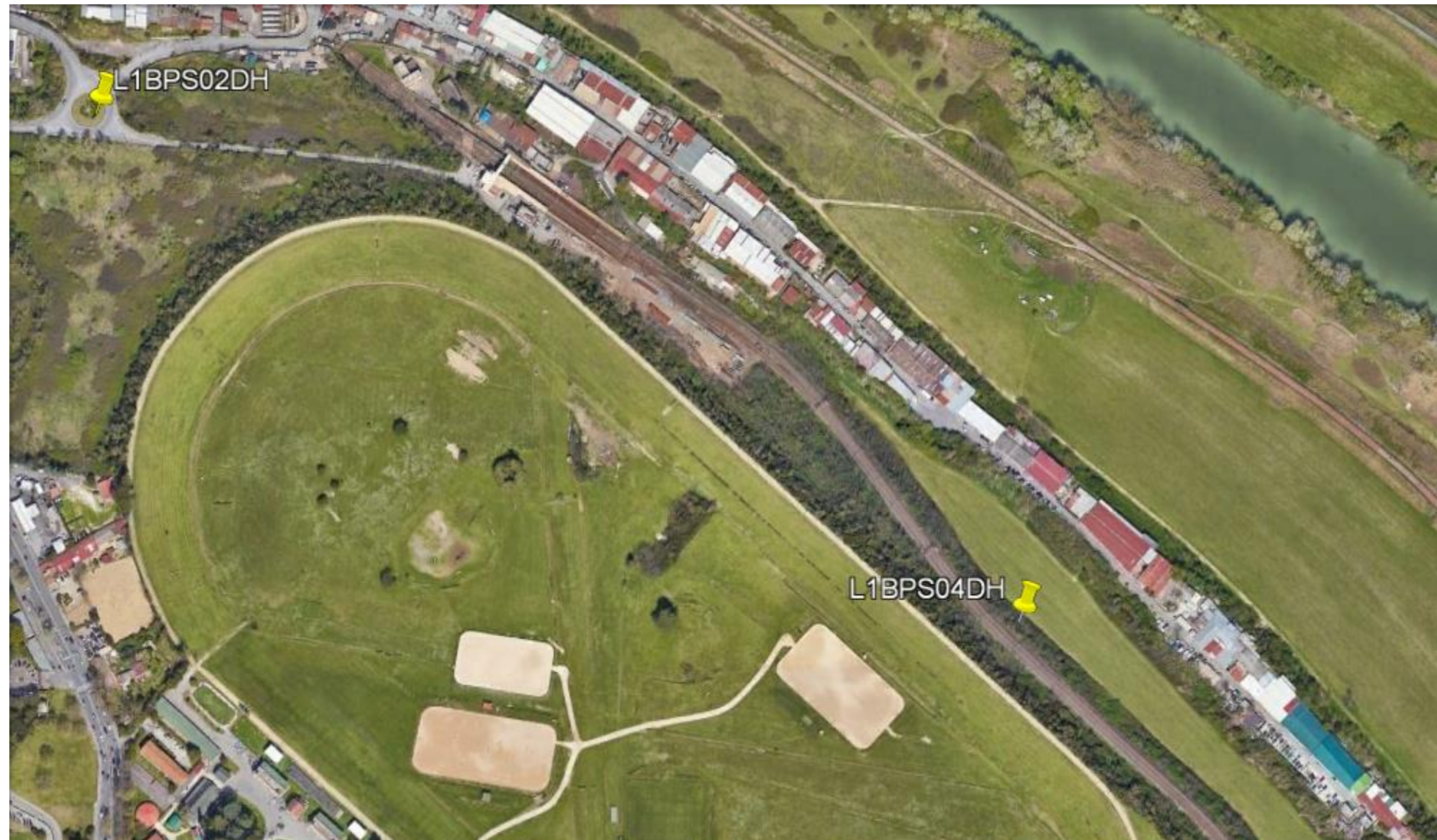
Milton B. Dobrin, Carl H. Savit, 1988, *Introduction to Geophysical Prospecting*, fourth Edition, McGraw-Hill International Editions e R.E. Goodman, 1989, *Introduction to Rock Mechanics*, second Edition, John Wiley & Sons.

## 5. ALLEGATO N.1 – Risultati indagini Down Hole










# INDAGINE SISMICA L1BPS02DH

## Ubicazione dell'indagine



## Fase di acquisizione dati L1BPS02DH



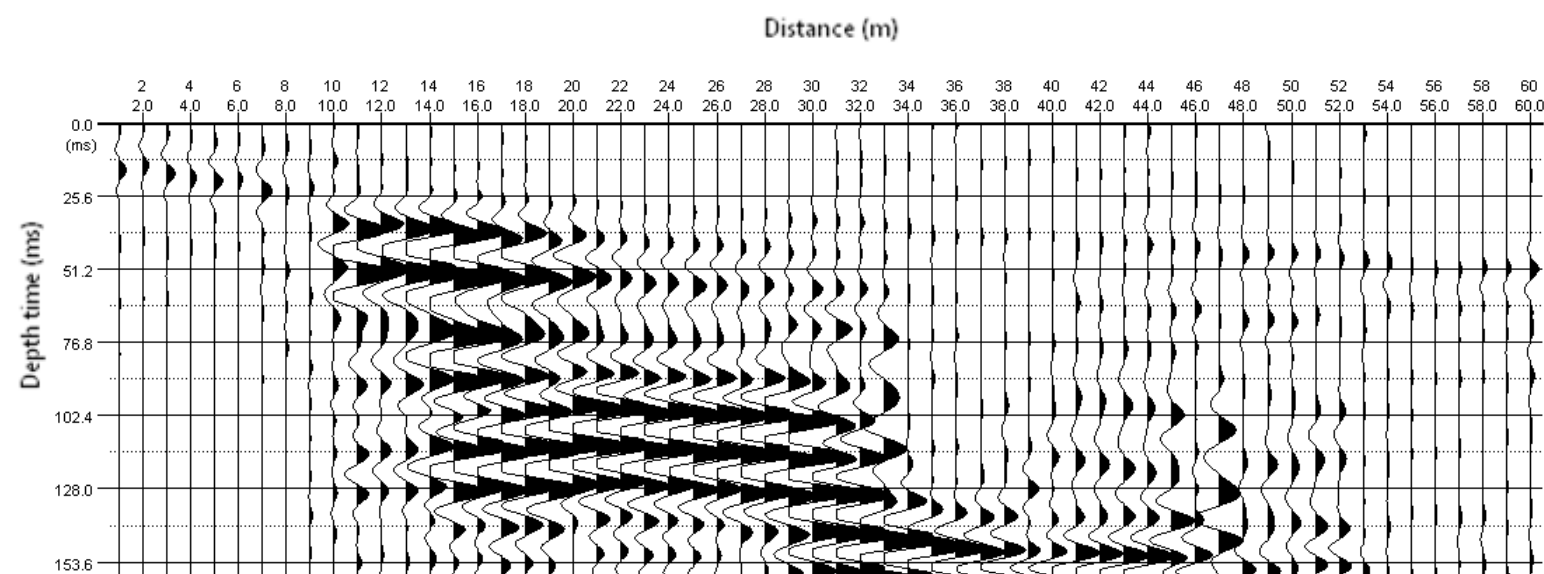
<p>  SO.IN.G Strutture e Ambiente S.r.l.  <a href="http://www.soing.eu">www.soing.eu</a>                        Società di ingegneria e Laboratorio autorizzato per l'esecuzione e la certificazione di prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture esistenti del Settore "A" della Circolare 633/STC del 03-12-2019, di cui all'art.59, comma 2, lettera c-bis) del D.P.R. n. 380/2001. Decreto di Autorizzazione 44 del 02-02-2022 del CSLP, STC             </p>	<p> <b>PROGETTO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>   <b>NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA</b>  <b>CINTURA NORD TRATTA: VIGNA CLARA – TOR DI QUINTO</b>  <b>REPORT INDAGINI INTEGRATIVE:INDAGINI GEOFISICHE</b> </p>	<p> <b>CLIENTE</b>   Italferr S.p.A  <b>RIFERIMENTI INTERNI</b>                  CO_001_06_2022_geo_ITALFERR             </p>	<p> <b>Elaborazione</b>                  G. Luciani  <b>Verifica</b>                  A. Morelli  <b>Approvazione</b>                  P. Chiara             </p>	<p> <b>TAVOLA</b>  <b>1</b> </p>
--	---	--	---	--------------------------------------



# INDAGINE SISMICA L1BPS02DH

Profondità (m)	Tempi oss (ms)		Tempi corr (ms)	
	P	S	P	S
0	0	0	0	0
1	12.29	5.49	19.89	8.89
2	13.76	9.73	23.57	16.67
3	15.73	13.08	26.52	22.06
4	16.71	14.94	29.46	26.35
5	18.18	16.88	33.88	31.46
6	19.66	18.65	37.00	35.10
7	20.64	19.85	40.51	38.95
8	21.13	20.50	43.46	42.16
9	21.90	21.38	48.61	47.45
10	22.61	22.17	54.00	52.95
11	23.15	22.78	58.00	57.06
12	23.68	23.36	61.13	60.30
13	24.20	23.92	64.50	63.75
14	24.75	24.50	69.23	68.54
15	25.30	25.08	72.80	72.16
16	25.85	25.65	76.30	75.71
17	26.40	26.22	79.78	79.23
18	26.94	26.78	83.10	82.59
19	27.50	27.35	86.50	86.02
20	28.05	27.91	89.75	89.30
21	28.60	28.47	93.05	92.63
22	29.15	29.03	96.60	96.20
23	29.70	29.58	100.00	99.62
24	30.23	30.13	103.60	103.24
25	30.76	30.66	107.00	106.66
26	31.33	31.24	110.30	109.98
27	31.90	31.81	113.50	113.19
28	32.48	32.40	116.80	116.50
29	33.07	32.99	120.30	120.01
30	33.65	33.58	124.10	123.83
31	34.24	34.17	128.10	127.83
32	34.84	34.77	132.50	132.24
33	35.48	35.42	137.00	136.75
34	36.15	36.09	141.60	141.36
35	36.80	36.74	146.70	146.46
36	37.50	37.44	152.00	151.77
37	38.20	38.14	157.00	156.77
38	38.83	38.77	162.00	161.78
39	39.48	39.43	167.19	166.97
40	40.13	40.08	171.61	171.40
41	40.73	40.68	175.60	175.39
42	41.32	41.27	179.30	179.10
43	41.92	41.87	183.10	182.90
44	42.50	42.46	186.50	186.31
45	43.10	43.06	190.00	189.81
46	43.74	43.70	193.60	193.42
47	44.34	44.30	197.39	197.21
48	45.00	44.96	201.07	200.90
49	45.65	45.61	205.00	204.83
50	46.27	46.23	208.44	208.27
51	46.88	46.84	212.12	211.96
52	47.46	47.42	215.50	215.34
53	48.05	48.02	218.50	218.34
54	48.63	48.60	221.50	221.35
55	49.22	49.19	224.50	224.35
56	49.80	49.77	227.00	226.86
57	50.37	50.34	229.40	229.26
58	50.93	50.90	231.75	231.61
59	51.48	51.45	234.00	233.87
60	52.00	51.97	236.20	236.07

## Sismogramma Onde P



## Sismogramma Onde S

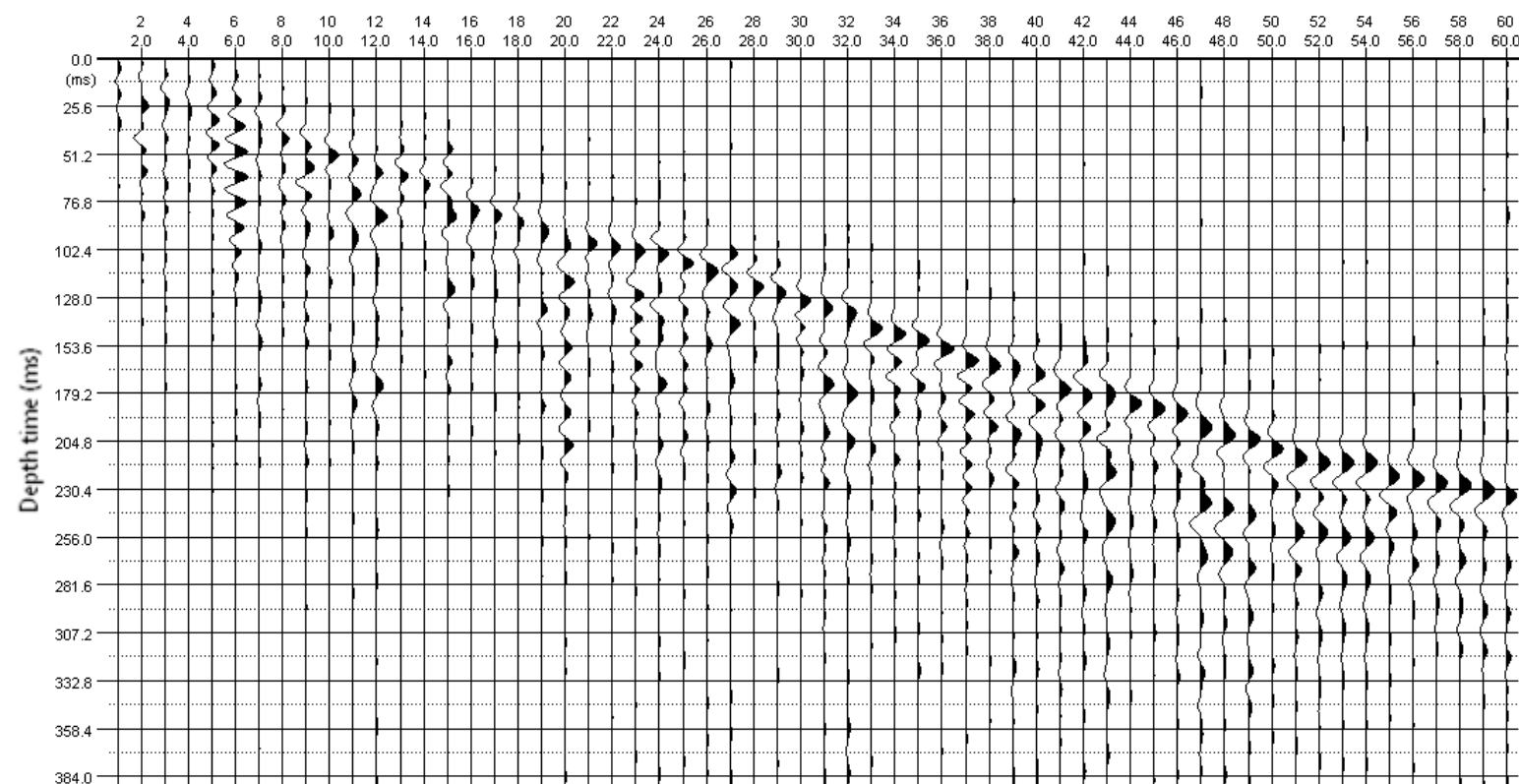


Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

SO.IN.G Strutture e Ambiente S.r.l.  
www.soing.eu



Società di ingegneria e Laboratorio autorizzato per l'esecuzione e la certificazione di prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture esistenti del Settore "A" della Circolare 633/STC del 03-12-2019, di cui all'art.59, comma 2, lettera c-bis) del D.P.R. n. 380/2001. Decreto di Autorizzazione 44 del 02-02-2022 del CSLP, STC

PROGETTO  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO  
ECONOMICA

NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA  
CINTURA NORD TRATTA: VIGNA  
CLARA - TOR DI QUINTO  
REPORT INDAGINI  
INTEGRATIVE:INDAGINI GEOFISICHE

CLIENTE  
ITALFERR Italferr S.p.A.  
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

RIFERIMENTI INTERNI  
CO\_001\_06\_2022\_geo\_ITALFERR

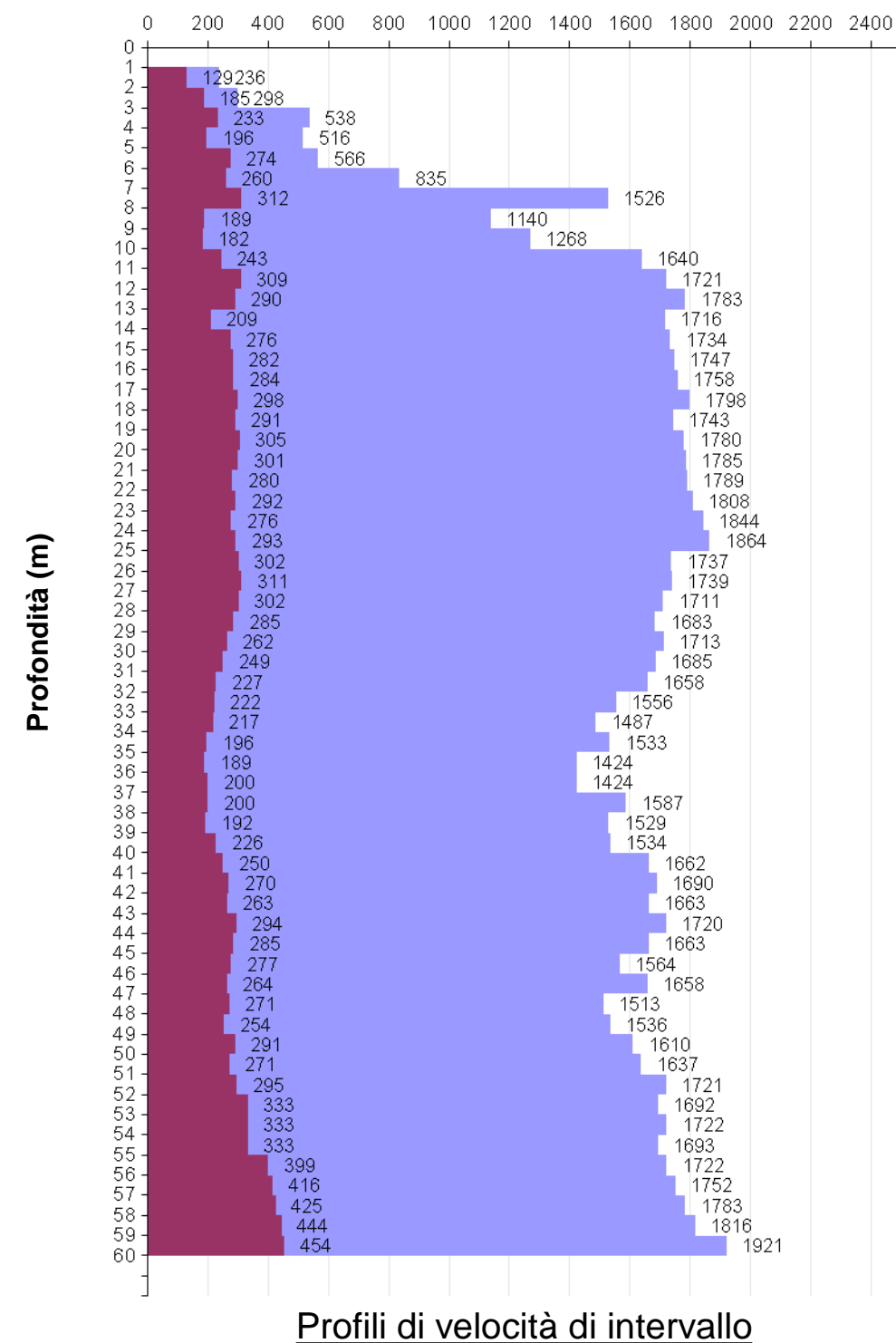
Elaborazione  
G. Luciani  
Verifica  
A. Morelli  
Approvazione  
P. Chiara

TAVOLA  
2

# INDAGINE SISMICA L1BPS02DH

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	Velocità Vp media (m/s)	Velocità Vs media (m/s)
1	da -1 a -2 m	1	236	129
2	da -2 a -3 m	1	298	185
3	da -3 a -4 m	1	538	233
4	da -4 a -5 m	1	516	196
5	da -5 a -6 m	1	566	274
6	da -6 a -7 m	1	835	260
7	da -7 a -8 m	1	1526	312
8	da -8 a -9 m	1	1140	189
9	da -9 a -10 m	1	1268	182
10	da -10 a -11 m	1	1640	243
11	da -11 a -12 m	1	1721	309
12	da -12 a -13 m	1	1783	290
13	da -13 a -14 m	1	1716	209
14	da -14 a -15 m	1	1734	276
15	da -15 a -16 m	1	1747	282
16	da -16 a -17 m	1	1758	284
17	da -17 a -18 m	1	1798	298
18	da -18 a -19 m	1	1743	291
19	da -19 a -20 m	1	1780	305
20	da -20 a -21 m	1	1785	301
21	da -21 a -22 m	1	1789	280
22	da -22 a -23 m	1	1808	292
23	da -23 a -24 m	1	1844	276
24	da -24 a -25 m	1	1864	293
25	da -25 a -26 m	1	1737	302
26	da -26 a -27 m	1	1739	311
27	da -27 a -28 m	1	1711	302
28	da -28 a -29 m	1	1683	285
29	da -29 a -30 m	1	1713	262
30	da -30 a -31 m	1	1685	249
31	da -31 a -32 m	1	1658	227
32	da -32 a -33 m	1	1556	222
33	da -33 a -34 m	1	1487	217
34	da -34 a -35 m	1	1533	196
35	da -35 a -36 m	1	1424	189
36	da -36 a -37 m	1	1424	200
37	da -37 a -38 m	1	1587	200
38	da -38 a -39 m	1	1529	192
39	da -39 a -40 m	1	1534	226
40	da -40 a -41 m	1	1662	250
41	da -41 a -42 m	1	1690	270
42	da -42 a -43 m	1	1663	263
43	da -43 a -44 m	1	1720	294
44	da -44 a -45 m	1	1663	285
45	da -45 a -46 m	1	1564	277
46	da -46 a -47 m	1	1658	277
47	da -47 a -48 m	1	1513	271
48	da -48 a -49 m	1	1536	264
49	da -49 a -50 m	1	1610	271
50	da -50 a -51 m	1	1637	271
51	da -51 a -52 m	1	1721	295
52	da -52 a -53 m	1	1692	333
53	da -53 a -54 m	1	1722	333
54	da -54 a -55 m	1	1693	333
55	da -55 a -56 m	1	1722	333
56	da -56 a -57 m	1	1752	399
57	da -57 a -58 m	1	1783	416
58	da -58 a -59 m	1	1816	425
59	da -59 a -60 m	1	1921	444
				454

## Velocità delle onde (m/s)



## Velocità delle onde P ed S

SO.IN.G Strutture e Ambiente S.r.l.  
www.soing.eu



Società di ingegneria e Laboratorio autorizzato per l'esecuzione e la certificazione di prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture esistenti del Settore "A" della Circolare 633/STC del 03-12-2019, di cui all'art.59, comma 2, lettera c-bis) del D.P.R. n. 380/2001. Decreto di Autorizzazione 44 del 02-02-2022 del CSLP, STC

**PROGETTO**  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO  
ECONOMICA

**NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA  
CINTURA NORD TRATTA: VIGNA  
CLARA - TOR DI QUINTO  
REPORT INDAGINI  
INTEGRATIVE:INDAGINI GEOFISICHE**

**CLIENTE**  
ITALFERR  
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE  
Italferr S.p.A








**RIFERIMENTI INTERNI**  
CO\_001\_06\_2022\_geo\_ITALFERR

**Elaborazione**  
G. Luciani  
**Verifica**  
A. Morelli  
**Approvazione**  
P. Chiara

**TAVOLA**  
**3**

Parametri dinamici e velocità equivalente

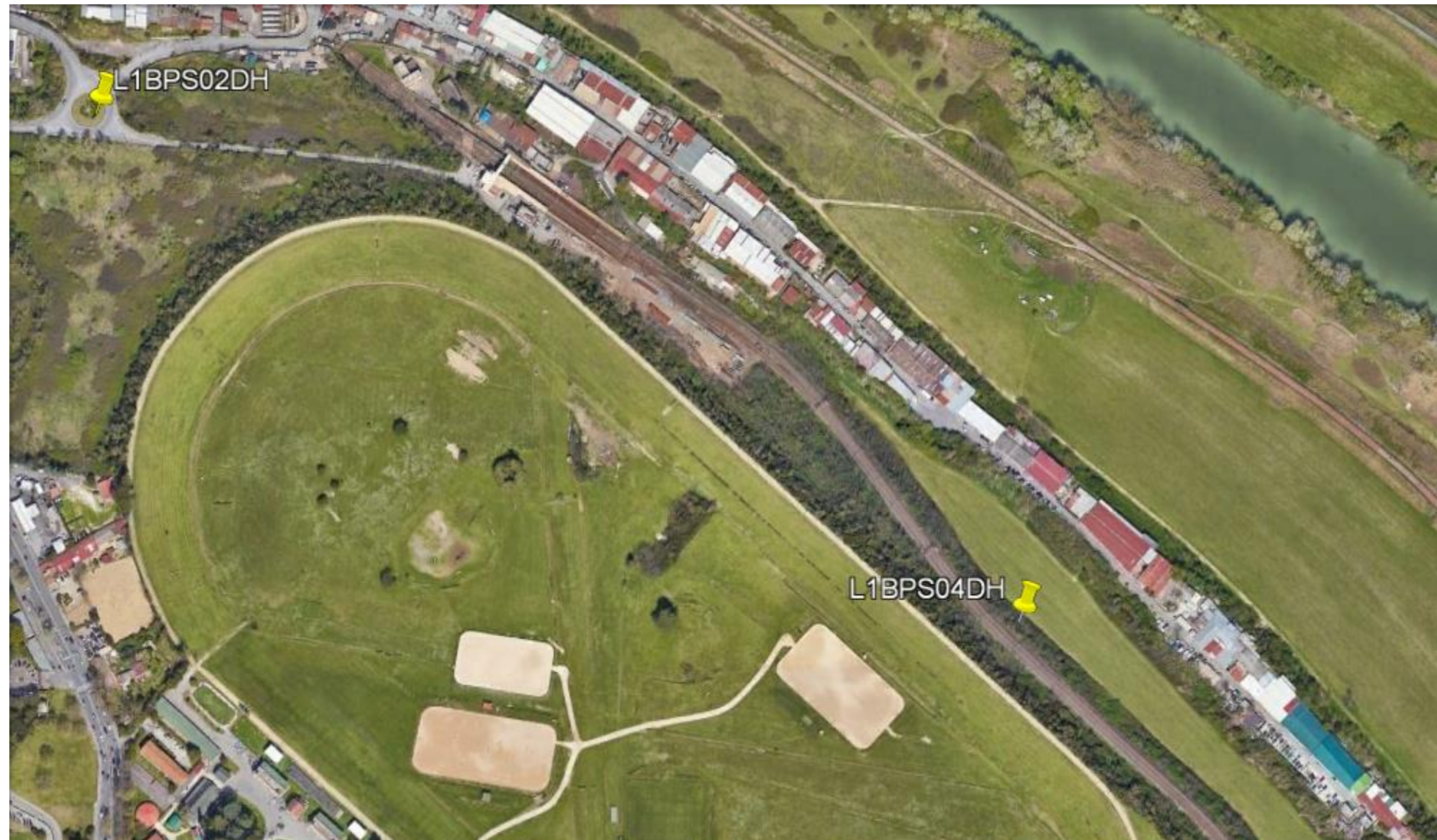
Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.47	0.29	68.93	26.74	54.40	252
2	da -2 a -3 m	1	16.60	0.18	132.46	55.90	70.06	
3	da -3 a -4 m	1	17.08	0.38	252.01	91.03	362.56	
4	da -4 a -5 m	1	17.03	0.42	181.42	64.07	359.53	
5	da -5 a -6 m	1	17.13	0.35	340.69	126.50	370.20	
6	da -6 a -7 m	1	17.67	0.45	338.35	116.96	1052.28	
7	da -7 a -8 m	1	19.05	0.48	537.04	181.65	4110.27	
8	da -8 a -9 m	1	18.28	0.49	189.94	63.92	2243.13	
9	da -9 a -10 m	1	18.54	0.49	179.15	60.14	2843.56	
10	da -10 a -11 m	1	19.28	0.49	332.79	111.77	4939.50	
11	da -11 a -12 m	1	19.44	0.48	540.20	182.09	5400.94	
12	da -12 a -13 m	1	19.57	0.49	479.34	161.24	5886.61	
13	da -13 a -14 m	1	19.43	0.49	248.22	83.16	5502.64	
14	da -14 a -15 m	1	19.47	0.49	432.26	145.35	5544.18	
15	da -15 a -16 m	1	19.49	0.49	451.20	151.75	5634.37	
16	da -16 a -17 m	1	19.52	0.49	458.55	154.23	5710.19	
17	da -17 a -18 m	1	19.60	0.49	506.44	170.41	5988.36	
18	da -18 a -19 m	1	19.49	0.49	481.79	162.15	5590.51	
19	da -19 a -20 m	1	19.56	0.48	529.53	178.31	5837.66	
20	da -20 a -21 m	1	19.57	0.49	515.29	173.45	5880.06	
21	da -21 a -22 m	1	19.58	0.49	447.53	150.43	5940.87	
22	da -22 a -23 m	1	19.62	0.49	488.78	164.40	6069.63	
23	da -23 a -24 m	1	19.69	0.49	439.10	147.50	6370.84	
24	da -24 a -25 m	1	19.73	0.49	492.89	165.69	6501.72	
25	da -25 a -26 m	1	19.47	0.48	515.69	173.70	5531.10	
26	da -26 a -27 m	1	19.48	0.48	548.36	184.82	5528.38	
27	da -27 a -28 m	1	19.42	0.48	514.90	173.49	5341.26	
28	da -28 a -29 m	1	19.37	0.49	457.46	154.00	5174.10	
29	da -29 a -30 m	1	19.43	0.49	390.51	131.22	5413.87	
30	da -30 a -31 m	1	19.37	0.49	351.91	118.18	5235.35	
31	da -31 a -32 m	1	19.32	0.49	290.64	97.50	5076.32	
32	da -32 a -33 m	1	19.11	0.49	274.86	92.26	4411.92	
33	da -33 a -34 m	1	18.97	0.49	261.14	87.68	3996.12	
34	da -34 a -35 m	1	19.07	0.49	214.00	71.73	4296.57	
35	da -35 a -36 m	1	18.85	0.49	195.87	65.68	3661.10	
36	da -36 a -37 m	1	18.85	0.49	219.88	73.79	3651.98	
37	da -37 a -38 m	1	19.17	0.49	223.99	75.07	4637.37	
38	da -38 a -39 m	1	19.06	0.49	206.61	69.24	4279.46	
39	da -39 a -40 m	1	19.07	0.49	284.48	95.53	4275.09	
40	da -40 a -41 m	1	19.32	0.49	353.36	118.70	5076.16	
41	da -41 a -42 m	1	19.38	0.49	411.62	138.41	5245.86	
42	da -42 a -43 m	1	19.33	0.49	389.30	130.89	5063.64	
43	da -43 a -44 m	1	19.44	0.48	488.25	164.40	5420.03	
44	da -44 a -45 m	1	19.33	0.48	458.15	154.27	5035.61	
45	da -45 a -46 m	1	19.13	0.48	428.43	144.37	4398.53	
46	da -46 a -47 m	1	19.32	0.49	391.53	131.65	5030.75	
47	da -47 a -48 m	1	19.03	0.48	407.38	137.31	4086.19	
48	da -48 a -49 m	1	19.07	0.49	359.38	120.93	4251.60	
49	da -49 a -50 m	1	19.22	0.48	472.49	159.29	4675.28	
50	da -50 a -51 m	1	19.27	0.49	413.28	139.07	4878.12	
51	da -51 a -52 m	1	19.44	0.48	494.25	166.43	5427.71	
52	da -52 a -53 m	1	19.38	0.48	623.59	210.69	5163.79	
53	da -53 a -54 m	1	19.44	0.48	625.83	211.35	5369.64	
54	da -54 a -55 m	1	19.39	0.48	623.74	210.74	5165.32	
55	da -55 a -56 m	1	19.44	0.47	895.30	304.20	5247.44	
56	da -56 a -57 m	1	19.50	0.47	973.49	331.09	5430.19	
57	da -57 a -58 m	1	19.57	0.47	1018.52	346.46	5641.11	
58	da -58 a -59 m	1	19.63	0.47	1113.43	379.17	5842.71	
59	da -59 a -60 m	1	19.84	0.47	1178.83	400.85	6642.47	

 <p>SO.IN.G Strutture e Ambiente S.r.l. www.soing.eu</p>      <p>Società di ingegneria e Laboratorio autorizzato per l'esecuzione e la certificazione di prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture esistenti del Settore "A" della Circolare 633/STC del 03-12-2019, di cui all'art.59, comma 2, lettera c-bis) del D.P.R. n. 380/2001. Decreto di Autorizzazione 44 del 02-02-2022 del CSLP, STC</p>	<p><b>PROGETTO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA: VIGNA CLARA – TOR DI QUINTO REPORT INDAGINI INTEGRATIVE:INDAGINI GEOFISICHE</b></p>	<p><b>CLIENTE</b>  Italferr S.p.A</p> <p><b>RIFERIMENTI INTERNI</b> CO_001_06_2022_geo_ITALFERR</p>	<p><b>Elaborazione</b> G. Luciani</p> <p><b>Verifica</b> A. Morelli</p> <p><b>Approvazione</b> P. Chiara</p>	<p><b>TAVOLA</b> <b>4</b></p>
---	---	--	--	-----------------------------------





# INDAGINE SISMICA L1BPS04DH

## Ubicazione dell'indagine



## Fase di acquisizione dati L1BPS04DH



<p>SO.IN.G Strutture e Ambiente S.r.l. www.soing.eu</p>  <p>Società di ingegneria e Laboratorio autorizzato per l'esecuzione e la certificazione di prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture esistenti del Settore "A" della Circolare 633/STC del 03-12-2019, di cui all'art.59, comma 2, lettera c-bis) del D.P.R. n. 380/2001. Decreto di Autorizzazione 44 del 02-02-2022 del CSLP, STC</p>	<p><b>PROGETTO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA: VIGNA CLARA – TOR DI QUINTO</b>  <b>REPORT INDAGINI INTEGRATIVE:INDAGINI GEOFISICHE</b></p>	<p><b>CLIENTE</b>   Italferr S.p.A</p> <p><b>RIFERIMENTI INTERNI</b>          CO_001_06_2022_geo_ITALFERR</p>	<p><b>Elaborazione</b>          G. Luciani</p> <p><b>Verifica</b>          A. Morelli</p> <p><b>Approvazione</b>          P. Chiara</p>	<p><b>TAVOLA</b>  <b>5</b></p>
--	--	--	---	------------------------------------

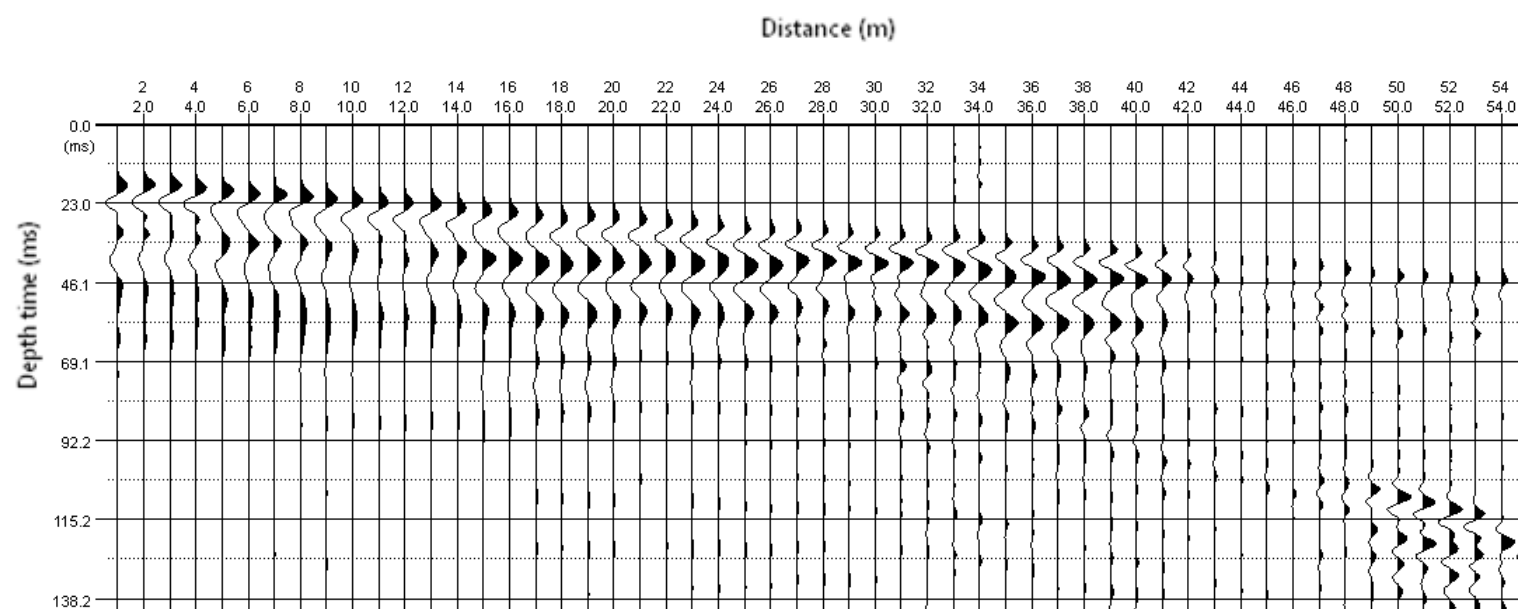


# INDAGINE SISMICA L1BPS04DH

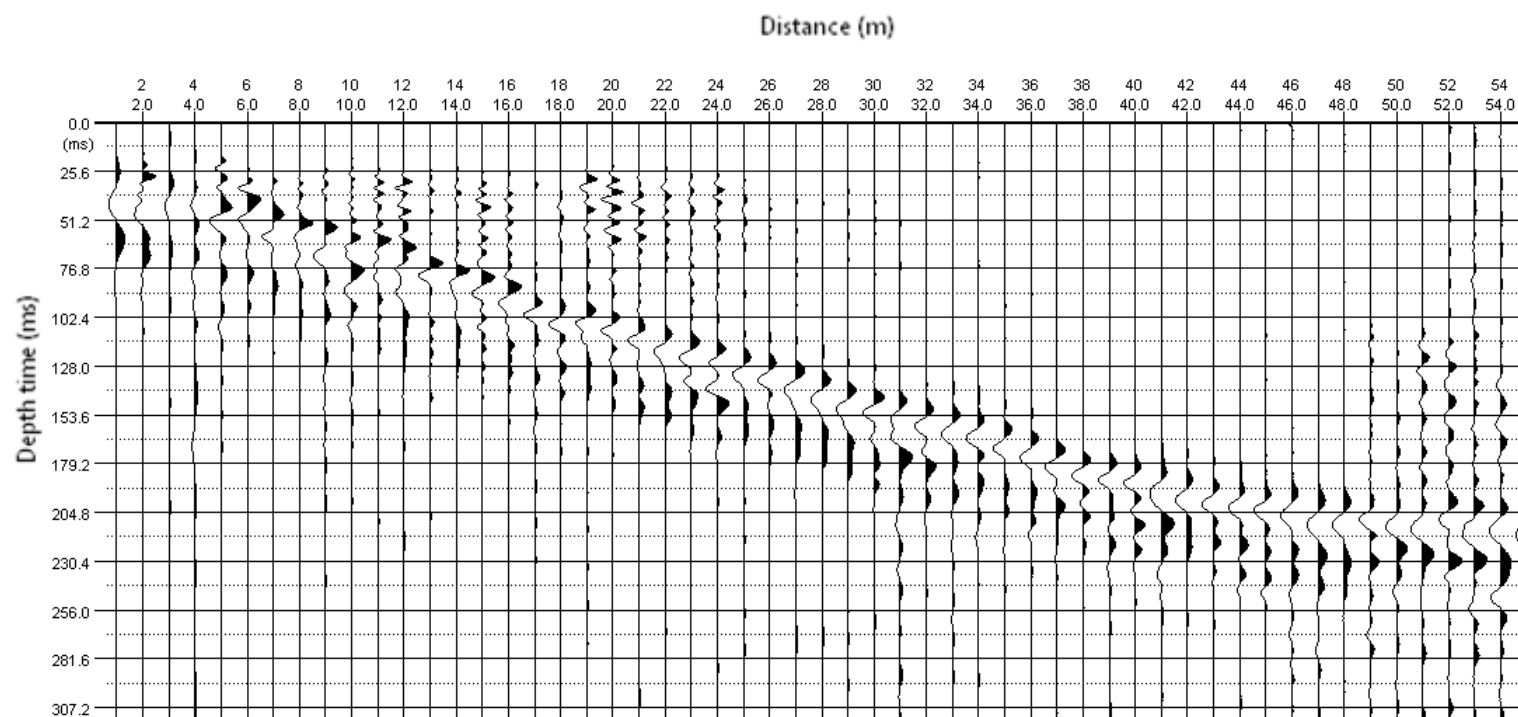
Profondità (m)	Tempi oss (ms)		Tempi corr (ms)	
	P	S	P	S
0	0	0	0	0
1	15.57	6.96	25.04	11.20
2	16.38	11.59	28.72	20.31
3	17.20	14.31	32.41	26.96
4	18.02	16.12	35.70	31.93
5	18.60	17.27	39.77	36.93
6	19.20	18.21	43.00	40.79
7	20.00	19.23	47.80	45.96
8	20.70	20.08	52.00	50.45
9	21.40	20.89	55.98	54.64
10	22.12	21.69	60.40	59.22
11	22.80	22.43	64.00	62.97
12	23.45	23.13	68.00	67.07
13	24.05	23.77	74.39	73.52
14	24.60	24.35	79.00	78.21
15	25.10	24.88	83.00	82.27
16	25.60	25.40	87.65	86.97
17	26.10	25.92	93.00	92.36
18	26.60	26.44	97.22	96.63
19	27.10	26.95	100.50	99.95
20	27.62	27.48	103.50	102.99
21	28.15	28.02	106.80	106.31
22	28.70	28.58	111.95	111.49
23	29.30	29.19	115.63	115.20
24	29.85	29.75	119.00	118.59
25	30.39	30.29	122.50	122.11
26	30.90	30.81	125.95	125.58
27	31.40	31.31	129.40	129.05
28	31.88	31.80	132.30	131.96
29	32.35	32.27	135.15	134.83
30	32.80	32.73	137.95	137.64
31	33.24	33.17	140.73	140.44
32	33.67	33.60	143.60	143.32
33	34.09	34.03	146.40	146.13
34	34.52	34.46	150.00	149.74
35	34.98	34.92	154.00	153.75
36	35.43	35.38	158.00	157.76
37	35.92	35.87	162.50	162.26
38	36.42	36.37	167.50	167.27
39	36.95	36.90	172.00	171.77
40	37.50	37.45	176.20	175.98
41	38.02	37.97	180.00	179.79
42	38.52	38.48	184.00	183.79
43	39.00	38.96	187.50	187.30
44	39.50	39.46	190.70	190.50
45	39.98	39.94	193.71	193.51
46	40.45	40.41	196.00	195.82
47	40.90	40.86	198.00	197.82
48	41.35	41.31	199.80	199.63
49	41.79	41.76	201.50	201.33
50	42.22	42.19	203.30	203.14
51	42.64	42.61	204.80	204.64
52	43.05	43.02	206.20	206.05
53	43.45	43.42	207.50	207.35
54	43.87	43.84	208.72	208.58
55	44.30	44.27	209.90	209.76







Tabella dei tempi osservati e corretti Onde P e S

## Sismogramma Onde P



## Sismogramma Onde S

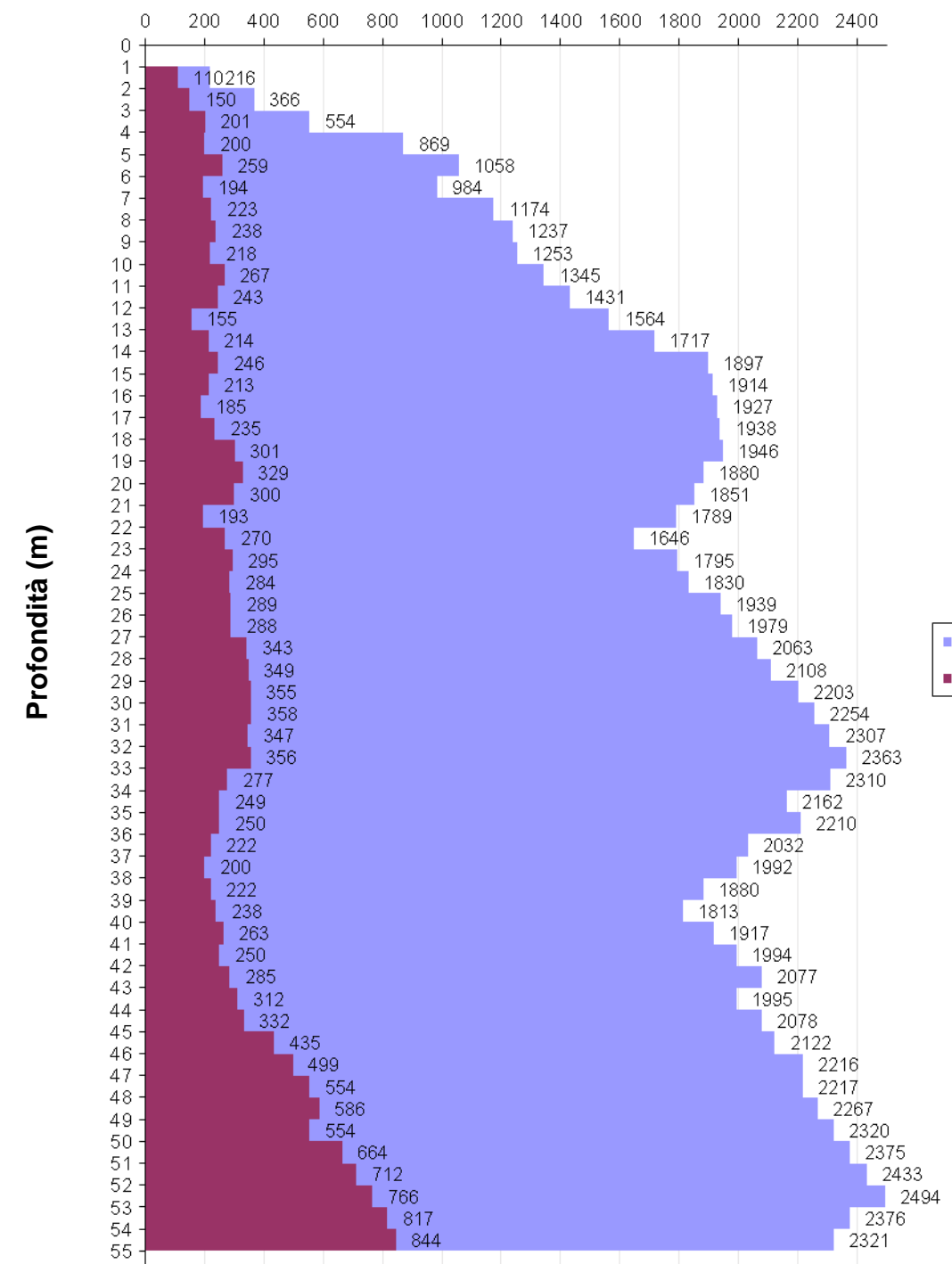


 SO.IN.G Strutture e Ambiente S.r.l. www.soing.eu     Società di ingegneria e Laboratorio autorizzato per l'esecuzione e la certificazione di prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture esistenti del Settore "A" della Circolare 633/STC del 03-12-2019, di cui all'art.59, comma 2, lettera c-bis) del D.P.R. n. 380/2001. Decreto di Autorizzazione 44 del 02-02-2022 del CSLP, STC	<b>PROGETTO</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA  NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA: VIGNA CLARA - TOR DI QUINTO REPORT INDAGINI INTEGRATIVE:INDAGINI GEOFISICHE	<b>CLIENTE</b>  Italferr S.p.A  <b>RIFERIMENTI INTERNI</b> CO_001_06_2022_geo_ITALFERR	<b>Elaborazione</b> G. Luciani <b>Verifica</b> A. Morelli <b>Approvazione</b> P. Chiara	<b>TAVOLA</b> <h1>6</h1>
--	---	---	--	-----------------------------

# INDAGINE SISMICA L1BPS04DH







Strato	Profondità	Spessore	Velocità Vp media	Velocità Vs media
	(m dal p.c.)		(m/s)	(m/s)
1	da -1 a -2 m	1	216	110
2	da -2 a -3 m	1	366	150
3	da -3 a -4 m	1	554	201
4	da -4 a -5 m	1	869	200
5	da -5 a -6 m	1	1058	259
6	da -6 a -7 m	1	984	194
7	da -7 a -8 m	1	1174	223
8	da -8 a -9 m	1	1237	238
9	da -9 a -10 m	1	1253	218
10	da -10 a -11 m	1	1345	267
11	da -11 a -12 m	1	1431	243
12	da -12 a -13 m	1	1564	155
13	da -13 a -14 m	1	1717	214
14	da -14 a -15 m	1	1897	246
15	da -15 a -16 m	1	1914	213
16	da -16 a -17 m	1	1927	185
17	da -17 a -18 m	1	1938	235
18	da -18 a -19 m	1	1946	301
19	da -19 a -20 m	1	1880	329
20	da -20 a -21 m	1	1851	300
21	da -21 a -22 m	1	1789	193
22	da -22 a -23 m	1	1646	270
23	da -23 a -24 m	1	1795	295
24	da -24 a -25 m	1	1830	284
25	da -25 a -26 m	1	1939	289
26	da -26 a -27 m	1	1979	288
27	da -27 a -28 m	1	2063	343
28	da -28 a -29 m	1	2108	349
29	da -29 a -30 m	1	2203	355
30	da -30 a -31 m	1	2254	358
31	da -31 a -32 m	1	2307	347
32	da -32 a -33 m	1	2363	356
33	da -33 a -34 m	1	2310	277
34	da -34 a -35 m	1	2162	249
35	da -35 a -36 m	1	2210	250
36	da -36 a -37 m	1	2032	222
37	da -37 a -38 m	1	1992	200
38	da -38 a -39 m	1	1880	222
39	da -39 a -40 m	1	1813	238
40	da -40 a -41 m	1	1917	263
41	da -41 a -42 m	1	1994	250
42	da -42 a -43 m	1	2077	285
43	da -43 a -44 m	1	1995	312
44	da -44 a -45 m	1	2078	332
45	da -45 a -46 m	1	2122	435
46	da -46 a -47 m	1	2216	499
47	da -47 a -48 m	1	2217	554
48	da -48 a -49 m	1	2267	586
49	da -49 a -50 m	1	2320	554
50	da -50 a -51 m	1	2375	664
51	da -51 a -52 m	1	2433	712
52	da -52 a -53 m	1	2494	766
53	da -53 a -54 m	1	2376	817
54	da -54 a -55 m	1	2321	844

## Velocità delle onde (m/s)








Profili di velocità di intervallo

## Velocità delle onde P ed S

 SO.IN.G Strutture e Ambiente S.r.l. www.soing.eu     <p>Società di ingegneria e Laboratorio autorizzato per l'esecuzione e la certificazione di prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture esistenti del Settore "A" della Circolare 633/STC del 03-12-2019, di cui all'art.59, comma 2, lettera c-bis) del D.P.R. n. 380/2001. Decreto di Autorizzazione 44 del 02-02-2022 del CSLP, STC</p>	<b>PROGETTO</b> PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA  NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA: VIGNA CLARA - TOR DI QUINTO REPORT INDAGINI INTEGRATIVE:INDAGINI GEOFISICHE	<b>CLIENTE</b>  Italferr S.p.A.  <b>RIFERIMENTI INTERNI</b> CO_001_06_2022_geo_ITALFERR	<b>Elaborazione</b> G. Luciani <b>Verifica</b> A. Morelli <b>Approvazione</b> P. Chiara	<b>TAVOLA</b> <h1>7</h1>
--	--	--	--	-----------------------------

Parametri dinamici e velocità equivalente

Strato	Profondità (m dal p.c.)	Spessore (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Poisson	Young (MPa)	Share (MPa)	Bulk (MPa)	Vseq (da -1 m per H=30 m)
1	da -1 a -2 m	1	16.43	0.33	51.50	19.41	49.48	232
2	da -2 a -3 m	1	16.73	0.40	103.72	37.07	170.99	
3	da -3 a -4 m	1	17.11	0.42	193.67	68.01	423.92	
4	da -4 a -5 m	1	17.74	0.47	205.16	69.69	1221.79	
5	da -5 a -6 m	1	18.12	0.47	349.05	118.87	1830.73	
6	da -6 a -7 m	1	17.97	0.48	195.33	65.99	1619.93	
7	da -7 a -8 m	1	18.35	0.48	264.84	89.39	2362.78	
8	da -8 a -9 m	1	18.47	0.48	304.78	102.92	2634.66	
9	da -9 a -10 m	1	18.51	0.48	256.94	86.55	2733.96	
10	da -10 a -11 m	1	18.69	0.48	386.57	130.65	3139.11	
11	da -11 a -12 m	1	18.86	0.49	325.71	109.66	3642.92	
12	da -12 a -13 m	1	19.13	0.50	134.85	45.10	4528.12	
13	da -13 a -14 m	1	19.43	0.49	259.45	86.94	5502.56	
14	da -14 a -15 m	1	19.79	0.49	350.27	117.42	6831.39	
15	da -15 a -16 m	1	19.83	0.49	263.28	88.13	7005.13	
16	da -16 a -17 m	1	19.85	0.50	200.15	66.92	7141.52	
17	da -17 a -18 m	1	19.88	0.49	320.11	107.24	7175.40	
18	da -18 a -19 m	1	19.89	0.49	526.17	176.84	7154.28	
19	da -19 a -20 m	1	19.76	0.48	623.04	209.89	6571.60	
20	da -20 a -21 m	1	19.70	0.49	518.44	174.39	6386.79	
21	da -21 a -22 m	1	19.58	0.49	214.04	71.63	6050.24	
22	da -22 a -23 m	1	19.29	0.49	409.20	137.67	4938.97	
23	da -23 a -24 m	1	19.59	0.49	496.98	167.21	5968.55	
24	da -24 a -25 m	1	19.66	0.49	462.75	155.53	6252.54	
25	da -25 a -26 m	1	19.88	0.49	483.37	162.35	7111.55	
26	da -26 a -27 m	1	19.96	0.49	483.75	162.42	7451.59	
27	da -27 a -28 m	1	20.13	0.49	689.12	231.90	8089.16	
28	da -28 a -29 m	1	20.22	0.49	717.32	241.37	8488.97	
29	da -29 a -30 m	1	20.41	0.49	750.99	252.58	9371.30	
30	da -30 a -31 m	1	20.51	0.49	766.45	257.71	9872.77	
31	da -31 a -32 m	1	20.61	0.49	724.40	243.34	10438.75	
32	da -32 a -33 m	1	20.73	0.49	765.47	257.14	11009.89	
33	da -33 a -34 m	1	20.62	0.49	463.43	155.23	10585.33	
34	da -34 a -35 m	1	20.32	0.49	370.53	124.07	9148.16	
35	da -35 a -36 m	1	20.42	0.49	372.47	124.69	9617.64	
36	da -36 a -37 m	1	20.06	0.49	289.50	96.89	7992.98	
37	da -37 a -38 m	1	19.98	0.49	233.87	78.22	7671.78	
38	da -38 a -39 m	1	19.76	0.49	285.01	95.45	6723.67	
39	da -39 a -40 m	1	19.63	0.49	324.49	108.80	6178.01	
40	da -40 a -41 m	1	19.83	0.49	400.25	134.27	6969.40	
41	da -41 a -42 m	1	19.99	0.49	364.57	122.17	7629.14	
42	da -42 a -43 m	1	20.15	0.49	479.34	160.81	8311.17	
43	da -43 a -44 m	1	19.99	0.49	567.45	190.74	7543.90	
44	da -44 a -45 m	1	20.16	0.49	648.06	217.92	8241.58	
45	da -45 a -46 m	1	20.24	0.48	1109.39	375.28	8439.32	
46	da -46 a -47 m	1	20.43	0.47	1467.37	497.97	9178.81	
47	da -47 a -48 m	1	20.43	0.47	1802.59	614.50	9026.61	
48	da -48 a -49 m	1	20.53	0.46	2027.15	692.26	9427.76	
49	da -49 a -50 m	1	20.64	0.47	1825.87	621.14	10066.62	
50	da -50 a -51 m	1	20.75	0.46	2618.55	898.26	10284.55	
51	da -51 a -52 m	1	20.87	0.45	3013.17	1036.72	10735.43	
52	da -52 a -53 m	1	20.99	0.45	3501.15	1209.07	11194.54	
53	da -53 a -54 m	1	20.75	0.43	3889.67	1357.14	9681.28	
54	da -54 a -55 m	1	20.64	0.42	4109.46	1443.17	8983.73	

 <p>SO.IN.G Strutture e Ambiente S.r.l. www.soing.eu</p>     <p>Società di ingegneria e Laboratorio autorizzato per l'esecuzione e la certificazione di prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture esistenti del Settore "A" della Circolare 633/STC del 03-12-2019, di cui all'art.59, comma 2, lettera c-bis) del D.P.R. n. 380/2001. Decreto di Autorizzazione 44 del 02-02-2022 del CSLP, STC</p>	<p><b>PROGETTO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA CINTURA NORD TRATTA: VIGNA CLARA – TOR DI QUINTO REPORT INDAGINI INTEGRATIVE:INDAGINI GEOFISICHE</b></p>	<p><b>CLIENTE</b> Italferr S.p.A</p> <p><b>RIFERIMENTI INTERNI</b> CO_001_06_2022_geo_ITALFERR</p>	<p><b>Elaborazione</b> G. Luciani</p> <p><b>Verifica</b> A. Morelli</p> <p><b>Approvazione</b> P. Chiara</p>	<p><b>TAVOLA</b> <b>8</b></p>
--	---	--	--	-----------------------------------