CITTÀ DI MARANO DI NAPOLI

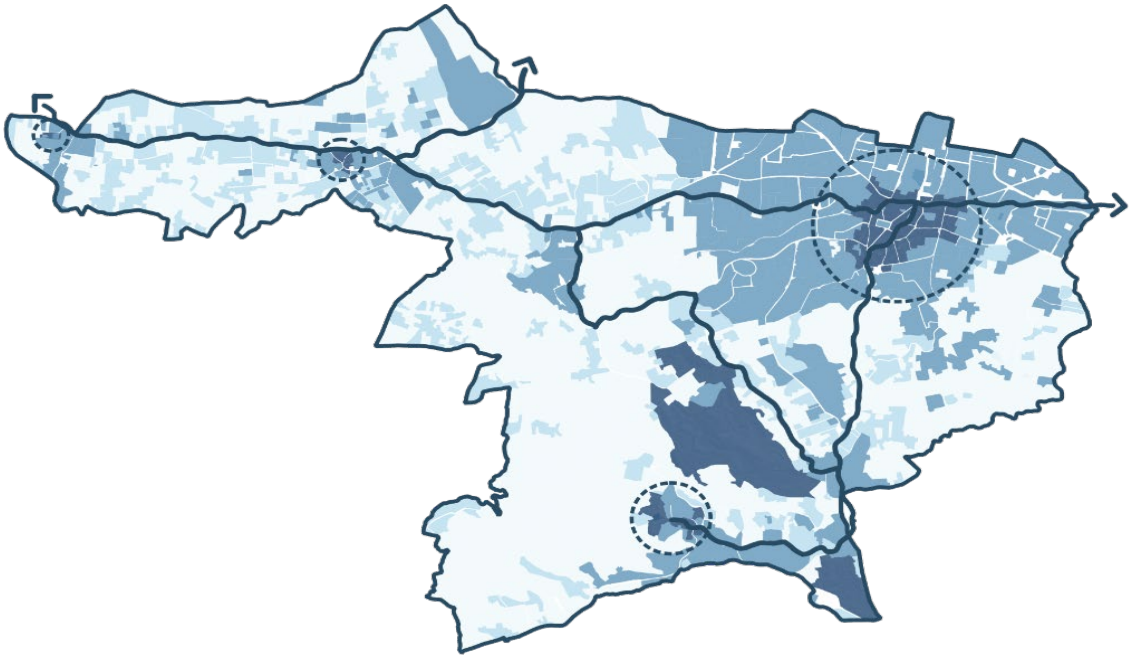
Provincia di Napoli

PUC

Piano Urbanistico Comunale

L.R. CAMPANIA N° 16/2004, ART.23

Regolamento n.5 del 4 Agosto 2011, Art.3, Art.28



Comune di Marano

sindaco - dott. Matteo Morra

ass. all'Urbanistica - arch. Gennaro Polichetti

R.U.P. - arch. Maria Rosaria Passaretti

Il responsabile del settore urbanistica del comune di Marano di Napoli

geom. Giovanni Silvestri

Il responsabile del settore ambientale e territoriale del comune di Marano di Napoli

ing. Giovanni Napoli

Collaboratori

Gianmarco Perna - arch. Francesco Aloi - arch. Damiana Trecozzi

Capogruppo mandatario

arch. Ciro Buono

Componenti mandatari

arch. Cristoforo Pacella

arch. Fabio Ceci

arch. Luca Pagliettini

agr. Ferdinando Zaccaria

geo. Rocco Caruso

ORDINE DEGLI ARCHITETTI PROVINCIA DI NAPOLI
ARCHITETTO CIRO BUONO
ALBO N° 5464

GEO.REL.2

REV: 01

REPORT SULLE INDAGINI GEOLOGICHE

ASSETTO GEOMORFOLOGICO

SCALA

-

GIUGNO 2025

Prog. 5

INDAGINI PUNTUALI

ID	Tipo indagine	Riferimento lavoro	ID old
P01	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S1
P02	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S2
P03	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S3
P04	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S4
P05	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S5
P06	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S6
P07	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S7
P08	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S8
P09	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S9
P10	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S10
P11	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S11
P12	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S12
P13	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S13
P14	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S14
P15	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S16
P16	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S17
P17	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S18
P18	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S19
P19	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S20
P20	Sondaggio a carotaggio continuo	Studio Geologico per il P.R.G. –1984	S21
P21	Sondaggio a carotaggio continuo con prova penetrometrica (SPT)	Adeguamento P.R.G. alla normativa antisismica - 2004	S1
P22	Sondaggio a carotaggio continuo con prova penetrometrica (SPT)	Adeguamento P.R.G. alla normativa antisismica - 2004	S2
P23	Sondaggio a carotaggio continuo con prova penetrometrica (SPT)	Adeguamento P.R.G. alla normativa antisismica - 2004	S3
P24	Sondaggio a carotaggio continuo con prova penetrometrica (SPT)	Adeguamento P.R.G. alla normativa antisismica - 2004	S4
P25	Sondaggio a carotaggio continuo con prova penetrometrica (SPT)	Adeguamento P.R.G. alla normativa antisismica - 2004	S5
P26	Sondaggio a carotaggio continuo con prova penetrometrica (SPT)	Adeguamento P.R.G. alla normativa antisismica - 2004	S6
P27	Sondaggio a carotaggio continuo con prova penetrometrica (SPT)	Studi Geologici privati – Completamento ed ampliamento dell'Istituto Magistrale "Levi" – 2005	S1
P28	Sondaggio a carotaggio continuo con prova penetrometrica (SPT) e con prova sismica in foto (down-hole)	Studi Geologici privati – Studio geologico per la realizzazione della Caserma dei Carabinieri - 2012	S1
P29	Prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH	Studi Geologici privati – Nuova installazione di una Stazione Radio Base "NY4B MARANO ZONA SAN ROCCO (INWIT) - 2020	DPSH1
P30	Prova penetrometrica statica CPT	Studi Geologici privati – Realizzazione di due aule c/o plesso scolastico elementare San Rocco - 2008	CPT1
P31	Prova penetrometrica statica CPT	Studi Geologici privati – Realizzazione di due aule c/o plesso scolastico elementare San Rocco - 2008	CPT2
P32	Prova penetrometrica statica CPT	Studi Geologici privati – Realizzazione di due aule c/o plesso scolastico elementare San Rocco - 2008	CPT2

INDAGINI LINEARI

ID	Tipo indagine	Riferimento lavoro
L1	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via Cupa Dei Cani - 2016
L2	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via Barco - 2017
L3	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via Labriola - 2017
L4	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata in Piazza Trieste e Trento - 2017
L5	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via S. Quasimodo 12 - 2018
L6	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via Arbusto 43 - 2020
L7	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via Iorace – 2020
L8	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via Veneto - 2020
L9	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla Via G. Salvemini - 2020
L10	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via Corree di Sopra - 2021
L11	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via Recca 36 - 2021
L12	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via Vallesana - 2021
L13	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via del Mare - 2021
L14	MASW	Prospezione sismica per privati effettuata alla via Walter Tobagi - 2021
L15	MASW	Studi Geologici privati – Prospezioni sismiche tipo MASW in loc. Villa Comunale -2022
L16	MASW	Studi Geologici privati – Prospezioni sismiche tipo MASW in loc. San Rocco -2022
L17	MASW	Studi Geologici privati – Prospezioni sismiche tipo MASW in loc. Cave di tufo -2022

P1

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:50 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.1

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 127

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno Vegetale
0.70	1.70			Ceneri fini chiare con pomici
0.90	2.60			Pozzolana humificata rossiccia
1.20	3.80			Ceneri molto grossolane grigio marroni
4.20	8.00			Pozzolana sabbiosa grigia con pomici abbondanti e, in basso, litici
1.40	9.40			Tufo grigio a grana fine con abbondanti pomici e scorie tenero (mappamonte)
0.60	10.00			Tufo grigio giallastro a grana fine compatto con piccole scorie e litici

P2

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:50 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.2

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 130

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
0.50	0.50			Terreno vegetale
1.00	1.50			Pozzolana humificata marrone rossiccia con pomici
0.70	2.20			Ceneri medio fini grigie
7.60	9.80			Pozzolana sabbiosa grigia con pomici medie chiare. Aumento considerevole della granulometria e del contenuto in pomici, a 6.5 dal p.c.
0.20	10.00			Tufo grigio tenero (mappamonte)

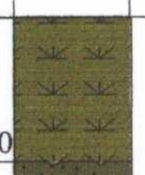
P3

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.3

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 139.4

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.20	1.20			Terreno vegetale
2.00	3.20			Ceneri medie e grossolane marroni con numerose intercalazioni di pomici scure
0.80	4.00			Ceneri marroni con un paleosuolo (P) nero
1.20	5.20			Pozzolana humificata marrone rossiccia con piccole pomici gialle alterate
2.80	8.00			Lapilli pomicei con abbondante matrice cineritica alternati a lapilli fini senza matrice
2.00	10.00			Ceneri medie grigie marroni con piccoli lapilli in tracce, nella parte mediana è presente un livello di ceneri fini rossicce
10.00	20.00			Pozzolana sabbiosa grigia con pomici grossolane chiare, nella parte bassa sono presenti diversi xenoliti lavici

P4

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.4

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 142

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
2.50	3.50			Ceneri medie e fini chiare alternate a pomici grossolane grigie
0.70	4.20			Pomici molto grossolane scure
1.00	5.20			Pozzolana humificata marrone con piccoli pomici
0.70	5.90			Ceneri molto grossolane rossicce
3.10	9.00			Lapilli pomicei medi con matrice cineritica da scarsa ad assente
0.70	9.70			Sabbia litica scura assortita
10.30	20.00			Pozzolana sabbiosa grigia con pomici

P5

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.5

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 122

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
1.00	2.00			Ceneri stratificate medie con pomici
0.80	2.80			Pozzolana humificata rossiccia
2.20	5.00			Ceneri grossolane di vario colore
1.30	6.30			Lapilli scoriacei e pomici fini
0.90	7.20			Ceneri grossolane marroni
3.30	10.50			Sabbie vulcaniche medie poco assortite di colore ocra e grigie
9.50	20.00			Pozzolana sabbiosa grigia con pomici chiare a luoghi litici

P6

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.6

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 133

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
1.20	2.20			Ceneri fini chiare con pomici passanti a pozzolana humificata marrone rossiccia con pomicette
2.40	4.60			Ceneri molto grossolane marrone chiaro con poca frazione sottile, passanti ad avana fini rossicce con piccoli lapilli pomicei
0.70	5.30			Lapilli medi pomicei e scoriacei
2.10	7.40			Ceneri grossolane marroni
2.90	10.30			Alternanza di sabbie litiche fini poco assortite con ceneri medie di colore rossicce
9.70	20.00			Pozzolana sabbiosa grigia con pomici e litici in tracce, nella parte mediana forte aumento della granulometria e del contenuto in pomici

P7

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:50 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.7

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 184

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
0.50	0.50			Terreno vegetale
1.50	2.00			Ceneri medie chiare passanti a pozzolana humificata marrone con pomici
2.00	4.00			Lapilli pomicei grossolani alternati a ceneri molto grossolane stratificate
2.00	6.00			Ceneri medie grigio marroni con pomici sparse
3.80	9.80			Pozzolana sabbiosa grigia con pomici e, in basso, piccoli litici
0.20	10.00			Tufo giallo grigiastro a grana media con scorie e pomici

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

P8

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:50 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.8

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 211

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
3.00	4.00			Ceneri fini chiare con pomici passanti a medie grossolani marroni
0.80	4.80			Pozzolana humificata ocra con piccoli pomici
2.20	7.00			Ceneri molto grossolane, ai limiti con i lapilli, marroni, in basso diminuzione della granulometria
4.00	11.00			Ceneri medie grigio marroni con lapilli in tracce limitate inferiormente da un livello di sabbia vulcanica equigranulare
1.30	12.30			Ceneri marroni con pomici passanti a cinerite grigia con pomici e poche scorie (mappamonte)
0.70	13.00			Tufo grigio giallastro a grana media da tenero a med. compatto

P9

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.9

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 169

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
0.90	1.90			Ceneri da medie a fini chiare
1.10	3.00			Pozzolana humificata ocra rossiccia con pomicette
2.00	5.00			Ceneri molto grossolane marroni passanti a lapilli pomicei grossolani con matrice cineritica
4.30	9.30			Ceneri medie e grossolane grigio marroni con piccoli lapilli in tracce
1.10	10.40			Ceneri medie equigranulari, pulite, di varia colorazione, marroni ocra e rossicce
9.60	20.00			Pozzolana sabbiosa grigia con pomici; in basso sono presenti frammenti litici e cristallini, il colore è tendente al marrone giallastro

P10

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:50 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.10

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 205

Spessore (m)	Prof.sso	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
1.20	2.20			Pomici chiare con abbondante matrice cineritica intervallata a ceneri medie marroni
1.30	3.50			Ceneri da grossolane a fini marroni intervallate da un livello di pomici giallastre
1.30	4.80			Pozzolana humificata marrone rossiccia
0.70	5.50			Lapilli scoriacei scuri
0.70	6.20			Pomici da medie a grossolane grigio marroni con lapilli in tracce
2.80	9.00			Ceneri da medie a grossolane grigio marroni con lapilli in tracce
2.00	11.00			Pozzolana sabbiosa grigia marrone con pomici e piccoli litici
1.00	12.00			Tufo grigio giallastro a grana fine mediamente compatto

P11

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.11

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 175

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
2.50	3.50			Ceneri fini di varia colorazione con un livello di pomici grossolane
0.70	4.20			Pozzolana humificata ocra rossiccia
2.10	6.30			Lapilli pomicei grossolani con ceneri miolto grossolane
2.00	8.30			Ceneri da medie a grossolane marroni con piccoli lapilli in tracce
4.40	12.70			Ceneri grossolane marroni, ocra, e rossicce, mediamente assortite
7.30	20.00			Pozzolana sabbiosa grigia con pomici a luoghi anche litici

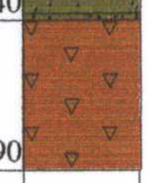
COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

P12

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:50 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.12

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 166

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
2.00	2.00			Ceneri marroni rossicce (riporto)
1.50	3.50			Alternanza di ceneri fini e medie di varia colorazione e granulometria
0.70	4.20			Ceneri finissime humificate ocra scuro
1.20	5.40			Ceneri medie marroni passanti a pozzolana sabbiosa grigia marrone con pomici
0.50	5.90			Tufo giallastro a grana media con scorie

P13

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.13

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 160

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
1.50	2.50			Ceneri di varia granulometria e colore con pomici sparse
3.00	5.50			Pozzolana humificata da ocra scuro a rossiccia a marrone scuro con piccole pomici gialle
2.90	8.40			Ceneri molto grossolane (al limite con i lapilli) assortite scure passanti a sabbia litica poco assortita, in basso forte riduzione della granulometria e dell'assortimento
0.80	9.20			Lapilli grossolani con sabbia
1.60	10.80			Ceneri da molto fini a equigranulari e medie molto assortite grigie
9.20	20.00			

P14

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.14

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 144

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
1.50	2.50			Ceneri grossolane chiare a molto fini marroni
1.70	4.20			Ceneri molto grossolane con pomici da marroni a ocra scuro
1.30	5.50			Pozzolana humificata marrone scuro passante a rossiccia con abbondanti lapilli
1.30	6.80			Ceneri molto grossolane marroni
0.70	7.50			Lapilli scoriacei
5.80	13.30			Ceneri da fini a med. grossolane marroni con piccoli livelli di sabbia ocra
6.70	20.00			Pozzolana sabbiosa grigia con abbondanti pomici chiare e piccoli litici

P15

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.16

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 210

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
2.50	3.50			Ceneri medie stratificate chiare alternate a pomici piccole e medie scure
1.10	4.60			Pozzolana humificata ocra rossiccia
1.60	6.20			Lapilli scoriacei medi con scarsa matrice cineritica
5.80	12.00			Ceneri grossolane grigio marroni con lapilli in tracce
8.00	20.00			Pozzolana sabbiosa grigia con abbondanti pomici chiare e piccoli litici

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

P16

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.17

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 225

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
3.00	4.00			Ceneri medie a fini di vario colore, presente un livello di pomici scure
0.60	4.60			Pomici grossolane giallo rossicce
0.80	5.40			Pozzolana humificata ocra scuro
2.60	8.00			Lapilli pomicei fini stratificati a livelletti di ceneri fini grigie
5.00	13.00			Ceneri grossolane grigio marroni con lapilli litici in tracce
2.00	15.00			Pozzolana sabbiosa grigio marrone con pomici e litici
0.50	15.50			Tufo grigio giallastro a grana fine con pomici e scorie molto compatto

P17

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.18

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 350

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
0.80	0.80			Terreno vegetale
2.20	3.00			Alternanza di ceneri chiare medie stratificate con livelli di pomici anche molto grossolane grigie
1.00	4.00			Pozzolane humificate marrone
1.00	5.00			Lapilli pomicei medi con alla base un livello di pomici grossolane rossicce
1.20	6.20			Ceneri grossolane con tracce di lapilli
1.20	7.40			Lapilli fini con livelli di ceneri grossolane grigio scuro
2.40	9.80			Ceneri grossolane grigio marroni con piccoli lapilli in tracce
10.20	20.00			Pozzolana sabbiosa grigia con pomici chiare a luoghi con piccoli litici

P18

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.19

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 350

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
4.00	5.00			Ceneri da medie a fini chiare con livelli anche decimetrici di pomici chiare
3.00	8.00			Ceneri da medie a fini marroni con pomici
1.00	9.00			Ceneri molto fini marroni avana con lapilli
0.60	9.60			Pozzolana giallo rossiccia con piccole pomici
3.40	13.00			Lapilli pomicei e scoriacei medi in abbondante matrice cineritica intervallati da numerosi livelletti di ceneri medie scure
3.00	16.00			Alternanza di ceneri grossolane e medie marroni con lapilli fini
2.00	18.00			Ceneri fini e molto fini passanti a grossolane grigio marroni con livelletti di pomici chiare
3.00	21.00			Pozzolana sabbiosa con pomici da grigio marrone a marrone; presente un paleosuolo (P) nero parzialmente argillificato
0.50	21.50			Tufo giallastro a grana grossolana poche le pomici

P19

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.20

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 321

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
1.00	1.00			Terreno vegetale
3.00	4.00			Alternanza di ceneri di varia granulometria e colore con intercalazioni di pomici scure
0.40	4.40			Pozzolana humificata ocra scura
1.10	5.50			Pomici grossolane giallastre
4.90	10.40			Ceneri grossolane grigio marroni con lapilli in tracce
1.60	12.00			Sabbia fine litica poco assortita
8.00	20.00			Pozzolana sabbiosa grigia con pomici grossolane chiare; in basso aumento della granulometria con abbondanti litici e scorie

COMUNE DI MARANO DI NAPOLI

P20

Località: MARANO DI NAPOLI

Scala 1:100 Data: P.R.G. 1984 Sigla: S.21

Attrezzatura: Quota dal p.c.(m): 270

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE
0.50	0.50			Terreno vegetale
2.00	2.50			Ceneri medie chiare stratificate, con numerosi livelli di pomici passanti a fini marroni
2.20	4.70			Pomici grossolane e medie in abbondante matrice cineritica
2.50	7.20			Ceneri grossolane grigio marroni con pomici; in basso diminuzione della granulometria e scomparsa delle pomici
0.80	8.00			Pozzolana humificata marrone ocra
1.00	9.00			Lapilli pomicei medi con livelli di ceneri grossolane marroni ed ocra
2.00	11.00			Ceneri da medie a fini marrone chiaro
1.30	12.30			Lapilli pomicei fini con poca matrice cineritica
7.70	20.00			Ceneri grossolane grigio marroni da assortite a molto assortite con qualche litico
1.50				

P21

STRATIGRAFIA - S.1

SCALA 1 : 125 Pagina 1/1

Riferimento: Indagini Geologiche - Geognostiche per adeguamento P.R.G. alla normativa antisismica	Sondaggio: S.1
Località: Marano, Scuola elementere Mallardo	Quota: 170 mt s l m
Impresa esecutrice: R.T.P Di Nardo & Cacciapuoti	Data: 19/04/04
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Cacciapuoti Salvatore
Perforazione: Carotaggio continuo	

ø mm	R v	A r	A s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
															0.5	Terreno vegetale visibilmente alterato di colore marrone scuro con tracce di arbusti e radici.
																Piroclastite limo - sabbiosa a granulometria medio fine, di colore marrone con rare inclusioni pomicee.
												3-4-3	7		3.0	
															4.5	Pozzolana sabbiosa, limosa a tratti a granulometria fine con rari e piccoli inclusi pomicei.
												5-3-3	6		8.0	Pozzolana sabbiosa, debolmente limosa a granulometria medio fine, talvolta grossolana, di colore marrone, con inclusioni pomicee, diam max 2 cm.
												6-8-11	19		10.6	Pozzolana sabbiosa debolmente limosa di colore grigio marrone, a granulometria media con livelli granulari, e rari inclusi pomicei.
												19-20-22	42			Pozzolana sabbiosa limosa di colore grigio, a granulometria medio fine con piccoli inclusi pomicei.
												17-21-24	45		25.0	

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

ORDINE DEI GEOLOGI della Regione Campania - dr. geol. SALVATO CACCIAPUOTI Albo n. 1905

ORDINE DEI GEOLOGI della Regione Campania - dr. geol. ANTONIO DI NARDO Albo n. 1580

P22

STRATIGRAFIA - S.2

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: Indagini Geologiche - Geognostiche per adeguamento P.R.G. alla normativa antisismica	Sondaggio: S.2
Località: Marano, Villetta Parco Sime	Quota: 210 mt s l m
Impresa esecutrice: R.T.P. Di Nardo & Cacciapuoti	Data: 20/04/04
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Antonio Di Nardo
Perforazione: Carotaggio continuo	

ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
															0.5	Terreno vegetale visibilmente alterato di colore marrone scuro con tracce di arbusti e radici.
																Piroclastite limo - sabbiosa a granulometria medio fine, di colore grigio con rare inclusioni pomicee.
												3-3-4			4.0	
															4.5	Pozzolana sabbiosa di colore marrone a granulometria fine con abbondanti inclusi pomicei, diam. max. 0.5 cm.
															5.5	Coltre piroclastica pedogenizzata visibilmente alterata, di colore nerastro, e con inlusi pomicei, diam. max. 0.5 cm.
												4-6-7	13			Pozzolana sabbiosa - limosa a granulometria medio fine di colore grigio, con piccole inclusioni pomicee.
												8-10-11	21		9.0	Sabbia vulcanica con assortimento quasi granulare, limosa a tratti, di colore grigio con piccole inclusioni pomicee.
												10-13-16	29			
												15-19-23	42			
															16.0	Tufo in facies gialla rossastra litoide.
															20.0	

ORDINE DEI GEOLOGI della Regione Campania
dr. geol. SALVATORE CACCIAPUOTI Albo n. 1580
ORDINE DEI GEOLOGI della Regione Campania
dr. geol. ANTONIO DI NARDO Albo n. 1580

P23

STRATIGRAFIA - S.3

SCALA 1 : 125 Pagina 1/1

Riferimento: Indagini Geologiche - Geognostiche per adeguamento P.R.G. alla nuova normativa antisismica	Sondaggio: S.3
Località: Marano, Torre Caracciolo	Quota: 340 mt s l m
Impresa esecutrice: R.T.P. Di Nardo & Cacciapuoti	Data: 21/04/04
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Salvatore Cacciapuoti
Perforazione: Carotaggio continuo	

ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					1											Terreni piroclastici di riporto e/o alluvionali, sabbiosi, debolmente limosi di colore marrone con inclusioni di clasti tufacei, talvolta poligenici.
					2											
					3							3-4-4	8			
					4											
					5										5.5	
					6							4-5-5	10			Piroclastite sabbiosa limosa di colore grigio
					7										7.0	
					8										7.9	Pozzolana sabbiosa debolmente limosa di colore marrone ocra con inclusi pomicei, talvolta notevoli, diam. med. 1 cm.
					9							6-6-7	13		9.0	Coltre piroclastica con tracce di pedogenesi di colore nerastro con inclusi pomicei.
					10											Pozzolana sabbiosa con assortimento granulare, limosa a tratti di colore grigio, con piccoli inclusi pomicei.
					11											
					12							9-11-12	23			
					13											
					14											
					15							9-8-11	19			
					16											
					17											
					18											
					19											
					20											
					21											
					22											
					23											
					24										24.0	
					25										25.0	Tufo in facies gialla rossastra litoide.

ORDINE DEI GEOLOGI della Regione Campania
dr. geol. SALVATORE CACCIAPUOTI Albo n. 1905
dr. geol. ANTONIO DI NARDO Albo n. 580

P24

STRATIGRAFIA - S.4

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: Indagini Geologiche - Geognostiche per adeguamento P.R.G. alla normativa antisismica	Sondaggio: S.4
Località: Marano, Villetta P.zza Libera	Quota: 158 mt s l m
Impresa esecutrice: R.T.P. Di Nardo & Cacciapuoti	Data: 22/04/04
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Antonio Di Nardo
Perforazione: Carotaggio continuo	

ø mm	R v	A r	A s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					1 2 3							2-2-2	4		3.0	Materiale di riporto di natura piroclastica di colore marrone, con tracce organiche nella parte alta, e inclusioni poligeniche eterogenee miste a materiale di risulta.
					4										4.6	Piroclastite sabbiosa limosa di colore grigio marrone a granulometria fine.
					5 6							5-4-3	7		5.5 6.6	Coltre piroclastica pedogenizzata di colore nerastro. Nicchia di lapillo e pomici in matrice sabbiosa, diam med. 0.7 cm.
					7 8 9 10 11 12 13							7-8-11 9-6-8	19 14		13.8	Pozzolana sabbiosa limiosa di colore grigio, con inclusi pomicei di notevoli dimensioni (3/4 cm) tra i 9 e gli 11 mt dal p.c..
					14										14.5	Tufo terroso in matrice sabbiosa in facies giallastra.
					15 16 17 18 19 20 21 22										22.0	Tufo in facies gialla rossastra litoide con tracce di alterazione pipernoide di colore nerastro dai 14.7 ai 15 m dal p.c.

dr. geol. SALVATORE CACCIAPUOTI Albo n. 1905 dell'Ordine dei Geologi della Regione Campania

dr. geol. Antonio Di Nardo Albo n. 1580 dell'Ordine dei Geologi della Regione Campania

P25

STRATIGRAFIA - S.5

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: Indagini - Geologiche - Geognostiche per adeguamento P.R.G. alla normativa antisismica	Sondaggio: S.5
Località: Marano, Scuola elementare S. Marco	Quota: 200 mt s l m
Impresa esecutrice: R.T.P. Di Nardo & Cacciapuoti	Data: 22/04/04
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Salvatore Cacciapuoti
Perforazione: Carotaggio continuo	

ø mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1									1.0	Terreno vegetale di colore marrone scuro con tracce di arbusti e radici.
				2										Piroclastite sabbiosa debolmente limosa di colore grigio scuro a granulometria grossolana, con piccoli ma diffusi inclusi pomicei.
				3						4-4-3	7			
				4									4.5	
				5										Pozzolana sabbiosa - limosa di colore grigio, a granulometria medio fine.
				6						9-6-5	11			
				7										
				8										
				9										
				10						7-7-9	16			
				11									11.5	
				12										Tufo in facies giallo rossastra litoide.
				13										
				14										
				15										
				16										
				17										
				18										
				19										
				20										
				21										
				22									22.0	

ORDINE DEI GEOLOGI della Regione Campania dr. geol. SALVATORE CACCIAPUOTI Albo n. 1905

ORDINE DEI GEOLOGI della Regione Campania dr. geol. ANTONIO DI NARDO Albo n. 1580

P26

STRATIGRAFIA - S.6

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: Indagini Geologiche - Geognostiche per adeguamento P.R.G. alla normativa antisismica	Sondaggio: S.6
Località: Marano, Scuola elementare S. Rocco	Quota: 145 mt s,l,m,
Impresa esecutrice: R.T.P. Di Nardo & Cacciapuoti	Data: 23/04/04
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Antonio Di Nardo
Perforazione: Carotaggio continuo	

ø mm	R v	A r	A s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					1										2.0	Terreno vegetale di colore marrone scuro con tracce di arbusti e radici misto a riporto con clasti poligenici eterogenei.
					2										2.6	Coltre piroclastica pedogenizzata di colore nerastro, con rare e piccole inclusioni pomicee.
					3							3-2-2	4		3.4	Pozzolana sabbiosa - limosa di colore marrone ocra con inclusioni pomicee diffuse, diam. med. 0.3 cm.
					4										4.3	Coltre piroclastica con tracce di pedogenesi di colore nerastra con inclusi pomicei, diam. med. 0.3 cm.
					5											Pozzolana sabbiosa, limosa a tratti di colore grigio a granulometria medio fine talvolta grossolana, con inclusi pomicei di dimensioni notevoli, diam. med. 1/2 cm.
					6							7-7-8	15			
					7											
					8											
					9							9-10-10	20			
					10											
					11											
					12											
					13							11-11-11	22			
					14											
					15											
					16							9-10-11	21			
					17										17.5	
					18											Tufo in facies gialla rossastra litoide.
					19											
					20											
					21											
					22										22.0	

ORDINE DEI GEOLOGI della Regione Campania
dr. geol. ANTONIO DI NARDO Albo n. 1580

P27

Indagini Istituto Magistrale LEVI (2005)

APPENDICE A1

Stratigrafia del Sondaggio

ISOGEA S.r.l. SETTORE GEOTECNICA
Indagini, monitoraggio e prove geologiche, geotecniche, geofisiche, strutturali, chimiche, ambientali - Qualità - Sicurezza

SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Committente :	Amministrazione Provinciale di Napoli - Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica
Cantiere :	Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale "Levi" con sede in Marano di Napoli
Lavori:	Campagna di indagini geognostiche

SONDAGGIO n°:	S1	**Tipo perforazione:**	a carotaggio continuo
Data:	06/06/2005	**Tipo carotiere:**	semplice
Cassette n°:	5	**Macchina perforatrice:**	CMV 800 gommata

STRATIGRAFIA

profondità dal p.c. (m)	potenza (m)	Descrizione Litologica	Simbologia	Campioni: Profondità	Campioni: Indisturbati e Rimaneggiati	Strumentazione installata	S.P.T.	Percentuale di Carotaggio (%)
0,60	0,60	**Materiale di origine vulcanica.** Contiene dischi di calcestruzzo.						
2,00	1,40	**Materiale di riporto** di origine piroclastica. Contiene rari inclusi lapidei calcarei di dimensione massima pari a 1 cm. **Granulometria:** sabbia debolmente limosa. **Colore:** marrone chiaro. **Consistenza:** sciolto.						
3,00	1,00	**Materiale di origine vulcanica.** Si notano rare pomici di dimensione massima pari a 0,5 cm. **Granulometria:** sabbia debolmente limosa. **Colore:** da marrone scuro a nerastro. **Consistenza:** debolmente addensato. Probabile paleosuolo.					3,00 - 3,45 (2,2,3)	
		Materiale di origine vulcanica. Si notano rare pomici bianche di dimensione massima pari a 1,5 cm. **Granuiometria**: sabbia debolmente limosa. **Colore**: beige. **Consistenza**: sciolto.			4,00 – 4,50		N=1,4 φ=23°	
6,00	3,00	**Materiale di origine piroclastica.** Si notano abbondanti pomici da millimetriche a dimensione massima pari a 1 cm in matrice limosabbiosa. **Granulometria:** ghiaia limosa sabbiosa. **Colore:** clasti bianchi in matrice marrone nerastro. **Consistenza:** sciolto.						
6,50	0,50							
7,00	0,50	**Materiale di origine piroclastica.** Si notano rare pomici bianche millimetriche. **Granulometria:** limo sabbioso. **Colore:** marrone nerastro. **Consistenza:** sciolto.			7,00 – 7,50		N=1,4 7,50 - 7,95 (3,3,5) φ=26,1°	
							10,00 - 10,45 (8,7,5)	
		Materiale di origine piroclastica. Si notano pomici grigie di dimensione da millimetriche a massimo 1 cm. Granulometria: Sabbia ghiaiosa debolmente limosa. Colore: beige fino a 13 m. Da 13 m a 20 m verdastro.					13,00 - 13,45 (19,11,11)	
					14,50 – 15,00		N=1,9 15,00 - 15,45 (16,9,10) φ=30°	
							18,00 - 18,45 (11,11,11)	
20,00	13,00							

FINE SONDAGGIO

Sede Operativa: Via Bagnara, 6 - 80055 Portici (NA) Sede Legale: Via Vesuvio 134 - 80040 Trecase (NA) P.I. 03832461218
Tel. 0816070601 Tel./Fax 0816075750 Sito Internet: www.isogea.it e-mail: ambiente@isogea.it

APPENDICE A2

Documentazione fotografica



Foto 1 - Postazione



Foto 2 - Sondaggio S1 cassetta C1



Foto 3 - Sondaggio S1 cassetta C2



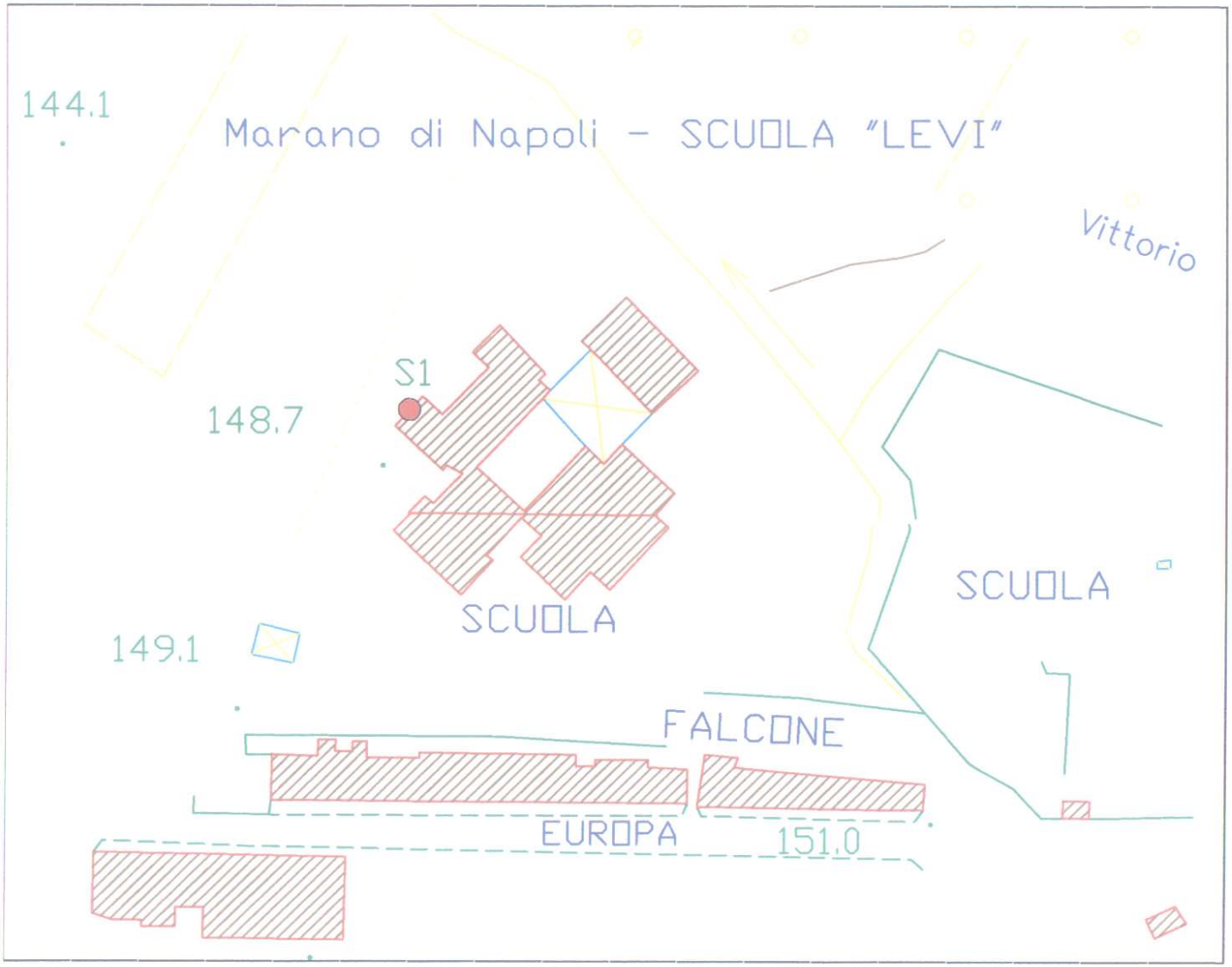
Foto 4 - Sondaggio S1 cassetta C3



Foto 4 - Sondaggio S1 cassetta C4

APPENDICE A3

Ubicazione delle indagini


144.1
Marano di Napoli - SCUOLA "LEVI"
Vittorio
S1
148.7
SCUOLA
SCUOLA
149.1
FALCONE
EUROPA
151.0

APPENDICE A4

Certificati prove di laboratorio geotecnico

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

Lavoro n.:	018/05	Certificato n.:	255CFG	Data:	07/06/2005
Committente:	*Amministrazione Provinciale di Napoli* *Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica*	**Campione:**	*SIC1*		
Cantiere:	*Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale "Levi" con sede in Marano di Napoli*	**Quota:**	*4,00 - 4,50*		

Stato del Campione:	Indisturbato			
Dimensione del campione	Lunghezza:	0,50 m	Diametro:	0,08 m

Descrizione del campione:	Campione indisturbato costituito da materiale sabbioso di colore marrone chiaro.

Caratteristiche fisiche generali

Peso specifico dei grani (ASTM D854-92)	γ_s	24,28	KN/m^3
Contenuto d'acqua (ASTM D2216-92)	w	24,00	%
Peso dell'unità di volume umido (BS 1377-90)	γ	14,24	KN/m^3
Peso dell'unità di volume secco (BS 1377-90)	γ_d	11,46	KN/m^3
Porosità	n	53,00	%
Indice di porosità	e	1,12	--
Grado di saturazione	Sr	53,00	%

Limiti di Atterberg (ASTM D4318-84)

Limite di liquidità	W_L	28,50	%
Limite di Plasticità	W_P	25,00	%
Indice di Plasticità	I_P	3,50	%

Limite di ritiro (ASTM D427-83; D4943-89)	W_R	23,50	%
Tenore in carbonati (ASTM D4373-84)		-	%
Sostanze organiche (ASTM D2974-87)		-	%

Il Direttore del Laboratorio

PROVE DI LABORATORIO MONITORAGGI ISOGEA S.r.l. PORTICI INDAGINI SU STRUTTURE INDAGINI IN SITO

Il Responsabile della Sperimentazione

ANALISI GRANULOMETRICA

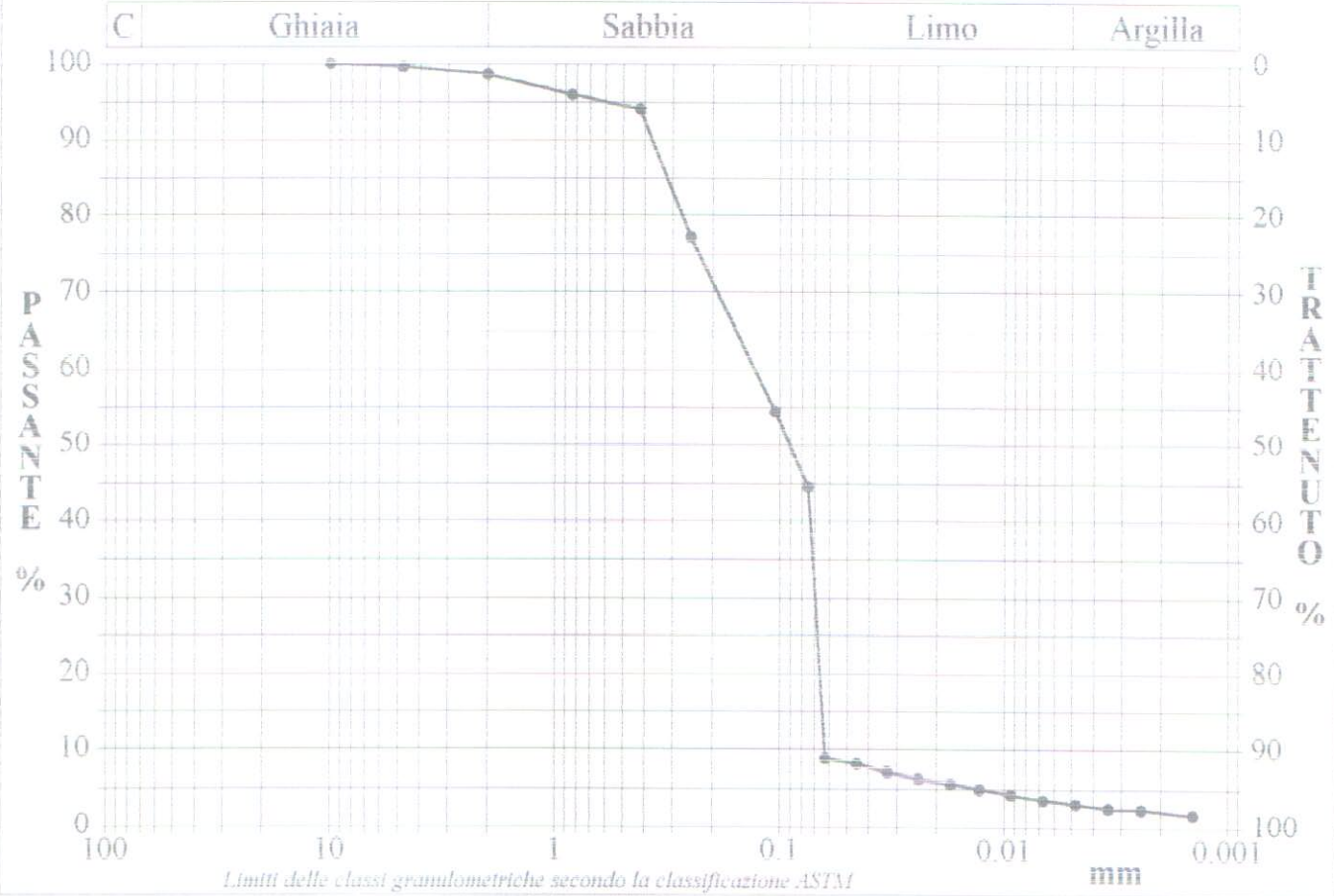
Verbale accettaz. n°: 018/05	Data emissione: 08/06/05
Data accettazione: 06/06/05	Certificato n°: 255GRN

COMMITTENTE: Amministrazione Provinciale di Napoli - Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica

RIFERIMENTO: Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale Levi con sede in Marano (NA)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4.00 - 4.50

Ghiaia	1,4 %	Norma ASTM D 422		D_{10}	0,06269 mm
Sabbia	54,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,6 %	D_{30}	0,06955 mm
Limo	41,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94,0 %	D_{50}	0,09047 mm
Argilla	3,1 %	Passante setaccio 200 (0.074 mm)	44,6 %	D_{60}	0,13027 mm
Coefficiente di uniformità	2,08	Coefficiente di curvatura	0,59	D_{90}	0,37105 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
10,0000	100,00	0,0750	44,56	0,0093	4,24				
4,7500	99,58	0,0623	8,89	0,0067	3,55				
2,0000	98,62	0,0451	8,20	0,0048	3,03				
0,8410	95,92	0,0330	7,17	0,0034	2,51				
0,4200	94,03	0,0240	6,30	0,0024	2,34				
0,2500	77,17	0,0173	5,62	0,0014	1,65				
0,1050	54,32	0,0129	4,93						

Sabbia con limo

Data inizio analisi: 07/06/05 Data fine analisi: 07/06/05

PROVE DI LABORATORIO MONITORAGGI ISOGEA s.r.l. PORTICI INDAGINI SU STRUTTURE INDAGINI IN SITO

Software SGEO

Il Direttore del Laboratorio Il Responsabile della Sperimentazione

ISOGEO
indagini, monitoraggio e prove geologiche, geotecniche, strutturali, chimiche, ambientali - Qualità - Sicurezza

PROVA EDOMETRICA

Verbale accettaz. n°: 018/05	Data emissione: 17/06/05
Data accettazione: 06/06/05	Certificato n°: 255EDM

COMMITTENTE: Amministrazione Provinciale di Napoli - Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica

RIFERIMENTO: Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale Levi con sede in Marano (NA)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4.00 - 4.50

Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³)	14,19
Umidità (%)	24,0
Peso specifico (kN/m³)	24,30
Volume dei pieni (cm³)	18,50
Volume dei vuoti (cm³)	20,77
Indice dei vuoti	1,12
Altezza provino (cm)	2,00
Volume provino (cm³)	39,27
Saturazione (%)	53,0

Pressione di preconsolidazione:

102,5 kPa

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

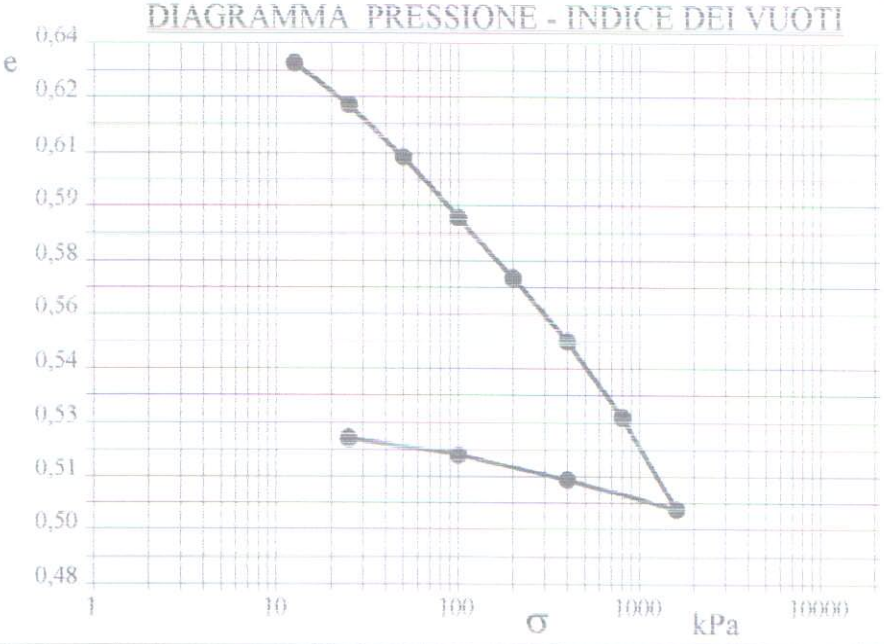
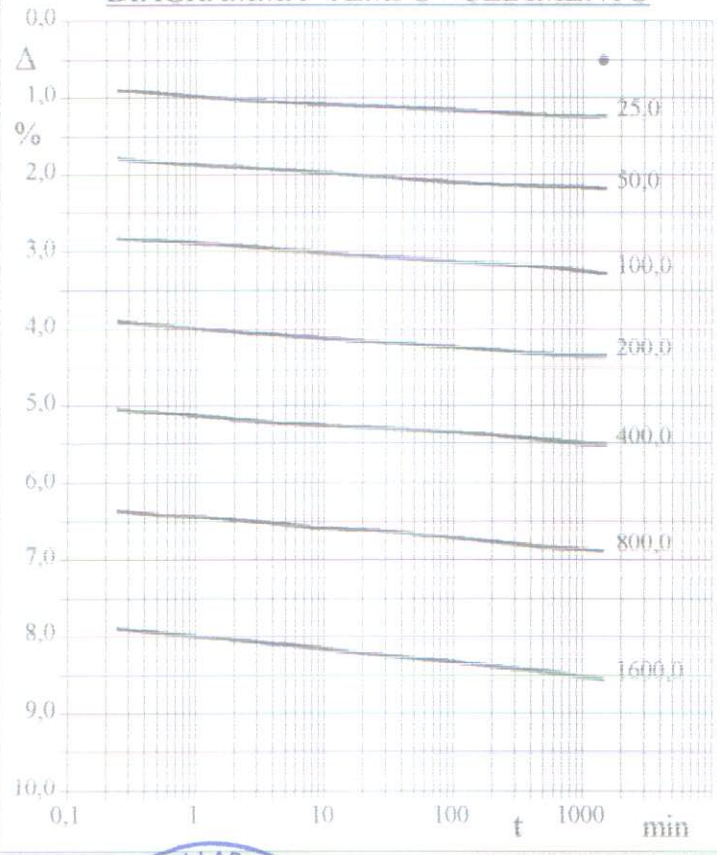
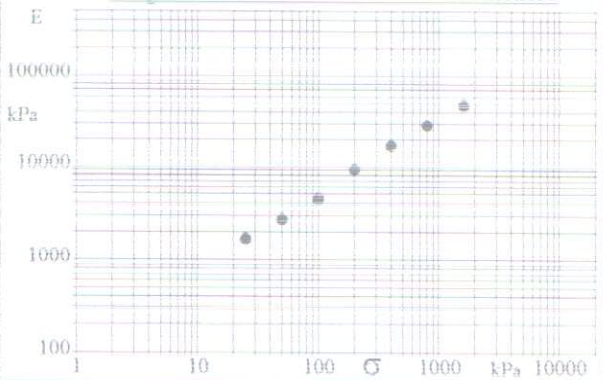


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec
12,5	10,0	0,634			
25,0	25,0	0,622	0,041	1667	0,002565
50,0	43,5	0,607	0,050	2703	0,003929
100,0	65,5	0,589	0,060	4545	0,007726
200,0	87,0	0,571	0,059	9302	0,003584
400,0	110,0	0,552	0,063	17391	0,011442
800,0	137,5	0,530	0,075	29091	0,000105
1600,0	171,0	0,502	0,091	47761	0,001255
400,0	160,0	0,511			
100,0	151,0	0,518			
25,0	145,0	0,523			

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



PROVE DI LABORATORIO MONITORAGGI INDAGINI SU STRUTTURE INDAGINI IN SITO
ISOGEO s.r.l. PORTICI

Data inizio analisi: 07/06/05 Data fine analisi: 16/06/05

Software SGEO

Il Direttore del Laboratorio Il Responsabile della Sperimentazione

ISOGEO
Indagini, monitoraggio e prove geologiche geotecniche, strutture, chimiche, ambientali - Qualità - Sicurezza

PROVA TRIASSIALE C.I.D.

Verbale accettaz. n°: 018/05	Data emissione: 08/06/05
Data accettazione: 06/06/05	Certificato n°: 255TXD

COMMITTENTE: Amministrazione Provinciale di Napoli - Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica

RIFERIMENTO: Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale Levi con sede in Marano (NA)

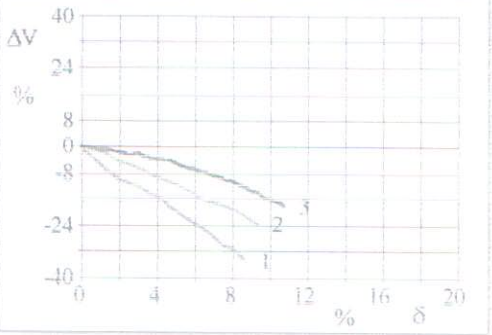
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4.00 - 4.50

Pr.	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Consolidazione				
n°	H cm	ϕ cm	γ kN/m³	γ_s kN/m³	w_0 %	S_0 %	P.C. kPa	B.P. kPa	σ_3 kPa	ΔV/V %	ΔH/H %
1	7,63	3,79	14,2	24,3	24,0	53,1	300	200	100	0,0	-0,1
2	7,63	3,79	14,2	24,3	24,0	52,9	400	200	200	0,0	-0,3
3	7,63	3,79	14,1	24,3	24,0	52,5	500	200	300	0,0	-0,4

Norma ASTM D 2850

Velocità di deformazione 0,009 mm/min

Diagramma Variazione di volume - Deformazione



Pr.	Valori finali o a rottura				
n°	w_f %	δ_f %	$\sigma_1-\sigma_3$ kPa	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$ kPa
1	23,0	3,3	149	174	74
2	22,0	4,3	301	351	151
3	21,0	5,0	452	526	226

H ϕ - Altezza e diametro dei provini
w_0 w_f - Umidità iniziale e finale
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S - Grado di saturazione
ΔH ΔV - Variazioni di altezza e volume
P.C. - Pressione di cella
B.P. - Back pressure
δ_f - Deformazione a rottura
σ_1 σ_3 - Tensioni totali

TENSIONI EFFICACI

c' = 1 kPa

ø' = 25 °

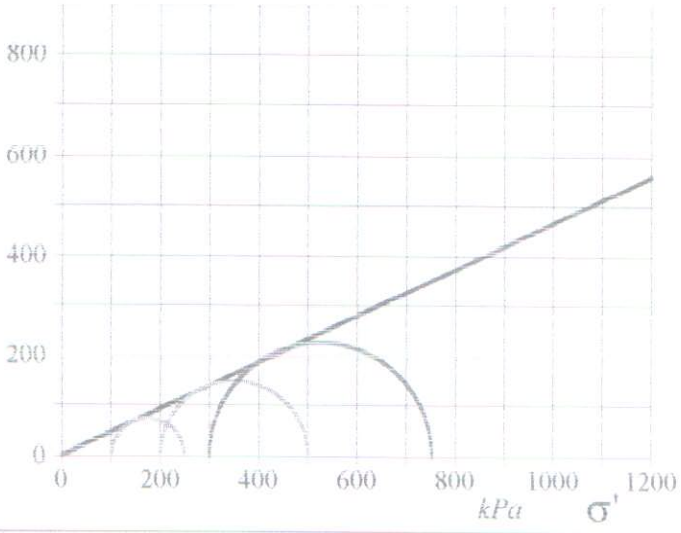
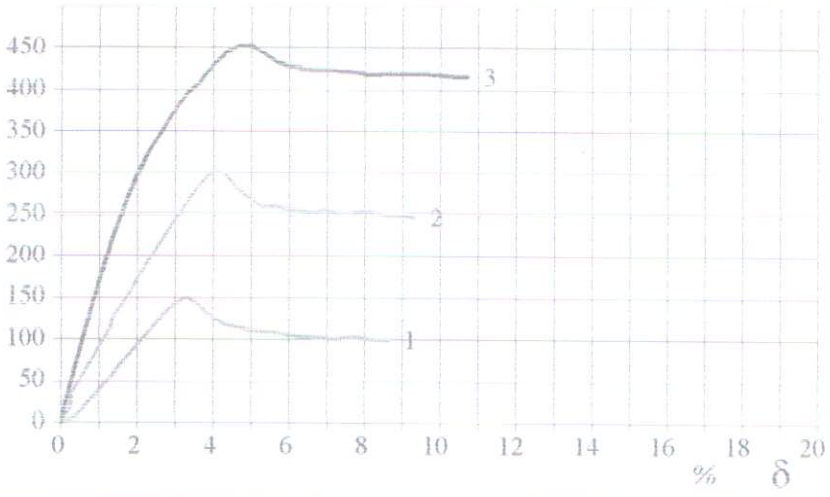


DIAGRAMMA TENSIONE EFFICACE - DEFORMAZIONE



Data inizio analisi: 07/06/05 Data fine analisi: 07/06/05

Software SGEO

Il Direttore del Laboratorio

Il Responsabile della Sperimentazione

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

Lavoro n.:	018/05	Certificato n.:	256CFG	Data:	07/06/2005
Committente:	*Amministrazione Provinciale di Napoli* *Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica*		**Campione:**	*S1C2*	
Cantiere:	*Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale "Levi" con sede in Marano di Napoli*		**Quota:**	*7,00 - 7,50*	

Stato del Campione:	Indisturbato			
Dimensione del campione	Lunghezza:	0,50 m	Diametro:	0,08 m
Descrizione del campione:	Campione indisturbato costituito da varie pomici grigie (dmax = 1,5 cm) contenute in una matrice sabbiosa di colore marrone.			

Caratteristiche fisiche generali

Peso specifico dei grani (ASTM D854-92)	γ_s	24,65	KN/m^3
Contenuto d'acqua (ASTM D2216-92)	w	31,00	%
Peso dell'unità di volume umido (BS 1377-90)	γ	14,43	KN/m^3
Peso dell'unità di volume secco (BS 1377-90)	γ_d	10,99	KN/m^3
Porosità	n	55,00	%
Indice di porosità	e	1,24	--
Grado di saturazione	Sr	63,00	%

Limiti di Atterberg (ASTM D4318-84)

Limite di liquidità	W_l	35,00	%
Limite di Plasticità	W_P	32,00	%
Indice di Plasticità	I_P	3,00	%

Limite di ritiro (ASTM D427-83; D4943-89)	W_R	28,50	%
Tenore in carbonati (ASTM D4373-84)		-	%
Sostanze organiche (ASTM D2974-87)		-	%

Il Direttore del Laboratorio

PROVE DI LABORATORIO MONITORAGGI INDAGINI SU STRUTTURE INDAGINI IN SITO ISOGEA S.r.l.

Il Responsabile della Sperimentazione

ANALISI GRANULOMETRICA

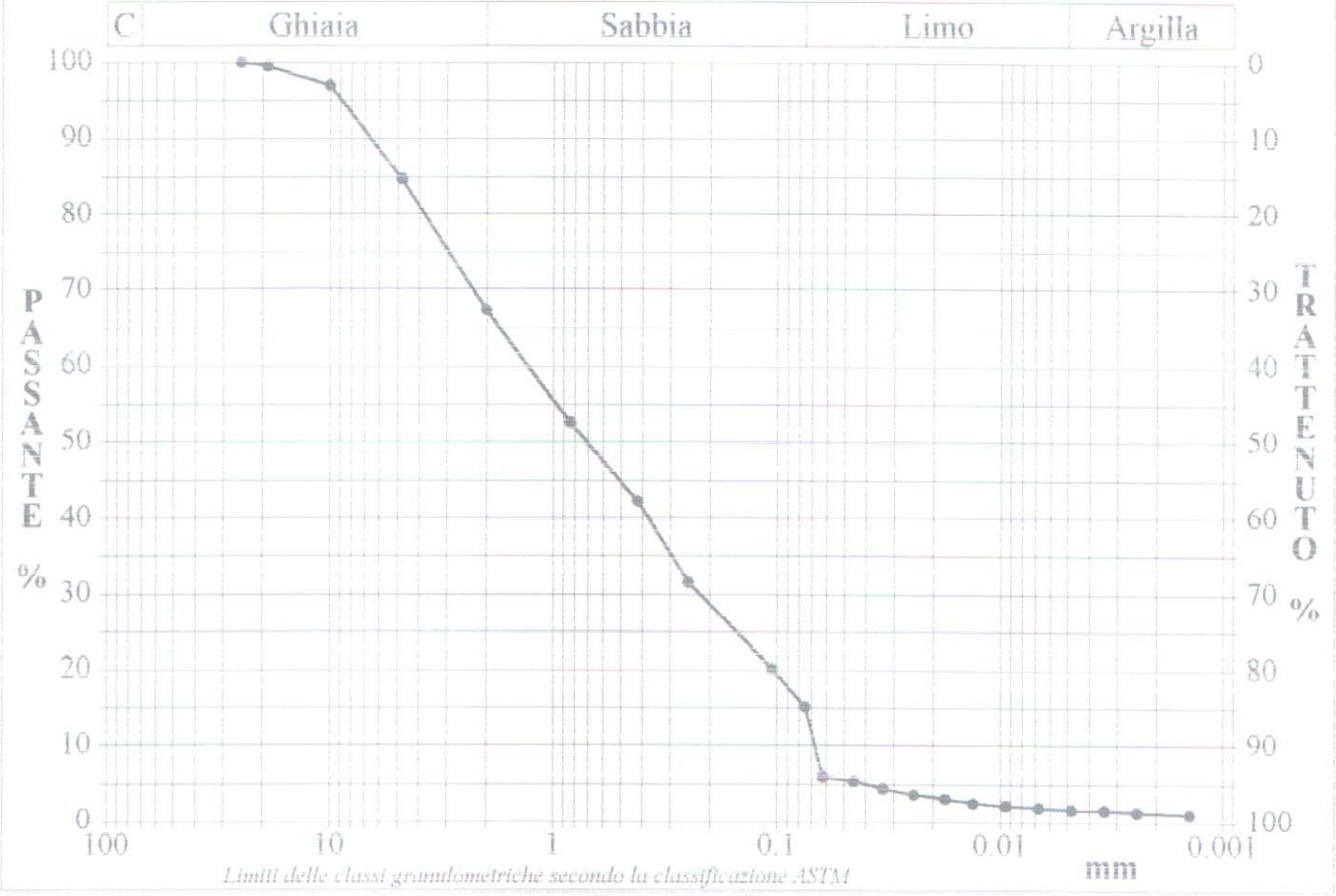
Verbale accettaz. n°: 018/05	Data emissione: 08/06/05
Data accettazione: 06/06/05	Certificato n°: 256GRN

COMMITTENTE: Amministrazione Provinciale di Napoli - Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica

RIFERIMENTO: Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale Levi con sede in Marano (NA)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 7.00 - 7.50

Ghiaia	32,8 %	Norma ASTM D 422		D_{10}	0,06752 mm
Sabbia	52,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	67,2 %	D_{30}	0,22123 mm
Limo	13,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	42,3 %	D_{50}	0,71026 mm
Argilla	1,7 %	Passante setaccio 200 (0.074 mm)	15,2 %	D_{60}	1,30778 mm
Coefficiente di uniformità	19,37	Coefficiente di curvatura	0,55	D_{90}	6,54473 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
25,0000	100,00	0,2500	31,62	0,0176	3,09	0,0014	1,04		
19,0000	99,52	0,1050	20,14	0,0132	2,49				
10,0000	96,98	0,0750	15,17	0,0094	2,13				
4,7500	84,72	0,0622	5,99	0,0067	1,88				
2,0000	67,23	0,0453	5,39	0,0048	1,64				
0,8410	52,49	0,0334	4,42	0,0034	1,52				
0,4200	42,26	0,0244	3,70	0,0024	1,28				

Sabbia con ghiaia debolmente limosa

Data inizio analisi: 07/06/05 Data fine analisi: 07/06/05

Software SGEO

PROVE DI LABORATORIO MONITORAGGI ISOGEA srl FORTICI INDAGINI SU STRUTTURE INDAGINI IN SITO

Il Direttore del Laboratorio

Il Responsabile della Sperimentazione

PROVA EDOMETRICA

Verbale accettaz. n°: 018/05	Data emissione: 17/06/05
Data accettazione: 06/06/05	Certificato n°: 256EDM

COMMITTENTE: Amministrazione Provinciale di Napoli - Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica

RIFERIMENTO: Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale Levi con sede in Marano (NA)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 7.00 - 7.50

Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³)	14,44
Umidità (%)	31,0
Peso specifico (kN/m³)	24,70
Volume dei pieni (cm³)	17,53
Volume dei vuoti (cm³)	21,74
Indice dei vuoti	1,24
Altezza provino (cm)	2,00
Volume provino (cm³)	39,27
Saturazione (%)	63,0

Pressione di preconsolidazione:

335,5 kPa

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

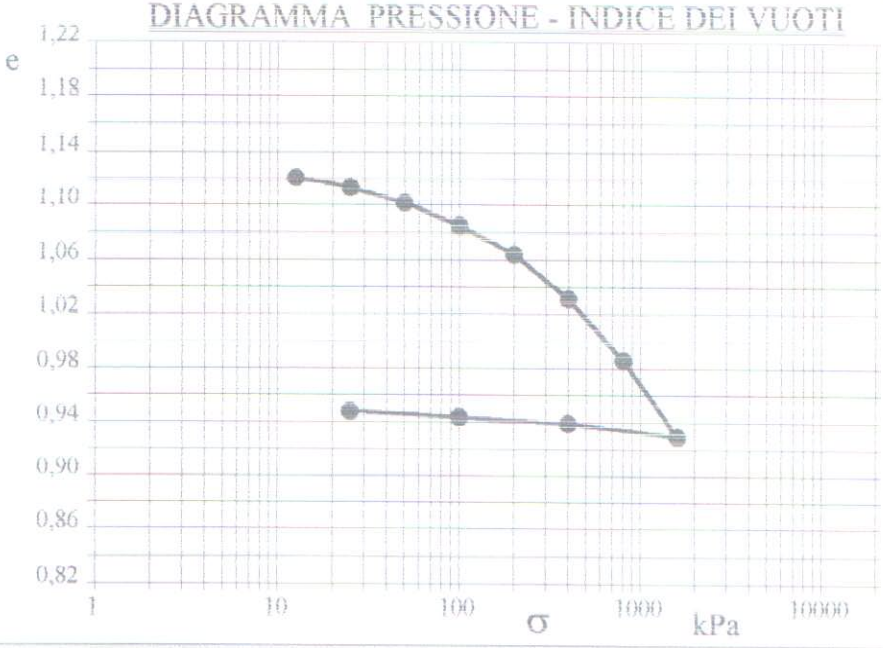
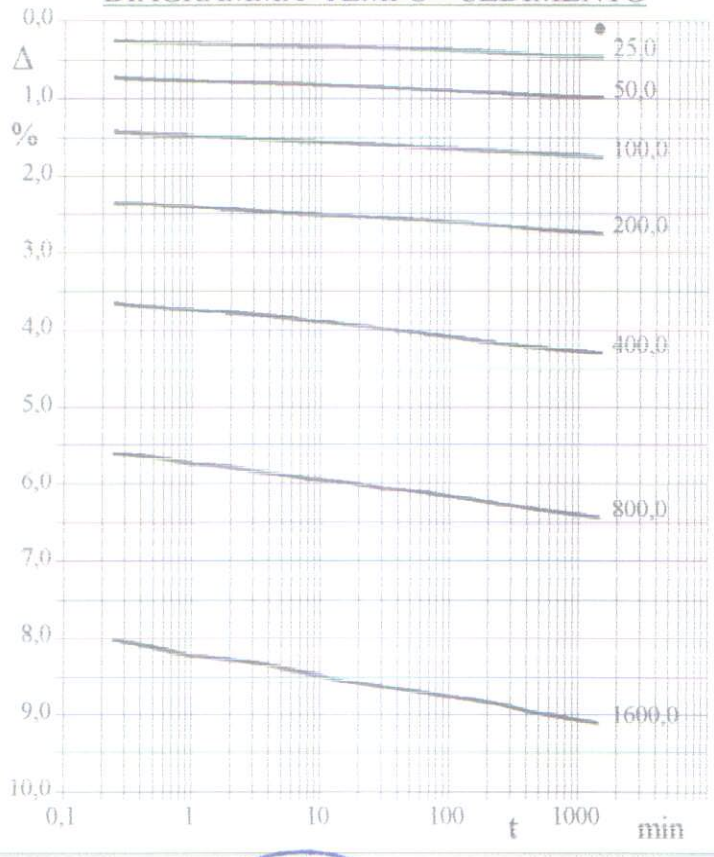
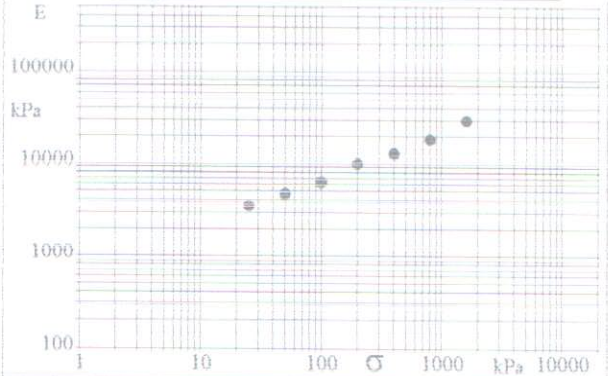


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Ce	Modulo kPa	Cv cm²/sec
12,5	2,0	1,121			
25,0	9,0	1,113	0,025	3571	0,002336
50,0	19,5	1,102	0,037	4762	0,002614
100,0	35,0	1,086	0,055	6452	0,001441
200,0	55,0	1,064	0,071	10000	0,001091
400,0	86,0	1,032	0,109	12903	0,001440
800,0	128,5	0,986	0,150	18824	0,003876
1600,0	182,0	0,930	0,189	29907	0,005704
400,0	173,0	0,939			
100,0	169,0	0,943			
25,0	165,0	0,948			

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



Data inizio analisi: 07/06/05 Data fine analisi: 16/06/05

Software SGEO

PROVE DI LABORATORIO MONITORAGGIO ISOGEA S.r.l. PORTICI INDAGINI SU STRUTTURE INDAGINI IN SITO

Il Direttore del Laboratorio

Il Responsabile della Sperimentazione

ISOGEA

Indagini, monitoraggio e prove geologiche, geotecniche, geofisiche, strutturali, chimiche, ambientali - Idraulica - Sicurezza

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Verbale accettaz. n°: 018/05	Data emissione: 09/06/05
Data accettazione: 06/06/05	Certificato n°: 256TD

COMMITTENTE: Amministrazione Provinciale di Napoli - Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica

RIFERIMENTO: Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale Levi con sede in Marano (NA)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 7.00 - 7.50

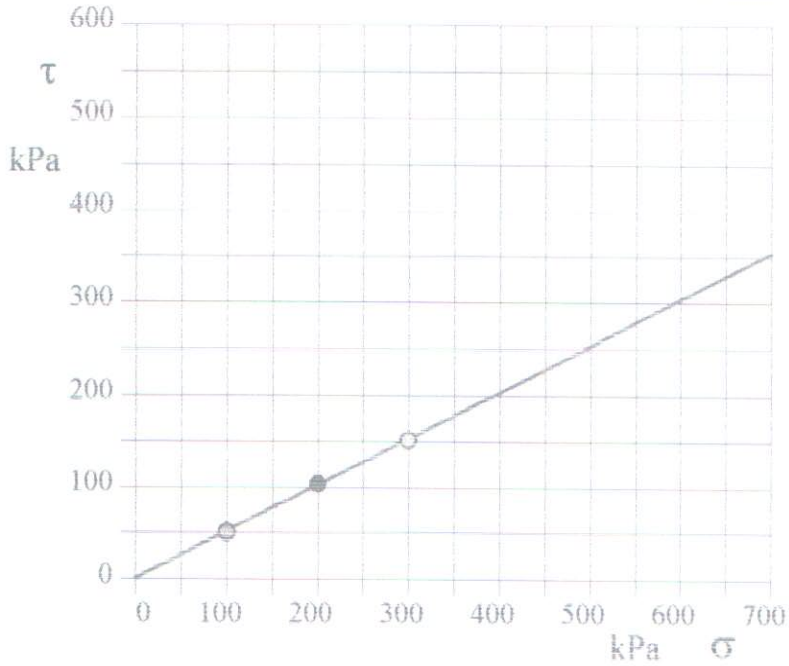
Coesione:	1,9	kPa	Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Angolo di attrito interno:	26,7	°	Velocità di deformazione:	0,009 mm / min

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	51	104	152
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,04	-0,05	-0,50

Norma ASTM D 3080

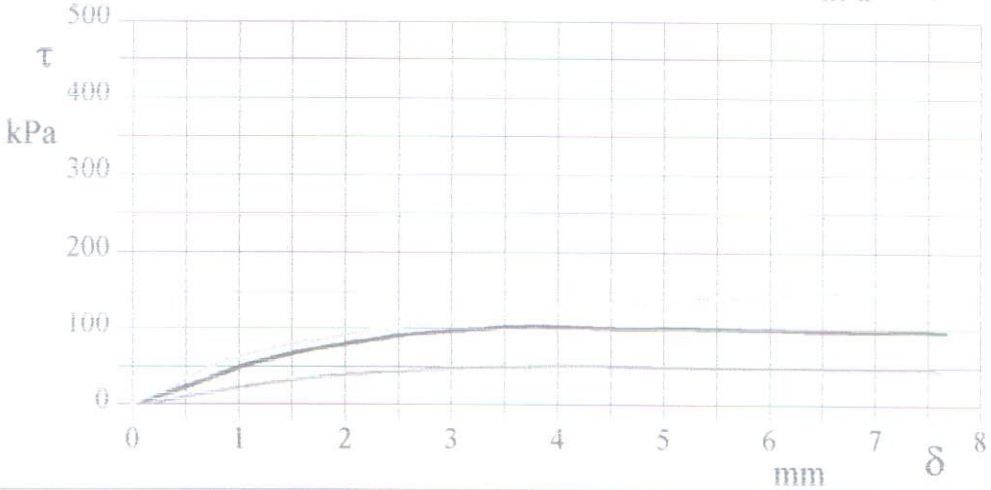
DIAGRAMMA

$\tau - \sigma$



DIAGRAMMA

$\tau - \delta$



Data inizio analisi: 08/06/05

Data fine analisi: 08/06/05

Software SGHO

Il Direttore del Laboratorio

Il Responsabile della Sperimentazione

PROVE DI LABORATORIO MONITORAGGI INDAGINI SU STRUTTURE INDAGINI IN SITO ISOGEA S.r.l. FORTICI

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

Lavoro n.:	018/05	Certificato n.:	257CFG	Data:	07/06/2005
Committente:	*Amministrazione Provinciale di Napoli Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica*		**Campione:**	*S1C3*	
Cantiere:	*Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale "Levi" con sede in Marano di Napoli*		**Quota:**	*14,50 - 15,00*	

Stato del Campione:	Indisturbato			
Dimensione del campione	Lunghezza:	0,50 m	Diametro:	0,08 m
Descrizione del campione:	Campione indisturbato costituito da frequenti e piccolissime pomici (dmax = 0,2 cm) contenute in un'abbondante matrice sabbiosa di colore marrone chiaro.			

Caratteristiche fisiche generali

Peso specifico dei grani (ASTM D854-92)	γ_s	24,22	KN/m^3
Contenuto d'acqua (ASTM D2216-92)	w	26,00	%
Peso dell'unità di volume umido (BS 1377-90)	γ	19,18	KN/m^3
Peso dell'unità di volume secco (BS 1377-90)	γ_d	15,22	KN/m^3
Porosità	n	37,00	%
Indice di porosità	e	0,59	--
Grado di saturazione	Sr	100,00	%

Limiti di Atterberg (ASTM D4318-84)

Limite di liquidità	W_L	31,00	%
Limite di Plasticità	W_P	29,50	%
Indice di Plasticità	I_P	1,50	%

Limite di ritiro (ASTM D427-83; D4943-89)	W_R	25,00	%
Tenore in carbonati (ASTM D4373-84)		-	%
Sostanze organiche (ASTM D2974-87)		-	%

Il Direttore del Laboratorio

PROVE DI LABORATORIO MONITORAGGI ISOGEA S.r.l. INDAGINI SU STRUTTURE INDAGINI IN SITO

Il Responsabile della Sperimentazione

ANALISI GRANULOMETRICA

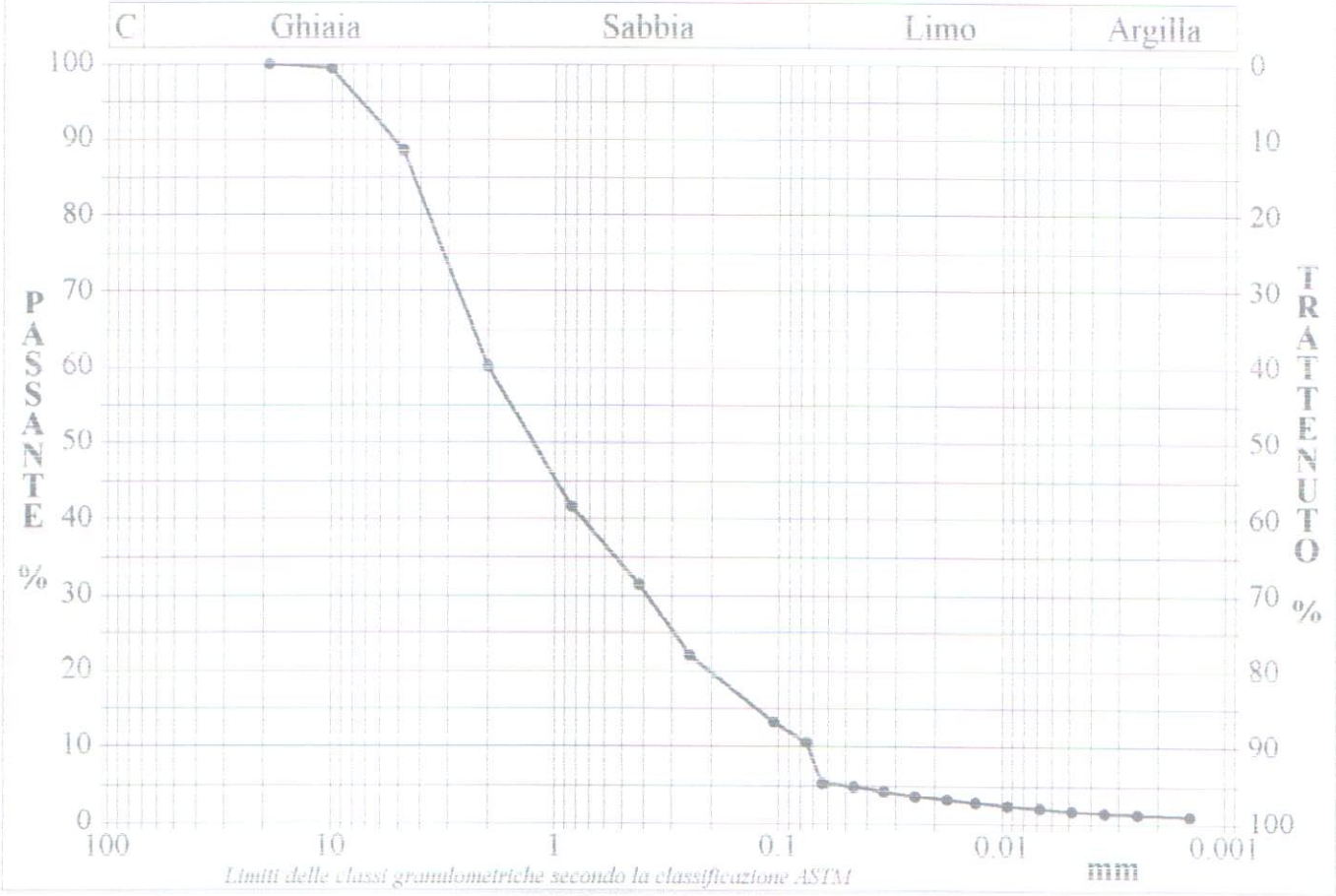
Verbale accettaz. n°: 018/05	Data emissione: 08/06/05
Data accettazione: 06/06/05	Certificato n°: 257GRN

COMMITTENTE: Amministrazione Provinciale di Napoli - Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica

RIFERIMENTO: Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale Levi con sede in Marano (NA)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 14.50 - 15.00

		Norma ASTM D 422			
Ghiaia	39,9 %			D_{10}	0,07353 mm
Sabbia	49,5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	60,1 %	D_{30}	0,38779 mm
Limo	8,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	31,4 %	D_{50}	1,24406 mm
Argilla	1,7 %	Passante setaccio 200 (0.074 mm)	10,6 %	D_{60}	1,99285 mm
Coefficiente di uniformità	27,10	Coefficiente di curvatura	1,03	D_{90}	5,23696 mm



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
19,0000	100,00	0,1050	13,23	0,0131	2,79				
10,0000	99,38	0,0750	10,65	0,0094	2,36				
4,7500	88,59	0,0637	5,30	0,0068	2,03				
2,0000	60,08	0,0461	4,87	0,0048	1,70				
0,8410	41,69	0,0337	4,21	0,0035	1,48				
0,4200	31,45	0,0244	3,67	0,0025	1,27				
0,2500	22,03	0,0176	3,23	0,0014	1,05				

Sabbia con ghiaia debolmente limosa

Data inizio analisi: 07/06/05 Data fine analisi: 07/06/05

PROVE DI LABORATORIO SONDAGGI INDAGINI SU STRUTTURE INDAGINI IN SITO ISOGEA S.r.l. PORTICI

Software SGEO

Il Direttore del Laboratorio

Il Responsabile della Sperimentazione

PROVA EDOMETRICA

Verbale accettaz. n°: 018/05	Data emissione: 17/06/05
Data accettazione: 06/06/05	Certificato n°: 257EDM

COMMITTENTE: Amministrazione Provinciale di Napoli - Direzione Amministrativa Edilizia Scolastica

RIFERIMENTO: Completamento ed ampliamento dell'istituto magistrale Levi con sede in Marano (NA)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 14.50 - 15.00

Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³)	18,56
Umidità (%)	26,0
Peso specifico (kN/m³)	24,20
Volume dei pieni (cm³)	23,91
Volume dei vuoti (cm³)	15,36
Indice dei vuoti	0,64
Altezza provino (cm)	2,00
Volume provino (cm³)	39,27
Saturazione (%)	99,9

Pressione di preconsolidazione:

411,2 kPa

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

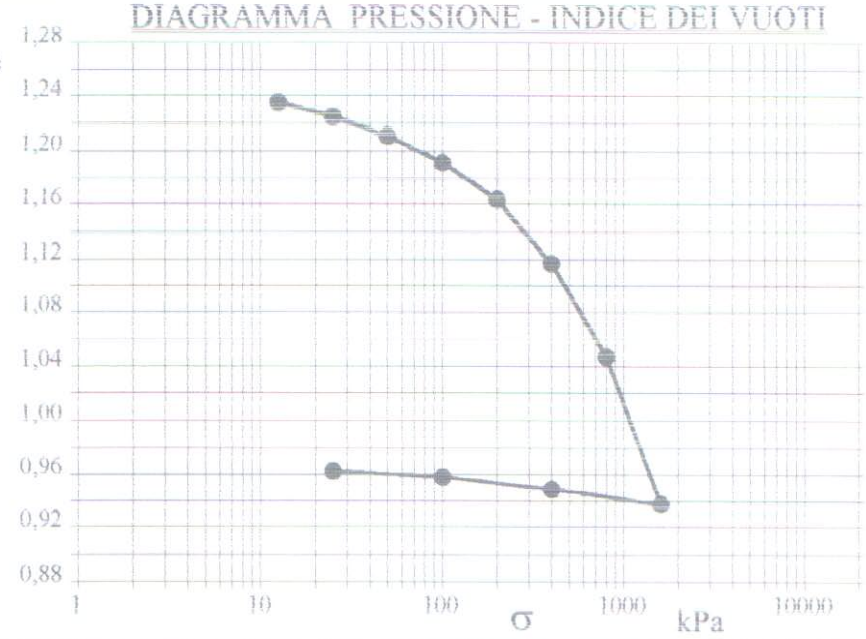
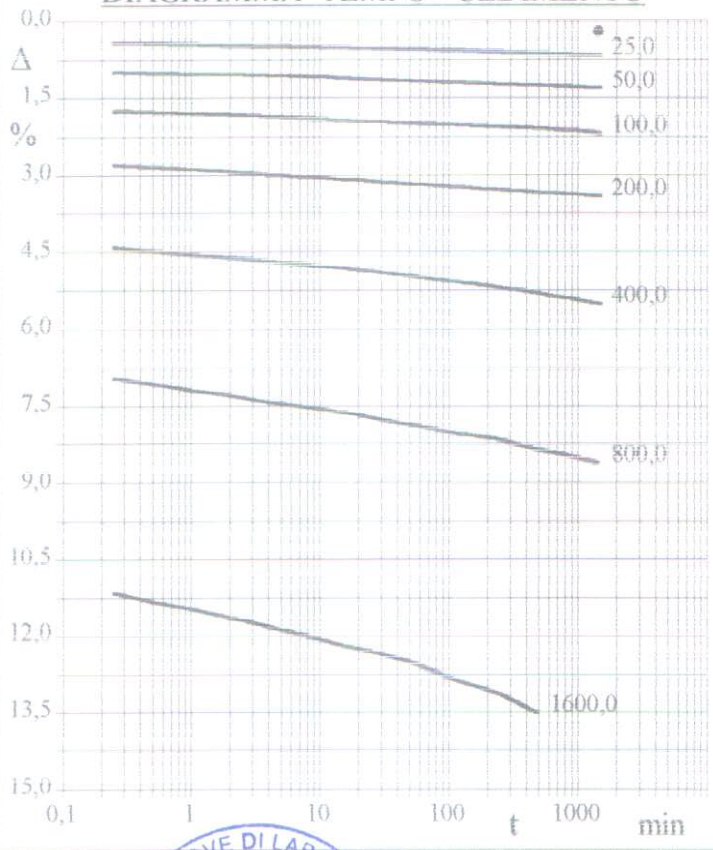
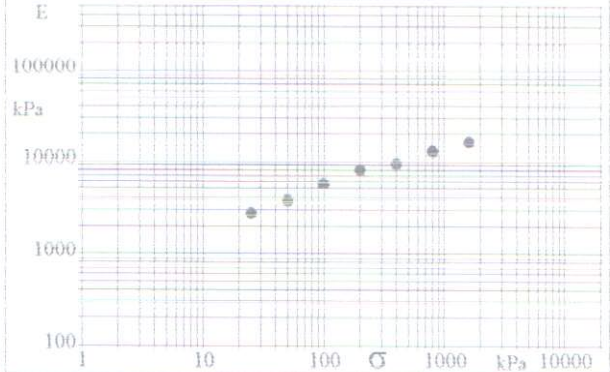


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec
12,5	4,0	1,236			
25,0	13,0	1,226	0,033	2778	0,001318
50,0	26,0	1,211	0,048	3846	0,001522
100,0	43,5	1,191	0,065	5714	0,004063
200,0	68,0	1,164	0,091	8163	0,002017
400,0	110,0	1,117	0,156	9524	0,001994
800,0	172,0	1,048	0,231	12903	0,001882
1600,0	270,0	0,938	0,365	16327	0,001055
400,0	260,0	0,949			
100,0	252,0	0,958			
25,0	248,0	0,962			

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



PROVE DI LABORATORIO MONITORAGGI INDAGINI SU STRUTTURE INDAGINI IN SITO ISOTEA PORCI

Data inizio analisi: 07/06/05 Data fine analisi: 16/06/05

Software SGEO

Il Direttore del Laboratorio

Il Responsabile della Sperimentazione

FRATELLI 4 s.r.l.
Sede Legale Via Cerzeta, snc
83029 S. AGATA IRPINA - SOLOFRA
Tel. 0825.535358 Fax 0825.536375 - e-mail: info@fratelli4.it
P.IVA 01826420646

P28

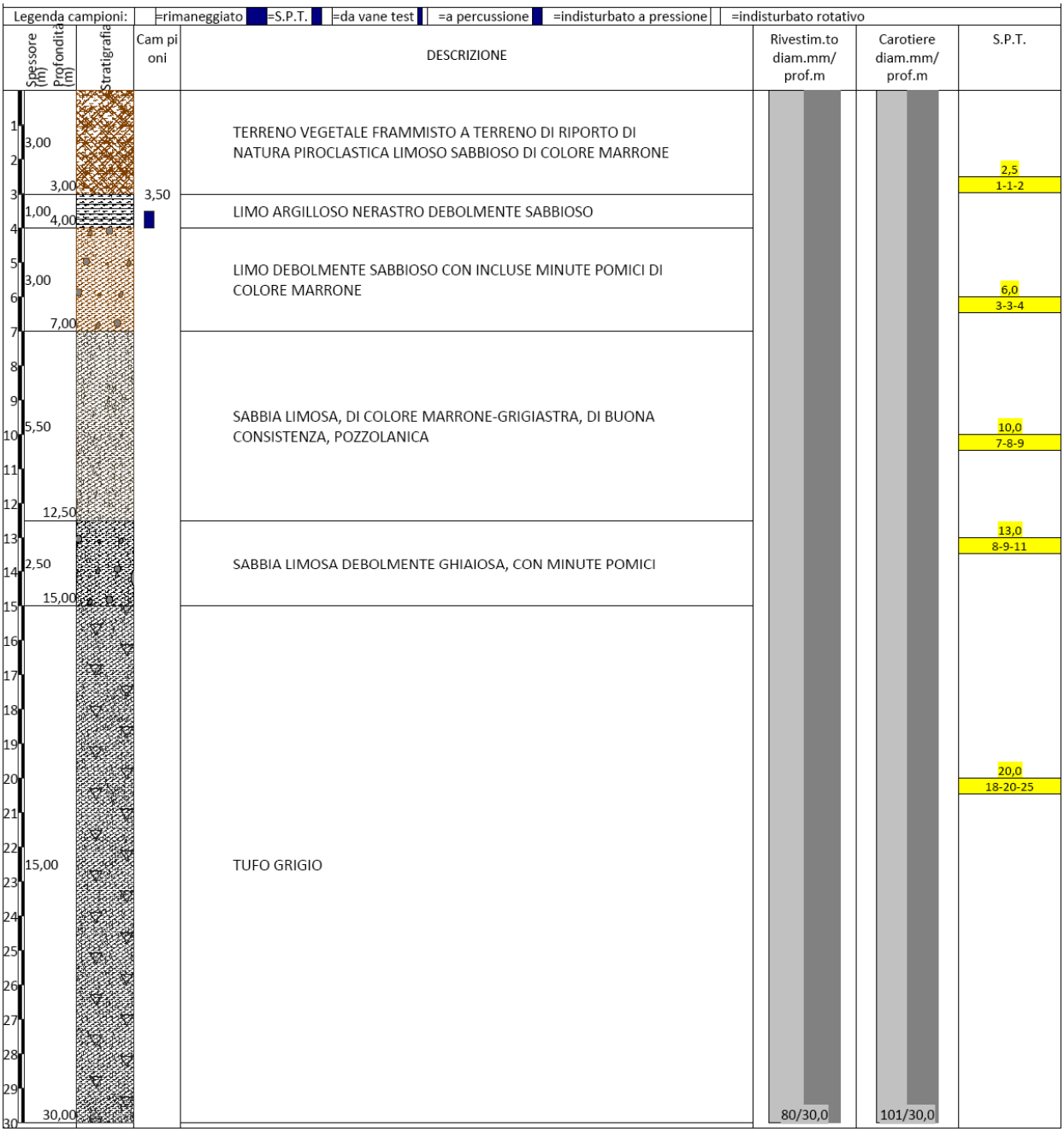
Decreto n.5030 del 24.5.11

Committente: STAR CONSULTING S.r.l.

Lavoro: Realizzazione Caserma Carabinieri

N. Prot. richiesta prove : 033 N. verbale accettazione: 200 ANNO 2012 N. Certificato: 364/S1/04

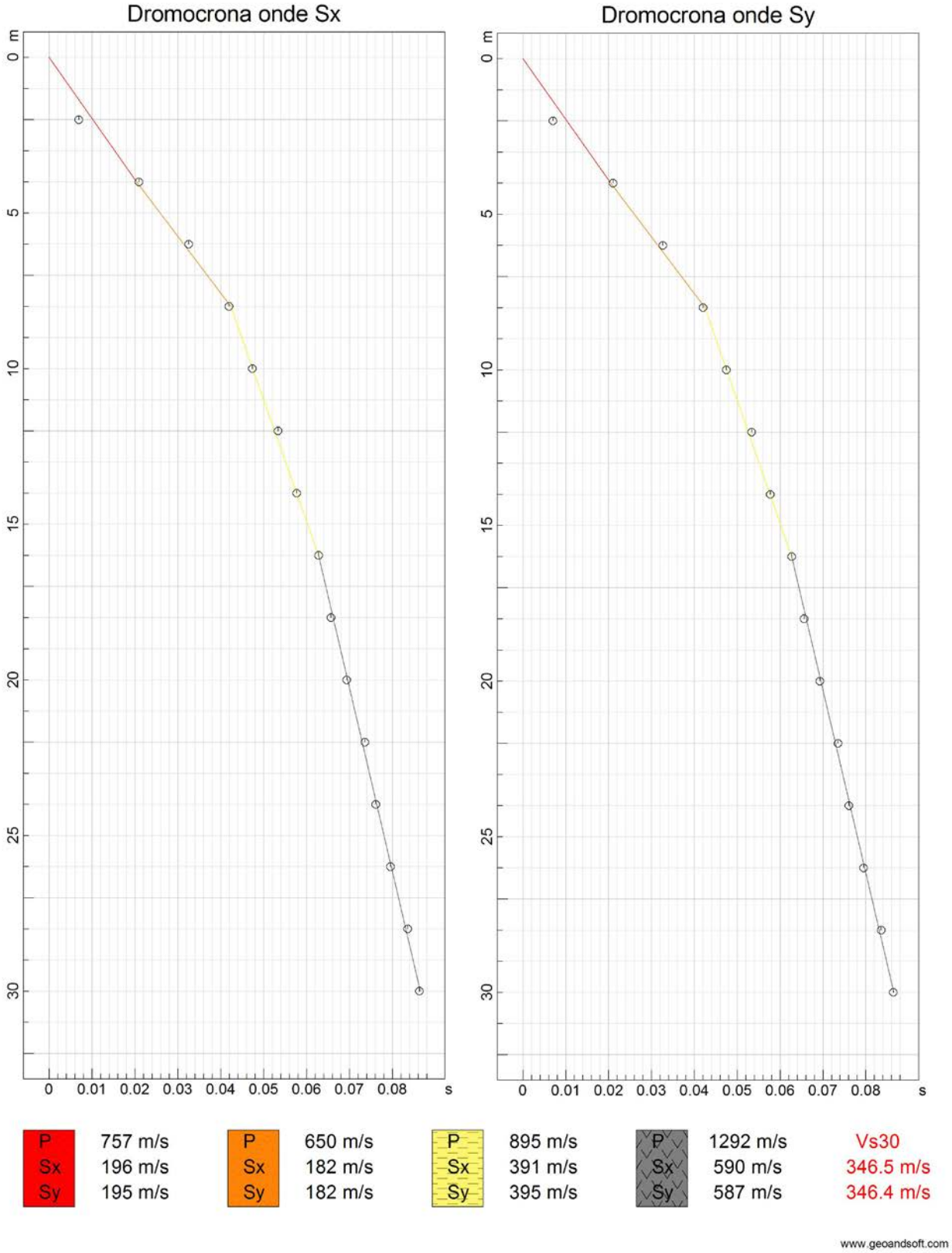
Località: MARANO (NA) Data di esecuzione: 16.2.2012 – Data di emissione 20.2.2012



Il Capo Sonda *Il Direttore Responsabile*

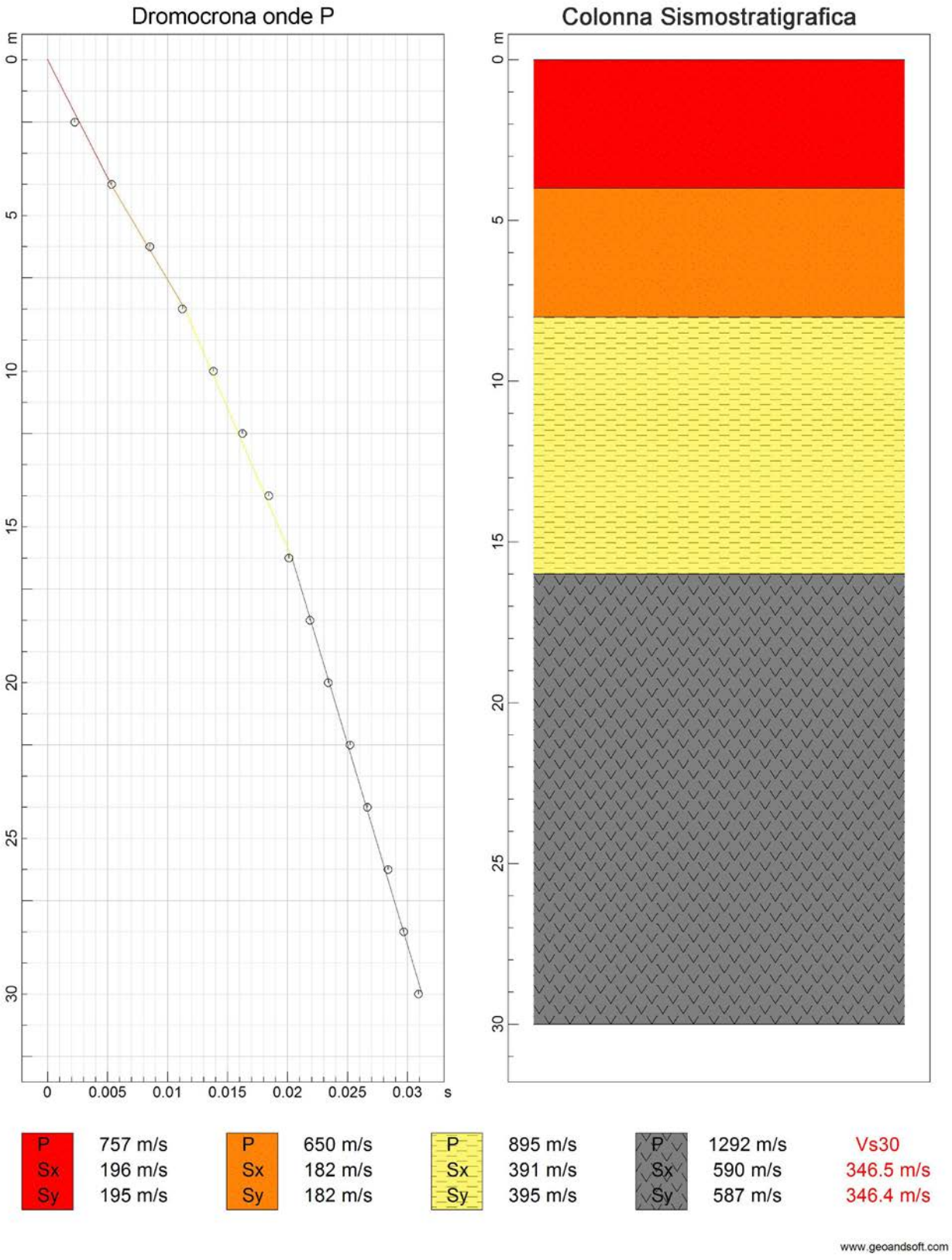
Comune di Marano (NA) – via Nuvoletta

Prospezione sismica in foro down hole DH-S1



Comune di Marano (NA) – via Nuvoletta

Prospezione sismica in foro down hole DH-S1



P28-DH

Comune di Marano (NA) – via Nuvoletta

Prospezione sismica in foro down hole DH-S1

DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 2.00 [m]

PRIMI ARRIVI

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	2.00	3.20	9.80	9.90	2.26	6.93	7.00
2	4.00	5.97	23.40	23.50	5.34	20.93	21.02
3	6.00	8.99	34.30	34.40	8.53	32.54	32.63
4	8.00	11.57	43.20	43.30	11.23	41.91	42.01
5	10.00	14.09	48.30	48.40	13.82	47.36	47.46
6	12.00	16.46	54.10	54.10	16.24	53.36	53.36
7	14.00	18.62	58.30	58.30	18.43	57.71	57.71
8	16.00	20.27	63.30	63.20	20.12	62.81	62.71
9	18.00	22.00	66.10	66.00	21.86	65.70	65.60
10	20.00	23.51	69.70	69.60	23.39	69.35	69.25
11	22.00	25.31	73.90	73.80	25.20	73.60	73.50
12	24.00	26.74	76.40	76.30	26.65	76.14	76.04
13	26.00	28.47	79.80	79.70	28.38	79.56	79.47
14	28.00	29.76	83.80	83.80	29.69	83.59	83.59
15	30.00	30.98	86.50	86.60	30.92	86.31	86.41

VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]
1	4	757
2	8	650
3	16	895
4	30	1292

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	4	196	0.46	57624	168731	782742
2	8	182	0.46	48030	140004	548585
3	16	391	0.38	244610	676131	955494
4	30	590	0.37	626580	1714649	2169235

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	4	195	0.46	57038	167059	783524
2	8	182	0.46	48030	140004	548585
3	16	395	0.38	249640	688532	948787
4	30	587	0.37	620224	1699345	2177710

VELOCITA' MEDIE VS30

Geofono	VS30 [m/s]
orizzontale Sx	346.5
orizzontale Sy	346.4

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tab. 1 – Categorie Suoli di fondazione (D.M. 14 gennaio 2008).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 14 gennaio 2008)***
DH-S1	***[346]***	***C***

Tab. 2 – Categoria Suolo di fondazione relativa alla prospezione sismica in foro down hole DH-S1 effettuata.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al suolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 4 – 6 – 8), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.113]	[0.246]	[0.395]	[0.826]

Tab. 8 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 100$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 2$ – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%.

Note le velocità V_P e V_S ottenute dall'indagine sismica DH-S1, e attribuiti i valori di densità noti dal sondaggio geognostico eseguito e da bibliografia, sono stati ricavati inoltre i moduli dinamici (Tab. 9), quali il modulo di Young o modulo elastico *E*, il modulo di taglio o modulo di rigidità *G*, il coefficiente di Poisson ν e il modulo di incompressibilità *k* dei sismostrati individuati.

Sismostrato	Profondità (*m*)	V_P (*m/s*)	V_S (*m/s*)	Densità ρ (kg/m^3)	Coefficiente di Poisson ν (-)	Modulo di taglio *G* (*kPa*)	Modulo di Young *E* (*kPa*)	Modulo di incompressibilità *k* (*kPa*)
S1	0.00 – 4.00	757	196	1500	0.46	57331	167895	783133
S2	4.00 – 8.00	650	182	1450	0.46	48030	140004	548585
S3	8.00 – 16.00	895	393	1600	0.38	247125	682332	952141
S4	16.00 – 30.00	1292	589	1800	0.37	623402	1706997	2173473

Tab. 9 - Prospetto delle determinazioni dei moduli dinamici per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica DH-S1.

Salerno, febbraio 2012

Il Tecnico

dott. Geol. Domenico Sessa

Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA – C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com

Art. 59 del D.P.R. n. 380/2001	*INDAGINI IN SITO*	*PREVENTIVO/ACCETTAZIONE*	*297/2027*
		CERTIFICATO N.	*5994*
		PAGINA	*1/4*

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – PROVA P1

Committente: Dott. Geol. Francesco Cuccurullo

Lavoro: Nuova installazione di una Stazione Radio Base "NY4B MARANO ZONA SAN ROCCO (INWIT)

Località: Marano di Napoli (NA) – Via G. Salvemini

Data di esecuzione: 27.11.2020 - Data di emissione: 28.11.2020

METODO DI INDAGINE

Metodo di indagine:	**Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH**
Profondità:	**da 0.00 metri a 10.00 metri**
Falda:	**ASSENTE**
PRELIEVO	
Campione:	
Campionatore:	
Profondità prelievo:	
Postazione (Fig. 1):	**Marano di Napoli (NA) – Via G. Salvemini**
Coordinate ubicazione (Fig.2):	**Coordinate: Lat. 40.896150°N – Long.: 14.162020°E**



Fig.1

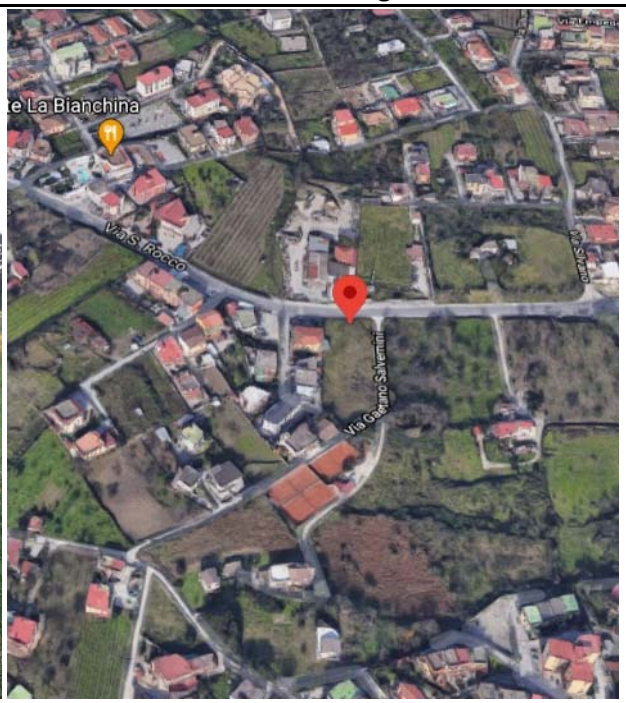


Fig.2

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa

Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA – C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com

Art. 59 del D.P.R. n. 380/2001	*INDAGINI IN SITO*	*PREVENTIVO/ACCETTAZIONE*	*297/2027*
		CERTIFICATO N.	*5994*
		PAGINA	*2/4*

PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: Dott. Geol. Francesco Cuccurullo

Lavoro: Nuova installazione di una Stazione Radio Base "NY4B MARANO ZONA SAN ROCCO (INWIT)

Località: Marano di Napoli (NA) – Via G. Salvemini

Data di esecuzione: 27.11.2020 - Data di emissione: 28.11.2020

CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.		
MARCA GEO DEEP DRILL		
PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 Kg	ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m	PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 30.00 Kg
DIAMETRO PUNTA CONICA D = 50,50 mm	AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.00 cm^2	ANGOLO APERTURA PUNTA α = 60*
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1.00 m	PESO ASTE PER METRO Ma = 8.00 kg	PROF. GIUNZIONE 1° ASTA P1 = 1.00 m.
AVANZAMENTO PUNTA δ = 0,20 m	NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20)	RIVESTIMENTO NO

ENERGIA SPECIFICA X COLPO Q = (MH)/(A *δ) =11,91 kg/cm^2 (prova SPT : Q_{spt} = 7.83 kg/cm^2)*
COEFF. TEORICO DI ENERGIA βt = Q/Q_{spt} = 1,521 (teoricamente N_{spt} = βt N)
Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE):
Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A δ (M+P)]
Rpd = resistenza dinamica punta [area A] M = peso massa battente (altezza caduta H)
e = infissione per colpo δ/ N P = peso totale aste e sistema battuta

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa

Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA – C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com

Art. 59 del D.P.R. n. 380/2001	*PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H. "Settore Indagini "*	*PREVENTIVO/ACCETTAZIONE*	*297/2027*
		CERTIFICATO N.	*5994*
		PAGINA	*3/4*

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA N.1

Committente: Dott. Geol. Francesco Cuccurullo

Lavoro: Nuova installazione di una Stazione Radio Base "NY4B MARANO ZONA SAN ROCCO (INWIT)

Località: Marano di Napoli (NA) – Via G. Salvemini

Data di esecuzione: 27.11.2020 - Data di emissione: 28.11.2020

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	5,00 - 5,20	2	10,7	6
0,20 - 0,40	1	7,4	1	5,20 - 5,40	2	10,7	6
0,40 - 0,60	1	7,4	1	5,40 - 5,60	5	26,7	6
0,60 - 0,80	7	52,1	1	5,60 - 5,80	4	21,4	6
0,80 - 1,00	4	27,6	2	5,80 - 6,00	3	15,2	7
1,00 - 1,20	1	6,9	2	6,00 - 6,20	3	15,2	7
1,20 - 1,40	3	20,7	2	6,20 - 6,40	3	15,2	7
1,40 - 1,60	4	27,6	2	6,40 - 6,60	5	25,3	7
1,60 - 1,80	3	20,7	2	6,60 - 6,80	13	65,7	7
1,80 - 2,00	3	19,3	3	6,80 - 7,00	8	38,4	8
2,00 - 2,20	2	12,9	3	7,00 - 7,20	6	28,8	8
2,20 - 2,40	2	12,9	3	7,20 - 7,40	3	14,4	8
2,40 - 2,60	2	12,9	3	7,40 - 7,60	3	14,4	8
2,60 - 2,80	1	6,4	3	7,60 - 7,80	3	14,4	8
2,80 - 3,00	1	6,0	4	7,80 - 8,00	2	9,1	9
3,00 - 3,20	1	6,0	4	8,00 - 8,20	2	9,1	9
3,20 - 3,40	1	6,0	4	8,20 - 8,40	2	9,1	9
3,40 - 3,60	2	12,0	4	8,40 - 8,60	3	13,7	9
3,60 - 3,80	3	18,1	4	8,60 - 8,80	3	13,7	9
3,80 - 4,00	3	17,0	5	8,80 - 9,00	4	17,4	10
4,00 - 4,20	3	17,0	5	9,00 - 9,20	5	21,8	10
4,20 - 4,40	2	11,3	5	9,20 - 9,40	5	21,8	10
4,40 - 4,60	2	11,3	5	9,40 - 9,60	4	17,4	10
4,60 - 4,80	1	5,7	5	9,60 - 9,80	4	17,4	10
4,80 - 5,00	2	10,7	6	9,80 - 10,00	5	20,8	11

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa

Concessione Ministeriale 5030
Del 24.5.2011

GEOSEVI S.A.S.
Sede legale: Via del Centenario 142
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400
Partita IVA – C.F. 04666680659
e- mail: geosevisas1@gmail.com

Art. 59 del D.P.R. n. 380/2001	*PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H. "Settore Indagini "*	*PREVENTIVO/ACCETTAZIONE*	*297/2027*
		CERTIFICATO N.	*5994*
		PAGINA	*4/4*

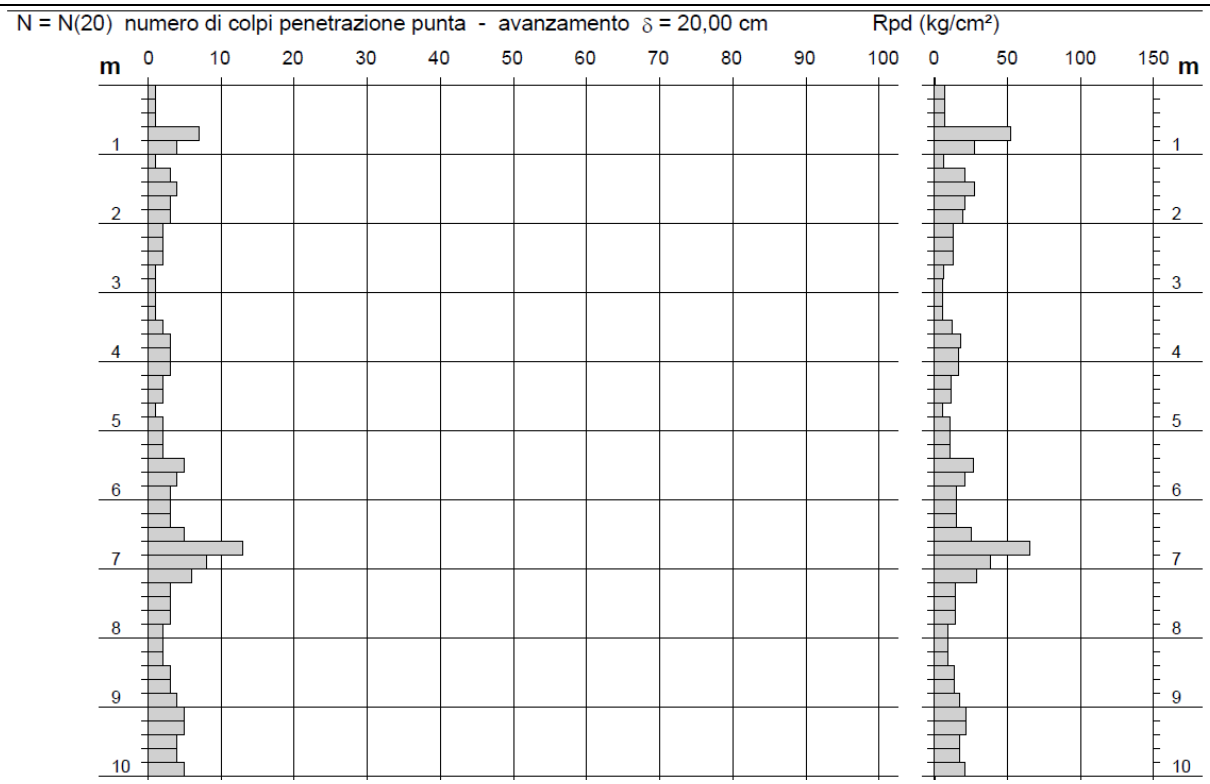
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA -Rpd

Committente: Dott. Geol. Francesco Cuccurullo

Lavoro: Nuova installazione di una Stazione Radio Base "NY4B MARANO ZONA SAN ROCCO (INWIT)

Località: Marano di Napoli (NA) – Via G. Salvemini

Data di esecuzione: 27.11.2020 - Data di emissione: 28.11.2020



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

GEOSEVI s.a.s.
Il Direttore Responsabile
Dott. Domenico Sessa

P30-P31-P32

ALLEGATI:

A) PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

P30

Relazione di calcolo per le prove C.P.T.

Il campionatore utilizzato per eseguire il sondaggio ha caratteristiche rappresentate dal modello in Figura 1.1

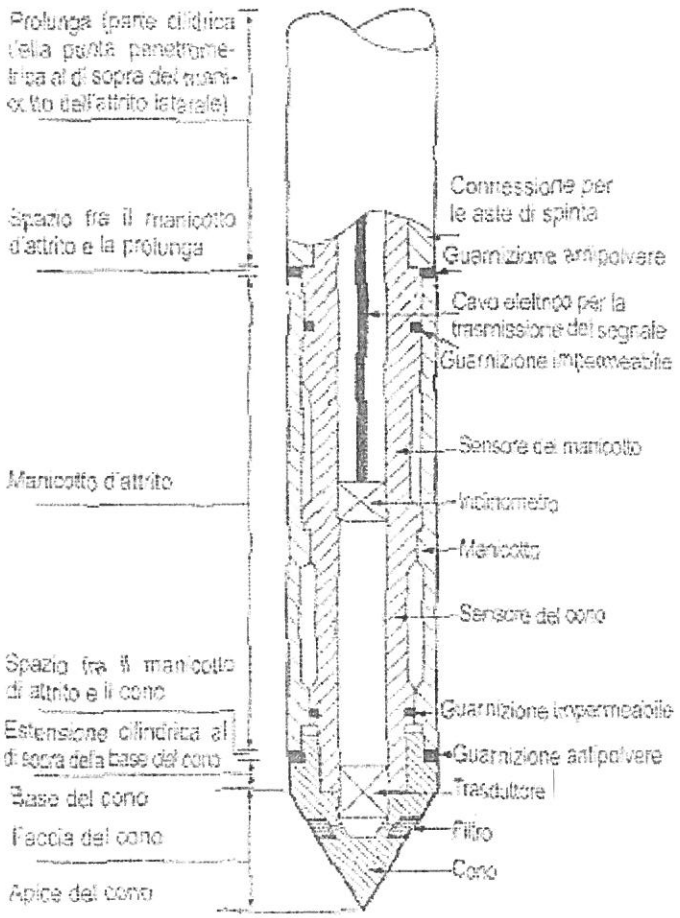


Figura 1.1: Campionatore per la prova Cone Penetration Test (C.P.T.).

Dati prova cpt1

L'operatore ha infisso una punta nel terreno mediante batteria d'aste a velocità costante misurando la resistenza alla penetrazione della massa conica, in particolare la resistenza alla punta qc e la resistenza laterale fs.

La prova è stata eseguita secondo gli standard previsti:

- Area punta: 10 cm2
- Apertura punta: 60°
- Velocità di penetrazione: 20 mm/s

Il passo di prova è: 0.2 m.

Il tipo di penetrometro che è stato utilizzato per eseguire il sondaggio è meccanico.

Per la penetrometria S1 sono stati eseguiti 109 sondaggi nel terreno, i cui risultati, relativi alla resistenza alla punta qc ed alla resistenza laterale fs, sono riportati nella tabella sottostante (Tabella 1.1).

Quota [m]	qc [MPa]	fs [MPa]
-0.20	0.00	0.00
-0.40	0.00	0.00
-0.60	0.59	0.01
-0.80	0.59	0.01
-1.00	0.98	0.03
-1.20	0.69	0.04
-1.40	2.26	0.03
-1.60	4.02	0.16
-1.80	2.65	0.05
-2.00	2.35	0.08
-2.20	3.14	0.13
-2.40	3.14	0.12
-2.60	3.14	0.08
-2.80	2.26	0.07
-3.00	2.35	0.08
-3.20	2.26	0.08
-3.40	2.16	0.06
-3.60	2.45	0.08
-3.80	2.75	0.12
-4.00	2.16	0.15
-4.20	3.63	0.07
-4.40	1.67	0.11
-4.60	2.16	0.10
-4.80	3.33	0.12
-5.00	5.88	0.21
-5.20	7.55	0.12
-5.40	5.69	0.10
-5.60	8.53	0.12
-5.80	7.35	0.22
-6.00	6.96	0.07
-6.20	7.16	0.10
-6.40	7.55	0.10
-6.60	6.28	0.09
-6.80	2.94	0.07
-7.00	3.63	0.06
-7.20	4.31	0.09
-7.40	3.43	0.08
-7.60	3.92	0.04
-7.80	6.18	0.08
-8.00	6.47	0.16
-8.20	4.90	0.20
-8.40	5.59	0.18
-8.60	5.88	0.17
-8.80	6.86	0.10
-9.00	7.75	0.17
-9.20	7.75	0.17
-9.40	8.24	0.20
-9.60	7.85	0.20
-9.80	7.55	0.20
-10.00	7.85	0.22
-10.20	8.24	0.20
-10.40	7.85	0.24
-10.60	9.81	0.29
-10.80	8.83	0.22
-11.00	7.85	0.18
-11.20	6.67	0.16
-11.40	6.57	0.16

-11.60	6.86	0.10
-11.80	7.26	0.15
-12.00	6.57	0.19
-12.20	6.96	0.17
-12.40	7.26	0.18
-12.60	7.85	0.17
-12.80	8.24	0.18
-13.00	8.73	0.16
-13.20	8.43	0.22
-13.40	9.02	0.19
-13.60	10.00	0.22
-13.80	9.81	0.25
-14.00	11.08	0.25
-14.20	11.57	0.27
-14.40	11.08	0.16
-14.60	9.61	0.24
-14.80	9.41	0.20
-15.00	8.63	0.20
-15.20	9.12	0.27
-15.40	9.71	0.22
-15.60	9.71	0.25
-15.80	11.28	0.25
-16.00	10.98	0.17
-16.20	12.55	0.16
-16.40	14.32	0.29
-16.60	14.42	0.39
-16.80	14.51	0.39
-17.00	13.83	0.40
-17.20	12.45	0.35
-17.40	10.89	0.23
-17.60	11.47	0.25
-17.80	11.67	0.29
-18.00	12.75	0.33
-18.20	14.32	0.39
-18.40	14.22	0.40
-18.60	13.53	0.39
-18.80	15.69	0.35
-19.00	15.69	0.45
-19.20	14.32	0.41
-19.40	13.73	0.40
-19.60	14.51	0.37
-19.80	14.02	0.39
-20.00	13.73	0.39
-20.20	13.63	0.39
-20.40	15.89	0.39
-20.60	19.22	0.39
-20.80	15.40	0.52
-21.00	15.69	0.39
-21.20	15.89	0.25
-21.40	14.71	0.31
-21.60	15.69	0.33
-21.80	16.08	0.37

Tabella 1.1: dati del sondaggio.

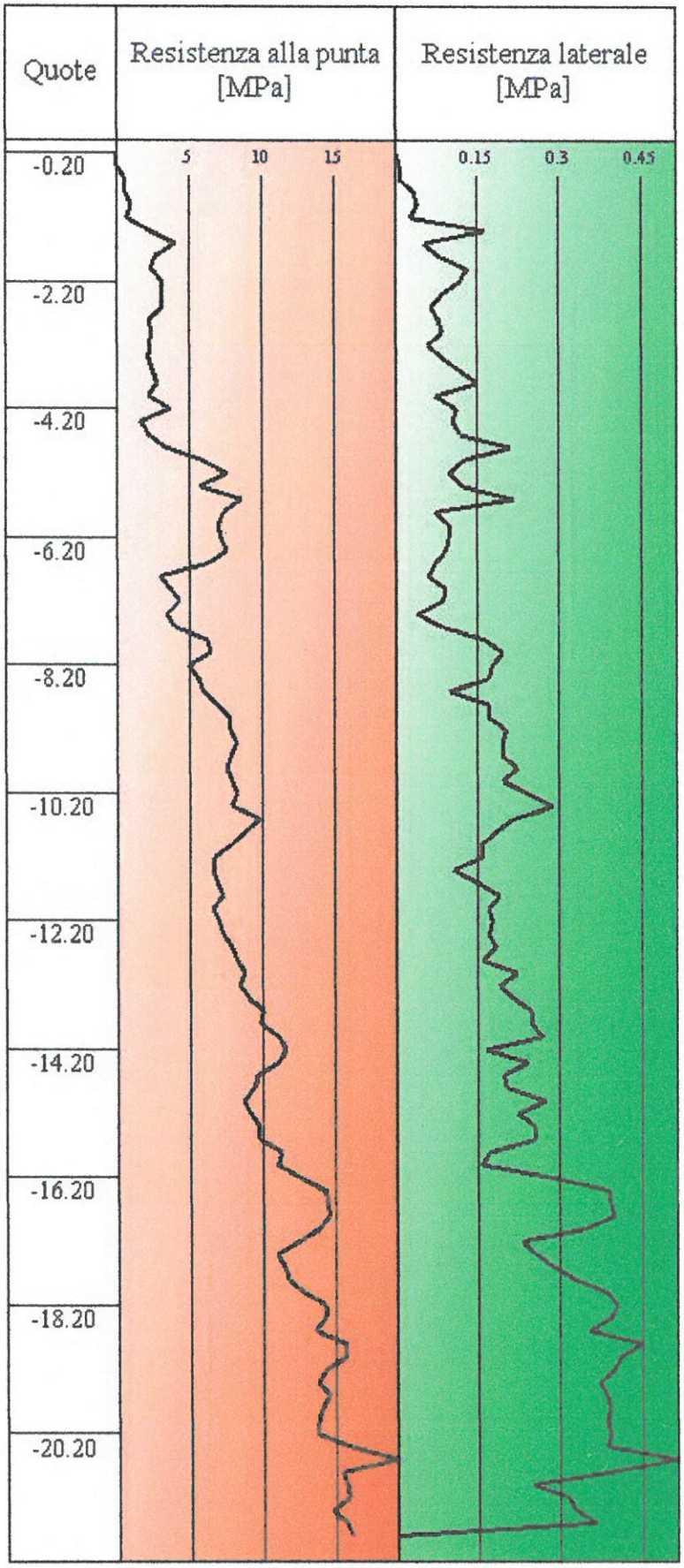


Figura 1.2: andamento resistenza alla punta e laterale.

Classificazioni

Quota [m]	qc [MPa]	fs [MPa]	Classificazione	Begemann	Schmertmann
-0.20	0.00	0.00	Argilla		Non identificata
-0.40	0.00	0.00	Argilla		Non identificata
-0.60	0.59	0.01	Argilla	Sabbie con ghiaia	SabbiaSciolta
-0.80	0.59	0.01	Argilla	Sabbie con ghiaia	SabbiaSciolta
-1.00	0.98	0.03	Argilla	Limi sabbiosi	ArgSabbELimose
-1.20	0.69	0.04	Argilla	Limi ed argille	ArgOrgETerreni
-1.40	2.26	0.03	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-1.60	4.02	0.16	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-1.80	2.65	0.05	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-2.00	2.35	0.08	Sabbia	Limi sabbiosi	ArgSabbELimose
-2.20	3.14	0.13	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-2.40	3.14	0.12	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-2.60	3.14	0.08	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-2.80	2.26	0.07	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-3.00	2.35	0.08	Sabbia	Limi sabbiosi	ArgSabbELimose
-3.20	2.26	0.08	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-3.40	2.16	0.06	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-3.60	2.45	0.08	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-3.80	2.75	0.12	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-4.00	2.16	0.15	Sabbia	Torbe e argil. org.	ArgInorgMCompatto
-4.20	3.63	0.07	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-4.40	1.67	0.11	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgMCompatto
-4.60	2.16	0.10	Sabbia	Limi ed argille	ArgInorgMCompatto
-4.80	3.33	0.12	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-5.00	5.88	0.21	Sabbia	Limi ed argille	SabbieArgillELimi
-5.20	7.55	0.12	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-5.40	5.69	0.10	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-5.60	8.53	0.12	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-5.80	7.35	0.22	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-6.00	6.96	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-6.20	7.16	0.10	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-6.40	7.55	0.10	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-6.60	6.28	0.09	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-6.80	2.94	0.07	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-7.00	3.63	0.06	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-7.20	4.31	0.09	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-7.40	3.43	0.08	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-7.60	3.92	0.04	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-7.80	6.18	0.08	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-8.00	6.47	0.16	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-8.20	4.90	0.20	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-8.40	5.59	0.18	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-8.60	5.88	0.17	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-8.80	6.86	0.10	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-9.00	7.75	0.17	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-9.20	7.75	0.17	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-9.40	8.24	0.20	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-9.60	7.85	0.20	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-9.80	7.55	0.20	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-10.00	7.85	0.22	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-10.20	8.24	0.20	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-10.40	7.85	0.24	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-10.60	9.81	0.29	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-10.80	8.83	0.22	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-11.00	7.85	0.18	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-11.20	6.67	0.16	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-11.40	6.57	0.16	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-11.60	6.86	0.10	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-11.80	7.26	0.15	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia

-12.00	6.57	0.19	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-12.20	6.96	0.17	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-12.40	7.26	0.18	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-12.60	7.85	0.17	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-12.80	8.24	0.18	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-13.00	8.73	0.16	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-13.20	8.43	0.22	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-13.40	9.02	0.19	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-13.60	10.00	0.22	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-13.80	9.81	0.25	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-14.00	11.08	0.25	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-14.20	11.57	0.27	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-14.40	11.08	0.16	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-14.60	9.61	0.24	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-14.80	9.41	0.20	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-15.00	8.63	0.20	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-15.20	9.12	0.27	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-15.40	9.71	0.22	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-15.60	9.71	0.25	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-15.80	11.28	0.25	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-16.00	10.98	0.17	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-16.20	12.55	0.16	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-16.40	14.32	0.29	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbDensaOCement
-16.60	14.42	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-16.80	14.51	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-17.00	13.83	0.40	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-17.20	12.45	0.35	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-17.40	10.89	0.23	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbDensaOCement
-17.60	11.47	0.25	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-17.80	11.67	0.29	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-18.00	12.75	0.33	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-18.20	14.32	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-18.40	14.22	0.40	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-18.60	13.53	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-18.80	15.69	0.35	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-19.00	15.69	0.45	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-19.20	14.32	0.41	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-19.40	13.73	0.40	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-19.60	14.51	0.37	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-19.80	14.02	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-20.00	13.73	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-20.20	13.63	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-20.40	15.89	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-20.60	19.22	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbDensaOCement
-20.80	15.40	0.52	Sabbia	Limi ed argille	LimiESabbie
-21.00	15.69	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-21.20	15.89	0.25	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-21.40	14.71	0.31	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-21.60	15.69	0.33	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbDensaOCement
-21.80	16.08	0.37	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie

Tabella 1.2: classificazione strati.

Di seguito (v. Figura 1.3) è riportata la carta di classificazione di H. Begemann (1965), che consente una valutazione del tipo di terreno sulla base dei valori della resistenza alla punta (qc) e dell'attrito laterale (fs).

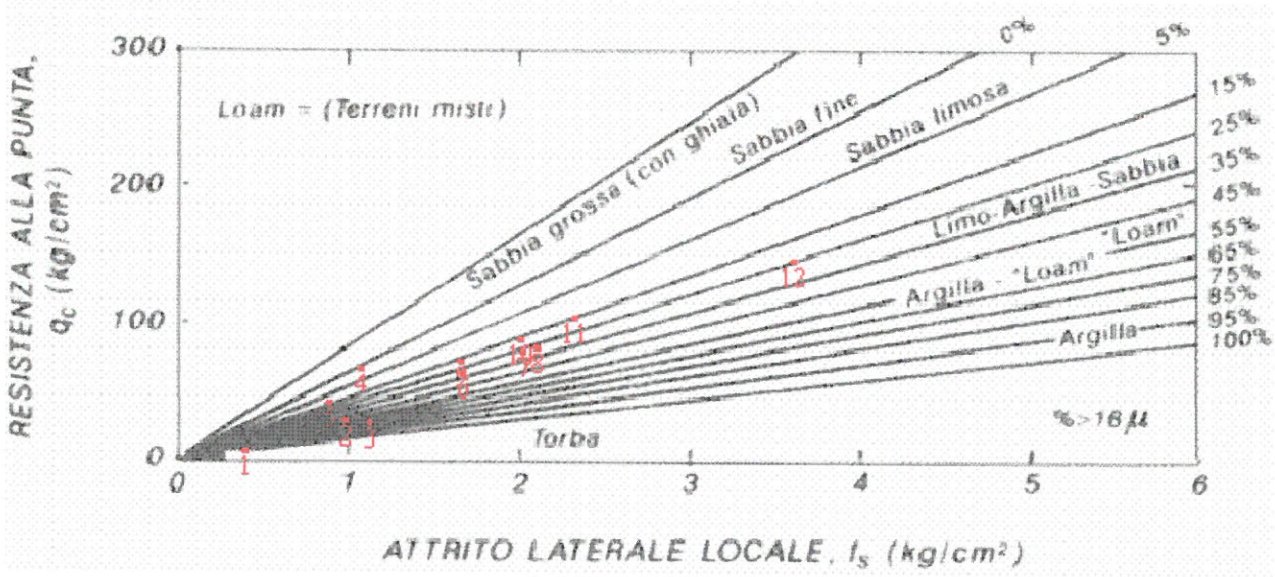


Figura 1.3: identificazione del terreno da prove CPT eseguite con punta meccanica (H. Begemann, 1965).

Nella ricerca del prof. Schmertmann (1978) è riportata una carta (Figura 1.4) per la valutazione del tipo di terreno da prove C.P.T. eseguite con punta meccanica, basata sui valori della qc e della fs. Si entra sull'asse delle ascisse con:

rf = 100 * fs / qc

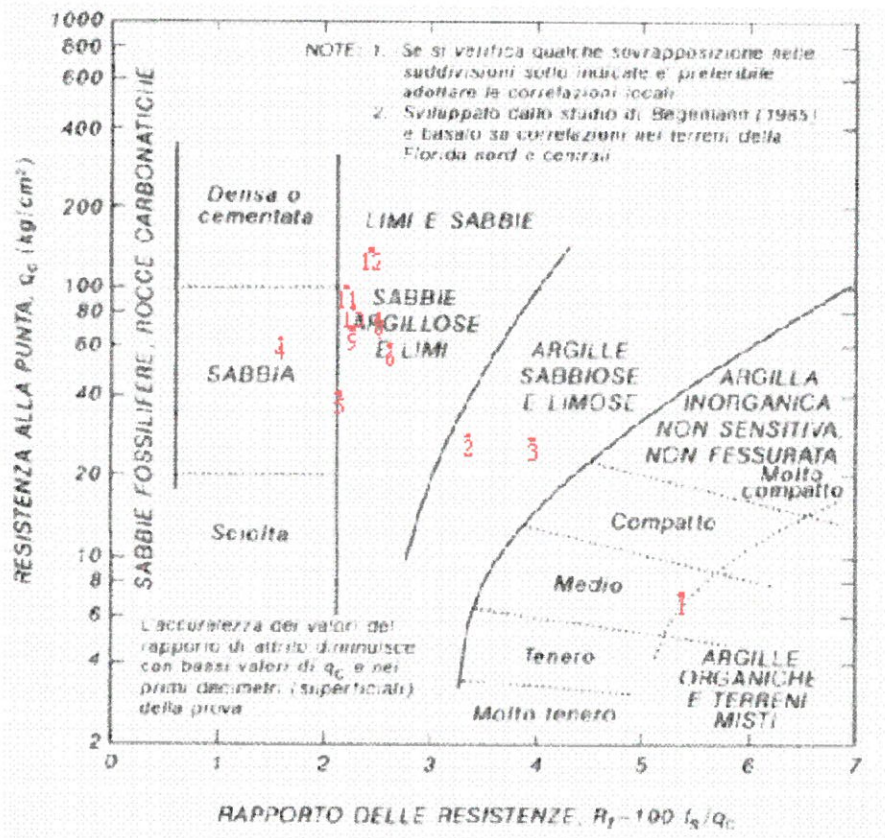


Figura 1.4: identificazione del terreno da prove CPT eseguite con punta meccanica (J.H. Schmertmann, 1978).

Stratigrafia

La stratigrafia del sito è caratterizzata da 8 strati aventi le litologie raffigurate nelle immagini sottostanti

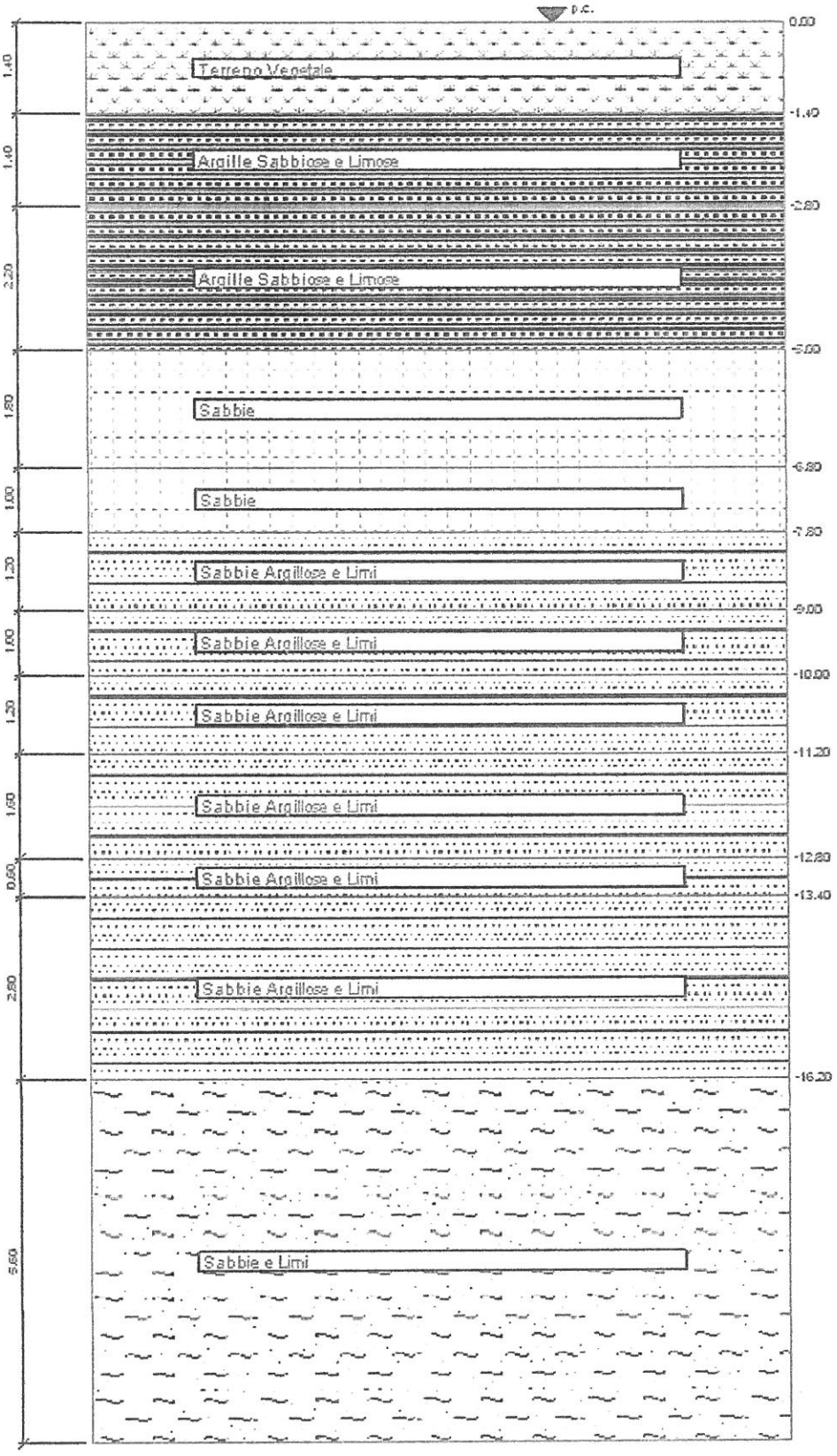


Figura 1.5: Stratigrafia del sito.

Quote [m]	Descrizione litologica	g [kN/m3]	OCR
0.00	Terreno Vegetale	10.79	1.00
-1.40	Limi Argillosi	11.28	1.00
-4.80	Sabbie medie	11.57	1.00
-6.80	Sabbie medie	11.57	1.00
-7.80	Sabbie Argillose	11.77	1.00
-11.20	Sabbie Argillose	11.77	1.00
-15.00	Sabbie Limose	12.75	1.00
-17.80	Sabbie Limose	12.75	1.00

Tabella 1.3: Stratigrafia del sito.

La tabella seguente riporta l'andamento della tensione totale.

Quote [m]	Tensione totale [kPa]
0.00	0.00
-0.70	7.55
-1.40	15.11
-3.10	34.28
-4.80	53.46
-5.80	65.03
-6.80	76.60
-7.30	82.38
-7.80	88.17
-9.50	108.18
-11.20	128.19
-13.10	150.55
-15.00	172.91
-16.40	190.76
-17.80	208.61
-19.80	234.11

Tabella 1.4: Andamento pressioni.

Risultati

Di seguito sono riportati i parametri del terreno ricavati dai calcoli eseguiti.

DENSITA' RELATIVA Dr

La densità relativa è stata calcolata con:

- Baldi (1986)
- Jamiolkoski (1985)
- Harman
- Schmertmann
- Lancellotta (1983)

	DENSITA' RELATIVA [%]					
Quota [m]	Baldi	Jamiolkoski	Harman	Schmertmann	Lancellotta	Media
0.00	0	0	0	0	0	0
-0.70	0	23	0	37	22	30
-1.40	0	52	0	67	52	60
-3.10	0	41	0	46	40	43
-4.80	40	45	50	48	45	45
-5.80	60	65	72	71	65	66
-6.80	20	36	37	33	36	32
-7.30	30	43	44	41	43	40
-7.80	50	55	0	57	56	55
-9.50	60	60	0	61	60	60

-11.20	40	52	0	49	52	48
-13.10	0	57	0	54	57	56
-15.00	50	55	0	51	56	53
-16.40	70	68	0	67	69	68
-17.80	60	61	0	57	62	59
-19.80	60	65	0	60	65	62

Tabella 1.5: risultati del calcolo per la Densità relativa.

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO Fi

L'angolo di resistenza al taglio è stato calcolato con:

- Kleven (1986)
- Schmertmann (1978)
- Roberson e Campanella (1983)
- Durgunouglu e Mitchell
- Caquot
- Koppejan
- De Beer

ANGOLO DI RESITENZA AL TAGLIO [°] - Tabella 1 -				
Quota [m]	Kleven	Schmertmann	Robertson & Campanella	Durgunouglu & Mitchell
0.00	0	0	0	0
-0.70	0	0	0	0
-1.40	37	0	0	0
-3.10	33	0	0	0
-4.80	34	37	38	34
-5.80	38	39	48	37
-6.80	31	36	34	32
-7.30	33	36	34	33
-7.80	35	30	40	35
-9.50	36	30	48	35
-11.20	34	30	0	33
-13.10	35	30	48	34
-15.00	34	38	48	33
-16.40	37	39	40	35
-17.80	35	38	38	34
-19.80	36	39	40	34

ANGOLO DI RESITENZA AL TAGLIO [°] - Tabella 2 -				
Quota [m]	Caquot	Koppejan	De Beer	Media
0.00	0	0	0	0
-0.70	0	0	0	0
-1.40	0	0	0	37
-3.10	0	0	0	33
-4.80	30	27	26	32
-5.80	33	30	28	36
-6.80	28	25	23	30
-7.30	29	26	24	31
-7.80	31	28	26	32
-9.50	31	28	26	33
-11.20	29	26	25	30
-13.10	30	27	25	33
-15.00	29	26	25	33
-16.40	31	28	26	34
-17.80	30	27	25	32
-19.80	30	27	25	33

Tabella 1.6: risultati del calcolo per l'Angolo di Resistenza al taglio.

MODULO ELASTICO E

Il modulo elastico è stato calcolato con:

- Jamiolkowski (1987)
- Schmertmann (1970, 1978)
- De Beer (1965)

MODULO ELASTICO [MPa]			
Quota [m]	Jamiolkoski	Schmertmann	De Beer
0.00	0 - 0	0	0
-0.70	0 - 0	1	0
-1.40	0 - 0	6	0
-3.10	0 - 0	6	0
-4.80	8 - 20	8	7
-5.80	18 - 44	18	15
-6.80	7 - 18	7	6
-7.30	10 - 23	10	8
-7.80	15 - 37	15	12
-9.50	20 - 48	20	16
-11.20	17 - 40	17	13
-13.10	21 - 51	21	17
-15.00	22 - 52	22	13
-16.40	36 - 86	36	21
-17.80	29 - 70	29	18
-19.80	35 - 84	35	21

Tabella 1.7: risultati del calcolo per il Modulo Elastico.

MODULO DI TAGLIO G

Il modulo di taglio è stato calcolato con:

- Imai e Tomaichi (1990)
- Mayne e Rix (1993)

MODULO DI TAGLIO [MPa]			
Quota [m]	Imai & Tomaichi	Mayne & Rix	Media
0.00	0	0	0
-0.70	8	3	6
-1.40	19	19	19
-3.10	19	19	19
-4.80	24	31	28
-5.80	38	90	64
-6.80	22	26	24
-7.30	26	38	32
-7.80	35	71	53
-9.50	41	101	71
-11.20	36	79	58
-13.10	42	110	76
-15.00	42	111	76
-16.40	58	218	138
-17.80	51	166	108
-19.80	57	212	134

Tabella 1.8: risultati del calcolo per il Modulo di Taglio.

MODULO CONFINATO M

Il modulo confinato è stato calcolato con:

- Lumne e Christophersen (1983)
- Mitchell e Gardner (1975)

MODULO CONFINATO [MPa]			
Quota [m]	Lumne & Christophersen	Mitchell & Gardner	Media
0.00	0	0	0
-0.70	0	2	2
-1.40	0	0	0
-3.10	0	0	0
-4.80	13	0	13
-5.80	29	0	29
-6.80	12	0	12
-7.30	15	0	15
-7.80	25	0	25
-9.50	32	0	32
-11.20	27	0	27
-13.10	34	0	34
-15.00	35	17	26
-16.40	49	29	39
-17.80	43	23	33
-19.80	48	28	38

Tabella 1.9: risultati del calcolo per il Modulo Confinato.

RESISTENZA NON DRENATA Su

La resistenza non drenata è stata calcolata con:

- Levadoux e Baligh (1980)
- Raccomandazioni AGI (1977)

RESISTENZA NON DRENATA [kPa]		
Quota [m]	Levadoux & Baligh	Raccomandazioni AGI
0.00	0 - 0	0 - 0
-0.70	0 - 0	0 - 0
-1.40	160 - 160	90 - 150
-3.10	162 - 162	92 - 154
-4.80	0 - 0	0 - 0
-5.80	0 - 0	0 - 0
-6.80	0 - 0	0 - 0
-7.30	0 - 0	0 - 0
-7.80	435 - 435	247 - 412
-9.50	567 - 567	322 - 536
-11.20	467 - 467	267 - 445
-13.10	602 - 602	343 - 572
-15.00	0 - 0	0 - 0
-16.40	0 - 0	0 - 0
-17.80	0 - 0	0 - 0
-19.80	0 - 0	0 - 0

Tabella 1.10: risultati del calcolo per la Resistenza non Drenata.

P31

COEFFICIENTE DI SPINTA A RIPOSO k0

Il coefficiente di spinta a riposo è stata calcolato con:

- Kulhawy e Mayne (1990)

COEFFICIENTE DI SPINTA A RIPOSO [MPa]	
Quota [m]	Kulhawy e Mayne
0.00	0
-0.70	8
-1.40	15
-3.10	7
-4.80	6
-5.80	11
-6.80	4
-7.30	5
-7.80	7
-9.50	7
-11.20	5
-13.10	6
-15.00	5
-16.40	7
-17.80	5
-19.80	6

Tabella 1.11: risultati del calcolo per il Coefficiente di spinta a riposo.

Per la penetrometria S2 sono stati eseguiti 78 sondaggi nel terreno, i cui risultati, relativi alla resistenza alla punta qc ed alla resistenza laterale fs, sono riportati nella tabella sottostante (Tabella 2.1).

Quota [m]	qc [MPa]	fs [MPa]
-0.20	0.00	0.00
-0.40	0.00	0.00
-0.60	2.06	0.11
-0.80	2.06	0.09
-1.00	1.96	0.12
-1.20	3.33	0.02
-1.40	4.31	0.07
-1.60	2.65	0.08
-1.80	2.06	0.06
-2.00	2.55	0.08
-2.20	1.77	0.08
-2.40	1.27	0.05
-2.60	1.47	0.08
-2.80	1.27	0.07
-3.00	3.24	0.05
-3.20	1.27	0.04
-3.40	1.47	0.08
-3.60	3.73	0.13
-3.80	5.39	0.09
-4.00	5.59	0.07
-4.20	7.35	0.10
-4.40	6.67	0.14
-4.60	5.59	0.08

-4.80	7.06	0.10
-5.00	7.75	0.16
-5.20	5.88	0.14
-5.40	3.04	0.22
-5.60	5.30	0.06
-5.80	3.33	0.11
-6.00	3.82	0.10
-6.20	8.92	0.09
-6.40	6.08	0.33
-6.60	6.67	0.23
-6.80	6.67	0.12
-7.00	11.38	0.18
-7.20	7.94	0.27
-7.40	10.69	0.24
-7.60	19.52	0.18
-7.80	24.52	0.50
-8.00	20.50	0.59
-8.20	16.67	0.16
-8.40	16.97	0.52
-8.60	16.57	0.63
-8.80	12.06	0.61
-9.00	14.51	0.13
-9.20	14.22	0.42
-9.40	11.28	0.32
-9.60	14.51	0.36
-9.80	13.83	0.43
-10.00	14.42	0.40
-10.20	14.81	0.40
-10.40	13.14	1.03
-10.60	12.06	0.43
-10.80	14.22	0.33
-11.00	12.26	0.44
-11.20	14.02	0.40
-11.40	15.30	0.40
-11.60	11.96	0.42
-11.80	12.45	0.33
-12.00	13.73	0.27
-12.20	12.16	0.31
-12.40	12.36	0.29
-12.60	13.14	0.36
-12.80	12.85	0.32
-13.00	13.44	0.42
-13.20	14.61	0.39
-13.40	14.91	0.44
-13.60	17.26	0.42
-13.80	15.40	0.46
-14.00	13.93	0.23
-14.20	15.00	0.44
-14.40	16.28	0.46
-14.60	12.45	0.47
-14.80	13.53	0.39
-15.00	14.02	0.41
-15.20	12.06	0.42
-15.40	13.73	0.28
-15.60	14.42	0.39

Tabella 2.1: dati del sondaggio.

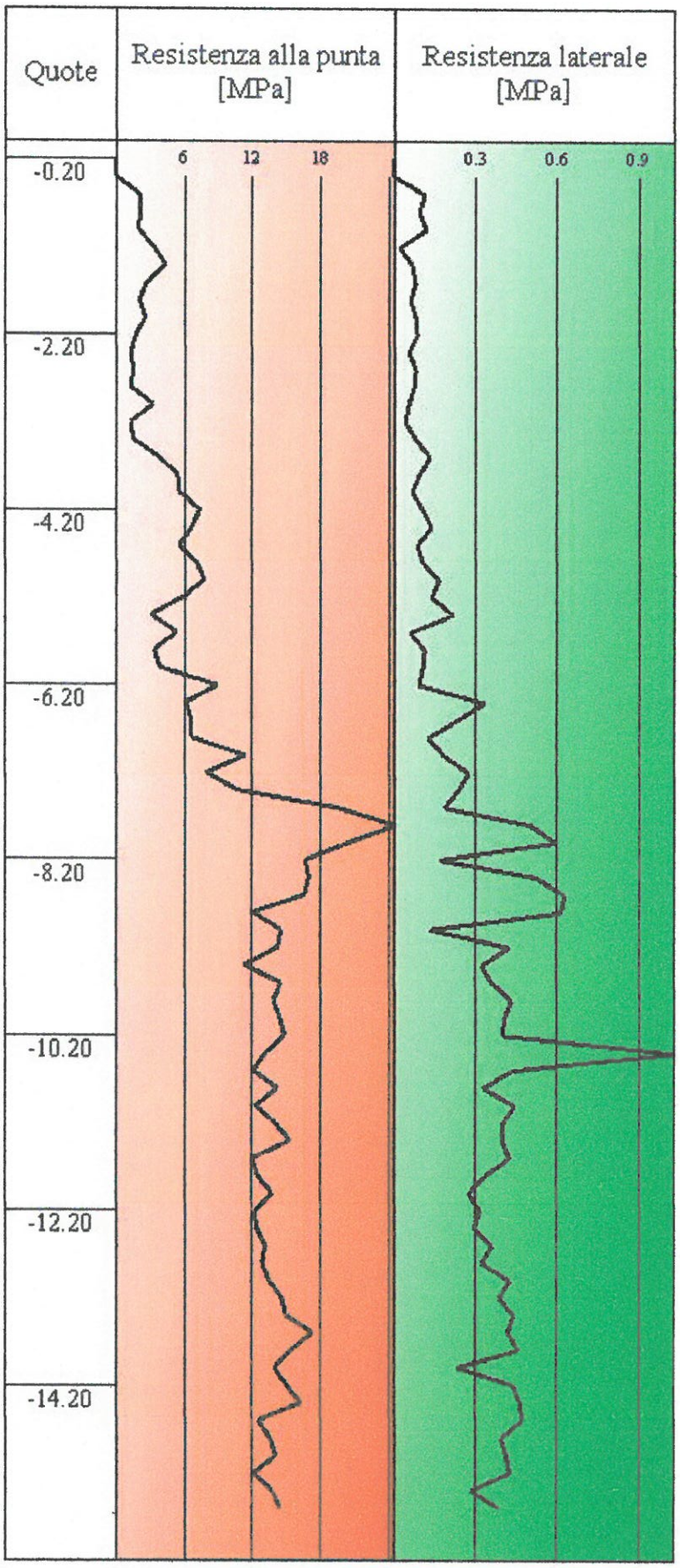


Figura 2.1: andamento resistenza alla punta e laterale.

Classificazioni

Quota [m]	qc [MPa]	fs [MPa]	Classificazione	Begemann	Schmertmann
-0.20	0.00	0.00	Argilla		Non identificata
-0.40	0.00	0.00	Argilla		Non identificata
-0.60	2.06	0.11	Sabbia	Limi ed argille	ArgInorgMCompatto
-0.80	2.06	0.09	Sabbia	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-1.00	1.96	0.12	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgMCompatto
-1.20	3.33	0.02	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbieFossilRocce
-1.40	4.31	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-1.60	2.65	0.08	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-1.80	2.06	0.06	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-2.00	2.55	0.08	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-2.20	1.77	0.08	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-2.40	1.27	0.05	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-2.60	1.47	0.08	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-2.80	1.27	0.07	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-3.00	3.24	0.05	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-3.20	1.27	0.04	Argilla	Limi sabbiosi	ArgSabbELimose
-3.40	1.47	0.08	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-3.60	3.73	0.13	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-3.80	5.39	0.09	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-4.00	5.59	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-4.20	7.35	0.10	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-4.40	6.67	0.14	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-4.60	5.59	0.08	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-4.80	7.06	0.10	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-5.00	7.75	0.16	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-5.20	5.88	0.14	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-5.40	3.04	0.22	Sabbia	Torbe e argil. org.	Non identificata
-5.60	5.30	0.06	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-5.80	3.33	0.11	Sabbia	Limi sabbiosi	ArgSabbELimose
-6.00	3.82	0.10	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-6.20	8.92	0.09	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-6.40	6.08	0.33	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-6.60	6.67	0.23	Sabbia	Limi ed argille	SabbieArgillELimi
-6.80	6.67	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-7.00	11.38	0.18	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-7.20	7.94	0.27	Sabbia	Limi ed argille	SabbieArgillELimi
-7.40	10.69	0.24	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-7.60	19.52	0.18	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-7.80	24.52	0.50	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbDensaOCement
-8.00	20.50	0.59	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-8.20	16.67	0.16	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-8.40	16.97	0.52	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-8.60	16.57	0.63	Sabbia	Limi ed argille	LimiESabbie
-8.80	12.06	0.61	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-9.00	14.51	0.13	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-9.20	14.22	0.42	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-9.40	11.28	0.32	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-9.60	14.51	0.36	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-9.80	13.83	0.43	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-10.00	14.42	0.40	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-10.20	14.81	0.40	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-10.40	13.14	1.03	Sabbia	Torbe e argil. org.	Non identificata
-10.60	12.06	0.43	Sabbia	Limi ed argille	SabbieArgillELimi
-10.80	14.22	0.33	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-11.00	12.26	0.44	Sabbia	Limi ed argille	SabbieArgillELimi
-11.20	14.02	0.40	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-11.40	15.30	0.40	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-11.60	11.96	0.42	Sabbia	Limi ed argille	SabbieArgillELimi
-11.80	12.45	0.33	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-12.00	13.73	0.27	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbDensaOCement
-12.20	12.16	0.31	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi

-12.40	12.36	0.29	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-12.60	13.14	0.36	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-12.80	12.85	0.32	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-13.00	13.44	0.42	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-13.20	14.61	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-13.40	14.91	0.44	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-13.60	17.26	0.42	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-13.80	15.40	0.46	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-14.00	13.93	0.23	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-14.20	15.00	0.44	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-14.40	16.28	0.46	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie
-14.60	12.45	0.47	Sabbia	Limi ed argille	SabbieArgillELimi
-14.80	13.53	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-15.00	14.02	0.41	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-15.20	12.06	0.42	Sabbia	Limi ed argille	SabbieArgillELimi
-15.40	13.73	0.28	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbDensaOCement
-15.60	14.42	0.39	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi

Tabella 2.2: classificazione strati.

Di seguito (v. Figura 1.3) è riportata la carta di classificazione di H. Begemann (1965), che consente una valutazione del tipo di terreno sulla base dei valori della resistenza alla punta (qc) e dell'attrito laterale (fs).

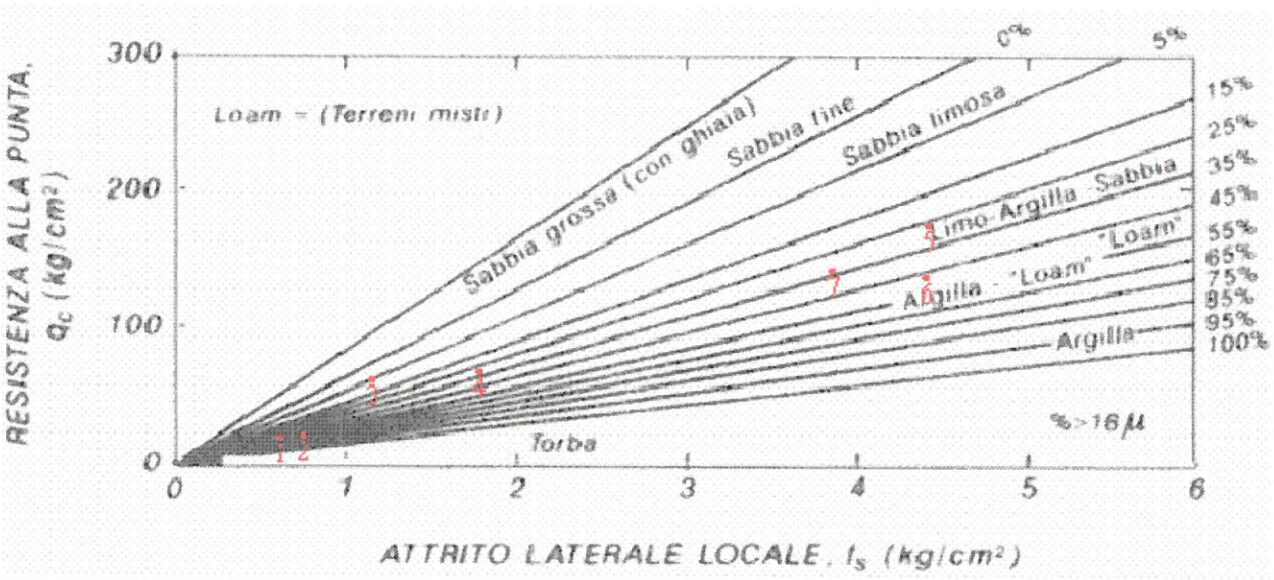


Figura 2.2: identificazione del terreno da prove CPT eseguite con punta meccanica (H. Begemann, 1965).

Nella ricerca del prof. Schmertmann (1978) è riportata una carta (Figura 1.4) per la valutazione del tipo di terreno da prove C.P.T. eseguite con punta meccanica, basata sui valori della qc e della fs. Si entra sull'asse delle ascisse con:

rf = 100 * fs / qc

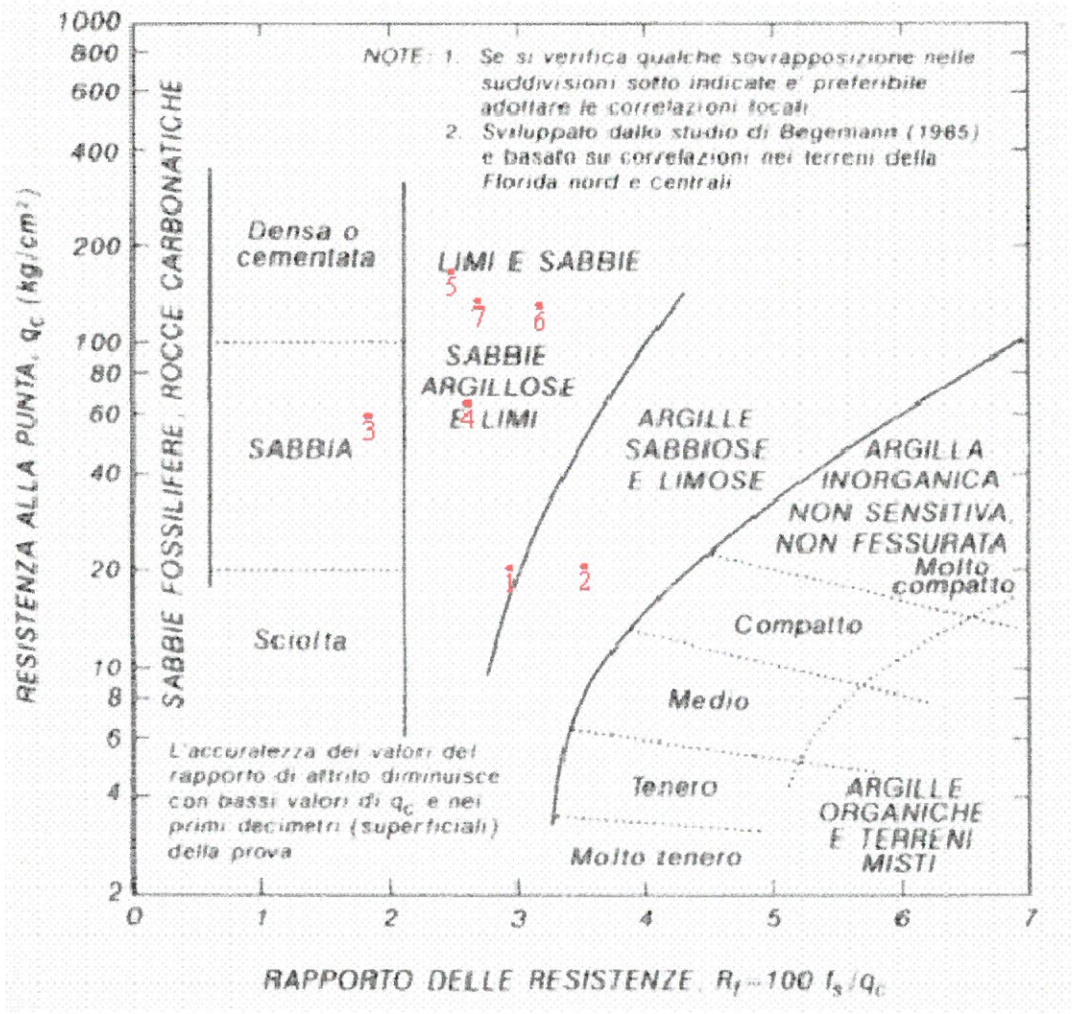


Figura 2.3: identificazione del terreno da prove CPT eseguite con punta meccanica (J.H. Schmertmann, 1978).

Stratigrafia

La stratigrafia del sito è caratterizzata da 10 strati aventi le litologie raffigurate nelle immagini sottostanti

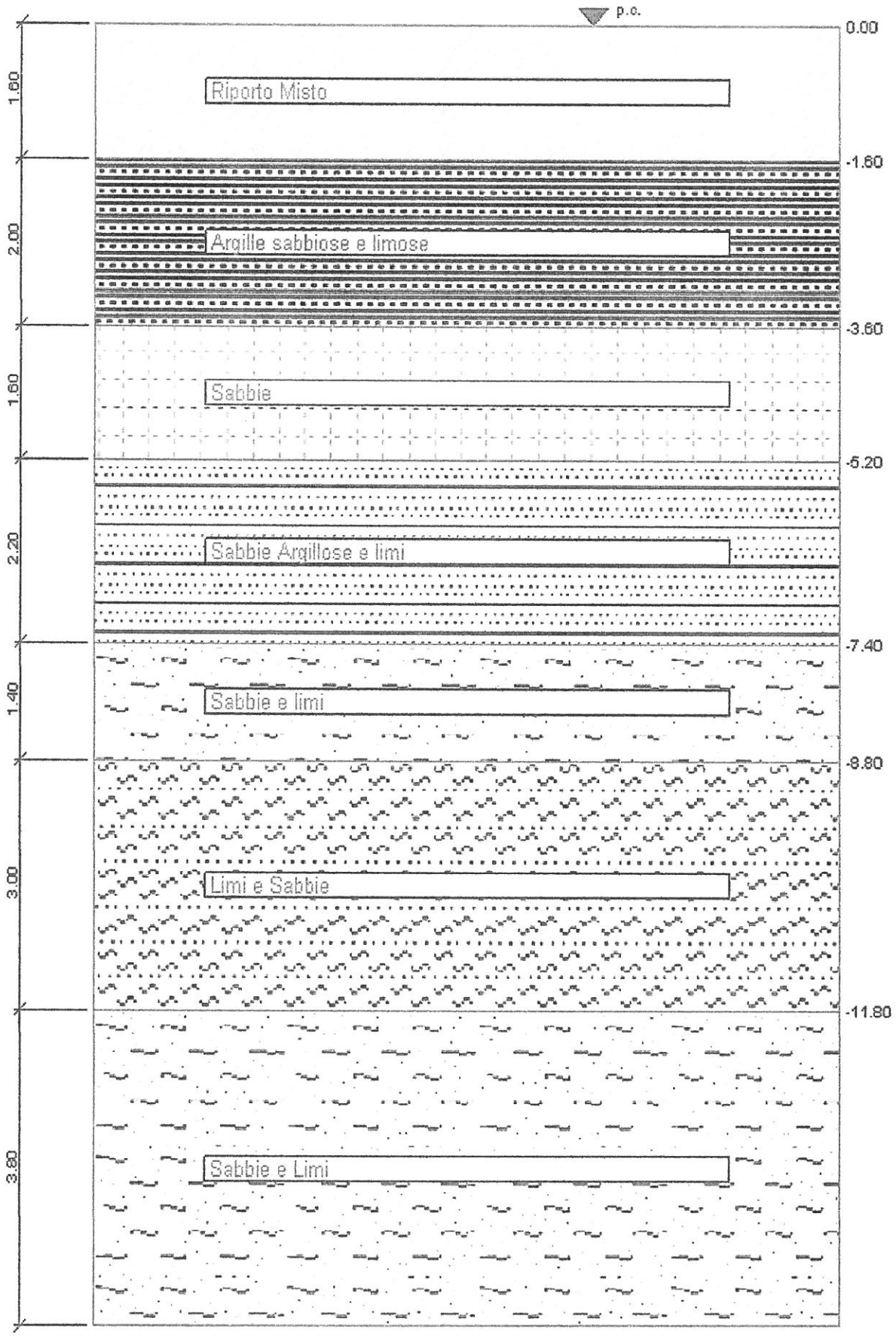


Figura 2.4: Stratigrafia del sito.

Quote [m]	Descrizione litologica	g [kN/m3]	OCR
0.00	Terreno Vegetale	10.79	1.00
-1.20	Sabbia	11.28	1.00
-1.60	Limi Argillosi	11.57	1.00
-2.20	Limi Argillosi	11.57	1.00
-3.00	Sabbia	11.77	1.00
-5.20	Sabbia Argillosa e limi	11.77	1.00
-6.20	Sabbia Argillosa e limi	11.77	1.00
-7.00	Sabbia Densa o Cementata	12.26	1.00
-7.60	Sabbia Densa o Cementata	12.26	1.00
-8.00	Sabbia Limosa	12.75	1.00

Tabella 2.3: Stratigrafia del sito.

La tabella seguente riporta l'andamento della tensione totale.

Quote [m]	Tensione totale [kPa]
0.00	0.00
-0.60	6.47
-1.20	12.95
-1.40	15.20
-1.60	17.46
-1.90	20.93
-2.20	24.40
-2.60	29.03
-3.00	33.66
-4.10	46.61
-5.20	59.55
-5.70	65.44
-6.20	71.32
-6.60	76.03
-7.00	80.74
-7.30	84.42
-7.60	88.09
-7.80	90.55
-8.00	93.00
-11.80	141.45

Tabella 1.2: Andamento pressioni.

Nella stratigrafia non sono presenti falde.

Risultati

Di seguito sono riportati i parametri del terreno ricavati dai calcoli eseguiti.

DENSITA' RELATIVA Dr

La densità relativa è stata calcolata con:

- Baldi (1986)
- Jamiolkoski (1985)
- Harman
- Schmertmann
- Lancellotta (1983)

DENSITA' RELATIVA [%]						
Quota [m]	Baldi	Jamiolkoski	Harman	Schmertmann	Lancellotta	Media
0.00	0	0	0	0	0	0
-0.60	0	61	0	87	62	74
-1.20	0	65	84	86	66	76
-1.40	0	70	89	91	71	81
-1.60	0	54	0	69	55	62
-1.90	0	48	0	59	48	54
-2.20	0	38	0	45	38	42
-2.60	0	30	0	34	30	32
-3.00	0	51	60	59	51	55
-4.10	60	66	76	76	66	69
-5.20	0	60	0	65	60	62
-5.70	40	49	0	52	49	48
-6.20	70	69	0	76	70	72
-6.60	0	60	0	63	60	62
-7.00	80	74	82	81	75	78
-7.30	70	68	74	73	68	70
-7.60	100	88	98	99	90	95
-7.80	0	94	100	100	96	98
-8.00	100	89	0	99	90	95
-11.80	70	69	0	70	69	70

Tabella 2.4: risultati del calcolo per la Densità relativa.

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO Fi

L'angolo di resistenza al taglio è stato calcolato con:

- Kleven (1986)
- Schmertmann (1978)
- Roberson e Campanella (1983)
- Durgunouglu e Mitchell
- Caquot
- Koppejan
- De Beer

ANGOLO DI RESITENZA AL TAGLIO [°] - Tabella 1 -				
Quota [m]	Kleven	Schmertmann	Robertson & Campanella	Durgunouglu & Mitchell
0.00	0	0	0	0
-0.60	0	0	0	0
-1.20	40	31	0	40
-1.40	41	31	46	41
-1.60	37	0	0	0
-1.90	35	0	0	0
-2.20	33	0	0	0
-2.60	31	0	0	0
-3.00	35	37	40	36
-4.10	38	39	42	38
-5.20	37	30	42	36
-5.70	34	30	40	34
-6.20	39	31	48	37
-6.60	36	30	40	36
-7.00	40	42	42	38
-7.30	38	42	48	37
-7.60	43	44	44	40
-7.80	44	44	46	41
-8.00	43	42	46	40
-11.80	37	39	42	36

ANGOLO DI RESITENZA AL TAGLIO [°] - Tabella 2 -

Quota [m]	Caquot	Koppejan	De Beer	Media
0.00	0	0	0	0
-0.60	0	0	0	0
-1.20	37	35	32	36
-1.40	38	35	33	38
-1.60	0	0	0	37
-1.90	0	0	0	35
-2.20	0	0	0	33
-2.60	0	0	0	31
-3.00	32	30	28	34
-4.10	34	32	29	36
-5.20	33	30	28	34
-5.70	31	28	26	32
-6.20	34	31	29	36
-6.60	32	29	27	33
-7.00	34	32	29	37
-7.30	33	30	28	37
-7.60	37	34	32	39
-7.80	38	35	33	40
-8.00	37	34	32	39
-11.80	32	29	27	35

Tabella 2.5: risultati del calcolo per l'Angolo di Resistenza al taglio.

MODULO ELASTICO E

Il modulo elastico è stato calcolato con:

- Jamiolkowski (1987)
- Schmertmann (1970, 1978)
- De Beer (1965)

	MODULO ELASTICO [MPa]		
Quota [m]	Jamiolkoski	Schmertmann	De Beer
0.00	0 - 0	0	0
-0.60	0 - 0	5	0
-1.20	8 - 20	8	10
-1.40	11 - 26	11	13
-1.60	0 - 0	7	0
-1.90	0 - 0	6	0
-2.20	0 - 0	4	0
-2.60	0 - 0	4	0
-3.00	8 - 19	8	6
-4.10	16 - 39	16	19
-5.20	15 - 35	15	12
-5.70	11 - 26	11	9
-6.20	22 - 54	22	27
-6.60	17 - 40	17	13
-7.00	28 - 68	28	57
-7.30	23 - 56	23	47
-7.60	49 - 117	49	98
-7.80	61 - 147	61	123
-8.00	51 - 123	51	31
-11.80	31 - 75	31	19

Tabella 2.6: risultati del calcolo per il Modulo Elastico.

MODULO DI TAGLIO G

Il modulo di taglio è stato calcolato con:

- Imai e Tomaichi (1990)
- Mayne e Rix (1993)

MODULO DI TAGLIO [MPa]			
Quota [m]	Imai & Tomaichi	Mayne & Rix	Media
0.00	0	0	0
-0.60	18	16	17
-1.20	24	31	28
-1.40	28	44	36
-1.60	21	23	22
-1.90	19	19	19
-2.20	16	13	14
-2.60	14	10	12
-3.00	23	30	26
-4.10	36	76	56
-5.20	34	67	50
-5.70	28	44	36
-6.20	43	116	80
-6.60	36	79	58
-7.00	50	160	105
-7.30	44	123	84
-7.60	70	330	200
-7.80	80	447	264
-8.00	72	352	212
-11.80	53	181	117

Tabella 2.7: risultati del calcolo per il Modulo di Taglio.

MODULO CONFINATO M

Il modulo confinato è stato calcolato con:

- Lumne e Christophersen (1983)
- Mitchell e Gardner (1975)

MODULO CONFINATO [MPa]			
Quota [m]	Lumne & Christophersen	Mitchell & Gardner	Media
0.00	0	0	0
-0.60	0	0	0
-1.20	13	0	13
-1.40	17	0	17
-1.60	0	0	0
-1.90	0	0	0
-2.20	0	10	10
-2.60	0	7	7
-3.00	13	0	13
-4.10	26	0	26
-5.20	24	0	24
-5.70	17	0	17
-6.20	36	0	36
-6.60	27	0	27
-7.00	43	0	43

-7.30	37	0	37
-7.60	59	0	59
-7.80	69	0	69
-8.00	61	41	51
-11.80	45	25	35

Tabella 1.8: risultati del calcolo per il Modulo Confinato.

RESISTENZA NON DRENATA Su

La resistenza non drenata è stata calcolata con:

- Levadoux e Baligh (1980)
- Raccomandazioni AGI (1977)

RESISTENZA NON DRENATA [kPa]		
Quota [m]	Levadoux & Baligh	Raccomandazioni AGI
0.00	0 - 0	0 - 0
-0.60	0 - 0	0 - 0
-1.20	0 - 0	0 - 0
-1.40	0 - 0	0 - 0
-1.60	188 - 188	106 - 177
-1.90	163 - 163	92 - 154
-2.20	124 - 124	71 - 118
-2.60	103 - 103	59 - 98
-3.00	0 - 0	0 - 0
-4.10	0 - 0	0 - 0
-5.20	416 - 416	235 - 392
-5.70	304 - 304	173 - 288
-6.20	632 - 632	357 - 595
-6.60	471 - 471	267 - 445
-7.00	0 - 0	0 - 0
-7.30	0 - 0	0 - 0
-7.60	0 - 0	0 - 0
-7.80	0 - 0	0 - 0
-8.00	0 - 0	0 - 0
-11.80	0 - 0	0 - 0

Tabella 2.9: risultati del calcolo per la Resistenza non Drenata.

COEFFICIENTE DI SPINTA A RIPOSO k0

Il coefficiente di spinta a riposo è stata calcolato con:

- Kulhawy e Mayne (1990)

COEFFICIENTE DI SPINTA A RIPOSO [MPa]	
Quota [m]	Kulhawy e Mayne
0.00	0
-0.60	32
-1.20	26
-1.40	28
-1.60	15
-1.90	11
-2.20	7
-2.60	5
-3.00	10
-4.10	14

P26

-5.20	10
-5.70	6
-6.20	12
-6.60	9
-7.00	14
-7.30	11
-7.60	22
-7.80	27
-8.00	22
-11.80	9

Tabella 2.10: risultati del calcolo per il Coefficiente di spinta a riposo.

Per la penetrometria S3 sono stati eseguiti 88 sondaggi nel terreno, i cui risultati, relativi alla resistenza alla punta qc ed alla resistenza laterale fs, sono riportati nella tabella sottostante (Tabella 3.1).

Quota [m]	qc [MPa]	fs [MPa]
-0.20	0.00	0.00
-0.40	0.00	0.00
-0.60	1.67	0.05
-0.80	0.98	0.06
-1.00	1.96	0.03
-1.20	2.75	0.01
-1.40	2.84	0.07
-1.60	1.96	0.07
-1.80	1.77	0.05
-2.00	1.57	0.08
-2.20	1.57	0.07
-2.40	1.86	0.08
-2.60	1.37	0.06
-2.80	2.06	0.07
-3.00	0.98	0.05
-3.20	1.27	0.06
-3.40	3.53	0.12
-3.60	6.47	0.12
-3.80	6.67	0.08
-4.00	7.45	0.08
-4.20	7.94	0.09
-4.40	6.47	0.16
-4.60	6.77	0.09
-4.80	7.26	0.07
-5.00	4.51	0.12
-5.20	4.71	0.09
-5.40	3.63	0.12
-5.60	3.53	0.12
-5.80	6.86	0.05
-6.00	5.00	0.19
-6.20	5.49	0.14
-6.40	5.88	0.19
-6.60	7.35	0.22
-6.80	7.35	0.18
-7.00	6.77	0.21
-7.20	7.35	0.18
-7.40	7.45	0.20
-7.60	7.26	0.19
-7.80	6.86	0.16
-8.00	7.06	0.20
-8.20	5.98	0.20

-8.40	6.28	0.10
-8.60	6.08	0.12
-8.80	4.90	0.13
-9.00	5.20	0.12
-9.20	5.69	0.12
-9.40	5.49	0.12
-9.60	5.49	0.12
-9.80	5.79	0.18
-10.00	5.49	0.16
-10.20	7.75	0.03
-10.40	6.18	0.19
-10.60	5.88	0.12
-10.80	5.69	0.12
-11.00	6.08	0.16
-11.20	7.45	0.13
-11.40	7.35	0.15
-11.60	6.86	0.18
-11.80	7.45	0.14
-12.00	7.65	0.14
-12.20	8.14	0.19
-12.40	9.02	0.16
-12.60	7.75	0.19
-12.80	7.55	0.20
-13.00	8.34	0.18
-13.20	8.43	0.18
-13.40	9.90	0.28
-13.60	9.32	0.22
-13.80	8.34	0.21
-14.00	8.24	0.22
-14.20	9.51	0.18
-14.40	10.79	0.20
-14.60	9.81	0.24
-14.80	10.40	0.26
-15.00	10.20	0.28
-15.20	10.98	0.31
-15.40	10.49	0.25
-15.60	10.49	0.23
-15.80	11.38	0.24
-16.00	11.77	0.40
-16.20	12.45	0.27
-16.40	12.94	0.32
-16.60	13.24	0.33
-16.80	12.75	0.33
-17.00	13.24	0.32
-17.20	12.94	0.30
-17.40	13.44	0.31
-17.60	14.91	0.32

Tabella 3.1: dati del sondaggio.

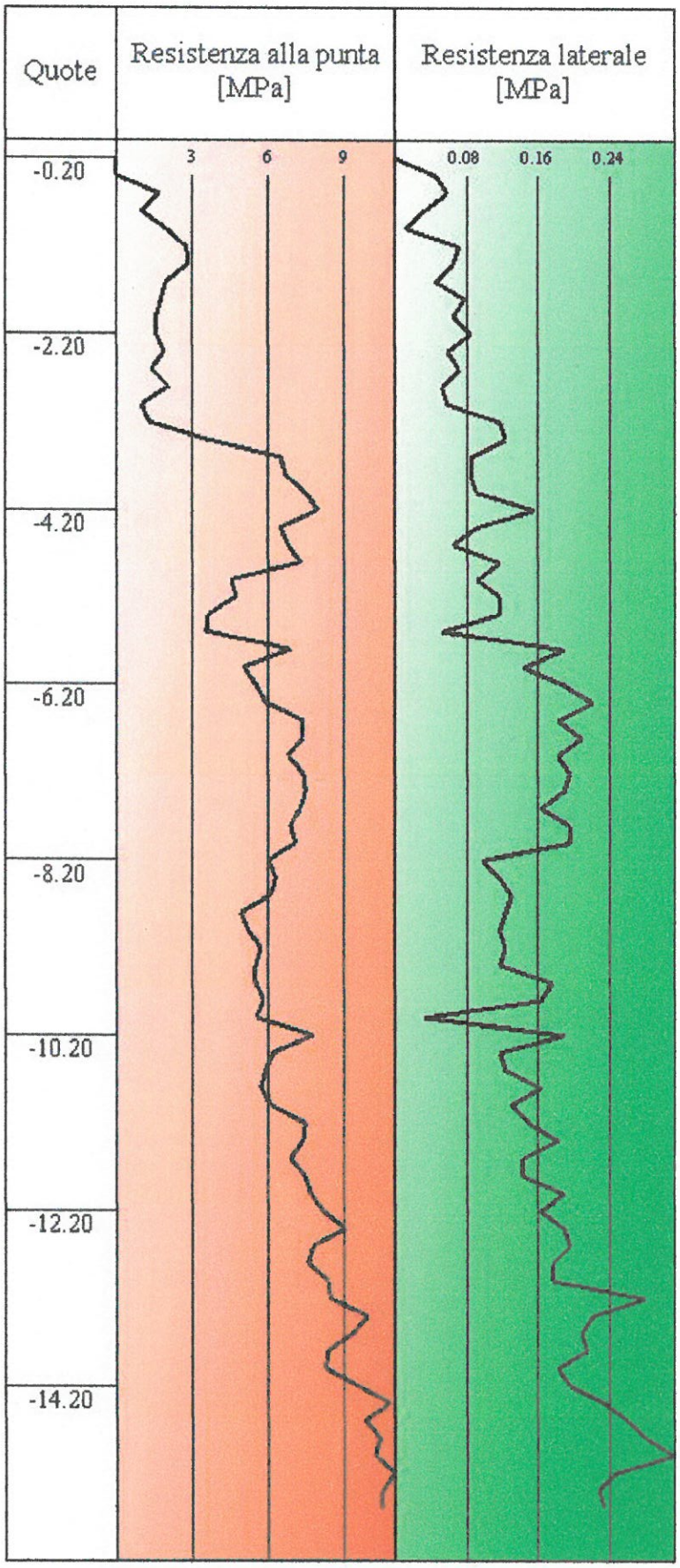


Figura 3.1: andamento resistenza alla punta e laterale.

Classificazioni

Quota [m]	qc [MPa]	fs [MPa]	Classificazione	Begemann	Schmertmann
-0.20	0.00	0.00	Argilla		Non identificata
-0.40	0.00	0.00	Argilla		Non identificata
-0.60	1.67	0.05	Argilla	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-0.80	0.98	0.06	Argilla	Limi ed argille	ArgOrgETerreni
-1.00	1.96	0.03	Argilla	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-1.20	2.75	0.01	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbieFossilRocce
-1.40	2.84	0.07	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-1.60	1.96	0.07	Argilla	Limi sabbiosi	ArgSabbELimose
-1.80	1.77	0.05	Argilla	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-2.00	1.57	0.08	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-2.20	1.57	0.07	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-2.40	1.86	0.08	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-2.60	1.37	0.06	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-2.80	2.06	0.07	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-3.00	0.98	0.05	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-3.20	1.27	0.06	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-3.40	3.53	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	ArgSabbELimose
-3.60	6.47	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-3.80	6.67	0.08	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-4.00	7.45	0.08	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-4.20	7.94	0.09	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-4.40	6.47	0.16	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-4.60	6.77	0.09	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-4.80	7.26	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-5.00	4.51	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-5.20	4.71	0.09	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-5.40	3.63	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-5.60	3.53	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	ArgSabbELimose
-5.80	6.86	0.05	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-6.00	5.00	0.19	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-6.20	5.49	0.14	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-6.40	5.88	0.19	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-6.60	7.35	0.22	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-6.80	7.35	0.18	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-7.00	6.77	0.21	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-7.20	7.35	0.18	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-7.40	7.45	0.20	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-7.60	7.26	0.19	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-7.80	6.86	0.16	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-8.00	7.06	0.20	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-8.20	5.98	0.20	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-8.40	6.28	0.10	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-8.60	6.08	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-8.80	4.90	0.13	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-9.00	5.20	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-9.20	5.69	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-9.40	5.49	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-9.60	5.49	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-9.80	5.79	0.18	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-10.00	5.49	0.16	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-10.20	7.75	0.03	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbieFossilRocce
-10.40	6.18	0.19	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-10.60	5.88	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-10.80	5.69	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-11.00	6.08	0.16	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-11.20	7.45	0.13	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-11.40	7.35	0.15	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-11.60	6.86	0.18	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-11.80	7.45	0.14	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia

-12.00	7.65	0.14	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-12.20	8.14	0.19	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-12.40	9.02	0.16	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-12.60	7.75	0.19	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-12.80	7.55	0.20	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-13.00	8.34	0.18	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-13.20	8.43	0.18	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-13.40	9.90	0.28	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-13.60	9.32	0.22	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-13.80	8.34	0.21	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-14.00	8.24	0.22	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-14.20	9.51	0.18	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-14.40	10.79	0.20	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbDensaOCement
-14.60	9.81	0.24	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-14.80	10.40	0.26	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-15.00	10.20	0.28	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-15.20	10.98	0.31	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-15.40	10.49	0.25	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-15.60	10.49	0.23	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-15.80	11.38	0.24	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbDensaOCement
-16.00	11.77	0.40	Sabbia	Limi ed argille	SabbieArgillELimi
-16.20	12.45	0.27	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-16.40	12.94	0.32	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-16.60	13.24	0.33	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-16.80	12.75	0.33	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-17.00	13.24	0.32	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-17.20	12.94	0.30	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-17.40	13.44	0.31	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgillELimi
-17.60	14.91	0.32	Sabbia	Limi sabbiosi	LimiESabbie

Tabella 3.2: classificazione strati.

Di seguito (v. Figura 1.3) è riportata la carta di classificazione di H. Begemann (1965), che consente una valutazione del tipo di terreno sulla base dei valori della resistenza alla punta (qc) e dell'attrito laterale (fs).

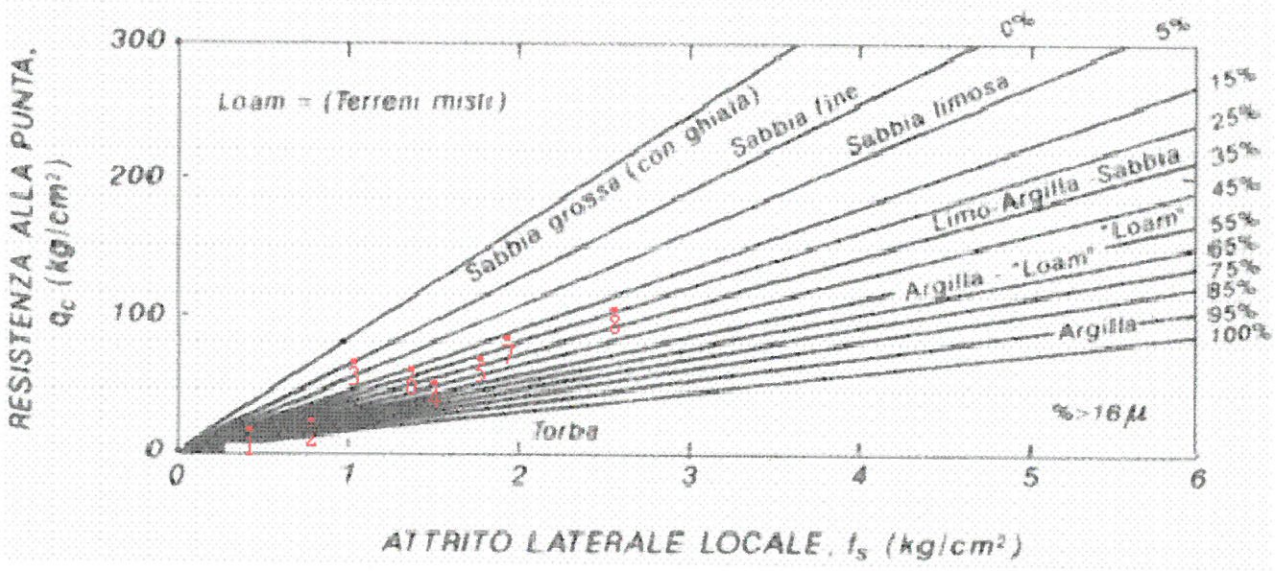


Figura 3.2: identificazione del terreno da prove CPT eseguite con punta meccanica (H. Begemann, 1965).

Nella ricerca del prof. Schmertmann (1978) è riportata una carta (Figura 1.4) per la valutazione del tipo di terreno da prove C.P.T. eseguite con punta meccanica, basata sui valori della qc e della fs. Si entra sull'asse delle ascisse con:

rf = 100 * fs / qc

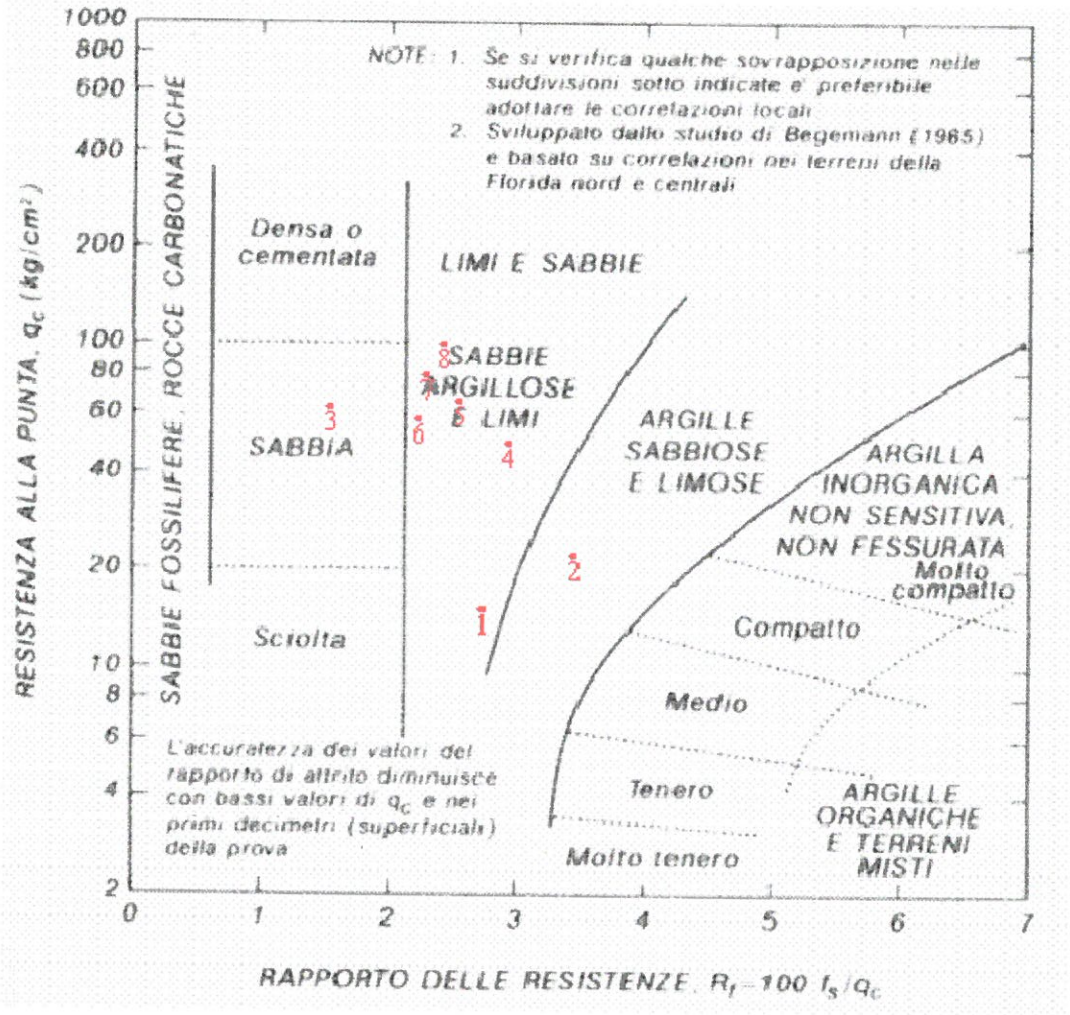


Figura 3.3: identificazione del terreno da prove CPT eseguite con punta meccanica (J.H. Schmertmann, 1978).

Stratigrafia

La stratigrafia del sito è caratterizzata da 8 strati aventi le litologie raffigurate nelle immagini sottostanti (Figura 1.2 e Tabella 1.1).

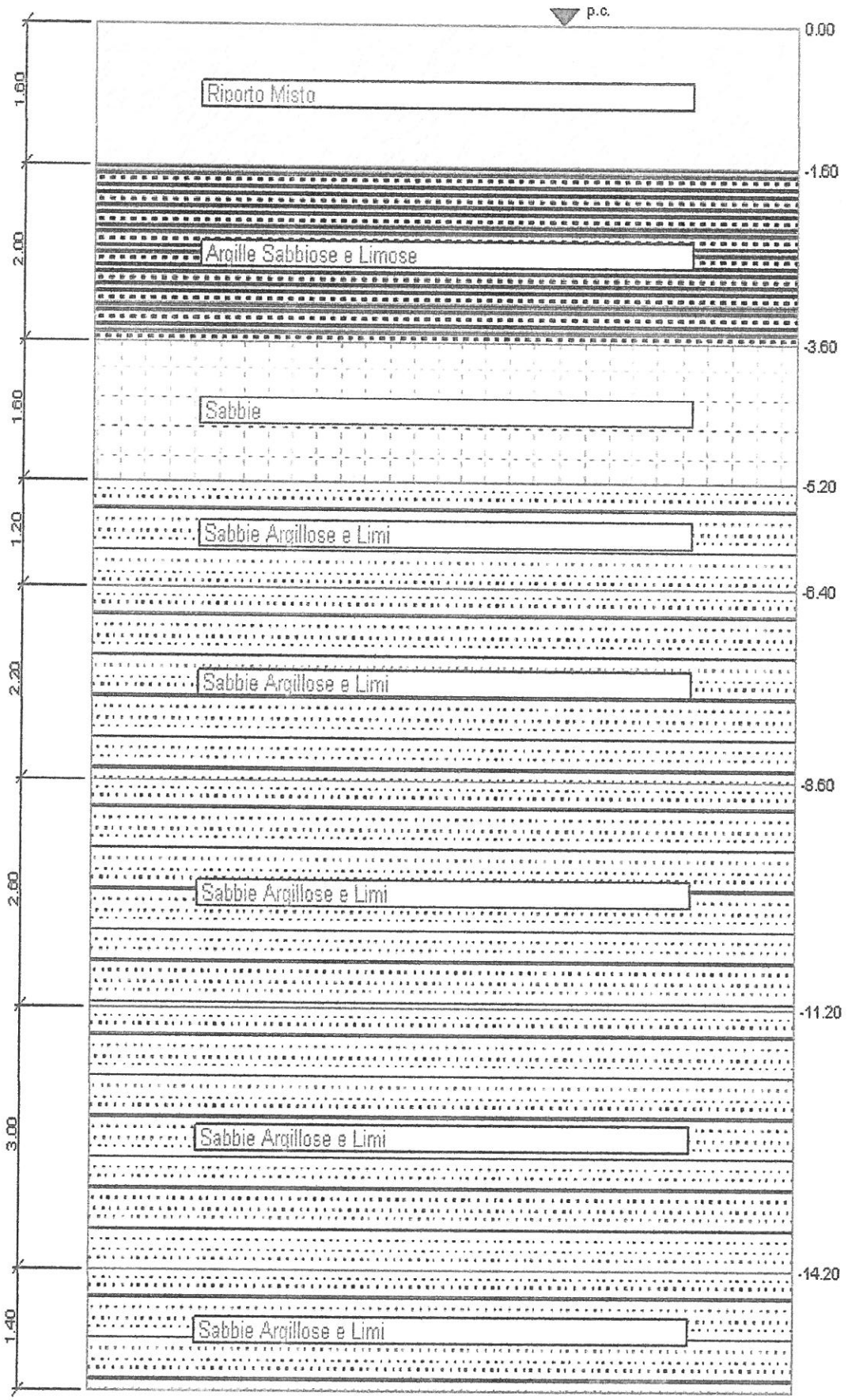


Figura 3.4: Stratigrafia del sito.

Quote [m]	Descrizione litologica	g [kN/m3]	OCR
0.00	Riporto Misto	11.00	1.00
-1.00	Sabbie	11.50	1.00
-1.80	Limi Argillosi	11.50	1.00
-3.40	Sabbie	12.00	1.00
-5.00	Sabbie Argillose	12.50	1.00
-6.60	Sabbie Argillose	12.50	1.00
-8.80	Sabbie Argillose	12.50	1.00
-12.20	Sabbie limose	14.00	1.00

Tabella 3.3: Stratigrafia del sito.

La tabella seguente riporta l'andamento della tensione totale.

Quote [m]	Tensione totale [kPa]
0.00	0.00
-0.50	5.50
-1.00	11.00
-1.40	15.60
-1.80	20.20
-2.60	29.40
-3.40	38.60
-4.20	48.20
-5.00	57.80
-5.80	67.80
-6.60	77.80
-7.70	91.55
-8.80	105.30
-10.50	126.55
-12.20	147.80
-14.90	185.60

Tabella 3.4: Andamento pressioni.

Nella stratigrafia non sono presenti falde.

Risultati

Di seguito sono riportati i parametri del terreno ricavati dai calcoli eseguiti.

DENSITA' RELATIVA Dr

La densità relativa è stata calcolata con:

- Baldi (1986)
- Jamiolkoski (1985)
- Harman
- Schmertmann
- Lancellotta (1983)

	DENSITA' RELATIVA [%]					
Quota [m]	Baldi	Jamiolkoski	Harman	Schmertmann	Lancellotta	Media
0.00	0	0	0	0	0	0
-0.50	0	38	0	58	37	48
-1.00	0	52	69	71	52	62
-1.40	0	58	74	75	58	66
-1.80	0	40	0	50	40	45
-2.60	0	28	0	31	27	29
-3.40	0	51	59	58	51	54

-4.20	70	71	82	82	72	75
-5.00	50	52	0	57	53	54
-5.80	0	62	0	68	63	65
-6.60	60	62	0	66	63	63
-7.70	0	59	0	61	59	60
-8.80	20	46	0	43	46	40
-10.50	40	49	0	46	50	46
-12.20	0	56	0	53	56	54
-14.90	60	59	0	55	60	58

Tabella 4.4: risultati del calcolo per la Densità relativa.

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO Fi

L'angolo di resistenza al taglio è stato calcolato con:

- Kleven (1986)
- Schmertmann (1978)
- Roberson e Campanella (1983)
- Durgunouglu e Mitchell
- Caquot
- Koppejan
- De Beer

ANGOLO DI RESITENZA AL TAGLIO [°] - Tabella 1 -

Quota [m]	Kleven	Schmertmann	Robertson & Campanella	Durgunouglu & Mitchell
0.00	0	0	0	0
-0.50	0	0	0	0
-1.00	37	30	0	39
-1.40	38	30	0	39
-1.80	34	0	0	0
-2.60	30	0	0	0
-3.40	35	37	40	36
-4.20	40	40	48	39
-5.00	35	30	40	35
-5.80	37	30	42	36
-6.60	37	30	48	36
-7.70	36	30	48	35
-8.80	33	30	30	33
-10.50	34	30	0	33
-12.20	35	38	48	34
-14.90	35	38	38	34

ANGOLO DI RESITENZA AL TAGLIO [°] - Tabella 2 -

Quota [m]	Caquot	Koppejan	De Beer	Media
0.00	0	0	0	0
-0.50	0	0	0	0
-1.00	36	33	31	34
-1.40	36	33	31	34
-1.80	0	0	0	34
-2.60	0	0	0	30
-3.40	32	29	27	34
-4.20	35	32	30	38
-5.00	31	29	27	32
-5.80	33	30	28	34
-6.60	32	30	28	34
-7.70	31	28	27	34
-8.80	29	26	24	29
-10.50	29	26	24	29
-12.20	30	27	25	34
-14.90	30	27	25	32

Tabella 4.5: risultati del calcolo per l'Angolo di Resistenza al taglio.

MODULO ELASTICO E

Il modulo elastico è stato calcolato con:

- Jamiolkowski (1987)
- Schmertmann (1970, 1978)
- De Beer (1965)

MODULO ELASTICO [MPa]			
Quota [m]	Jamiolkoski	Schmertmann	De Beer
0.00	0 - 0	0	0
-0.50	0 - 0	2	0
-1.00	5 - 12	5	4
-1.40	7 - 17	7	6
-1.80	0 - 0	4	0
-2.60	0 - 0	3	0
-3.40	9 - 21	9	7
-4.20	20 - 48	20	24
-5.00	11 - 27	11	9
-5.80	17 - 41	17	14
-6.60	18 - 44	18	15
-7.70	18 - 42	18	14
-8.80	12 - 29	12	10
-10.50	15 - 36	15	12
-12.20	20 - 49	20	12
-14.90	26 - 62	26	15

Tabella 4.6: risultati del calcolo per il Modulo Elastico.

MODULO DI TAGLIO G

Il modulo di taglio è stato calcolato con:

- Imai e Tomaichi (1990)
- Mayne e Rix (1993)

MODULO DI TAGLIO [MPa]			
Quota [m]	Imai & Tomaichi	Mayne & Rix	Media
0.00	0	0	0
-0.50	10	5	8
-1.00	17	15	16
-1.40	21	25	23
-1.80	16	13	14
-2.60	14	10	12
-3.40	25	34	30
-4.20	40	99	70
-5.00	28	47	38
-5.80	37	82	60
-6.60	38	90	64
-7.70	37	85	61
-8.80	30	52	41
-10.50	34	69	52
-12.20	41	103	72

-14.90	47	141	94

Tabella 4.7: risultati del calcolo per il Modulo di Taglio.

MODULO CONFINATO M

Il modulo confinato è stato calcolato con:

- Lumne e Christophersen (1983)
- Mitchell e Gardner (1975)

MODULO CONFINATO [MPa]			
Quota [m]	Lumne & Christophersen	Mitchell & Gardner	Media
0.00	0	0	0
-0.50	0	0	0
-1.00	8	0	8
-1.40	11	0	11
-1.80	0	10	10
-2.60	0	7	7
-3.40	14	0	14
-4.20	32	0	32
-5.00	18	0	18
-5.80	27	0	27
-6.60	29	0	29
-7.70	28	0	28
-8.80	20	0	20
-10.50	24	0	24
-12.20	33	16	24
-14.90	41	21	31

Tabella 4.8: risultati del calcolo per il Modulo Confinato.

RESISTENZA NON DRENATA Su

La resistenza non drenata è stata calcolata con:

- Levadoux e Baligh (1980)
- Raccomandazioni AGI (1977)

RESISTENZA NON DRENATA [kPa]		
Quota [m]	Levadoux & Baligh	Raccomandazioni AGI
0.00	0 - 0	0 - 0
-0.50	0 - 0	0 - 0
-1.00	0 - 0	0 - 0
-1.40	0 - 0	0 - 0
-1.80	125 - 125	71 - 118
-2.60	96 - 96	55 - 92
-3.40	0 - 0	0 - 0
-4.20	0 - 0	0 - 0
-5.00	318 - 318	180 - 301
-5.80	485 - 485	275 - 458
-6.60	520 - 520	294 - 490
-7.70	498 - 498	282 - 471
-8.80	343 - 343	196 - 327
-10.50	422 - 422	241 - 402
-12.20	0 - 0	0 - 0
-14.90	0 - 0	0 - 0

Tabella 4.9: risultati del calcolo per la Resistenza non Drenata.

COEFFICIENTE DI SPINTA A RIPOSO k0

Il coefficiente di spinta a riposo è stata calcolato con:

- Kulhawy e Mayne (1990)

COEFFICIENTE DI SPINTA A RIPOSO [MPa]	
Quota [m]	Kulhawy e Mayne
0.00	0
-0.50	15
-1.00	18
-1.40	18
-1.80	9
-2.60	5
-3.40	9
-4.20	16
-5.00	8
-5.80	10
-6.60	9
-7.70	8
-8.80	5
-10.50	5
-12.20	5
-14.90	5

Tabella 4.10: risultati del calcolo per il Coefficiente di spinta a riposo.

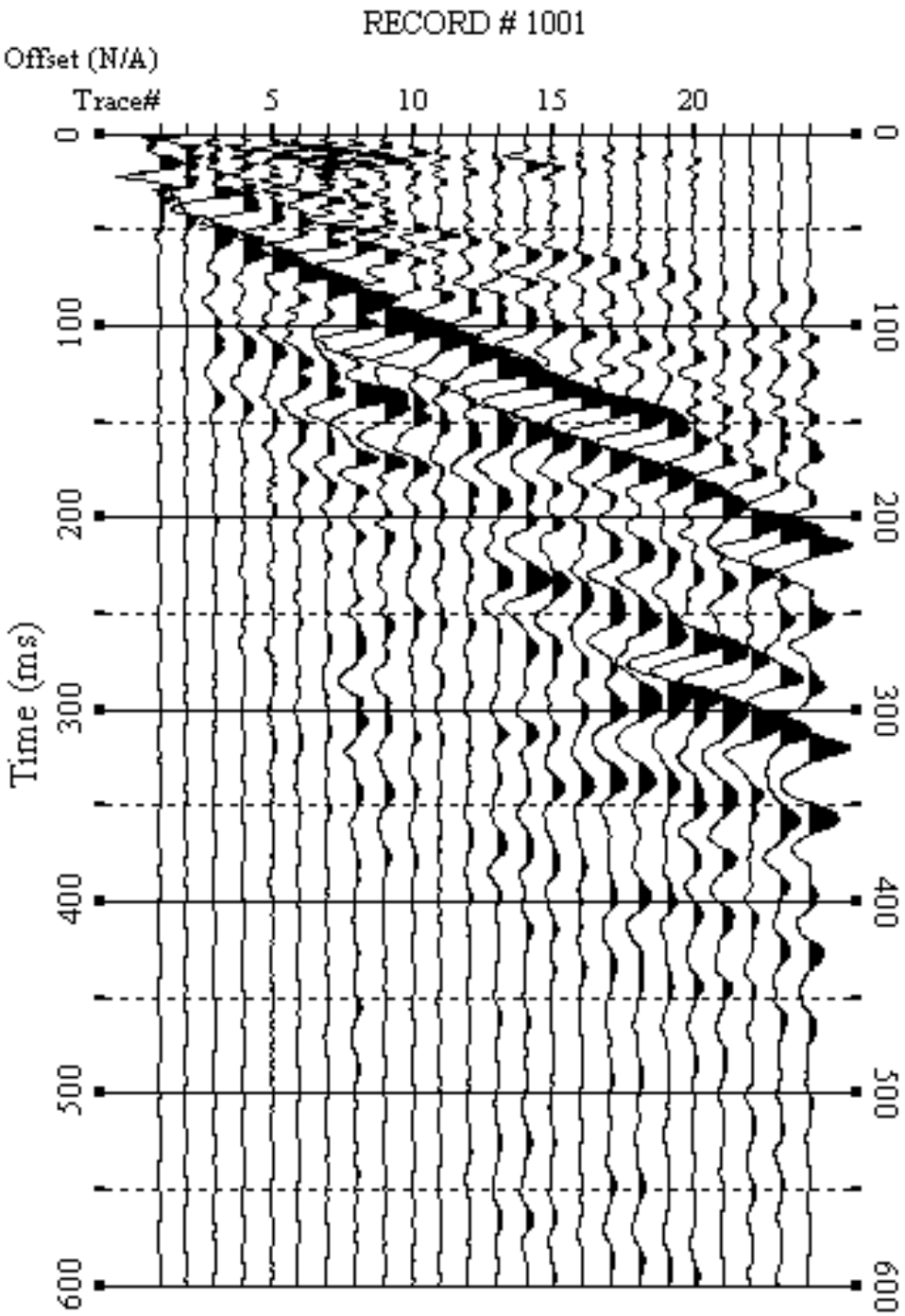


Fig. 3 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-600]*ms*.

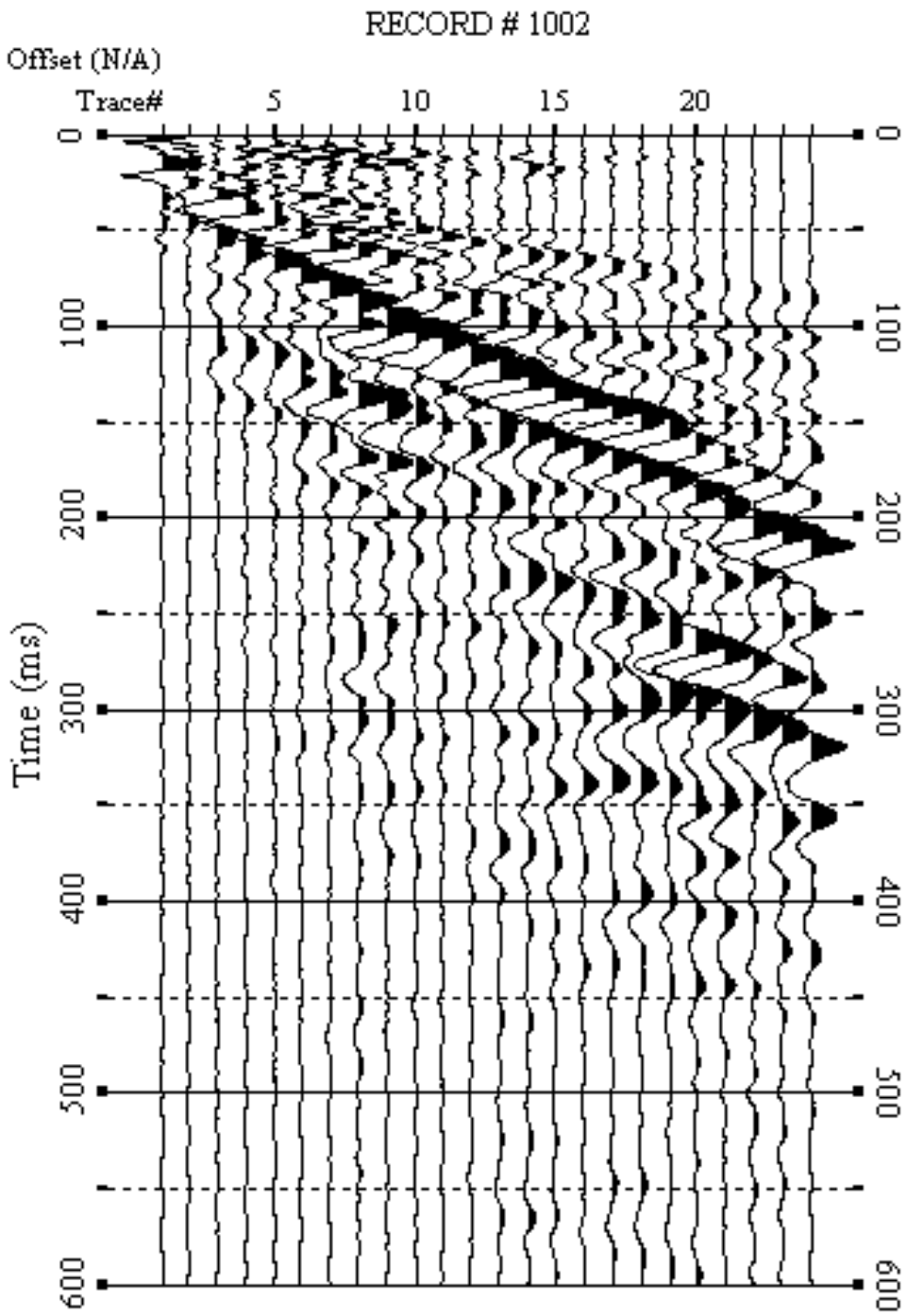


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-600]*ms*.

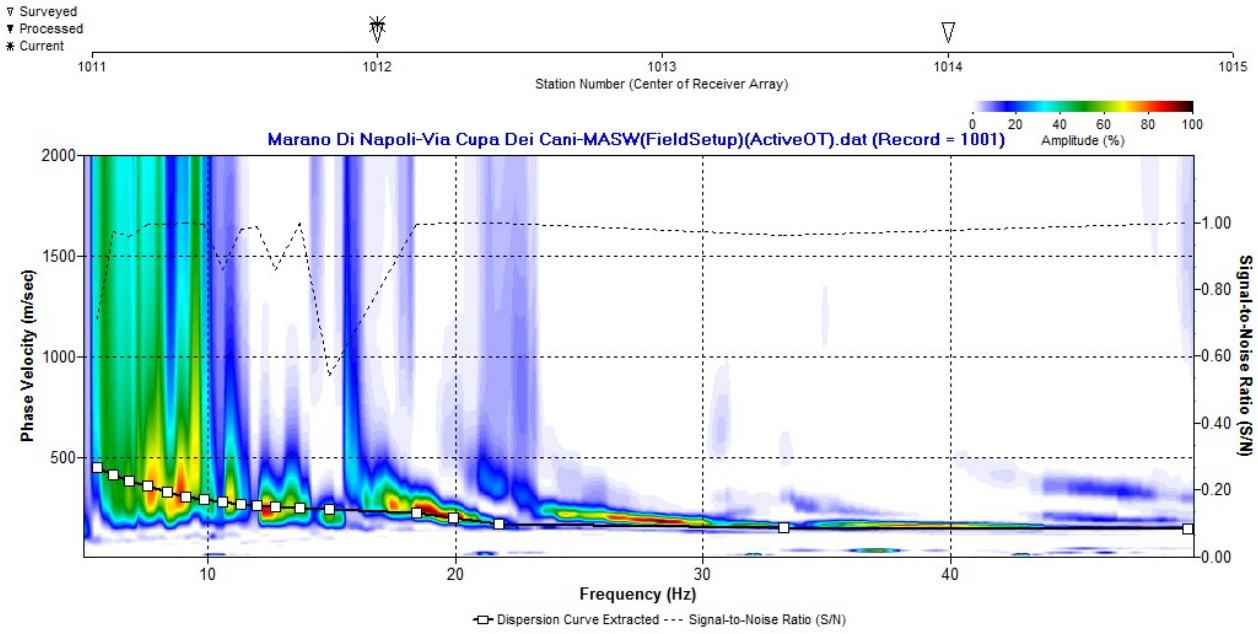


Fig. 5 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

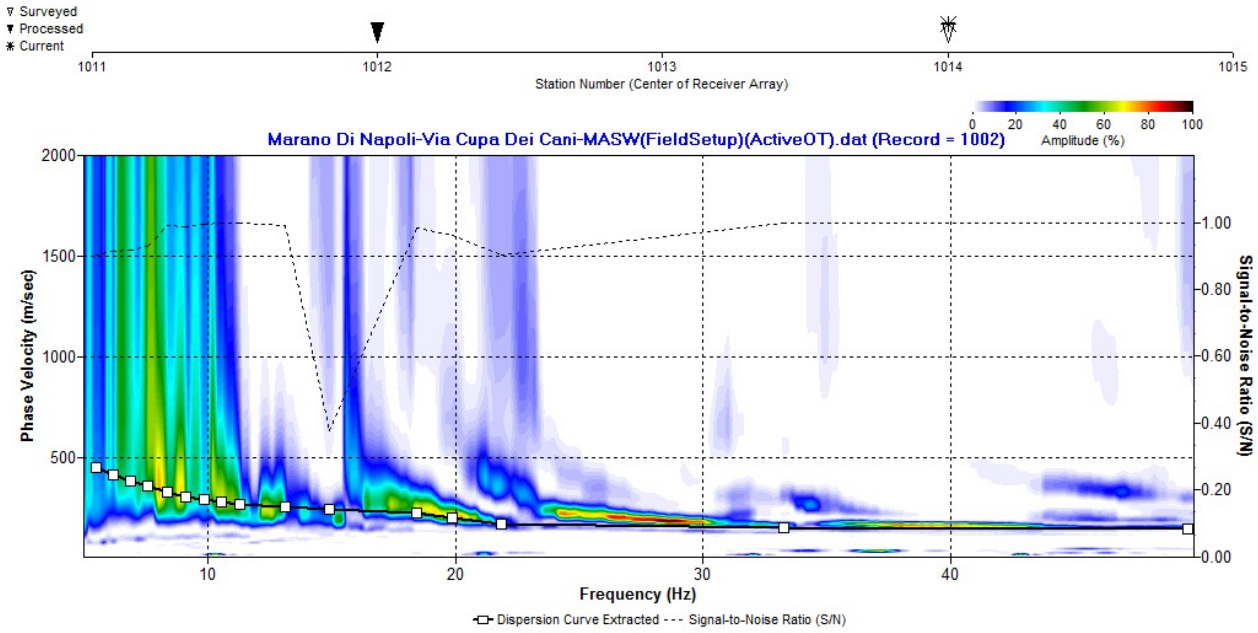


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

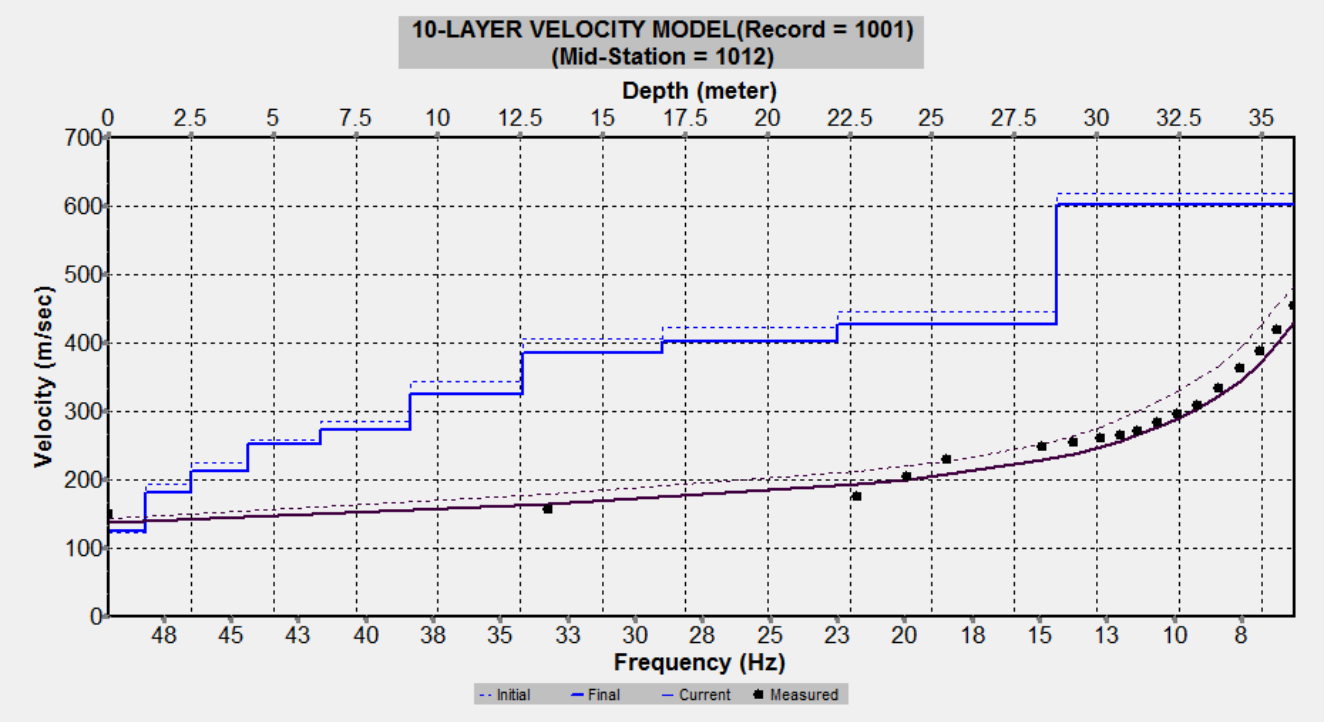


Fig. 7 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

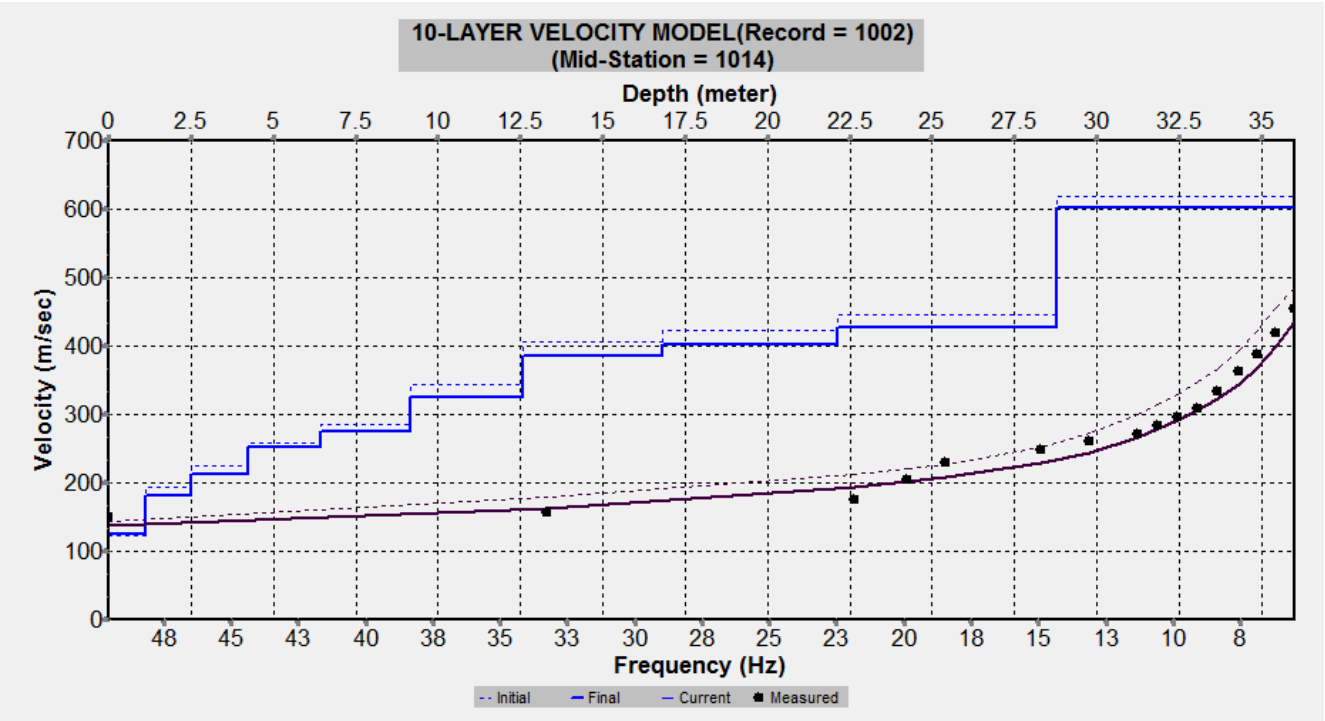


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

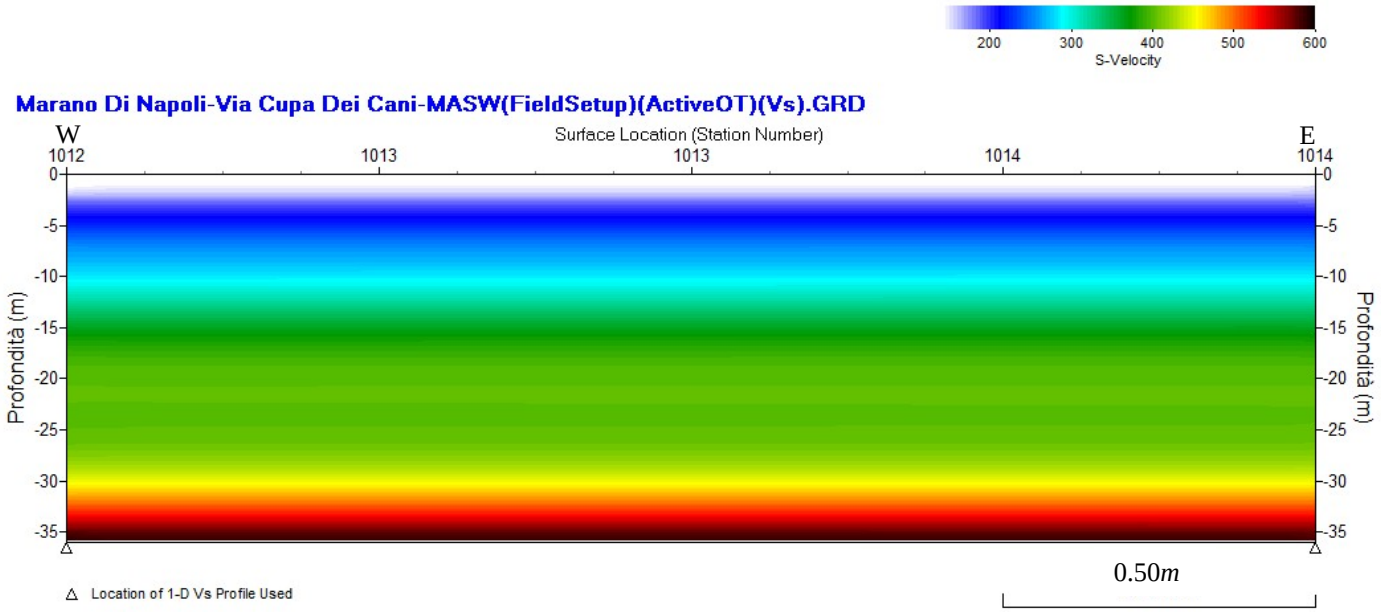


Fig. 9 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_S ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c. e fino alla profondità di 33.5*m* (3.5*m*-33.5*m*) dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 14 gennaio 2008 (Tab. 2; Tab. 3). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tab. 2 – Categorie Suoli di fondazione (D.M. 14 gennaio 2008).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***$V_{S\ 3.5\text{-}33.5}$ (m/s)***	***Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 14/01/2008)***
MASW n. 1	***[302]***	***[356]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Suolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di suolo di fondazione C = *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30*m*, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180*m/s* e 360*m/s* (ovvero $15 < N_{SPT\ 30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$*kPa* nei terreni a grana fina).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$.

- Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al suolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 5 – 7 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.058]	*[0.161]*	*[0.203]*	*[0.563]*

Tab. 10 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 11).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 1.1	115	115
S2	1.1 – 2.5	172	172
S3	2.5 – 4.3	202	202
S4	4.3 – 6.4	242	243
S5	6.4 – 9.2	264	264
S6	9.2 – 12.6	315	315
S7	12.6 – 16.8	376	376
S8	16.8 – 22.1	392	393
S9	22.1 – 28.8	418	418
S10	28.8 – 36.0	592	591

Tab. 11 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Quarto, settembre 2016

Il tecnico

Dr. Geol. Andrea D'Oriano

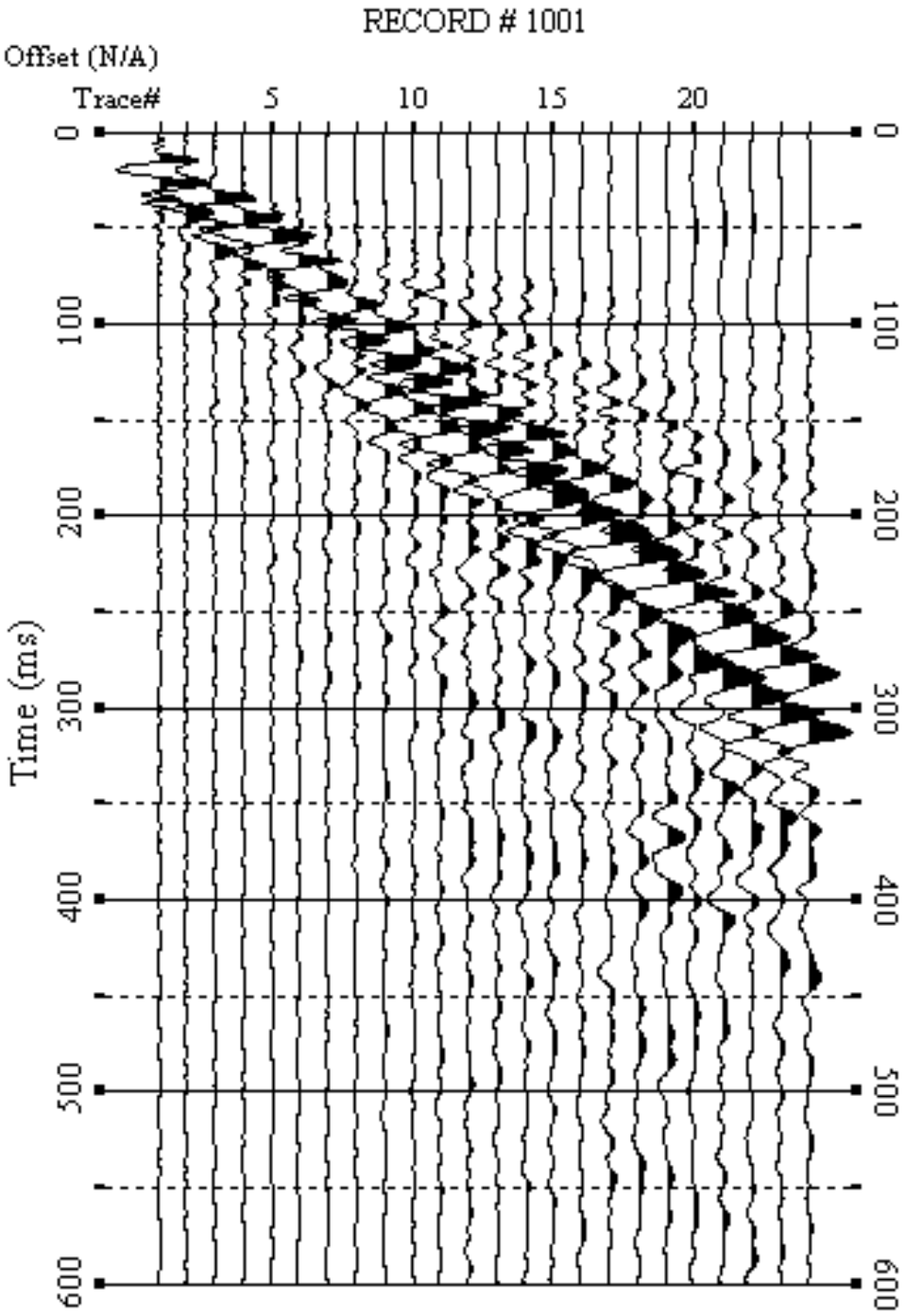


Fig. 3 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-600]*ms*.

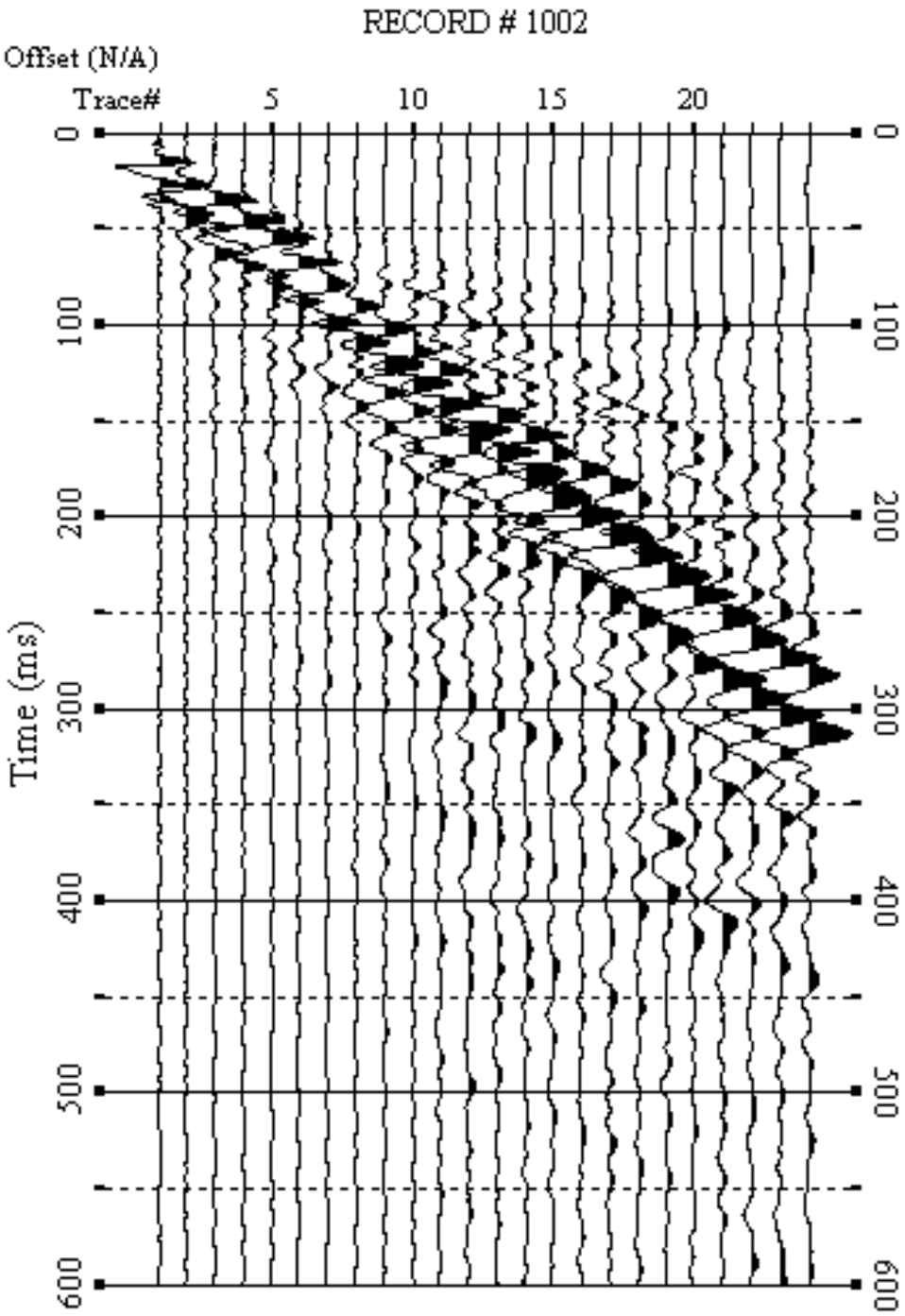


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-600]*ms*.

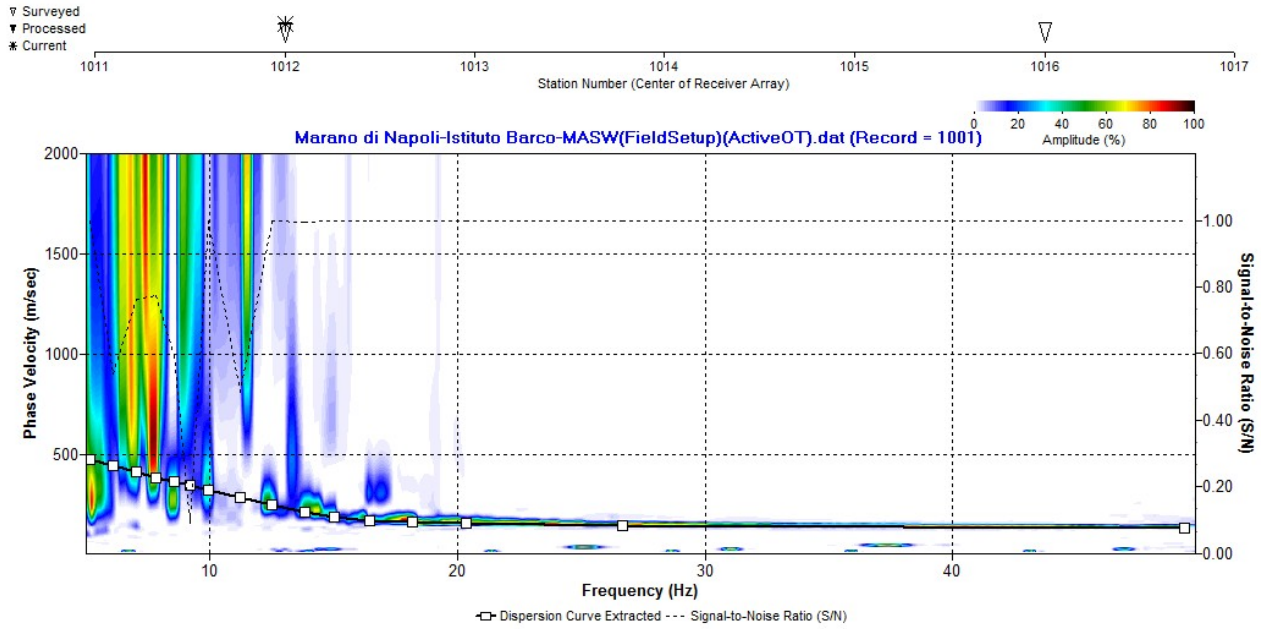


Fig. 5 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

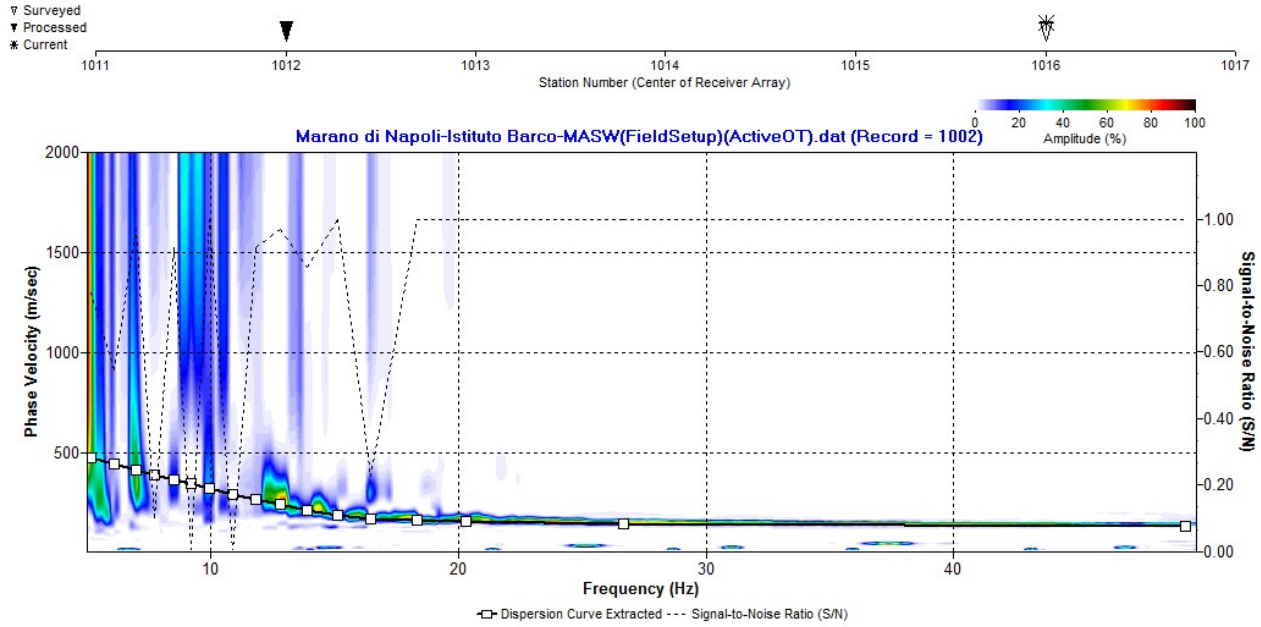


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

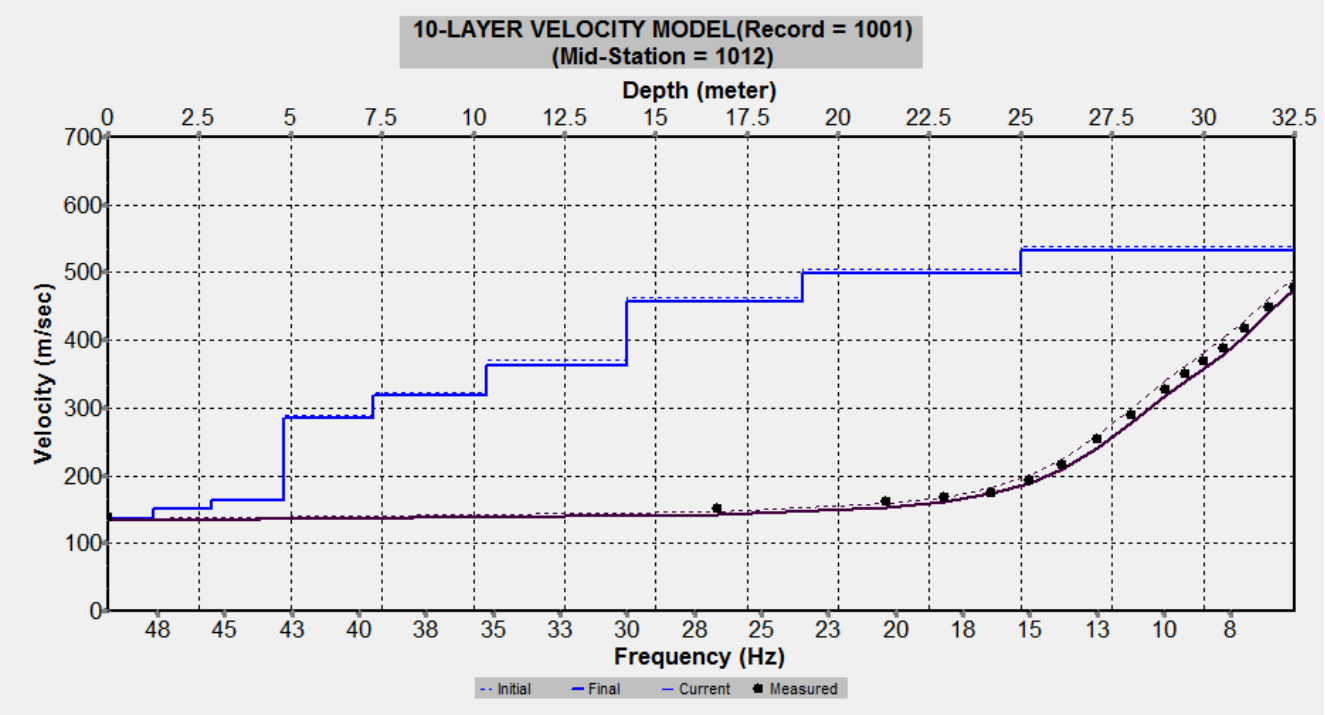


Fig. 7 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

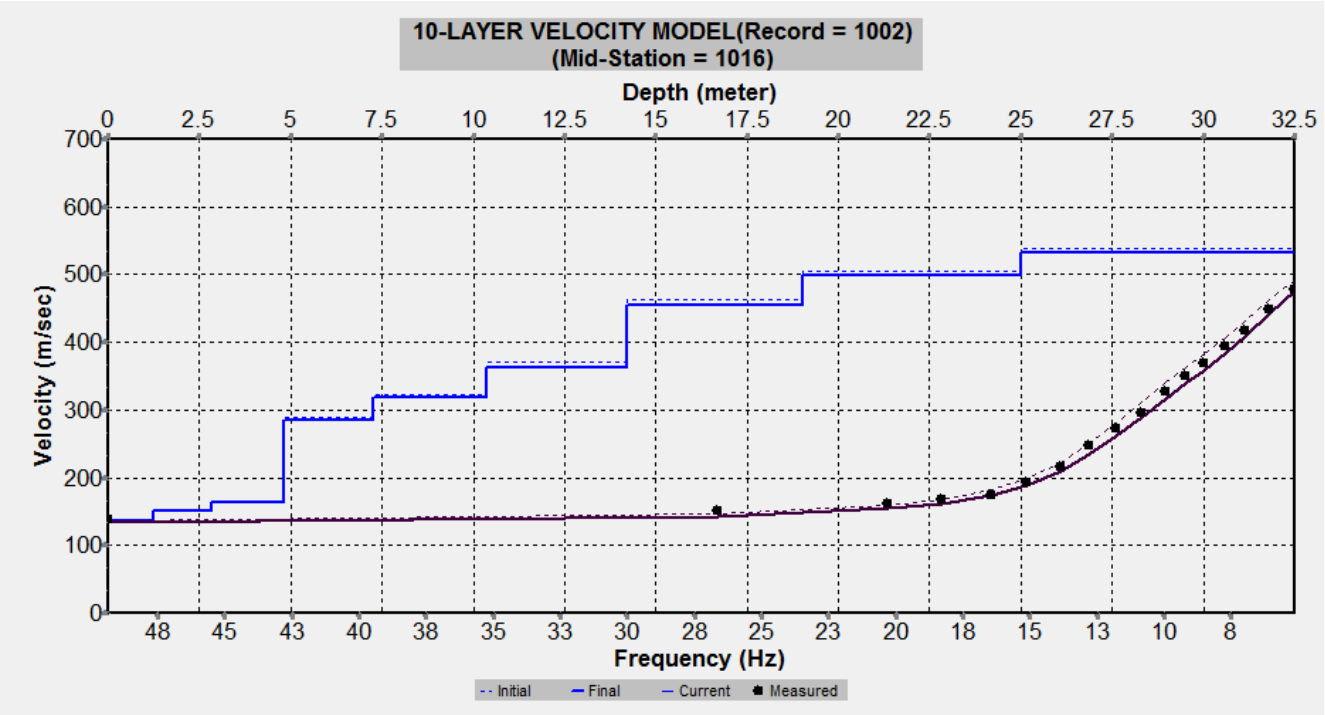


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

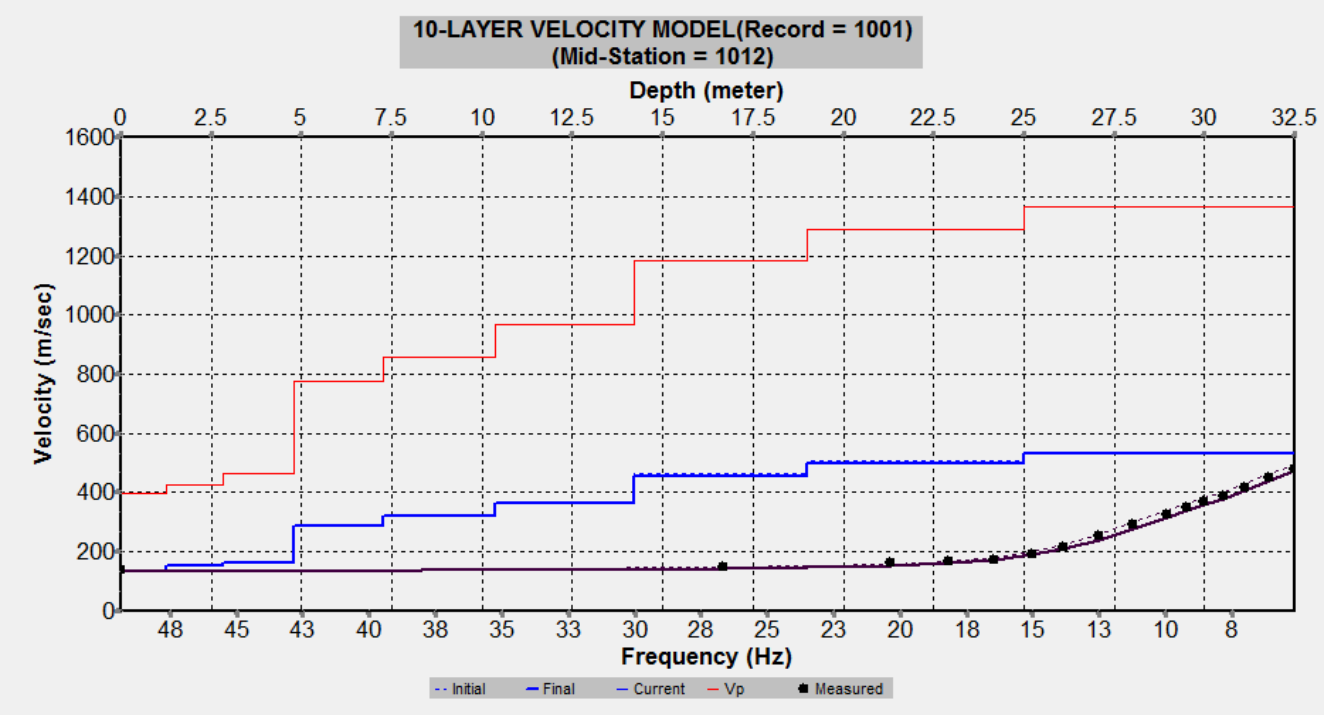


Fig. 9 – Profili verticali 1D delle V_P e delle V_S ottenuti dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

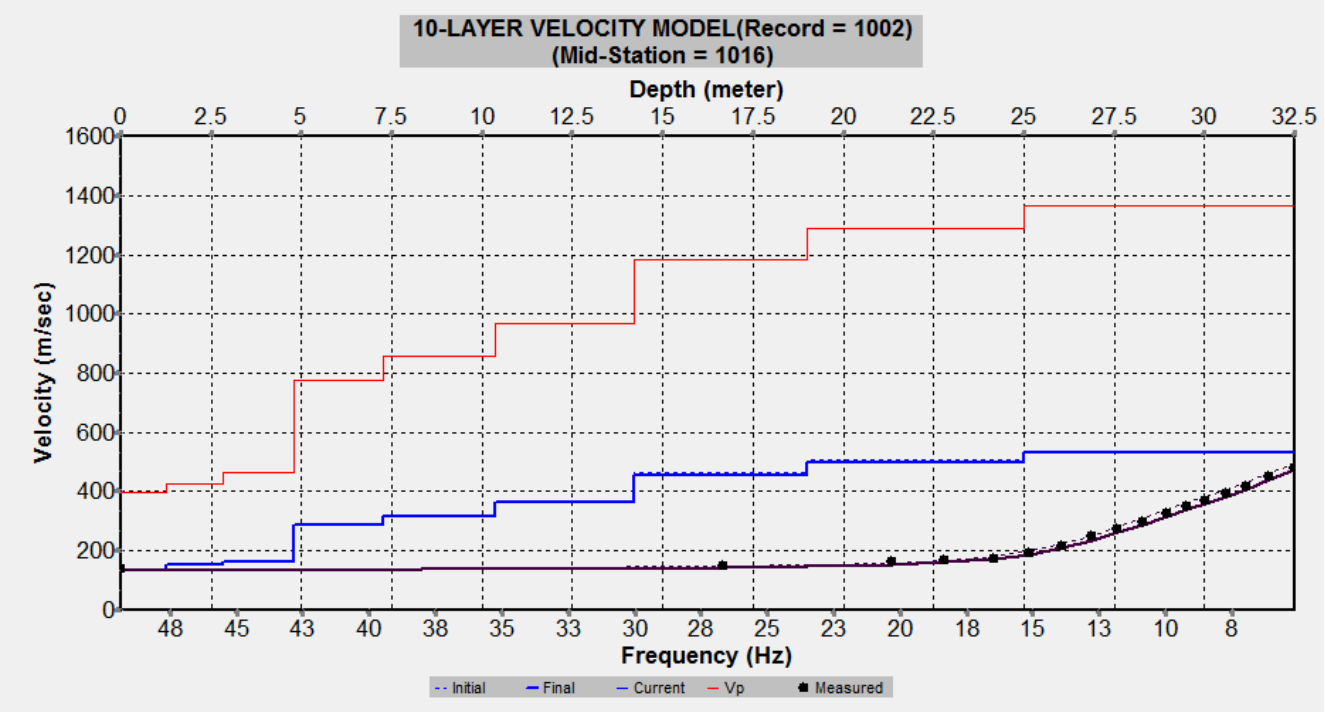


Fig. 10 – Profili verticali 1D delle V_P e delle V_S ottenuti dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

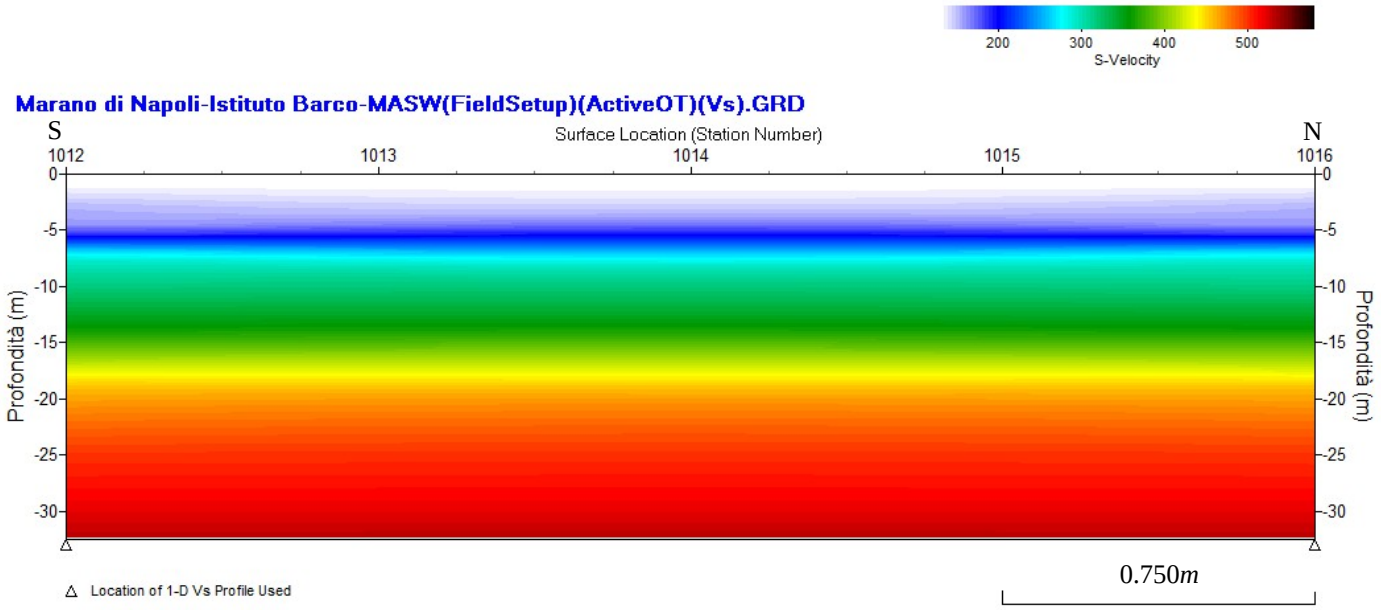


Fig. 11 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_S ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 14 gennaio 2008 (Tab. 2; Tab. 3). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tab. 2 – Categorie Suoli di fondazione (D.M. 14 gennaio 2008).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 14/01/2008)***
MASW n. 1	***[324]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Suolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di suolo di fondazione C = *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30*m*, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180*m/s* e 360*m/s* (ovvero $15 < N_{SPT\ 30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$*kPa* nei terreni a grana fina).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$.

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al suolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 5 – 7 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.068]	*[0.176]*	*[0.241]*	*[0.616]*

Tab. 10 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S e di V_P per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 11).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*	*V_P (m/s) acquisizione n.1*	*V_P (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 1.3	136	136	397	397
S2	1.3 – 2.8	152	152	428	428
S3	2.8 – 4.8	163	163	465	464
S4	4.8 – 7.3	286	286	778	778
S5	7.3 – 10.3	319	318	856	857
S6	10.3 – 14.2	363	362	966	966
S7	14.2 – 19.0	456	456	1185	1185
S8	19.0 – 25.0	499	499	1290	1290
S9	25.0 – 32.5	532	532	1365	1364

Tab. 11 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S e di V_P per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Le onde di volume *P* ed *S*, che attraversano un mezzo omogeneo e isotropo (condizioni ideali) hanno ben definite equazioni di moto. Note le velocità V_P e V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.1 (Tab. 11) e attribuiti i valori di densità desunti da dati ricavati da bibliografia, da sondaggi geognostici effettuati in prossimità dell'area di interesse e da rilevamento geologico effettuato in situ, sono state ricavate, per i sismostrati individuati, alcune proprietà meccaniche, quali il modulo di Young o modulo elastico *E*, il modulo di taglio *G* o modulo di rigidità μ, il coefficiente di Poisson ν e il modulo di incompressibilità o bulk *k* (Tab. 12). Le relative equazioni sono le seguenti:

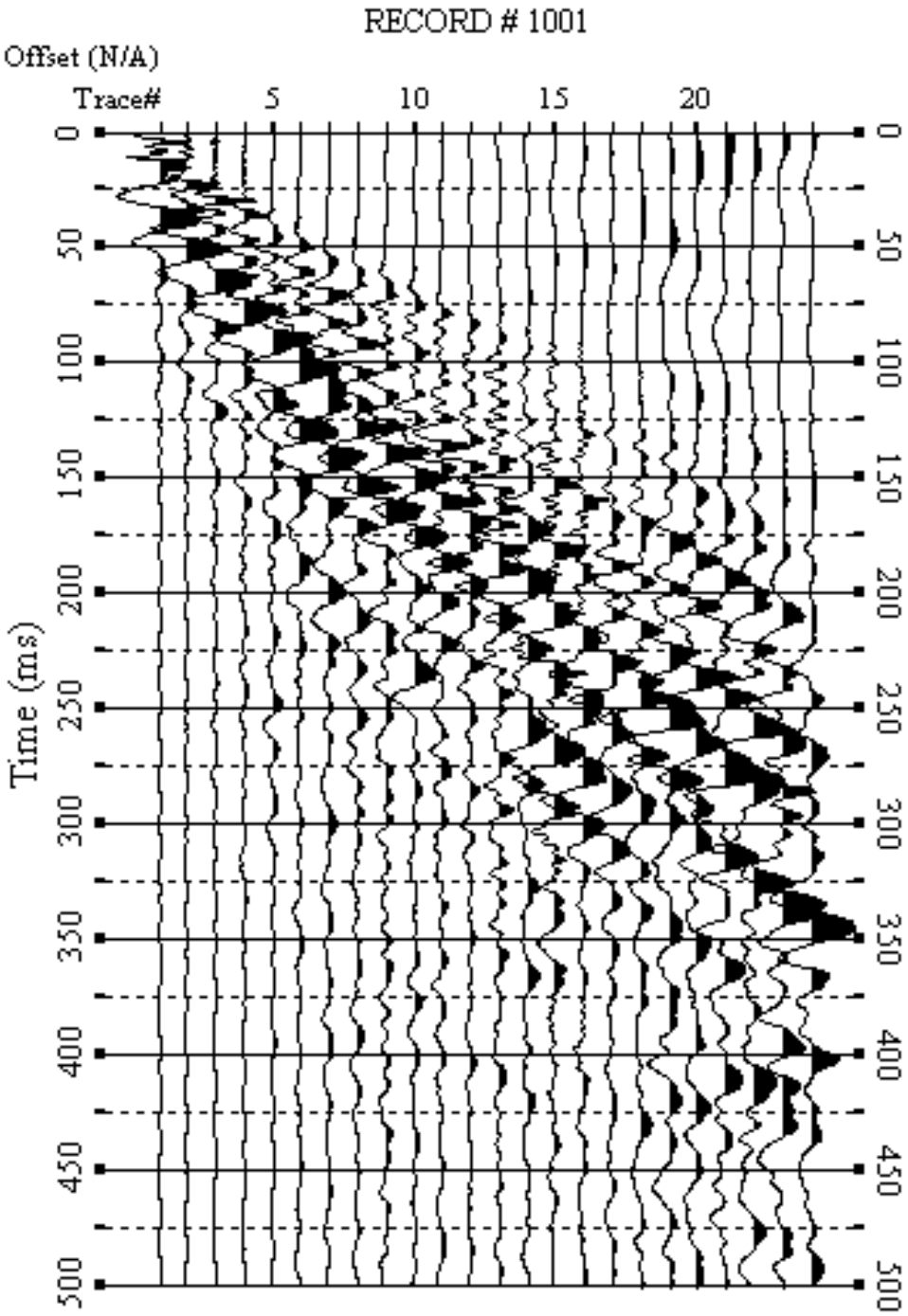


Fig. 3 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-500]*ms*.

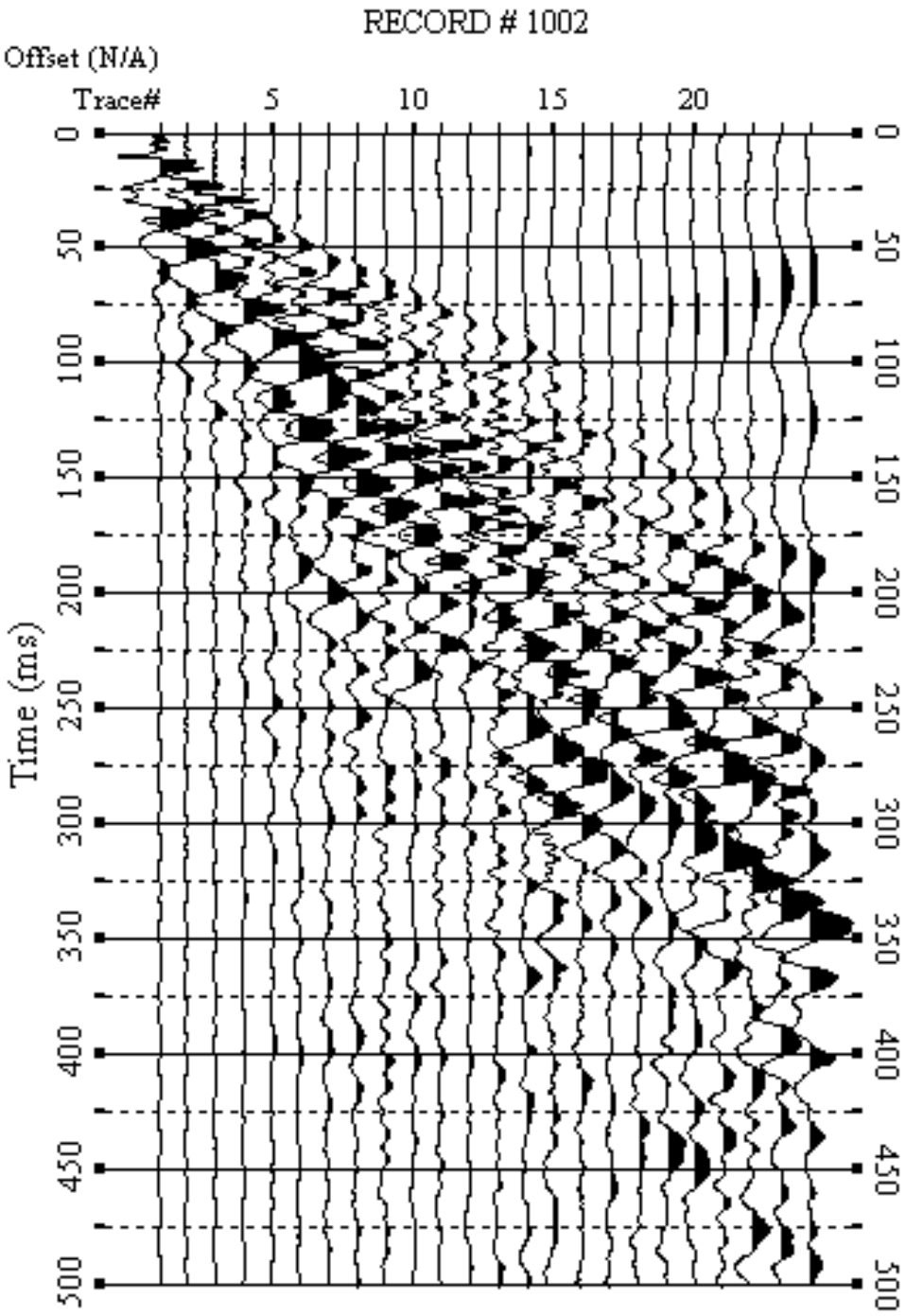


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-500]*ms*.

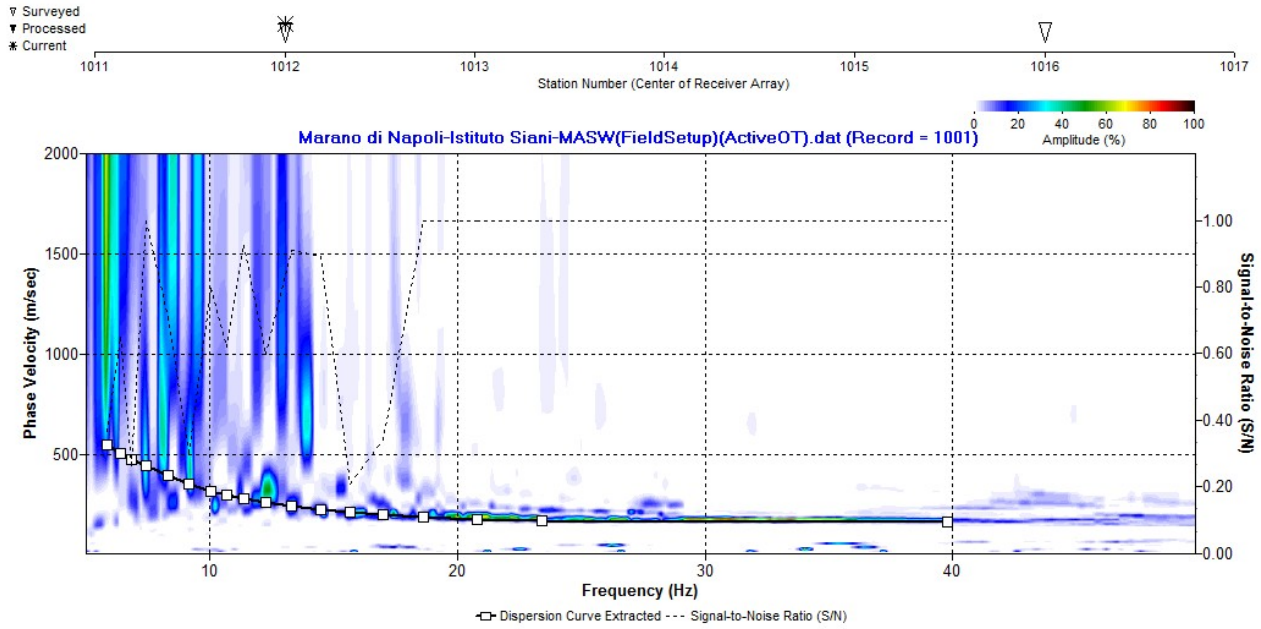


Fig. 5 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

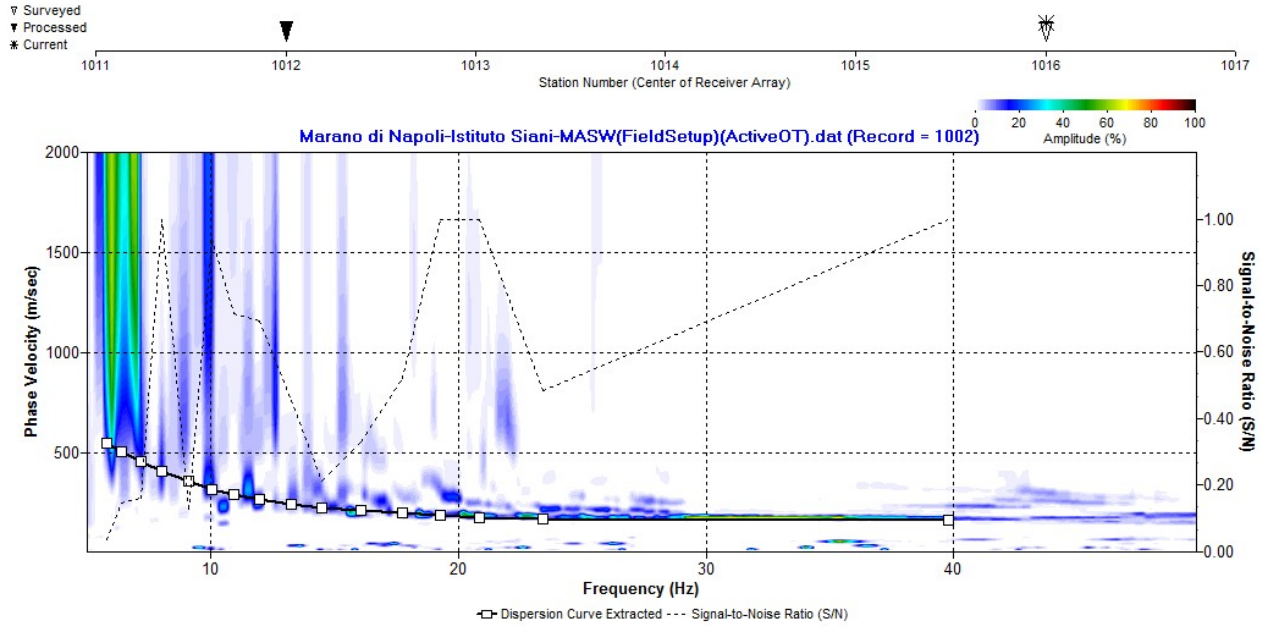


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

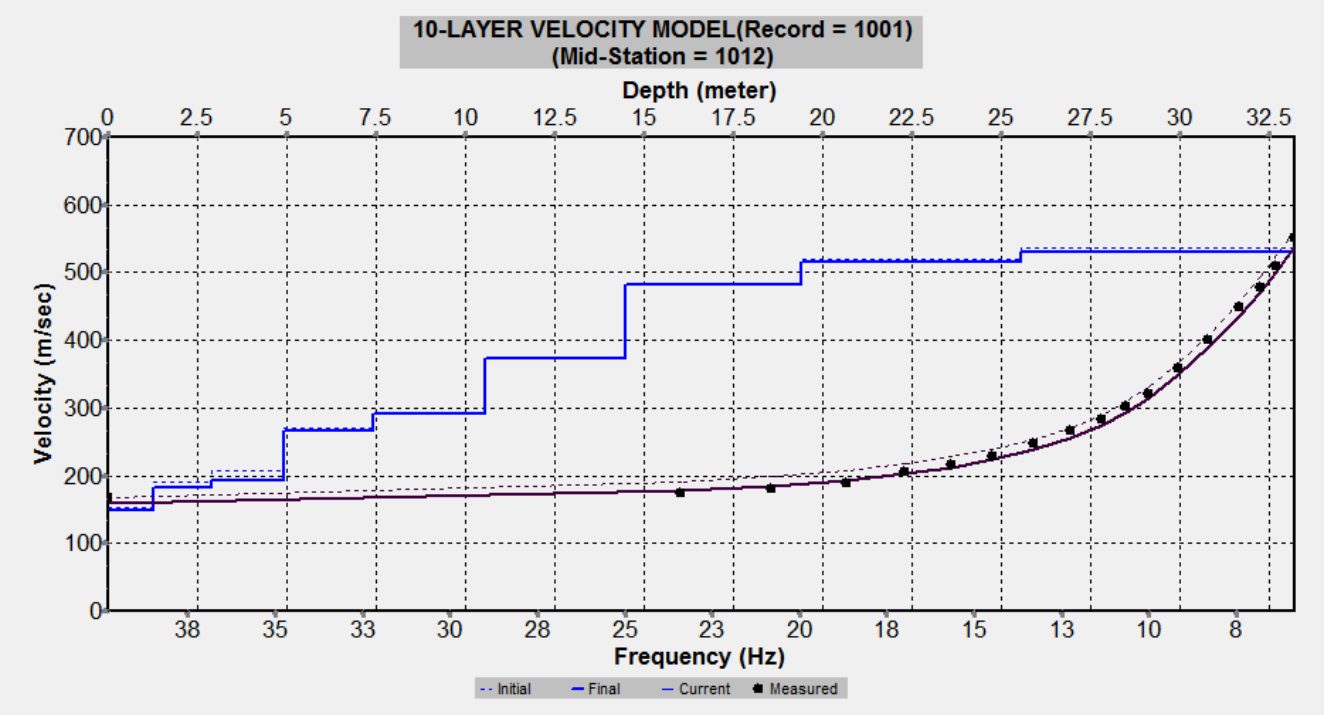


Fig. 7 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

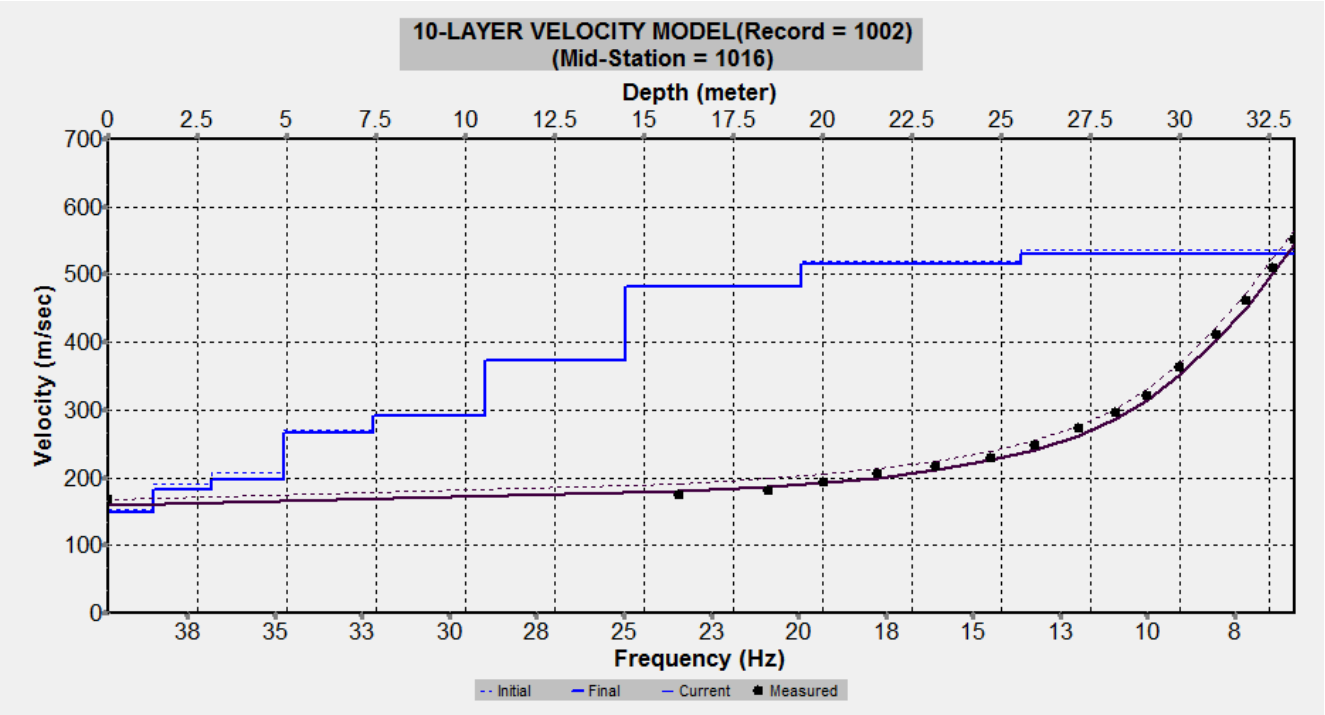


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

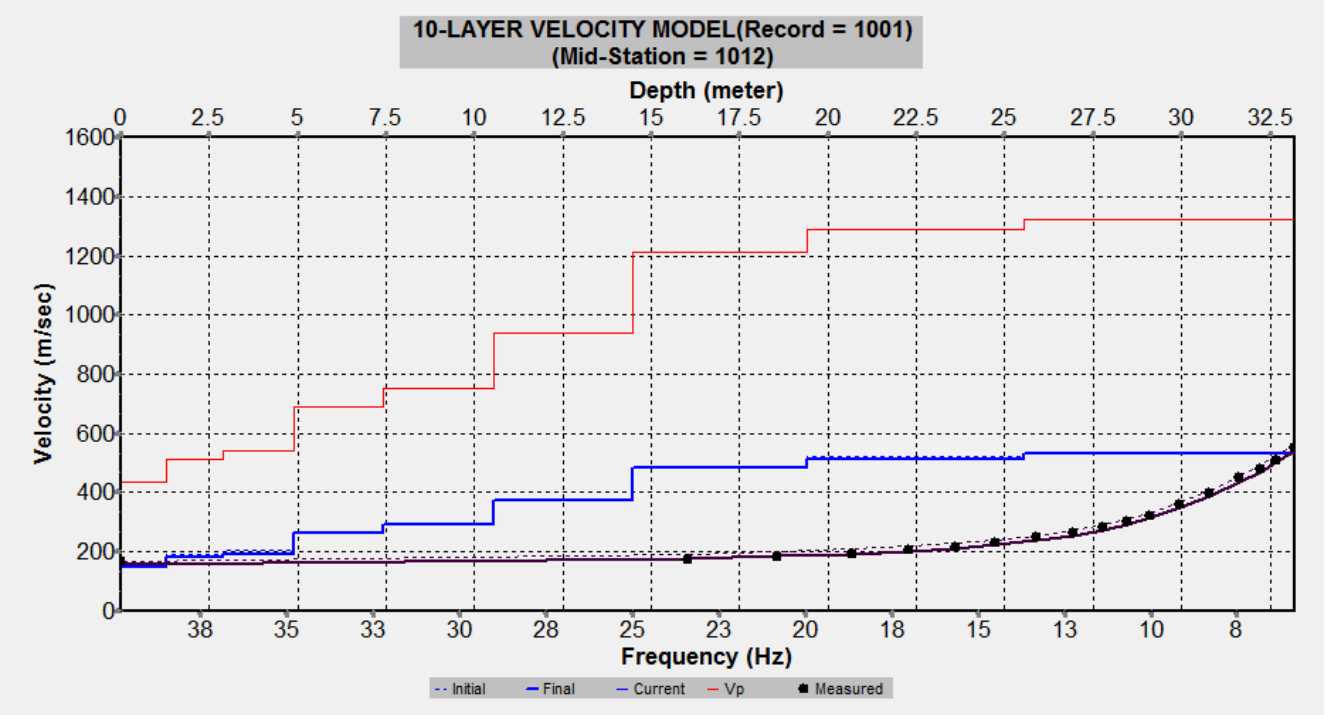


Fig. 9 – Profili verticali 1D delle V_P e delle V_S ottenuti dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

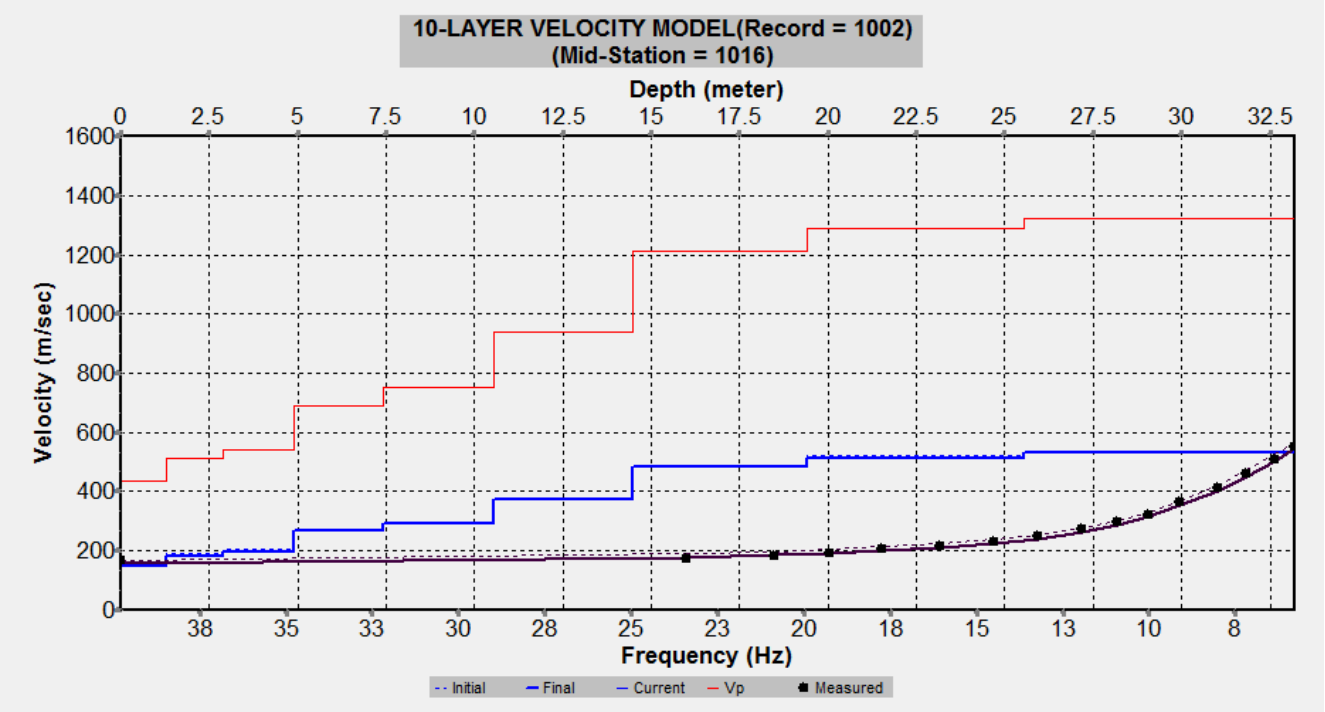


Fig. 10 – Profili verticali 1D delle V_P e delle V_S ottenuti dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

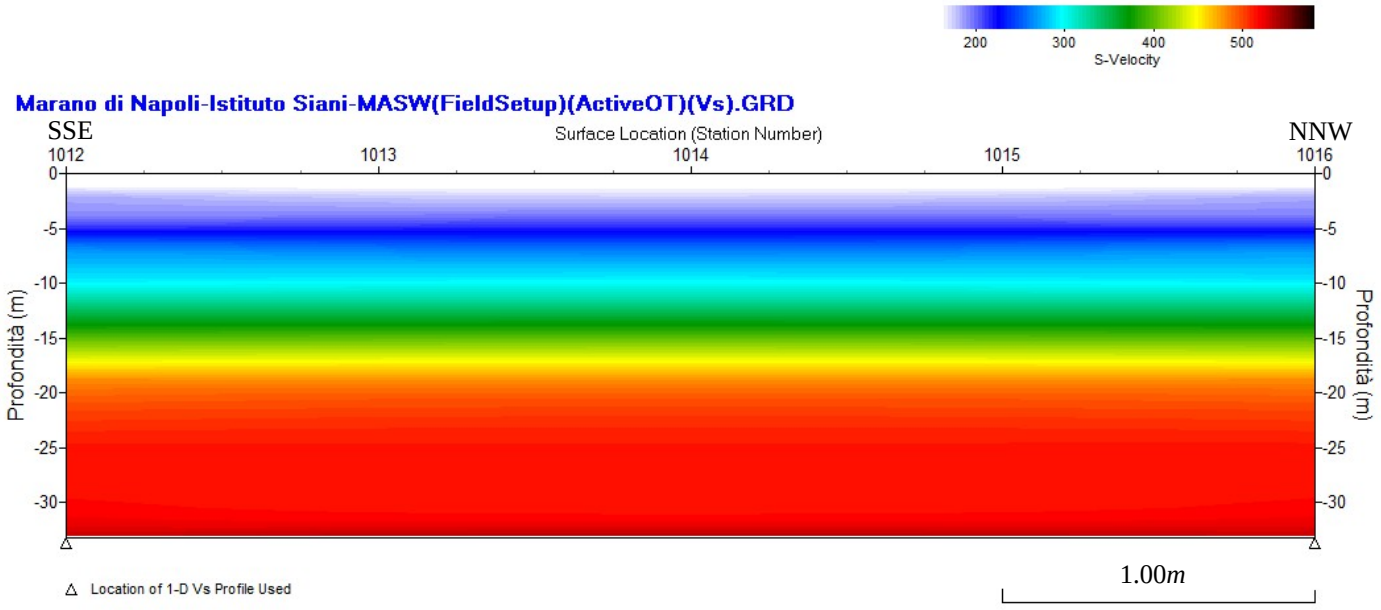


Fig. 11 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_S ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 14 gennaio 2008 (Tab. 2; Tab. 3). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tab. 2 – Categorie Suoli di fondazione (D.M. 14 gennaio 2008).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 14/01/2008)***
MASW n. 1	***[337]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Suolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di suolo di fondazione C = *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30*m*, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180*m/s* e 360*m/s* (ovvero $15 < N_{SPT\ 30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$*kPa* nei terreni a grana fina).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$.

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al suolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 5 – 7 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.070]	*[0.181]*	*[0.247]*	*[0.630]*

Tab. 10 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S e di V_P per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 11).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*	*V_P (m/s) acquisizione n.1*	*V_P (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 1.3	150	150	434	435
S2	1.3 – 2.9	183	183	512	511
S3	2.9 – 4.9	194	196	543	543
S4	4.9 – 7.4	265	266	691	692
S5	7.4 – 10.6	292	292	753	753
S6	10.6 – 14.5	373	373	941	943
S7	14.5 – 19.4	481	481	1214	1213
S8	19.4 – 25.5	515	515	1290	1291
S9	25.5 – 33.2	530	530	1324	1324

Tab. 11 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S e di V_P per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Le onde di volume *P* ed *S*, che attraversano un mezzo omogeneo e isotropo (condizioni ideali) hanno ben definite equazioni di moto. Note le velocità V_P e V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.1 (Tab. 11) e attribuiti i valori di densità desunti da dati ricavati da bibliografia, da sondaggi geognostici effettuati in prossimità dell'area di interesse e da rilevamento geologico effettuato in situ, sono state ricavate, per i sismostrati individuati, alcune proprietà meccaniche, quali il modulo di Young o modulo elastico *E*, il modulo di taglio *G* o modulo di rigidità μ, il coefficiente di Poisson ν e il modulo di incompressibilità o bulk *k* (Tab. 12). Le relative equazioni sono le seguenti:

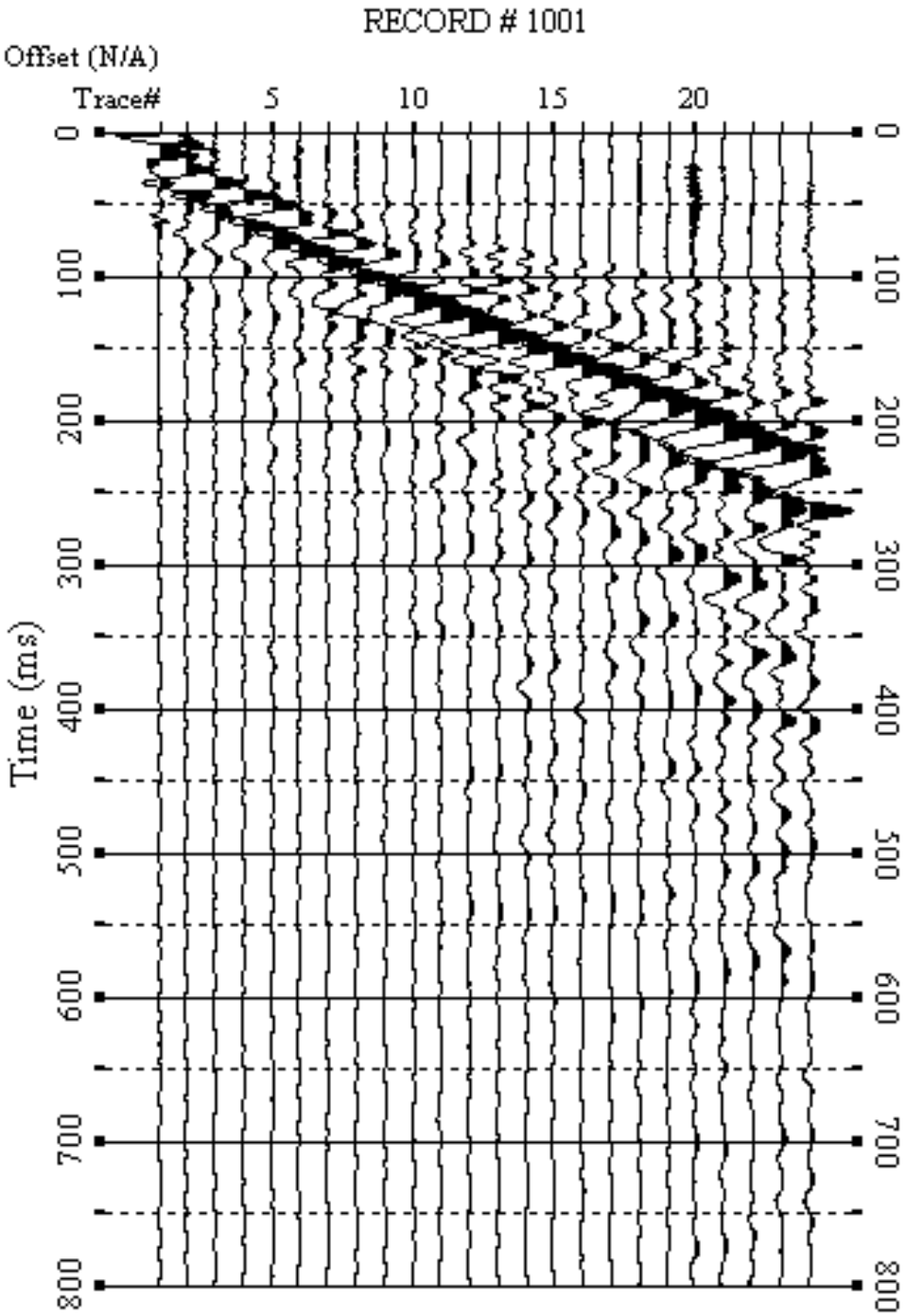


Fig. 3 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-800]*ms*.

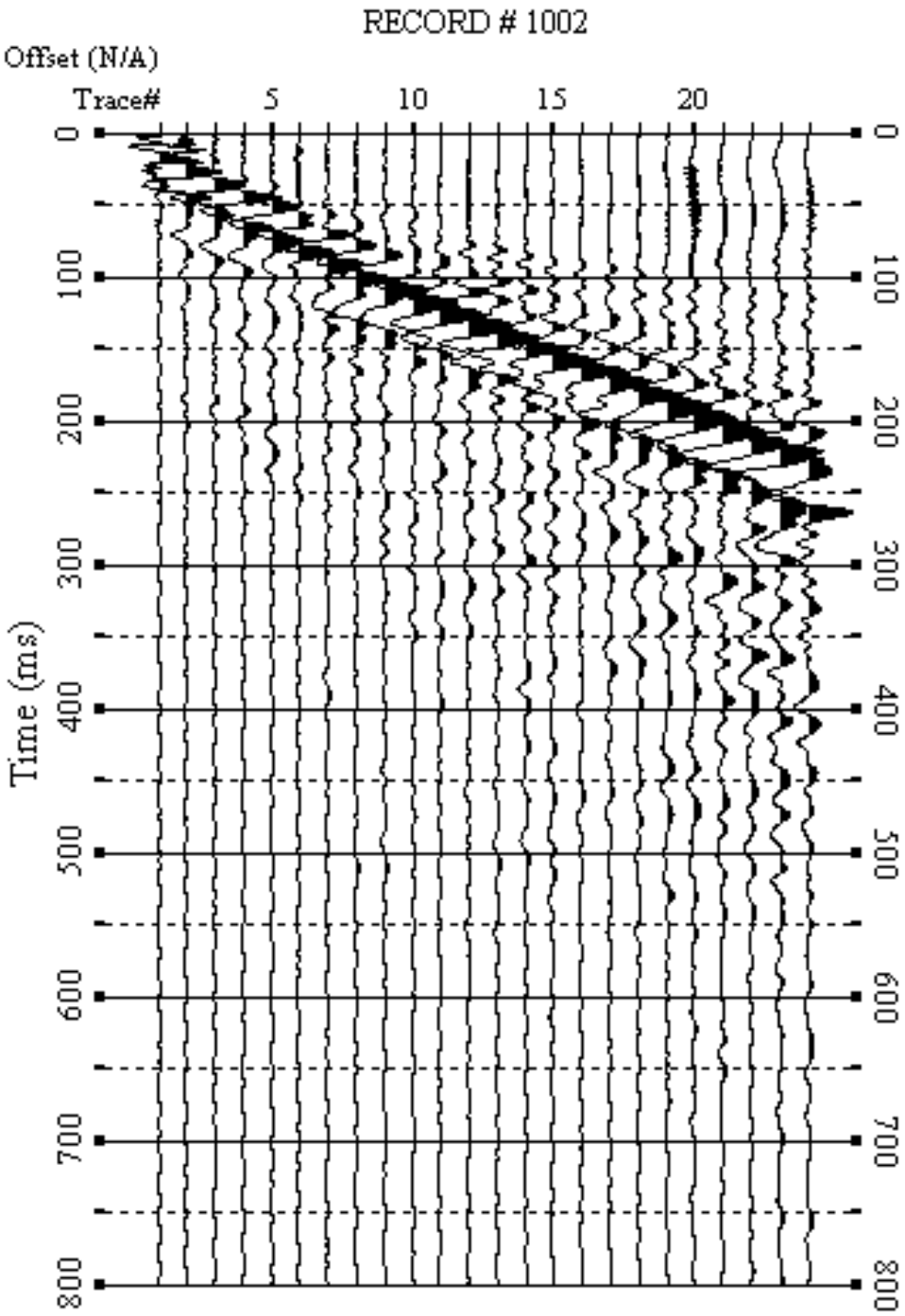


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-800]*ms*.

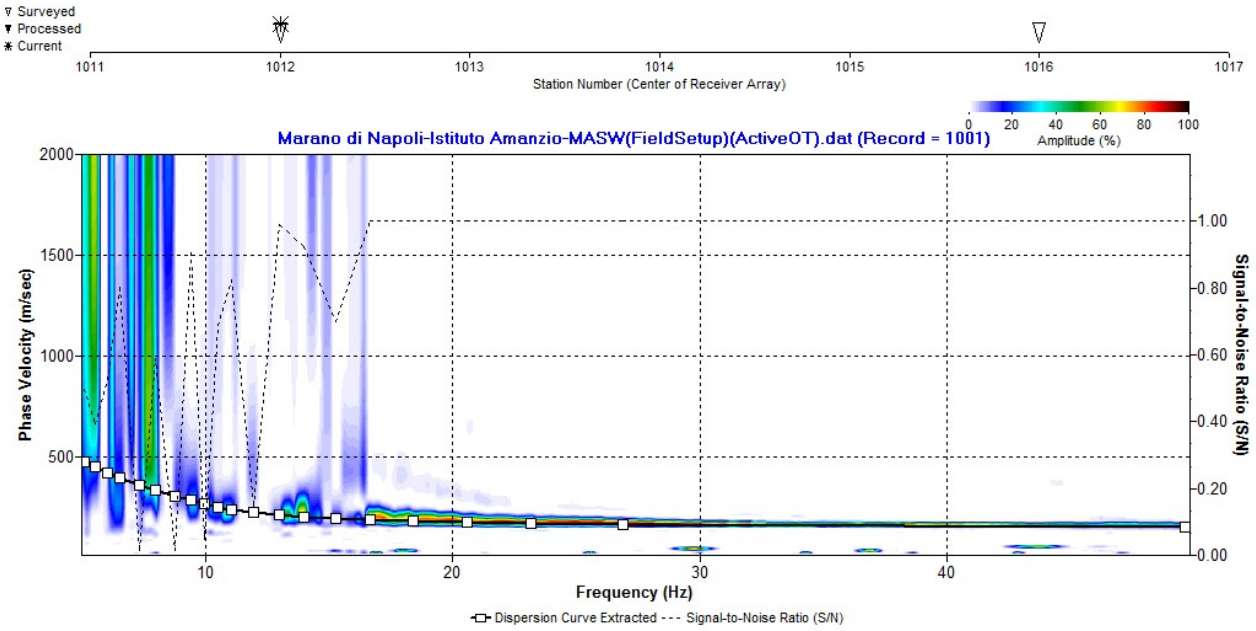


Fig. 5 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

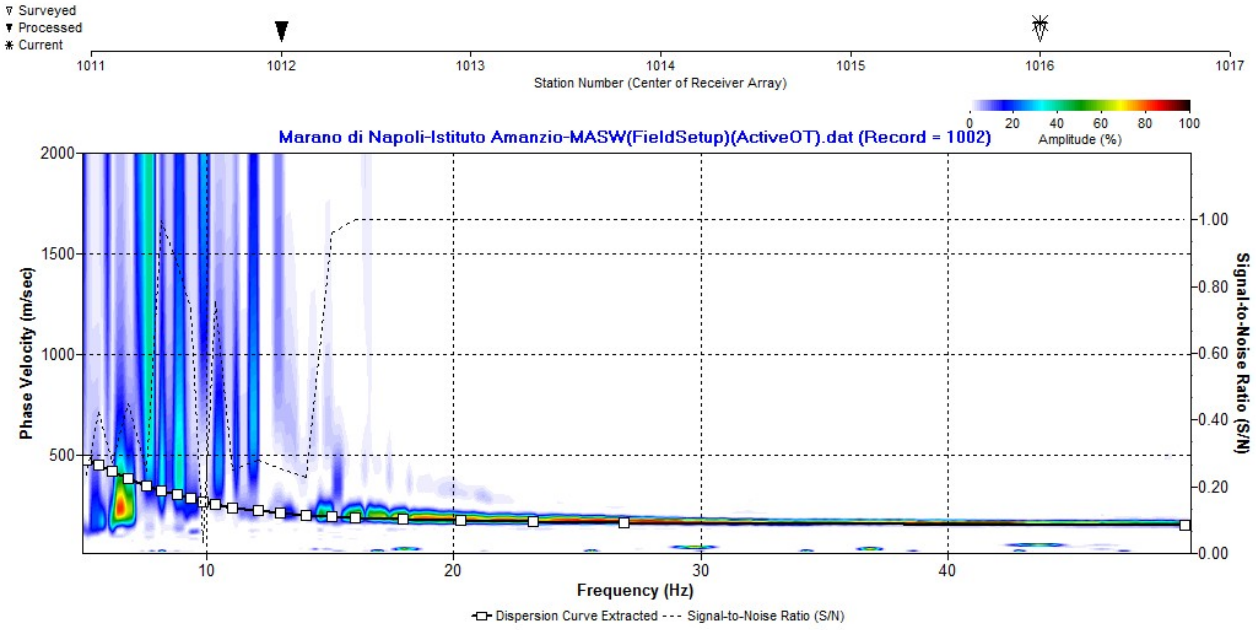


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

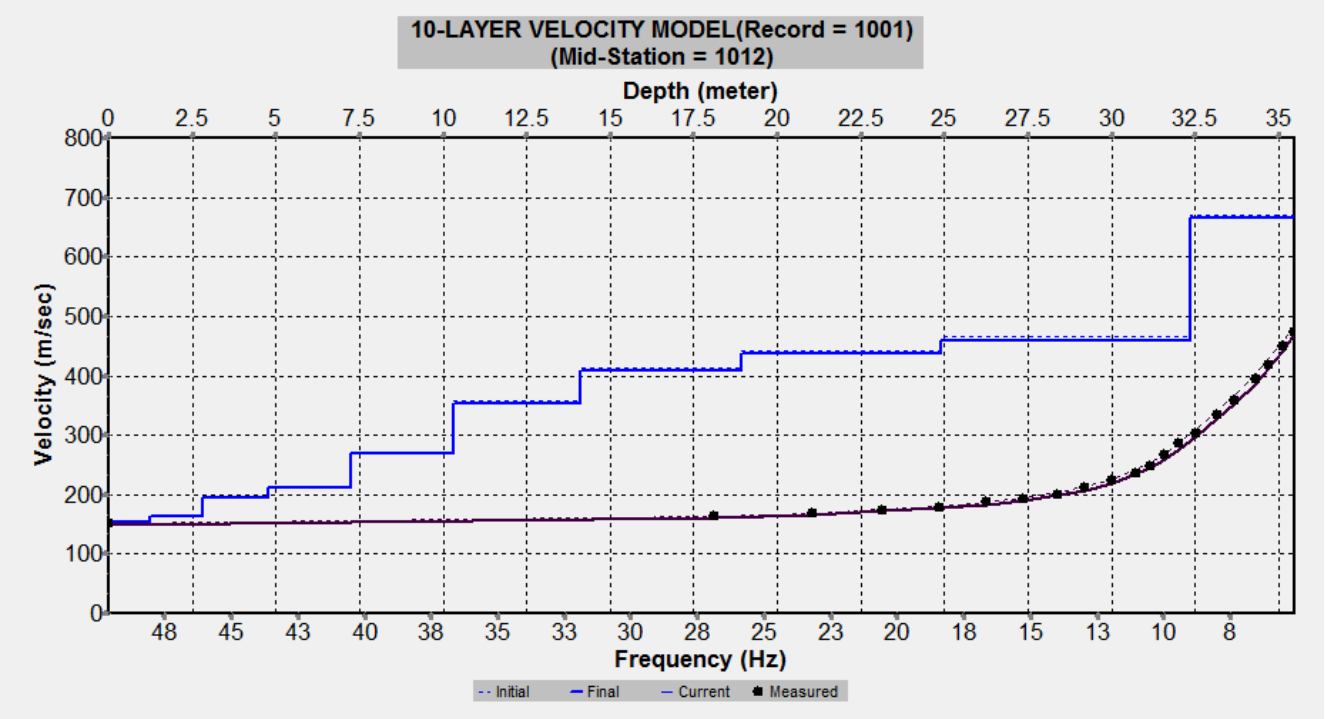


Fig. 7 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

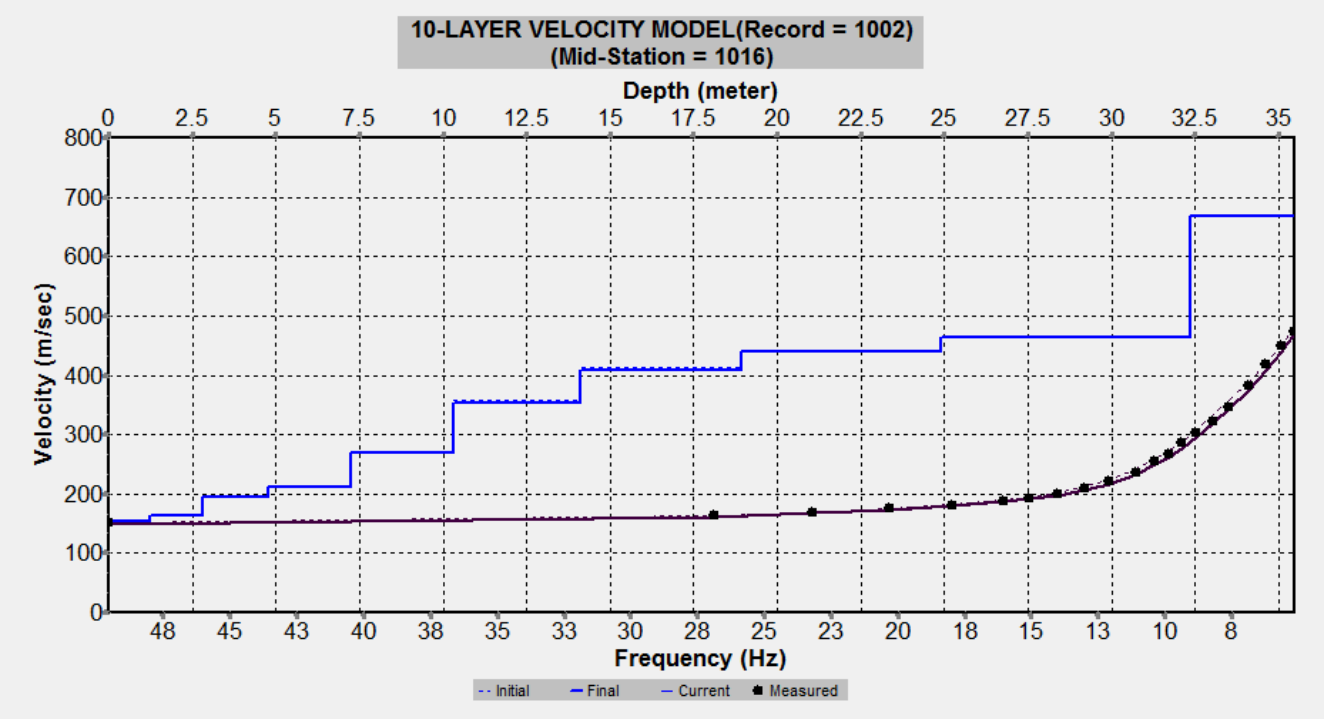


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

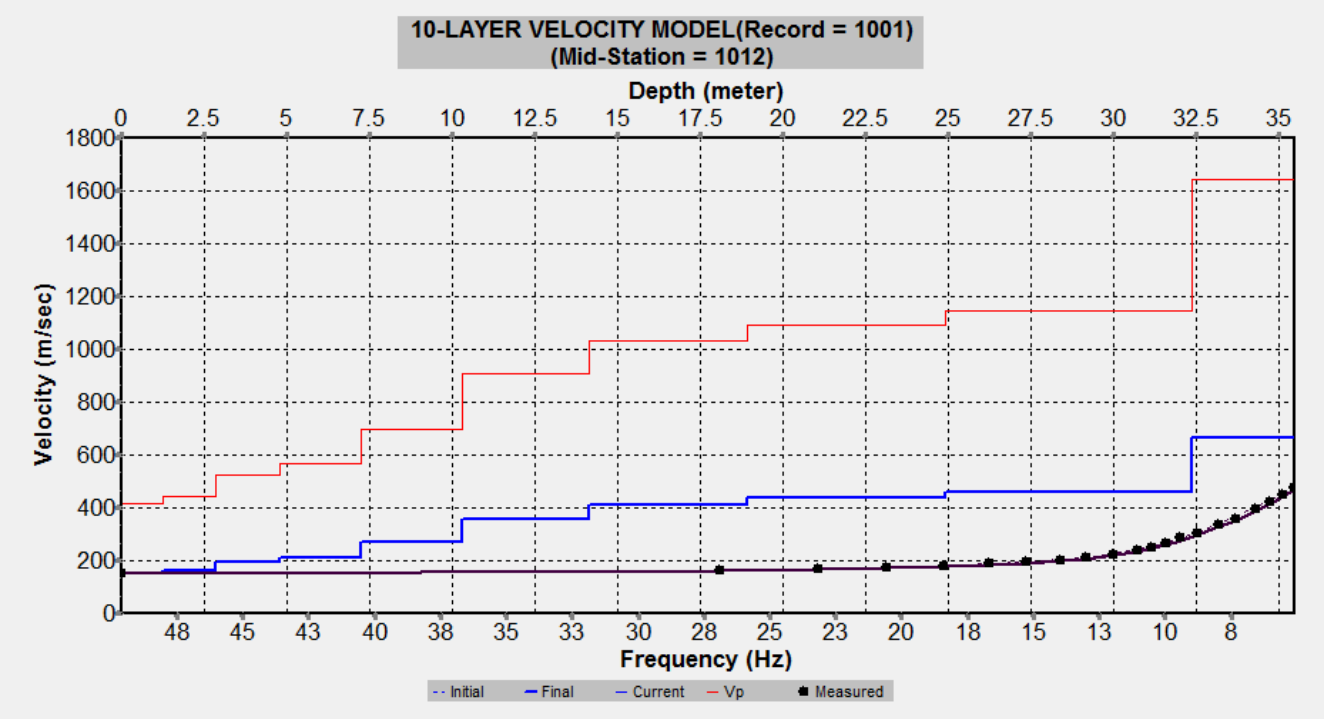


Fig. 9 – Profili verticali 1D delle V_P e delle V_S ottenuti dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

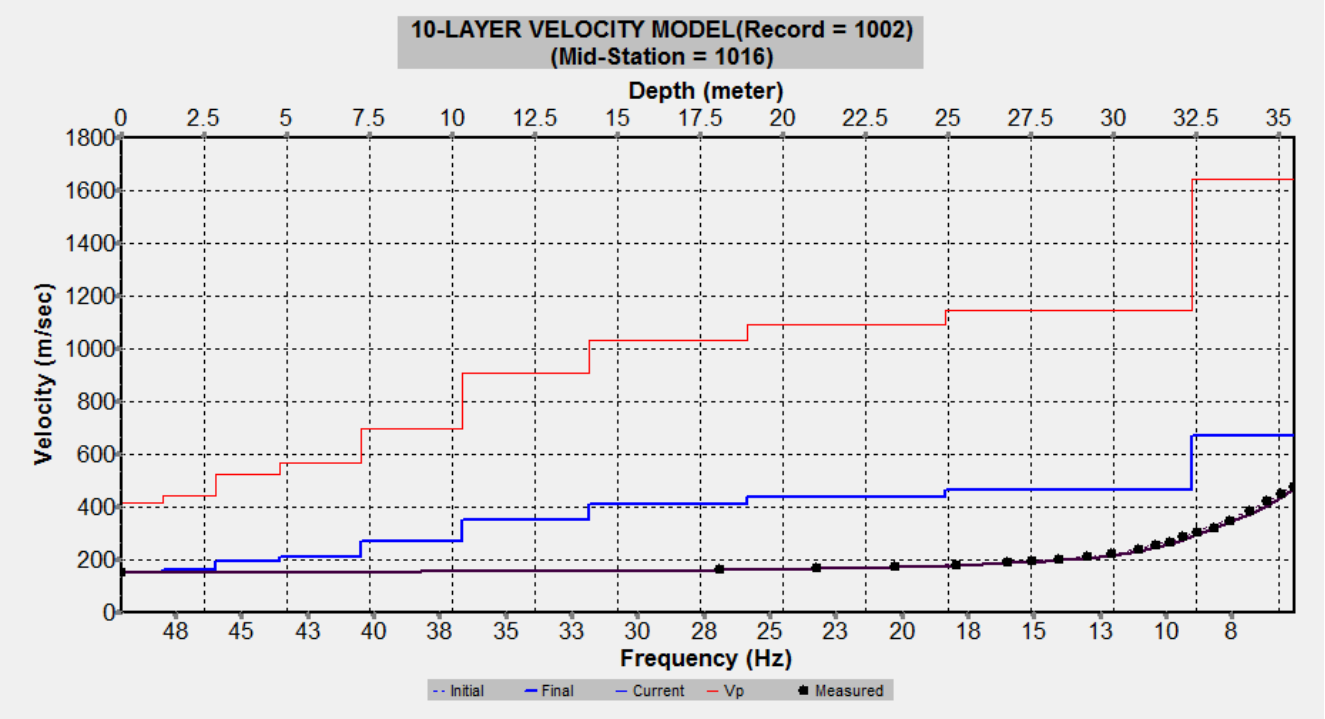


Fig. 10 – Profili verticali 1D delle V_P e delle V_S ottenuti dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

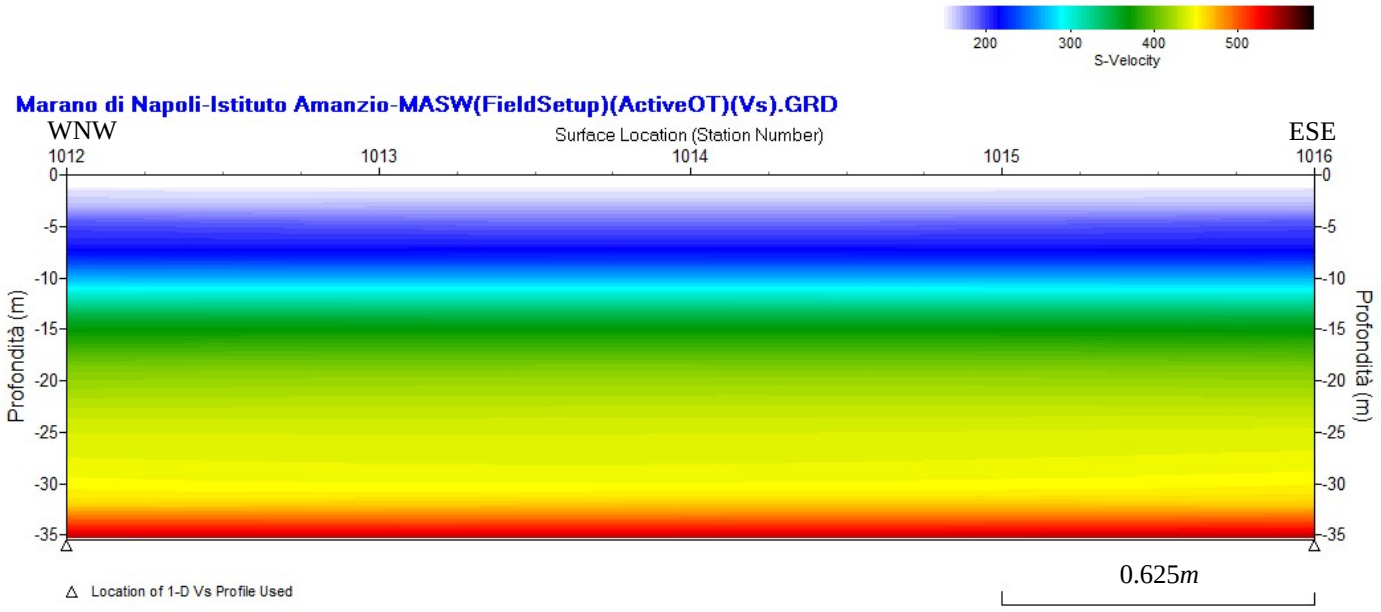


Fig. 11 – Modello sismostratigrafico 2D delle Vs ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c. e fino alla profondità di 33*m* (3*m*-33*m*) dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 14 gennaio 2008 (Tab. 2; Tab. 3). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tab. 2 – Categorie Suoli di fondazione (D.M. 14 gennaio 2008).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***$V_{S\ 3\text{-}33}$ (m/s)***	***Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 14/01/2008)***
MASW n. 1	***[306]***	***[351]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Suolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di suolo di fondazione C = *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30*m*, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180*m/s* e 360*m/s* (ovvero $15 < N_{SPT\ 30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$*kPa* nei terreni a grana fina).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$.

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al suolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 5 – 7 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.071]	*[0.182]*	*[0.248]*	*[0.632]*

Tab. 10 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S e di V_P per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 11).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*	*V_P (m/s) acquisizione n.1*	*V_P (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 1.3	153	153	415	415
S2	1.3 – 2.8	163	164	442	442
S3	2.8 – 4.8	195	195	522	523
S4	4.8 – 7.2	211	211	565	565
S5	7.2 – 10.3	269	269	696	695
S6	10.3 – 14.1	354	353	906	906
S7	14.1 – 18.9	409	409	1034	1035
S8	18.9 – 24.9	438	439	1094	1094
S9	24.9 – 32.4	460	462	1144	1144
S10	32.4 – 35.5	665	668	1641	1640

Tab. 11 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S e di V_P per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Le onde di volume *P* ed *S*, che attraversano un mezzo omogeneo e isotropo (condizioni ideali) hanno ben definite equazioni di moto. Note le velocità V_P e V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW n.1 (Tab. 11) e attribuiti i valori di densità desunti da dati ricavati da bibliografia, da sondaggi geognostici effettuati in prossimità dell'area di interesse e da rilevamento geologico effettuato in situ, sono state ricavate, per i sismostrati individuati, alcune proprietà meccaniche, quali il modulo di Young o modulo elastico *E*, il modulo di taglio *G* o modulo di rigidità μ, il coefficiente di Poisson ν e il modulo di incompressibilità o bulk *k* (Tab. 12). Le relative equazioni sono le seguenti:

L5

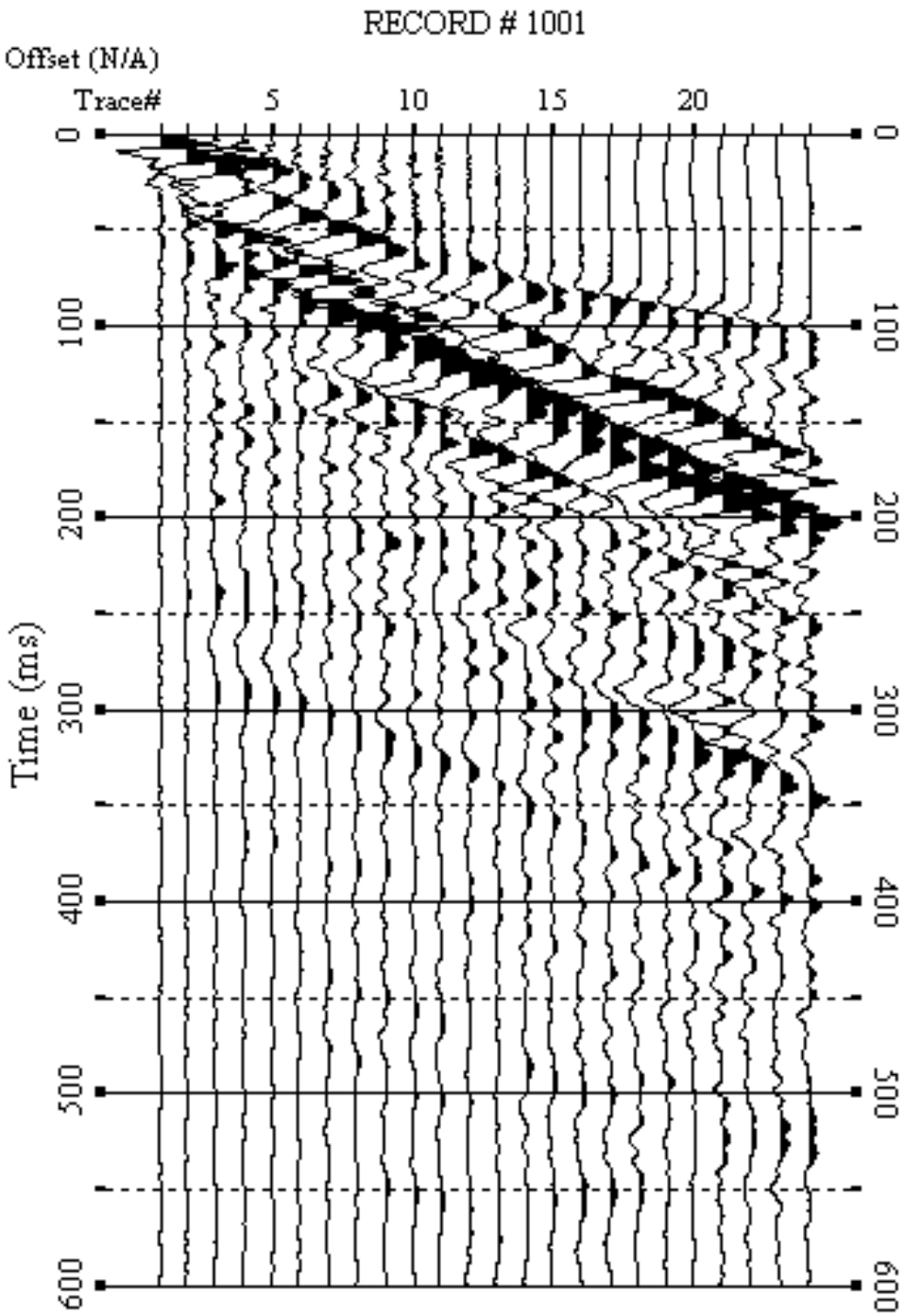


Fig. 3 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-600]*ms*.

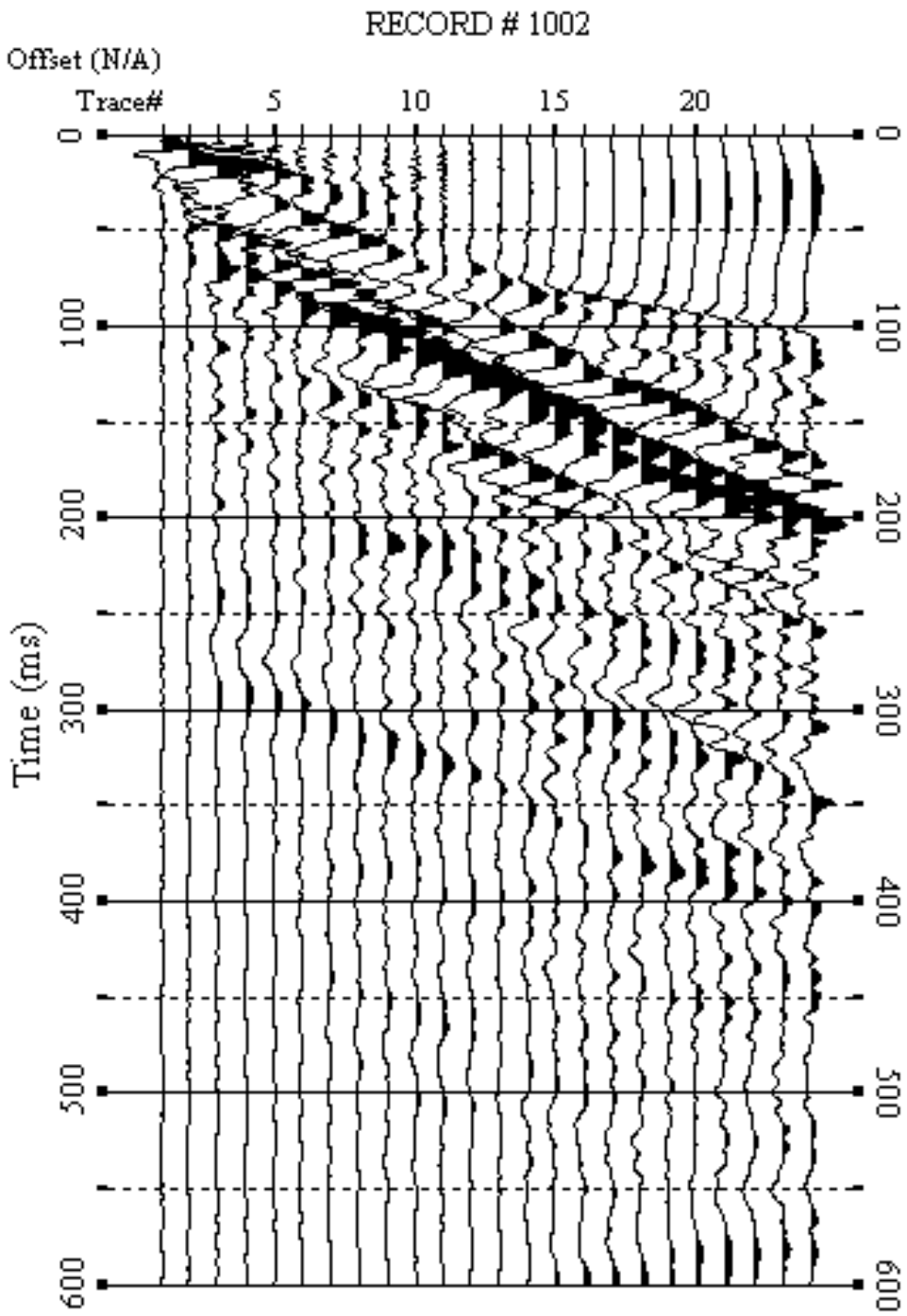


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-600]*ms*.

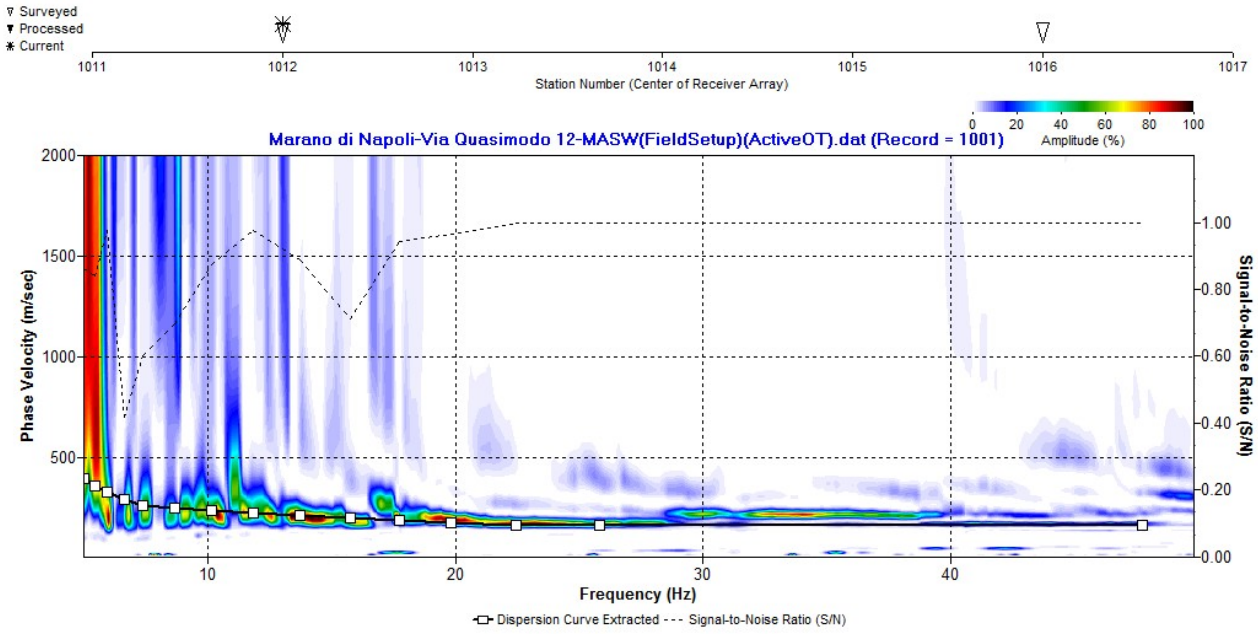


Fig. 5 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

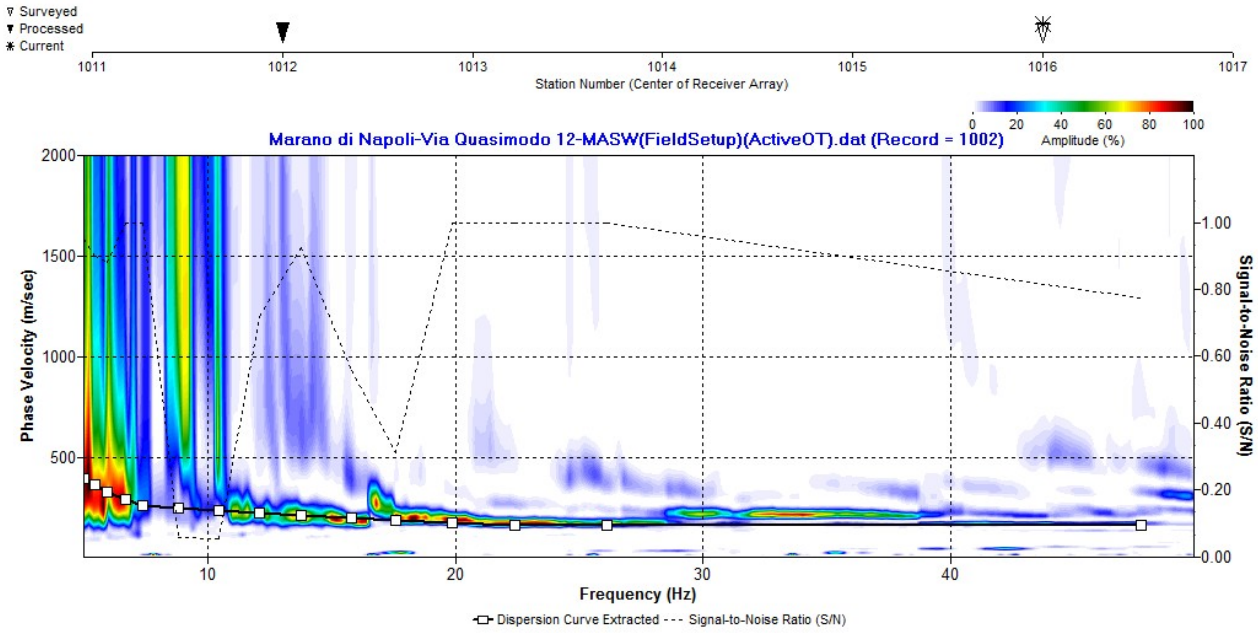


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

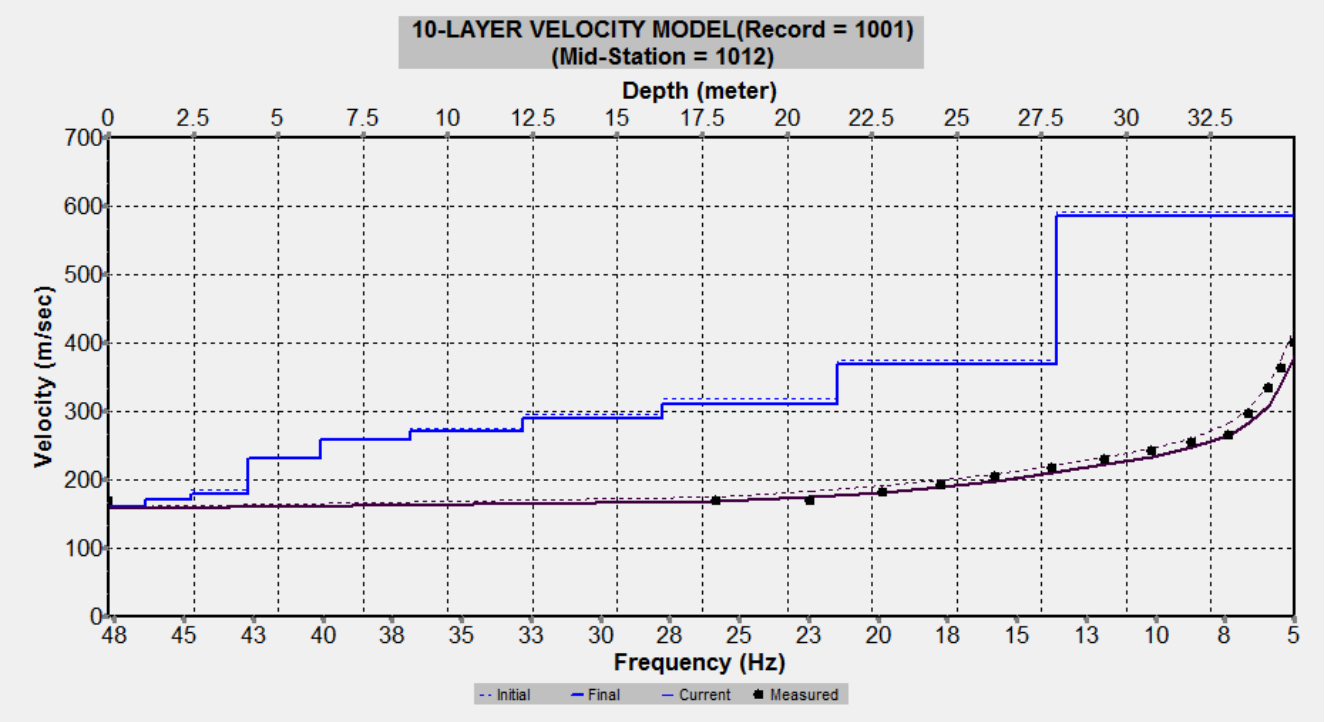


Fig. 7 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

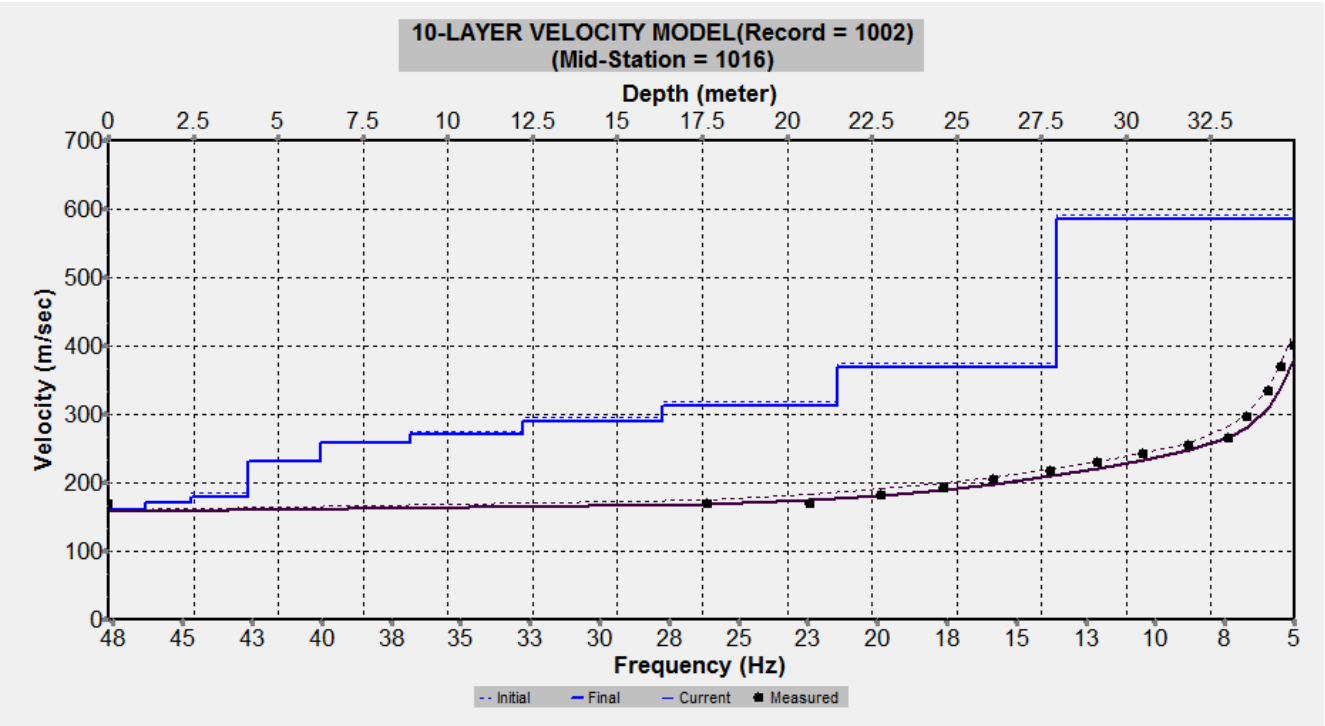


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

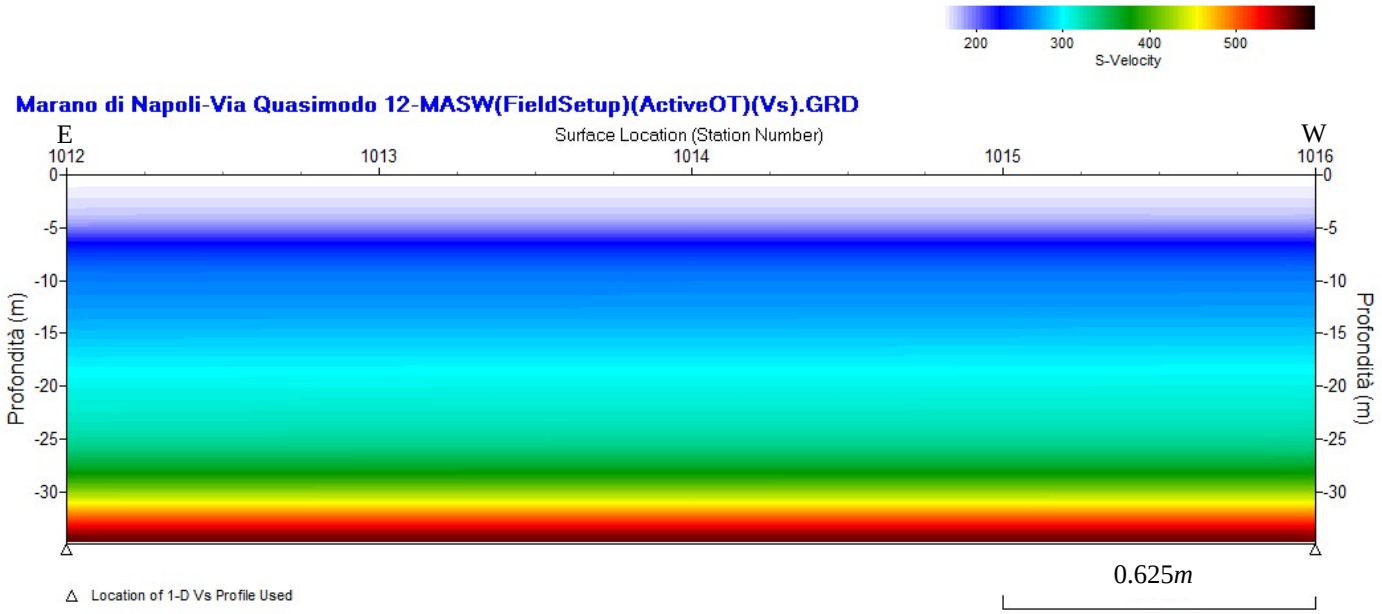


Fig. 9 – Modello sismostratigrafico 2D delle *Vs* ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c. e fino alla profondità di 33*m* (3*m*-33*m*) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 33 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tab. 2; Tab. 3). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al suolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 5 – 7 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.056]	*[0.153]*	*[0.196]*	*[0.540]*

Tab. 10 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 11).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 1.1	161	161
S2	1.1 – 2.4	171	171
S3	2.4 – 4.1	178	178
S4	4.1 – 6.2	231	231
S5	6.2 – 8.9	258	259
S6	8.9 – 12.2	270	271
S7	12.2 – 16.3	289	290
S8	16.3 – 21.5	311	312
S9	21.5 – 28.0	368	369
S10	28.0 – 35.0	585	585

Tab. 11 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Quarto, giugno 2018

Il tecnico

Dr. Geol. Andrea D'Oriano

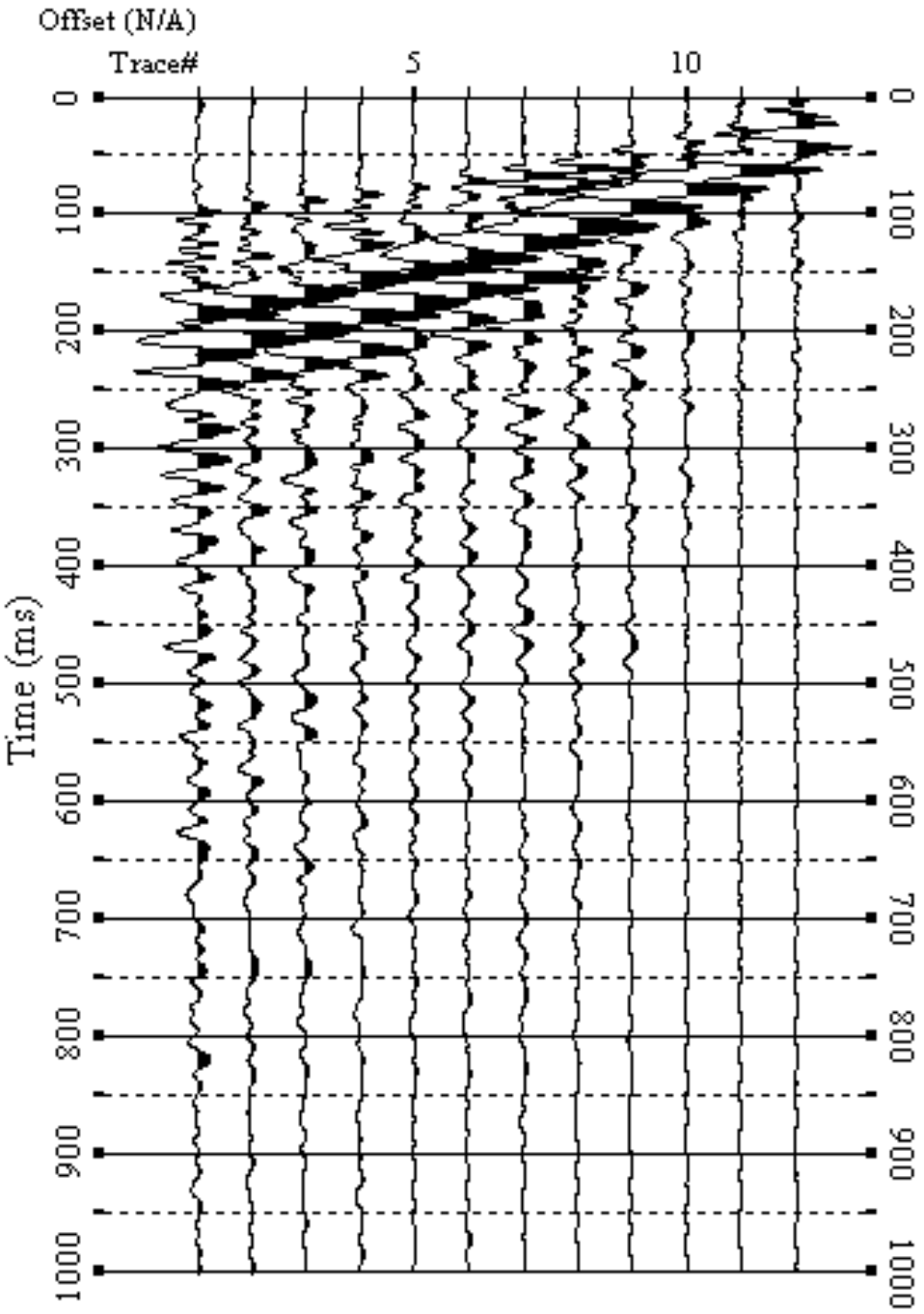


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-1000]*ms*.

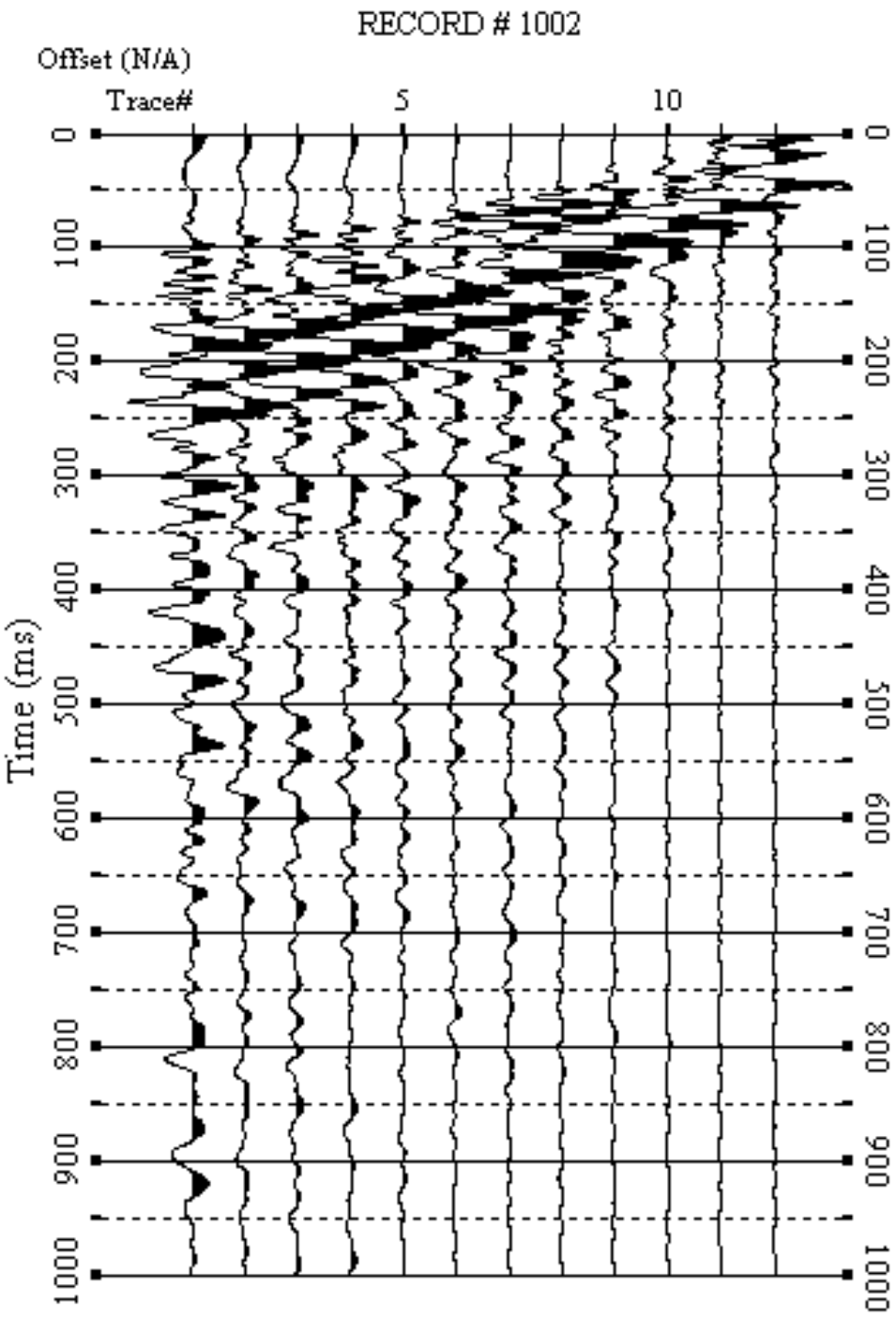


Fig. 5 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-1000]*ms*.

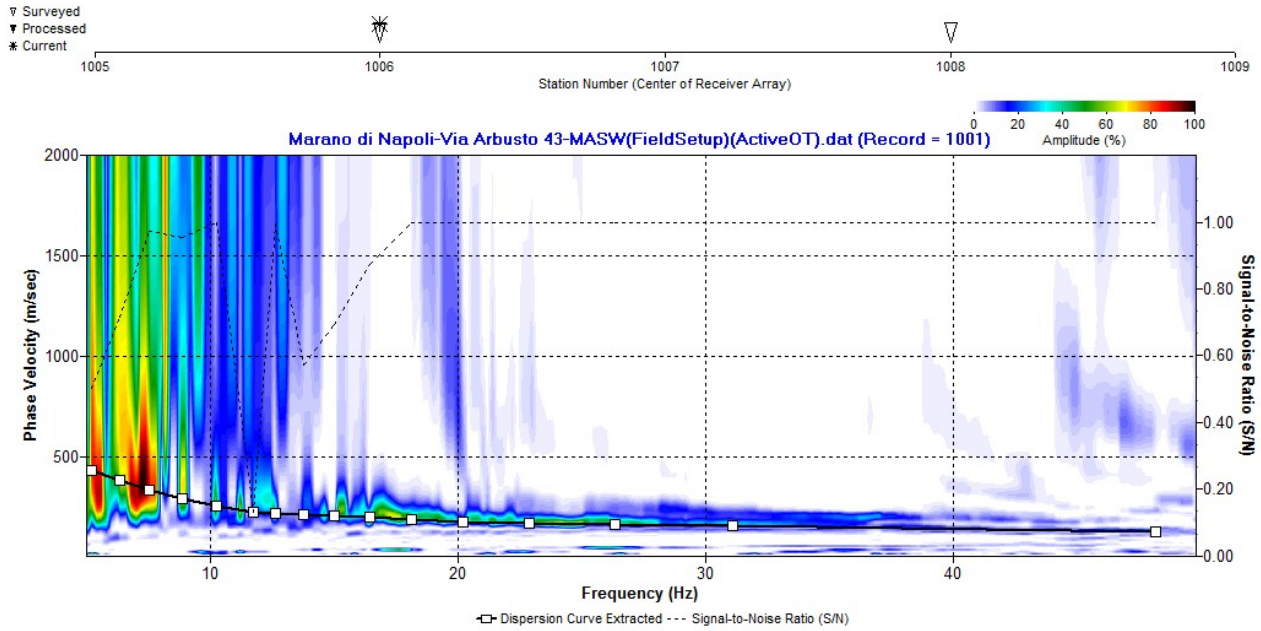


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

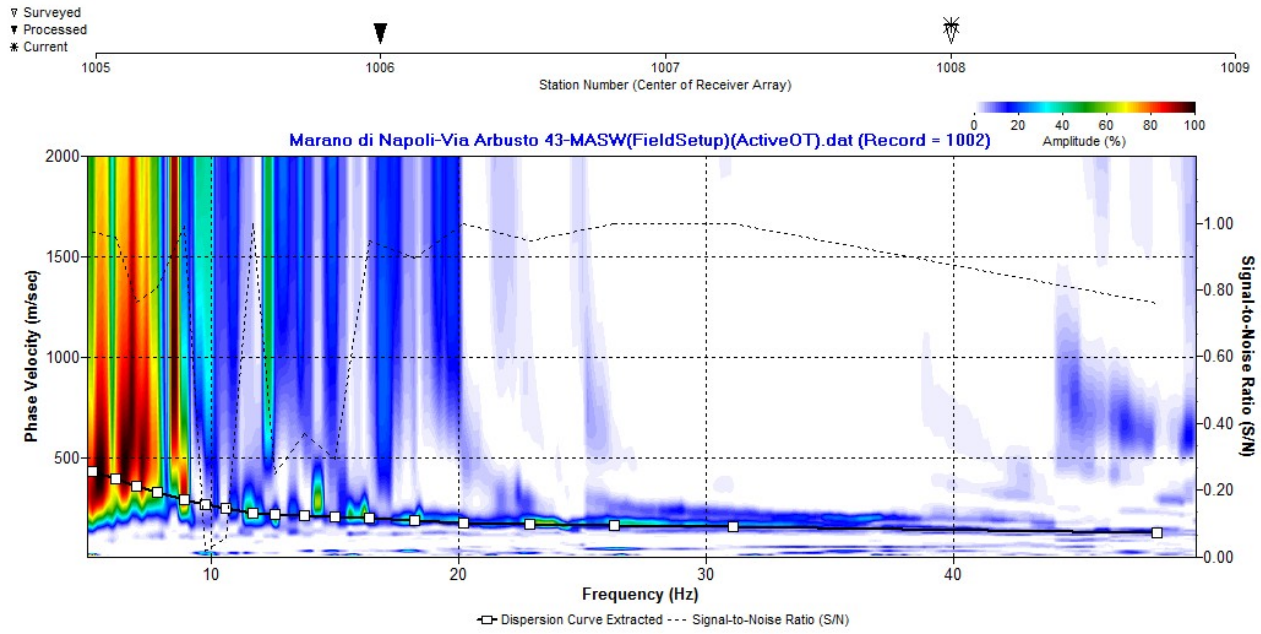


Fig. 7 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

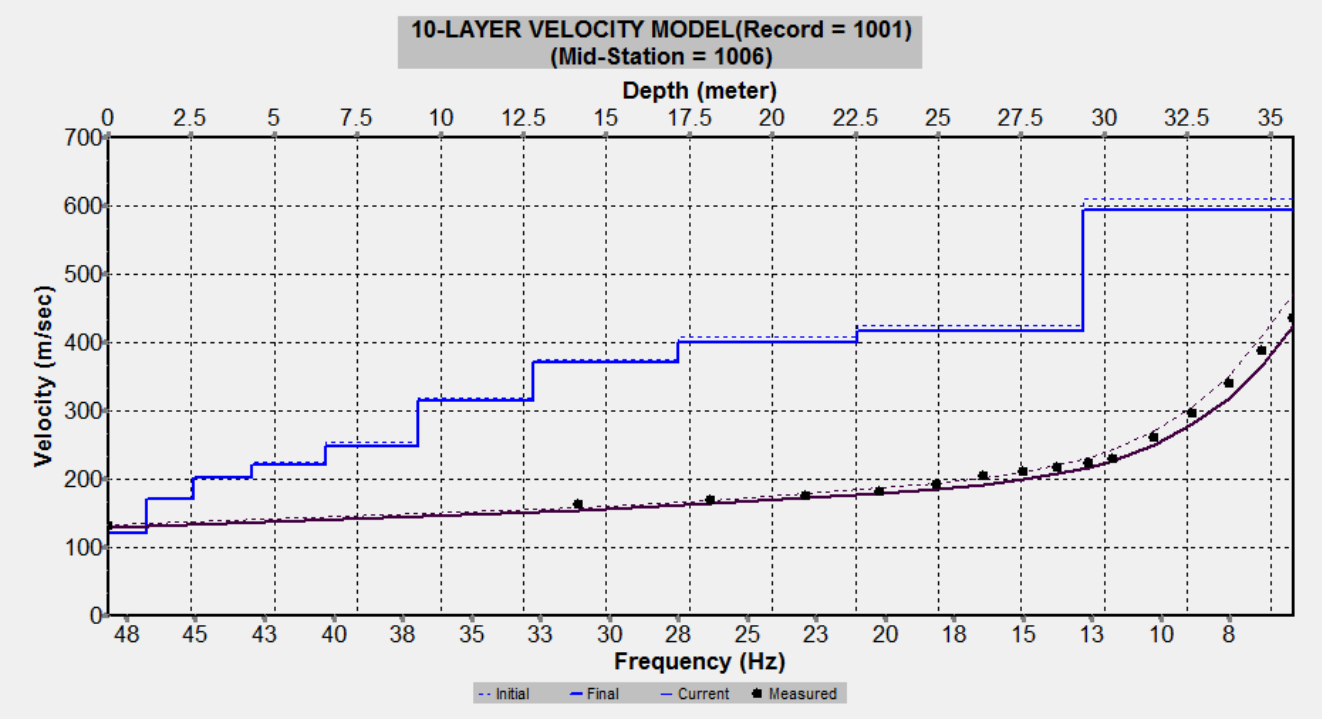


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

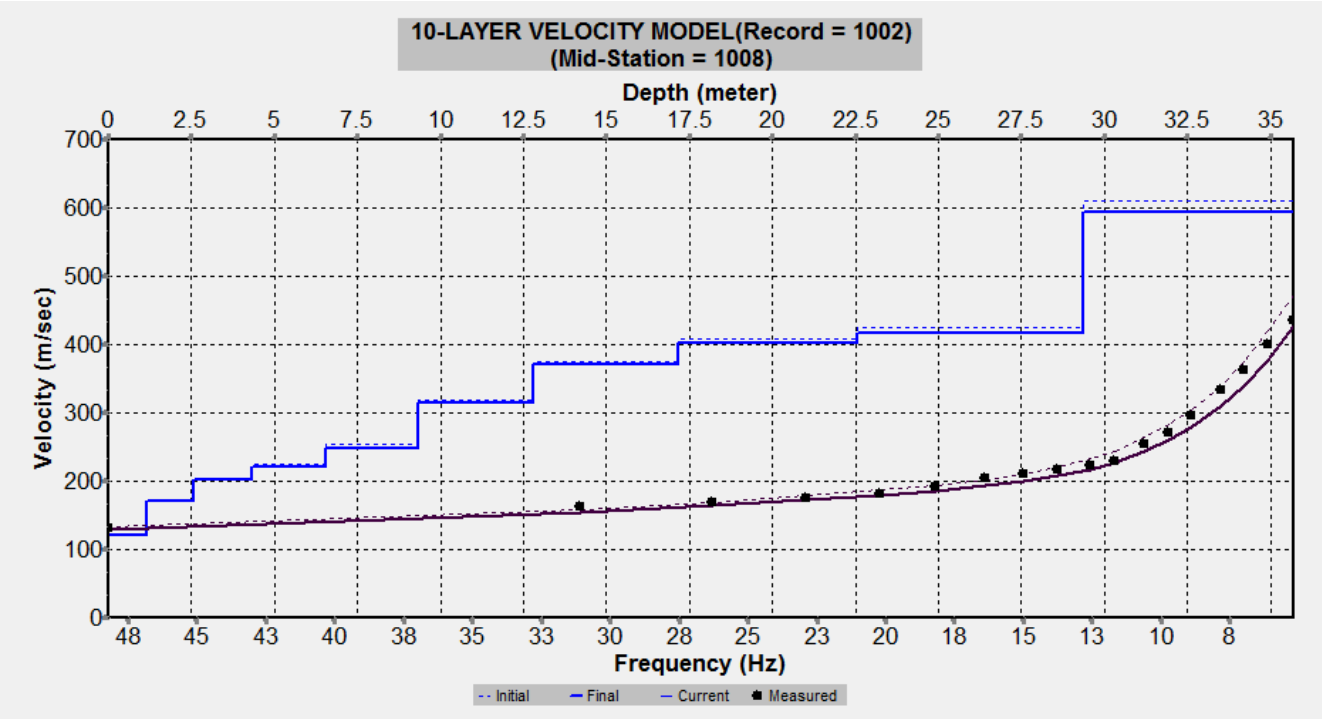


Fig. 9 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

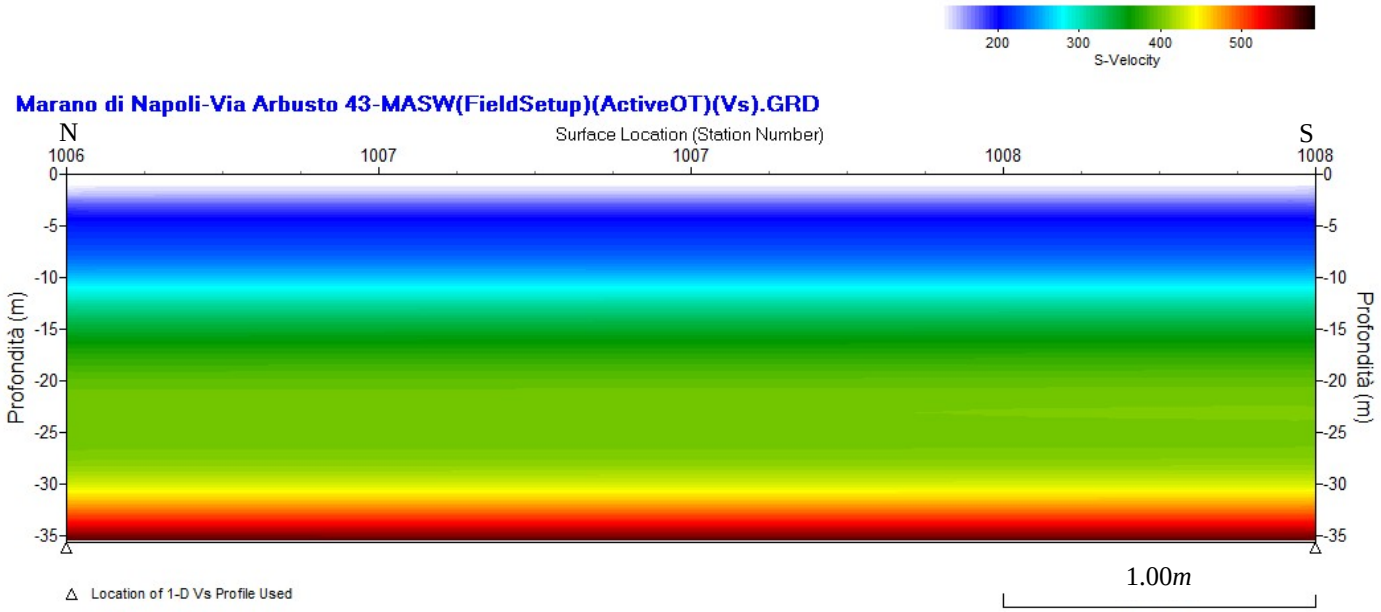


Fig. 10 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_S ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c. e fino alla profondità di 34*m* (4*m*-34*m*) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 34 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	*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*.
B	*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*.
C	*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*.
D	*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*.
E	*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*.

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***$V_{S\ 4\text{-}34}$ (m/s)***	***Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)***
MASW n. 1	***[290]***	***[355]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione C = *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*.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T_2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°.

- Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.057]	*[0.158]*	*[0.201]*	*[0.556]*

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 12).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 1.1	116	116
S2	1.1 – 2.6	165	165
S3	2.6 – 4.3	198	198
S4	4.3 – 6.6	217	216
S5	6.6 – 9.3	243	243
S6	9.3 – 12.8	309	309
S7	12.8 – 17.2	366	367
S8	17.2 – 22.6	396	397
S9	22.6 – 29.4	411	412
S10	29.4 – 35.7	588	588

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Quarto, ottobre 2020

Il tecnico

Dr. Geol. Andrea D'Oriano

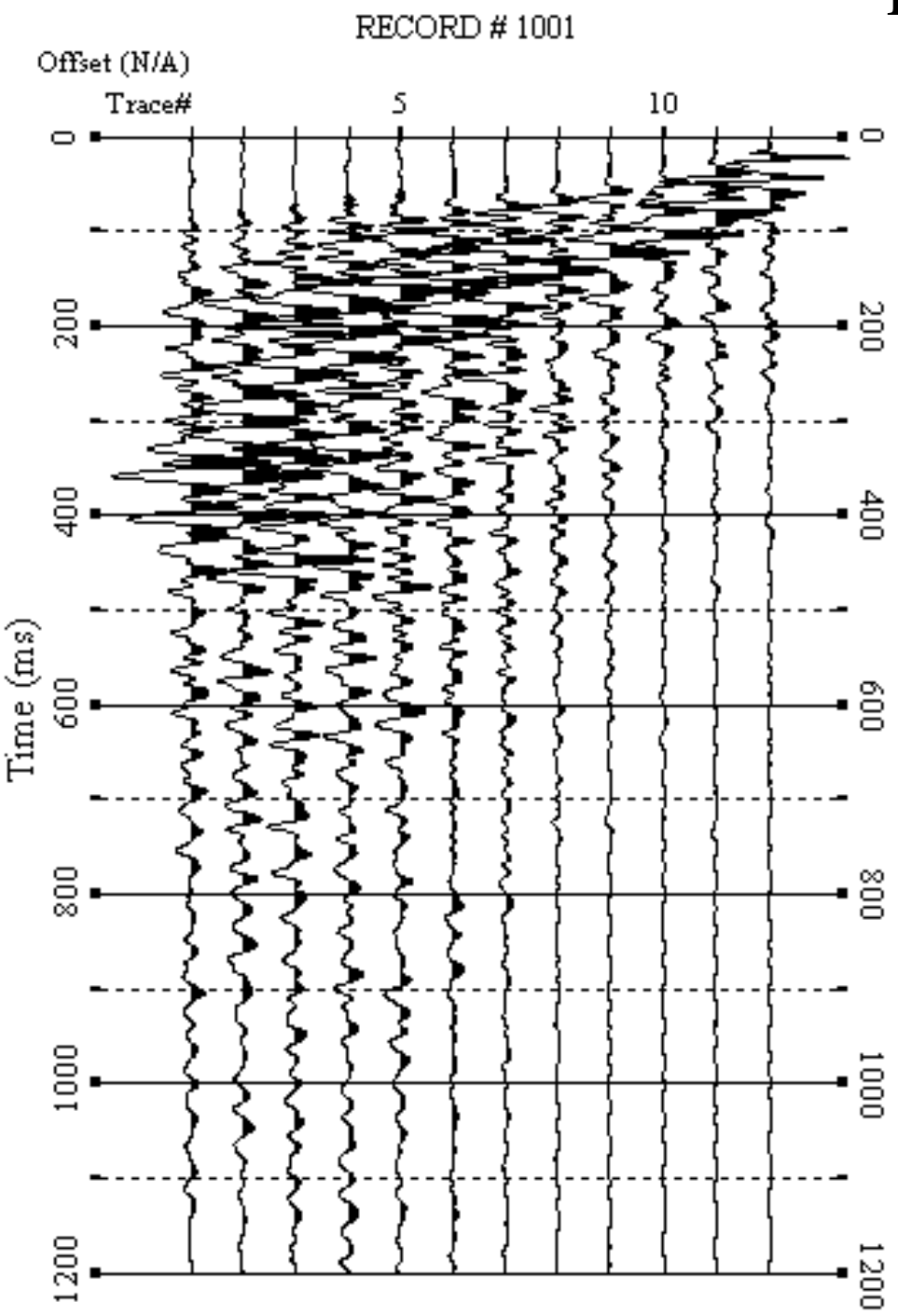


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-1200]*ms*.

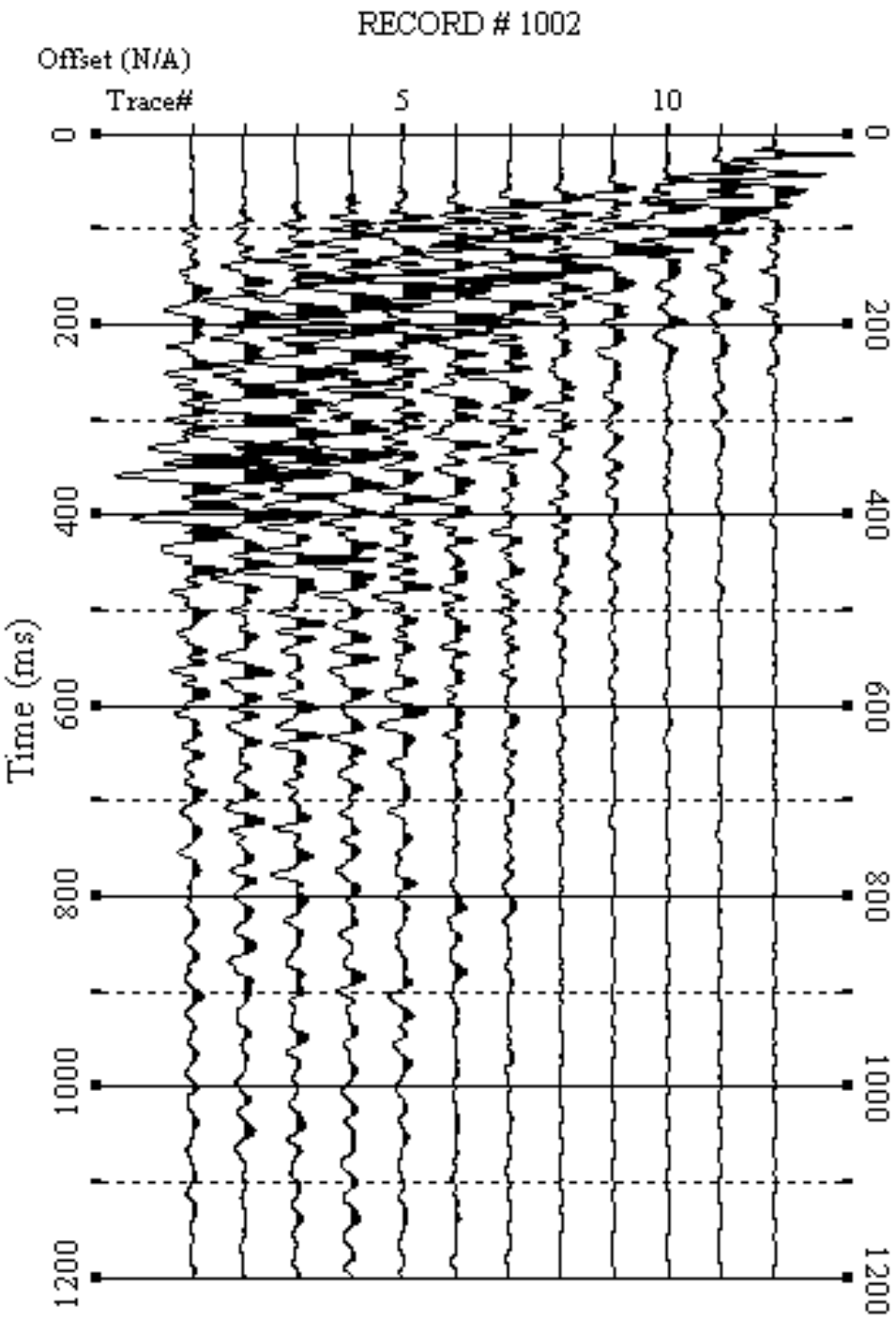


Fig. 5 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-1200]*ms*.

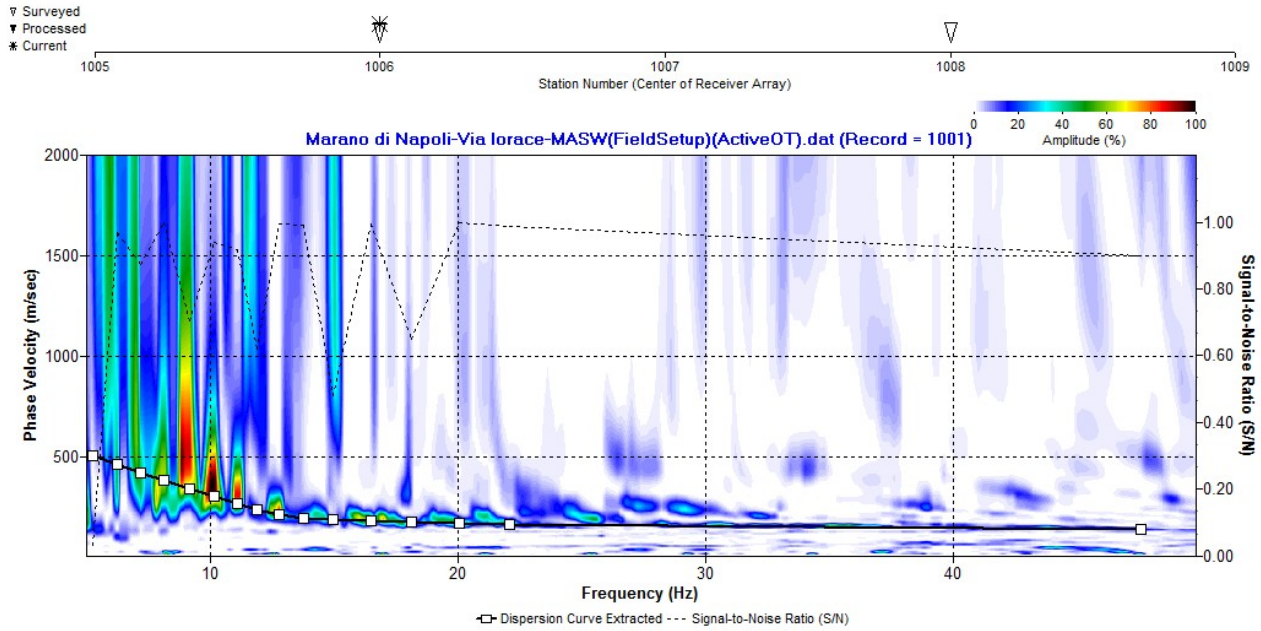


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

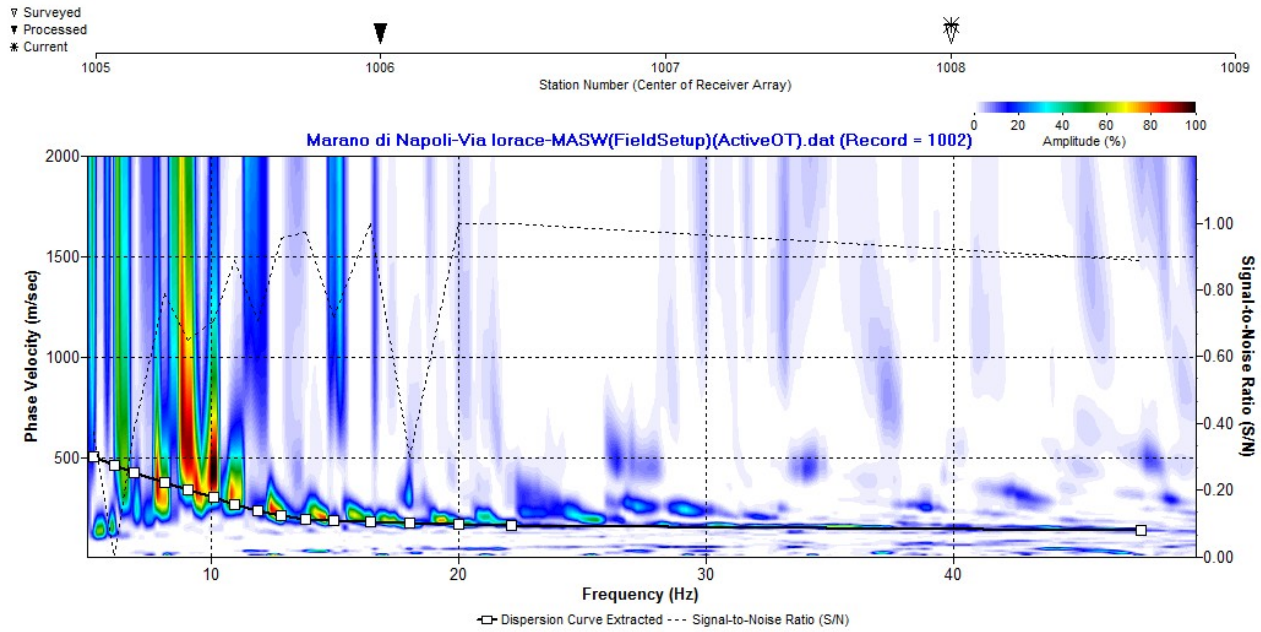


Fig. 7 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

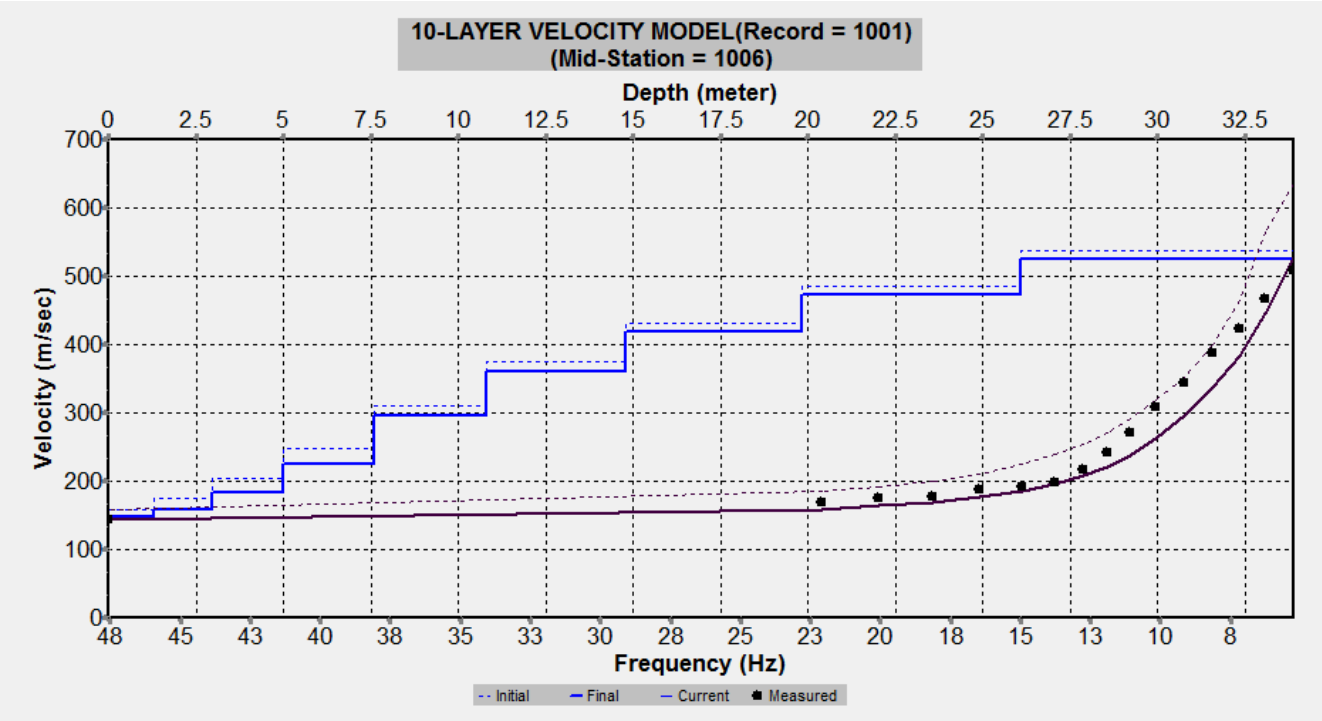


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

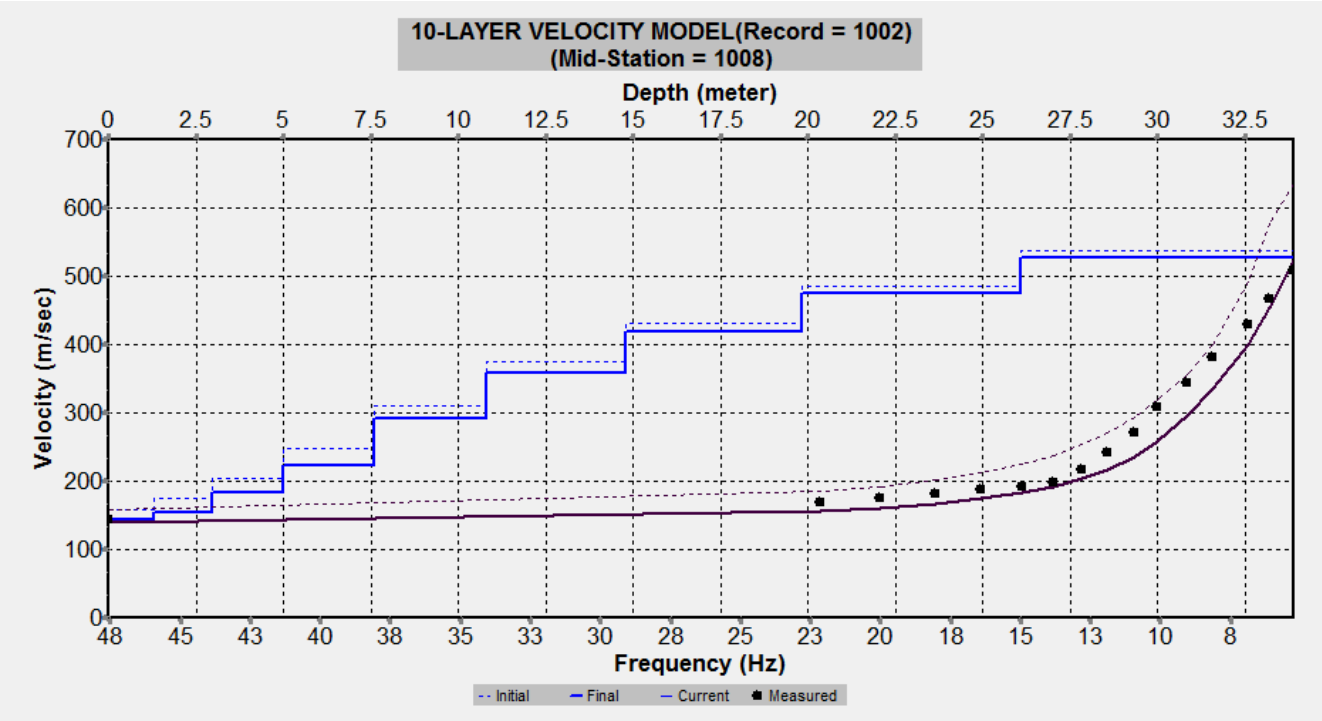


Fig. 9 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

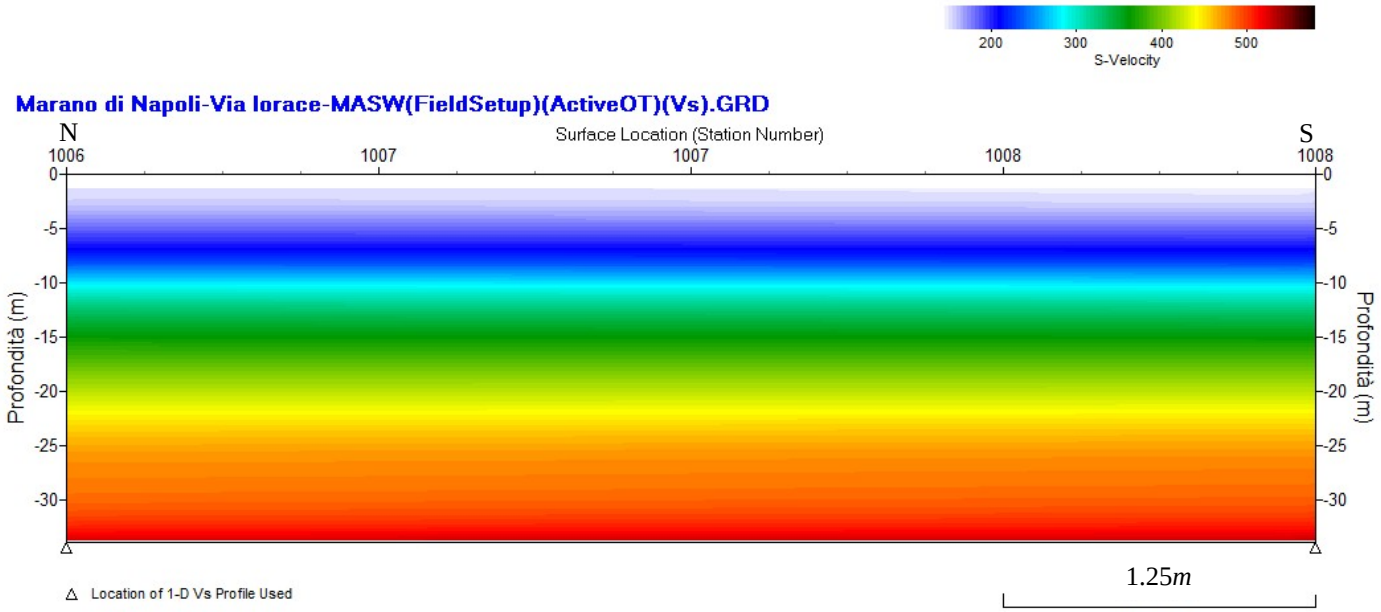


Fig. 10 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_S ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	*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*.
B	*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*.
C	*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*.
D	*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*.
E	*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*.

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)***
MASW n. 1	***[308 ÷ 310]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione C = *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*.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$
T_2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$.

- Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.058]	[0.162]	[0.203]	[0.566]

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 12).

Sismostrato	Profondità (m)	V_S (m/s) acquisizione n.1	V_S (m/s) acquisizione n.2
S1	0.0 – 1.3	147	143
S2	1.3 – 3.0	157	155
S3	3.0 – 5.0	183	182
S4	5.0 – 7.6	225	223
S5	7.6 – 10.8	295	292
S6	10.8 – 14.8	361	359
S7	14.8 – 19.8	418	419
S8	19.8 – 26.1	472	474
S9	26.1 – 33.9	524	527

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Quarto, ottobre 2020

Il tecnico

Dr. Geol. Andrea D'Oriano

L8

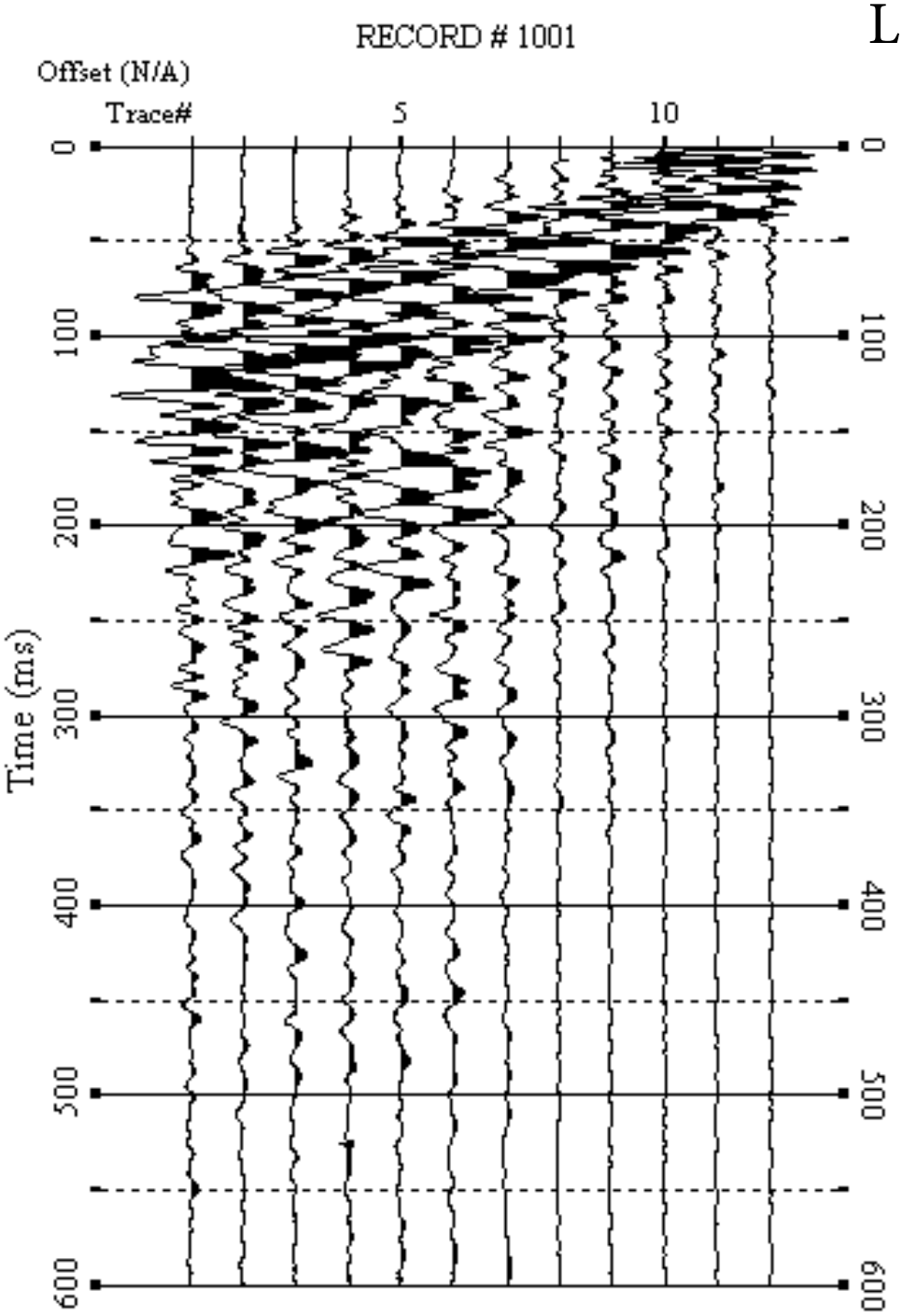


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-600]*ms*.

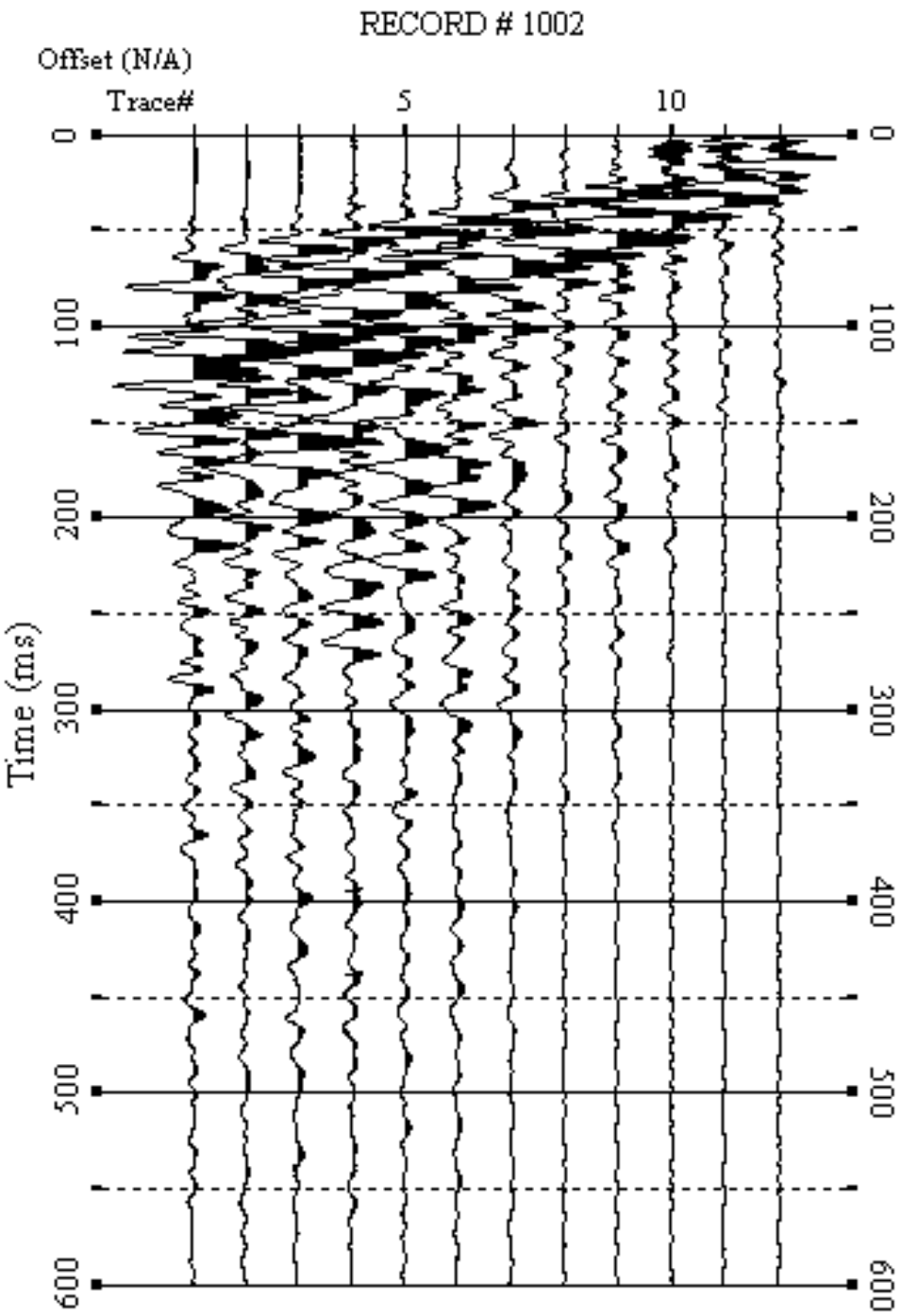


Fig. 5 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-600]*ms*.

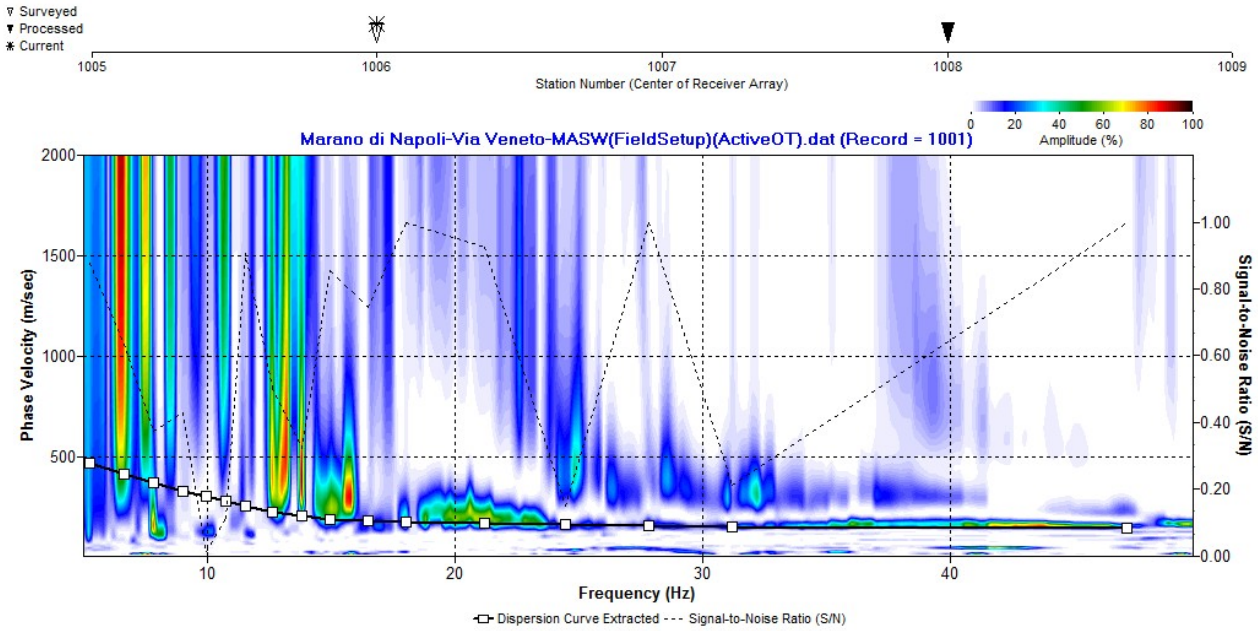


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

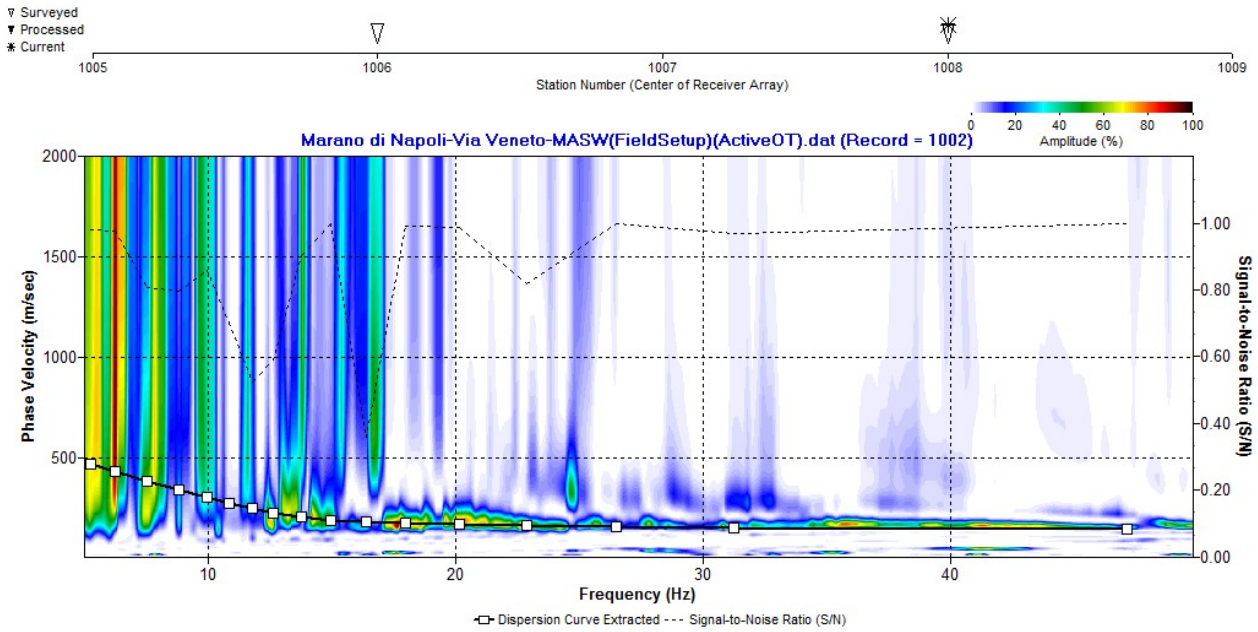


Fig. 7 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

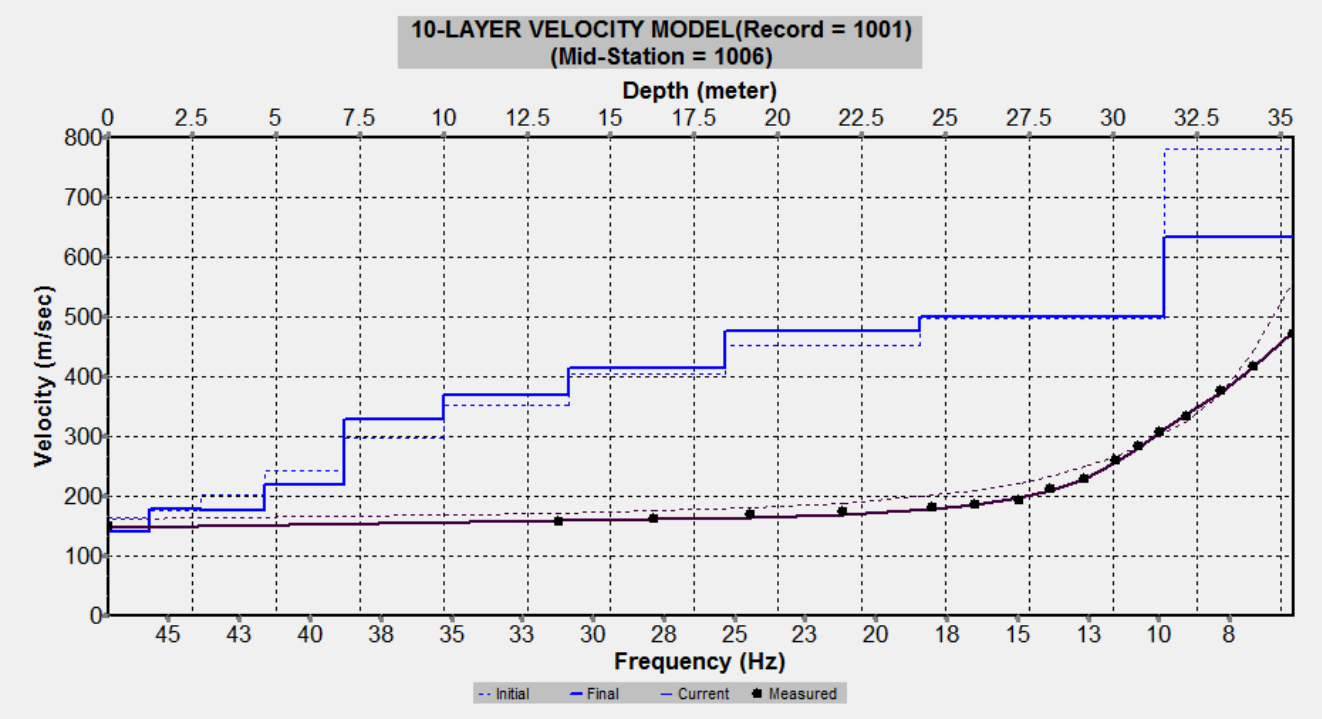


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

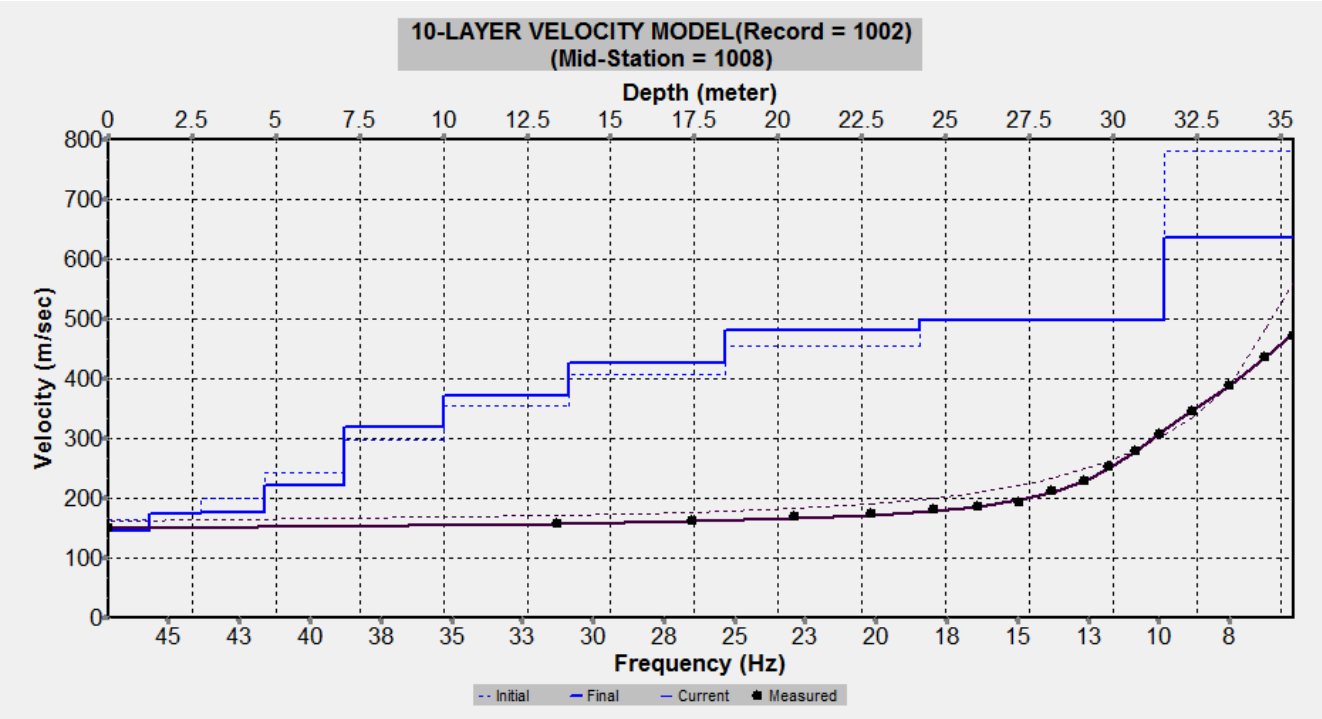


Fig. 9 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

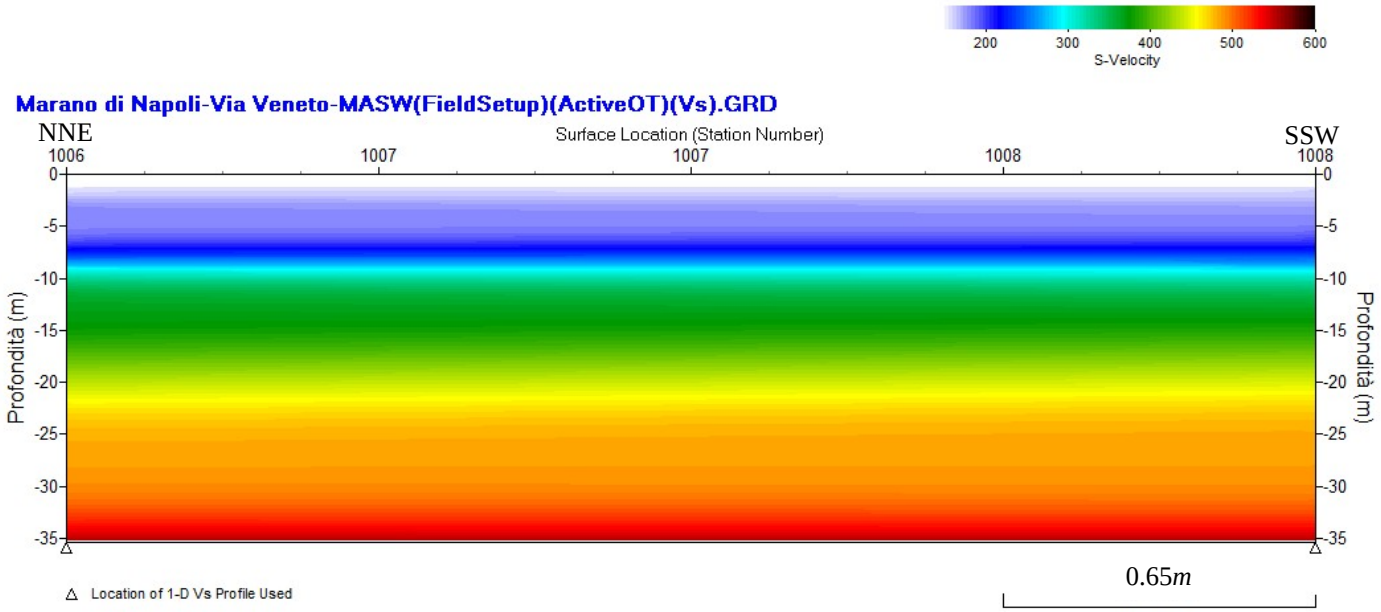


Fig. 10 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_S ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c. e fino alla profondità di 31*m* (1*m*-31*m*) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 31 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	*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*.
B	*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*.
C	*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*.
D	*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*.
E	*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*.

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***$V_{S\ 1\text{-}31}$ (m/s)***	***Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)***
MASW n. 1	***[323 ÷ 324]***	***[341 ÷ 342]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione C = *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*.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T_2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°.

- Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.057]	*[0.158]*	*[0.202]*	*[0.556]*

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 12).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 1.2	141	145
S2	1.2 – 2.7	179	174
S3	2.7 – 4.7	177	177
S4	4.7 – 7.0	218	222
S5	7.0 – 10.0	329	319
S6	10.0 – 13.8	370	372
S7	13.8 – 18.4	415	427
S8	18.4 – 24.2	476	481
S9	24.2 – 31.5	500	498
S10	31.5 – 35.4	634	635

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Quarto, ottobre 2020

Il tecnico

Dr. Geol. Andrea D'Oriano

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto in categoria di sottosuolo **C**, definita come:

Categoria di sottosuolo di fondazione ***C*** = 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 valori di V_{Seq} calcolati sono elencati nella Tabella 6:

Tabella 6: Valori di V_{seq} calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW effettuata.

Prospezione sismica	*$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)*
MASW n. 1	***[324]***

Di seguito si riportano i valori di V_S e V_P per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW utilizzata (Tabella 7).

Tabella 7: Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S e V_P per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*	*V_P (m/s) acquisizione n.1*	*V_P (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 4.8	150	150	430	430
S2	4.8 – 10.3	303	302	817	818
S3	10.3 – 14.2	363	362	966	966
S4	14.2 – 25.0	478	478	1238	1238
S5	25.0 – 32.5	532	532	1365	1364

Le onde di volume *P* ed *S*, che attraversano un mezzo omogeneo e isotropo (condizioni ideali), hanno ben definite equazioni di moto. Note le velocità V_P e V_S per i sismostrati rielaborati a partire dai dati della prospezione sismica MASW n.1 (Tabella 8) e attribuiti i valori di densità desunti da dati ricavati da bibliografia, da sondaggi geognostici effettuati in prossimità dell'area di interesse e da rilevamento geologico effettuato in situ, sono state ricavate, per i sismostrati individuati, alcune proprietà meccaniche, quali il modulo di Young o modulo elastico *E*, il modulo di taglio *G* o modulo di rigidità *μ*, il coefficiente di

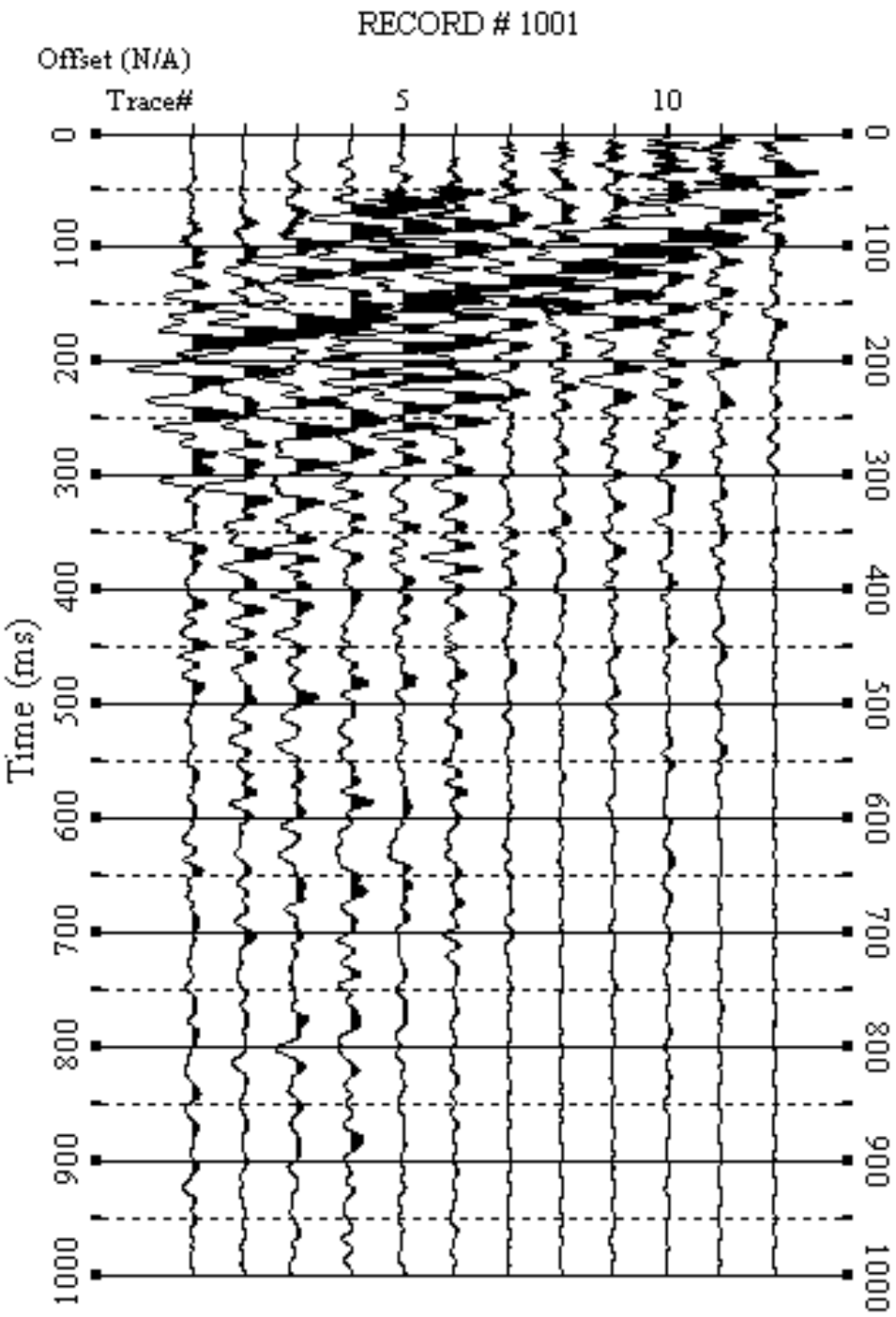


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-1000]*ms*.

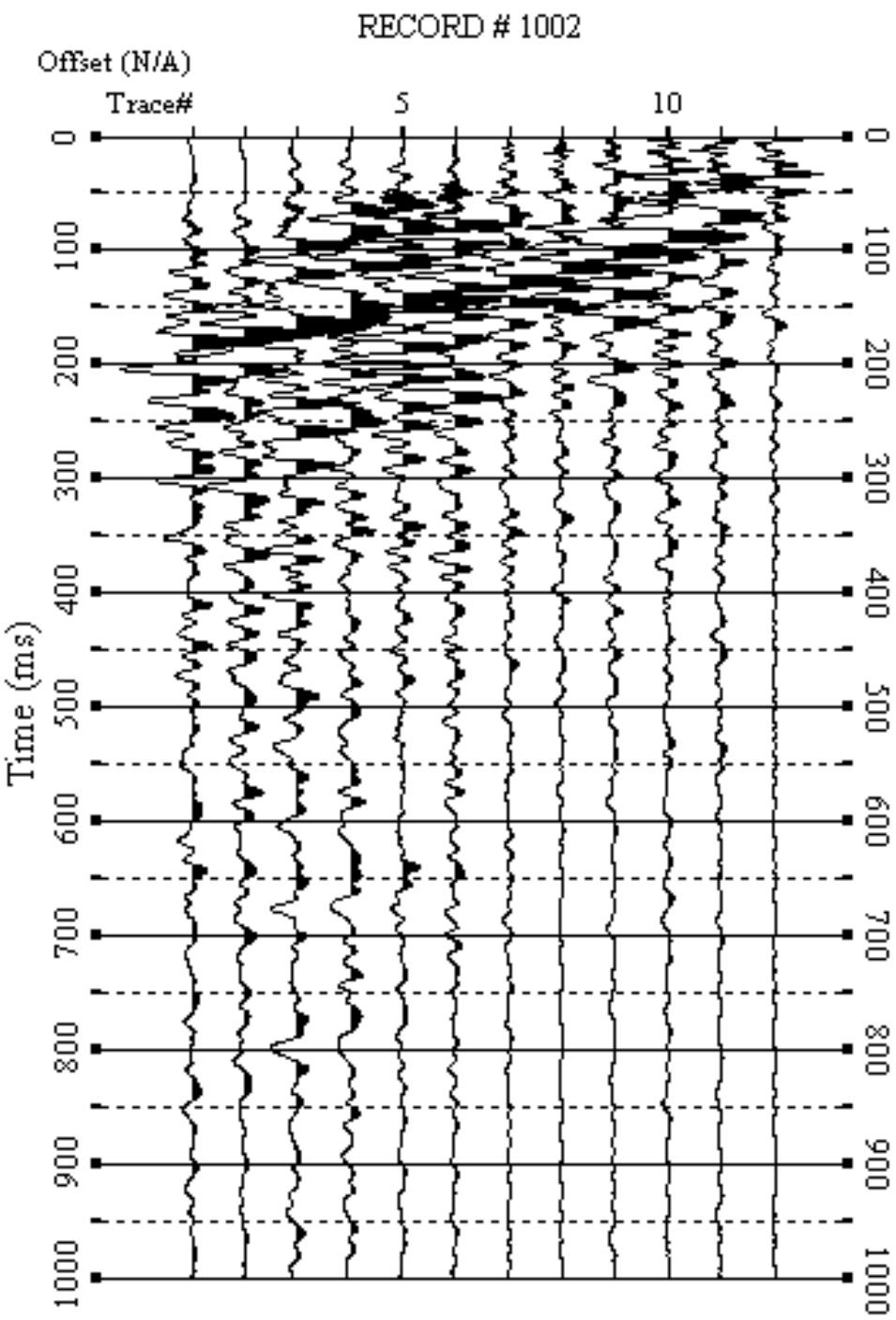


Fig. 5 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-1000]*ms*.

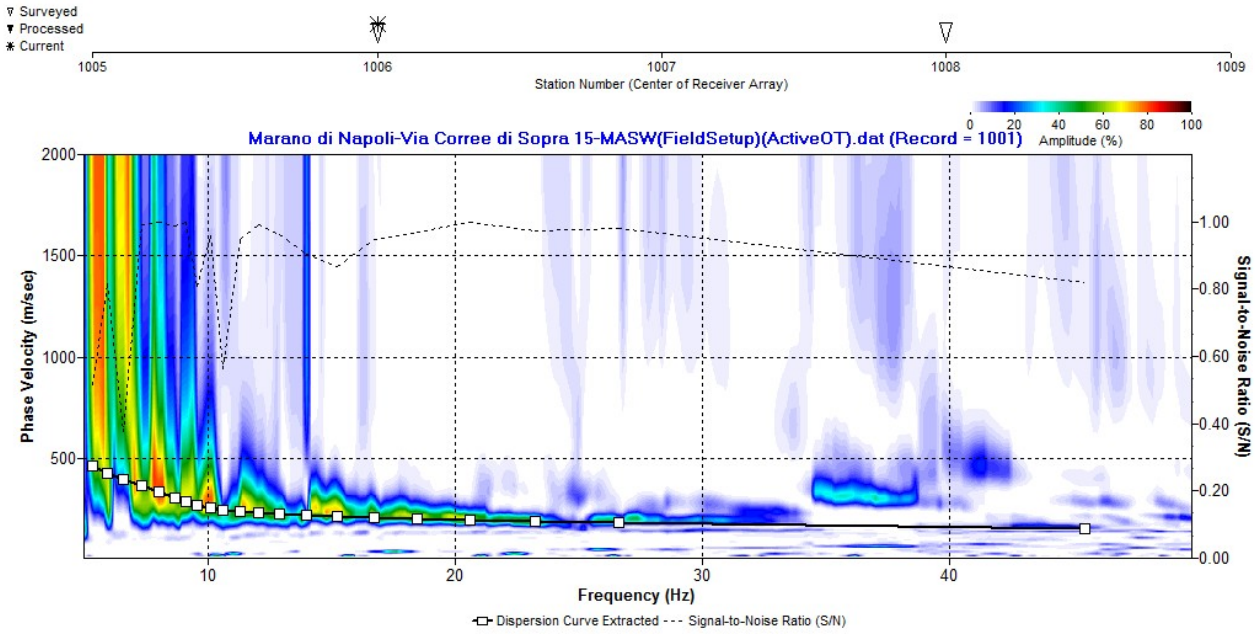


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

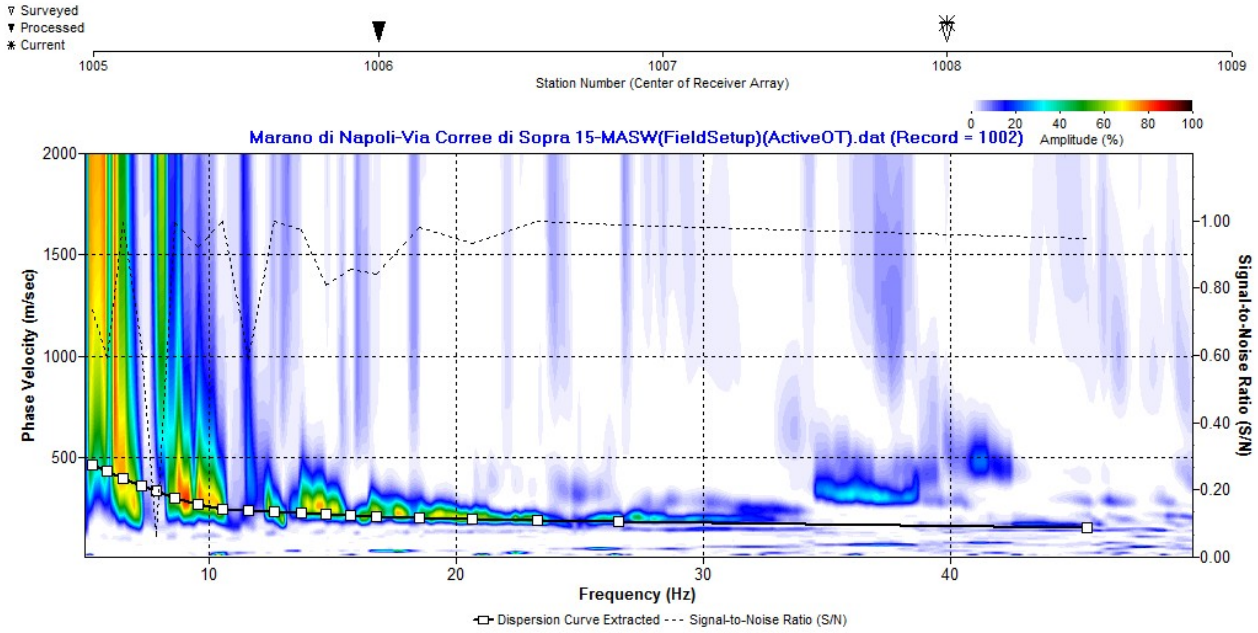


Fig. 7 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

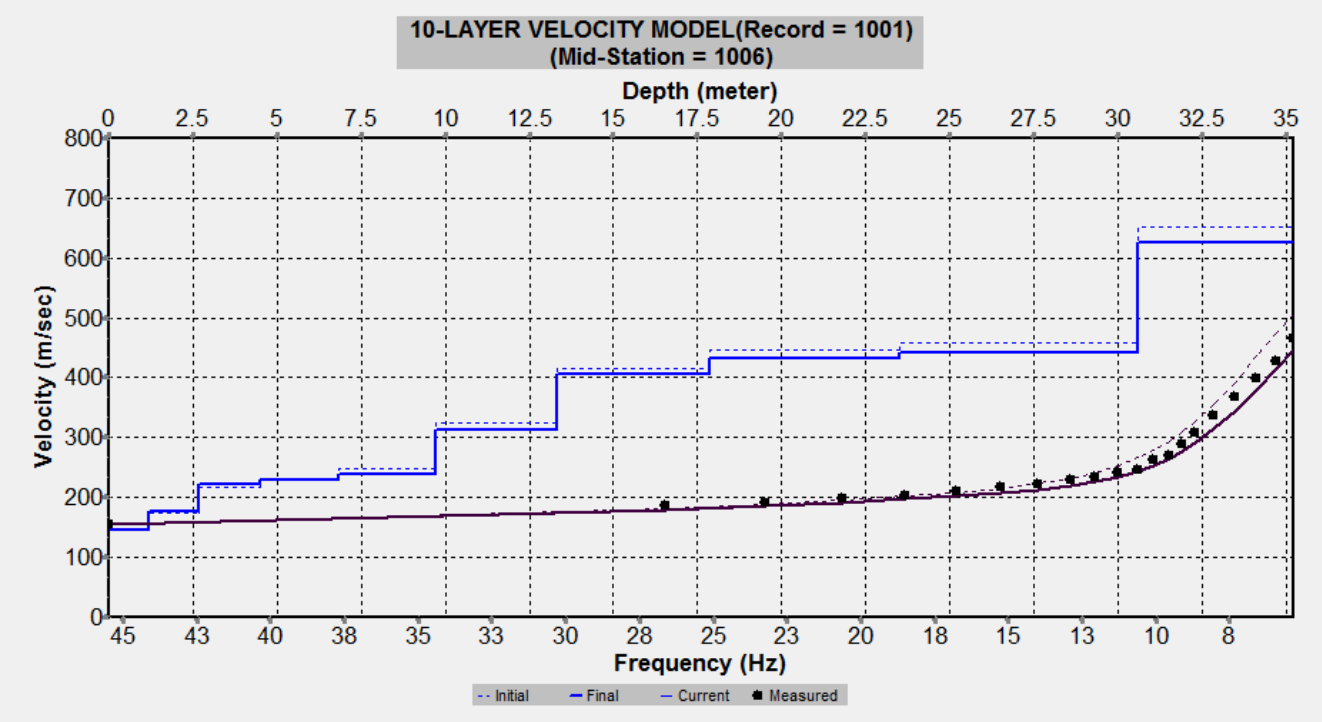


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

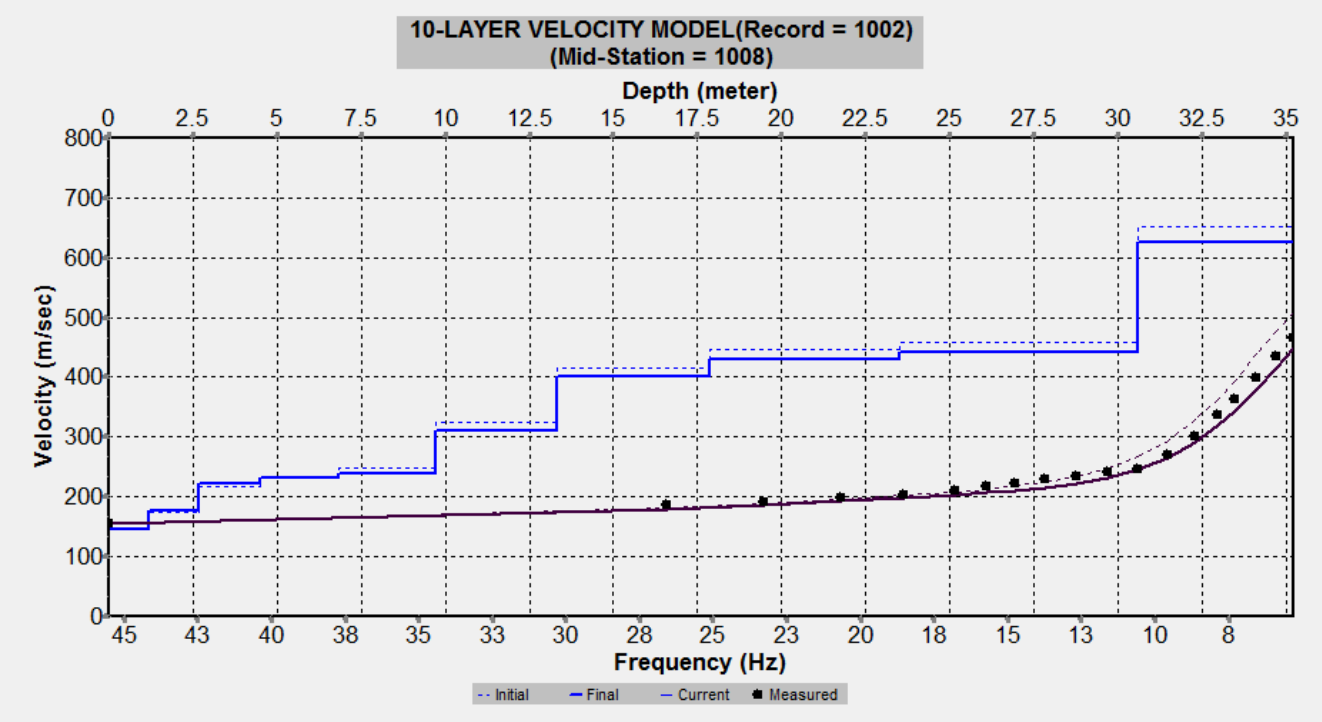


Fig. 9 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

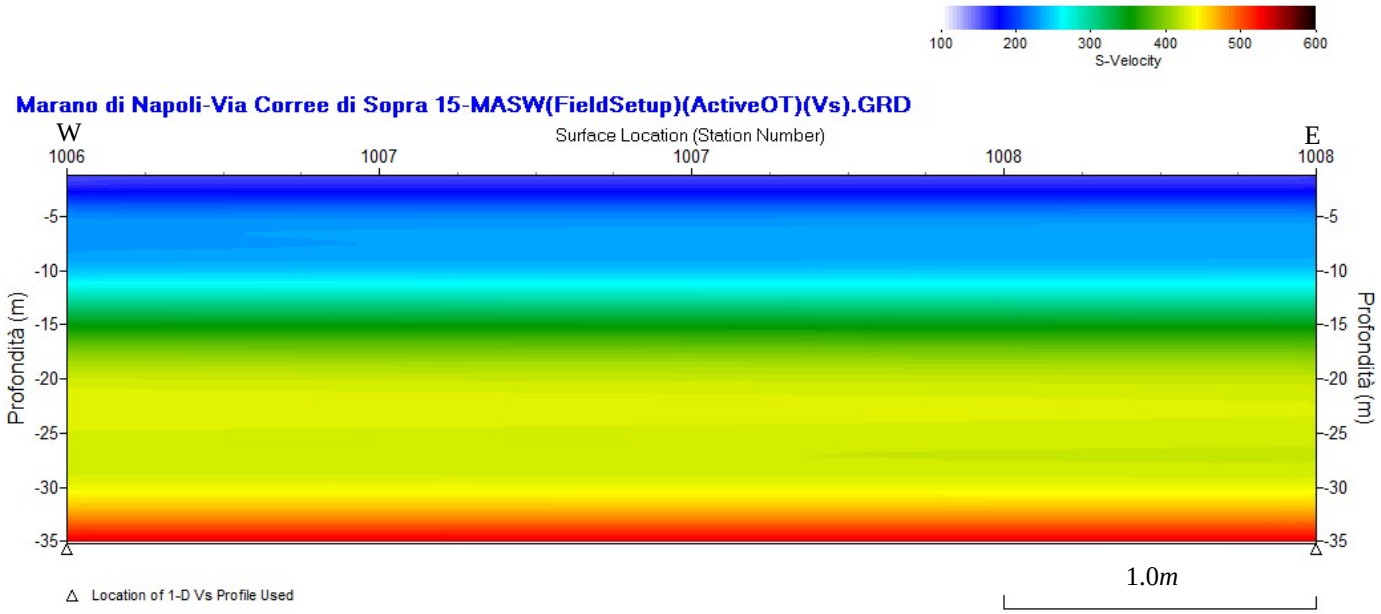


Fig. 10 – Modello sismostratigrafico 2D delle *Vs* ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c. e fino alla profondità di 32.5*m* (2.5*m*-32.5*m*) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 32.5 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	*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*.
B	*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*.
C	*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*.
D	*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*.
E	*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*.

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***$V_{S\ 2.5\text{-}32.5}$ (m/s)***	***Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)***
MASW n. 1	***[307]***	***[347]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione C = *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*.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T_2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°.

- Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.057]	*[0.158]*	*[0.200]*	*[0.555]*

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 12).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 2.7	161	162
S2	2.7 – 9.7	229	231
S3	9.7 – 13.3	313	310
S4	13.3 – 30.6	427	424
S5	30.6 – 35.2	626	626

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Quarto, giugno 2021

Il tecnico

Dr. Geol. Andrea D'Oriano

L11

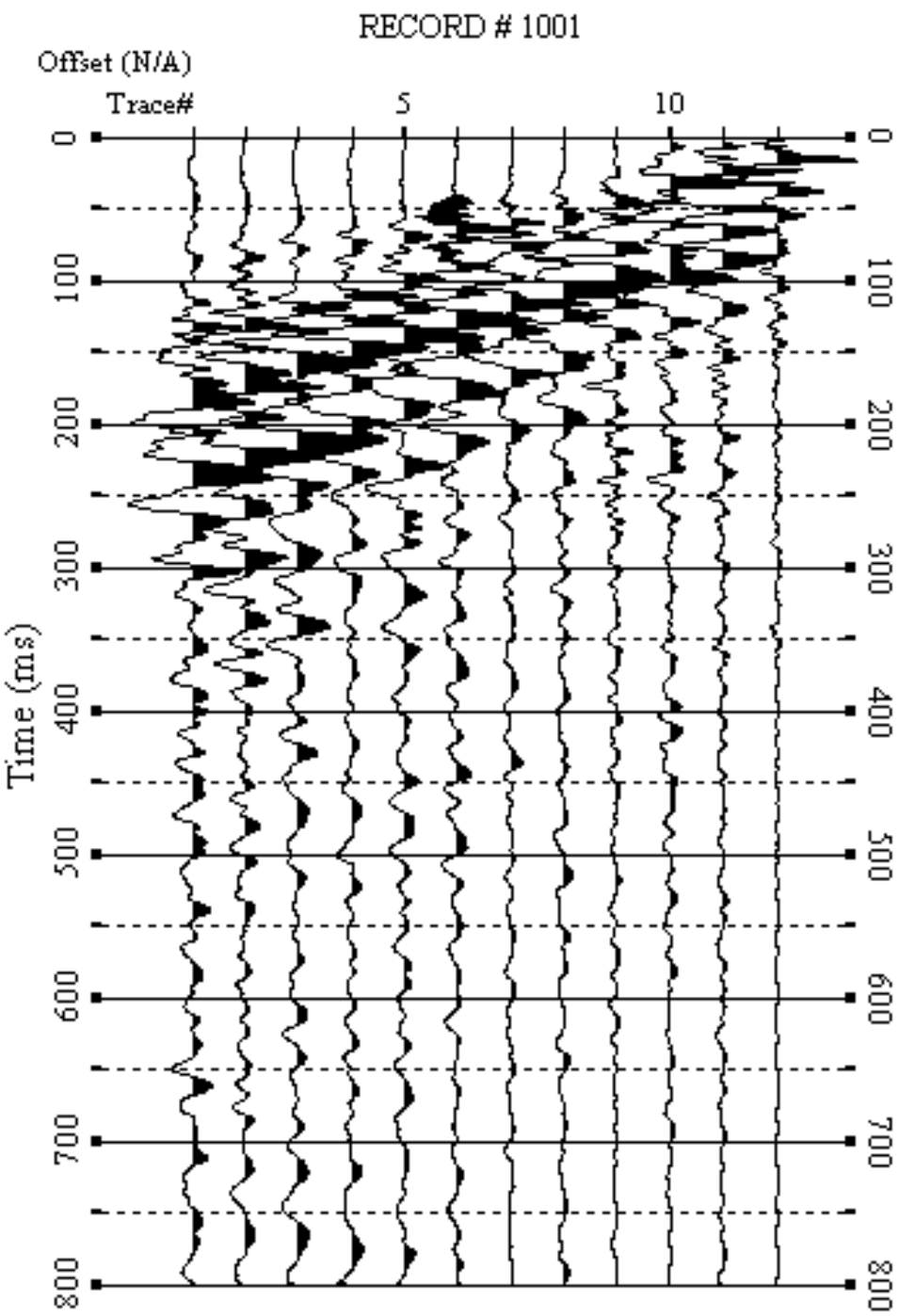


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-800]*ms*.

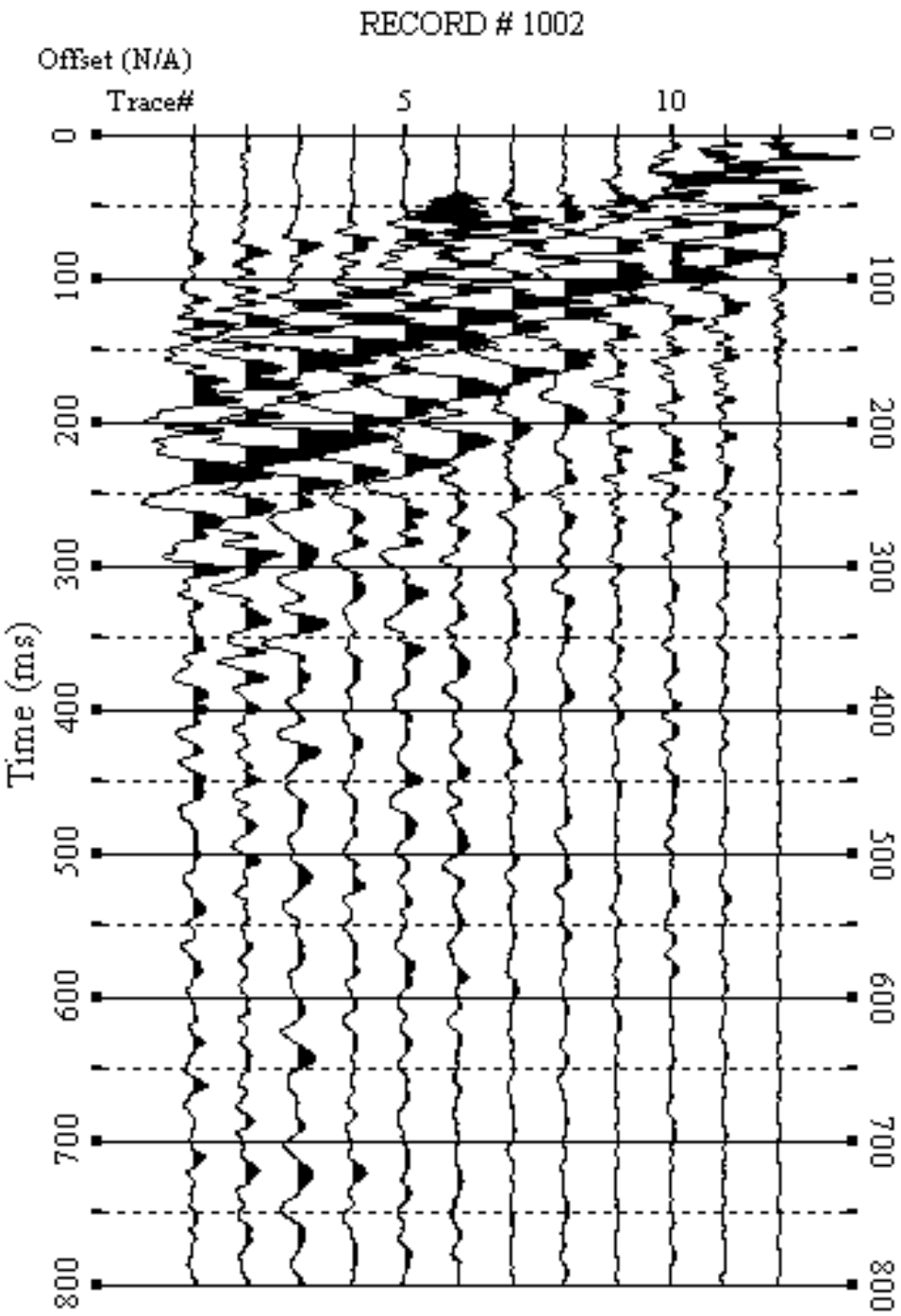


Fig. 5 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-800]*ms*.

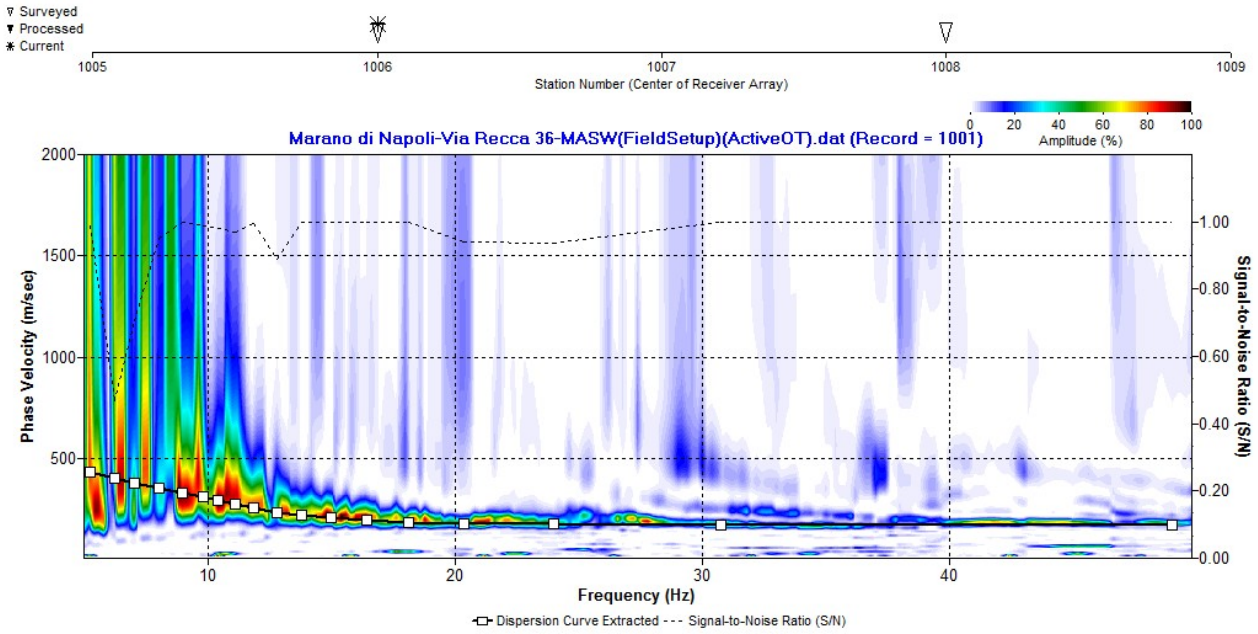


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

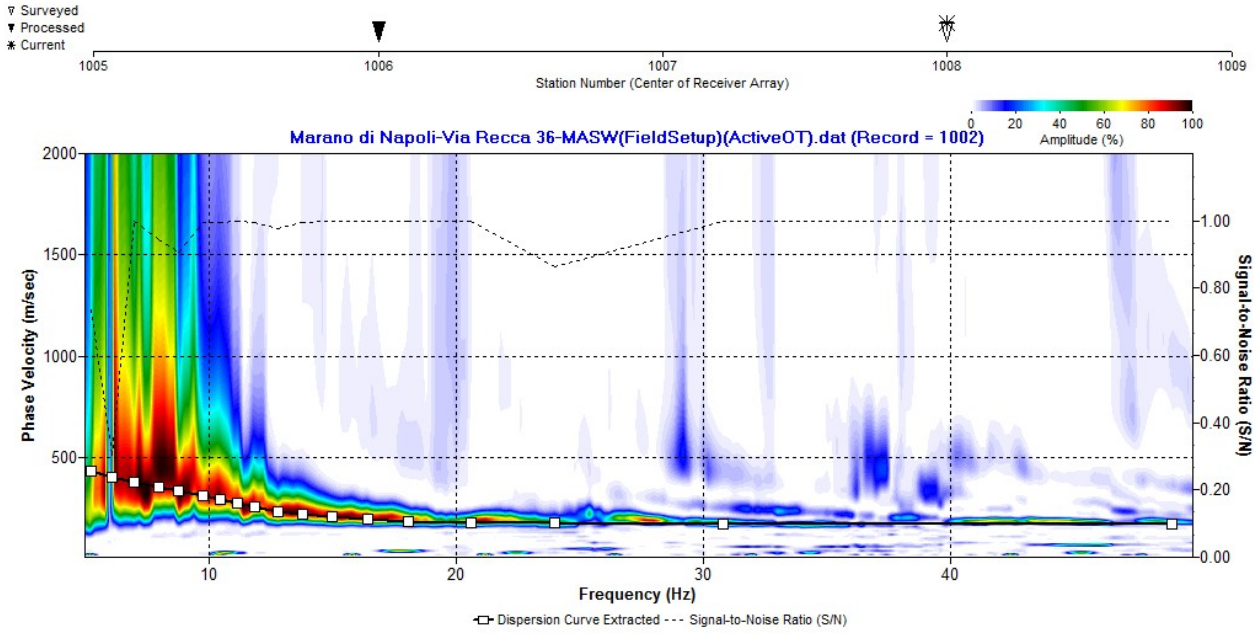


Fig. 7 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

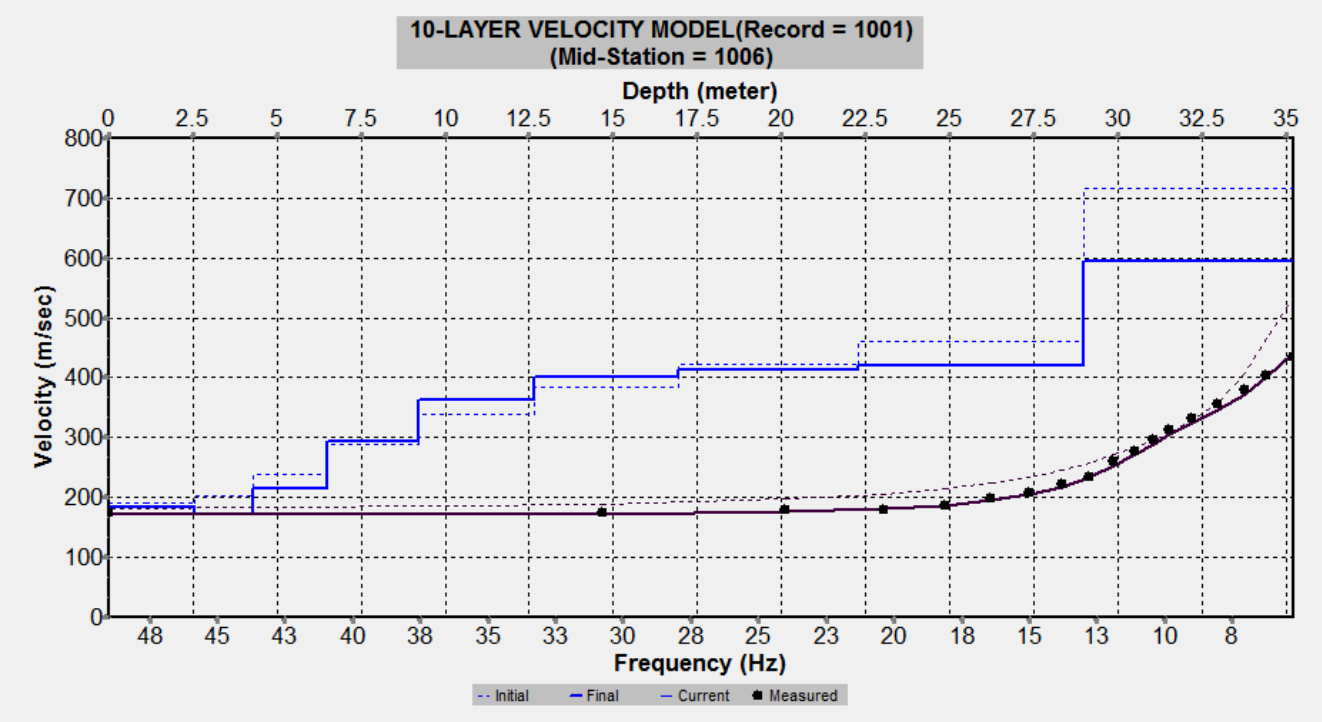


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

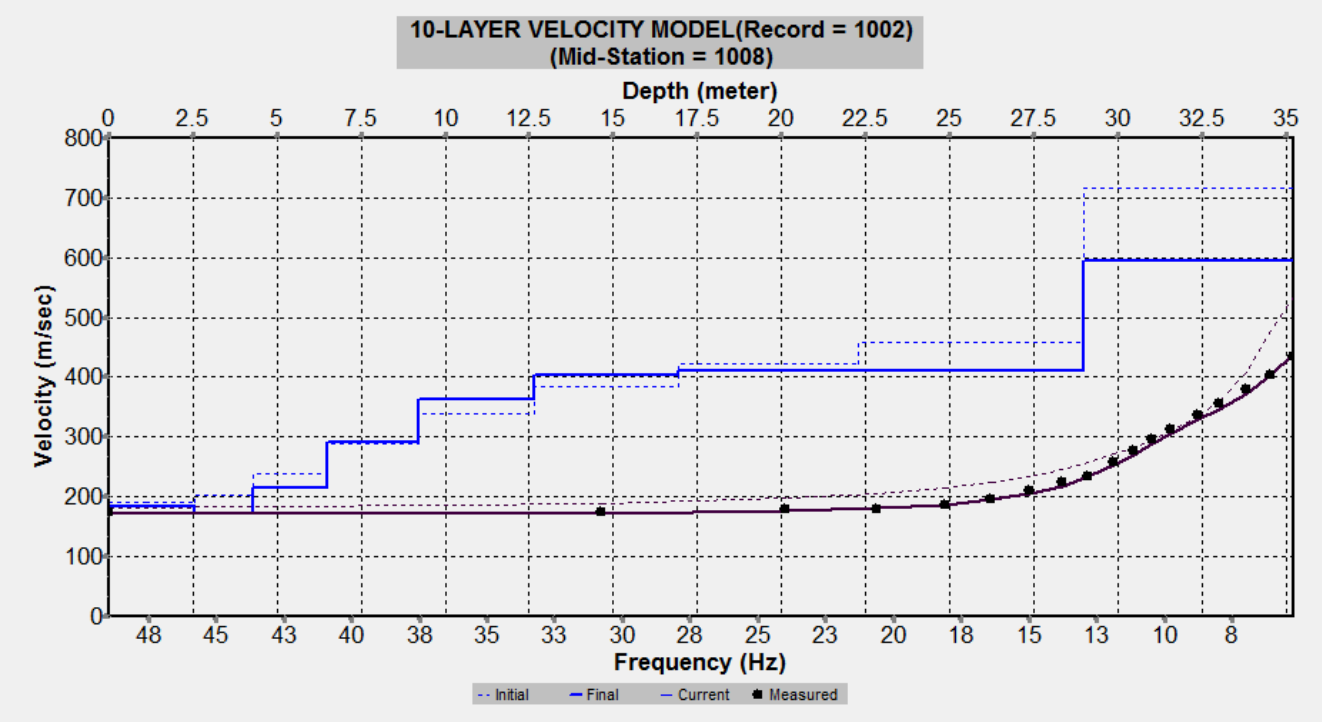


Fig. 9 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

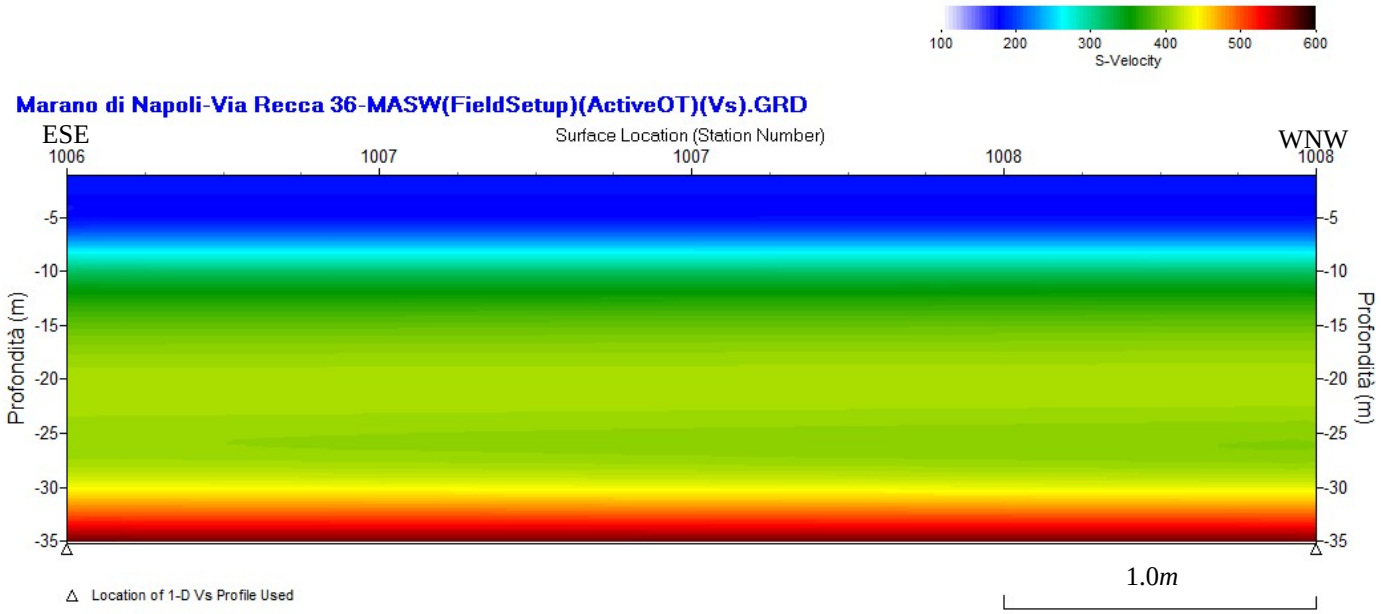


Fig. 10 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_S ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	*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*.
B	*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*.
C	*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*.
D	*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*.
E	*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*.

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)***
MASW n. 1	***[317 ÷ 318]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione C = *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*.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$
T_2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$.

- Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.057]	[0.159]	[0.201]	[0.559]

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 12).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 6.5	189	189
S2	6.5 – 9.2	294	292
S3	9.2 – 12.6	362	364
S4	12.6 – 29.0	411	409
S5	29.0 – 35.2	595	596

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Quarto, giugno 2021

Il tecnico

Dr. Geol. Andrea D'Oriano

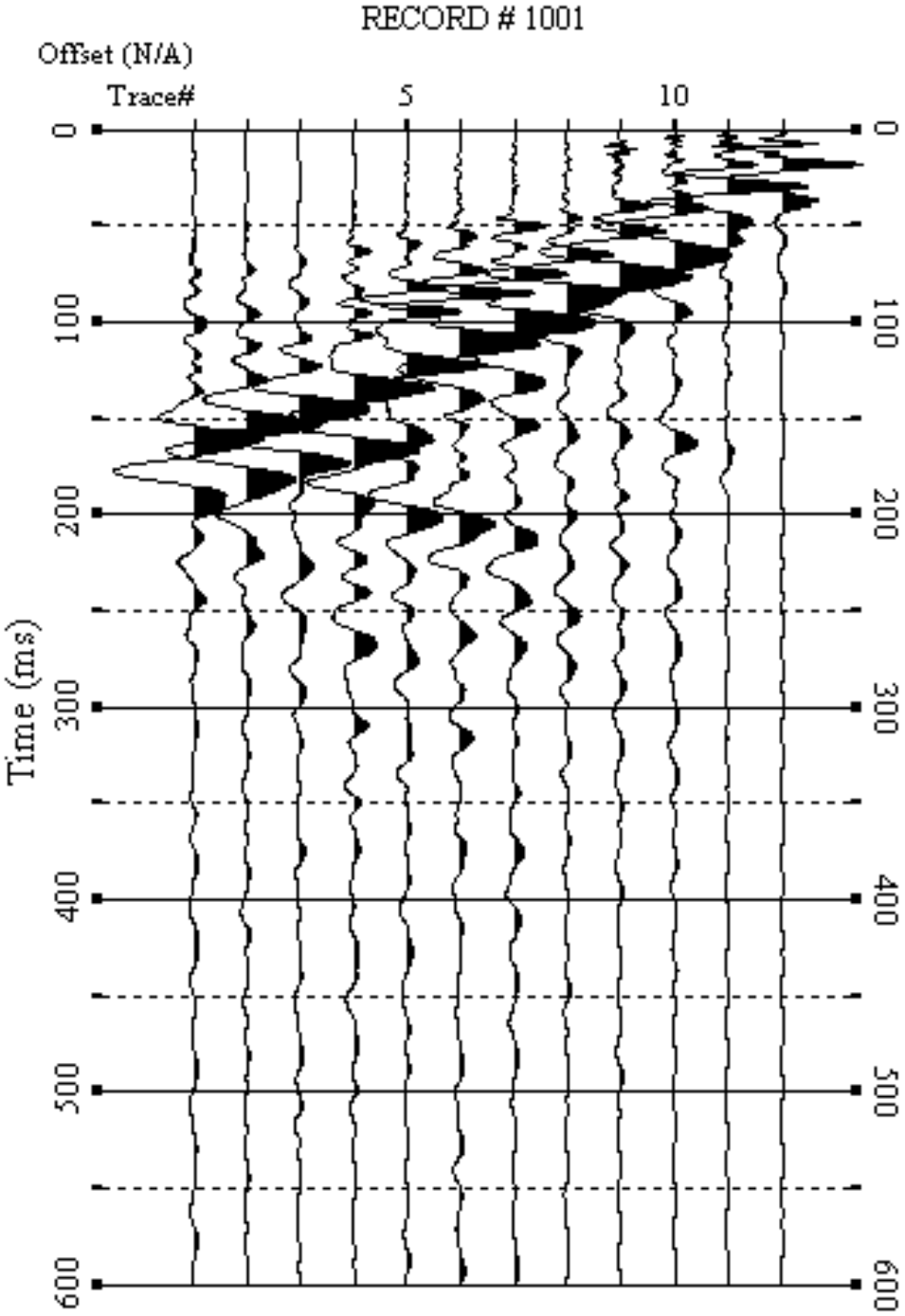


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-600]*ms*.

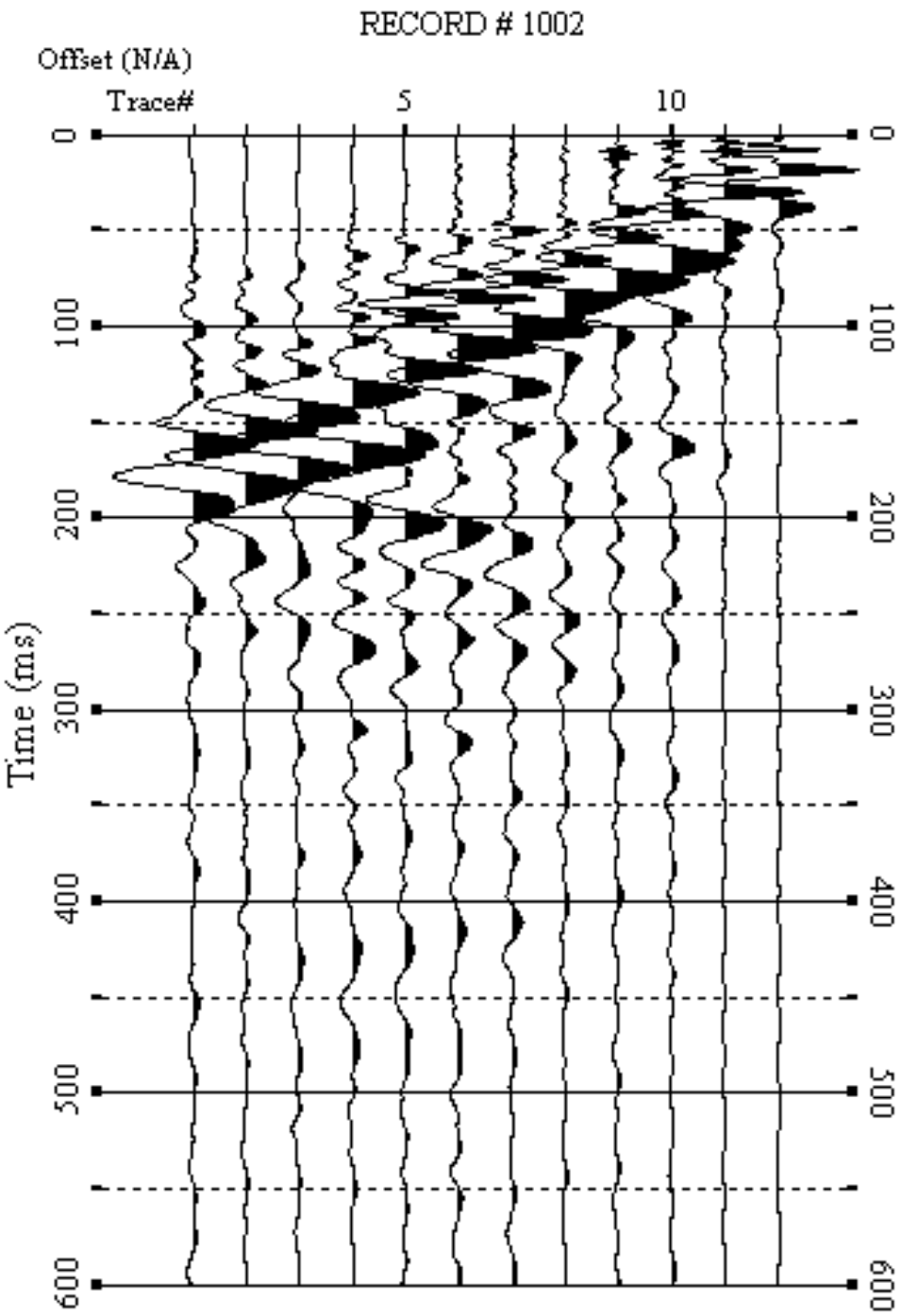


Fig. 5 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-600]*ms*.

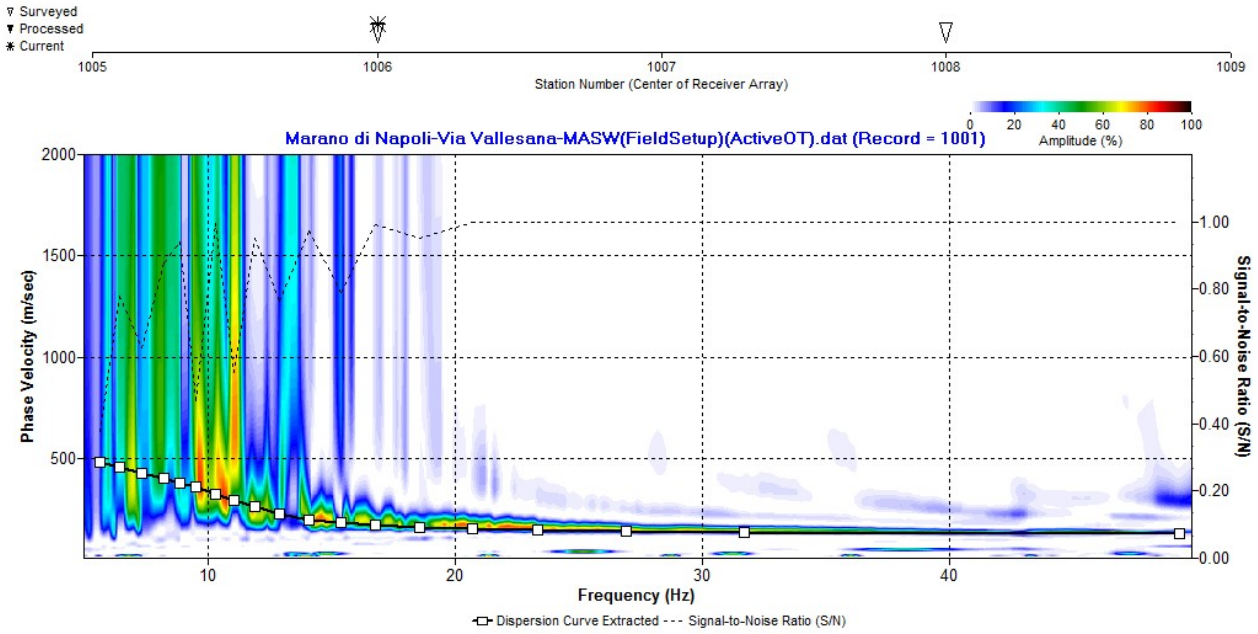


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

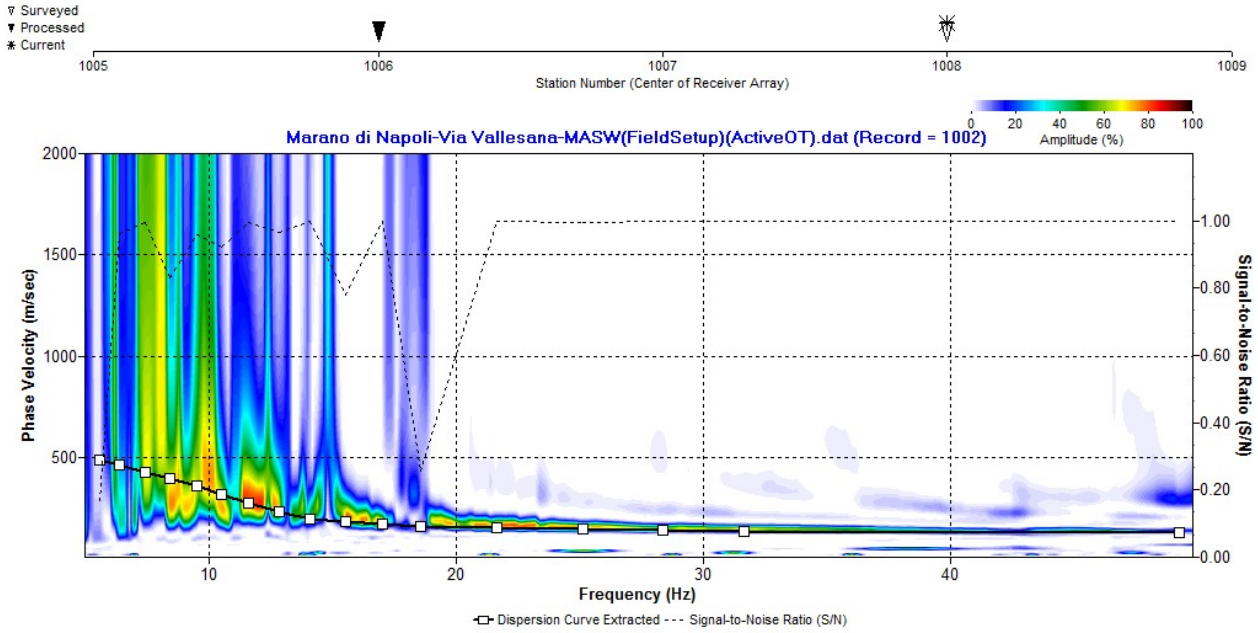


Fig. 7 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

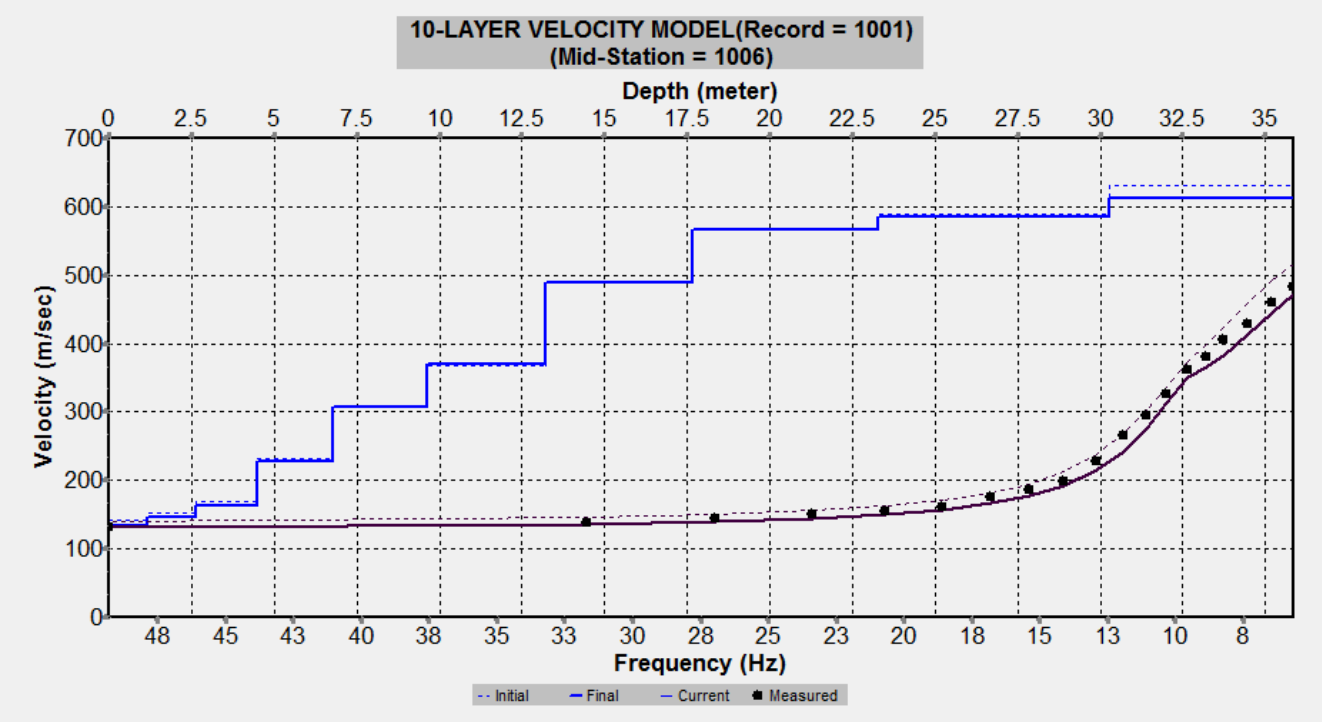


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

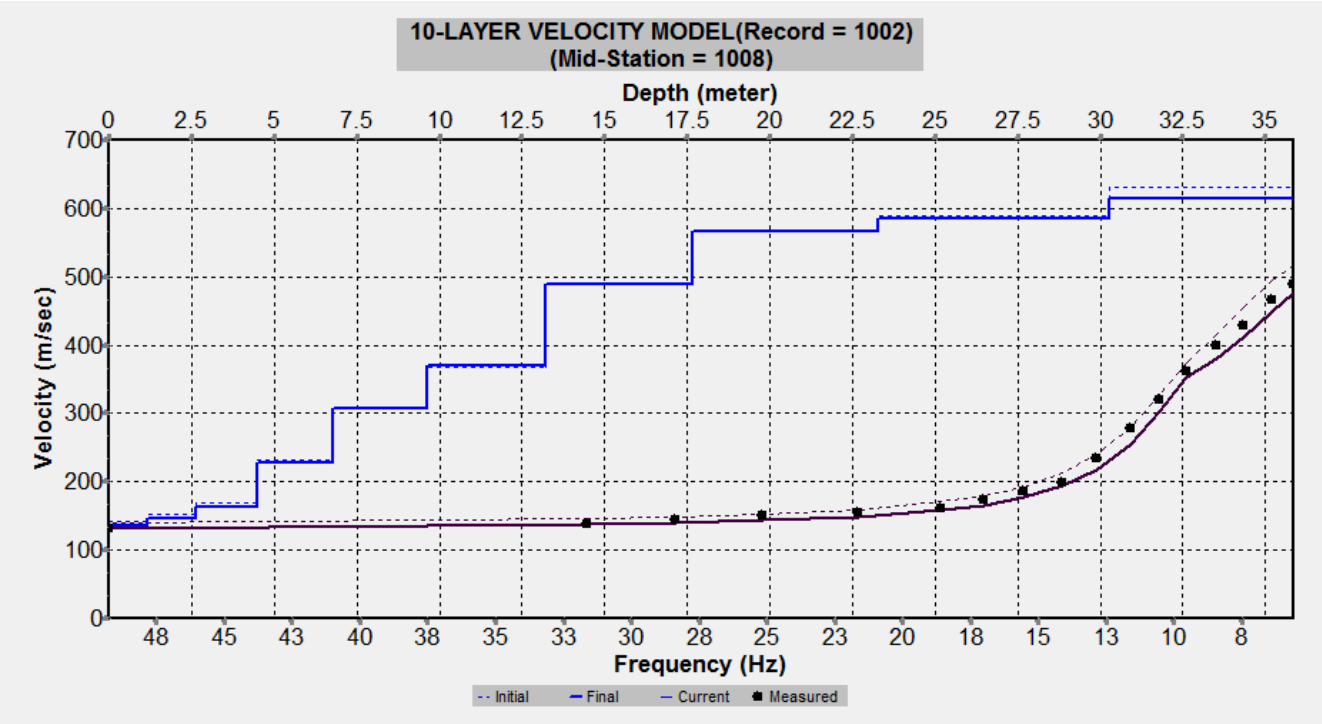


Fig. 9 – Profilo verticale 1D delle *Vs* ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

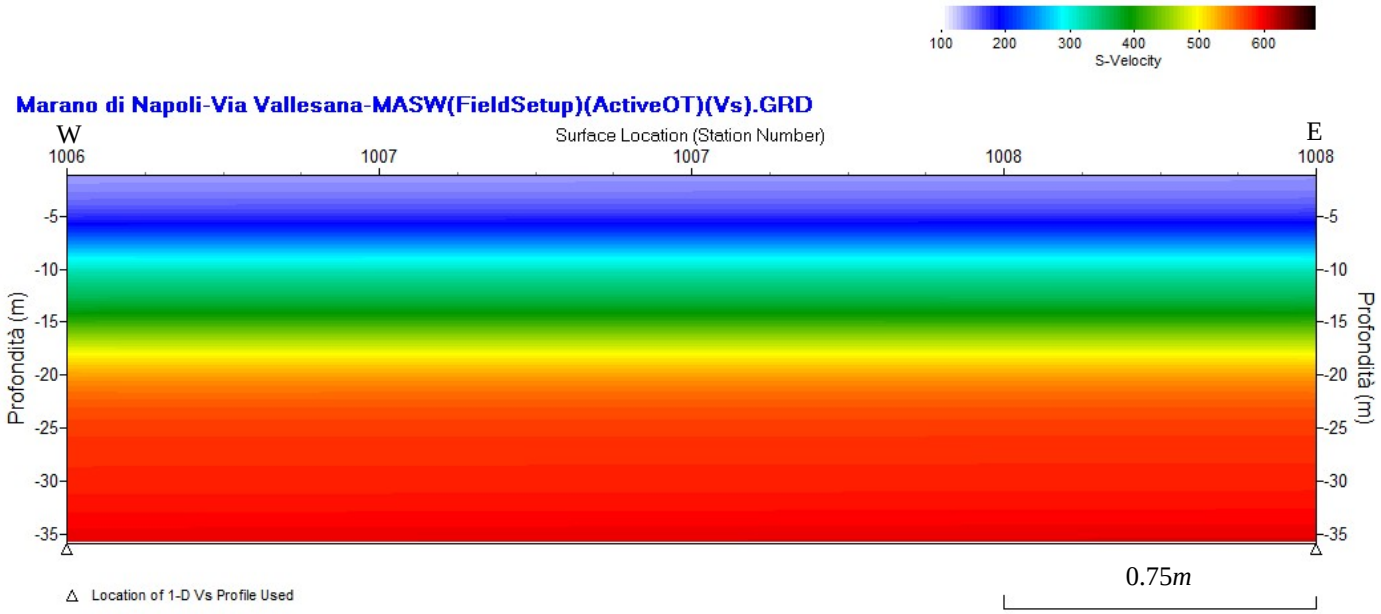


Fig. 10 – Modello sismostratigrafico 2D delle *Vs* ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c. e fino alla profondità di 31*m* (1*m*-31*m*) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 31 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	*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*.
B	*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*.
C	*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*.
D	*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*.
E	*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*.

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***$V_{S\ 1\text{-}31}$ (m/s)***	***Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)***
MASW n. 1	***[334 ÷ 335]***	***[358]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione C = *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*.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T_2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°.

- Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.058]	[0.159]	[0.202]	[0.558]

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 12).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 4.5	148	148
S2	4.5 – 6.8	228	228
S3	6.8 – 9.6	307	307
S4	9.6 – 13.2	369	369
S5	13.2 – 17.7	489	489
S6	17.7 – 35.8	587	589

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Quarto, giugno 2021

Il tecnico

Dr. Geol. Andrea D'Oriano

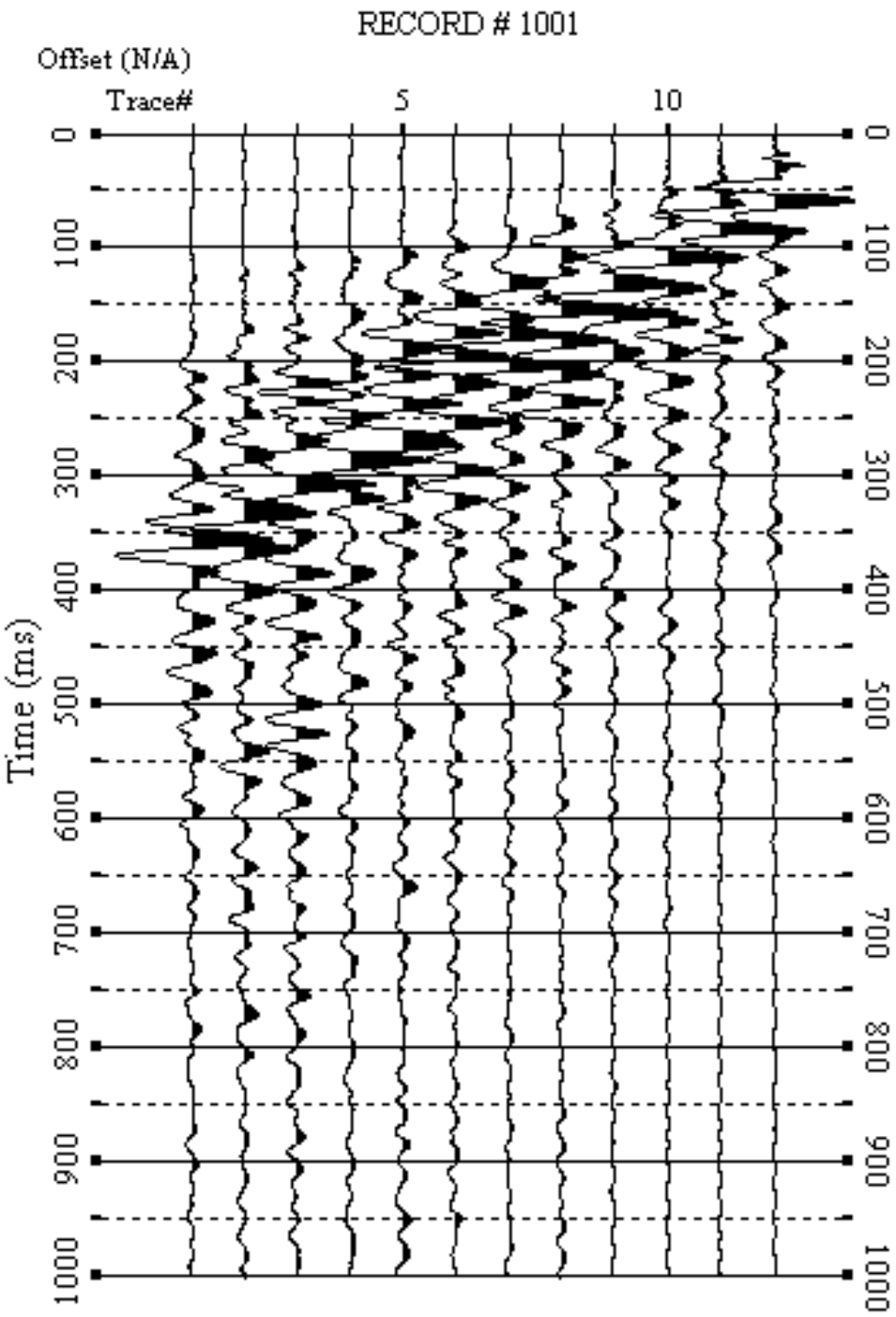


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-1000]*ms*.

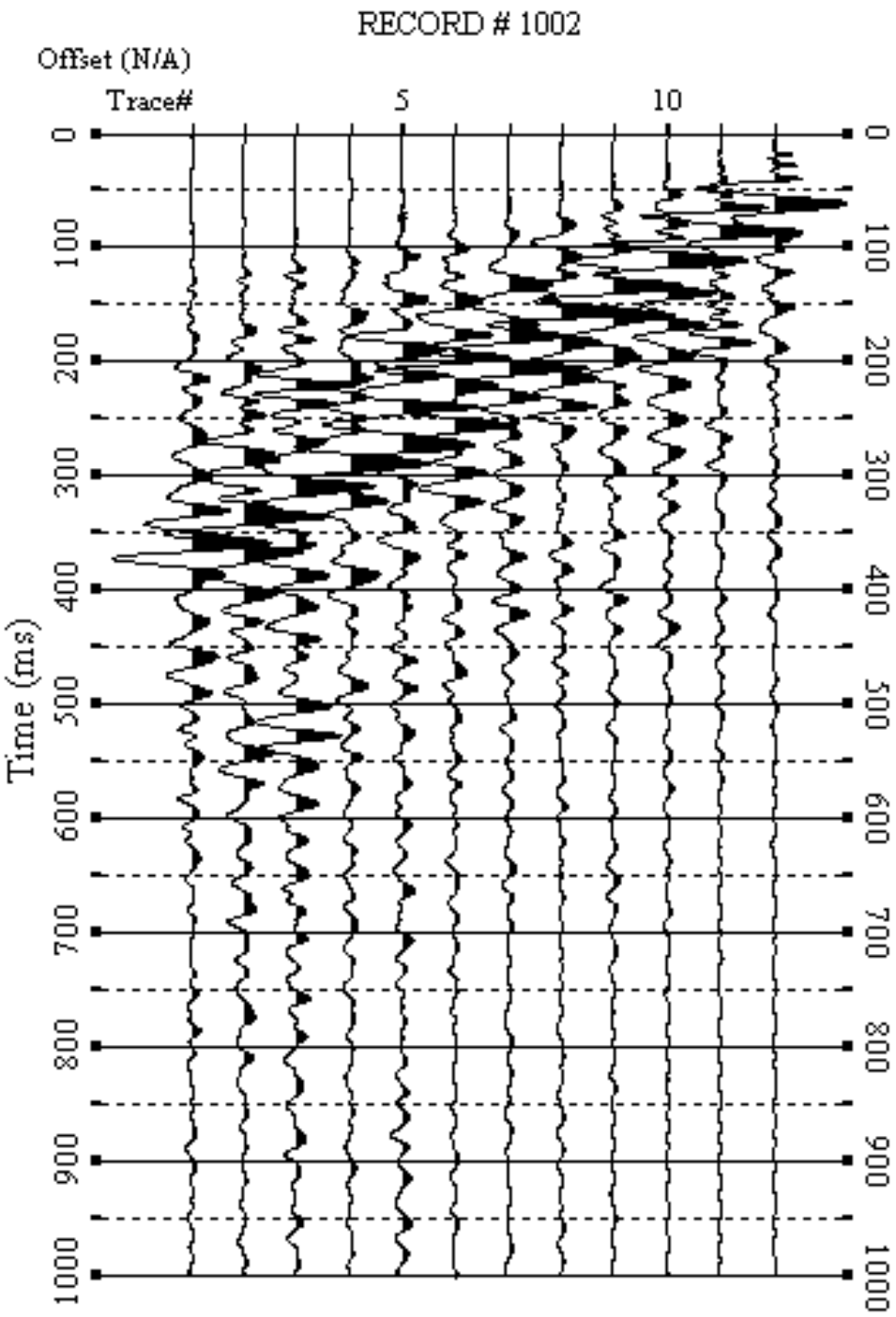


Fig. 5 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-1000]*ms*.

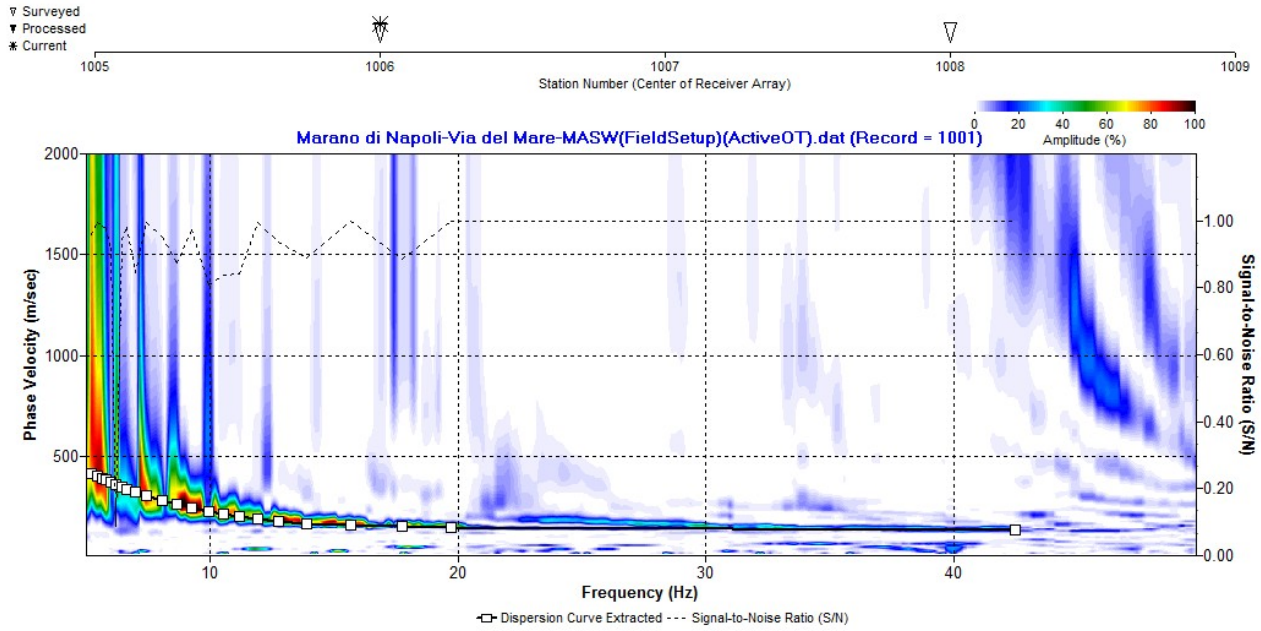


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

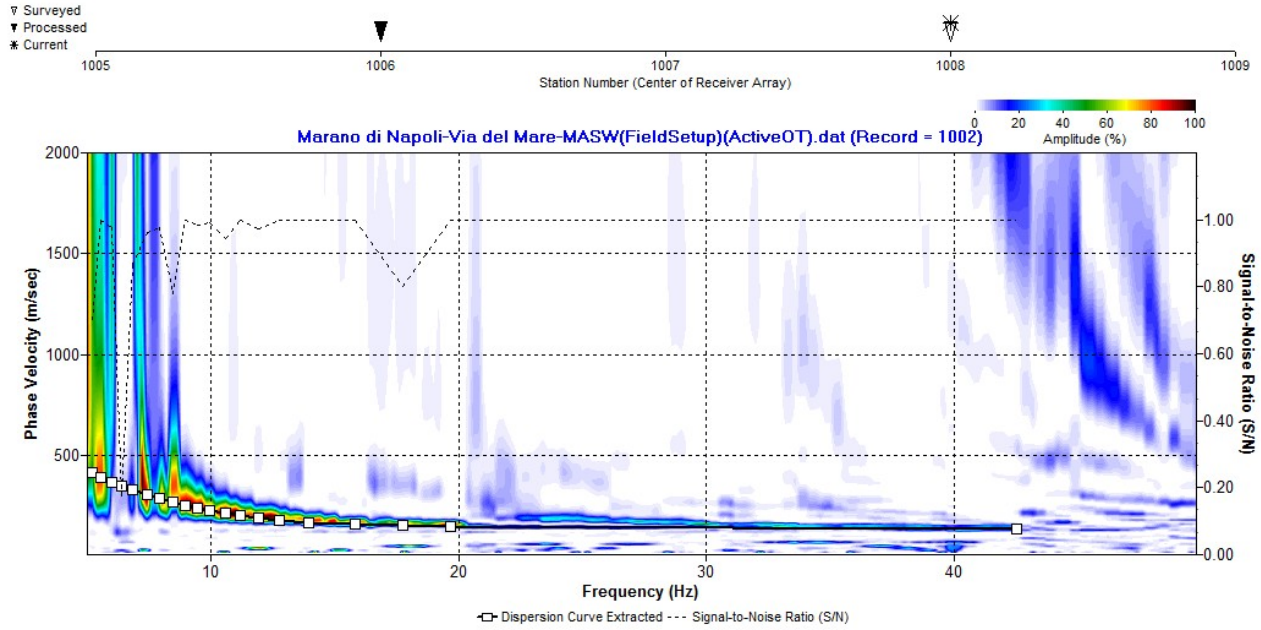


Fig. 7 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

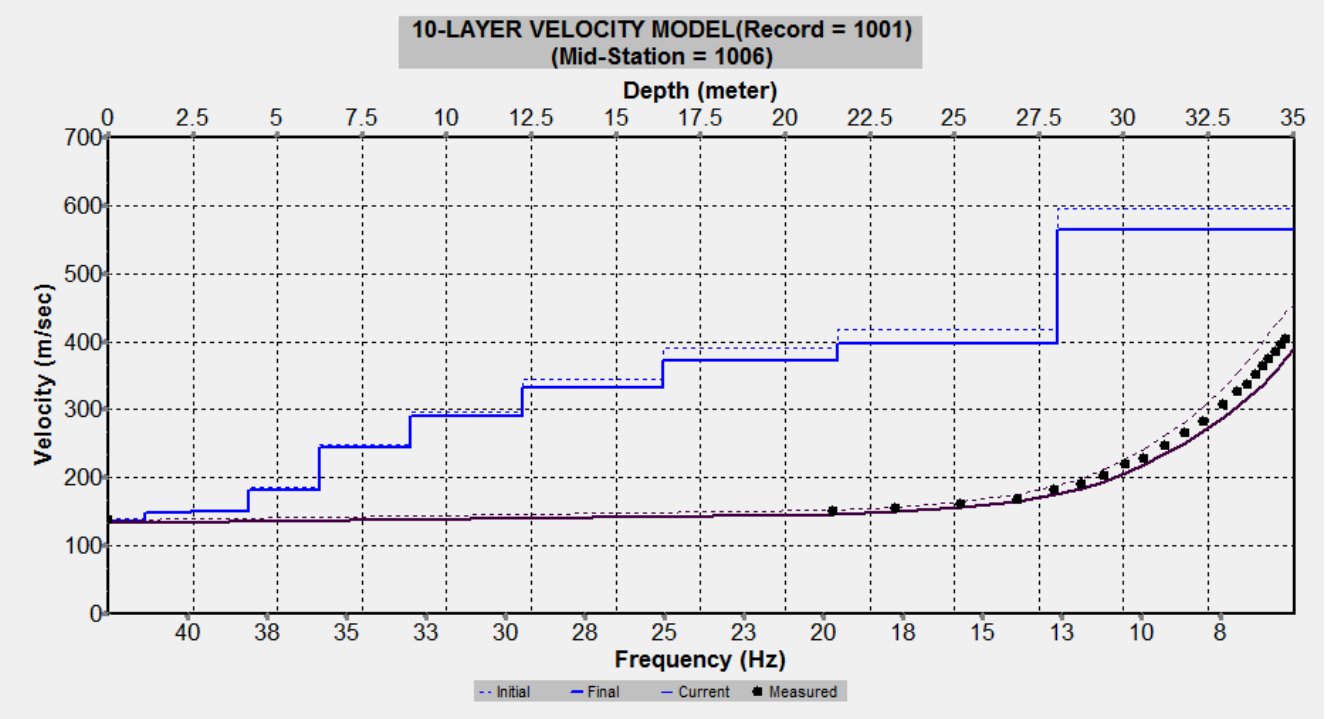


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

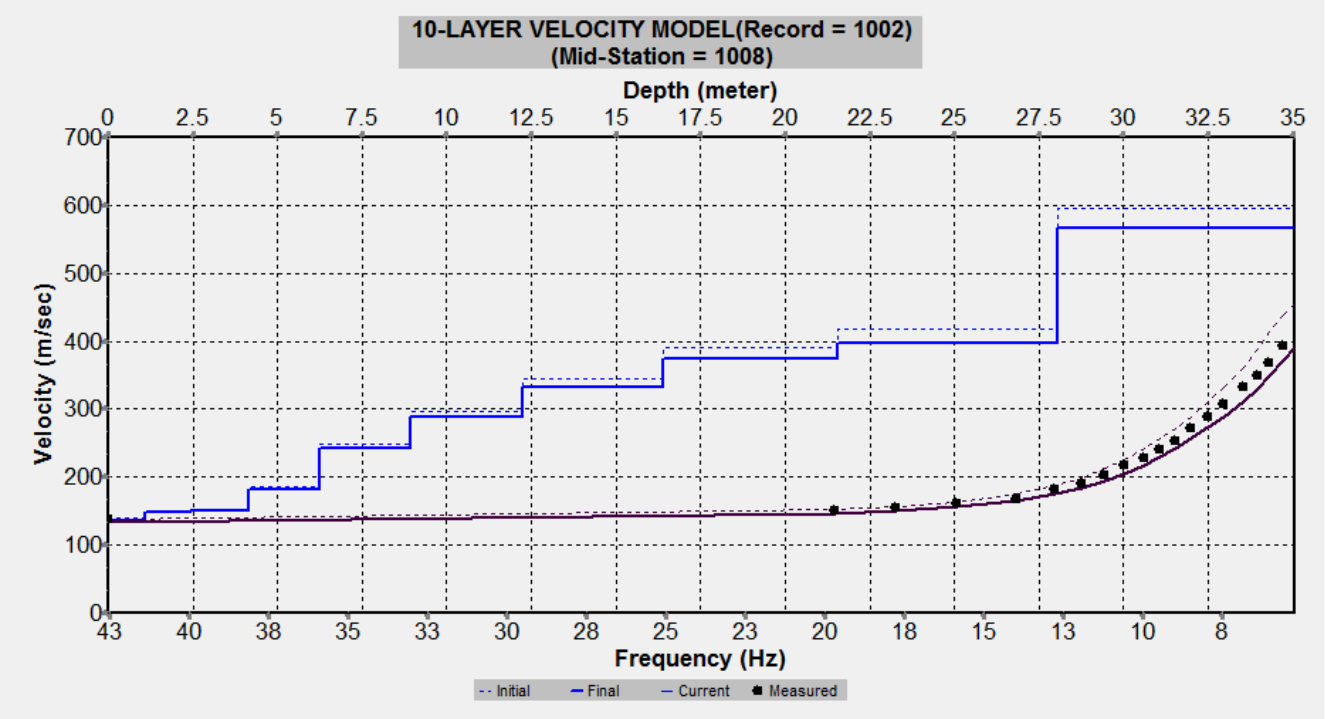


Fig. 9 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

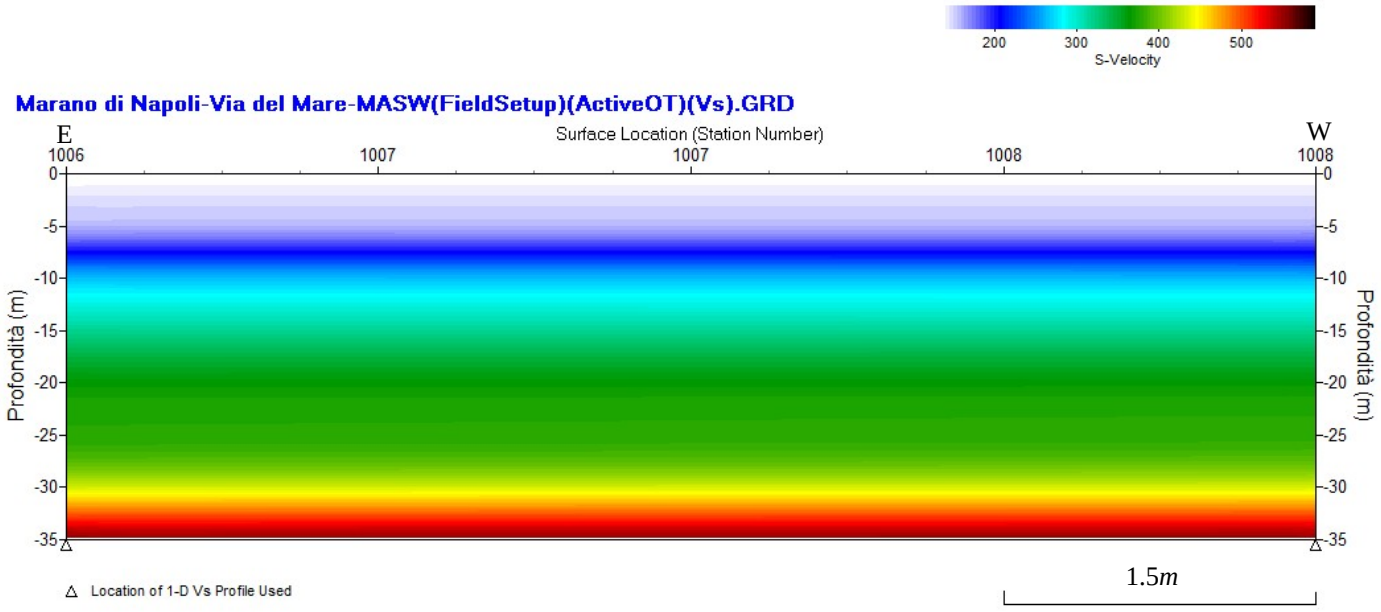


Fig. 10 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_S ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c. e fino alla profondità di 32.5*m* (2.5*m*-32.5*m*) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 32.5 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	*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*.
B	*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*.
C	*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*.
D	*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*.
E	*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*.

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***$V_{S\ 2.5\text{-}32.5}$ (m/s)***	***Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)***
MASW n. 1	***[276]***	***[314]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione C = *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*.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$
T_2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$.

- Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.057]	[0.159]	[0.201]	[0.558]

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 12).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 6.3	154	154
S2	6.3 – 8.9	244	243
S3	8.9 – 16.4	312	311
S4	16.4 – 28.0	384	386
S5	28.0 – 35.1	564	566

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Quarto, luglio 2021

Il tecnico

Dr. Geol. Andrea D'Oriano

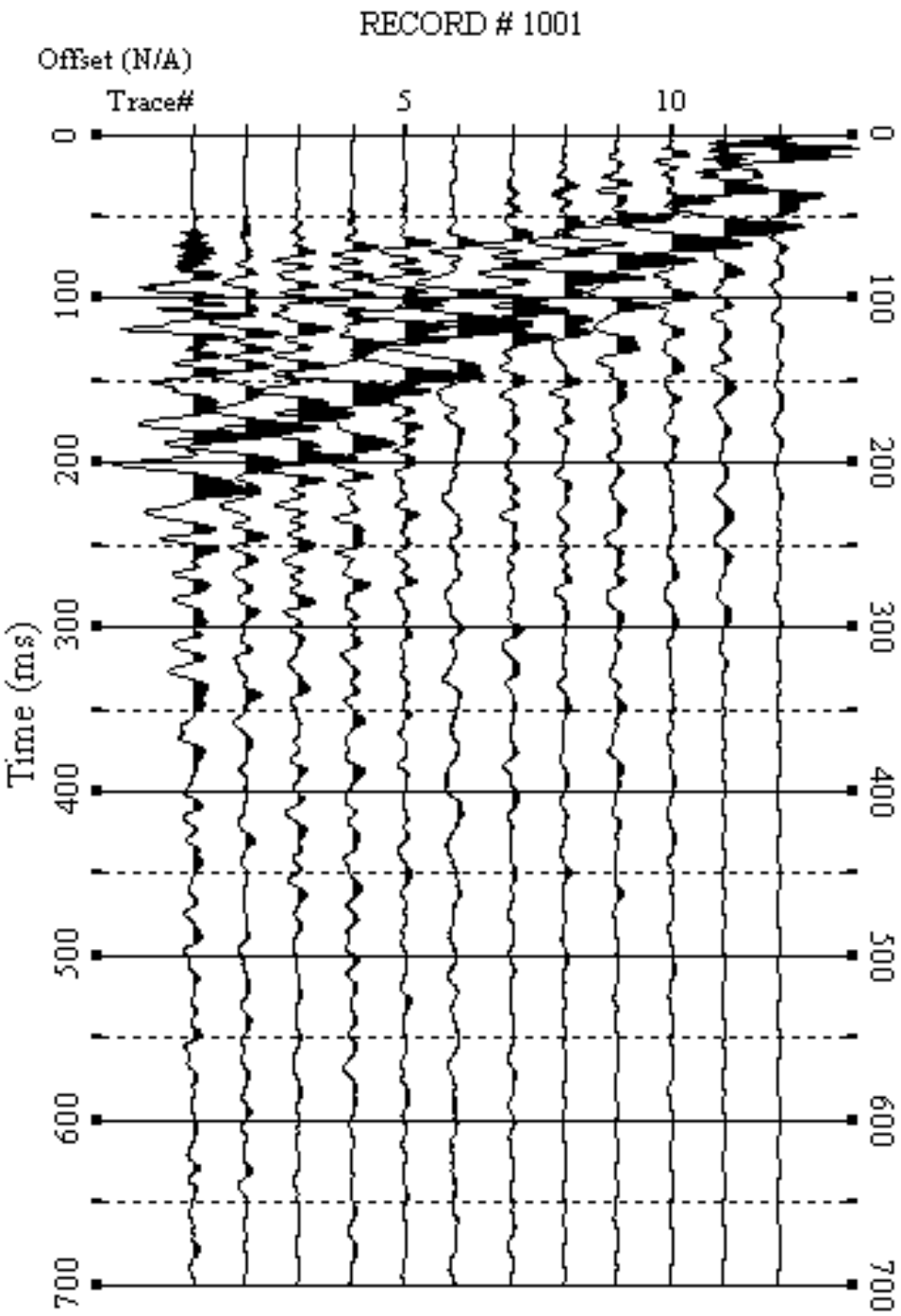


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-700]*ms*.

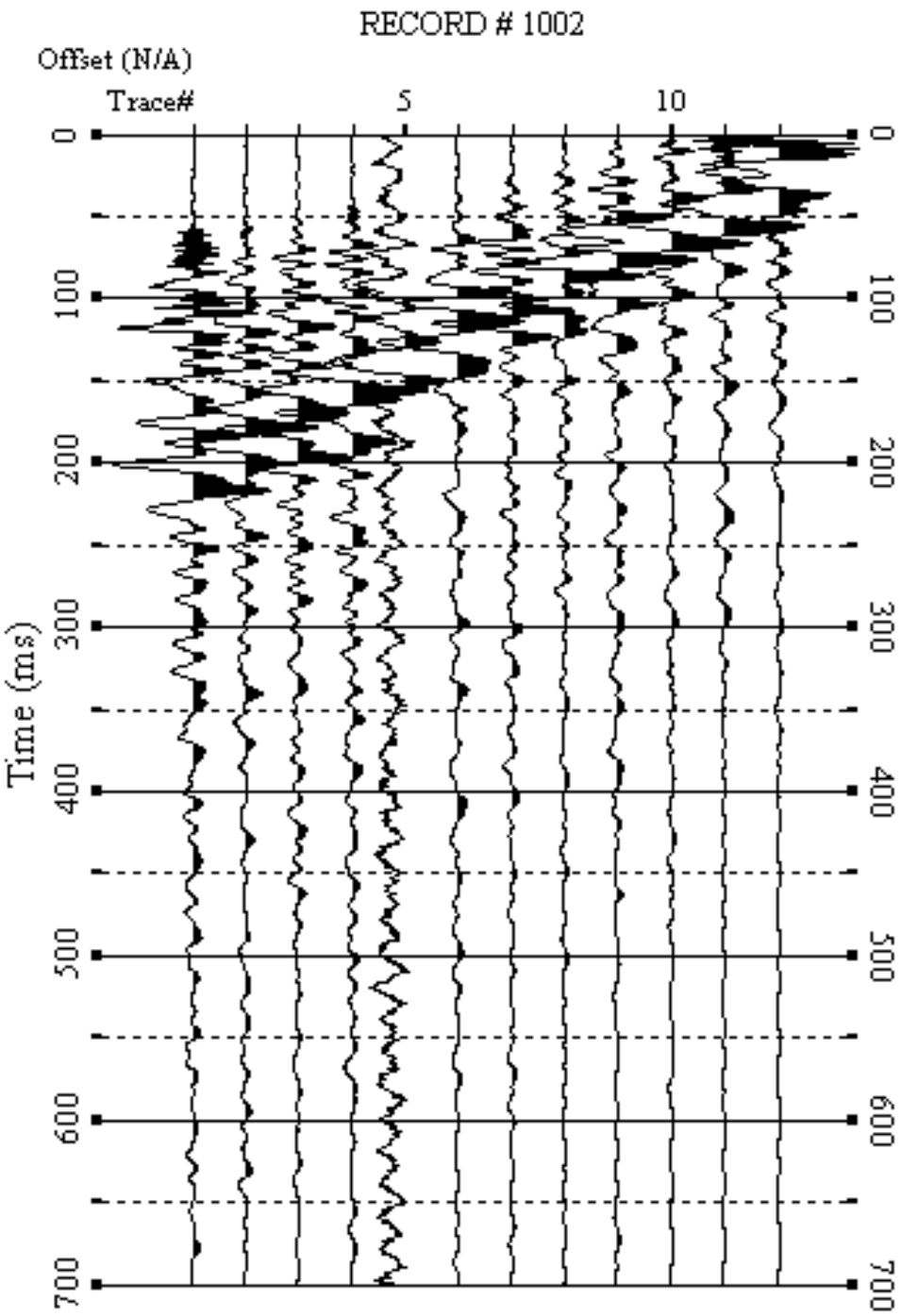


Fig. 5 – Sismogrammi relativi all'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-700]*ms*.

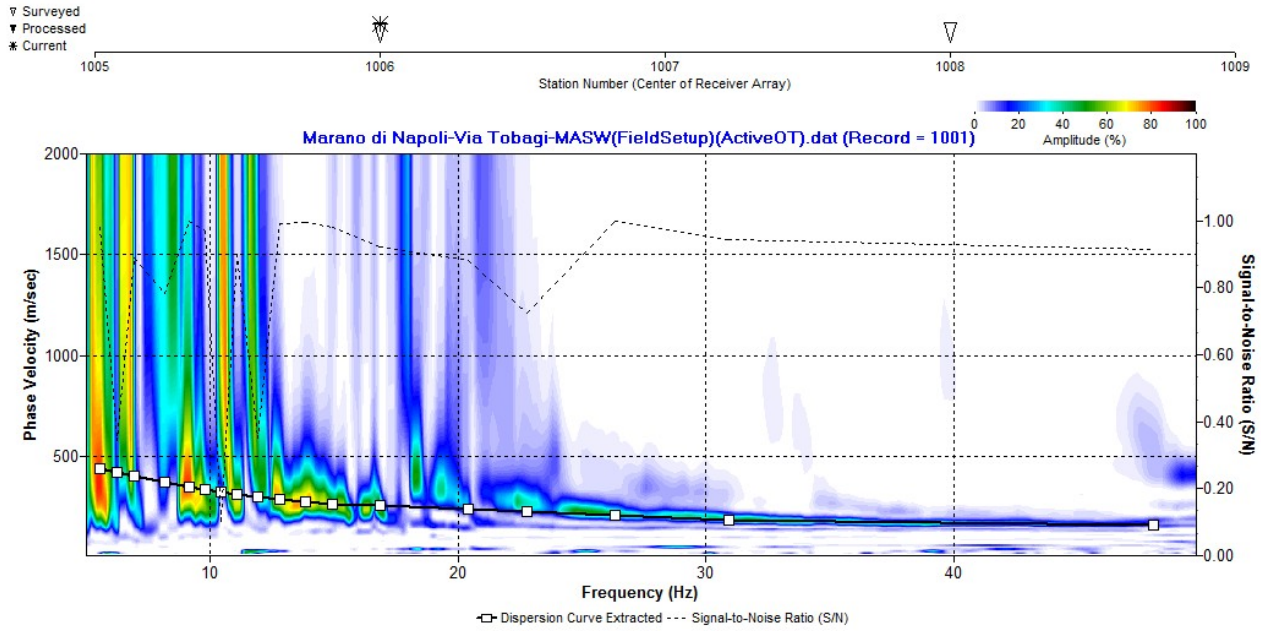


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

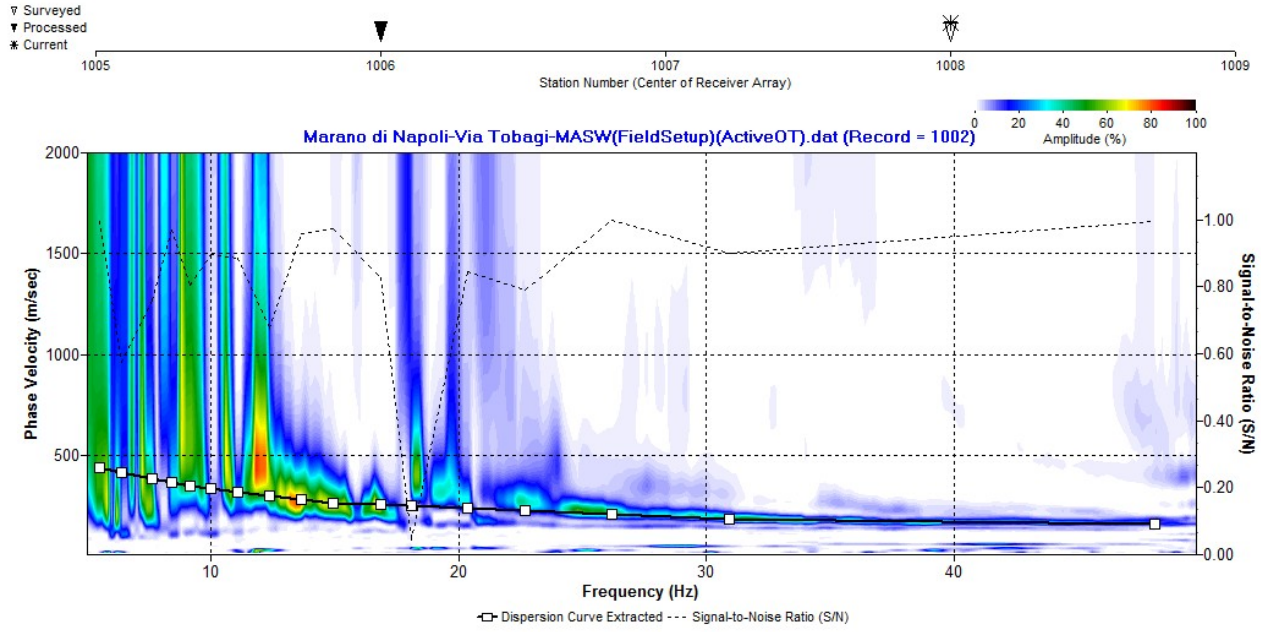


Fig. 7 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

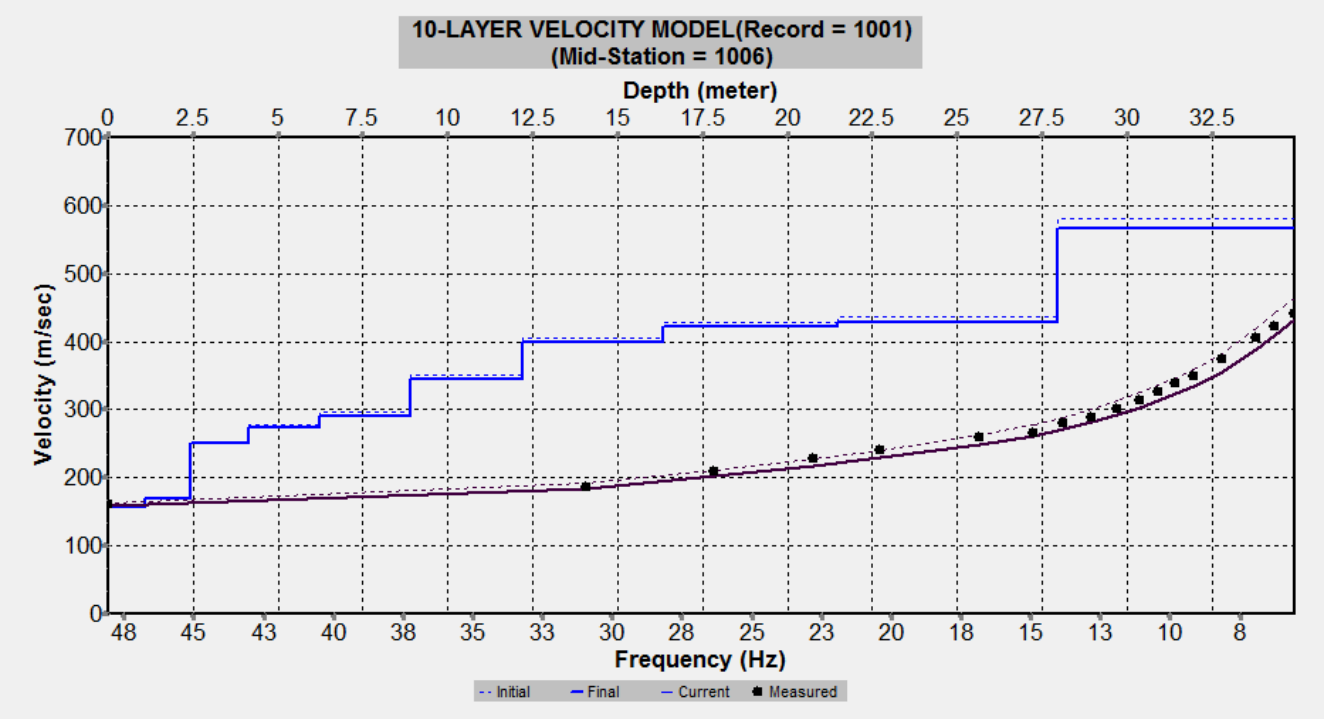


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

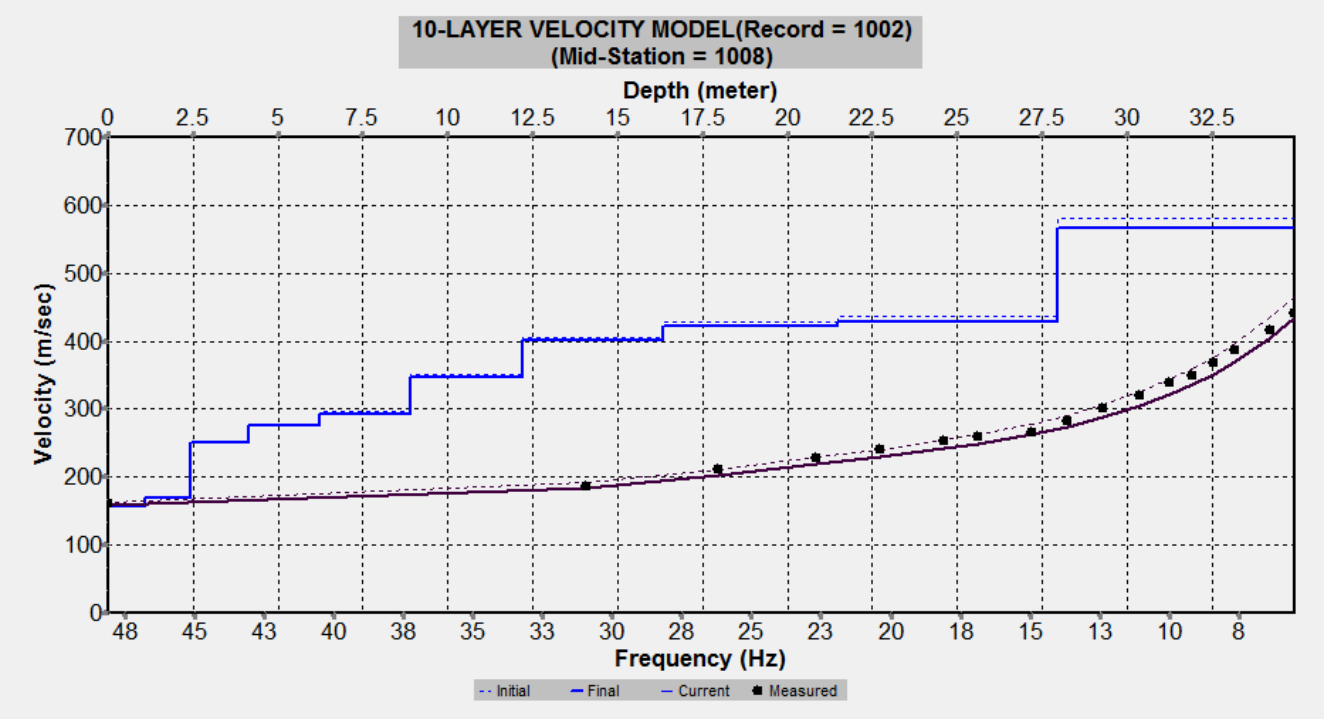


Fig. 9 – Profilo verticale 1D delle V_S ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

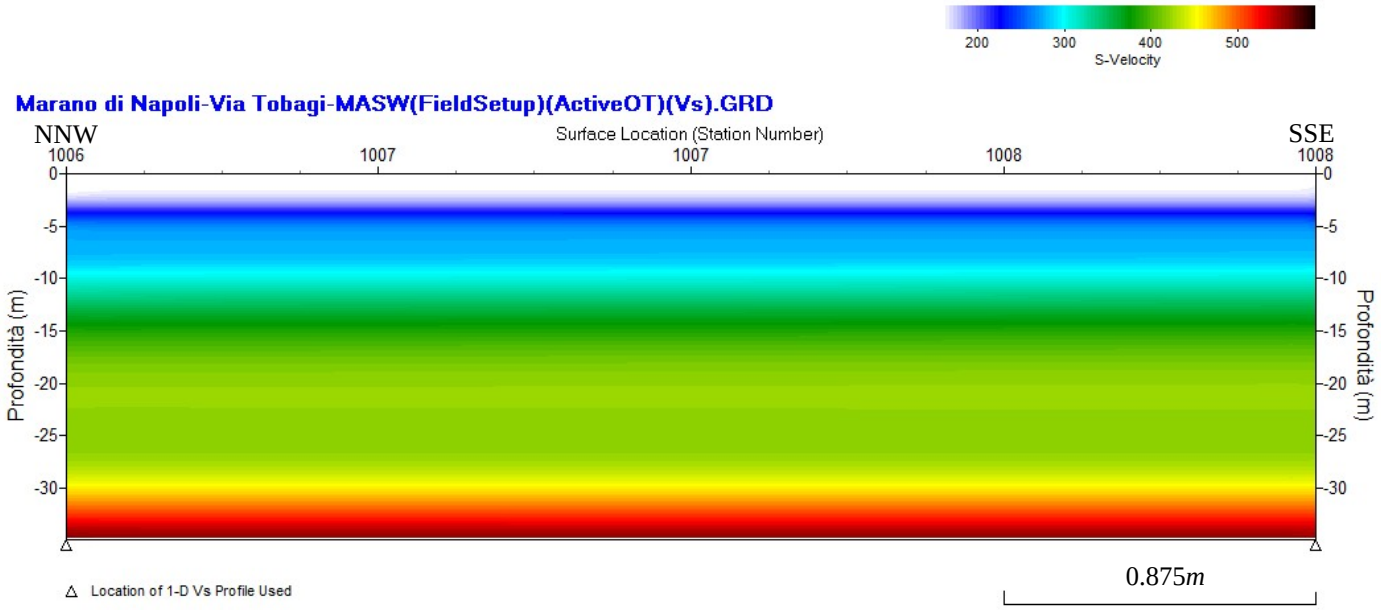


Fig. 10 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_S ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

4 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30*m* (0*m*-30*m*) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **C** del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 2 – 4). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	*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*.
B	*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*.
C	*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*.
D	*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*.
E	*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*.

Tab. 2 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	***$V_{S\ 0\text{-}30}$ (m/s)***	***Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)***
MASW n. 1	***[336 ÷ 337]***	***C***

Tab. 3 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione C = *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*.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$
T_2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$

Tab. 4 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$.

- Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e Se [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 6 – 8 – 11), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.056]	[0.154]	[0.196]	[0.543]

Tab. 11 – Valori massimi di a_g e Se [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - C_U = 1 – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura q = 1.5.

Di seguito si riportano i valori di V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 12).

Sismostrato	*Profondità (m)*	*V_S (m/s) acquisizione n.1*	*V_S (m/s) acquisizione n.2*
S1	0.0 – 2.4	163	163
S2	2.4 – 8.9	272	272
S3	8.9 – 12.2	344	347
S4	12.2 – 28.0	417	418
S5	28.0 – 34.9	567	566

Tab. 12 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_S per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Quarto, luglio 2021

Il tecnico

Dr. Geol. Andrea D'Oriano

L 15

PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.

(Multichannel Analysis of Surface Waves)

Risultati delle analisi



COMUNE DI MARANO (NA) LOC. VILLA COMUNALE

Il Tecnico
geologo dr Rocco Caruso

INTRODUZIONE

Al fine di valutare la risposta sismica locale del sito oggetto di intervento è necessario tenere conto delle modifiche apportate allo scuotimento del suolo, in caso di sisma, provocate dalle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali attraverso la determinazione dei processi di amplificazione stratigrafica e topografica.

Nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 viene introdotta una griglia di riferimento da cui determinare il valore di accelerazione massima orizzontale al suolo ag per ogni singolo sito di interesse.

La nuova norma prende in considerazione, inoltre, l'amplificazione dell'azione sismica locale in relazione alla tipologia di terreno (Ss) ed alle condizioni topografiche (ST).

In relazione a quanto detto la normativa propone di incrementare l'azione sismica al suolo di un fattore di amplificazione Ss relativo alla diversa tipologia di terreno di fondazione secondo la tabella 3.2.II delle NTC 2018. Se il sito in esame ricade in uno dei sottosuoli di fondazione della tabella 3.2.II è possibile applicare il metodo dei sottosuoli di fondazione in relazione al profilo delle velocità delle onde di taglio Vs riscontrato nel sito in esame (approccio semplificato).

E' necessario definire, quindi, la categoria del profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione in base alla velocità equivalente delle onde di taglio, Vseq, definita dall'espressione:

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

dove:

hi = spessore dell'i-esimo strato;

Vsi = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero degli strati;

H = profondità del substrato definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da Vs non inferiori a 800 m/s;

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

La classificazione del suolo, viene eseguita convenzionalmente in funzione delle velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità.La normativa prevede 5 categorie principali di sottosuolo di fondazione (tabella 3.2.II delle NTC 2018)

STRUMENTAZIONE - MODALITA' DI ACQUISIZIONE - ELABORAZIONE

La strumentazione utilizzata e costituita dal sismografo A6000S della M.A.E. (Molisana apparecchiature Elettroniche) da 24 bit di risoluzione, n° 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz, una mazza battente da 10 Kg necessaria a generare l'impulso sismico su di una piastra di alluminio spessa 4 cm e con diametro di 30 cm. L'indagine M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) è stata effettuata realizzando uno stendi mento lineare di 36 metri di lunghezza usando i 24 geofono di 4.5 Hz equidistanziati fra di loro di 1,5 metri e con punti di scoppio a 2.00 metri dal primo e dall'ultimo geofono.

I dati ottenuti sono stati interpretati con software che analizza la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh. L'inversione numerica della curva, secondo un processo iterativo ai minimi quadrati, consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo. L'analisi del profilo di velocità Vs, convenzionalmente riferita al centro dello stendi mento, mostra una successione di terreni caratterizzato da un aumento progressivo delle velocità con la profondità. La sismostratigrafia ricavata e di seguito allegata.

PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW rappresenta una fra le metodologie più accreditate per la determinazione delle onde di taglio Vs. Le onde di Reyleigh vengono registrate da una serie di geofoni posti lungo uno stendimento rettilineo collegato ad un sismografo multicanale. La distanza intergeofonica è generalmente pari a 2.00 mt mentre il numero di geofoni, per avere una ricezione più dettagliata non è inferiore a 24. Le onde superficiali, vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e quindi vengono analizzate attraverso tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno. La metodologia di acquisizione dei dati per un'indagine MASW prevede quattro passi fondamentali.

- Acquisizione dei segnali sismici generati da una sorgente energizzante costituita generalmente da una massa battente su di una piastra di alluminio lungo lo stendimento rettilineo di geofoni.

- Estrazione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh dalle curve di dispersione

- Inversione delle curve di dispersione per ottenere i profili verticali 1D delle Vs

- Ricostruzione di una sezione (modello 2D) delle Vs dei terreni con approccio multicanale

Il vantaggio principale della tecnica MASW consiste nella capacità di distinguere tutte le onde causate dal rumore ambientale provocato dal traffico veicolare, da attività antropiche o industriali ecc. e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni. Successivamente il modo fondamentale viene estratto da un modello specifico mentre tutte le altre onde (riflesse, disperse, modi superiori delle onde superficiali, rumore ambientale) vengono rimosse durante il processo di elaborazione.

L'indagine sismica MASW effettuata sull'area oggetto dell'indagine, prendendo in esame la sismostratigrafia fino ad una profondità di oltre 30.00 metri dal piano campagna, ci ha permesso di calcolare la Vs,eq che a sua volta ci ha consentito di attribuire ai terreni indagati la categoria di appartenenza.

Il Tecnico dr. geol. Rocco Caruso

Dati sperimentali

Nome del file delle tracce .....
Numero di ricevitori 24
Numero di campioni temporali 3.26787e-312
Timestep di acquisizione.....1.5ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a.....0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 8190ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

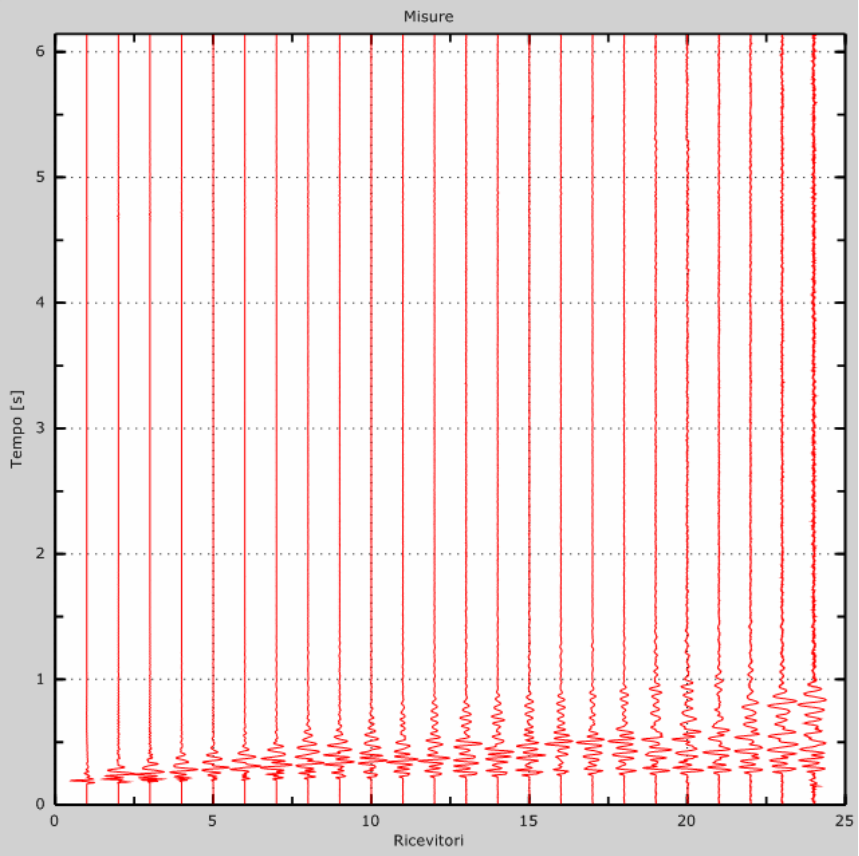


Figura 1:Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale 85Hz
Frequenza iniziale 2Hz

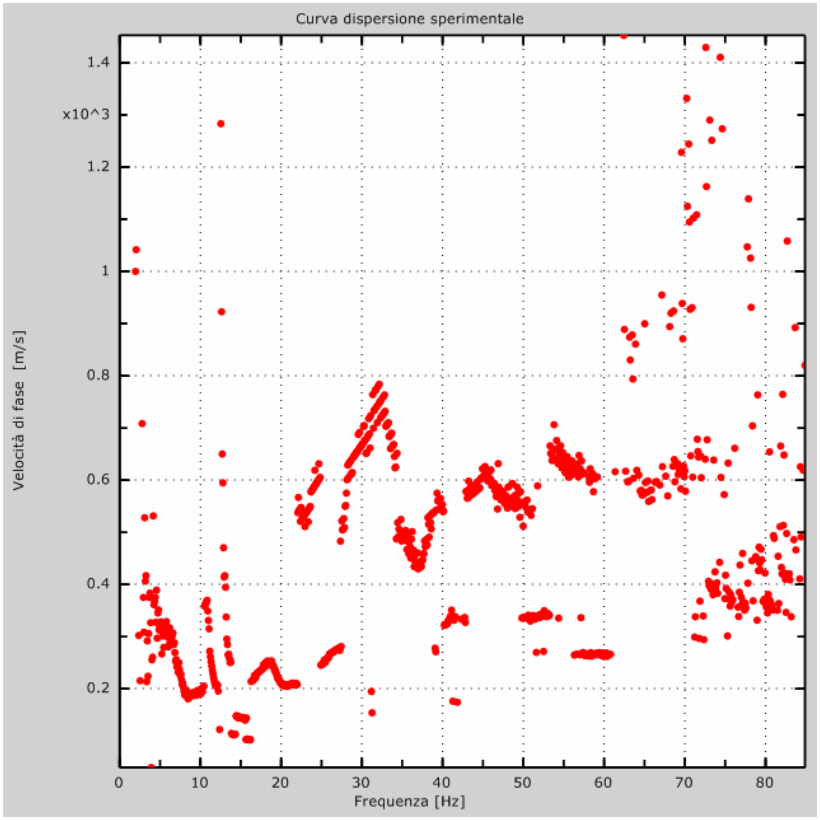


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione

Tabella 1:Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
7.10795	249.14	191.699	306.58
9.47527	194.804	165.308	224.301
12.0295	210.329	157.546	263.112
16.2657	214.986	173.07	256.902
19.7544	218.091	159.098	277.084
21.748	211.881	155.993	267.769
25.735	264.664	211.881	317.447
36.6995	440.09	322.104	558.076
43.9883	596.887	452.51	741.264
49.4705	576.705	452.51	700.901
55.0151	643.46	556.523	730.397
67.7238	601.544	491.321	711.768
77.6292	385.755	247.587	523.922

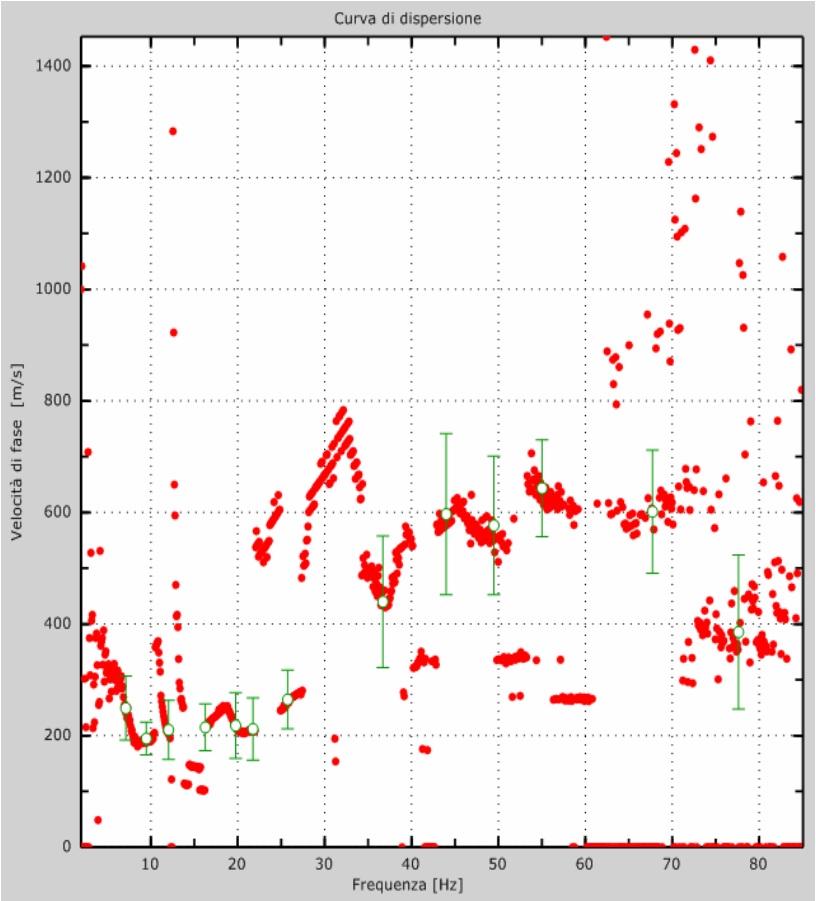


Figura 3:Curva di dispersione

4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)..... 9
Spaziatura ricevitori [m]..... 2m
Numero ricevitori 24
Numero modi..... 5
Numero iterazioni..... 20
Massimo errore [%]..... -1717986918
Consenti forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi

Strato 1

h [m] 2
z [m]..... -2
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson..... 0.2
Vs [m/s] 428.62
Vp [m/s]..... .
Vs min [m/s]..... 214.31
Vs max [m/s] 857.23
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 428.620

Strato 2

h [m] 3
z [m]..... -5
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson..... 0.2
Vs [m/s] 668.38
Vp [m/s]..... .
Vs min [m/s]..... 334.19
Vs max [m/s] 1336.76
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 668.380

Strato 3

h [m] 3
z [m]..... -8
Densità [kg/m^3] 1850
Poisson..... 0.45
Vs [m/s] 233.70
Vp [m/s]..... .
Vs min [m/s]..... 116.85

Vs max [m/s] 467.40
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 233.700

Strato 4

h [m] 4
z [m] ..... -12
Densità [kg/m^3] 1850
Poisson 0.45
Vs [m/s] 216.45
Vp [m/s] .....
Vs min [m/s] 108.22
Vs max [m/s] 432.90
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 216.450

Strato 5

h [m] 4
z [m] ..... -16
Densità [kg/m^3] 1850
Poisson 0.4
Vs [m/s] 276.82
Vp [m/s] .....
Vs min [m/s] 138.41
Vs max [m/s] 553.64
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 276.820

Strato 6

h [m] 5
z [m] ..... -21
Densità [kg/m^3] 1900
Poisson 0.4
Vs [m/s] 276.82
Vp [m/s] .....
Vs min [m/s] 138.41
Vs max [m/s] 553.64
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 276.820

Strato 7

h [m] 5
z [m]..... -26
Densità [kg/m^3] 1900
Poisson..... 0.4
Vs [m/s] 276.82
Vp [m/s].....
Vs min [m/s]..... 138.41
Vs max [m/s] 553.64
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 276.820

Strato 8

h [m] 6
z [m]..... -32
Densità [kg/m^3] 1900
Poisson..... 0.35
Vs [m/s] 276.82
Vp [m/s].....
Vs min [m/s]..... 138.41
Vs max [m/s] 553.64
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 276.820

Strato 9

h [m] 0
z [m]..... -oo
Densità [kg/m^3] 1900
Poisson..... 0.35
Vs [m/s] 276.82
Vp [m/s].....
Vs min [m/s]..... 138.41
Vs max [m/s] 553.64
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 276.820

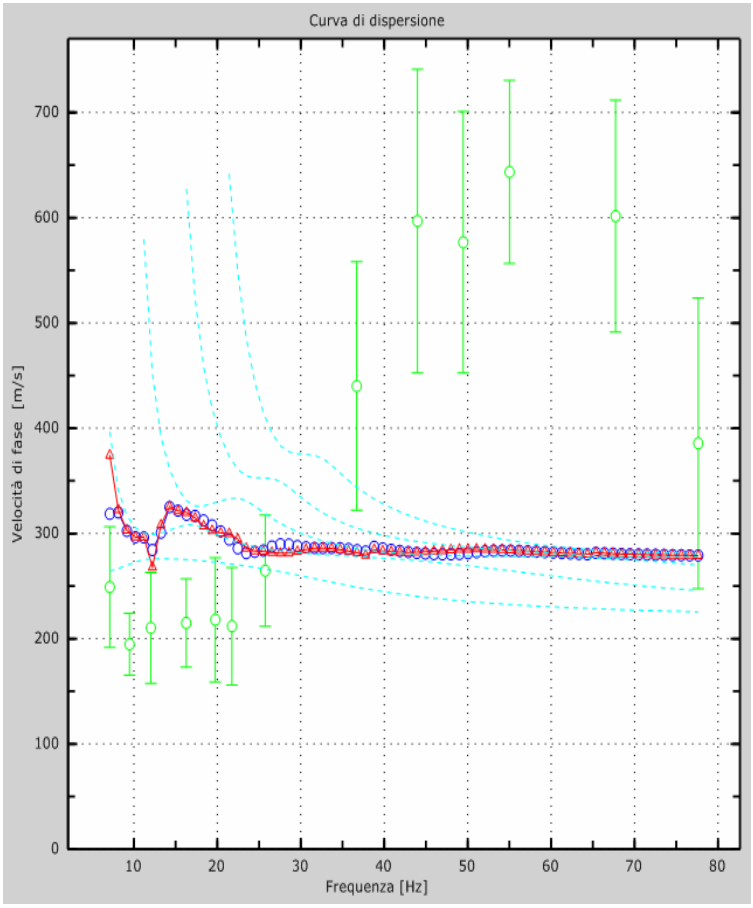


Figura 4:Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigth (blu), Curva apparente(), curva numerica ()

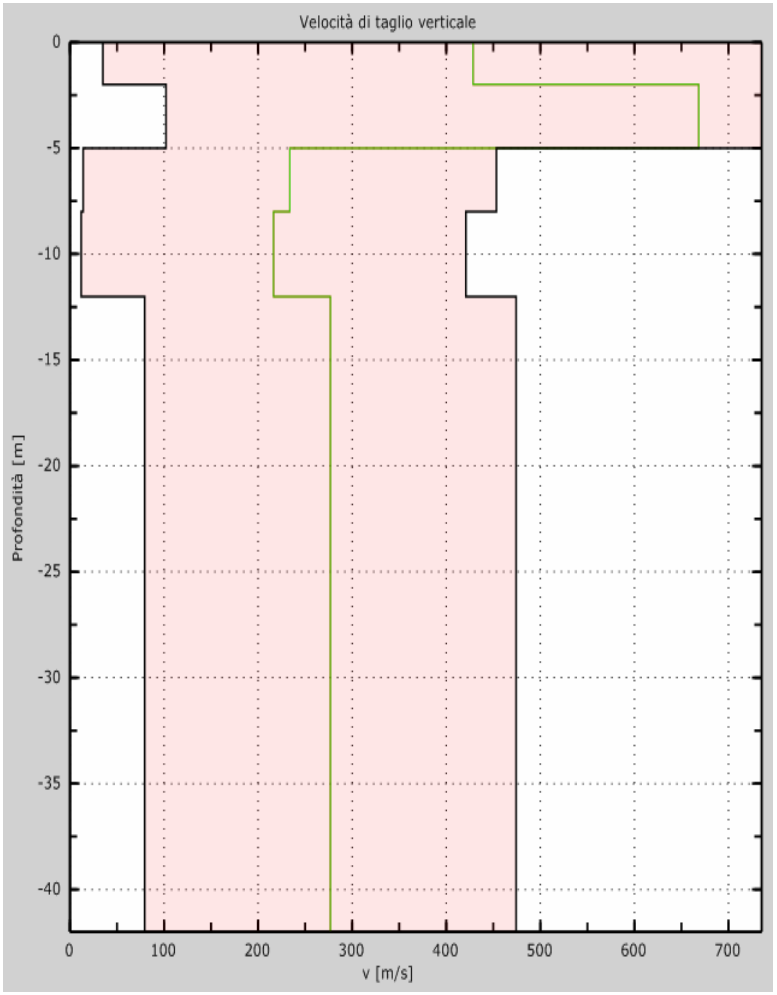


Figura 5:Velocità

5 - Risultati finali

Vs, eq30 [m/s] 284

La normativa applicata è il D.M. 17 gennaio 2018

Il sito appartiene alle classi (A, B, C, D, E)

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

Tipo di suolo .....B

Categorie di sottosuolo

Tipo A: *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.

Tipo B: *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.

Tipo C: *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 valori di Vs30 compresi 180 m/s e 360 m/s.

Tipo D: *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.

Tipo E: *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.

(Tabella 3.2.II NTC 2018)

L16

PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.

(Multichannel Analysis of Surface Waves)

Risultati delle analisi



COMUNE DI MARANO (NA) LOC. SAN ROCCO

Il Tecnico
geologo dr Rocco Caruso

INTRODUZIONE

Al fine di valutare la risposta sismica locale del sito oggetto di intervento è necessario tenere conto delle modifiche apportate allo scuotimento del suolo, in caso di sisma, provocate dalle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali attraverso la determinazione dei processi di amplificazione stratigrafica e topografica.

Nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 viene introdotta una griglia di riferimento da cui determinare il valore di accelerazione massima orizzontale al suolo ag per ogni singolo sito di interesse.

La nuova norma prende in considerazione, inoltre, l'amplificazione dell'azione sismica locale in relazione alla tipologia di terreno (Ss) ed alle condizioni topografiche (ST).

In relazione a quanto detto la normativa propone di incrementare l'azione sismica al suolo di un fattore di amplificazione Ss relativo alla diversa tipologia di terreno di fondazione secondo la tabella 3.2.II delle NTC 2018. Se il sito in esame ricade in uno dei sottosuoli di fondazione della tabella 3.2.II è possibile applicare il metodo dei sottosuoli di fondazione in relazione al profilo delle velocità delle onde di taglio Vs riscontrato nel sito in esame (approccio semplificato).

E' necessario definire, quindi, la categoria del profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione in base alla velocità equivalente delle onde di taglio, Vseq, definita dall'espressione:

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

dove:

hi = spessore dell'i-esimo strato;

Vsi = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero degli strati;

H = profondità del substrato definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da Vs non inferiori a 800 m/s;

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

La classificazione del suolo, viene eseguita convenzionalmente in funzione delle velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità.La normativa prevede 5 categorie principali di sottosuolo di fondazione (tabella 3.2.II delle NTC 2018)

STRUMENTAZIONE - MODALITA' DI ACQUISIZIONE - ELABORAZIONE

La strumentazione utilizzata e costituita dal sismografo A6000S della M.A.E. (Molisana apparecchiature Elettroniche) da 24 bit di risoluzione, n° 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz, una mazza battente da 10 Kg necessaria a generare l'impulso sismico su di una piastra di alluminio spessa 4 cm e con diametro di 30 cm. L'indagine M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) è stata effettuata realizzando uno stendi mento lineare di 36 metri di lunghezza usando i 24 geofono di 4.5 Hz equidistanziati fra di loro di 1,5 metri e con punti di scoppio a 2.00 metri dal primo e dall'ultimo geofono.

I dati ottenuti sono stati interpretati con software che analizza la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh. L'inversione numerica della curva, secondo un processo iterativo ai minimi quadrati, consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo. L'analisi del profilo di velocità Vs, convenzionalmente riferita al centro dello stendi mento, mostra una successione di terreni caratterizzato da un aumento progressivo delle velocità con la profondità. La sismostratigrafia ricavata e di seguito allegata.

PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW rappresenta una fra le metodologie più accreditate per la determinazione delle onde di taglio Vs. Le onde di Reyleigh vengono registrate da una serie di geofoni posti lungo uno stendimento rettilineo collegato ad un sismografo multicanale. La distanza intergeofonica è generalmente pari a 2.00 mt mentre il numero di geofoni, per avere una ricezione più dettagliata non è inferiore a 24. Le onde superficiali, vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e quindi vengono analizzate attraverso tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno. La metodologia di acquisizione dei dati per un'indagine MASW prevede quattro passi fondamentali.

- Acquisizione dei segnali sismici generati da una sorgente energizzante costituita generalmente da una massa battente su di una piastra di alluminio lungo lo stendimento rettilineo di geofoni.

- Estrazione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh dalle curve di dispersione

- Inversione delle curve di dispersione per ottenere i profili verticali 1D delle Vs

- Ricostruzione di una sezione (modello 2D) delle Vs dei terreni con approccio multicanale

Il vantaggio principale della tecnica MASW consiste nella capacità di distinguere tutte le onde causate dal rumore ambientale provocato dal traffico veicolare, da attività antropiche o industriali ecc. e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni. Successivamente il modo fondamentale viene estratto da un modello specifico mentre tutte le altre onde (riflesse, disperse, modi superiori delle onde superficiali, rumore ambientale) vengono rimosse durante il processo di elaborazione.

L'indagine sismica MASW effettuata sull'area oggetto dell'indagine, prendendo in esame la sismostratigrafia fino ad una profondità di oltre 30.00 metri dal piano campagna, ci ha permesso di calcolare la Vs,eq che a sua volta ci ha consentito di attribuire ai terreni indagati la categoria di appartenenza.

Il Tecnico dr. geol. Rocco Caruso

Dati sperimentali

Nome del file delle tracce .....
Numero di ricevitori 24
Numero di campioni temporali 3.26787e-312
Timestep di acquisizione.....1.5ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a.....0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 8190ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

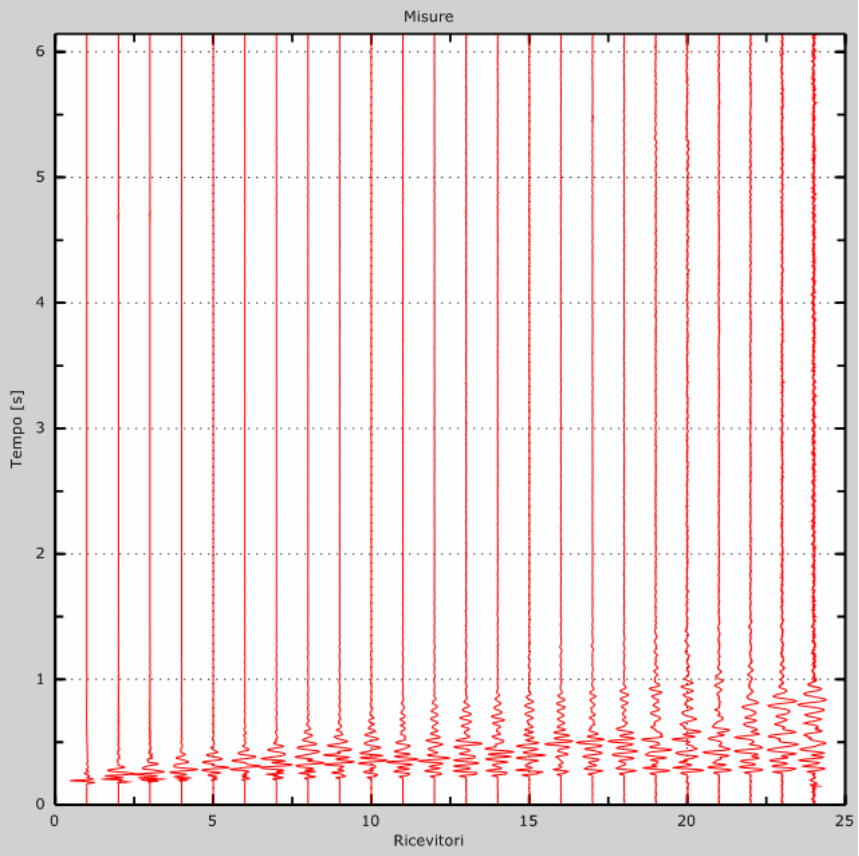


Figura 1:Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale 85Hz
Frequenza iniziale 2Hz

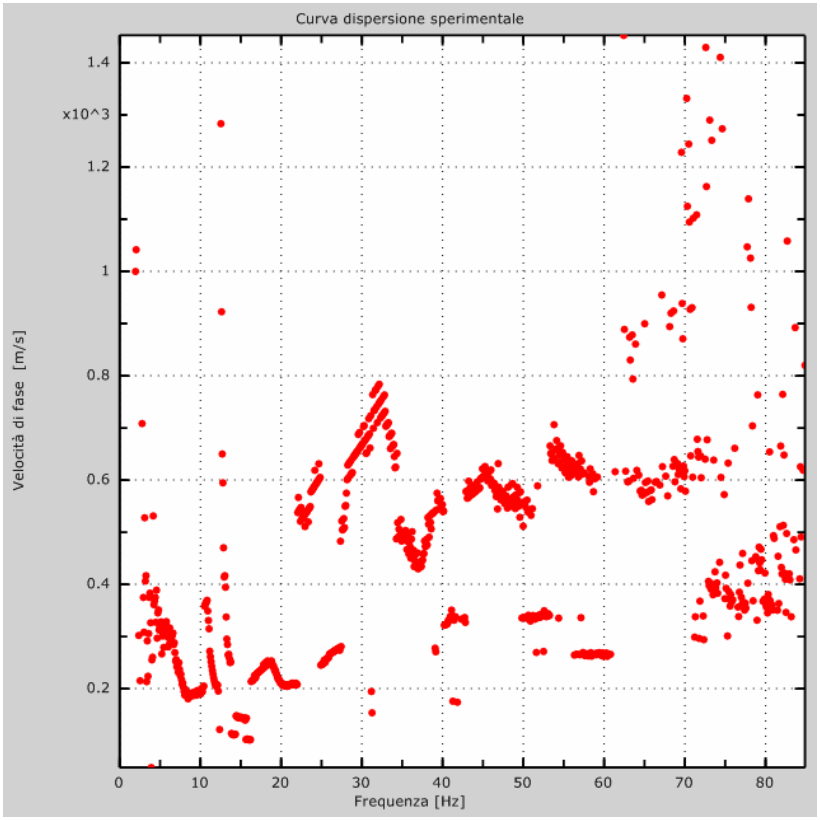


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione

Tabella 1:Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
7.10795	249.14	191.699	306.58
9.47527	194.804	165.308	224.301
12.0295	210.329	157.546	263.112
16.2657	214.986	173.07	256.902
19.7544	218.091	159.098	277.084
21.748	211.881	155.993	267.769
25.735	264.664	211.881	317.447
36.6995	440.09	322.104	558.076
43.9883	596.887	452.51	741.264
49.4705	576.705	452.51	700.901
55.0151	643.46	556.523	730.397
67.7238	601.544	491.321	711.768
77.6292	385.755	247.587	523.922

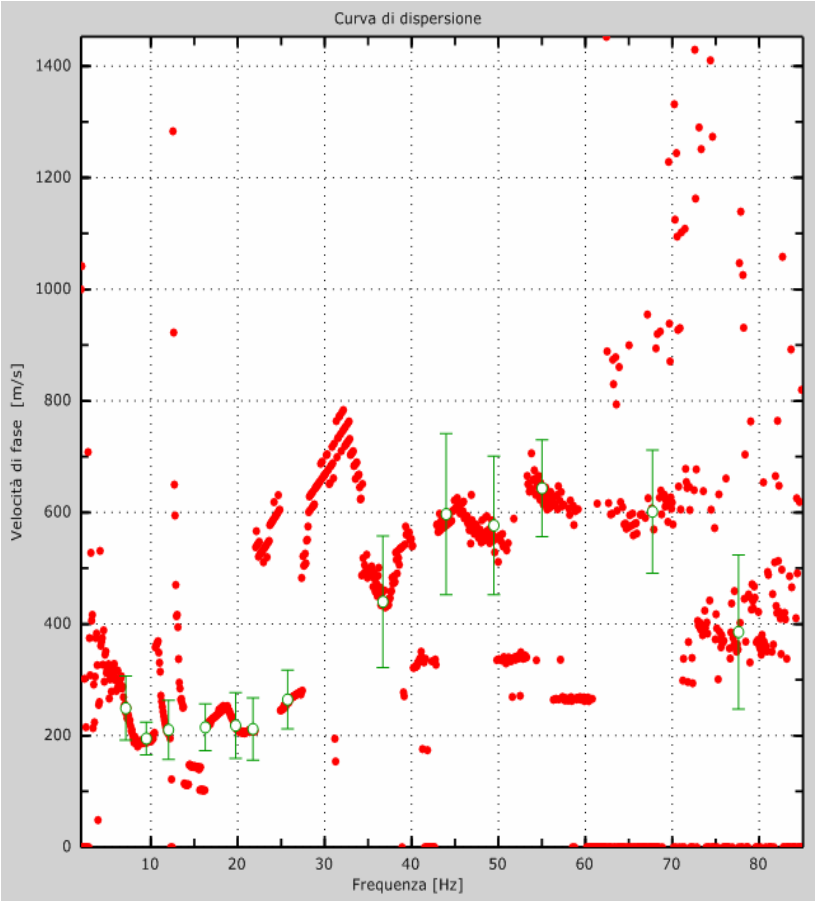


Figura 3:Curva di dispersione

4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)..... 9
Spaziatura ricevitori [m]..... 2m
Numero ricevitori 24
Numero modi..... 5
Numero iterazioni..... 20
Massimo errore [%]..... -1717986918
Consenti forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi

Strato 1

h [m] 2
z [m]..... -2
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson..... 0.2
Vs [m/s] 428.62
Vp [m/s]..... .
Vs min [m/s]..... 214.31
Vs max [m/s] 857.23
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 428.620

Strato 2

h [m] 3
z [m]..... -5
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson..... 0.2
Vs [m/s] 668.38
Vp [m/s]..... .
Vs min [m/s]..... 334.19
Vs max [m/s] 1336.76
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 668.380

Strato 3

h [m] 3
z [m]..... -8
Densità [kg/m^3] 1850
Poisson..... 0.45
Vs [m/s] 233.70
Vp [m/s]..... .
Vs min [m/s]..... 116.85

Vs max [m/s] 467.40
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 233.700

Strato 4

h [m] 4
z [m] ..... -12
Densità [kg/m^3] 1850
Poisson 0.45
Vs [m/s] 216.45
Vp [m/s] .....
Vs min [m/s] 108.22
Vs max [m/s] 432.90
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 216.450

Strato 5

h [m] 4
z [m] ..... -16
Densità [kg/m^3] 1850
Poisson 0.4
Vs [m/s] 276.82
Vp [m/s] .....
Vs min [m/s] 138.41
Vs max [m/s] 553.64
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 276.820

Strato 6

h [m] 5
z [m] ..... -21
Densità [kg/m^3] 1900
Poisson 0.4
Vs [m/s] 276.82
Vp [m/s] .....
Vs min [m/s] 138.41
Vs max [m/s] 553.64
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 276.820

Strato 7

h [m] 5
z [m]..... -26
Densità [kg/m^3] 1900
Poisson..... 0.4
Vs [m/s] 276.82
Vp [m/s].....
Vs min [m/s]..... 138.41
Vs max [m/s] 553.64
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 275.720

Strato 8

h [m] 6
z [m]..... -32
Densità [kg/m^3] 1900
Poisson..... 0.35
Vs [m/s] 276.82
Vp [m/s].....
Vs min [m/s]..... 138.41
Vs max [m/s] 553.64
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 276.820

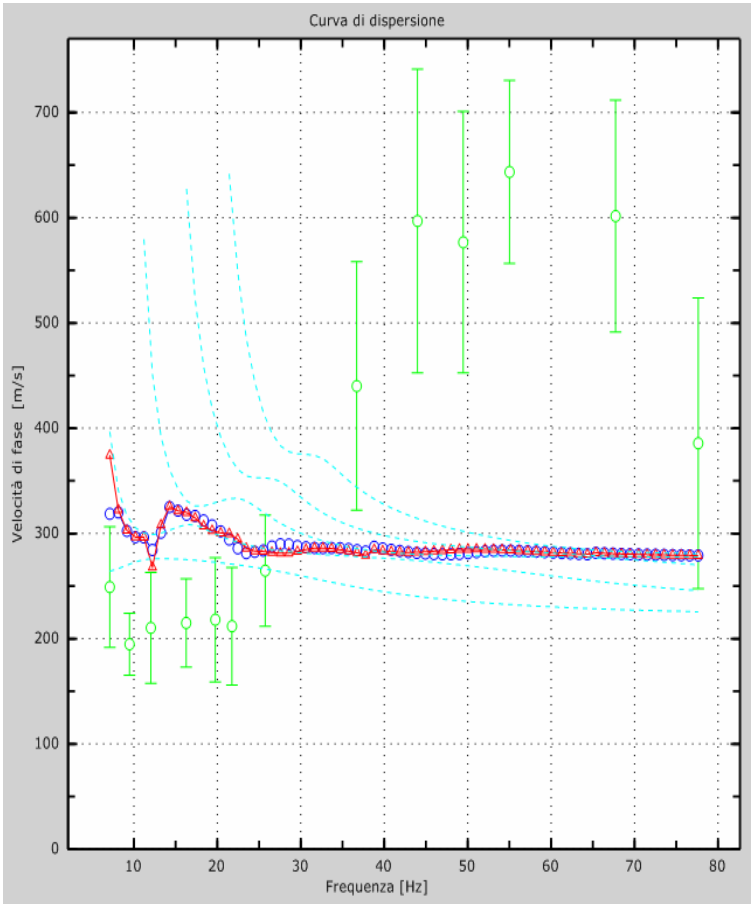


Figura 4:Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigth (blu), Curva apparente(), curva numerica ()

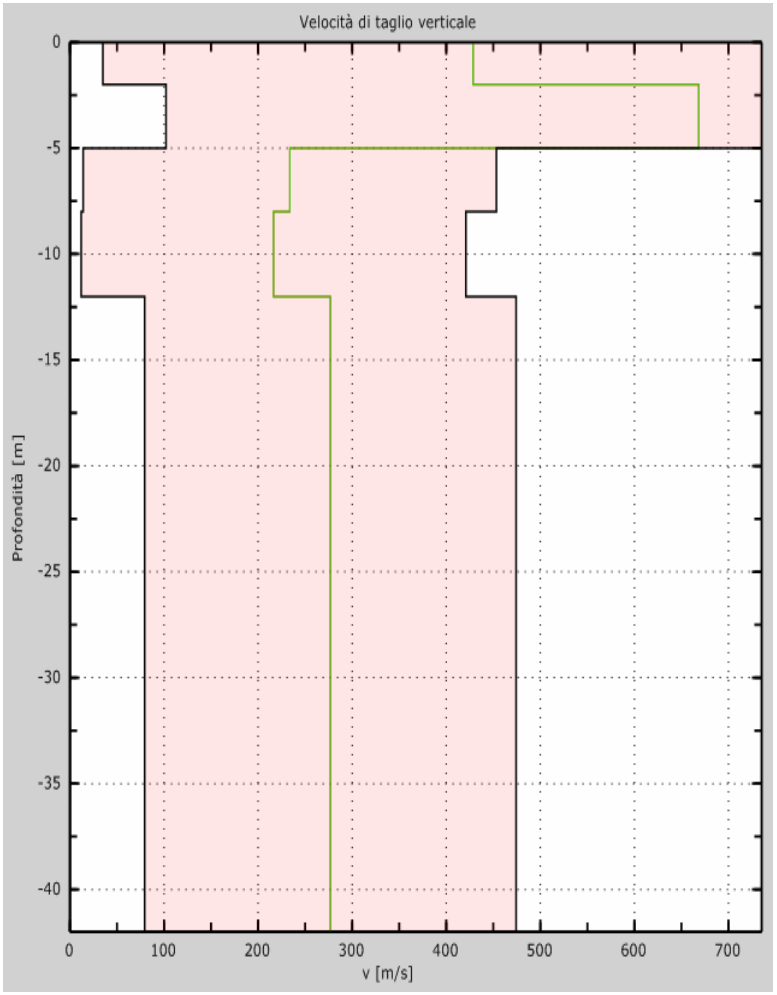


Figura 5:Velocità

5 - Risultati finali

Vs, eq30 [m/s] 275

La normativa applicata è il D.M. 17 gennaio 2018

Il sito appartiene alle classi (A, B, C, D, E)

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

Tipo di suolo C

Categorie di sottosuolo

Tipo A: *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.

Tipo B: *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.

Tipo C: *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 valori di Vs30 compresi 180 m/s e 360 m/s.

Tipo D: *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.

Tipo E: *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.

(Tabella 3.2.II NTC 2018)

L17

PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.

(Multichannel Analysis of Surface Waves)

Risultati delle analisi



COMUNE DI MARANO (NA) LOC. CAVE DI TUFO

Il Tecnico
geologo dr Rocco Caruso

INTRODUZIONE

Al fine di valutare la risposta sismica locale del sito oggetto di intervento è necessario tenere conto delle modifiche apportate allo scuotimento del suolo, in caso di sisma, provocate dalle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali attraverso la determinazione dei processi di amplificazione stratigrafica e topografica.

Nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 viene introdotta una griglia di riferimento da cui determinare il valore di accelerazione massima orizzontale al suolo ag per ogni singolo sito di interesse.

La nuova norma prende in considerazione, inoltre, l'amplificazione dell'azione sismica locale in relazione alla tipologia di terreno (Ss) ed alle condizioni topografiche (ST).

In relazione a quanto detto la normativa propone di incrementare l'azione sismica al suolo di un fattore di amplificazione Ss relativo alla diversa tipologia di terreno di fondazione secondo la tabella 3.2.II delle NTC 2018. Se il sito in esame ricade in uno dei sottosuoli di fondazione della tabella 3.2.II è possibile applicare il metodo dei sottosuoli di fondazione in relazione al profilo delle velocità delle onde di taglio Vs riscontrato nel sito in esame (approccio semplificato).

E' necessario definire, quindi, la categoria del profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione in base alla velocità equivalente delle onde di taglio, Vseq, definita dall'espressione:

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

dove:

hi = spessore dell'i-esimo strato;

Vsi = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero degli strati;

H = profondità del substrato definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da Vs non inferiori a 800 m/s;

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

La classificazione del suolo, viene eseguita convenzionalmente in funzione delle velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità.La normativa prevede 5 categorie principali di sottosuolo di fondazione (tabella 3.2.II delle NTC 2018)

STRUMENTAZIONE - MODALITA' DI ACQUISIZIONE - ELABORAZIONE

La strumentazione utilizzata e costituita dal sismografo A6000S della M.A.E. (Molisana apparecchiature Elettroniche) da 24 bit di risoluzione, n° 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz, una mazza battente da 10 Kg necessaria a generare l'impulso sismico su di una piastra di alluminio spessa 4 cm e con diametro di 30 cm. L'indagine M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) è stata effettuata realizzando uno stendi mento lineare di 36 metri di lunghezza usando i 24 geofono di 4.5 Hz equidistanziati fra di loro di 1,5 metri e con punti di scoppio a 2.00 metri dal primo e dall'ultimo geofono.

I dati ottenuti sono stati interpretati con software che analizza la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh. L'inversione numerica della curva, secondo un processo iterativo ai minimi quadrati, consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo. L'analisi del profilo di velocità Vs, convenzionalmente riferita al centro dello stendi mento, mostra una successione di terreni caratterizzato da un aumento progressivo delle velocità con la profondità. La sismostratigrafia ricavata e di seguito allegata.

PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW rappresenta una fra le metodologie più accreditate per la determinazione delle onde di taglio Vs. Le onde di Reyleigh vengono registrate da una serie di geofoni posti lungo uno stendimento rettilineo collegato ad un sismografo multicanale. La distanza intergeofonica è generalmente pari a 2.00 mt mentre il numero di geofoni, per avere una ricezione più dettagliata non è inferiore a 24. Le onde superficiali, vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e quindi vengono analizzate attraverso tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno. La metodologia di acquisizione dei dati per un'indagine MASW prevede quattro passi fondamentali.

- Acquisizione dei segnali sismici generati da una sorgente energizzante costituita generalmente da una massa battente su di una piastra di alluminio lungo lo stendimento rettilineo di geofoni.

- Estrazione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh dalle curve di dispersione

- Inversione delle curve di dispersione per ottenere i profili verticali 1D delle Vs

- Ricostruzione di una sezione (modello 2D) delle Vs dei terreni con approccio multicanale

Il vantaggio principale della tecnica MASW consiste nella capacità di distinguere tutte le onde causate dal rumore ambientale provocato dal traffico veicolare, da attività antropiche o industriali ecc. e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni. Successivamente il modo fondamentale viene estratto da un modello specifico mentre tutte le altre onde (riflesse, disperse, modi superiori delle onde superficiali, rumore ambientale) vengono rimosse durante il processo di elaborazione.

L'indagine sismica MASW effettuata sull'area oggetto dell'indagine, prendendo in esame la sismostratigrafia fino ad una profondità di oltre 30.00 metri dal piano campagna, ci ha permesso di calcolare la Vs,eq che a sua volta ci ha consentito di attribuire ai terreni indagati la categoria di appartenenza.

Il Tecnico dr. geol. Rocco Caruso

1- Dati sperimentali

Nome del file delle tracce .....
Numero di ricevitori 24
Numero di campioni temporali 3.26787e-312
Timestep di acquisizione 1.5ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 8190ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

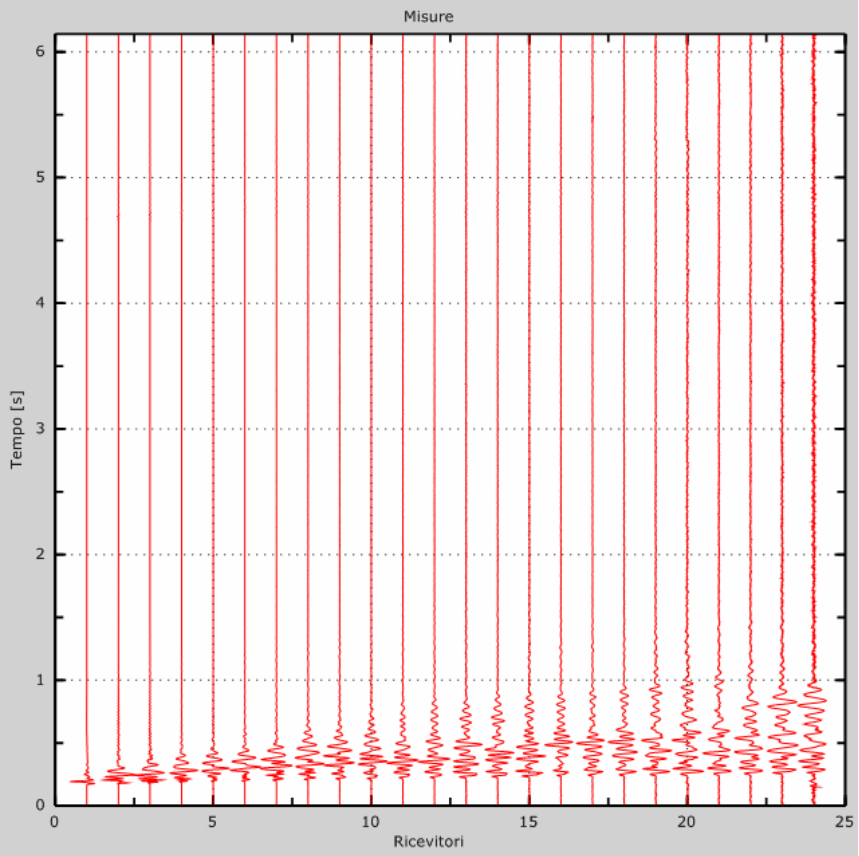


Figura 1:Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale 85Hz
Frequenza iniziale 2Hz

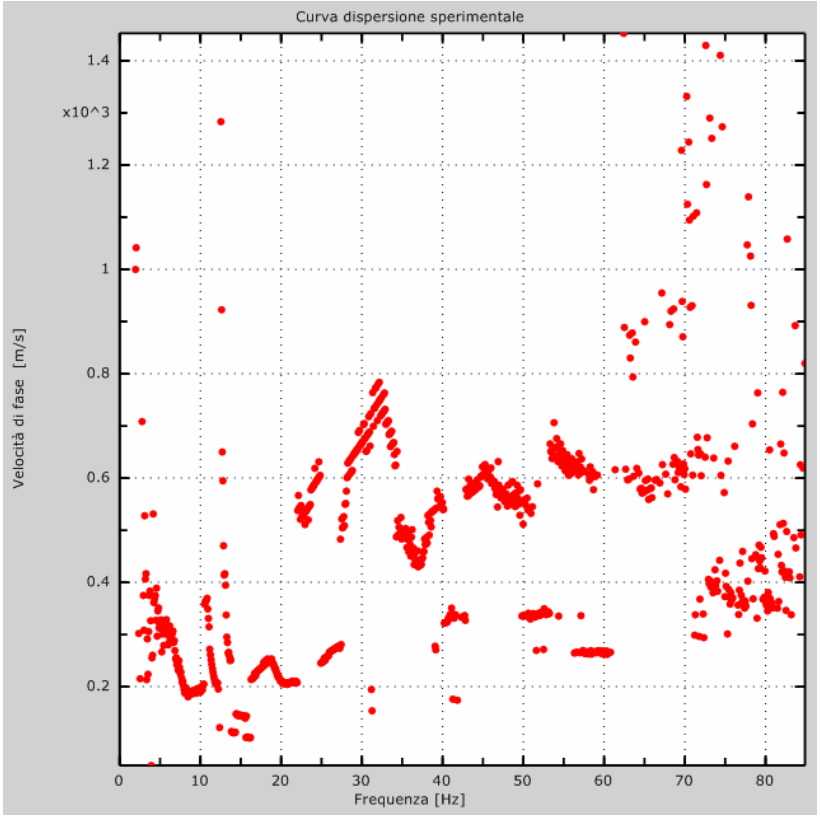


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione

Tabella 1:Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
7.10795	249.14	191.699	306.58
9.47527	194.804	165.308	224.301
12.0295	210.329	157.546	263.112
16.2657	214.986	173.07	256.902
19.7544	218.091	159.098	277.084
21.748	211.881	155.993	267.769
25.735	264.664	211.881	317.447
36.6995	440.09	322.104	558.076
43.9883	596.887	452.51	741.264
49.4705	576.705	452.51	700.901
55.0151	643.46	556.523	730.397
67.7238	601.544	491.321	711.768
77.6292	385.755	247.587	523.922

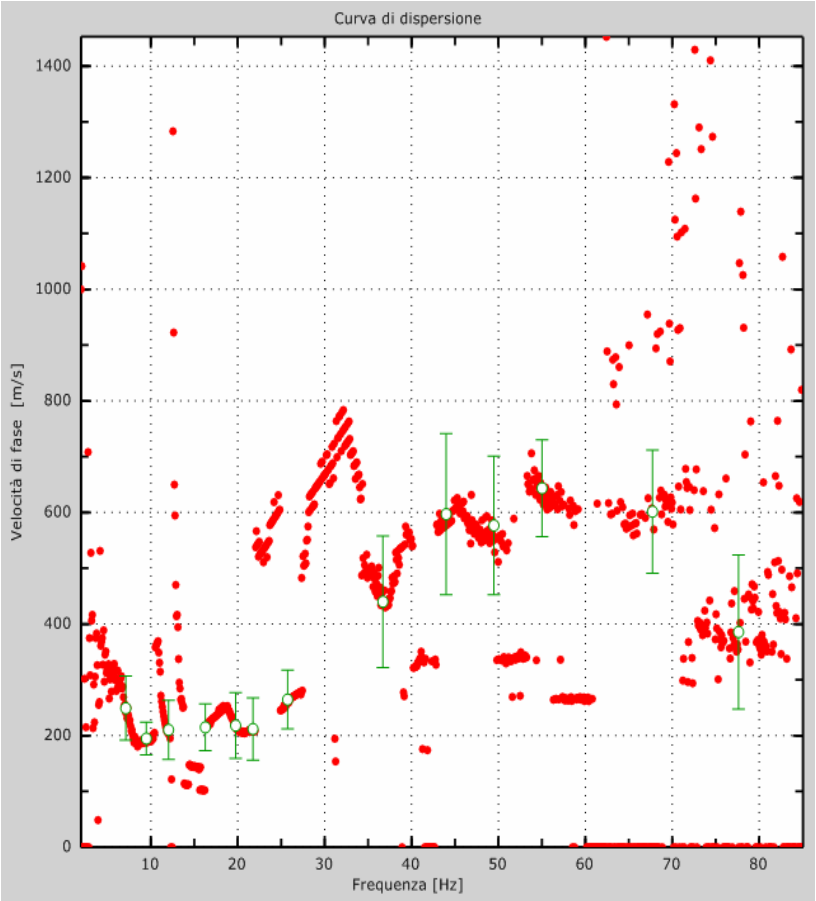


Figura 3:Curva di dispersione

4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)..... 9
Spaziatura ricevitori [m]..... 2m
Numero ricevitori 24
Numero modi..... 5
Numero iterazioni..... 20
Massimo errore [%].....-1717986918
Consenti forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi

Strato 1

h [m] 2
z [m].....-2
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson..... 0.3
Vs [m/s] 428
Vp [m/s].....
Vs min [m/s] 214
Vs max [m/s] 857
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 430

Strato 2

h [m] 3
z [m].....-5
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson..... 0.3
Vs [m/s] ..... 668.
Vp [m/s].....
Vs min [m/s] 334
Vs max [m/s] 1336
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 670

Strato 3

h [m] 3
z [m].....-8
Densità [kg/m^3] 1850
Poisson..... 0.45
Vs [m/s] 233.70
Vp [m/s].....
Vs min [m/s] 116.85

Vs max [m/s] 467.40
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 231

Strato 4

h [m] 4
z [m] ..... -12
Densità [kg/m^3] 1850
Poisson 0.45
Vs [m/s] 216
Vp [m/s] .....
Vs min [m/s] 108
Vs max [m/s] 432
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 217

Strato 5

h [m] 4
z [m] ..... -16
Densità [kg/m^3] 1850
Poisson 0.4
Vs [m/s] 276.82
Vp [m/s] .....
Vs min [m/s] 138
Vs max [m/s] 553
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 275

Strato 6

h [m] 5
z [m] ..... -21
Densità [kg/m^3] 1900
Poisson 0.4
Vs [m/s] 276
Vp [m/s] .....
Vs min [m/s] 138.41
Vs max [m/s] 553
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 271

Strato 7

h [m] 5
z [m]..... -26
Densità [kg/m^3] 1900
Poisson..... 0.4
Vs [m/s] 276.82
Vp [m/s].....
Vs min [m/s]..... 138
Vs max [m/s] 553
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 274

Strato 8

h [m] 6
z [m]..... -32
Densità [kg/m^3] 1900
Poisson..... 0.35
Vs [m/s] 276
Vp [m/s].....
Vs min [m/s]..... 138
Vs max [m/s] 553
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 276

Strato 9

h [m] 0
z [m]..... -oo
Densità [kg/m^3] 1900
Poisson..... 0.35
Vs [m/s] 276
Vp [m/s].....
Vs min [m/s]..... 138
Vs max [m/s] 553
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s]..... 275

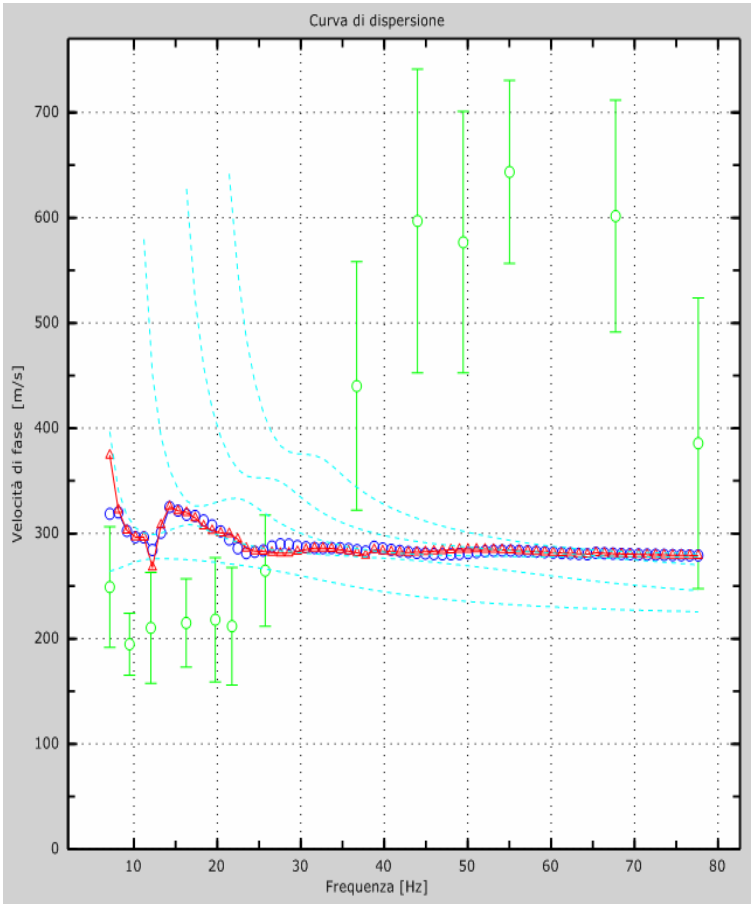


Figura 4:Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigth (blu), Curva apparente(), curva numerica ()

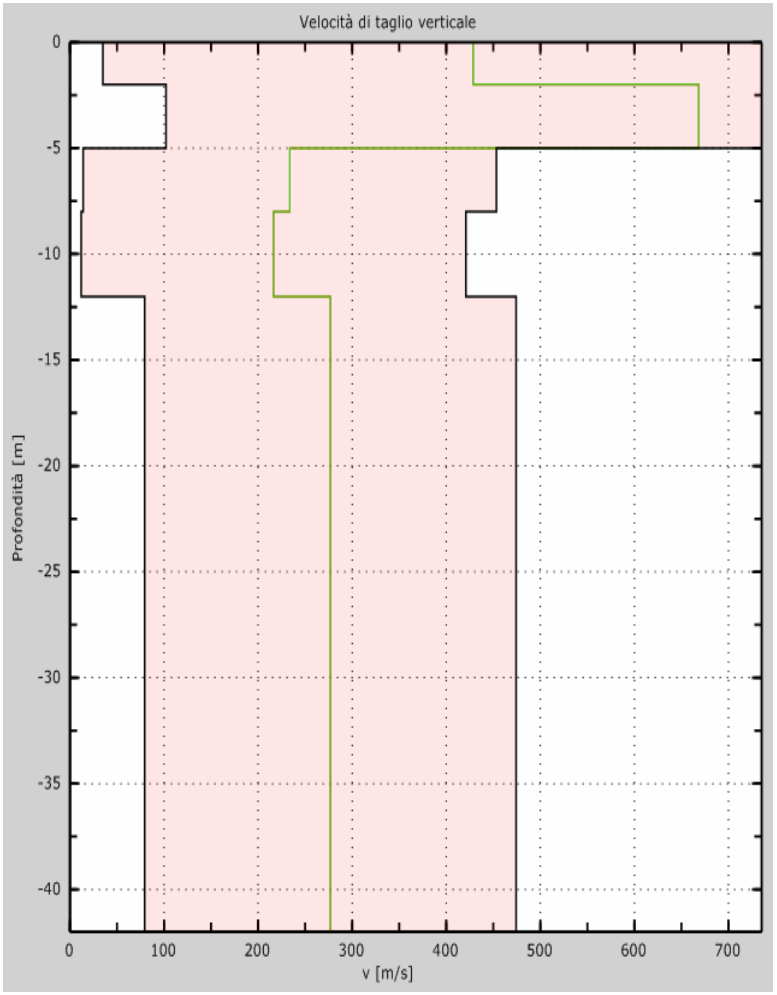


Figura 5:Velocità

5 - Risultati finali

Vs, eq30 [m/s] 260

La normativa applicata è il D.M. 17 gennaio 2018

Il sito appartiene alle classi (A, B, C, D, E)

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

Tipo di suolo C

Categorie di sottosuolo

Tipo A: *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.

Tipo B: *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.

Tipo C: *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 valori di Vs30 compresi 180 m/s e 360 m/s.

Tipo D: *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.

Tipo E: *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.

(Tabella 3.2.II NTC 2018)