

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



### INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA      Tratta MILANO – VERONA  
Lotto funzionale Brescia-Verona

### PROGETTO ESECUTIVO

SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987  
RELAZIONE GEOTECNICA

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio <b>Cepav due</b> Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Tassata) Data: <u>29 MAG 2020</u>	     Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 2	E	E 2	R B	S L A 8 0 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data
A	Emissione	GUILARTE	09/09/19	AIELLO	09/09/19	09/09/19
B						
C						



CIG. 751447334A      Stampato dal Service      File: INOR12EE2RBSLA800001A\_10.docx



Stampato dal Service  
di plottaggio ITALFERR S.p.A.  
ALBA s.r.l.

CUP: F81H9100000008

**INDICE**

1.	LISTA GENERALI DEI SIMBOLI .....	4
2.	INTRODUZIONE .....	5
3.	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	6
3.1.	ELABORATI DI PD (GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA) .....	6
3.2.	INDAGINI INTEGRATIVE CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2018-2019 .....	8
3.3.	ELABORATI PROGETTUALI DI PE.....	9
4.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	11
5.	INDAGINI ESEGUITE .....	11
6.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA.....	13
7.	CONDIZIONI DELLA FALDA.....	13
8.	STRATIGRAFIA DI PROGETTO.....	14
9.	PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE.....	14
10.	PROBLEMATICHE LEGATE AL SISMA .....	18
10.1.	DEFINIZIONE DEL SISMA DI PROGETTO.....	18
10.2.	VALUTAZIONE DELLA MAGNITUDO .....	19
10.3.	STABILITÀ DEL SITO IN CONDIZIONI SISMICHE .....	20
11.	SOLUZIONI PROGETTUALI.....	20
12.	CRITERI DI CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE .....	21
12.1.	SCATOLARI E MURI AD U .....	21
13.	STIMA DEI CEDIMENTI ATTESI E DELLE COSTANTI DI SOTTOFONDO.....	23
14.	CALCOLO DELLE SPINTE SUI MURI.....	26
14.1.	CRITERI GENERALI.....	26
14.1.1.	<i>Spinte attive in condizioni statiche .....</i>	<i>27</i>
14.1.2.	<i>Spinte passive in condizioni statiche.....</i>	<i>27</i>
14.1.3.	<i>Spinte a riposo.....</i>	<i>28</i>
14.1.4.	<i>Spinte attive in condizioni sismiche .....</i>	<i>29</i>
14.1.5.	<i>Spinte passive in condizioni sismiche .....</i>	<i>32</i>

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RB SLA8 00 001

Rev.  
A

Foglio  
3 di 54

14.1.6. Sovrappinte sismiche per muri non in grado di spostarsi .....	33
14.1.7. Calcolo allo stato limite di muri .....	34
15. VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DEGLI SCATOLARI E DEI MURI AD U .....	36
15.1. SEZIONE TIPICA DEL MANUFATTO SCATOLARE DEL SOTTOPASSO DELLA LINEA STORICA .....	38
15.2. SEZIONE TIPICA DEL MANUFATTO SCATOLARE DEL SOTTOPASSO DI COLLEGAMENTO QBSE/AC .....	42
15.3. MURI AD U .....	45
16. BIBLIOGRAFIA .....	48
17. FIGURE RIASSUNTIVE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI .....	49
ALLEGATI AL DOCUMENTO .....	54

**1. LISTA GENERALI DEI SIMBOLI**

$\gamma$	=	Peso dell'unità di volume totale
$\gamma'$	=	Peso di volume efficace del terreno
PI	=	Indice di plasticità
$\phi'$	=	angolo di attrito interno
$\nu$	=	Rapporto di Poisson
$E'$	=	Modulo di Young
$E_u$	=	Modulo non drenato
M	=	Modulo confinato
$E_{ed}$	=	Modulo edometrico
$c_u$	=	Resistenza al taglio non drenata
$c'$	=	Coesione in termini di tensione efficace
$F_s$	=	Fattore di sicurezza
$\sigma'_p$	=	Tensione di preconsolidazione
$q_u$	=	Capacità portante ammissibile
$z$	=	Profondità del piano campagna
$K_0$	=	Coefficiente di spinta a riposo
$K_a$	=	Coefficiente di spinta attiva
OCR	=	Grado di sovra consolidazione (GSC)
$N_{spt}$	=	Numero di colpi/30cm (Standard Penetration Test)
CPT	=	Prova penetrometrica statica
CPTU	=	Prova penetrometrica statica con piezocono
$q_c$	=	Resistenza di punta del penetrometro statico

## 2. INTRODUZIONE

Nella presente relazione vengono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti la realizzazione del sottopasso ciclopedonale denominato SLA8 (collegamento QBSE/AC). L'opera in oggetto ricade nel comune di Mazzano (BS) ed è ubicata alla pk 105+770.987 della Linea AV Milano-Verona; viene a collocarsi in un'area pressoché pianeggiante (quota del piano campagna variabile nell'intorno delle quote +143÷144 m s.l.m.m.).

La L.S. è in rilevato con quota piano ferro pari a circa +144.331 m s.l.m.m, così come la linea di collegamento QBSE/AC con quota piano ferro pari a circa +144.270 m s.l.m.m; le profondità massime di scavo risulteranno dell'ordine di 4.5÷5 m dal p.c. locale interessando terreni fino a quote assolute pari a circa +138.72 m s.l.m.m.. Localmente, in corrispondenza della vasca di sollevamento, lo scavo dovrà approfondirsi di ulteriori 2.8 m circa.

L'opera si compone di due manufatti scatolari (LS e collegamento QBSE/AC) e di una serie di tratti a cielo aperto ad U.

In accordo con quanto esplicitato nella documentazione facente parte del progetto esecutivo dell'opera, si riportano le dimensioni maggiormente significative:

### Linea storica:

Esterne:

larghezza della sezione scatolare pari a 3.80 m.

altezza: 4.30 m.

Interne:

larghezza netta della sezione scatolare pari a 3.00 m.

altezza netta: 3.40 m.

### Collegamento QBSE/AC:

Esterne:

larghezza della sezione scatolare pari a 4.20 m.

altezza: 4.00 m.

Interne:

larghezza netta della sezione scatolare pari a 3.00 m.

altezza netta: 3.10 m.

I tratti a cielo aperto hanno altezze variabili, con un massimo di 4.66 m.

### 3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

#### 3.1. Elaborati di PD (Geologia ed Idrogeologia)

CODICE	DESCRIZIONE
<b>GEOLOGIA E NEOTETTONICA</b>	
IN0500DE2RGG00010011	RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE
IN0500DE2N4GE00010051	CARTA GEOL. da km 65+324.67 a km 76+090.06
IN0500DE2N4GE00010071	CARTA GEOL. da km 72+930.67 a km 83+239.50
IN0500DE2N4GE00010081	CARTA GEOL. da km 82+861.05 a km 92+793.01
IN0500DE2N4GE00010091	CARTA GEOL. da km 92+190.54 a km 102+358.70 + Int. BS E
IN0500DE2N4GE00010101	CARTA GEOL. da km 101+263.16 a km 111+007.73
IN0500DE2N4GE00010111	CARTA GEOL. da km 110+518.90 a km 120+186.65
IN0500DE2N4GE00010121	CARTA GEOL. da km 119+469.13 a km 129+008.89
IN0500DE2N4GE00010131	CARTA GEOL. da km 128+193.50 a km 137+893.47
IN0500DE2N4GE00010141	CARTA GEOL. da km 134+162.51 a km 140+779.60
IN0500DE2N3GE00010011	CARTA GEOL. da km 28+629.41 a km 77+008.13
IN0500DE2N3GE00010021	CARTA GEOL. da km 63+299.30 a km 80+272.85
IN0500DE2N3GE00010031	CARTA GEOL. da km 76+305.13 a km 122+907.22
IN0500DE2N3GE00010041	CARTA GEOL. da km 119+475.25 a km 140+779.60
IN0500DE2RGG00010021	ELEMENTI DI NEOTETTONICA-SISMICITA' DELL'AREA
IN0500DE2N3GE00010051	CARTA NEOTETTONICA DI SINTESI
<b>PROFILI GEOLOGICI</b>	
IN0500DE2F5GE00010051	PROFILI GEOLOGICI da km 63+424.97 a km 72+424.97
IN0500DE2F5GE00010061	PROFILI GEOLOGICI da km 72+424.97 a km 81+424.97
IN0500DE2F5GE00010071	PROFILI GEOLOGICI da km 81+424.97 a km 90+424.97
IN0500DE2F5GE00010081	PROFILI GEOLOGICI da km 90+424.97 a km 99+424.97
IN0500DE2F5GE00010091	PROFILI GEOLOGICI da km 99+424.97 a km 108+424.97
IN0500DE2F5GE00010101	PROFILI GEOLOGICI da km 108+424.97 da km 117+424.97
IN0500DE2F5GE00010111	PROFILI GEOLOGICI da km 117+424.97 a km 126+424.97
IN0500DE2F5GE00010121	PROFILI GEOLOGICI da km 126+424.97 a km 135+424.97
IN0500DE2F5GE00010131	PROFILI GEOLOGICI da km 135+424.97 da km 140+779.60
IN0500DE2F5GE00010151	PROFILI GEOLOGICI Interconnessione BS E
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	
IN0500DE2RGG00030011	RELAZIONE GEOMORFOLOGICA GENERALE
IN0500DE2N4GE00030051	CARTA GEOM da km 65+324.67 a km 76+090.06
IN0500DE2N4GE00030071	CARTA GEOM da km 72+930.67 a km 83+239.50
IN0500DE2N4GE00030081	CARTA GEOM da km 82+861.05 a km 92+793.01
IN0500DE2N4GE00030091	CARTA GEOM da km 92+190.54 a km 102+358.70 + Int. BS E
IN0500DE2N4GE00030101	CARTA GEOM da km 101+263.16 a km 111+007.73
IN0500DE2N4GE00030111	CARTA GEOM da km 110+518.90 a km 120+186.65
IN0500DE2N4GE00030121	CARTA GEOM da km 119+469.13 a km 129+008.89
IN0500DE2N4GE00030131	CARTA GEOM da km 128+193.50 a km 137+893.47

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RB SLA8 00 001Rev.  
AFoglio  
7 di 54

IN0500DE2N4GE00030141	CARTA GEOM da km 134+162.51 a km 140+779.60
IDROGEOLOGIA	
IN0500DE2RGGE00020011	REL. IDROG. GENERALE-SISTEMI IDROGEOLOGICI E VULNERABILITA'
IN0500DE2N4GE00020051	CARTA PERM SUP. Da km 65+324.67 a km 76+090.06
IN0500DE2N4GE00020071	CARTA PERM SUP. da km 72+930.67 a km 83+239.50
IN0500DE2N4GE00020081	CARTA PERM SUP. da km 82+861.05 a km 92+793.01
IN0500DE2N4GE00020091	CARTA PERM SUP. da km 92+190.54 a km 102+358.70 + Int. BS E
IN0500DE2N4GE00020101	CARTA PERM SUP. da km 101+263.16 a km 111+007.73
IN0500DE2N4GE00020111	CARTA PERM SUP. da km 110+518.90 a km 120+186.65
IN0500DE2N4GE00020121	CARTA PERM SUP. da km 119+469.13 a km 129+008.89
IN0500DE2N4GE00020131	CARTA PERM SUP. da km 128+193.50 a km 137+893.47
IN0500DE2N4GE00020141	CARTA PERM SUP. da km 134+162.51 a km 140+779.60
IN0500DE2N3GE00020011	CARTA PERM SUP. da km 28+629.41 a km 77+008.13
IN0500DE2N3GE00020021	CARTA PERM SUP. da km 63+299.30 a km 80+272.85
IN0500DE2N3GE00020031	CARTA PERM SUP. da km 76+305.13 a km 122+907.22
IN0500DE2N3GE00020041	CARTA PERM SUP. da km 119+475.25 a km 140+779.60
IN0500DE2N4GE00020191	CARTA PIEZ ACQ PRINC da km 65+324.67 a km 76+090.06
IN0500DE2N4GE00020211	CARTA PIEZ. ACQUIF. PRINC. da km 72+930.67 a km 83+239.50
IN0500DE2N4GE00020221	CARTA PIEZ. ACQUIF. PRINC. da km 82+861.05 a km 92+793.01
IN0500DE2N4GE00020231	CARTA PIEZ ACQ PRINC da km 92+190.54 a 102+358.70 + Int BSE
IN0500DE2N4GE00020241	CARTA PIEZ. ACQUIF. PRINC. da km 101+263.16 a km 111+007.73
IN0500DE2N4GE00020251	CARTA PIEZ. ACQUIF. PRINC. da km 110+518.90 a km 120+186.65
IN0500DE2N4GE00020261	CARTA PIEZ. ACQUIF. PRINC. da km 119+469.13 a km 129+008.89
IN0500DE2N4GE00020271	CARTA PIEZ. ACQUIF. PRINC. da km 128+193.50 a km 137+893.47
IN0500DE2N4GE00020281	CARTA PIEZ. ACQUIF. PRINC. da km 134+162.51 a km 140+779.60
IN0500DE2N3GE00020051	CARTA PIEZ. ACQUIF. PRINC. da km 28+629.41 a km 77+008.13
IN0500DE2N3GE00020061	CARTA PIEZ. ACQUIF. PRINC. da km 63+299.30 a km 80+272.85
IN0500DE2N3GE00020071	CARTA PIEZ. ACQUIF. PRINC. da km 76+305.13 a km 122+907.22
IN0500DE2N3GE00020081	CARTA PIEZ. ACQUIF. PRINC. da km 119+475.25 a km 140+779.60
IN0500DE2N4GE00020331	CARTA UB.PUNTI ACQ da km 65+324.67 a 76+090.06
IN0500DE2N4GE00020351	CARTA UB.PUNTI ACQUA da km 72+930.67 a km 83+239.50
IN0500DE2N4GE00020361	CARTA UB.PUNTI ACQUA da km 82+861.05 a km 92+793.01
IN0500DE2RGGE00020031	STUDIO POZZI, FONTANILI, SORGENTI
IN0500DE2N4GE00020371	CARTA UB.PUNTI ACQ da km 92+190.54 a 102+358.70 + Int BSE
IN0500DE2N4GE00020381	CARTA UB.PUNTI ACQUA da km 101+263.16 a km 111+007.73
IN0500DE2N4GE00020391	CARTA UB.PUNTI ACQUA da km 110+518.90 a km 120+186.65
IN0500DE2N4GE00020401	CARTA UB.PUNTI ACQUA da km 119+469.13 a km 129+008.89
IN0500DE2N4GE00020411	CARTA UB.PUNTI ACQUA da km 128+193.50 a km 137+893.47
IN0500DE2N4GE00020421	CARTA UB.PUNTI ACQUA da km 134+162.51 a km 140+779.60
IN0500DE2N3GE00020091	CARTA UB.PUNTI ACQUA da km 28+629.41 a km 77+008.13
IN0500DE2N3GE00020101	CARTA UB.PUNTI ACQUA da km 63+299.30 a km 80+272.85
IN0500DE2N3GE00020111	CARTA UB.PUNTI ACQUA da km 76+305.13 a km 122+907.22

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RB SLA8 00 001Rev.  
AFoglio  
8 di 54

IN0500DE2N3GE00020121	CARTA UB.PUNTI ACQUA da km 119+475.25 a km 140+779.60
IN0500DE2N5GE00020451	Carta dei sistemi di fontanili sistemi 2-6-7
IN0500DE2N5GE00020461	Carta dei sistemi di fontanili sistemi 8-13
IN0500DE2N5GE00020471	Carta dei sistemi di fontanili sistemi 14-21
GEOLOGIA-IDROGEOLOGIA VIABILITA' EXTRALINEA	
IN0500DE2RGGE00010081	REL. GEO-IDRO VIABILITA' EXTRALINEA - PROV. DI BS
GEOLOGIA-IDROGEOLOGIA GALLERIE	
IN0500DE2RGGE00010031	STUDIO GEO-IDROGE GALLERIA FRASSINO-S CRISTINA MANO DI FERRO
IN0500DE2RGGE00010041	STUDIO GEOLOGICO-IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO GALLERIA LONATO
IN0500DE2RGGE00010051	STUDIO GEOLOG-IDROG. DI DETTAGLIO GALLERIA PARADISO
IN0500DE2RGGE00010061	STUDIO GEOLOG-IDROG. DI DETTAGLIO GALLERIA CALCINATO II
IN0500DE2F5GE00010181	Sez. geologica e idrogeologica galleria di Lonato
IN0500DE2F5GE00010191	Sez. geologica e idrogeologica galleria di San Giorgio
IN0500DE2F5GE00010201	Sez. geo e idrogeo galleria S.Cristina-Frassino Mano Ferro
IN0500DE2F5GE00010211	Sez. geologica e idrogeologica galleria Paradiso
IN0500DE2F5GE00010221	Sez. geologica e idrogeologica galleria di Calcinato II
IN0500DE2RGGE00010091	STUDIO GEOLOG-IDROG. DI DETTAGLIO GALLERIA S.GIORGIO
IN0500DE2G5GE00010011	UBIC.MASSI ERRATICI E AFFIOR. GALLERIA DI LONATO

### 3.2. Indagini integrative campagna geognostica 2018-2019

CODICE										DESCRIZIONE	
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	001	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 105+700 A KM 111+200
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	002	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 111+200 A KM 115+960
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	003	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 115+960 A KM 120+450
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	004	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 120+450 A KM 124+868
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	005	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 124+868 A KM 129+330
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	006	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 129+330 A KM 133+856
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	007	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 133+956 A KM 138+837
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	008	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 139+300 A KM 144+251
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	009	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018 DA KM 146+059 A KM 150+780
INOR	11	E	E2	R	O	GE	00	0	0	001	INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

**3.3. Elaborati progettuali di PE**

INOR	12	E	E2	R	O	SL	A8	0	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - RELAZIONE TECNICA GENERALE
INOR	12	E	E2	R	O	SL	A8	0	0	002	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - RELAZIONE DI CONFRONTO PD/PE
INOR	12	E	E2	R	B	SL	A8	0	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - RELAZIONE GEOTECNICA
INOR	12	E	E2	P	7	SL	A8	0	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - PLANIMETRIA STATO DI FATTO
INOR	12	E	E2	P	8	SL	A8	0	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - PLANIMETRIA DI PROGETTO E TRACCIAMENTO
INOR	12	E	E2	F	8	SL	A8	0	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - PROFILO LONGITUDINALE
INOR	12	E	E2	P	9	SL	A8	0	6	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - PLANIMETRIA DI DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA
INOR	12	E	E2	R	I	SL	A8	0	6	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - RELAZIONE IDRAULICA
INOR	12	E	E2	P	9	SL	A8	0	9	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - PLANIMETRIA DELLA SEGNALETICA
INOR	12	E	E2	W	Z	SL	A8	0	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - SEZIONI TIPO
INOR	12	E	E2	W	9	SL	A8	0	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - SEZIONI TRASVERSALI PISTA CICLOPEDONALE - TAV. 1
INOR	12	E	E2	W	9	SL	A8	0	0	002	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - SEZIONI TRASVERSALI PISTA CICLOPEDONALE - TAV. 2
INOR	12	E	E2	W	9	SL	A8	0	0	003	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - SEZIONI TRASVERSALI PISTA CICLOPEDONALE - TAV. 3
INOR	12	E	E2	B	B	SL	A8	0	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - CARPENTERIA - PIANTE E SEZIONE LONGITUDINALE - TAV. 1
INOR	12	E	E2	B	B	SL	A8	0	0	002	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - CARPENTERIA - PIANTE E SEZIONE LONGITUDINALE - TAV. 2
INOR	12	E	E2	B	B	SL	A8	0	0	003	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - CARPENTERIA - PIANTE E SEZIONE LONGITUDINALE - TAV. 3
INOR	12	E	E2	B	B	SL	A8	0	0	004	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - CARPENTERIA - SEZIONI TRASVERSALI
INOR	12	E	E2	B	Z	SL	A8	C	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - CARPENTERIA - VASCA DI RACCOLTA E SOLLEVAMENTO ACQUE
INOR	12	E	E2	B	B	SL	A8	D	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - CARPENTERIA - MONOLITE A SPINTA SOTTO LINEA STORICA
INOR	12	E	E2	P	Z	SL	A8	D	1	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - FASI DI VARO MONOLITE SOTTO LINEA STORICA - FASE 1 - PIANTE E SEZIONI
INOR	12	E	E2	P	A	SL	A8	D	1	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - FASI DI VARO MONOLITE SOTTO LINEA STORICA - FASE 2 - PIANTE E SEZIONI
INOR	12	E	E2	B	C	SL	A8	0	9	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - CARPENTERIA - PARTICOLARE GIUNTI
INOR	12	E	E2	P	Z	SL	A8	0	1	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - SCAVI - PIANTE E SEZIONI
INOR	12	E	E2	B	Z	SL	A8	A	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - ARMATURA - SCATOLARE AV/AC
INOR	12	E	E2	B	B	SL	A8	C	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - ARMATURA - MURI AD "U" - CONCIO 1-2
INOR	12	E	E2	B	B	SL	A8	C	0	002	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - ARMATURA - MURI AD "U" - CONCIO 3-5
INOR	12	E	E2	B	B	SL	A8	C	0	003	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - ARMATURA - MURI AD "U" - CONCIO 6-7
INOR	12	E	E2	B	Z	SL	A8	D	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - ARMATURA - MONOLITE A SPINTA
INOR	12	E	E2	B	Z	SL	A8	D	1	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - ARMATURA - PLATEA DI VARO E MURO REGGISPINTA
INOR	12	E	E2	B	Z	SL	A8	C	0	002	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - ARMATURA - VASCA DI RACCOLTA E SOLLEVAMENTO ACQUE
INOR	12	E	E2	C	L	SL	A8	0	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI
INOR	12	E	E2	C	L	SL	A8	0	0	002	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - ALLEGATO ALLA RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI - TABULATI DI CALCOLO
INOR	12	E	E2	C	L	SL	A8	C	0	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - RELAZIONE DI CALCOLO MURI AD "U"
INOR	12	E	E2	C	L	SL	A8	C	0	002	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI SOLLEVAMENTO
INOR	12	E	E2	C	L	SL	A8	C	0	003	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - ALLEGATO ALLA RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI SOLLEVAMENTO - TABULATI DI CALCOLO
INOR	12	E	E2	C	L	SL	A8	D	1	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - RELAZIONE DI CALCOLO SPINTA MONOLITE E ROSTRO

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RB SLA8 00 001Rev.  
AFoglio  
10 di 54

INOR	12	E	E2	C	L	SL	A8	D	1	002	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI
INOR	12	E	E2	P	Z	SL	A8	0	9	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - PIANTA PUNTI LUCE, CAVIDOTTI E IMPIANTO SEMAFORICO
INOR	12	E	E2	P	Z	SL	A8	0	9	002	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - PIANTA PIAZZOLA IMPIANTI
INOR	12	E	E2	B	B	SL	A8	C	9	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - PARTICOLARI IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO ACQUE
INOR	12	E	E2	4	R	SL	A8	0	9	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - RELAZIONE DIMENSIONAMENTO ILLUMINOTECNICO
INOR	12	E	E2	4	R	SL	A8	0	9	002	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - RELAZIONE DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE E DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE
INOR	12	E	E2	4	A	SL	A8	0	9	001	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - SCHEMA UNIFILARE QUADRO GENERALE UTENZE
INOR	12	E	E2	4	A	SL	A8	0	9	002	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - SCHEMA UNIFILARE QUADRO COMANDO GRUPPO POMPE
INOR	12	E	E2	4	A	SL	A8	0	9	003	SLA8 - SOTTOPASSO CICLOPEDONALE PK 105+770,987 - SCHEMA UNIFILARE QUADRO ILLUMINAZIONE

#### 4. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- UNI EN 1998-5:2005 (Eurocodice 8): “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;

#### 5. **INDAGINI ESEGUITE**

I sondaggi e i pozzetti ubicati nei pressi dell’opera in esame e presi in considerazione per la caratterizzazione geotecnica del sito sono riportati nella Tabella 5-1.

Si sono considerate tutte le campagne geognostiche disponibili dal 1992:

- AS---- → Campagna di indagine CEPAVDue 1992-1994
- XA202---- → Campagna di indagine Italferr 2001-2002
- - S-- → Campagna di indagine Italferr 2001-2002
- -SN--- → Campagna di indagine CEPAVDue 2004
- -PZ--- → Campagna di indagine CEPAVDue 2004
- WBS\_--- → Campagna di indagine CEPAVDue 2018

Nel corso dei sondaggi sono state effettuate prove penetrometriche SPT e prelevati campioni rimaneggiati.

Nella recente campagna di indagine 2018, ai fini della caratterizzazione sismica del terreno, sono state inoltre condotte indagini geofisiche con la tecnica MASW.

Nella Figura 5-1 si riporta uno stralcio planimetrico dell’opera con indicazione approssimativa della posizione dei sondaggi considerati.

**Tabella 5-1**

Sondaggio, pozzetto	Anno campagna d’indagine	Quota b.f. (m slmm)	Lunghezza (m)	Piezometro installato TA=Tubo Aperto C=Casagrande
S6	2001-2002	+144.26	40	TA
3SS408	2004	+144.570	50	-
RI89_MASW_001	2018	-	40	-

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RB SLA8 00 001

Rev.  
A

Foglio  
12 di 54

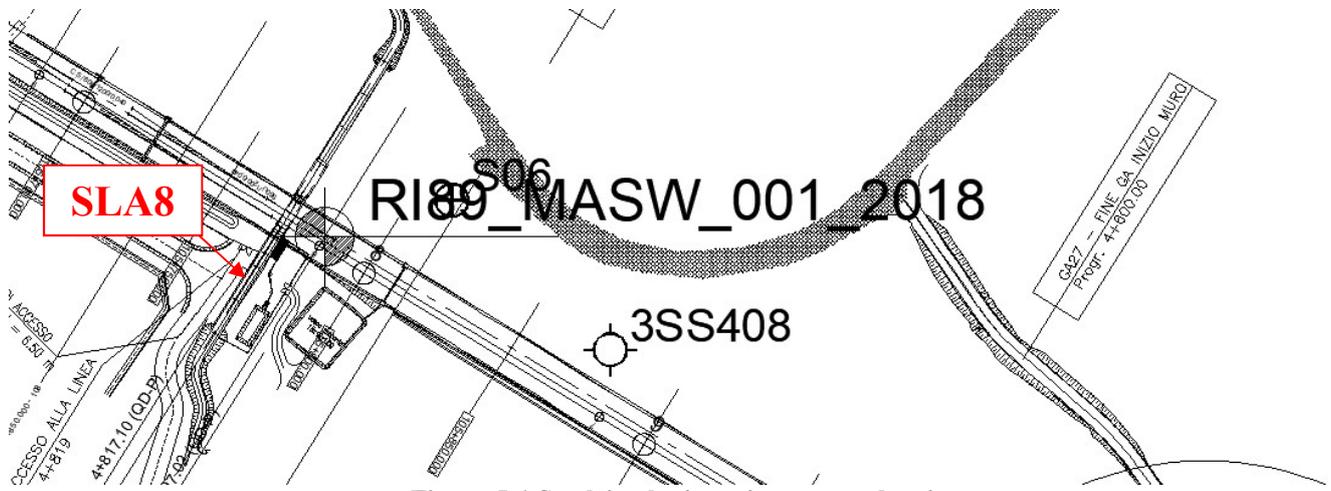


Figura 5-1 Stralcio planimetrico con sondaggi

## 6. DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

Le stratigrafie dei sondaggi presi in considerazione mostrano, per gli orizzonti d'interesse ai fini della costruzione dell'opera in oggetto, la presenza di orizzonti prevalentemente granulari costituiti da ghiaia e sabbia, con locale frazione fine nella forma di lenti.

Si evidenzia la presenza di uno strato superficiale di natura limoso-argillosa con spessore variabile e pari a circa 1.5 m in prossimità dell'opera (rif. Sondaggio S6).

## 7. CONDIZIONI DELLA FALDA

La massima quota del livello di falda è stata riscontrata in corrispondenza del piezometro GA\_27\_TA\_003\_2018, pari a +130.644 m slmm (misura luglio 2018).

In accordo a quanto riportato nella Relazione Geotecnica Generale, la quota della falda di progetto, per i sottovia, è assunta pari a quella massima misurata maggiorata di 0.50 m mentre, ai fini del calcolo delle OOPP, viene assunta di 1m inferiore rispetto a quella di progetto.

Dai dati relativi alle quote della falda aggiornate, il livello massimo è stato rilevato a quota +130.644 m s.l.m.m.; si assumono pertanto i seguenti valori:

- quota falda di progetto in fase di esercizio: +131.144 m
- quota falda di progetto in fase di costruzione (di cantiere): +130.144 m

Alla luce delle quote sopra riportate, la falda è da ritenersi non interferente con le opere in oggetto, sia in fase di costruzione che in esercizio.

## 8. STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Sulla base della descrizione stratigrafica riportata nel Capitolo 6 si assume la stratigrafia di progetto riportata nella Tabella 8-1.

**Tabella 8-1**

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	N <sub>SPT</sub> (colpi/30cm)
1	0.0	~1.5	Terreno vegetale-agrario / Limo argilloso / Argilla limosa	-
3	~1.5	30	Ghiaia e sabbia in diverse frazioni percentuali con lenti locali a frazione fine	40

Le fondazioni dovranno essere impostate sulla formazione corrispondente allo strato 2.

## 9. PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Risultando i terreni in esame prevalentemente a grana grossa le caratteristiche geotecniche dei terreni sono valutate sulla base dell'interpretazione dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT e delle analisi granulometriche effettuate sui campioni.

Le figure riportate nel cap. 17 di questo documento mostrano con evidenza l'andamento dei parametri significativo con la profondità.

I parametri geotecnici caratteristici da introdurre nelle analisi di dimensionamento e verifica, secondo quanto riportato nei documenti relativi ai criteri di calcolo delle varie opere, sono riassunti nella Tabella 9-1. Si evidenzia come la caratterizzazione meccanica dello strato 1 non sia significativa ai fini progettuali.

**Tabella 9-1**

Parametri	Strato 2
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	19.0
$e_{max} - e_{min}$	0.3-0.35
$D_r$ (%)	>50
$\phi_p$ (°) <sup>(1)</sup>	37
$\phi_{operativo}$ (°) <sup>(2)</sup>	35
$\phi_{cv}$ (°) <sup>(3)</sup>	33
$K_o$	0.5
GSC	>1 in superficie

<b><math>V_s</math> (m/s) <sup>(4)</sup></b>	250÷650
<b><math>G_0</math> (kPa) <sup>(5)</sup></b>	100'000÷400'000 interpolabile da un'espressione del tipo: $300'000 \cdot (p'/100)^{0.5}$ con $p'$ = pressione litostatica efficace media

**Simbologia:**

- $\gamma$  = Peso di volume;
- $D_r$  = Densità relativa;
- $\phi_p$  = Angolo di attrito di picco;
- $\phi_{operativo}$  = Angolo di attrito operativo;
- $\phi_{CV}$  = Angolo di attrito a volume costante;
- $k_o$  = Coefficiente di spinta del terreno a riposo;
- GSC = Grado di sovraconsolidazione meccanico;
- $v_s$  = Velocità delle onde S;
- $G_0$  = Modulo di taglio a piccole deformazioni.

**Note:**

- <sup>(1)</sup> = Parametro significativo solo per la caratterizzazione del terreno;
- <sup>(2)</sup> = Per la valutazione delle spinte delle terre sulle opere di sostegno e per le verifiche di stabilità globale
- <sup>(3)</sup> = Per le verifiche allo scorrimento e quelle di capacità portante delle fondazioni dirette effettuate con i metodi descritti nei capitoli successivi.

Il valore assunto tiene implicitamente conto della presenza di locali lenti a frazione fine.

- <sup>(4)</sup> = La velocità delle onde S è determinata in base ai risultati della prova geofisica MASW 2018 e delle prove SPT secondo la relazione di Ohta & Goto N. (1978), con  $f_a=1.3$   $f_g=1.45$ .
- <sup>(5)</sup> = In prima approssimazione, i moduli elastici operativi da utilizzare nel calcolo delle opere con metodi lineari, che ricorrono alla teoria dell'elasticità, sono:
- $G = 1/10 \cdot G_0$ , con  $G_0$  valutato assumendo  $k = k_o \rightarrow$  rilevati
  - $G = (1/5 \div 1/3) \cdot G_0$ , con  $G_0$  valutato assumendo  $k = k_o \rightarrow$  fondazioni dirette e opere di sostegno.
  - $G = 1/3 \cdot G_0$ , con  $G_0$  valutato assumendo  $k = k_o \rightarrow$  nella valutazione dei cedimenti verticali dello scatolare (con approfondimento maggiore a 3÷4m) tenendo conto del fatto che le fondazioni del manufatto di attraversamento lavoreranno in regime di ricarico.

Nella determinazione di parametri sopra riportati, si è operato come segue:

**Orizzonti granulari**

$D_r$  è stimata da  $N_{spt}$ , secondo quanto suggerito da Cubrinowski &, Ishihara K. (1999):

$$D_r = \sqrt{\frac{N_1 \cdot (e_{max} - e_{min})^{1.7}}{9}} \quad \text{con} \quad N_1 = N_{SPT} \sqrt{\frac{98kPa}{\sigma'_v}} \times \left(\frac{60\%}{78\%}\right) \quad \text{e con } (e_{max} - e_{min}) \text{ stimato}$$

dalla seguente Figura 9-1, sempre tratta dal citato riferimento.

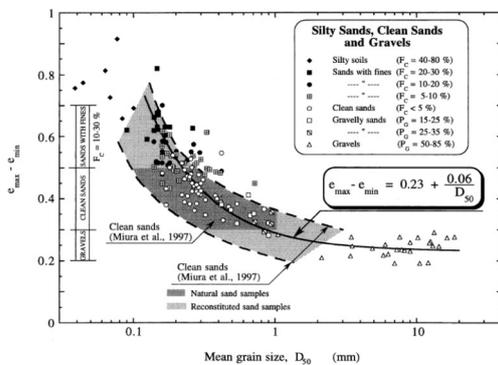


Table 2. Typical values of the void ratio range for silty sands, clean sands and gravels

Soil type	$F_c$ (%)	$P_o$ (%)	$e_{max} - e_{min}$
Silty soils	40-80	<5	>0.70
Silty sands	20-30	<5	0.60-0.70
"	10-20	<5	0.50-0.60
"	5-10	<5	0.45-0.55
Clean sands	<5	<5	0.30-0.50
Gravelly sands	<10	15-35	0.30-0.40
Gravels	<5	50-85	0.20-0.30

Fines:  $D < 0.075$  mm; Gravel:  $D \geq 2.0$  mm.

Figura 9-1

L'angolo d'attrito di picco è quindi valutato, in accordo con Bolton (1986), come

$$\phi_p = \phi_{cv} + \Delta\phi$$

Con  $\Delta\phi$  valutato dalla Figura 9-2.

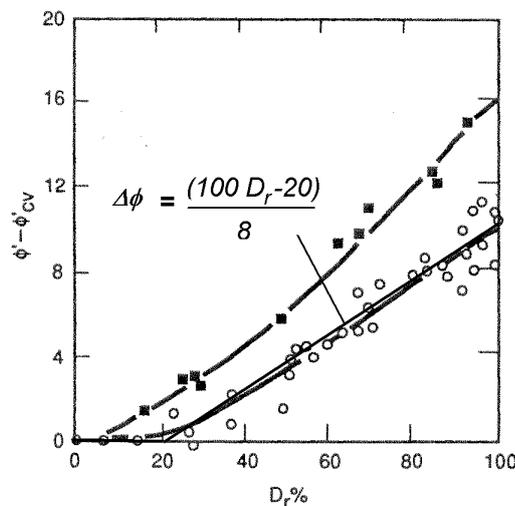


Figura 9-2: modificata da Fleming et al (1992)

### *Dimensionamento delle opere scatolari – Esercizio*

Per quanto riguarda la definizione delle spinte del terreno sui piedritti dei manufatti si potrà far riferimento ai seguenti parametri geotecnici:

- Peso di volume  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ .
- Angolo di resistenza al taglio  $\phi' = 35^\circ$  se in presenza di terreno di riporto, in volume significativo, ben compattato

#### *Avvertenza:*

In accordo con quanto richiesto dalla Normativa Italiana agli SLU, tutti i valori dei parametri di resistenza sopra indicati sono da intendersi come valori caratteristici. Pertanto, ai fini delle verifiche nei confronti degli stati limite di collasso di volta in volta rilevanti (EQU, STRU, GEO HYDR), a tali valori caratteristici vanno applicati gli opportuni fattori di sicurezza parziali da selezionare a seconda della combinazione (approccio di progetto) selezionato. Ad esempio, ove si consideri la verifica a capacità portante (GEO) si dovrà di regola considerare la combinazione A2+M2+R2: nel caso in cui si caratterizzi la resistenza tramite l'angolo d'attrito, il valore di progetto (design) di questo parametro dovrà essere determinato applicando un coefficiente di sicurezza parziale 1.25 sulla tangente dell'angolo d'attrito caratteristico: ossia

$$\phi_d' = \arctan (\tan (\phi_k') / 1.25)$$

## 10. PROBLEMATICHE LEGATE AL SISMA

### 10.1. DEFINIZIONE DEL SISMA DI PROGETTO

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento  $P_{VR}$  in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera è stata assunta pari a 100 anni. La classe d'uso assunta è la III.

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 150 \text{ anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni, vale:

$$T_R(SLV) = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = 1424 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma, è possibile definire i parametri che caratterizzano il sisma.

L'opera è ubicata nel comune di Mazzano (BS).

Comune di Mazzano (BS)		
$a_g$	accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;	0.2322 g
$F_0$	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale	2.4404
$T^*_c$	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	0.2798 s
$S_s$	coefficiente di amplificazione stratigrafica Cat B	1.1733
$S_T$	coefficiente di amplificazione topografica	1.0000

Per la definizione della categoria di sottosuolo si è fatto particolare riferimento ai risultati ottenuti dall'indagine geofisica MASW condotta nel 2018, realizzata maggiormente in prossimità dell'opera, dalla quale si evince un valore di  $V_{s,30}$  pari a 506 m/s, corrispondente alla **categoria 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", come definito nella normativa NTC2008.

L'accelerazione massima risulta quindi:

$$a_{max}(SLV) = 1.1733 \times 0.2322g = 0.2724 g$$

## 10.2. VALUTAZIONE DELLA MAGNITUDO

Al fine della valutazione della stabilità del sito in condizioni sismiche, oltre alla massima accelerazione, occorre stimare la Magnitudo attesa.

A questo proposito, è possibile riferirsi ai dati predisposti dall'INGV, (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) che costituiscono la base sulla quale sono state definite i livelli di sismicità recepiti dalla legge.

A questo riguardo, per il sito in esame (Figura 10-1) nella Figura 10-2 sono rappresentati in forma grafica i contributi specifici di Magnitudo-distanza alla pericolosità sismica con  $T_R = 2475$  anni.

Poiché tale periodo di ritorno è maggiore di quello associato allo stato limite considerato nel progetto (SLV,  $T_R=1424$  anni) i valori di Magnitudo qui indicati sono coerenti con i valori di  $a_{max}$ .

Prevalgono contributi di terremoti caratterizzati da Magnitudo comprese tra 4.5 e 5.0, valori che possono essere adottati nelle verifiche di stabilità del sito.

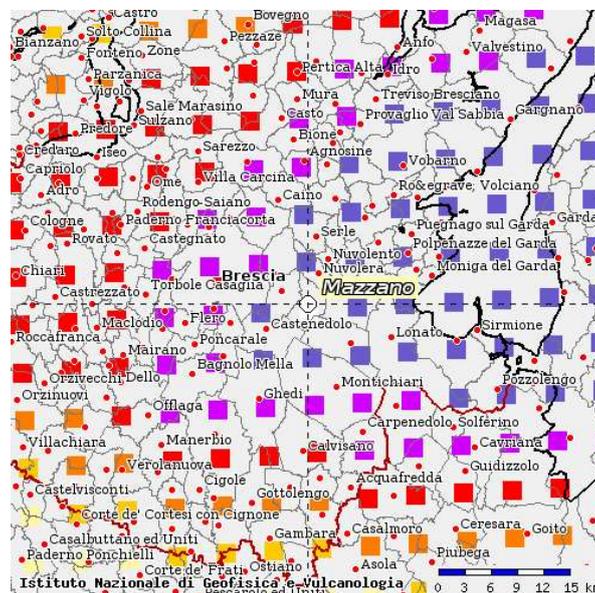


Figura 10-1: estratto mappa sismica INGV (Comune di Mazzano)

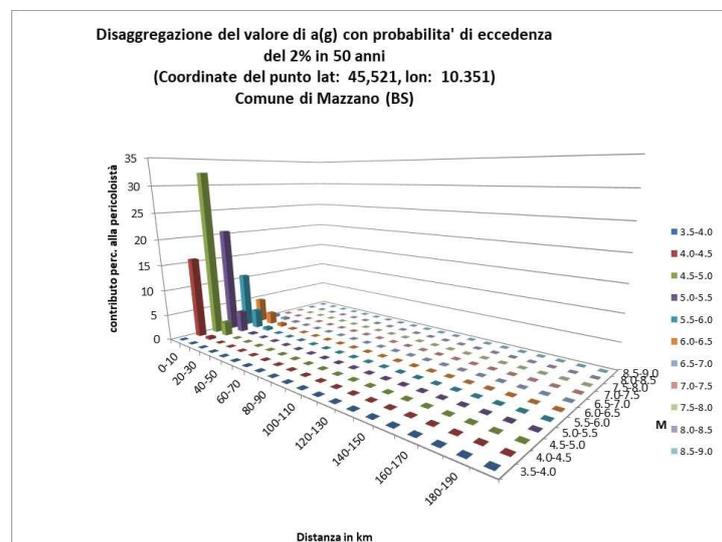


Figura 10-2: Contributi specifici magnitudo-distanza alla pericolosità sismica (Comune di Mazzano)

### 10.3. STABILITÀ DEL SITO IN CONDIZIONI SISMICHE

Le misurazioni della profondità della falda evidenziano soggiacenze inferiori a 15 m da piano campagna. Tuttavia, le Magnitudo attese sono inferiori a 5, pertanto la verifica a liquefazione potrà essere omessa, in accordo al punto 7.1.3.4.2 di NTC08.

## 11. SOLUZIONI PROGETTUALI

Per il manufatto di attraversamento si prevedono fondazioni di tipo diretto; in ogni caso, le fondazioni dei manufatti dovranno essere impostate sullo strato 2.

Alla luce delle profondità di scavo previste non si attendono interferenze con la falda.

### Piani di posa stradali

In relazione alle caratteristiche granulometriche dei materiali degli strati più superficiali per quanto riguarda il piano di posa delle trincee è previsto uno scotico di 0.5 m, ma comunque di una profondità tale da garantire la totale asportazione del terreno vegetale/agricolo.

### Rinterri

#### **Scatolari sottobinario o sotto rilevato stradale**

Il riempimento a tergo degli scatolari sia effettuato con materiale selezionato appartenente ai gruppi A1-a o A1-b.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca AASHTO.

Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 200 kg/cm<sup>2</sup> su ogni strato finito

#### **Muri a U o muri di sostegno**

Si ipotizza di regola il ricorso a materiale proveniente dagli scavi purché ascrivibile ai gruppi A1, A2-4 A3. Nel caso di rinterri in presenza di falda superficiale si raccomanda di limitare la frazione fine (passante allo staccio 0.075) a non più del 15%.

La posa in opera dovrà comunque essere fatta con le modalità sopra esposte, tenendo presente che, nel caso di materiale appartenente al gruppo A2-4, la posa a compattazione dovrà essere effettuata per strati successivi di spessore non superiore a 30 cm.

## 12. CRITERI DI CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE

### 12.1. Scatolari e muri ad U

La verifica nei confronti dello SLU-GEO è condotta seguendo l'approccio 1, combinazione 2, ossia A2+M2+R2. Nel complesso occorre che sia verificata la seguente condizione:

$$E_d \leq R_d$$

nella quale:

- $E_d$  rappresenta la generica azione (o effetto dell'azione) di progetto derivante da una opportuna combinazione delle azioni base, combinate secondo coefficienti parziali (A2);
- $R_d$  è la corrispondente resistenza di progetto o di calcolo, derivante dall'applicare opportuni coefficienti di sicurezza parziali ai parametri geotecnici caratteristici (M2) ed alle resistenze (R2).

Le NTC2008 definiscono il complesso di tali coefficienti.

Si adotta la formula di Brinch-Hansen specializzata al caso terreni granulari, per fondazioni per le quali le azioni orizzontali  $H$  ed i momenti  $M$  agiscono, insieme con le azioni verticali  $V$ , prevalentemente nel piano trasversale, ossia nella direzione parallela al lato minore  $B$  (vedere Figura 12-1).

Le formule che permettono di calcolare i vari coefficienti che concorrono alla capacità portante possono essere espresse dalle seguenti relazioni

$$q_{u,d} = \frac{(q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot z_q + \frac{1}{2} \cdot B_{eff} \cdot \bar{\gamma} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot z_\gamma)}{\gamma_R = 1.8 \quad (A2 + M2 + R2) \text{ appr } 1 \text{ c2}}$$

dove

$\bar{\gamma}$  = peso specifico medio del terreno (nella parte coinvolta dal meccanismo di rottura).

$B_{eff}$  = larghezza efficace minore della fondazione ( $B - 2e$ ), con  $e=M/N$ .

$q$  = sovraccarico ai lati (permanente) posto pari al peso efficace del terreno ai lati (nel caso di terreno in falda, va preso il sovraccarico efficace)

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan(\phi)} \cdot \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\phi)$$

$$s_q = 1 + \frac{B_{eff}}{L} \cdot \sin(\phi)$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B_{eff}}{L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan(\phi) \cdot (1 - \sin(\phi))^2 \cdot \begin{cases} D/B_{eff} & \text{se } D/B_{eff} < 1 \\ \tan^{-1}(D/B_{eff}) & \text{se } D/B_{eff} \geq 1 \end{cases}$$

$$d_\gamma = 1$$

$$i_q = \left[1 - \left(\frac{0.5 \cdot H}{V}\right)\right]^5$$

$$i_\gamma = \left[1 - \left(\frac{0.7 \cdot H}{V}\right)\right]^5$$

$$g_q = 1$$

$$g_\gamma = 1$$

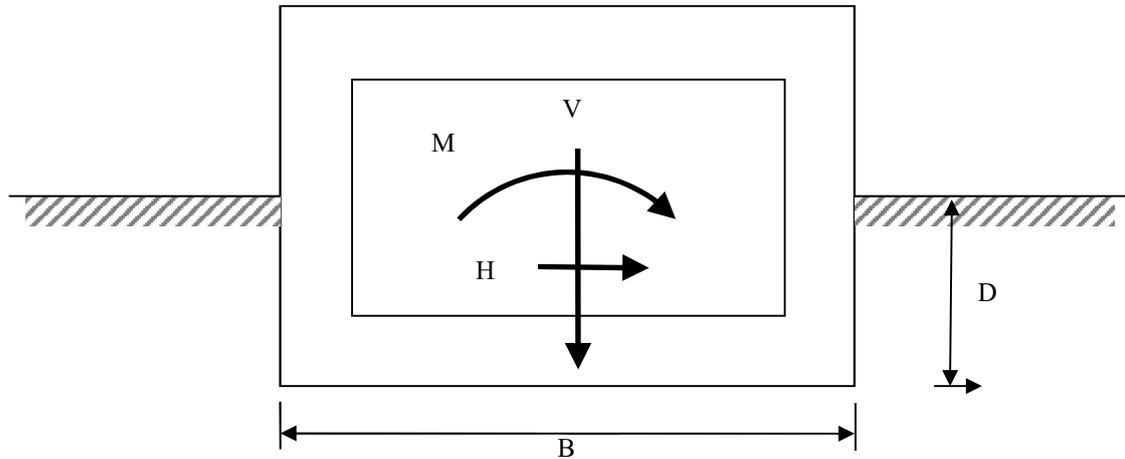


Figura 12-1

I coefficienti  $z_q$  e  $z_\gamma$  tengono conto dell'accelerazione sismica nell'ammasso di terreno coinvolto dal meccanismo di rottura. Si possono adottare, a tale proposito, i valori suggeriti da Paolucci & Pecker (1997) tramite la seguente espressione analitica:

$$z_q = z_\gamma = \left( 1 - \frac{k_h}{\tan(\phi)} \right)^{0.35}$$

con  $k_h$  = coefficiente d'intensità sismica prescelto, da assumersi pari al valore  $a_{max}(SLV)$ .

In tutte queste relazioni, l'angolo d'attrito è da intendersi come l'angolo d'attrito di progetto  $\phi_d'$ , ossia:

$$\phi_d' = \arctan(\tan(\phi_k') / 1.25)$$

Le verifiche estese, tenendo conto anche del contributo del terreno di rinfiacco sono espone nel cap 15.

### 13. STIMA DEI CEDIMENTI ATTESI E DELLE COSTANTI DI SOTTOFONDO

In rapporto alla configurazione geometrica dell'opera ed alla luce della successione stratigrafica e dell'entità di carichi attesi, si ritiene opportuno limitarsi a valutazioni basate, in questo caso, sul metodo di Burland & Burbridge (1985).

Il metodo di Burland & Burbridge (1985), applicabile sia a depositi normalmente consolidati che a depositi sovraconsolidati, è riconducibile all'applicazione delle seguenti espressioni:

$$s_{ff} = f_s \cdot f_h \cdot f_t \cdot \left[ \sigma'_{vmax} \cdot B^{0.7} \cdot \frac{l_c}{3} + (q' - \sigma'_{vmax}) \cdot B^{0.7} \cdot l_c \right] \quad \text{per } q' > \sigma'_{vmax}$$

$$s_{ff} = f_s \cdot f_h \cdot f_t \cdot \left[ q' \cdot B^{0.7} \cdot \frac{l_c}{3} \right] \quad \text{per } q' \leq \sigma'_{vmax}$$

essendo:

$s_{ff}$  = cedimento in mm

$q'$  = N/A = pressione efficace esercitata sul terreno dalla fondazione in kPa

A = area di impronta della fondazione in m<sup>2</sup>

$\sigma'_{vmax}$  = pressione verticale efficace massima subita dal terreno in passato alla quota di imposta della fondazione in kPa

B = dimensione minore della fondazione in m

$l_c = (1.1 \div 2.5) \cdot N_{SPT}^{-1.4}$  = indice di compressibilità

$N_{SPT}$  = valore  $N_{SPT}$  medio su un tratto di spessore  $z_I$  al di sotto della fondazione, corretto nel caso dei terreni sabbioso-limosi sotto falda o dei terreni sabbioso-ghiaiosi in accordo a quanto riportato nel seguito

$$f_s = \left( \frac{1.25 \cdot \frac{L}{B}}{\frac{L}{B} + 0.25} \right)^2 = \text{coefficiente di forma}$$

$$f_h = \frac{H}{z_I} \cdot \left( 2 - \frac{H}{z_I} \right) = \text{coefficiente per presenza di uno strato incompressibile alla profondità } H < z_I \text{ dal}$$

piano di imposta della fondazione

$$f_t = \left[ 1 + R_3 + R \cdot \log \left( \frac{t}{3} \right) \right] = \text{coefficiente per tenere conto dei cedimenti differiti nel tempo ("creep")}$$

t = tempo a partire dall'applicazione del carico (> 3 anni) espresso in anni

$R_3$  = costante pari a 0.3 nel caso di carichi statici e a 0.7 nel caso di carichi ciclici

R = costante pari a 0.2 nel caso di carichi statici e pari a 0.8 nel caso di carichi ciclici

$z_I$  = profondità significativa espressa in m, valutabile come segue:

se i valori  $N_{SPT}$  sono crescenti o costanti con la profondità

se i valori  $N_{SPT}$  decrescono con la profondità,  $z_I$  è pari a  $2 \cdot B$ .

Con riferimento alle azioni riportate al paragrafo 15 ed in accordo alla relazione di calcolo strutturale citata tra i riferimenti, si stima un carico sulle fondazioni pari a circa 135 kPa.

Il valore medio di  $N_{SPT}$  nel tratto deformabile al di sotto della fondazione è stato assunto pari a 40.

**TITOLO:****SLA8****CALCOLO CEDIMENTI - Metodo Burland & Burbidge**

Il metodo di Burland & Burbidge (1985) è riconducibile all'applicazione delle seguenti espressioni:

$$s_{ff} = f_s \cdot f_h \cdot f_t \cdot \left[ \sigma'_{vmax} \cdot B^{0.7} \cdot \frac{l_c}{3} + (q' - \sigma'_{vmax}) \cdot B^{0.7} \cdot l_c \right] \quad \text{per } q' > \sigma'_{vmax}$$

$$s_{ff} = f_s \cdot f_h \cdot f_t \cdot \left[ q' \cdot B^{0.7} \cdot \frac{l_c}{3} \right] \quad \text{per } q' \leq \sigma'_{vmax}$$

stf = cedimento

q' = pressione efficace esercitata sul terreno dalla fondazione

 $\sigma'_{vmax}$  = pressione verticale efficace massima subita dal terreno in passato alla quota di imposta della fondazione

B = dimensione minore della fondazione

L = dimensione maggiore della fondazione

l<sub>c</sub> = indice di compressibilitàNSPT<sub>calcolo</sub> = valore NSPT di calcolo già corretto

t = tempo a partire dall'applicazione del carico (&gt; 3 anni) espresso in anni

z<sub>l</sub> = profondità significativa

4 mm

135 kPa

80 kPa

3.8 m

28.14 m

0.01

40 Colpi NSPT

20 anni

2.80 m

$$f_s = \frac{\left( 1.25 \cdot \frac{L}{B} \right)^2}{\frac{L}{B} + 0.25} = \text{coefficiente di forma}$$

f<sub>s</sub> 1.46

$$f_h = \frac{H}{z_f} \cdot \left( 2 - \frac{H}{z_f} \right) = \text{coefficiente che tiene conto della presenza di uno strato incompressibile alla profondità } H < z_l \text{ dal piano di imposta della fondazione}$$

$$f_t = \left[ 1 + R_3 + R \cdot \log \left( \frac{t}{3} \right) \right] = \text{coefficiente per tenere conto dei cedimenti differiti nel tempo ("creep")}$$

f<sub>h</sub> 1.00f<sub>t</sub> 1.46

Nel caso di terreni sabbioso-limosi sotto falda e nel caso di terreni sabbioso-ghiaiosi i valori misurati di N<sub>SPT</sub> da utilizzare nel calcolo risultano corretti come segue:

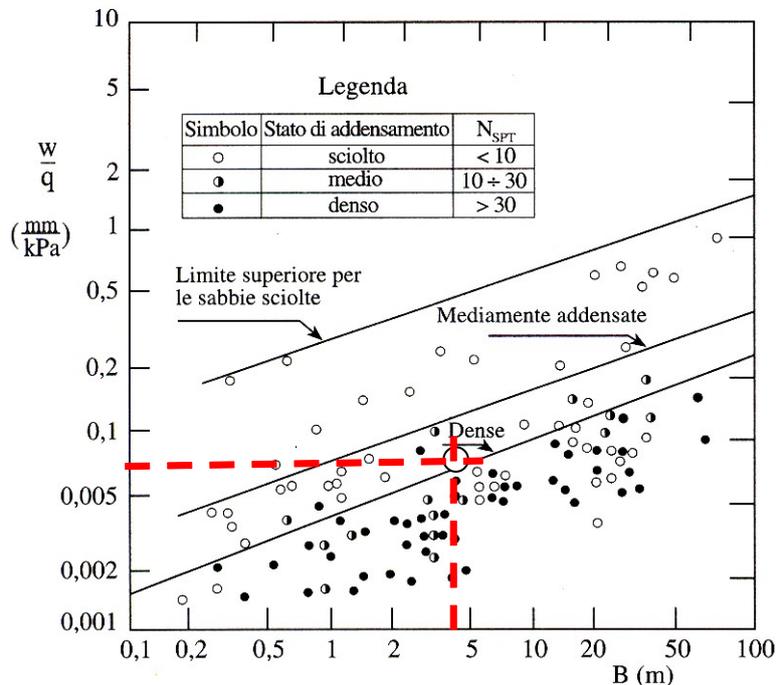
1. Terreni sabbioso-limosi con N<sub>SPT</sub> < 15 colpi/30 cm

$$(N_{SPT})_{calcolo} = 15 + 0.5 \cdot (N_{SPT} - 15)$$

2. Terreni sabbioso-ghiaiosi

$$(N_{SPT})_{calcolo} = 1.25 \cdot N_{SPT}$$

Si farà inoltre riferimento ai suggerimenti proposti da Viggiani (1999) ed espressi nel grafico nella figura seguente, da utilizzare per stimare il rapporto w/q tra il cedimento atteso e la pressione sul piano di posa delle fondazioni, al variare della larghezza B della fondazione nastriforme.



**Figura 13-1 Cedimenti osservati per fondazioni su sabbie di vario addensamento (Burland et al. 1977)**  
 (figura tratta da Viggiani (1998))

Per una larghezza equivalente di lato pari a circa 4 m, si stima, in questo caso  $w/q \cong 0.05$  [mm/kPa].

Con riferimento ad una pressione media dell'ordine di 135 kPa, il cedimento medio stimato, in questo caso, sarà pari a:

$$w = (135 \text{ kPa}) \cdot (0.05 \text{ mm/kPa}) \cong 7 \text{ mm}$$

In conclusione, il cedimento atteso si attesta attorno a 4-7 millimetri, con un valore medio dell'ordine di 5.5 mm. Tale valore è da ritenersi accettabile.

Per la stima della costante di sottofondo (costante di Winkler) da introdurre nei calcoli strutturali, si può ancora fare riferimento alle indicazioni sopra ricordate, dalle quali si ottiene

$$K_v = (w/q)^{-1} = (0.05 \cdot 10^{-3})^{-1} \sim 20000 \text{ kPa/m}$$

Si osserva che tale valore, di fatto convenzionale e mirato essenzialmente alla valutazione di una costante d'interazione di sottofondo trasversale, non tiene conto del cedimento complessivo subito dall'opera in quanto interferente con i rilevati. Pertanto, ai fini del calcolo della platea del manufatto, si ritiene tuttavia opportuno adottare anche un valore decisamente minore, dell'ordine di 5000 kN/m<sup>3</sup>, considerando di volta in volta l'ipotesi più gravosa a seconda del tipo di azione interna da valutare: ad esempio, ove si voglia massimizzare i momenti flettenti in campata fra i punti di scarico delle azioni verticali, si dovrà includere nel calcolo il limite inferiore della costante di Winkler.

## 14. CALCOLO DELLE SPINTE SUI MURI

### 14.1. Criteri generali

In generale occorre considerare, di volta in volta, le spinte più appropriate a seconda della deformabilità della parete.

Nel caso di muri per i quali si possano accettare significative deformazioni, è possibile assumere, sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche, un regime di spinte attive. Altrimenti è in genere necessario assumere condizioni di spinta a riposo.

In presenza di sisma, è consentito l'approccio pseudo-statico, secondo il quale il complesso muro + terreno mobilitato è pensato soggetto ad un'accelerazione sismica uniforme avente le seguenti componenti

$$\text{Orizzontale} = k_h g \qquad \text{Verticale} = k_v g = \pm 0.5 k_h g$$

Come nel caso statico, anche in condizioni sismiche è necessario distinguere tra:

- muri indeformabili;
- muri deformabili;
- muri molto deformabili;

Nella prima classe di muri (**muri indeformabili**) possono essere inclusi i manufatti aventi pareti adeguatamente contrastate, quali, ad esempio, gli scatolari. In questo caso è opportuno adottare spinte sismiche secondo la teoria di Wood (1973), come meglio indicato nel 14.1.6§, assumendo

$$\text{(SLV)} \quad k_h = a_{\max}/g \qquad \text{in questo caso} \qquad k_h = 0.2724$$

Nella categoria dei **muri deformabili** si possono includere le pareti sufficientemente deformabili grazie alla loro snellezza ma tuttavia sostanzialmente vincolate, in qualche modo, ad altre strutture, come ad esempio le pareti di manufatti a U. In questo caso potranno essere considerate spinte comprese tra valori a riposo e attive, in ragione della deformabilità. Queste ultime (sismiche attive) saranno valutate assumendo

$$\text{(SLV)} \quad k_h = \beta_m \cdot a_{\max}/g, \text{ con } \beta_m=1 \qquad \text{in questo caso} \qquad k_h = (1) \cdot (0.2724) = 0.2724$$

Nella categoria dei **muri molto deformabili** per i quali possono essere ipotizzati significativi spostamenti relativi tra muro e terreno, si possono includere, ad esempio, i muri di sostegno fondati su fondazioni dirette. In questo caso si assumeranno certamente spinte attive, da valutarsi, introducendo nel caso sismico un coefficiente  $\beta_m$  in accordo con la Tabella 7.11.II di NTC2008.

$$\text{(SLV)} \quad k_h = \beta_m \cdot a_{\max}/g \quad (\beta_m \text{ da Tab 7.11.II})$$

$$\text{in questo caso } \beta_m = 0.31, \text{ quindi } k_h = (0.31) \cdot (0.2724) = 0.084$$

Seguono ora criteri generali di valutazione delle spinte, applicabili a geometrie ordinarie. Nel caso di geometrie complesse, quali muri di sottoscarpa, caratterizzati da un profilo del rilevato non piano è tuttavia raccomandabile ricorrere a metodi più generali.

#### 14.1.1. Spinte attive in condizioni statiche

Ad una generica profondità  $z$ , nel caso di terreno puramente granulare, lo sforzo orizzontale totale  $\sigma_A(z)$  sulla parete è dato da:

$$\sigma_A(z) = K_A \cdot [\sigma_v(z) - u(z)] + u(z) \quad (14-1)$$

In cui

$\sigma_v(z)$  = sforzo verticale totale alla generica profondità, ossia il peso della colonna di terreno e di acqua soprastante la quota  $z$ .

$u(z)$  = pressione dell'acqua alla generica profondità

Il coefficiente di spinta attiva  $K_A$  può, in genere, essere assunto pari a

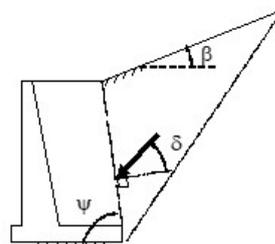
$$K_A = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \quad (14-2)$$

È possibile, tuttavia, mettere in conto l'angolo d'attrito  $\delta$  tra terra e muro, assumendo quindi che la spinta sia inclinata, rispetto alla normale alla superficie di contatto tra muro e terreno, di un angolo  $\delta$ .

In questo caso il coefficiente di spinta attiva può essere valutato con le note formule derivate dalla teoria di Coulomb e sviluppate da Muller-Breslau.

CONDIZIONI DI SPINTA ATTIVA  
Teoria di Coulomb

$$K_A = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi)}{\text{sen}^2\psi \text{sen}(\psi - \delta) \left[ 1 + \frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta)}{\sqrt{\text{sen}(\psi - \delta) \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$



(14-3)

Operando nell'ambito del metodo agli stati limite, nelle formule precedenti, va introdotto l'angolo d'attrito di calcolo, cioè  $\tan(\phi_d) = \tan(\phi_k) / \gamma_\phi$  se si opera nell'ambito di una combinazione GEO (ad esempio A2+M2+R2).

#### 14.1.2. Spinte passive in condizioni statiche

Analogamente al caso attivo, si può porre

$$\sigma_p(z) = K_p \cdot [\sigma_v(z) - u(z)] + u(z) \quad (14-4)$$

In cui il coefficiente di spinta passiva dipende dall'attrito terra-muro. Si raccomanda di desumere  $K_p$  dalla **Figura 14-1**.

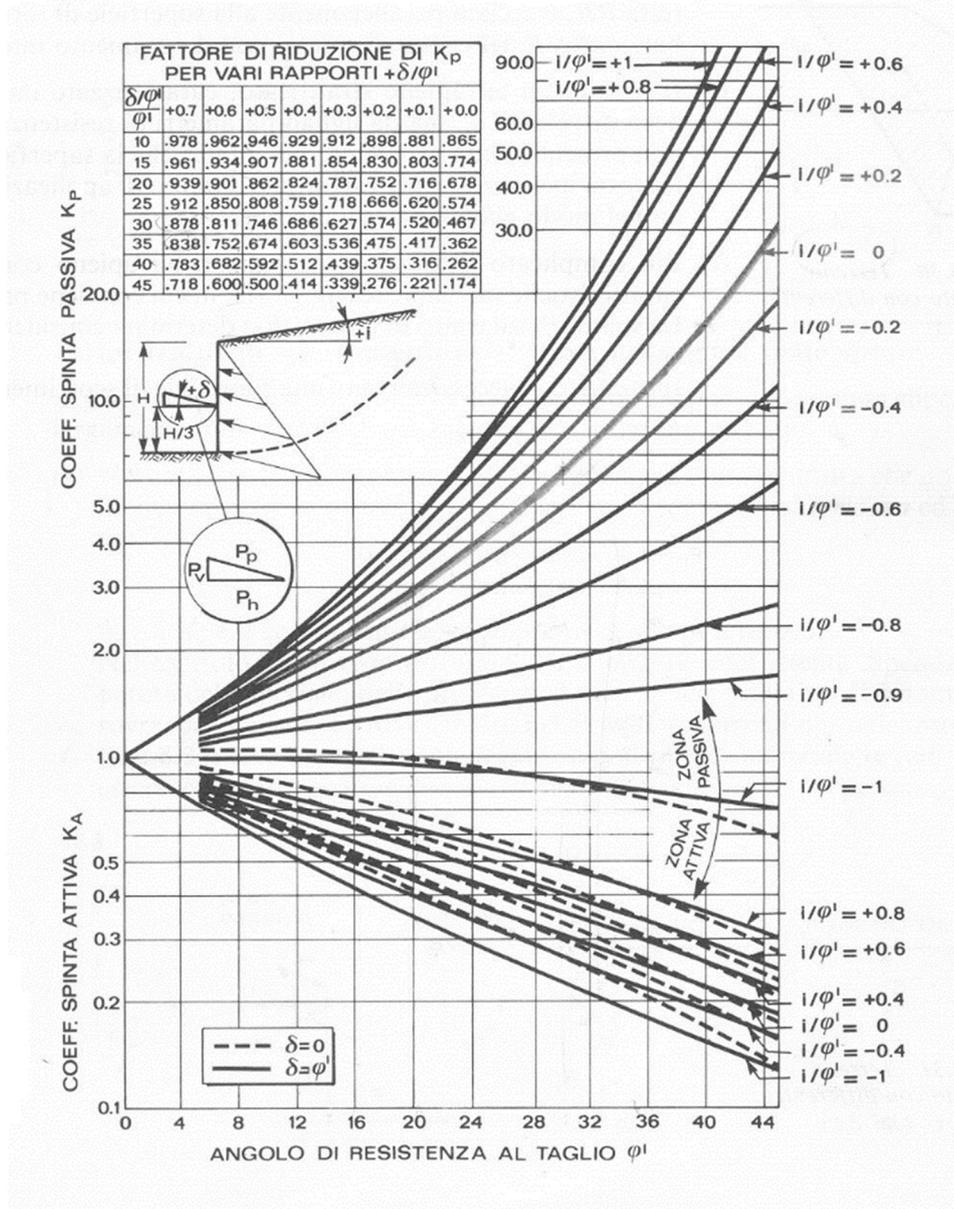


Figura 14-1: abaco per il calcolo di  $K_A$  e  $K_P$  (condizioni statiche)

### 14.1.3. Spinte a riposo

Ad una generica profondità  $z$ , nel caso di terreno puramente granulare, lo sforzo orizzontale totale  $\sigma_0(z)$  sulla parete è dato da:

$$\sigma_0(z) = K_0 \cdot [\sigma_v(z) - u(z)] + u(z) \quad (14-5)$$

In cui, nel caso di piano campagna orizzontale, il coefficiente di spinta a riposo  $K_0$  se non diversamente definito, essere assunto pari a

$$K_0 = (1 - \sin(\phi)) \cdot \sqrt{\text{OCR}} \quad (14-6)$$

Con  $\text{OCR} = \text{GSC} =$  grado di sovraconsolidazione.

In questo caso, pur operando secondo un approccio agli SLU, in una combinazione A2+M2+R2,  $K_0$  può essere valutato sempre con riferimento all'angolo d'attrito caratteristico  $\phi_k$ .

#### 14.1.4. Spinte attive in condizioni sismiche

Nell'ambito dell'approccio pseudo-statico, il complesso muro + terreno mobilitato è pensato soggetto ad un'accelerazione sismica uniforme avente le seguenti componenti

$$\text{Orizzontale} = k_h \cdot g \quad \text{Verticale} = k_v \cdot g$$

La spinta totale attiva su un paramento di altezza pari ad H è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma^* (1 \pm k_v) K_{A,E} H^2 + E_{ws} + E_{wd} \quad (14-7)$$

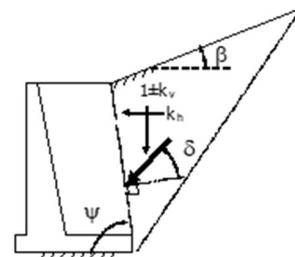
Il primo termine è la spinta attiva dovuta allo scheletro solido, il secondo termine  $E_{ws}$  è la risultante delle pressioni idrostatiche ed il terzo  $E_{wd}$  è la risultante delle sovrappressioni interstiziali.

I coefficienti di spinta attiva sono dati dalle seguenti espressioni (Mononobe & Okabe, nel seguito M-O):

#### CONDIZIONI DI SPINTA ATTIVA – Teoria di M-O

$$\beta \leq \phi - \theta: \quad K_{A,E} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{sen}(\psi - \theta - \delta) \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: \quad K_{A,E} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta)}$$



(14-8)

Operando nell'ambito del metodo agli stati limite, nelle formule precedenti, va introdotto l'angolo d'attrito di calcolo, cioè  $\tan(\phi_d) = \tan(\phi_k) / \gamma_\phi$  se si opera nell'ambito di una combinazione GEO (ad esempio A2+M2+R2).

A seconda della definizione del peso specifico  $\gamma^*$  del cuneo e dell'angolo  $\theta$  definito come l'angolo, rispetto alla verticale, fra le azioni esterne orizzontali e quelle verticali agenti sul cuneo di spinta

di volume  $V$ , l'espressione generale può essere utilizzata per tre diverse condizioni nelle quali può trovarsi il rilevato.

### Rilevato asciutto

Non c'è alcuna azione dovuta all'acqua: corrisponde alla configurazione originale ipotizzata da M-O. Come peso specifico  $\gamma^*$  si deve assumere il peso secco  $\gamma_d$ ; la forza orizzontale  $F_h$  è pari alla massa del terreno moltiplicata per l'accelerazione orizzontale mentre la forza verticale  $F_v$  è il peso del cuneo incrementato o decrementato dall'accelerazione sismica verticale; quindi:

$$\gamma^* = \gamma_d$$

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

$$E_{ws} = E_{wd} = 0$$

### Rilevato saturo a grana fine (dinamicamente impervio: $k < 5 \cdot 10^{-4}$ m/s)

In sostanza si assume che l'acqua, imprigionata negli interstizi, si muova insieme con il terreno: l'accelerazione sismica agirà quindi sulla massa complessiva (terreno+acqua) del cuneo, pari a  $V \cdot \gamma_{sat}$ . Si ammette che le pressioni interstiziali non subiscano variazioni ai fini del calcolo delle azioni sulla parete. In questo caso l'equilibrio limite del cuneo è fatto al netto della risultante delle azioni idrostatiche e quindi, nelle formule generali, si assumerà:

$$\gamma^* = \gamma'$$

$$\tan \theta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma'} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

Alla spinta efficace dovrà essere aggiunta la spinta idrostatica dell'acqua, mentre, per ipotesi, la componente idrodinamica non può svilupparsi. Quindi:

$$E_{ws} = \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

$$E_{wd} = 0$$

### Rilevato saturo a grana grossa (dinamicamente permeabile: $k \geq 5 \cdot 10^{-4}$ m/s)

Si ammette che l'acqua negli interstizi possa muoversi liberamente, indipendentemente dalle deformazioni subite dal terreno: l'accelerazione sismica agirà quindi sulla massa della sola parte solida del cuneo, pari a  $V \cdot \gamma_d$ . L'equilibrio limite del cuneo è fatto al netto della risultante delle pressioni interstiziali e quindi, nelle formule generali, si assumerà:

$$\gamma^* = \gamma'$$

$$\tan \theta = \frac{\gamma_d}{\gamma'} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

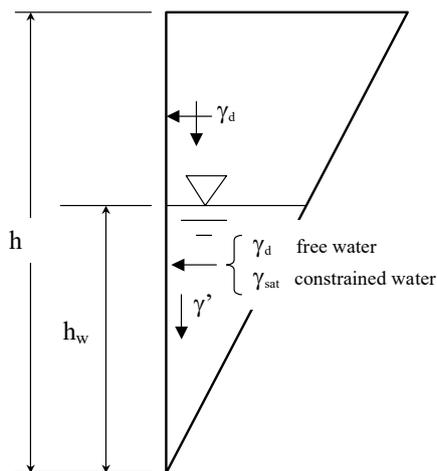
In questo caso dovranno essere aggiunte sia la spinta idrostatica sia la sovraspinta idrodinamica della stessa acqua di falda.

$$E_{ws} = \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H'^2 \quad \text{con } H' = \text{altezza della freatica dal piede del muro.}$$

### Rilevato parzialmente immerso

Ebeling e Morrison (1992) indicano il modo per utilizzare, anche in questo caso, le equazioni di



**Figura 14-2: terrapieno parzialmente immerso.**

M-O: sostanzialmente questo caso può essere assimilato a quello di un terrapieno completamente immerso omogeneo, avente un peso specifico equivalente. Per calcolare la risultante delle spinte, si potrà operare come segue. Si definiscono i pesi specifici medi da associare rispettivamente alla componente efficace verticale ed alla componente laterale

$$\gamma_v^* = \left( \frac{h_w}{h} \right)^2 \cdot \gamma' + \left[ 1 - \left( \frac{h_w}{h} \right)^2 \right] \cdot \gamma_d$$

$$\gamma_H^* = \begin{cases} \gamma_d & \text{se terreno din. permeabile} \\ \left( \frac{h_w}{h} \right)^2 \cdot \gamma_{sat} + \left[ 1 - \left( \frac{h_w}{h} \right)^2 \right] \cdot \gamma_d & \text{se terreno din. impervio} \end{cases}$$

Definendo

$$\tan \theta = \frac{\gamma_H^*}{\gamma_v^*} \frac{k_h}{1 - k_v}$$

si applicherà poi la (14-7) calcolando i coefficienti di spinta tramite le (14-8) e ponendo  $\gamma^* = \gamma_v^*$ .

### Punto di applicazione delle spinte attive sismiche

Considerato che la spinta attiva complessiva è in generale composta da tre termini, occorre calcolare il punto di applicazione di ognuno di essi

1. **Componente associata allo scheletro solido:** è possibile operare come segue

- si calcola la spinta attiva in condizioni statiche ( $S_{A,S}$ )
- si calcola la quota parte efficace di spinta sismica  $E_d$  dovuta alla terra:

$$S_{A,E} = \frac{1}{2} \gamma^* (1 \pm k_v) K_{A,E} H^2$$

Nel caso di terreno eterogeneo, la spinta attiva è calcolata considerando la variabilità di  $K_{A,sismico}$ . Nel caso di terreno omogeneo ma parzialmente in falda, si suggerisce di adottare l'approccio sopra indicato, piuttosto che introdurre diversi valori dei coefficienti di spinta.

- c) si calcola l'incremento di spinta dovuto alla terra in caso di sisma (componente efficace):

$$\Delta S_A = S_{A,E} - S_{A,S}$$

- d) Nel caso di muri che possano ruotare alla base, si può considerare che tale incremento abbia una risultante nello stesso punto della risultante delle spinte statiche
- e) Negli altri casi si può assumere che tale azione si distribuisca uniformemente sulla parete, il che equivale ad applicare un carico uniformemente distribuito pari a:

$$q = \Delta S_A / H$$

2. **Componente idrostatica:** è applicata come nel caso statico

3. **Componente idrodinamica ( $E_{wd}$ ):** se esiste, è applicata considerando la seguente distribuzione di pressioni:

$$q_{wd}(z) = \pm \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{H} \cdot z \quad \text{con } z \text{ quota del generico punto rispetto la base della parete.}$$

#### 14.1.5. Spinte passive in condizioni sismiche

In questo caso l'utilizzo delle equazioni di M-O è raccomandato solo nel caso in cui si voglia ignorare l'attrito tra terra e muro. Negli altri casi si raccomanda piuttosto di utilizzare relazioni basate sull'ipotizzare superficie di scivolamento curve, tra le quali si può citare la formulazione di Lancellotta (2007).

Il coefficiente di spinta passiva, in questo caso, per un muro verticale, è dato dalla seguente espressione:

$$K_{P,E} = \left[ \frac{\cos \delta}{\cos(\beta - \theta) - \sqrt{\sin^2 \phi - \sin^2(\beta - \theta)}} \times \left( \cos \delta + \sqrt{\sin^2 \phi - \sin^2 \delta} \right) \right] \cdot e^{2\alpha \tan(\phi)} \quad (14-9)$$

$$2\alpha = \arcsin\left(\frac{\sin \delta}{\sin \phi}\right) + \arcsin\left(\frac{\sin(\beta - \theta)}{\sin \phi}\right) + \delta + (\beta - \theta) + 2\theta$$

Con  $\theta$  valutato come nel caso attivo, a seconda delle condizioni del terreno nei riguardi della falda. Nella Tabella 14-1, si riportano valori di  $K_{PE}$  calcolati con questa teoria, nel caso di muro verticale terrapieno orizzontale e con componente sismica verticale nulla ( $k_v=0$ ). La componente orizzontale del coefficiente di spinta passiva sarà calcolata utilizzando i valori della tabella moltiplicati per  $\cos(\delta)$ .

		$\delta/\phi = 0$								
$\phi \rightarrow$	$k_h$	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
0		2.37	2.56	2.77	3	3.25	3.54	3.85	4.2	4.6
0.1		2.19	2.38	2.58	2.8	3.05	3.32	3.63	3.97	4.35
0.2		1.97	2.15	2.34	2.56	2.8	3.06	3.36	3.69	4.06
0.3		1.69	1.87	2.06	2.27	2.5	2.76	3.04	3.36	3.71
0.4		1.31	1.52	1.73	1.94	2.17	2.42	2.69	3	3.34

		$\delta/\phi = 1/3$								
$\phi \rightarrow$	$k_h$	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
0		2.85	3.15	3.49	3.89	4.34	4.87	5.49	6.22	7.09
0.1		2.63	2.92	3.25	3.63	4.07	4.58	5.17	5.87	6.71
0.2		2.36	2.64	2.95	3.31	3.73	4.22	4.78	5.45	6.25
0.3		2.02	2.3	2.6	2.94	3.34	3.8	4.34	4.97	5.72
0.4		1.57	1.87	2.18	2.51	2.89	3.33	3.84	4.44	5.14

		$\delta/\phi = 1/2$								
$\phi \rightarrow$	$k_h$	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
0		3.05	3.4	3.81	4.29	4.85	5.5	6.29	7.23	8.38
0.1		2.82	3.16	3.55	4.01	4.54	5.17	5.92	6.83	7.93
0.2		2.53	2.85	3.22	3.66	4.16	4.76	5.48	6.34	7.39
0.3		2.17	2.48	2.84	3.25	3.73	4.29	4.97	5.78	6.77
0.4		1.68	2.02	2.38	2.77	3.23	3.76	4.4	5.16	6.08

		$\delta/\phi = 2/3$								
$\phi \rightarrow$	$k_h$	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
0		3.22	3.62	4.08	4.63	5.28	6.06	7	8.15	9.57
0.1		2.98	3.36	3.8	4.33	4.95	5.7	6.6	7.7	9.06
0.2		2.67	3.03	3.45	3.95	4.54	5.25	6.1	7.15	8.44
0.3		2.29	2.64	3.04	3.51	4.06	4.73	5.53	6.51	7.73
0.4		1.78	2.15	2.55	3	3.52	4.15	4.9	5.81	6.95

**Tabella 14-1: coefficienti di spinta passiva  $K_{PE}$  (Lancellotta (2007)), al variare dell'accelerazione orizzontale, con accelerazione verticale nulla.**

#### 14.1.6. Sovraspinte sismiche per muri non in grado di spostarsi

In questo caso l'utilizzo delle equazioni di M-O non è raccomandato. Le spinte delle terre, sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere quindi calcolato attraverso la nota formulazione di Wood (1973) come:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2 = a_{max} / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

Con  $h_{tot}$  = altezza del muro.

Questa spinta è applicata come una distribuzione uniforme lungo l'altezza  $h_{tot}$ .

Nel caso di scatolare, si assumerà  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  = peso di volume del materiale compattato del rilevato.

Il punto di applicazione della spinta che interessa lo scatolare è posto  $h_{scat}/2$ , con "h<sub>tot</sub>" altezza dalla fondazione dello scatolare al piano stradale e  $h_{scat}$  l'altezza dello scatolare.

Essendo "ΔP<sub>d</sub>" la risultante globale, ed il diagramma di spinta di tipo rettangolare, è immediato ricavare la quota parte della spinta che agisce sul piedritto dello scatolare.

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti, di cui la componente verticale è considerata agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

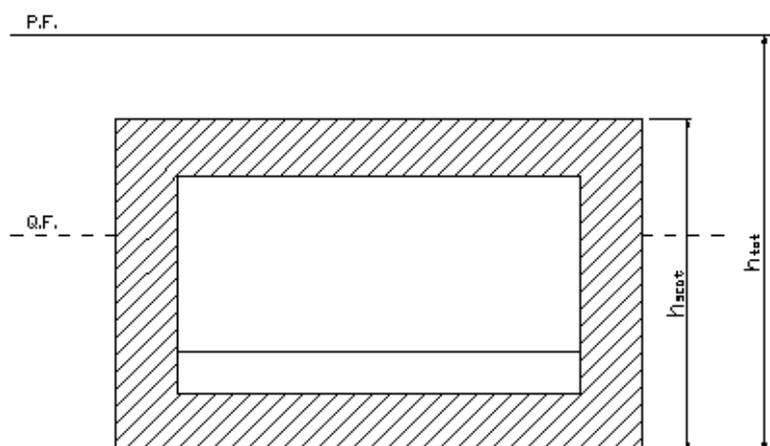


Figura 14-3

#### 14.1.7. Calcolo allo stato limite di muri

Le verifiche di tipo geotecnico (GEO) e (STRU) devono essere svolte in accordo con la normativa vigente, di regola secondo gli approcci indicati nelle due seguenti tabelle.

Nelle verifiche lato terreno (GEO) dovranno essere assunti i parametri geotecnici elencati nel capitolo 9 di questa relazione.

Nel calcolo della capacità portante alla base di muri di sostegno (quali ad esempio muri a mensola) si ricorrerà alle formule riportate nel cap.12, utilizzando tuttavia un coefficiente  $\gamma_R=1$  piuttosto che 1.80.

Nel caso in cui si rendesse necessario, per l'equilibrio alla traslazione, mettere in conto la resistenza passiva mobilita grazie all'introduzione di indentamenti o similari, si potranno adottare i valori dei coefficienti di spinta passiva suggeriti nel §14.1.2, opportunamente ridotti secondo quanto indicato dalle NTC2008.



Per il progetto delle resistenze strutturali (armature) occorre considerare le azioni derivanti da una combinazione A1+M1+R1 in cui i parametri geotecnici del terreno non sono abbattuti da coefficienti di sicurezza parziali.

			Azioni (A)	Parametri geotecnici (M)			Resistenze (R)		
				tan ( $\phi$ )	c'	S <sub>u</sub>			
Approccio 1	COMB 1	Verifiche strutturali (STR)	Rilevato	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.30$	$\gamma_\phi = 1$	$\gamma_{c'} = 1$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$	
			Sovraccarico	$\gamma_F = \gamma_{Q1} = 1.50$					
	Terreno di Fondazione		$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1$	$\gamma_{c'} = 1$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$		
	Peso Muro		$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$						
Approccio 2	COMB 2	scorrimento e capacità portante (GEO)	Rilevato	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$	
			Sovraccarico	$\gamma_F = \gamma_{Q1} = 1.30$					
	Terreno di Fondazione		$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$		
	Peso Muro		$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$						
Approccio 2	A1+M1+R3	scorrimento e capacità portante (GEO)	Rilevato	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.30$	$\gamma_\phi = 1$	$\gamma_{c'} = 1$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1.4$	
			Sovraccarico	$\gamma_F = \gamma_{Q1} = 1.50$					
			Terreno di Fondazione	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1$	$\gamma_{c'} = 1$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1.4$	
			Peso Muro	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$					
EQU		verifica a ribaltamento (EQU)	Rilevato	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.10$	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$	
			Sovraccarico	$\gamma_F = \gamma_{Q1} = 1.50$					
			Terreno di Fondazione		Ininfluyente				
			Peso Muro	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 0.90$					
Approccio 1	COMB 2	A2+M2+R2	Stabilità globale	Rilevato	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1.1$
				Sovraccarico	$\gamma_F = \gamma_{Q1} = 1.30$				
				Terreno di Fondazione	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1.1$
				Peso Muro	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$				

Note:

1. l'APPROCCIO 2 può essere omissso nel caso di muri dotati di ancoraggio al terreno
2. il coefficiente parziale  $\gamma_\phi$  va applicato alla tangente dell'angolo d'attrito

**Tabella 14-2 : approcci di calcolo agli SLU per muri di sostegno – combinazioni non sismiche**

			Azioni (A)	Parametri geotecnici (M)			Resistenze (R)	
				tan ( $\phi$ )	c'	S <sub>u</sub>		
Approccio 1	COMB 1	A1+M1+R1	VERIFICHE STRU	Rilevato	$\gamma_\phi = 1$	$\gamma_{c'} = 1$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$
				Sovraccarico				
				Terreno di Fondazione				
				Peso Muro				
Approccio 1	COMB 2	A2+M2+R2	VERIFICHE GEO	Rilevato	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$
				Sovraccarico				
				Terreno di Fondazione				
				Peso Muro				

**Tabella 14-3 : approcci di calcolo agli SLU per muri di sostegno – caso sismico**

## 15. VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DEGLI SCATOLARI E DEI MURI AD U

Nel complesso la generica sezione trasversale del manufatto deve essere verificata per la concomitanza di azioni verticali, orizzontali e ribaltanti.

Trattandosi di norma di struttura interrata, ai fini del calcolo delle resistenze in gioco, si raccomanda di operare in accordo con quanto delineato nel seguito, al fine di assicurare schemi coerenti con le resistenze in gioco e, nel contempo, evitare assunzioni eccessivamente gravose oltreché irrealistiche.

Si consideri il seguente schema in cui sono indicate le azioni mobilitanti e quelle resistenti (in rosso):

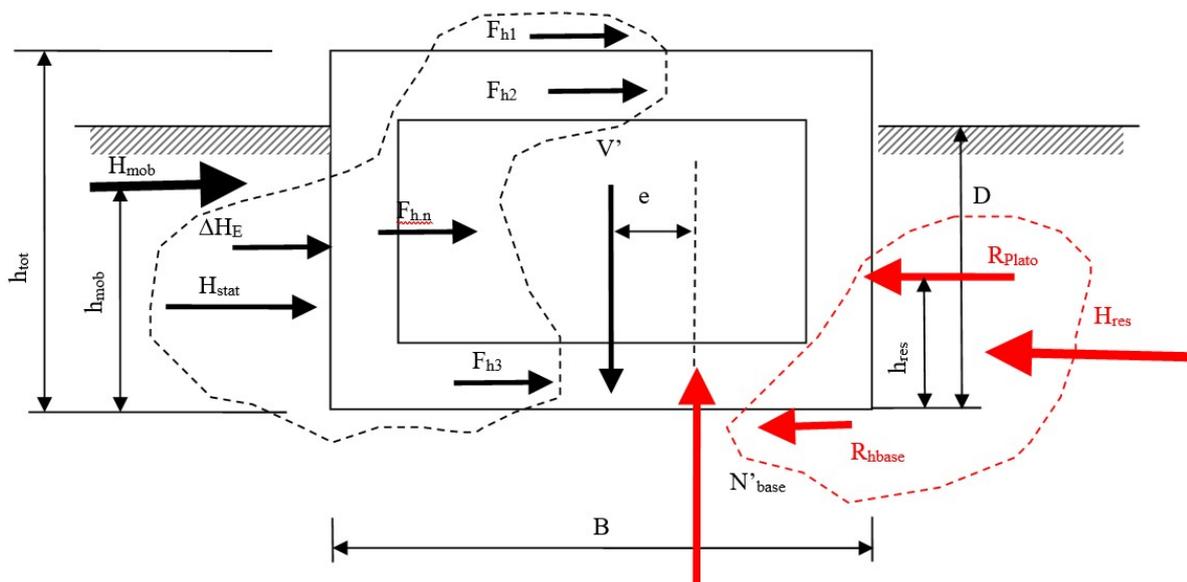


Figura 15-1

Sia

$V' = N'_{base}$  = risultante delle azioni verticali, al netto dell'eventuale sottospinta dell'acqua e comprensiva dell'eventuale componente verticale dell'accelerazione sismica

$H_{stat}$  = risultante delle spinte efficaci del terreno in condizioni statiche, mobilitanti (da un lato)

$\Delta H_E$  = risultante delle sovra spinte sismiche (da un lato, mobilitanti)

$F_{h1}, \dots, F_{hn}$  = azioni orizzontali esterne mobilitanti applicate al manufatto, tra le quali, in caso sismico, l'azione inerziale data dalla massa del manufatto moltiplicata per l'accelerazione sismica orizzontale

$R_{h,base}$  = resistenza offerta dalla base, che può essere calcolata come il minimo tra l'azione possibile per attrito e la massima azione orizzontale compatibile con la richiesta di capacità portante della fondazione soggetta ad un'azione  $V'$ , ad un'eccentricità dei carichi dovuta a tutte le azioni orizzontali, corrispondente ad un rapporto fra azione orizzontale ed azione verticale  $H/V = R_{h,base} / V'$  (vedi in seguito)

$R_{p,lato}$  = resistenza laterale offerta dal rinterro lato resistente, necessaria affinché l'equilibrio sia rispettato

Si potrà procedere come segue:

STEP 1. Si determinano, per la combinazione di interesse,  $V'$ ,  $H_{stat}$ ,  $\Delta H_E$ ,  $\Sigma F_{hi}$ ,

STEP 2. Si calcola la risultante delle azioni orizzontali mobilizzanti e delle azioni orizzontali resistenti, ed i relativi momenti rispetto alla base:

$$H_{mob} = H_{stat} + \Delta H_E + \Sigma F_{hi} \qquad M_{mob} = H_{mob} \cdot h_{mob}$$

$$H_{res} = R_{h,base} + R_{p,lato} \qquad M_{res} = R_{p,lato} \cdot h_{res}$$

ove, per l'equilibrio, dovrà essere

$$H_{mob} = H_{res} \qquad M = M_{mob} - M_{res}$$

In linea di principio, quindi, è solo possibile conoscere la somma  $H_{res}$  delle resistenze, ma non i due addendi, che potranno essere espressi nel seguente modo

$$R_{h,base} = \alpha \cdot H_{mob}$$

$$R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$$

$$M = H_{mob} \cdot h_{mob} - (1 - \alpha) \cdot H_{mob} \cdot h_{res}$$

$$\text{con } 0 \leq \alpha \leq 1$$

STEP 3. Inizialmente si può ipotizzare che  $R_{p,lato} = H_{stat}$ , ossia che la risultante complessiva delle spinte del terreno statiche sia nulla; da cui  $\alpha = 1 - (H_{stat} / H_{mob})$ . Questa assunzione è coerente con il fatto che, inizialmente, si assume che l'incremento di azioni orizzontali determini un incremento di reazione alla base, piuttosto che mobilitare un incremento di spinta del cuneo di terreno "passivo"

STEP 4. Si calcola, per il rapporto  $R_{h,base} / V' = \alpha \cdot H_{mob} / V'$ , e l'eccentricità "e" =  $M/V'$ , la capacità portante della fondazione, con le equazioni riportate nel cap.12; se tale capacità portante è inferiore a quella minima richiesta, si riduce  $R_{h,base}$  ( $\alpha$ ) fino ad ottenere una capacità portante uguale a quella richiesta; chiamiamo  $R_{h,max}$  il massimo valore possibile affinché sia garantita la capacità portante ( $R_{h,max} \leq R_{h,base}$ ) e  $\alpha_{max}$  il valore di  $\alpha$  corrispondente a  $R_{h,max}$

STEP 5. La resistenza offerta dalla fondazione sarà quindi pari a

$$R_{h,base} = \min (R_{h,max}; \mu_d V') \text{ con } \mu_d = \text{coeff. d'attrito alla base, di progetto}$$

$$\alpha = \min (R_{h,max}; \mu_d V') / H_{mob} = \min (\alpha_{max} ; \mu_d V' / H_{mob})$$

Una volta concluso, questo processo fornisce la resistenza minima  $R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$  che deve essere fornita dal rilevato assoggettato a spinte maggiori della spinta a riposo (rilevato a destra del manufatto, nella Figura 15-1.)

A questo punto è sufficiente verificare che  $R_{p,lato}$  sia congruamente inferiore della resistenza passiva offribile dal rilevato stesso, in condizioni sismiche, resistenza da valutarsi con i valori di  $K_{PE}$  indicati in Tabella 14-1.

Quanto alla valutazione delle spinte statiche lato mobilitante (a sinistra nella Figura 15-1.) in linea di principio si potrebbe fare riferimento alle spinte attive (statiche e sismiche), trattandosi, in questo caso, di verifiche in condizioni di equilibrio limite. Tuttavia, a giudizio del Progettista, possono essere introdotti, in favore di sicurezza, i valori di spinta a riposo e di sovraspinta secondo il criterio di Wood.

Con riferimento alla Figura 15-1, per ogni combinazione di carico allo SLU è necessario disporre dei seguenti dati:

1. Geometria della sezione ( $h_{tot}$ , B, D)
2. Risultante  $V'$  dei carichi verticali al netto dell'eventuale sottospinta dell'acqua
3. Risultante di tutte le spinte mobilitanti ( $H_{mob}$ ) e relativo braccio  $h_{mob}$
4. Braccio della reazione lato cuneo "passivo"  $h_{res}$  che, in assenza di determinazioni più precise, può essere posto pari a  $D/3$
5. Eventuale componente orizzontale e verticale dell'accelerazione sismica pseudo-statica

Si analizzano ora le diverse combinazioni e sezioni critiche.

### 15.1. Sezione tipica del manufatto scatolare del sottopasso della linea storica

Si esaminano le seguenti condizioni per il manufatto scatolare della linea storica:

- Quote:
  - Quota falda di progetto  $\sim + 131.144$  m
  - Quota piano di campagna  $\sim + 144.13$  m
  - Quota sotto fondazione  $\sim + 139.07$  m
- Dimensioni manufatto
  - B = 3.80 m
  - H = 4.30 m
- Parametri geotecnici caratteristici
  - $\phi_k' = 35^\circ$  (vedi parametri capitolo 9 le fondazioni vanno posate sullo strato 2)
  - $\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{z_w}{B'} \cdot (\gamma - \gamma') = 10$  kN/m<sup>3</sup> (conservativamente)
- Coefficiente sismico
  - $k_h = 0.2724$  (vedi capitolo 10)

Per quanto riguarda la valutazione della resistenza passiva offerta dal rinfiango, si considerano i seguenti parametri medi:

- un peso specifico uniforme equivalente pari a 19 kN/m<sup>3</sup> in quanto il rilevato non è in falda
- $\phi_k' = 35^\circ$  (per terreno di riporto ben compattato)

Si noti che nella valutazione della resistenza passiva disponibile si è tenuto conto del sovraccarico equivalente ad uno spessore  $H_{ril}$  di rilevato stradale (inteso come profondità dal piano campagna) al di sopra della sommità del manufatto: con riferimento alla Figura 15-2, la spinta passiva è valutata come:

$$S_p = K_p \cdot \bar{\gamma} \cdot \left( \frac{h_{tot}^2}{2} + h_{tot} \cdot H_{ril} \right)$$

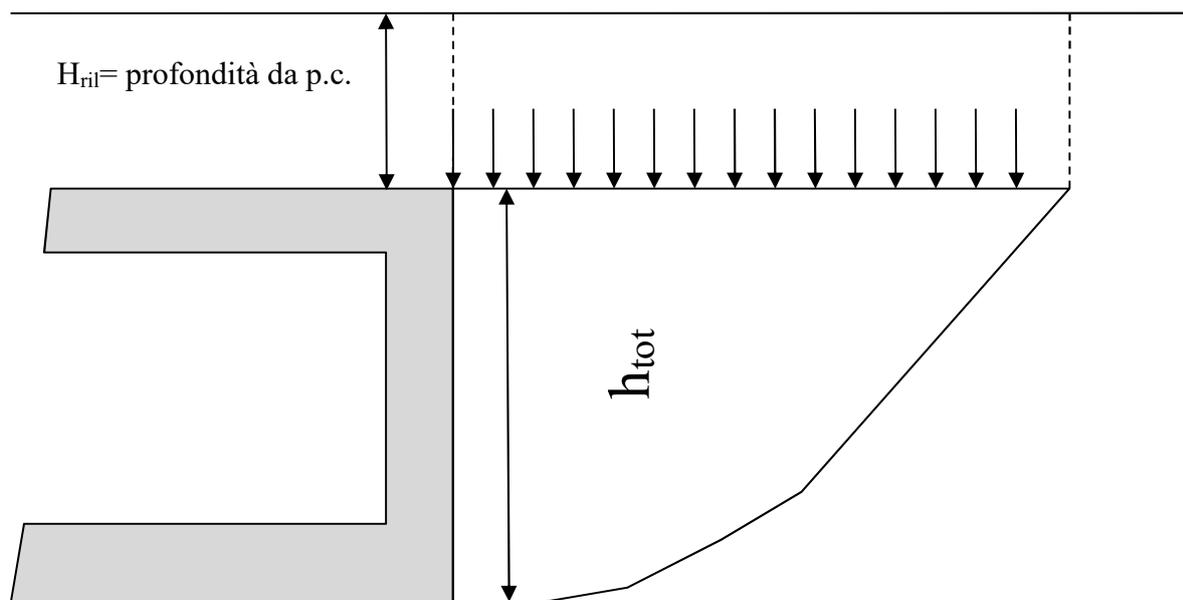


Figura 15-2: contributo del rilevato alla spinta passiva

Nelle pagine seguenti, in dettaglio, si analizzano le seguenti combinazioni in accordo con quanto riportato nella relazione di calcolo citata tra i riferimenti.

**SCATOLARE**

	H	V	M				
SLU / SLV	kN/m	kN/m	kNm/m				
SLU_GEO_7	174,03	519,53	433,11	max V			
SLV_GEO_2	213,64	264,86	512,16	max H	max M	max M/V	max H/V

	H	V	M				
SLE-CAR	kN/m	kN/m	kNm/m				
CAR_11	143,33	504,85	354,38	max V	max M	max H	max H/V
CAR_28	83,29	330,00	243,58	max M/V			

Nel seguito si riporta la verifica in base alle azioni sopra illustrate corrispondenti all'introduzione delle spinte del terrapieno a riposo e delle sovraspinte sismiche nell'ipotesi di manufatto rigido (Wood). Di fatto sono significative le sole combinazioni SLV, maggiormente gravose.

Come mostrato nella pagina seguente la verifica è soddisfatta, con una percentuale dell'azione orizzontale attribuita alla base pari al 50% ed una mobilitazione della resistenza passiva laterale pari al 18% di quella disponibile, aliquota accettabile.

Condizione	$H'_{mob}$ kN/m	$\alpha$ (perc. azione orizzontale attribuita alla base)	Resistenza passiva mobilitata
SLVGEO2 (riposo + Wood)	213.64	50%	18%

Di seguito i calcoli nel dettaglio.



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RB SLA8 00 001

Rev.  
A

Foglio  
41 di 54

**TITOLO: SLA8 - Sottopasso LS - SLVGEO2 - WOOD**

**CALCOLO FONDAZIONI DIRETTE - S.L.U. Secondo NTC 2008**

**strutture prevalentemente nastriformi - carichi orizzontali paralleli al lato minore**

**piano campagna sostanzialmente orizzontale**

angolo d'attrito caratteristico $\phi'_k$	33 °	0.5760 rad	
angolo d'attrito caratteristico $\phi'_k$ alla base	30 °	0.5236 rad	
coefficiente $\gamma_\phi$	1.25		
coefficiente $\gamma_R$ capacità portante	1.8	Approccio 1 - comb. 2	
coefficiente $\gamma_R$ scorrimento	1.1	A2+M2+R2	
angolo d'attrito di design $\phi'_{d1}$	27.45 °	0.4791 rad	$\tan(\phi'_{d1}) = 0.52$
angolo d'attrito di design $\phi'_{d1}$ base	24.79 °	0.4327 rad	$\mu_d = 0.46$
Dimensione minore B [m]	3.8 m	Dim maggiore L [m]	1.41E+01 m
Profondità da piano campagna D [m]	5.06 m		
$q'$ = carico perm ai lati	91 kPa		
$\gamma$ = peso specifico medio sotto la fondazione	19 kN/m <sup>3</sup>		
$k_h$ = accelerazione sismica [g]	0.2724 g		
$k_v$ = accelerazione sismica [g]	-0.1362 g		
Risultante carichi verticali $V'$	264.86 kN/m		
Risultante carichi orizz. mobilit. $H_{mob}$	213.64 kN/m		
Braccio di $H_{mob}$ $h_{mob}$	2.4 m		
Braccio reazione lato passivo $h_{stab}$	1.69 m		
coefficiente di ripartiz. Lato e base $\alpha$	50%		
$R_{h,base} = \alpha \cdot H_{mob}$	107 kN/m		
$R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$	107 kN/m		
<b>Resistenza complessiva laterale (somma)</b>	214 kN/m		
$M_{mob}$	513 kNm/m		
$M_{res}$	-181 kNm/m		
Momento ribaltante (somma)	332 kNm/m		
eccentricità e	1.25 m		
Dimensione minore $B_{eff}$ [m] (efficace)	1.29 m	<b>(*) <math>B_{eff} = B - 2 \cdot e</math> con e=eccentricità carico</b>	
Rapporto $B_{eff}/L$	0.091591		
Rapporto $D/B_{eff}$	3.918144		

$Q_{Ed} = V' / B_{eff}$	205.09 kPa	<b>sollecitazione</b>
Rapporto $R_{h,base} / V'$ orizz/verticale	0.40	

**calcolo capacità portante**

	$N_{q,\gamma}$	$S_{q,\gamma}$	$d_{q,\gamma}$	$i_{q,\gamma}$	$\beta_{q,\gamma}$	$z_{q,\gamma}$	$\Rightarrow$	$\Delta q_{lim}$		
contributo associato a q	13.86	1.01	1.40	0.32	1.00	0.77	$\Rightarrow$	447	kPa	
contributo associato a $\gamma$	10.03	0.96	1.00	0.19	1.00	0.77	$\Rightarrow$	17	kPa	
								somma	465	kPa

$Q_{u,d} = 464.7 / 1.8 = 258$  kPa

approccio 1 - comb. 2 A2+M2+R2

**Verifica a capacità portante alla base**

$Q_{u,d} / Q_{Ed} =$	1.259	> 1 OK	} Minimo=	1.041
----------------------	-------	--------	-----------	-------

**Verifica a scorrimento alla base**

$(\mu_d \cdot V' / \gamma_{R,scorr}) / R_{h,base}$	1.041	> 1 OK
--	-------	--------

**Verifica cuneo passivo**

Resistenza richiesta al cuneo di valle	106.82	kN/m
Resistenza possibile (input utente)	600.09	kN/m
Possibile / Richiesta	5.618	> 1 OK
perc. spinta passiva richiesta	18%	
angolo d'attrito caratteristico per stima $K_{pE}$	35.00 °	0.6109 rad
valore di design	29.26 °	0.5106 rad
$\delta' \phi$	0.50	
peso medio cuneo passivo	19.00 kN/m <sup>3</sup>	
Altezza cuneo passivo	4.30 m	
profondità da p.c	0.76 m	
$\phi_i$ 0.5106 rad	delta 0.255 rad	beta 0 rad
$k_h$ 0.2724	$k_v$ -0.136	theta 0.3055 rad
alpha 0.2205 rad		$K_{pE}$ 3.020
Spinta Passiva	600.09	

## 15.2. Sezione tipica del manufatto scatolare del sottopasso di collegamento QBSE/AC

Si esaminano le seguenti condizioni per il manufatto scatolare di collegamento QBSE/AC:

- Quote:
  - Quota falda di progetto ~ + 131.144 m
  - Quota piano di campagna ~ + 144.09 m
  - Quota sotto fondazione ~ + 139.07 m
- Dimensioni manufatto
  - B = 4.20 m
  - H = 4.00 m
- Parametri geotecnici caratteristici
  - $\phi_k' = 35^\circ$  (vedi parametri capitolo 9 le fondazioni vanno posate sullo strato 2)
  - $\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{z_w}{B'} \cdot (\gamma - \gamma') = 10 \text{ kN/m}^3$  (conservativamente)
- Coefficiente sismico
  - $k_h = 0.2724$  (vedi capitolo 10)

Per quanto riguarda la valutazione della resistenza passiva offerta dal rinfianco, si considerano i seguenti parametri medi:

- un peso specifico uniforme equivalente pari a  $19 \text{ kN/m}^3$  in quanto il rilevato non è in falda
- $\phi_k' = 35^\circ$  (per terreno di riporto ben compattato)

Si noti che nella valutazione della resistenza passiva disponibile si è tenuto conto del sovraccarico equivalente ad uno spessore  $H_{ril}$  di rilevato stradale (inteso come profondità dal piano campagna) al di sopra della sommità del manufatto: con riferimento alla Figura 15-2, la spinta passiva è valutata come:

$$S_p = K_p \cdot \bar{\gamma} \cdot \left( \frac{h_{tot}^2}{2} + h_{tot} \cdot H_{ril} \right)$$

Nelle pagine seguenti, in dettaglio, si analizzano le seguenti combinazioni in accordo con quanto riportato nella relazione di calcolo citata tra i riferimenti.

**SCATOLARE**

	H	V	M				
SLU / SLV	kN/m	kN/m	kNm/m				
SLU_GEO_7	174,03	519,53	433,11	max V			
SLV_GEO_2	213,64	264,86	512,16	max H	max M	max M/V	max H/V

	H	V	M				
SLE-CAR	kN/m	kN/m	kNm/m				
CAR_11	143,33	504,85	354,38	max V	max M	max H	max H/V
CAR_28	83,29	330,00	243,58	max M/V			

Nel seguito si riporta la verifica in base alle azioni sopra illustrate corrispondenti all'introduzione delle spinte del terrapieno a riposo e delle sovraspinte sismiche nell'ipotesi di manufatto rigido (Wood). Di fatto sono significative le sole combinazioni SLV, maggiormente gravose.

Come mostrato nella pagina seguente la verifica è soddisfatta, con una percentuale dell'azione orizzontale attribuita alla base pari al 50% ed una mobilitazione della resistenza passiva laterale pari al 18% di quella disponibile, aliquota accettabile.

Condizione	$H'_{mob}$ kN/m	$\alpha$ (perc. azione orizzontale attribuita alla base)	Resistenza passiva mobilitata
SLVGEO2 (riposo + Wood)	213.64	50%	18%

Di seguito i calcoli nel dettaglio.



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RB SLA8 00 001

Rev.  
A

Foglio  
44 di 54

**TITOLO: SLA8 - Sottopasso COLLEGAMENTO QBSE/AC - SLVGE02 - WOOD**

**CALCOLO FONDAZIONI DIRETTE - S.L.U. Secondo NTC 2008**

**strutture prevalentemente nastriformi - carichi orizzontali paralleli al lato minore**

**piano campagna sostanzialmente orizzontale**

angolo d'attrito caratteristico $\phi'_k$	33 °	0.5760 rad	
angolo d'attrito caratteristico $\phi'_k$ alla base	30 °	0.5236 rad	
coefficiente $\gamma_\phi$	1.25		
coefficiente $\gamma_R$ capacità portante	1.8	Approccio 1 - comb. 2	
coefficiente $\gamma_R$ scorrimento	1.1	A2+M2+R2	
angolo d'attrito di design $\phi'_d$	27.45 °	0.4791 rad	$\tan(\phi'_d) = 0.52$
angolo d'attrito di design $\phi'_d$ base	24.79 °	0.4327 rad	$\mu_d = 0.46$
Dimensione minore B [m]	4.2 m	Dim maggiore L [m]	1.41E+01 m
Profondità da piano campagna D [m]	5.02 m		
$q'$ = carico perm ai lati	90 kPa		
$\gamma$ = peso specifico medio sotto la fondazione	19 kN/m <sup>3</sup>		
$k_h$ = accelerazione sismica [g]	0.2724 g		
$k_v$ = accelerazione sismica [g]	-0.1362 g		
Risultante carichi verticali $V'$	264.86 kN/m		
Risultante carichi orizz. mobilit. $H_{mob}$	213.64 kN/m		
Braccio di $H_{mob}$ $h_{mob}$	2.4 m		
Braccio reazione lato passivo $h_{stab}$	1.67 m		
coefficiente di ripartiz. Lato e base $\alpha$	50%		
$R_{h,base} = \alpha \cdot H_{mob}$	107 kN/m		
$R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$	107 kN/m		
<b>Resistenza complessiva laterale (somma)</b>	214 kN/m		
$M_{mob}$	513 kNm/m		
$M_{res}$	-178 kNm/m		
Momento ribaltante (somma)	334 kNm/m		
eccentricità e	1.26 m		
Dimensione minore $B_{eff}$ [m] (efficace)	1.68 m		(*) $B_{eff} = B - 2 \cdot e$ con e=eccentricità carico
Rapporto $B_{eff}/L$	0.118815		
Rapporto $D/B_{eff}$	2.996486		

$Q_{Ed} = V' / B_{eff}$  158.10 kPa **sollecitazione**  
 Rapporto  $R_{h,base} / V'$  orizz/verticale 0.40

**calcolo capacità portante**

	$N_{q,\gamma}$	$S_{q,\gamma}$	$d_{q,\gamma}$	$i_{q,\gamma}$	$\xi_{q,\gamma}$	$Z_{q,\gamma}$	$\Delta q_{lim}$	
contributo associato a q	13.86	1.02	1.38	0.32	1.00	0.77	⇒	437 kPa
contributo associato a $\gamma$	10.03	0.95	1.00	0.19	1.00	0.77	⇒	22 kPa
							somma	460 kPa

$Q_{u,d} = 459.55 / 1.8 = 255$  kPa

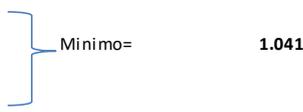
approccio 1 - comb. 2 A2+M2+R2

**Verifica a capacità portante alla base**

$Q_{u,d} / Q_{Ed} = 1.615 > 1$  OK

**Verifica a scorrimento alla base**

$(\mu_d \cdot V' / \gamma_{R,scorr}) / R_{h,base} = 1.041 > 1$  OK



**Verifica cuneo passivo**

Resistenza richiesta al cuneo di valle	106.82	kN/m
Resistenza possibile (input utente)	579.33	kN/m
Possibile / Richiesta	5.423	> 1 OK
perc. spinta passiva richiesta	18%	
angolo d'attrito caratteristico per stima $K_{pE}$	35.00 °	0.6109 rad
valore di design	29.26 °	0.5106 rad
$\delta' \phi$	0.50	
peso medio cuneo passivo	19.00 kN/m <sup>3</sup>	
Altezza cuneo passivo	4.00 m	
profondità da p.c	1.02 m	
$\phi_i$ 0.5106 rad	delta 0.255 rad	beta 0 rad
$k_h$ 0.2724	$k_v$ -0.136	theta 0.3055 rad
alpha 0.2205 rad		$K_{pE}$ 3.020
Spinta Passiva	579.33	

**15.3. Muri ad U**

- Parametri geotecnici caratteristici
  - $\phi_k' = 35^\circ$  (vedi parametri capitolo 9; le fondazioni vanno posate sullo strato 2)
  - $\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{z_w}{B'} \cdot (\gamma - \gamma') = 10 \text{ kN/m}^3$  (conservativamente)
- Coefficiente sismico Come caso precedente

Nella pagina seguente, in dettaglio, tra le combinazioni riportate, in accordo alla relazione di calcolo citata tra i riferimenti, si analizza solo quella SLU poiché più gravosa.

**MURO AD U - H=3,96m**

	H	V	M
	kN/m	kN/m	kNm/m
SLU	172,94	175,77	295,20
SLV	159,08	190,90	288,23
SLE - CAR	135,98	175,77	226,32

h (di calcolo) =	4,31	m	Altezza di calcolo
h totale=	4,66	m	Altezza totale muro
B=	4,39	m	larghezza totale fondazione

**MURO AD U - H=2,90m**

	H	V	M
	kN/m	kN/m	kNm/m
SLU	107,78	127,45	140,73
SLV	91,06	137,48	123,35
SLE - CAR	83,20	127,45	105,81

h (di calcolo) =	3,20	m	Altezza di calcolo
h totale=	3,50	m	Altezza totale muro
B=	4,18	m	larghezza totale fondazione

La verifica è soddisfatta, con una mobilitazione della spinta passiva laterale pari al massimo al 19% di quella disponibile (aliquota tollerabile).

MURO a U	B	h	h <sub>w</sub>	h <sub>w</sub> /h	$\gamma$	$\alpha$	% Sp
H=3.96 m	4.39	3.96	0.0	0.0	19.00	42	19
H=2.90 m	4.18	2.9	0.0	0.0	19.00	48	19

B	larghezza - [m]
h	altezza parte interrata [m]
h <sub>w</sub>	altezza parte in falda [m]
$\alpha$	coeff. di ripartizione lato e base
%Sp	% spinta passiva richiesta

Di seguito i calcoli nel dettaglio.



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RB SLA8 00 001

Rev.  
A

Foglio  
46 di 54

**TITOLO: SLA8-MURO H=3.96m - SLU - M-O**

**CALCOLO FONDAZIONI DIRETTE - S.L.U. Secondo NTC 2008**

**strutture prevalentemente nastriformi - carichi orizzontali paralleli al lato minore**

**piano campagna sostanzialmente orizzontale**

angolo d'attrito caratteristico $\phi'_k$	35 °	0.6109 rad	
angolo d'attrito caratteristico $\phi'_k$ alla base	30 °	0.5236 rad	
coefficiente $\gamma_\phi$	1.25		
coefficiente $\gamma_R$ capacità portante	1.8	Approccio 1 - comb. 2	
coefficiente $\gamma_R$ scorrimento	1.1	A2+M2+R2	
angolo d'attrito di design $\phi'_d$	29.26 °	0.5106 rad	$\tan(\phi'_d) = 0.56$
angolo d'attrito di design $\phi'_d$ base	24.79 °	0.4327 rad	$\mu_q = 0.46$
Dimensione minore B [m]	4.39 m	Dim maggiore L [m]	1.00E+02 m
Profondità da piano campagna D [m]	4.66 m		
$q'$ = carico perm ai lati	84 kPa		
$\gamma$ = peso specifico medio sotto la fondazione	19 kN/m <sup>3</sup>		
$k_h$ = accelerazione sismica [g]	0.2724 g		
$k_v$ = accelerazione sismica [g]	-0.1362 g		
Risultante carichi verticali $V'$	175.77 kN/m		
Risultante carichi orizz. mobilit. $H_{mob}$	172.94 kN/m		
Braccio di $H_{mob}$ $h_{mob}$	1.71 m		
Braccio reazione lato passivo $h_{stab}$	1.55 m		
coefficiente di ripartiz. Lato e base $\alpha$	42%		
$R_{h,base} = \alpha \cdot H_{mob}$	73 kN/m		
$R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$	100 kN/m		
<b>Resistenza complessiva laterale (somma)</b>	173 kN/m		
$M_{mob}$	296 kNm/m		
$M_{res}$	-155 kNm/m		
Momento ribaltante (somma)	140 kNm/m		
eccentricità e	0.80 m		
Dimensione minore $B_{eff}$ [m] (efficace)	2.79 m	(*) $B_{eff} = B - 2 \cdot e$ con e=eccentricità carico	
Rapporto $B_{eff}/L$	0.02794		
Rapporto D / $B_{eff}$	1.66779		

$Q_{Ed} = V' / B_{eff}$  62.91 kPa **sollecitazione**  
 Rapporto  $R_{h,base} / V'$  orizz/verticale 0.41

**calcolo capacità portante**

	$N_{q,\gamma}$	$s_{q,\gamma}$	$d_{q,\gamma}$	$i_{q,\gamma}$	$\xi_{q,\gamma}$	$z_{q,\gamma}$	$\Delta q_{lim}$
contributo associato a q	16.92	1.00	1.30	0.31	1.00	0.79	463 kPa
contributo associato a $\gamma$	13.38	0.99	1.00	0.18	1.00	0.79	50 kPa
						somma	513 kPa
						$Q_{u,d} = 513.13 / 1.8 =$	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">285</span> kPa

approccio 1 - comb. 2 A2+M2+R2

**Verifica a capacità portante alla base**

$Q_{u,d} / Q_{Ed} = 4.532 > 1 \text{ OK}$

**Verifica a scorrimento alla base**

$(\mu_q \cdot V' / \gamma_{R,scorr}) / R_{h,base} = 1.016 > 1 \text{ OK}$  } **Minimo= 1.016**

**Verifica cuneo passivo**

Resistenza richiesta al cuneo di valle	100.31	kN/m
Resistenza possibile (input utente)	514.61	kN/m
Possibile / Richiesta	5.130	> 1 OK
perc. spinta passiva richiesta	19%	
angolo d'attrito caratteristico per stima $K_{pE}$	35.00 °	0.6109 rad
valore di design	29.26 °	0.5106 rad
$\partial \phi$	0.50	
peso medio cuneo passivo	19.00 kN/m <sup>3</sup>	
Altezza cuneo passivo	4.66 m	
profondità da p.c	0.00 m	
$\phi_i$	0.5106 rad	delta
$k_h$	0.2724	$k_v$
alpha	0.2205 rad	$\beta$
Spinta Passiva	520.72	$\theta$
		$K_{pE}$

Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RB SLA8 00 001Rev.  
AFoglio  
47 di 54**TITOLO: SLA8-MURO H=2.90m - SLU - M-O****CALCOLO FONDAZIONI DIRETTE - S.L.U. Secondo NTC 2008****strutture prevalentemente nastriformi - carichi orizzontali paralleli al lato minore****piano campagna sostanzialmente orizzontale**

angolo d'attrito caratteristico $\phi'_k$	35 °	0.6109 rad		
angolo d'attrito caratteristico $\phi'_k$ alla base	30 °	0.5236 rad		
coefficiente $\gamma_\phi$	1.25			
coefficiente $\gamma_R$ capacità portante	1.8	Approccio 1 - comb. 2		
coefficiente $\gamma_R$ scorrimento	1.1	A2+M2+R2		
angolo d'attrito di design $\phi'_d$	29.26 °	0.5106 rad	$\tan(\phi'_d) =$	0.56
angolo d'attrito di design $\phi'_d$ base	24.79 °	0.4327 rad	$\mu_q =$	0.46
Dimensione minore B [m]	4.18 m	Dim maggiore L [m]	1.00E+02 m	
Profondità da piano campagna D [m]	3.5 m			
$q'$ = carico perm ai lati	63 kPa			
$\gamma$ = peso specifico medio sotto la fondazione	19 kN/m <sup>3</sup>			
$k_h$ = accelerazione sismica [g]	0.2724 g			
$k_v$ = accelerazione sismica [g]	-0.1362 g			
Risultante carichi verticali $V'$	127.45 kN/m			
Risultante carichi orizz. mobilit. $H_{mob}$	107.78 kN/m			
Braccio di $H_{mob}$ $h_{mob}$	1.31 m			
Braccio reazione lato passivo $h_{stab}$	117 m			
coefficiente di ripartiz. Lato e base $\alpha$	48%			
$R_{h,base} = \alpha \cdot H_{mob}$	52 kN/m			
$R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$	56 kN/m			
<b>Resistenza complessiva laterale (somma)</b>	108 kN/m			
$M_{mob}$	141 kNm/m			
$M_{res}$	-6557 kNm/m			
Momento ribaltante (somma)	-6416 kNm/m			
eccentricità e	-50.34 m			
Dimensione minore $B_{eff}$ [m] (efficace)	104.86 m	(*) $B_{eff} = B - 2e$ con $e =$ eccentricità carico		
Rapporto $B_{eff}/L$	1.04865			
Rapporto D / $B_{eff}$	0.03338			

$Q_{Ed} = V' / B_{eff}$  1.22 kPa **sollecitazione**

Rapporto  $R_{h,base} / V'$  orizz/verticale 0.41

**calcolo capacità portante**

	$N_{q,\gamma}$	$s_{q,\gamma}$	$d_{q,\gamma}$	$i_{q,\gamma}$	$\xi_{q,\gamma}$	$z_{q,\gamma}$	$\Delta q_{lim}$
contributo associato a q	16.92	1.16	1.01	0.32	1.00	0.79	319 kPa
contributo associato a $\gamma$	13.38	0.58	1.00	0.19	1.00	0.79	1152 kPa
						somma	1471 kPa

$$Q_{u,d} = 1471.44 / 1.8 = 817 \text{ kPa}$$

approccio 1 - comb. 2 A2+M2+R2

**Verifica a capacità portante alla base**

$Q_{u,d} / Q_{Ed} =$	672.605	> 1 OK	} Minimo=	1.034
<b>Verifica a scorrimento alla base</b> $(\mu_d \cdot V' / \gamma_{R,scorr}) / R_{h,base}$	1.034	> 1 OK		

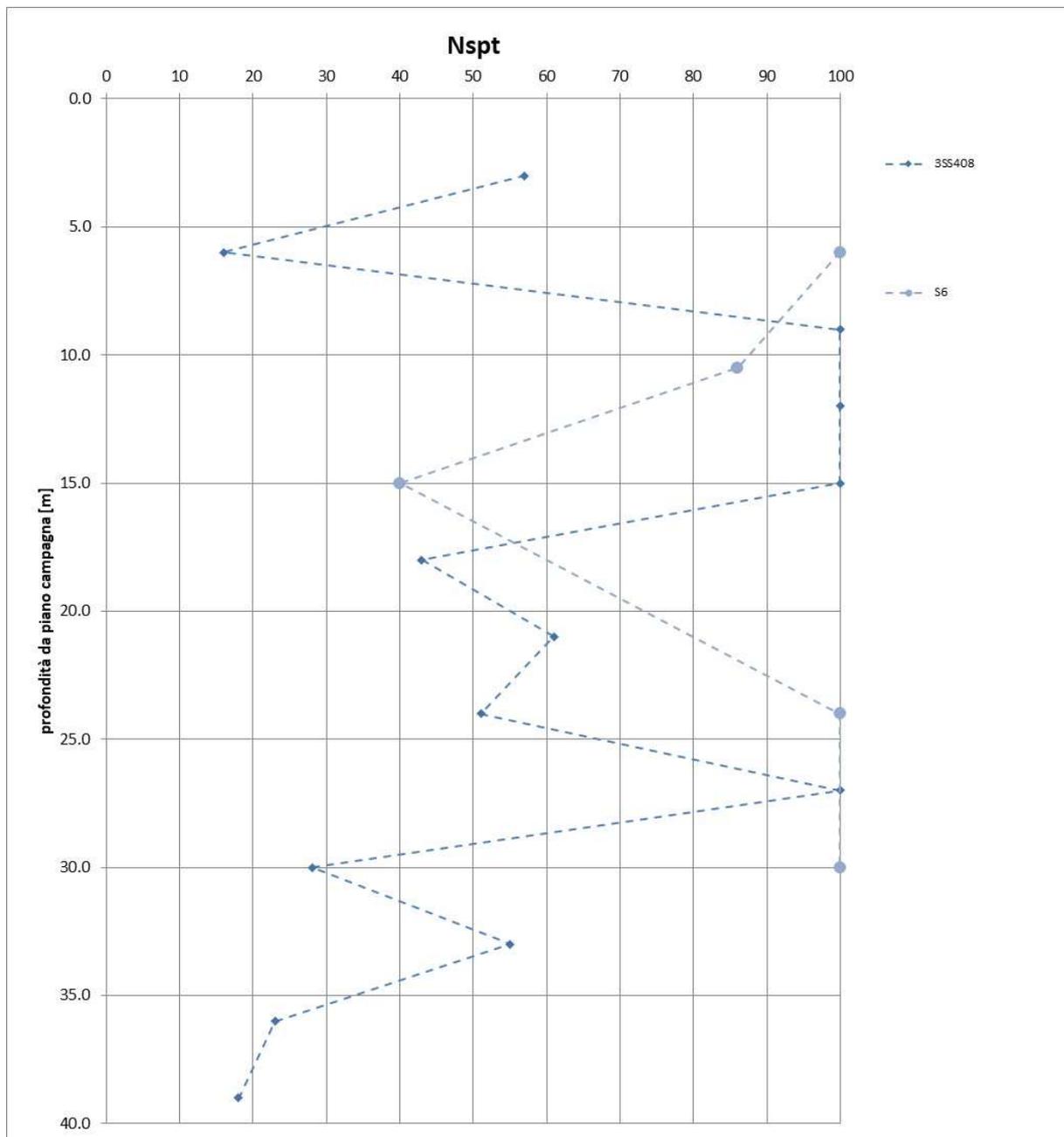
**Verifica cuneo passivo**

Resistenza richiesta al cuneo di valle	56.05	kN/m			
Resistenza possibile (input utente)	293.74	kN/m			
Possibile / Richiesta	5.241	> 1 OK			
perc. spinta passiva richiesta	19%				
angolo d'attrito caratteristico per stima $K_{pE}$	35.00 °	0.6109 rad			
valore di design	29.26 °	0.5106 rad			
$\partial\phi$	0.50				
peso medio cuneo passivo	19.00 kN/m <sup>3</sup>				
Altezza cuneo passivo	3.50 m				
profondità da p.c	0.00 m				
$\phi_i$	0.5106 rad	delta	0.255 rad	beta	0 rad
$k_h$	0.2724	$k_v$	-0.136	theta	0.3055 rad
alpha	0.2205 rad			$K_{pE}$	3.020
Spinta Passiva	293.74				

## 16. BIBLIOGRAFIA

- Bolton, M.D., (1986) "The strength and dilatancy of sands", *Geotechnique*, 36, 1, 65-78.
- Burland J.B., Burbidge M.C. (1985) "Settlement of foundations on sand and gravel" *Proc. ICE*, Part 1, 78.
- Cubrinowski M., Ishihara K. (1999) "Empirical correlation between SPT N-value and relative density for sandy soils" *Soils and Foundations*, vol. 39, n° 5, pp. 61-71.
- Ebeling Robert M. and Morrison, Ernest E. Jr. (1992), *The Seismic Design of Waterfront Retaining Structures*, Technical Report ITL-92-11, NCEL TR-939, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi. (reperibile in internet, tramite una ricerca)
- Fleming W. G. K., Weltman A. J., Randolph M. F., Elson W. K., (1992) 'Piling Engineering', 2nd ed., Wiley & Sons, Inc.
- JAMIOLKOWSKI M., PASQUALINI E. (1979) "Introduzione ai diversi metodi di calcolo dei diaframmi con riferimento ai parametri geotecnici che vi intervengono e alla loro determinazione sperimentale" *Atti Istituto Scienza delle Costruzioni, Politecnico di Torino*, n. 451.
- Lancellotta R., (2007) "Lower-bound approach for seismic passive earth resistance", *Géotechnique*, Vol. 57, No. 3, pp. 319-321
- Ohta Y. and Goto N. (1978), "Empirical Shear Wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes", *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 6, pp 167-187
- Paolucci, R. and Pecker, A. (1997a), "Seismic bearing capacity of shallow strip foundations on dry soils". *Soils and Foundations*, Vol. 37, n. 3, pp. 95-105, 1997.
- Viggiani C. (1999) *Fondazioni*, 2a ed., Hevelius.
- Wood, J. H. (1973). "Earthquake Induced Soil Pressures on Structures," *Doctoral Dissertation*, EERL 73-05, California Institute of Technology, Pasadena, CA.

**17. FIGURE RIASSUNTIVE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI**



**Figura 17-1 Andamento con la profondità di N<sub>SPT</sub>**

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RB SLA8 00 001

Rev.  
A

Foglio  
50 di 54

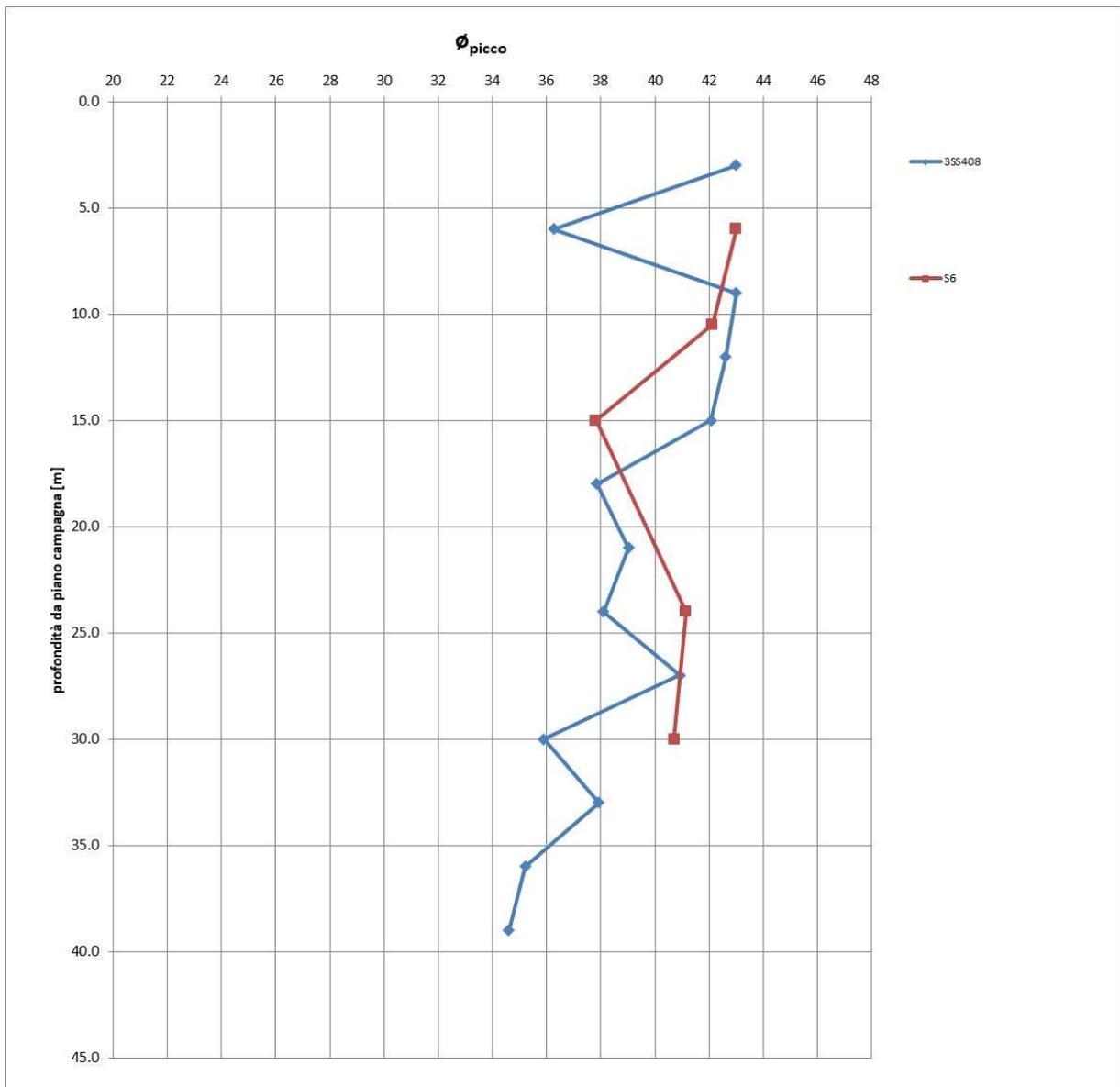
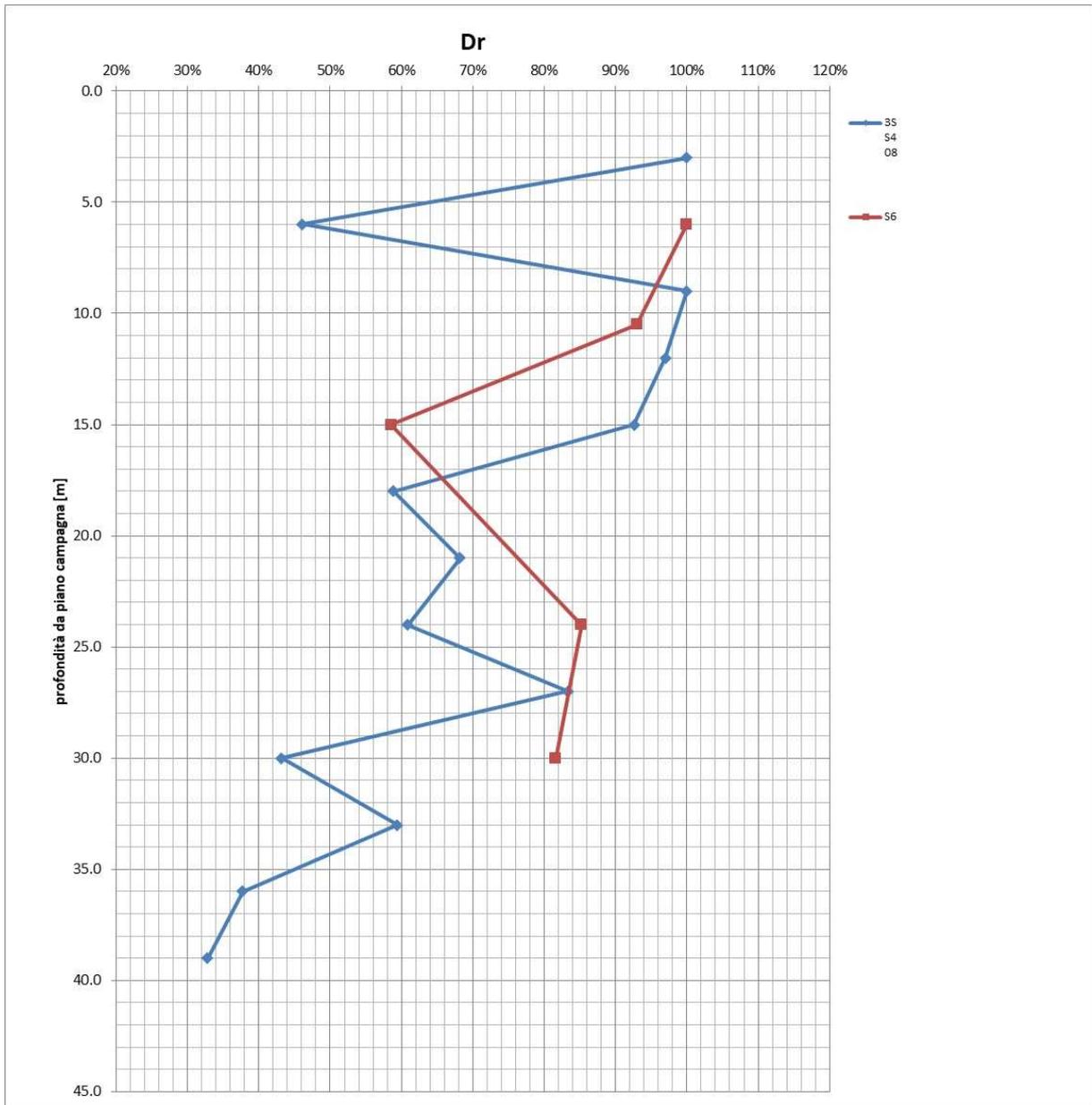


Figura 17-2 : Andamento con la profondità dell'angolo di resistenza al taglio di picco



**Figura 17-3: Andamento con la profondità della densità relativa ricavata dall'interpretazione dei risultati delle prove  $N_{sPT}$**

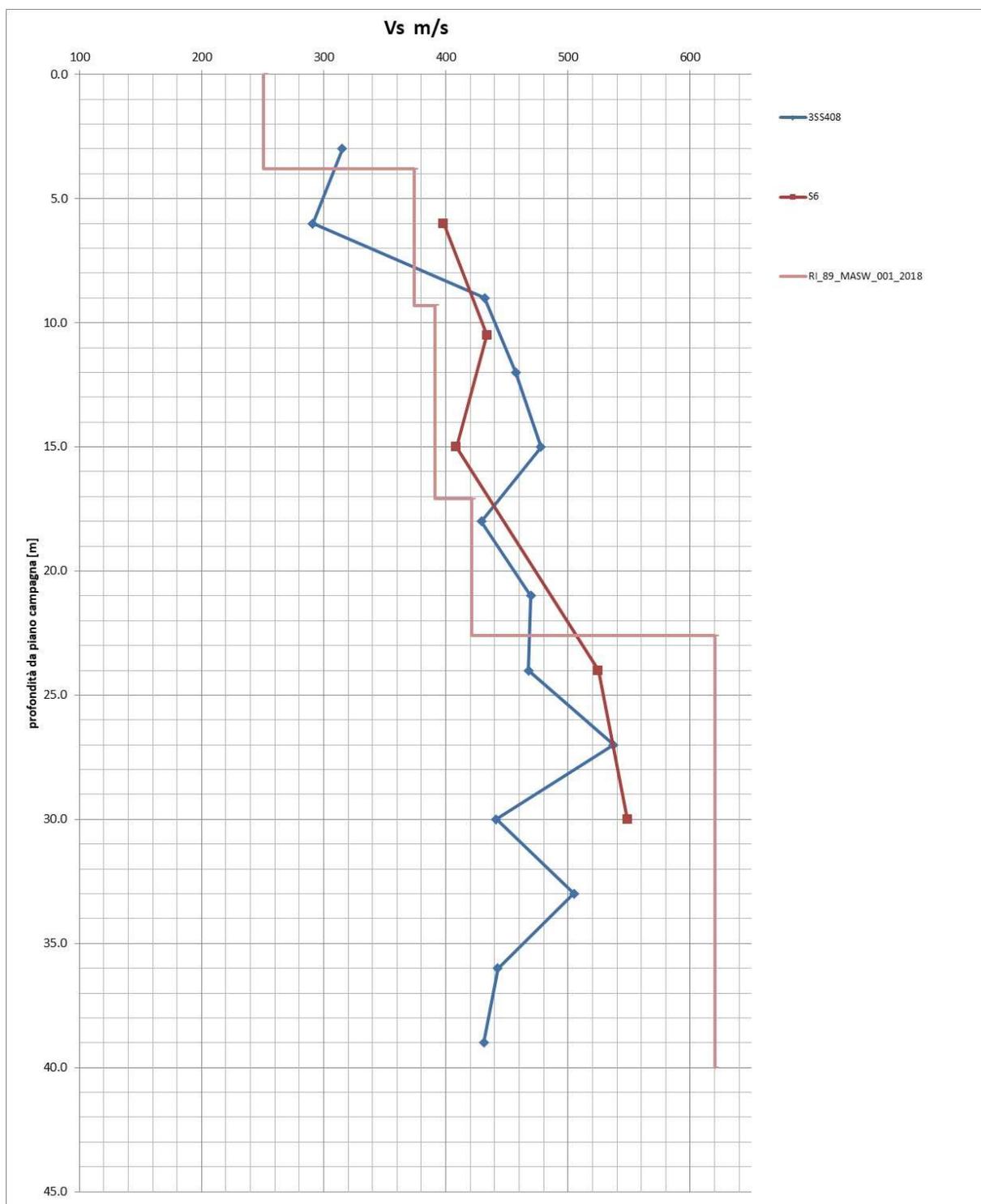


Figura 17-4 : Andamento con la profondità di Vs

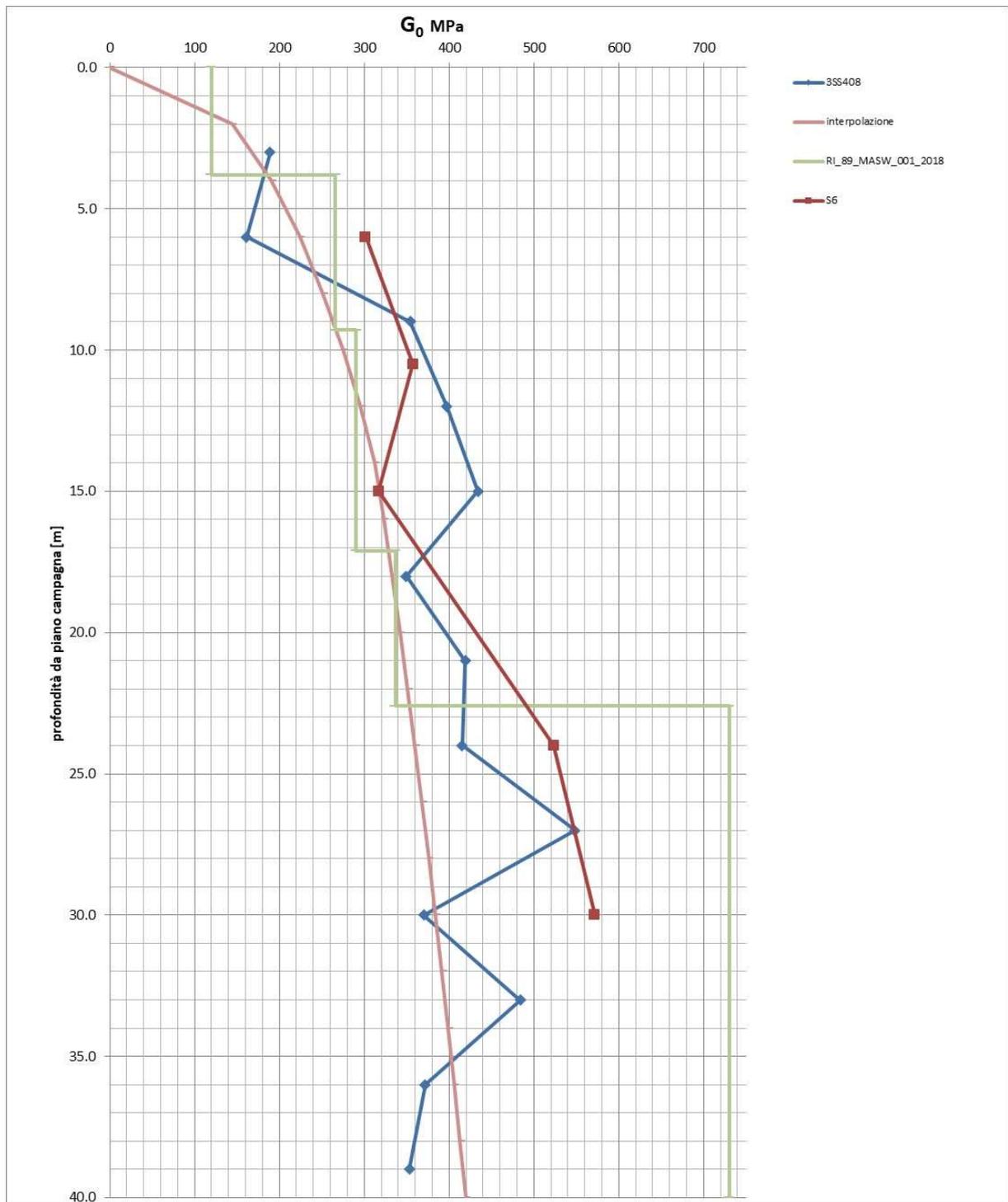


Figura 17-5 : Andamento con la profondità del modulo iniziale  $G_0$

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RB SLA8 00 001

Rev.  
A

Foglio  
54 di 54

## ALLEGATI AL DOCUMENTO

### CERTIFICATI DI CAMPAGNA DELLE INDAGINI

- S6
- 3SS408
- RI89\_MASW\_001\_2018



Laboratorio per l'esecuzione e la certificazione di indagini geognostiche, prelievo campioni e prove in sito ai sensi della Circ. 7619/STC  
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. - **Decreto n. 11244 del 30.11.2011**

---

**LINEA AV/AC TORINO-VENEZIA  
TRATTA MILANO-VERONA  
LOTTO FUNZIONALE BRESCIA-VERONA**

---

**INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE PER IL  
PROGETTO ESECUTIVO**

**MASW RI89\_MASW\_001\_2018  
SINTESI DEI RISULTATI**

---

**Sede Legale:** Via Mantova, 307 - 25018 Montichiari (BS) - Partita I.V.A. e C.F. n. 02323360988

**Sede operativa :** Via Enrico Fermi, 18 - 25013 Carpenedolo (BS)

**Uffici :** Via Antonio Meucci, 26 - 25013 Carpenedolo (BS)

Tel.: 030.9983413 - Fax: 030.9698872 - web: <http://www.singea.it> - E-mail: [info@singea.it](mailto:info@singea.it) - PEC: [singea@pec.singea.it](mailto:singea@pec.singea.it)



**MASW RI89\_MASW\_001\_2018**



**Masw RI89\_MASW\_001\_2018 – Ubicazione stesa Masw**



**Masw RI89\_MASW\_001\_2018 – Stesa sismica**

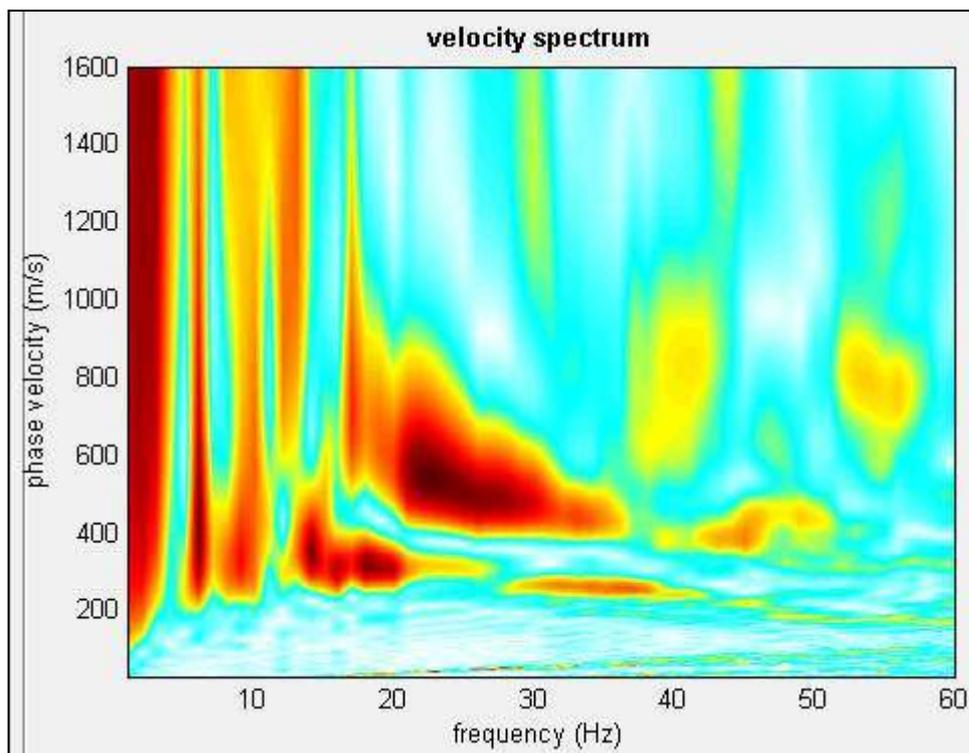


## 1. RISULTATI

L'analisi delle Onde di Rayleigh tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio ( $V_s$ ), come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore  $V_{S-EQ}$  per la sezione indagata.

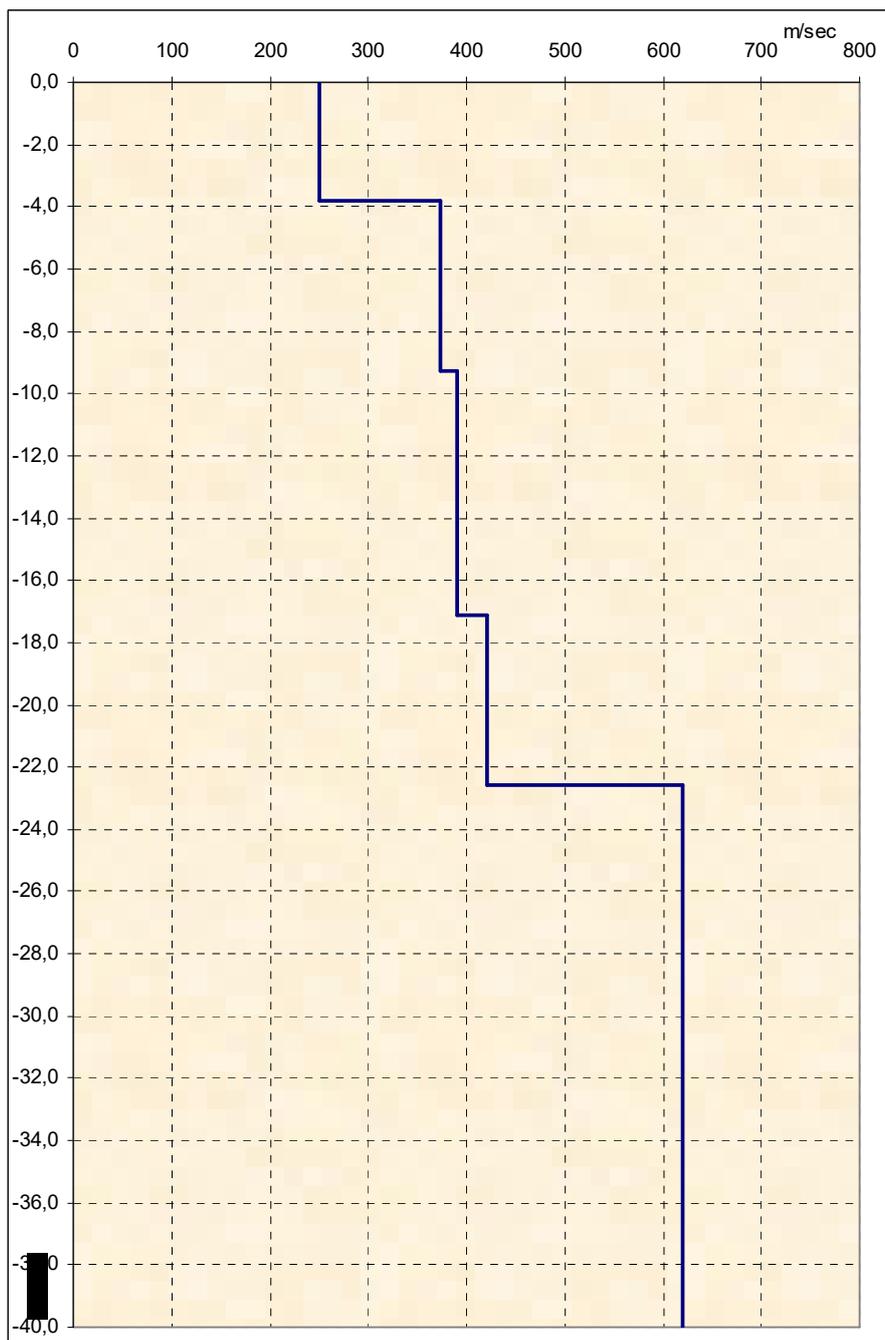
Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m da quota fondazioni (come nel caso in oggetto), la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S-EQ}$  è definita dal parametro  $V_{S-30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità (N.T.C. 2018 3.2.2).

I valori di  $V_{S-30}$  sono quindi riferiti ai primi 30 m a partire quota fondazioni, considerate a -10,00 m da p.c..



**Masw RI89\_MASW\_001\_2018** – Curva di dispersione

TABELLA SISMOSTRATIGRAFICA		
PROFONDITÀ DA P.C. (m)	SPESSORE (m)	VELOCITÀ ONDE S (m/sec)
-3,8	3,8	251
-9,3	5,5	374
-17,1	7,8	391
-22,6	5,5	421
-40,0	17,4	620



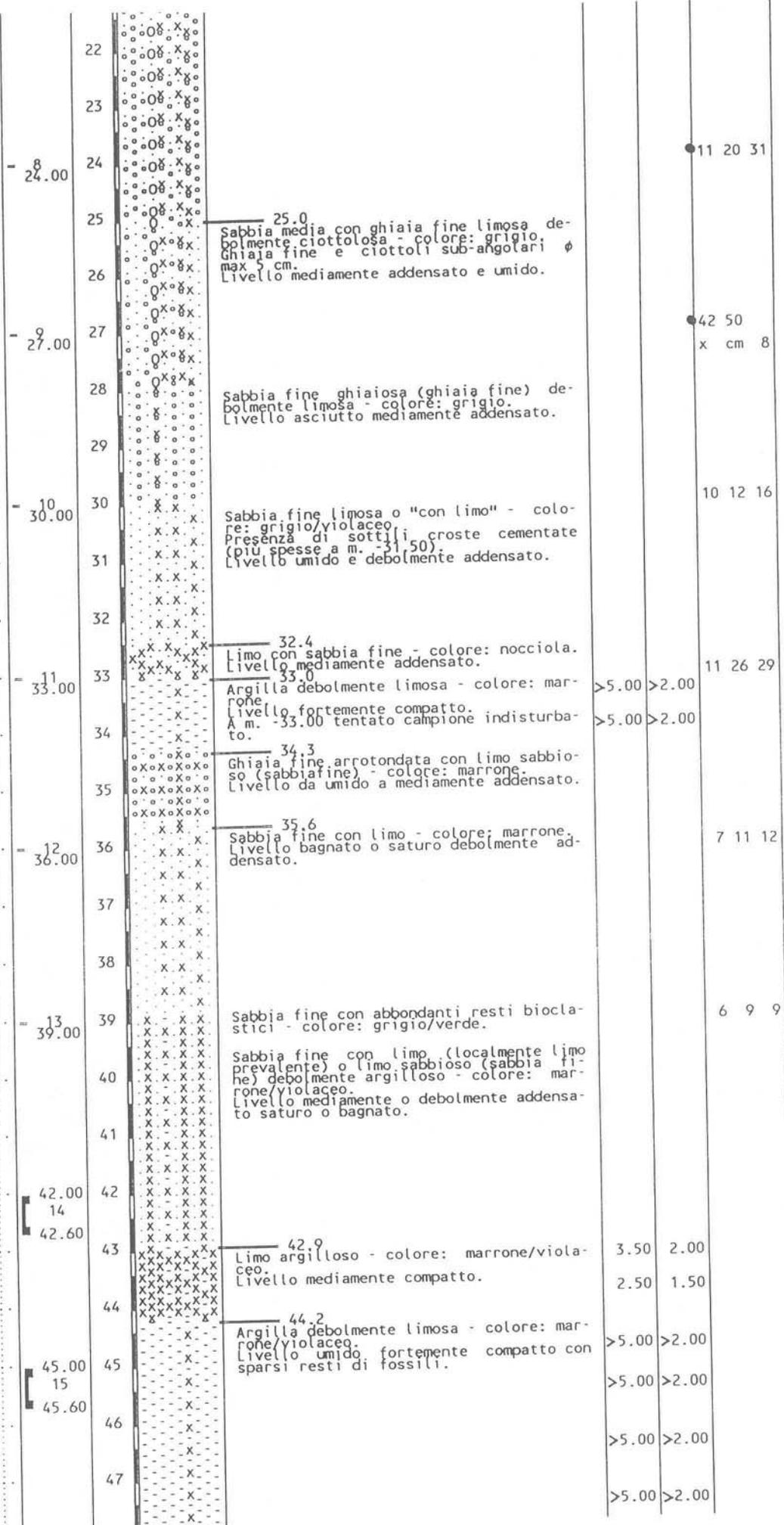
**Masw RI89\_MASW\_001\_2018** – Grafico velocità Vs profondità

Il valore  $V_{S-EQ}$ , in questo caso  $V_{S-30}$  da quota fondazioni è **506 m/sec**.

Pertanto, la **categoria del litotipo equivalente è la B:**

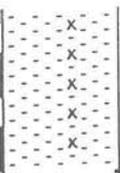
*“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.”*





16  
48.00

48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73



50.0

N.B. - Rilievi freaticometrici effettuati nel foro di sondaggio:  
25.06.2004 - ore 8.00 sondaggio con rivestimento a m. -12.00  
Acqua assente.  
28.06.2004 - ore 8.00 sondaggio con rivestimento a m. -21.00  
Acqua assente.  
ore 18.00 sondaggio con rivestimento a m. -33.00  
Acqua a m. -25.70  
29.06.2004 - ore 8.00 sondaggio con rivestimento a m. -33.00  
Acqua a m. -27.20  
ore 18.00 sondaggio con rivestimento a m. -43.50  
Acqua a m. -17.15  
30.06.2004 - ore 8.00 sondaggio con rivestimento a m. -43.50  
Acqua a m. -22.30.

● SPT con punta conica 60°.

>5.00 >2.00  
3.50 4.80  
>5.00 >2.00



3SS408 - Cassa 1 : da mt 0.00 a mt 5.00



3SS408 - Cassa 2 : da mt 5.00 a mt 10.00



3SS408 - Cassa 3 : da mt 10.00 a mt 15.00



3SS408 - Cassa 4 : da mt 15.00 a mt 20.00



3SS408 - Cassa 5 : da mt 20.00 a mt 25.00



3SS408 - Cassa 6 : da mt 25.00 a mt 30.00



3SS408 - Cassa 7 : da mt 30.00 a mt 35.00



3SS408 - Cassa 8 : da mt 35.00 a mt 40.00



3SS408 - Cassa 9 : da mt 40.00 a mt 45.00



3SS408 - Cassa 10 : da mt 45.00 a mt 50.00

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO****SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53**RAPP. DI PROVA N° : 2614/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408.lott4IntBSest.pk 3+860

**APERTURA CAMPIONE ILA.045**

Sondaggio : S408

Campione : 01C

Profondità : da 3.00 a 3.20 m

FUSTELLA tipo : SP

DIAMETRO INTERNO cm. :

LUNGHEZZA cm. :

**PROGRAMMA PROVE**

- GRANULOMETRIA SETACCI (ASTM D422-90 )
- GRANULOMETRIA SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-90 )
- LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D4318-95a)
- CLASSIFICA U.S.C.S. (ASTM D2487-93)
- CLASSIFICA A.A.S.H.T.O. (ASTM D3282-93)

STRATI  
GRAFIA

POCKET PENET. Kg/cm <sup>2</sup>	TOR VANE Kg/cm <sup>2</sup>	PROVINI

**DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE**

Limo sabbioso debolmente argilloso con ghiaia di varie dimensioni (Dmax circa 2,5cm), subangolare e subarrotondata, di colore rossastro, poco plastico.  
Nessuna reazione all'HCl.

QUALITA' DEL CAMPIONE

 BUONA SUFFICIENTE INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Ralale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931- C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2615/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

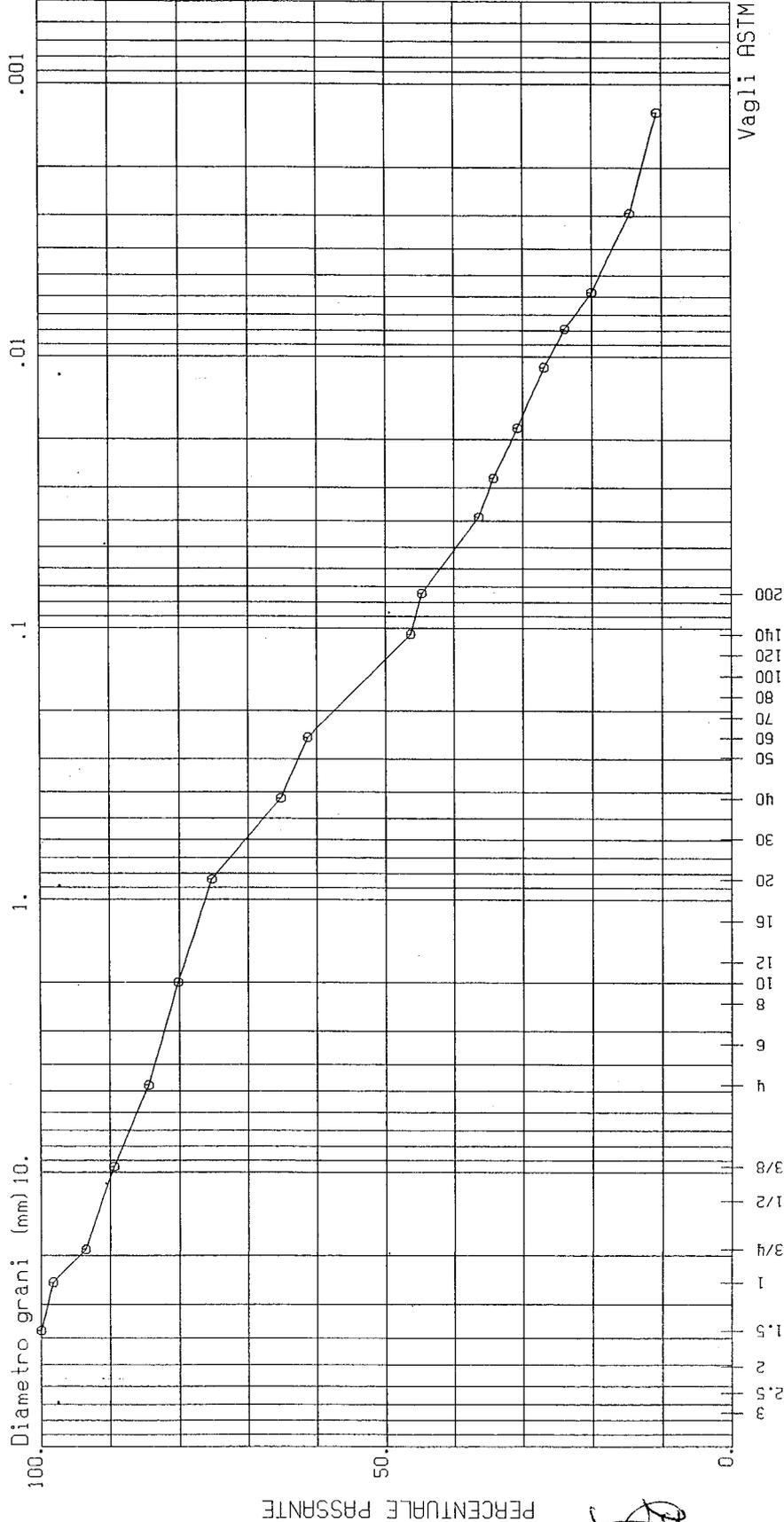
Sondaggio : S408

Campione : O1C

Profondità : da 3.00 a 3.20 m

**ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422**

Classifica U.S.C.S.				L I M O - A R G I L L A			
G H I A I A		S A B B I A		S A B B I A		L I M O - A R G I L L A	
G	F	G	M	F	F	F	F



CIOTTOLI	GHIAIA	SABBIA	% < .075mm	% < .002mm	D60 (mm)	D10 (mm)	D30 (mm)	C <sub>u</sub> =D60/D10	C <sub>c</sub> =D30/D10
0.000	15.451	39.847	44.702	12.796	0.231				

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931- C.C.I.A.A. n. 47408  
LABORATORIO GEOTECNICO  
SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2615/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 2 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest, pk 3+860

**A N A L I S I      G R A N U L O M E T R I C A**

foglio: 1

VAGLI ASTM N.	DIAMETRO GRANULI mm.	PERC. CUM. PASSANTE
3 inch	75.000	
2.5 inch	63.500	
2 inch	50.800	
1.5 inch	37.500	100.00
1 inch	25.000	98.28
3/4 inch	19.000	93.59
1/2 inch	12.700	
3/8 inch	9.500	89.48
4 mesh	4.750	84.55
6 mesh	3.360	
8 mesh	2.380	
10 mesh	2.000	80.21
12 mesh	1.680	
16 mesh	1.190	
20 mesh	0.840	75.33
30 mesh	0.595	
40 mesh	0.420	65.23
50 mesh	0.297	
60 mesh	0.250	61.36
70 mesh	0.212	
80 mesh	0.177	
100 mesh	0.149	
120 mesh	0.125	
140 mesh	0.105	46.36
200 mesh	0.074	44.70
A	.0386	36.43
E	.0277	34.28
R	.0182	30.83
O	.0109	26.96
M	.0079	23.94
E	.0058	20.06
T	.0029	14.56
R	.0013	10.68
I		
A		

D10 mm: .000

D30 mm: .016

D60 mm: .231

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931- C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2616/04  
 DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
 NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

**LIMITI DI ATTERBERG**

ASTM D 4318

Sondaggio : S408

Campione : 01C

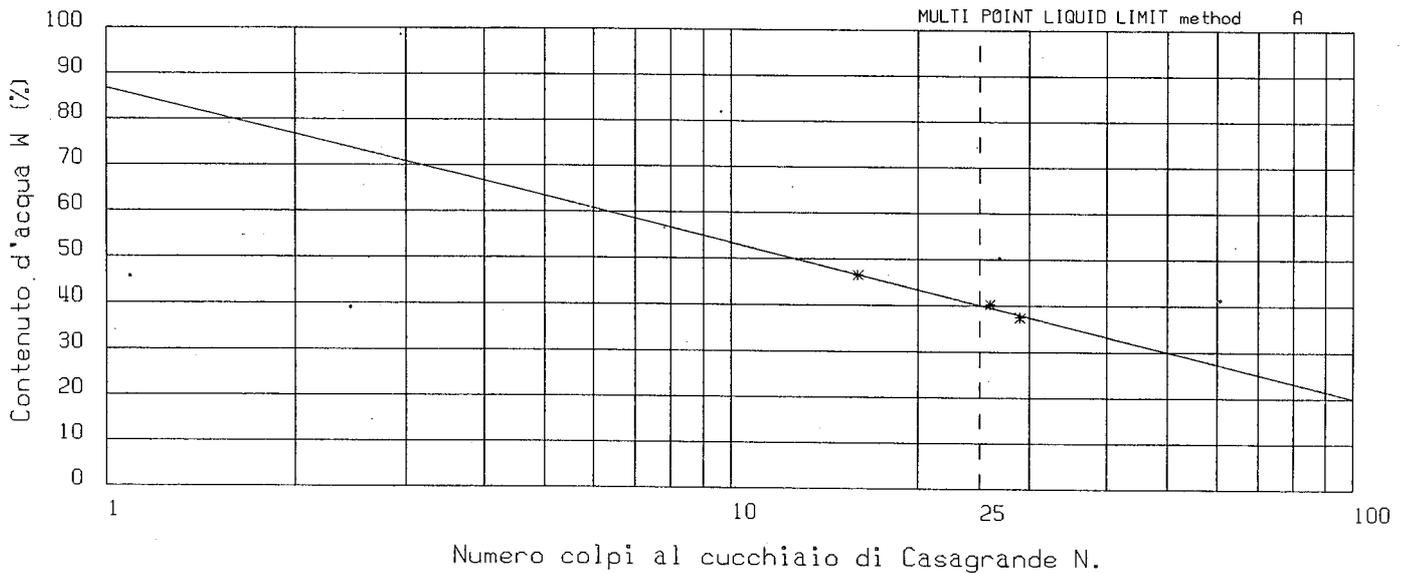
Profondità : da 3.00 a 3.20 m

LIMITE LIQUIDO	prova n.	1	2	3	4	5
Numero colpi		29	26	16		
Contenuto d'acqua (%)		37.5	40.4	46.6		

LIMITE LIQUIDO LL = 41.0

LIMITE PLASTICO LP = 26.0

INDICE PLASTICO IP = 15.0



LIMITE PLASTICO	prova n.	1	2	3	4	5
Contenuto d'acqua (%)		26.2	25.9			

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO**

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2617/04	COMMITTENTE : CEPAV DUE	COMMESSA :
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004	CANTIERE : 355408, lott4IntB5est, pk 3+860	
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1		

**U.S.C.S. - UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM**

(ASTM D2487) Standard Test Method for

Classification of Soil for Engineering Purpose

Sondaggio : S408

Campione : 01C

Profondità : da 3.00 a 3.20 m

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA			
Percentuale passante			Frazioni granulometriche
3-in. (75-mm)	% :	100	Ghiaia : 15.
No. 4 (4.75-mm)	% :	84.55	Sabbia : 40.
No. 200 (0.075-mm)	% :	44.70	Limo + Argilla : 45.
Coeff. uniformità	Cu :		Coeff. concavità Cc :

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)		
Limite Liquido LL	(%) :	41.00
Indice di Plasticità Ip	:	15.0

CLASSIFICAZIONE
Group Symbol : SM
Fines Group Symbol : ML
Group Name : Sabbia limosa con ghiaia

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2618/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408.lott4IntBSest.pk 3+860

**A.A.S.H.T.O. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY  
AND TRANSPORTATION OFFICIALS**

ASTM D3282

Sondaggio : S408

Campione : 01C

Profondità : da 3.00 a 3.20 m

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE  
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA****Percentuale passante**

No. 10	(2.0-mm)	(%) :	80.21
No. 40	(0.425-mm)	(%) :	65.23
No. 200	(0.075-mm)	(%) :	44.70

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA'  
FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)**

Limite Liquido LL	(%) :	41
Indice di Plasticità Ip	:	15

**CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE**

Classificazione generale :

MATERIALI LIMO-ARGILLOSI (Passante a 0.075 mm &gt; 35%)

Classificazione di gruppo :

A-7-6

Indice di gruppo :

4.

Materiale tipico costituente :

TERRENI ARGILLOSI

Valutazione generale del materiale come sottofondo :

da ACCETTABILE a SCARSO

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931- C.C.I.A.A. n. 47408

**LABORATORIO GEOTECNICO**

**SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53**

RAPP. DI PROVA N° : 2619/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE  
COMMESSA :  
CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

### APERTURA CAMPIONE ILA.045

Sondaggio : S408      Campione : 02C      Profondità : da 6.00 a 6.20 m

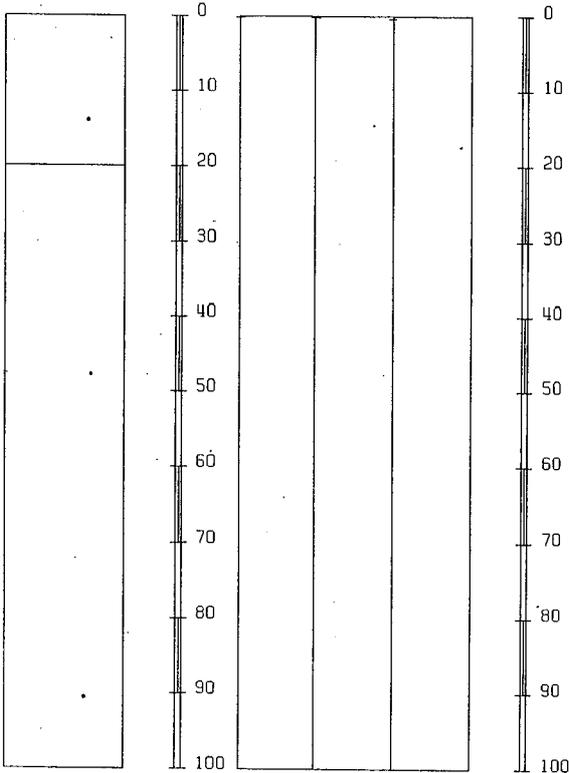
FUSTELLA tipo : SP      DIAMETRO INTERNO cm. :      LUNGHEZZA cm. :

PROGRAMMA PROVE

STRATI  
GRAFIA

POCKET PENET. Kg/cm <sup>2</sup>	TOR VANE Kg/cm <sup>2</sup>	PROVINI
--	-----------------------------------	---------

DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE



Argilla limosa di colore rossastro, da plastico a molto plastico.  
Nessuna reazione all'HCl.

QUALITA' DEL CAMPIONE     BUONA     SUFFICIENTE     INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Ralale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931- C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2620/04	COMMITTENTE : CEPAV DUE	COMMESSA :
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004	CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860	
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1		

## APERTURA CAMPIONE ILA.045

Sondaggio : S408      Campione : 03C      Profondità : da 9.00 a 9.20 m

FUSTELLA tipo : SP	DIAMETRO INTERNO cm. :	LUNGHEZZA cm. :
--------------------	------------------------	-----------------

PROGRAMMA PROVE

- GRANULOMETRIA SETACCI (ASTM D422-90)
- CLASSIFICA U.S.C.S. (ASTM D2487-93)
- CLASSIFICA A.A.S.H.T.O. (ASTM D3282-93)

STRATI GRAFIA	POCKET PENET. Kg/cm <sup>2</sup>	TOR VANE Kg/cm <sup>2</sup>	PROVINI	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE
				<p>Ghiaia di tutte le dimensioni (Dmax= 5,5cm), . subarrotondata con sabbia debolmente limosa, di colore nocciola, non plastico. Forte reazione all'HCl.</p>

QUALITA' DEL CAMPIONE     BUONA     SUFFICIENTE     INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE  
*[Signature]*

DIRETTORE DI LABORATORIO  
*[Signature]*



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Ralale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

**LABORATORIO GEOTECNICO**

**SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53**

RAPP. DI PROVA N° : 2621/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408.lott4IntBSest.pk 3+860

Sondaggio : S408

Campione : 03C

Profondità : da 9.00 a 9.20 m

**ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422**

Classifica U.S.C.S.

GHIAIA

G

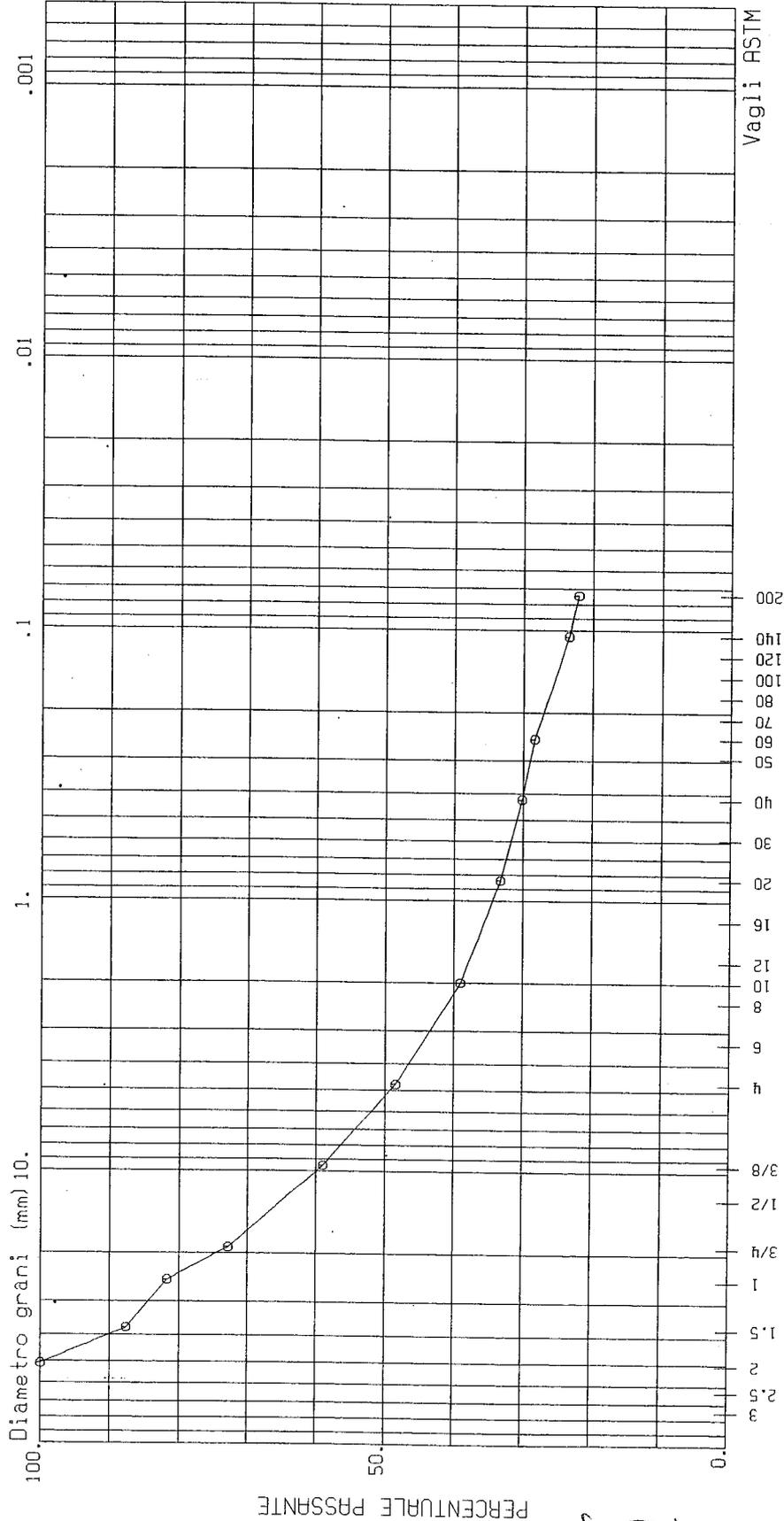
F

SABBIA

M

F

LIMO - ARGILLA



CIOTTOLI	GHIAIA	SABBIA	% < .075mm	% < .002mm	D60 (mm)	D10 (mm)	D30 (mm)	C <sub>u</sub> = D60/D10	C <sub>c</sub> = D30 <sup>2</sup> / (D10 * D60)
0.000	51.512	26.413	22.076		9.985				

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931- C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2621/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 2 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

## A N A L I S I      G R A N U L O M E T R I C A

foglio: 1

VAGLI ASTM N.	DIAMETRO GRANULI mm.	PERC. CUM. PASSANTE
3 inch	75.000	
2.5 inch	63.500	
2 inch	50.800	100.00
1.5 inch	37.500	87.71
1 inch	25.000	81.83
3/4 inch	19.000	72.89
1/2 inch	12.700	
3/8 inch	9.500	59.00
4 mesh	4.750	48.49
6 mesh	3.360	
8 mesh	2.380	
10 mesh	2.000	39.05
12 mesh	1.680	
16 mesh	1.190	
20 mesh	0.840	33.27
30 mesh	0.595	
40 mesh	0.420	30.19
50 mesh	0.297	
60 mesh	0.250	28.36
70 mesh	0.212	
80 mesh	0.177	
100 mesh	0.149	
120 mesh	0.125	
140 mesh	0.105	23.44
200 mesh	0.074	22.08
A		
E		
R		
O		
M		
E		
T		
R		
I		
A		

D10 mm: .000

D30 mm: .398

D60 mm: 9.985

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO**

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello, 53

RAPP. DI PROVA N° : 2622/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pl 3+860

**U.S.C.S. - UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM**

(ASTM D2487) Standard Test Method for

Classification of Soil for Engineering Purpose

Sondaggio : S408

Campione : 03C

Profondità : da 9.00 a 9.20 m

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA			
Percentuale passante		Frazioni granulometriche	
3-in. (75-mm)	% : 100	Ghiaia	: 52.
No. 4 (4.75-mm)	% : 48.49	Sabbia	: 26.
No. 200 (0.075-mm)	% : 22.08	Limo + Argilla	: 22.
Coeff. uniformità	Cu :	Coeff. concavità	Cc :

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA'  
FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)**

Limite Liquido LL (%) : ND

Indice di Plasticità Ip : NP

**CLASSIFICAZIONE**

Group Symbol : GM

Fines Group Symbol :

ML

Group Name :

Ghiaia limosa con sabbia con frazione fina non  
plastica

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO**

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2623/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

**A.A.S.H.T.O. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY  
AND TRANSPORTATION OFFICIALS****ASTM D3282**

Sondaggio : S408

Campione : 03C

Profondità : da 9.00 a 9.20 m

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE  
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA****Percentuale passante**

No. 10	(2.0-mm)	(%) :	39.05
No. 40	(0.425-mm)	(%) :	30.19
No. 200	(0.075-mm)	(%) :	22.08

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA'  
FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)**

Limite Liquido LL	(%) :	ND
Indice di Plasticità Ip	:	NP

**CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE****Classificazione generale :**MATERIALI GRANULARI (Passante a 0.075 mm  $\leq$  35%)**Classificazione di gruppo :**

A-1b

**Indice di gruppo :**

0.

**Materiale tipico costituente :**

PIETRAME, GHIAIA E SABBIA

**Valutazione generale del materiale come sottofondo :**

da ECCELLENTE a BUONO

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

**LABORATORIO GEOTECNICO**

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2624/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE  
CANTIERE : 3SS408,lott4IntBSest,pk 3+860  
COMMESSA :

### APERTURA CAMPIONE ILA.045

Sondaggio : S408      Campione : 04C      Profondità : da 12.00 a 12.20 m

FUSTELLA tipo : SP      DIAMETRO INTERNO cm. :      LUNGHEZZA cm. :

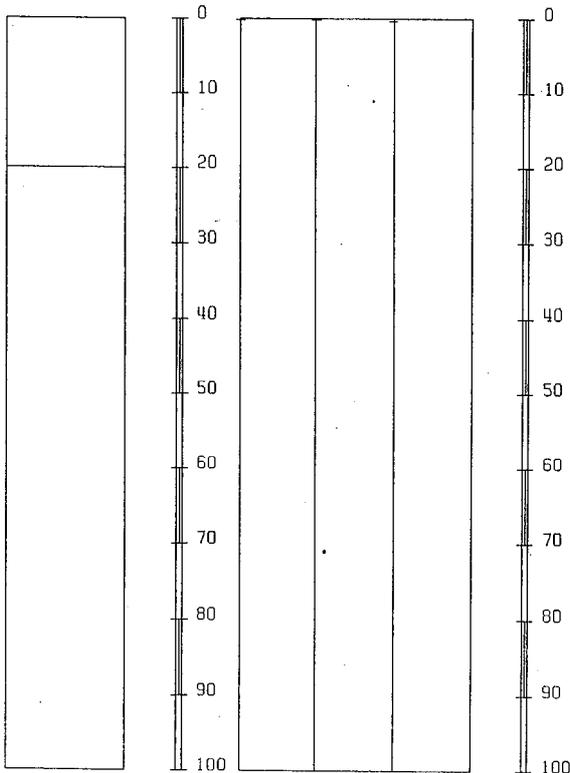
#### PROGRAMMA PROVE

- GRANULOMETRIA SETACCI (ASTM D422-90 )
- GRANULOMETRIA SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-90 )
- CLASSIFICA U.S.C.S. (ASTM D2487-93)
- CLASSIFICA A.A.S.H.T.O. (ASTM D3282-93)

STRATI  
GRAFIA

POCKET PENET. Kg/cm <sup>2</sup>	TOR VANE Kg/cm <sup>2</sup>	PROVINI
--	-----------------------------------	---------

#### DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE



Sabbia limosa debolmente argillosa, di colore ocra-nocciola, con ghiaia di tutte le dimensioni (Dmax= 6cm), subangolare e subarrotondata. Forte reazione all'HCl.

QUALITA' DEL CAMPIONE     BUONA     SUFFICIENTE     INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

RAPP. DI PROVA N° : 2625/04  
 DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
 NUMERO DI PAGINE : 1 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408.lott4IntBSest.pk 3+860

Sondaggio : S408

Campione : 04C

Profondità : da 12.00 a 12.20 m

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422

Classifica U.S.C.S.

GHIAIA

SABBIA

LIMO - ARGILLA

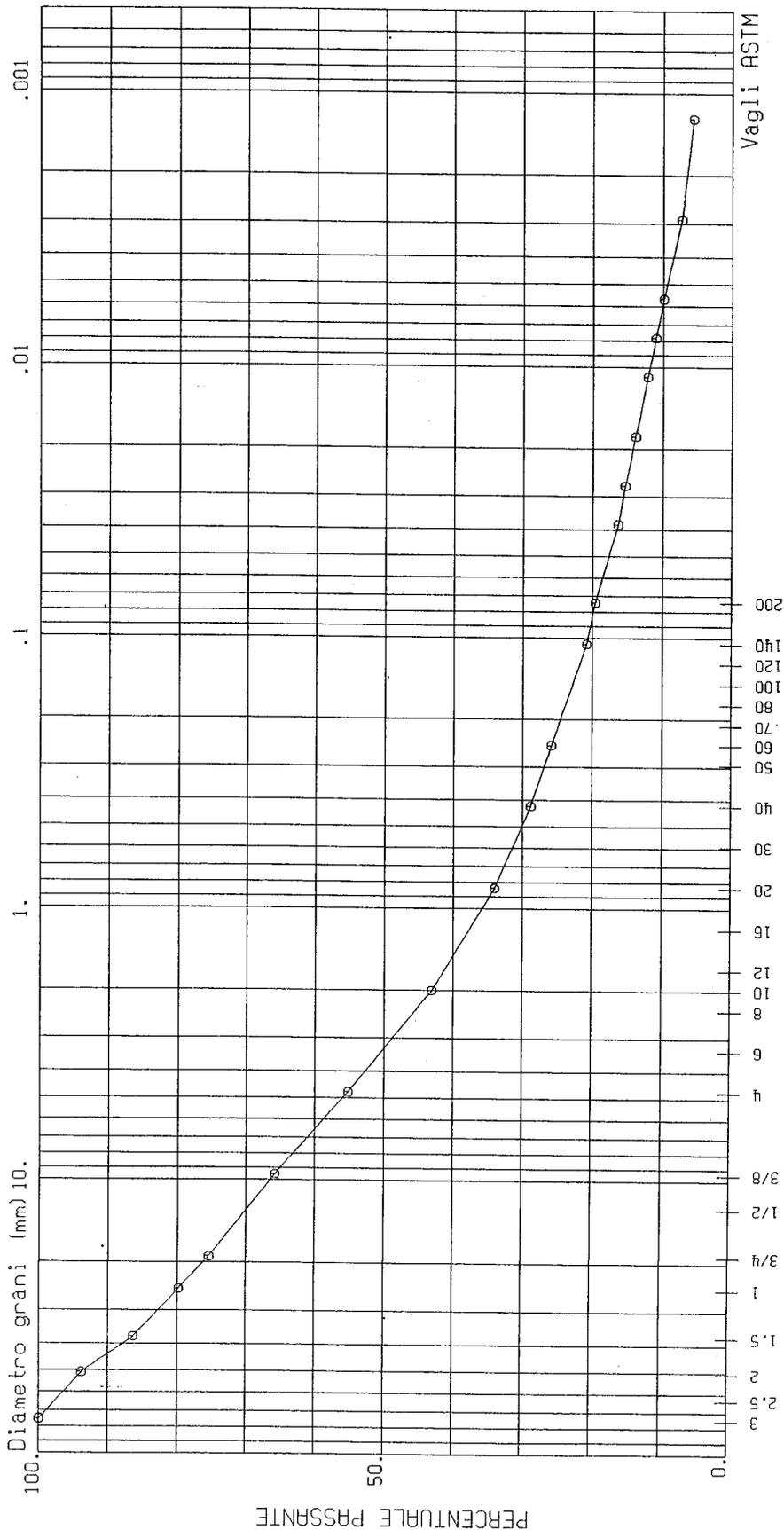
G

F

G

M

F



CIOTTOLI	GHIAIA	SABBIA	% < .074 mm	% < .002 mm	D60 (mm)	D10 (mm)	D30 (mm)	C <sub>u</sub> =D60/D10	C <sub>c</sub> =D30 <sup>2</sup> /D10*D60
0.000	44.803	35.582	19.614	6.587	6.511	0.006	0.491	1085.167	6.171

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Mirabello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2625/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 2 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408.lott4IntBSest.pk 3+860

**A N A L I S I      G R A N U L O M E T R I C A**

foglio: 1

VAGLI ASTM N.	DIAMETRO GRANULI mm.	PERC. CUM. PASSANTE
3 inch	75.000	100.00
2.5 inch	63.500	
2 inch	50.800	93.88
1.5 inch	37.500	86.42
1 inch	25.000	79.87
3/4 inch	19.000	75.50
1/2 inch	12.700	
3/8 inch	9.500	65.75
4 mesh	4.750	55.20
6 mesh	3.360	
8 mesh	2.380	
10 mesh	2.000	43.13
12 mesh	1.680	
16 mesh	1.190	
20 mesh	0.840	34.05
30 mesh	0.595	
40 mesh	0.420	28.82
50 mesh	0.297	
60 mesh	0.250	25.89
70 mesh	0.212	
80 mesh	0.177	
100 mesh	0.149	
120 mesh	0.125	
140 mesh	0.105	20.87
200 mesh	0.074	19.61
A	.0382	16.36
E	.0274	15.41
R	.0180	13.90
O	.0108	12.20
M	.0078	11.07
E	.0056	9.94
T	.0029	7.33
R	.0012	5.63
I		
A		

D10 mm: .006

D30 mm: .491

D60 mm: 6.511

COEFFICIENTE DI UNIFORMITA' (Cu=D60/D10) (-) 1085.167

COEFFICIENTE DI CONCAVITA' (Cc=(D30\*D30)/(D10\*D60)) (-) 6.171

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931- C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2626/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408, lott4IntBSest, pk 3+860

**U.S.C.S. - UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM**

(ASTM D2487) Standard Test Method for

Classification of Soil for Engineering Purpose

Sondaggio : S408

Campione : 04C

Profondità : da 12.00 a 12.20m

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA			
Percentuale passante		Frazioni granulometriche	
3-in. (75-mm)	% : 100	Ghiaia	: 45.
No. 4 (4.75-mm)	% : 55.20	Sabbia	: 36.
No. 200 (0.075-mm)	% : 19.61	Limo + Argilla	: 20.
Coeff. uniformità	Cu : 1085.167	Coeff. concavità	Cc : 6

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)	
Limite Liquido LL (%) :	ND
Indice di Plasticità Ip :	NP

CLASSIFICAZIONE	
Group Symbol :	GM
Fines Group Symbol :	ML
Group Name :	Ghiaia limosa con sabbia con frazione fina non plastica

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N°: 2627/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE: 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

**A.A.S.H.T.O. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY  
AND TRANSPORTATION OFFICIALS****ASTM D3282**

Sondaggio : S408

Campione : 04C

Profondità : da 12.00 a 12.20m

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE  
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA****Percentuale passante**

No. 10	(2.0-mm)	(%) :	43.13
No. 40	(0.425-mm)	(%) :	28.82
No. 200	(0.075-mm)	(%) :	19.61

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA'  
FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)**

Limite Liquido LL	(%) :	ND
Indice di Plasticità Ip	:	NP

**CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE****Classificazione generale :**MATERIALI GRANULARI (Passante a 0.075 mm  $\leq$  35%)**Classificazione di gruppo :**

A-1b

**Indice di gruppo :**

0.

**Materiale tipico costituente :**

PIETRAME, GHIAIA E SABBIA

**Valutazione generale del materiale come sottofondo :**

da ECCELLENTE a BUONO

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO****SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53**RAPP. DI PROVA N° : 2628/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

**APERTURA CAMPIONE ILA.045**

Sondaggio : S408

Campione : 05C

Profondità : da 15.00 a 15.20 m

FUSTELLA tipo : SP

DIAMETRO INTERNO cm. :

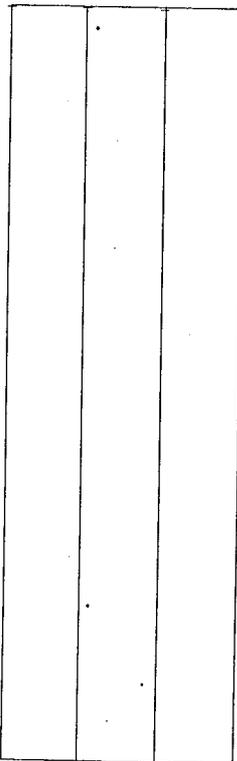
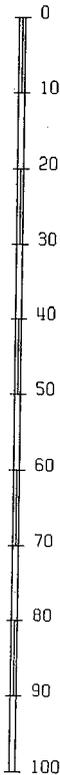
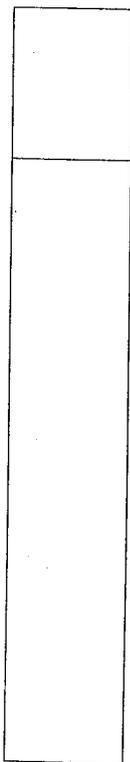
LUNGHEZZA cm. :

PROGRAMMA PROVE

STRATI  
GRAFIAPOCKET  
PENET.  
Kg/cm<sup>2</sup>TOR  
VANE  
Kg/cm<sup>2</sup>

PROVINE

DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE



Sabbia limosa e argillosa, da non plastico a poco plastico, di colore nocciola-ocra, con presenza sparsa di granuli di ghiaia, prevalentemente fina. Forte reazione all'HCl.

QUALITA' DEL CAMPIONE

 BUONA SUFFICIENTE INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO**

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2629/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408.lott4IntB5est.pk 3+860

**APERTURA CAMPIONE ILA.045**

Sondaggio : S408

Campione : 06C

Profondità : da 18.00 a 18.20 m

FUSTELLA tipo : SP

DIAMETRO INTERNO cm. :

LUNGHEZZA cm. :

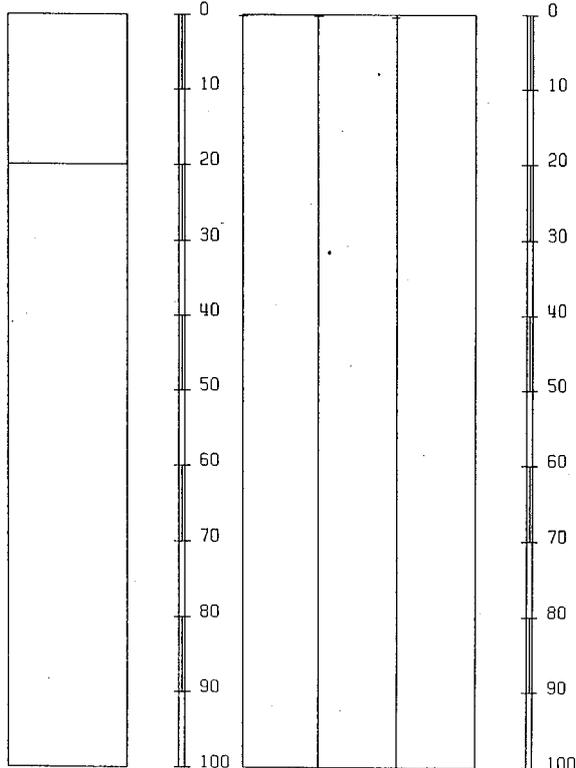
## PROGRAMMA PROVE

- GRANULOMETRIA SETACCI (ASTM D422-90 )
- CLASSIFICA U.S.C.S. (ASTM D2487-93)
- CLASSIFICA A.A.S.H.T.O. (ASTM D3282-93)

STRATI  
GRAFIA

POCKET PENET. Kg/cm <sup>2</sup>	TOR VANE Kg/cm <sup>2</sup>	PROVINI

## DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE



Sabbia limosa di colore nocciola con ghiaia di varia granulometria (D<sub>max</sub> circa 4cm), subangolare e subarrotondata, non plastica. Forte reazione all'HCl.

QUALITA' DEL CAMPIONE  BUONA SUFFICIENTE INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2630/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408, lott4IntBSest, pk 3+860

Sondaggio : S408

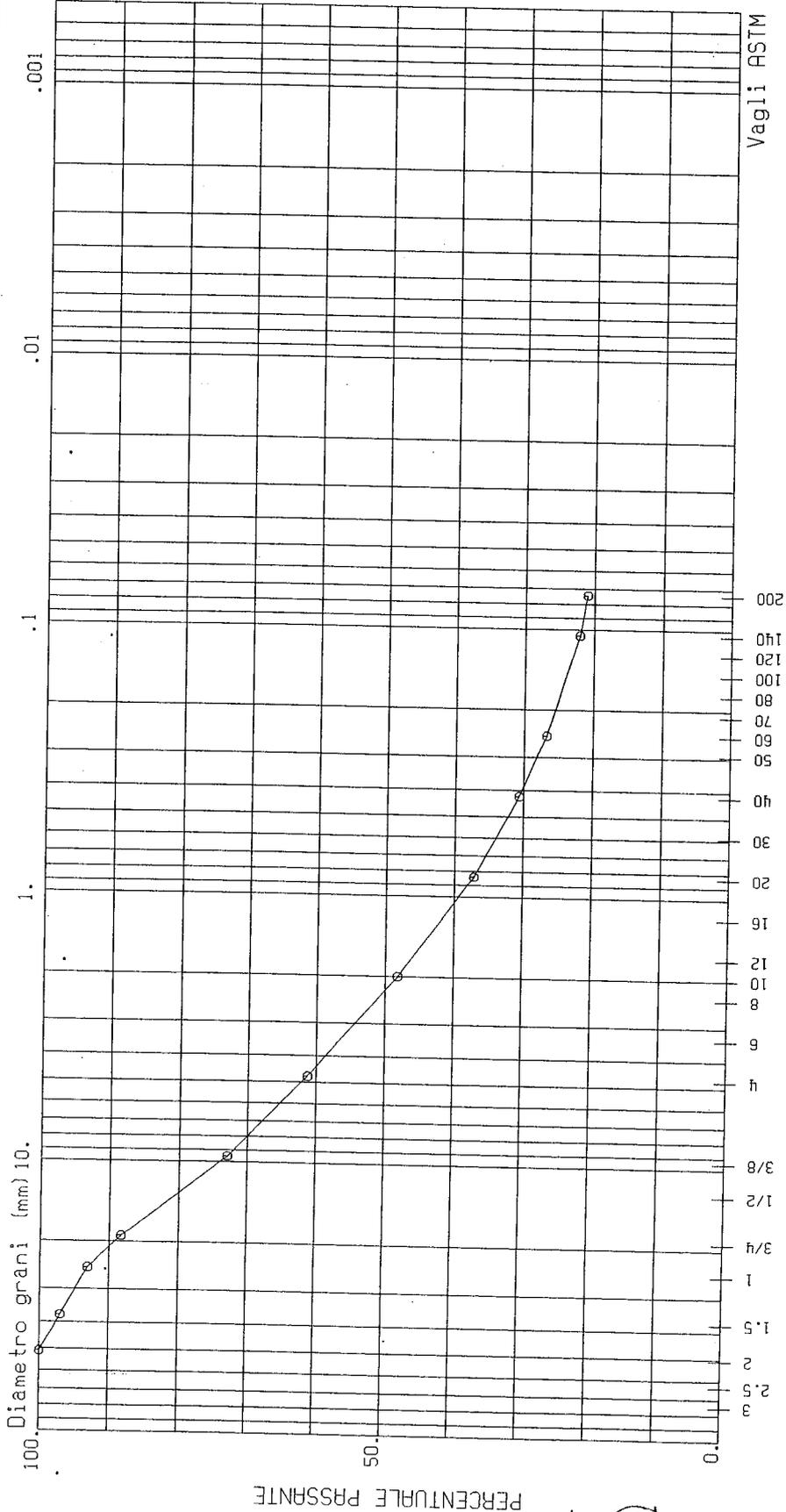
Campione : 06C

Profondità : da 18.00 a 18.20 m

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422

Classifica U.S.C.S.

G H I A I A		S A B B I A		L I M O - A R G I L L A	
G	F	G	M	F	



CIOTTOLI	GHIAIA	SABBIA	% < 0.075 mm	% < 0.002 mm	D60 (mm)	D10 (mm)	D30 (mm)	C <sub>u</sub> =D60/D10	C <sub>c</sub> =D30/D10
0.000	38.676	40.296	21.028		4.352				

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2630/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 2 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408, lott4IntBSest, pk 3+860

**A N A L I S I                      G R A N U L O M E T R I C A**

foglio: 1

SONDAGGIO	n. S408	
CAMPIONE	n. 06C	
PROFONDITA'	da m. 18.00	a m. 18.20
VAGLI ASTM N.	DIAMETRO GRANULI mm.	PERC. CUM. PASSANTE
3 inch	75.000	
2.5 inch	63.500	
2 inch	50.800	100.00
1.5 inch	37.500	97.08
1 inch	25.000	93.16
3/4 inch	19.000	88.36
1/2 inch	12.700	
3/8 inch	9.500	72.98
4 mesh	4.750	61.32
6 mesh	3.360	
8 mesh	2.380	
10 mesh	2.000	48.23
12 mesh	1.680	
16 mesh	1.190	
20 mesh	0.840	37.22
30 mesh	0.595	
40 mesh	0.420	30.65
50 mesh	0.297	
60 mesh	0.250	26.79
70 mesh	0.212	
80 mesh	0.177	
100 mesh	0.149	
120 mesh	0.125	
140 mesh	0.105	22.11
200 mesh	0.074	21.03
A		
E		
R		
O		
M		
E		
T		
R		
I		
A		

D10 mm: .000

D30 mm: .385

D60 mm: 4.352

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2631/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408, lott4IntBSest, pk 3+860

**U.S.C.S. - UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM**

(ASTM D2487) Standard Test Method for

Classification of Soil for Engineering Purpose

Sondaggio : S408

Campione : 06C

Profondità : da 18.00 a 18.20m

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE			
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA			
Percentuale passante		Frazioni granulometriche	
3-in. (75-mm)	% : 100	Ghiaia	: 39.
No. 4 (4.75-mm)	% : 61.32	Sabbia	: 40.
No. 200 (0.075-mm)	% : 21.03	Limo + Argilla	: 21.
Coeff. uniformità	Cu :	Coeff. concavità	Cc :

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA'  
FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)**

Limite Liquido LL (%) : ND

Indice di Plasticità Ip : NP

**CLASSIFICAZIONE**

Group Symbol : SM

Fines Group Symbol :

ML

Group Name :

Sabbia limosa con ghiaia con frazione fina non  
plastica

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2632/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408, lott4IntBSest, pk 3+860

**A.A.S.H.T.O. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY  
AND TRANSPORTATION OFFICIALS**

**ASTM D3282**

Sondaggio : S408

Campione : 06C

Profondità : da 18.00 a 18.20m

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE  
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA**

**Percentuale passante**

No. 10 (2.0-mm)	(%) :	48.23
No. 40 (0.425-mm)	(%) :	30.65
No. 200 (0.075-mm)	(%) :	21.03

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA'  
FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)**

Limite Liquido LL	(%) :	ND
Indice di Plasticità Ip	:	NP

**CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE**

Classificazione generale :

MATERIALI GRANULARI (Passante a 0.075 mm  $\leq$  35%)

Classificazione di gruppo :

A-1b

Indice di gruppo :

0.

Materiale tipico costituente :

PIETRAME, GHIAIA E SABBIA

Valutazione generale del materiale come sottofondo :

da ECCELLENTE a BUONO

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO****SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53**RAPP. DI PROVA N° : 2633/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408, lott4IntBSest, pk 3+860

**APERTURA CAMPIONE ILA.045**

Sondaggio : S408

Campione : 07C

Profondità : da 21.00 a 21.20 m

FUSTELLA tipo : SP

DIAMETRO INTERNO cm. :

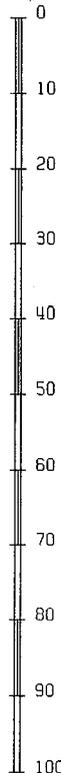
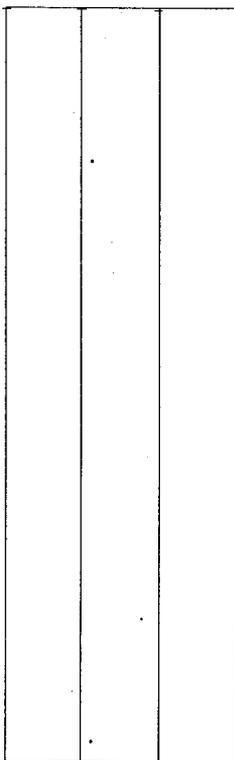
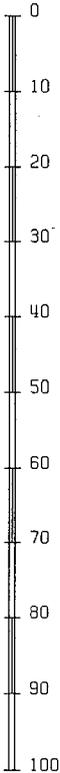
LUNGHEZZA cm. :

## PROGRAMMA PROVE

STRATI  
GRAFIAPOCKET  
PENET.  
Kg/cm<sup>2</sup>TOR  
VANE  
Kg/cm<sup>2</sup>

PROVINI

## DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE

Ghiaia di tutte le dimensioni (Dmax= 7cm),  
subangolare e di forma allungata, con limo sa  
sabbioso, di colore nocciola chiaro, non plastico.  
Forte reazione all'HCl.

QUALITA' DEL CAMPIONE

 BUONA SUFFICIENTE INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO**

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2634/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

**APERTURA CAMPIONE ILA.045**

Sondaggio : S408

Campione : 08C

Profondità : da 24.00 a 24.20 m

FUSTELLA tipo : SP

DIAMETRO INTERNO cm. :

LUNGHEZZA cm. :

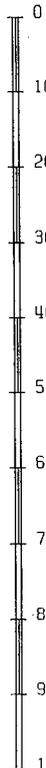
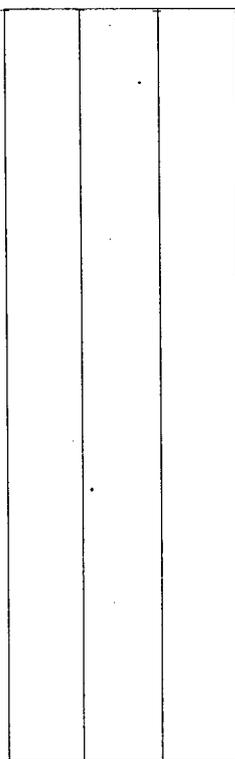
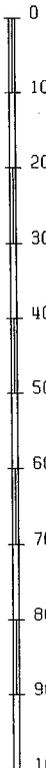
## PROGRAMMA PROVE

- GRANULOMETRIA SETACCI (ASTM D422-90 )
- CLASSIFICA U.S.C.S. (ASTM D2487-93)
- CLASSIFICA A.A.S.H.T.O. (ASTM D3282-93)

STRATI  
GRAFIAPOCKET  
PENET.  
Kg/cm<sup>2</sup>TOR  
VANE  
Kg/cm<sup>2</sup>

PROVINI

## DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE



Ghiaia di tutte le dimensioni (D<sub>max</sub>= 5cm),  
subarrotondata e subangolare, con limo sabbioso  
di colore nocciola, non plastico.  
Forte reazione all'HCl.

QUALITA' DEL CAMPIONE

 BUONA SUFFICIENTE INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind. Ie Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello, 53

RAPP. DI PROVA N°: 2635/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE: 1 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408, lott4IntBSest, pk 3+860

Sondaggio : S408

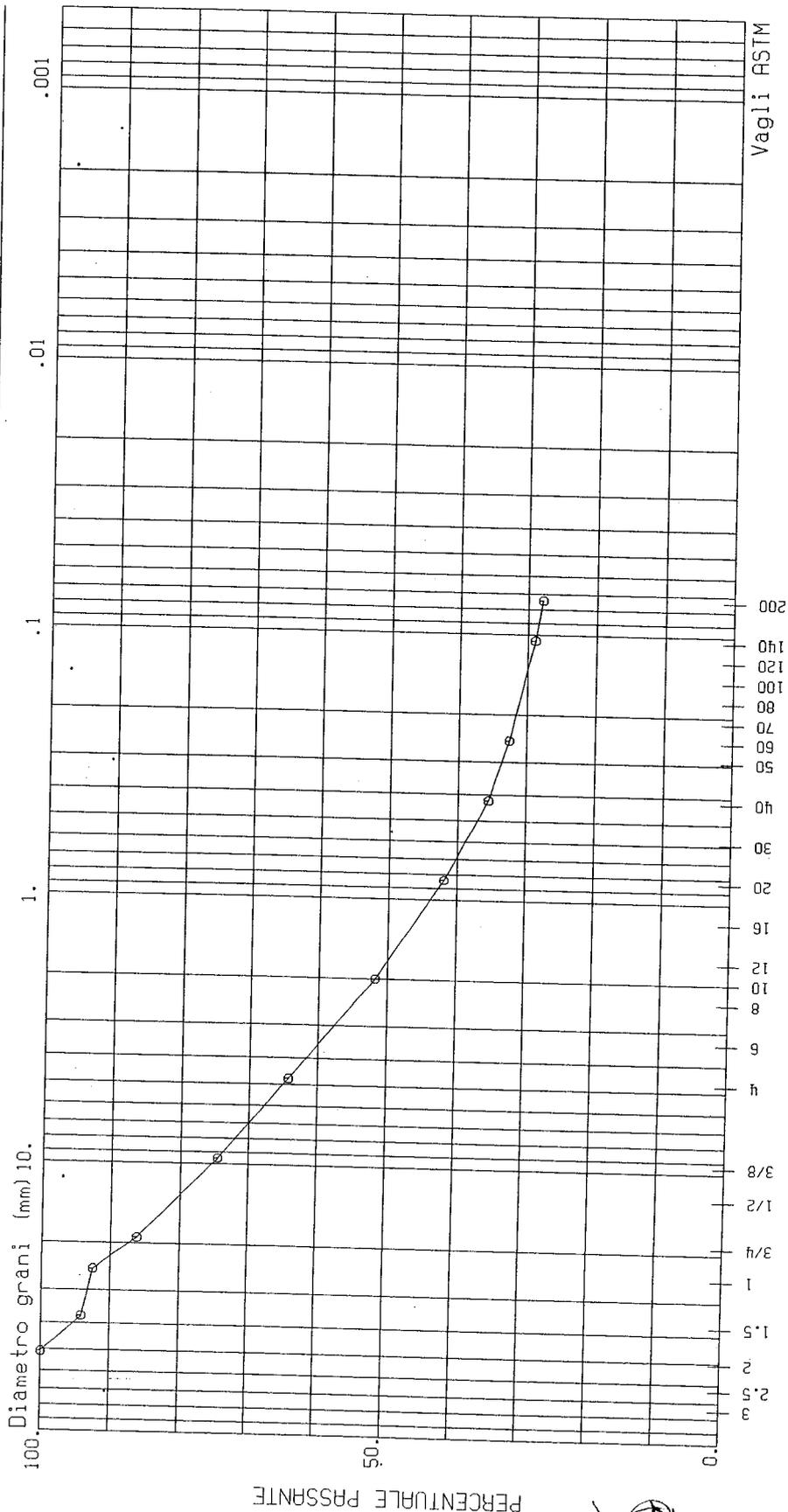
Campione : 08C

Profondità : da 24.00 a 24.20 m

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422

Classifica U.S.C.S.

GHIAIA		SABBIA		LIMO - ARGILLA	
G	F	G	M	F	



COTTOLI	GHIAIA	SABBIA	% < .074 mm	% < .002 mm	D60 (mm)	D10 (mm)	D30 (mm)	Cu = D60/D10	Cc = D30² / (D10 * D60)
0.000	35.721	36.339	27.939		3.527				

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO****SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53**RAPP. DI PROVA N° : 2635/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 2 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408.lott4IntBSest.pk 3+860

**A N A L I S I            G R A N U L O M E T R I C A**

foglio: 1.

VAGLI ASTM N.	DIAMETRO GRANULI mm.	PERC. CUM. PASSANTE
3 inch	75.000	
2.5 inch	63.500	
2 inch	50.800	100.00
1.5 inch	37.500	94.21
1 inch	25.000	92.60
3/4 inch	19.000	86.31
1/2 inch	12.700	
3/8 inch	9.500	74.63
4 mesh	4.750	64.28
6 mesh	3.360	
8 mesh	2.380	
10 mesh	2.000	51.85
12 mesh	1.680	
16 mesh	1.190	
20 mesh	0.840	41.98
30 mesh	0.595	
40 mesh	0.420	35.58
50 mesh	0.297	
60 mesh	0.250	32.63
70 mesh	0.212	
80 mesh	0.177	
100 mesh	0.149	
120 mesh	0.125	
140 mesh	0.105	28.97
200 mesh	0.074	27.94
A		
E		
R		
O		
M		
E		
T		
R		
I		
A		

D10 mm: 0.000

D30 mm: 0.134

D60 mm: 3.527

SPERIMENTATORE  
DIRETTORE DI LABORATORIO  


**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2636/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

**U.S.C.S. - UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM**

(ASTM D2487) Standard Test Method for

Classification of Soil for Engineering Purpose

Sondaggio : S408

Campione : 08C

Profondità : da 24.00 a 24.20m

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA			
Percentuale passante		Frazioni granulometriche	
3-in. (75-mm)	% : 100	Ghiaia	: 36.
No. 4 (4.75-mm)	% : 64.28	Sabbia	: 36.
No. 200 (0.075-mm)	% : 27.94	Limo + Argilla	: 28.
Coeff. uniformità	Cu :	Coeff. concavità	Cc :

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)	
Limite Liquido LL (%) :	ND
Indice di Plasticità Ip :	NP

CLASSIFICAZIONE
Group Symbol : SM
Fines Group Symbol : ML
Group Name : Sabbia limosa con ghiaia con frazione fina non plastica

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Ralale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2637/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408.lott4IntBSest.pk 3+860

**A.A.S.H.T.O. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY  
AND TRANSPORTATION OFFICIALS**

**ASTM D3282**

Sondaggio : S408

Campione : 08C

Profondità : da 24.00 a 24.20m

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE  
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA**

**Percentuale passante**

No. 10	(2.0-mm)	(%) :	51.85
No. 40	(0.425-mm)	(%) :	35.58
No. 200	(0.075-mm)	(%) :	27.94

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA'  
FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)**

Limite Liquido LL	(%) :	ND
Indice di Plasticità Ip	:	NP

**CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE**

**Classificazione generale :**

MATERIALI GRANULARI (Passante a 0.075 mm  $\leq$  35%)

**Classificazione di gruppo :**

A-2-4

**Indice di gruppo :**

0.

**Materiale tipico costituente :**

GHIAIA E/O SABBIA, LIMOSA O ARGILLOSA

**Valutazione generale del materiale come sottofondo :**

da ECCELLENTE a BUONO

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2638/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

### APERTURA CAMPIONE ILA.045

Sondaggio : S408

Campione : 09C

Profondità : da 27.00 a 27.20 m

FUSTELLA tipo : SP

DIAMETRO INTERNO cm. :

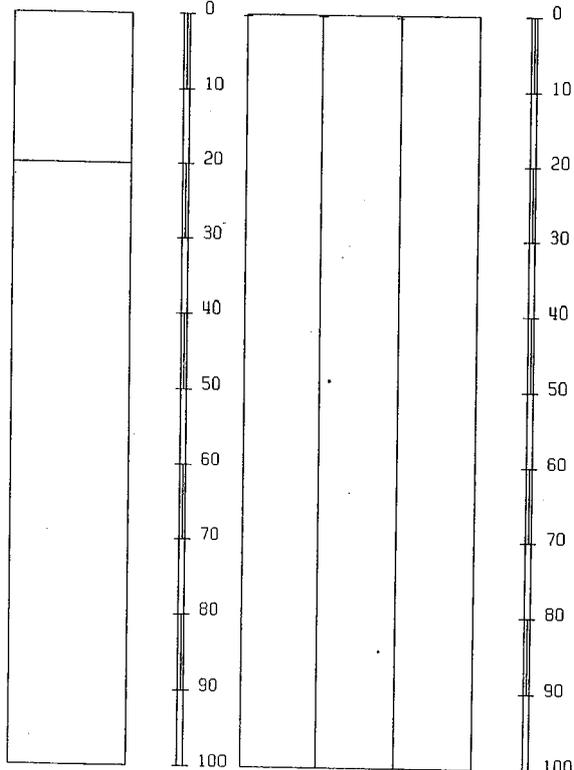
LUNGHEZZA cm. :

PROGRAMMA PROVE

STRATI  
GRAFIA

POCKET PENET. Kg/cm <sup>2</sup>	TOR. VANE Kg/cm <sup>2</sup>	PROVINI
--	------------------------------------	---------

DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE



Sabbia limosa con diffusa presenza di ghiaia prevalentemente fina, subangolare e subarrotondata di colore grigio, non plastico. Forte reazione all'HCl.

QUALITA' DEL CAMPIONE

BUONA

SUFFICIENTE

INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

**LABORATORIO GEOTECNICO**

**SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53**

RAPP. DI PROVA N° : 2639/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE  
CANTIERE : 355408, lott4IntBSest, pk 3+860  
COMMESSA :

### APERTURA CAMPIONE ILA.045

Sondaggio : S408      Campione : 10C      Profondità : da 30.00 a 30.20 m

FUSTELLA tipo : SP      DIAMETRO INTERNO cm. :      LUNGHEZZA cm. :

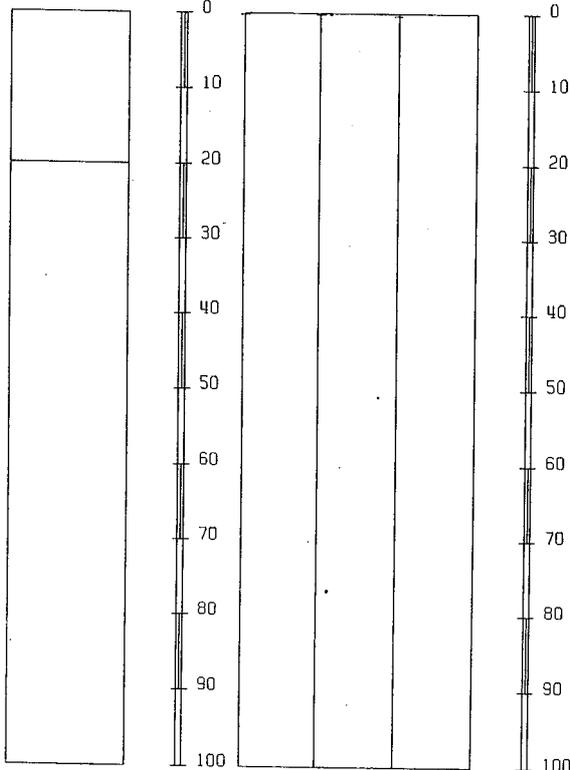
#### PROGRAMMA PROVE

- GRANULOMETRIA SETACCI (ASTM D422-90 )
- CLASSIFICA U.S.C.S. (ASTM D2487-93)
- CLASSIFICA A.A.S.H.T.O. (ASTM D3282-93)

STRATI  
GRAFIA

POCKET PENET. Kg/cm <sup>2</sup>	TOR VANE Kg/cm <sup>2</sup>	PROVINI
--	-----------------------------------	---------

#### DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE



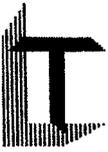
Sabbia con ghiaia di varie dimensioni ( $D_{max} = 4cm$ ), subarrotondata, inserita in una matrice limoo argillosa, di colore grigio, non plastica. Forte reazione all'HCl.

QUALITA' DEL CAMPIONE     BUONA     SUFFICIENTE     INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



# LABORTEC S.r.l.

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N°: 2640/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE: 1 di 2

COMMITTENTE: CEPAV DUE

COMMESSA:

CANTIERE: 355408, lott4IntBSest, pk 3+860

Sondaggio: S408

Campione: 10C

Profondità: da 30.00 a 30.20 m

## ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422

Classifica U.S.C.S.

G H I A I A

G

F

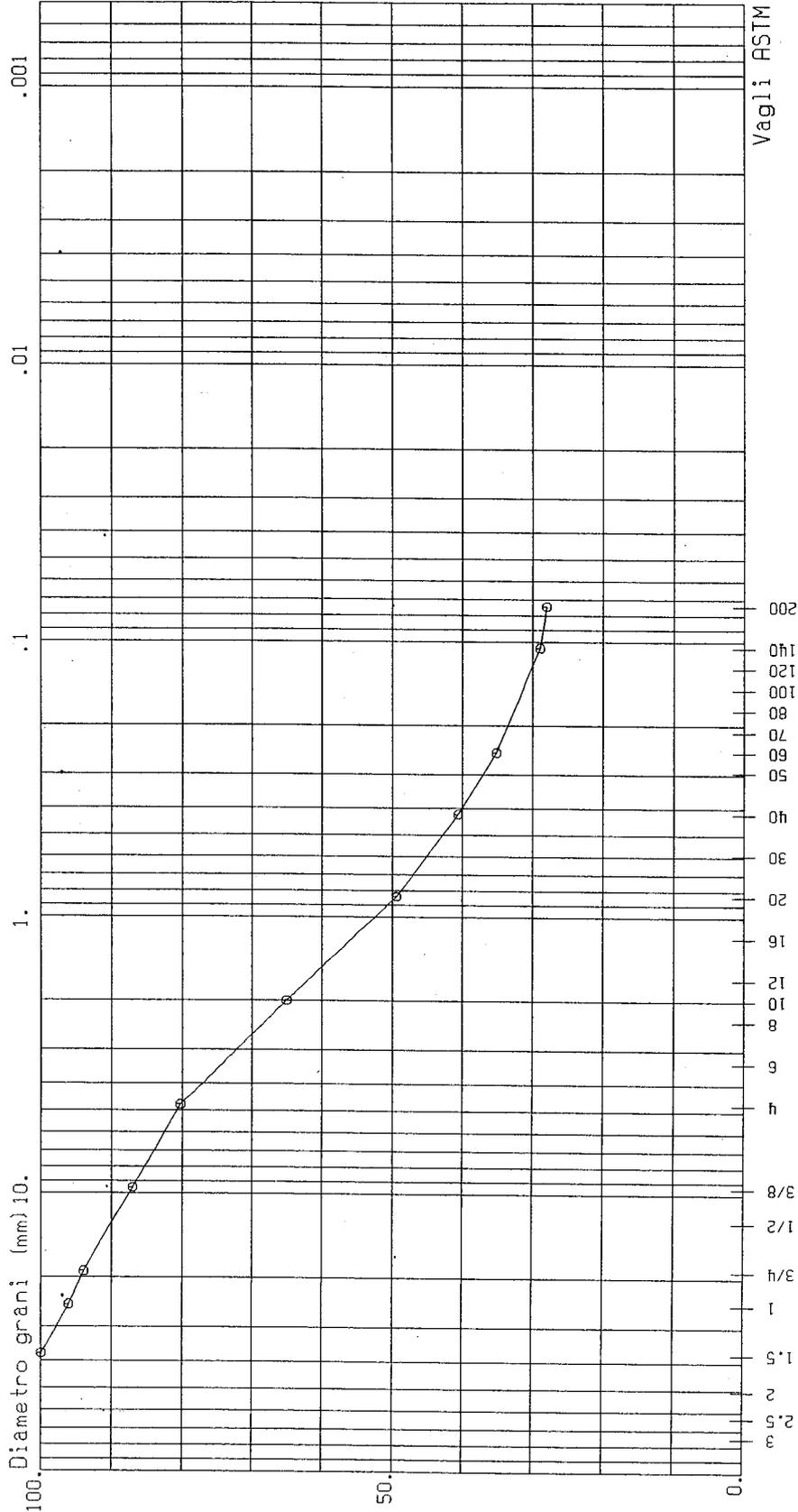
S

M

S

F

L I M O - A R G I L L A



C	U	W	L	P	F	M	S	Cl	U <sub>c</sub>	U <sub>u</sub>
0.000	19.694								52.296	28.010
									1.509	

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Ralale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2640/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 2 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408, lott4IntBSest, pk 3+860

**A N A L I S I      G R A N U L O M E T R I C A**

foglio: 1

SONDAGGIO	n. S408	
CAMPIONE	n. 10C	
PROFONDITA'	da m. 30.00	a m. 30.20
VAGLI ASTM N.	DIAMETRO GRANULI mm.	PERC. CUM. PASSANTE
3 inch	75.000	
2.5 inch	63.500	
2 inch	50.800	
1.5 inch	37.500	100.00
1 inch	25.000	96.08
3/4 inch	19.000	94.02
1/2 inch	12.700	
3/8 inch	9.500	87.09
4 mesh	4.750	80.31
6 mesh	3.360	
8 mesh	2.380	
10 mesh	2.000	65.08
12 mesh	1.680	
16 mesh	1.190	
20 mesh	0.840	49.44
30 mesh	0.595	
40 mesh	0.420	40.67
50 mesh	0.297	
60 mesh	0.250	35.20
70 mesh	0.212	
80 mesh	0.177	
100 mesh	0.149	
120 mesh	0.125	
140 mesh	0.105	28.95
200 mesh	0.074	28.01
A		
E		
R		
O		
M		
E		
T		
R		
I		
A		

D10 mm: .000

D30 mm: .122

D60 mm: 1.509

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2641/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408, lott4IntBSest, pk 3+860

## U.S.C.S. - UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM

(ASTM D2487) Standard Test Method for

Classification of Soil for Engineering Purpose

Sondaggio : S408

Campione : 10C

Profondità : da 30.00 a 30.20m

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA			
Percentuale passante		Frazioni granulometriche	
3-in. (75-mm)	% : 100	Ghiaia	: 20.
No. 4 (4.75-mm)	% : 80.31	Sabbia	: 52.
No. 200 (0.075-mm)	% : 28.01	Limo + Argilla	: 28.
Coeff. uniformità	Cu :	Coeff. concavità	Cc :

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)			
Limite Liquido LL	(%) :	ND	
Indice di Plasticità Ip	:	NP	

CLASSIFICAZIONE	
Group Symbol :	SM
Fines Group Symbol :	ML
Group Name :	Sabbia limosa con ghiaia con frazione fina non plastica

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO****SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53**RAPP. DI PROVA N° : 2642/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408, lott4IntBSest, pk 3+860

**A.A.S.H.T.O. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY  
AND TRANSPORTATION OFFICIALS****ASTM D3282**

Sondaggio : S408

Campione : 10C

Profondità : da 30.00 a 30.20m

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE  
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA****Percentuale passante**

No. 10	(2.0-mm)	(%) :	65.08
No. 40	(0.425-mm)	(%) :	40.67
No. 200	(0.075-mm)	(%) :	28.01

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA'  
FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)**

Limite Liquido LL	(%) :	ND
Indice di Plasticità Ip	:	NP

**CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE****Classificazione generale :**MATERIALI GRANULARI (Passante a 0.075 mm  $\leq$  35%)**Classificazione di gruppo :**

A-2-4

**Indice di gruppo :**

.0.

**Materiale tipico costituente :**

GHIAIA E/O SABBIA, LIMOSA O ARGILLOSA

**Valutazione generale del materiale come sottofondo :**

da ECCELLENTE a BUONO

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO****SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53**RAPP. DI PROVA N° : 2643/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408.lott4IntBSest.pk 3+860

**APERTURA CAMPIONE ILA.045**

Sondaggio : S408

Campione : 11C

Profondità : da 33.00 a 33.20 m

FUSTELLA tipo : SP

DIAMETRO INTERNO cm. :

LUNGHEZZA cm. :

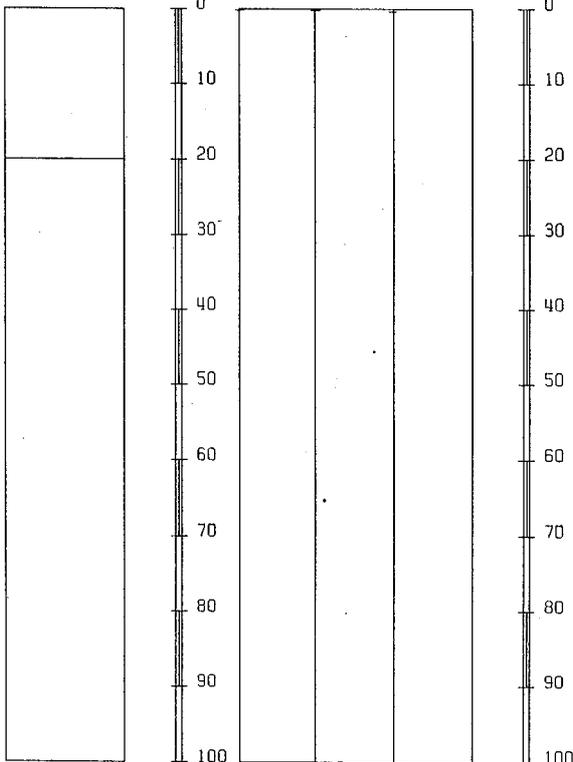
**PROGRAMMA PROVE**

- GRANULOMETRIA SETACCI (ASTM D422-90 )
- GRANULOMETRIA SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-90 )
- LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D4318-95a)
- CLASSIFICA U.S.C.S. (ASTM D2487-93)
- CLASSIFICA A.A.S.H.T.O. (ASTM D3282-93)

STRATI  
GRAFIA

POCKET PENET. Kg/cm <sup>2</sup>	TOR VANE Kg/cm <sup>2</sup>	PROVINI

DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE



Argilla limosa molto dura, di colore marrone scuro, con rara presenza di ghiaia, da poco plas plastico a plastico.  
Forte reazione all'HCl.

QUALITA' DEL CAMPIONE

 BUONA SUFFICIENTE INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Ralale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO  
SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2644/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408, lott4IntB5est, pk 3+860

Sondaggio : S408

Campione : 11C

Profondità : da 33.00 a 33.20 m

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422

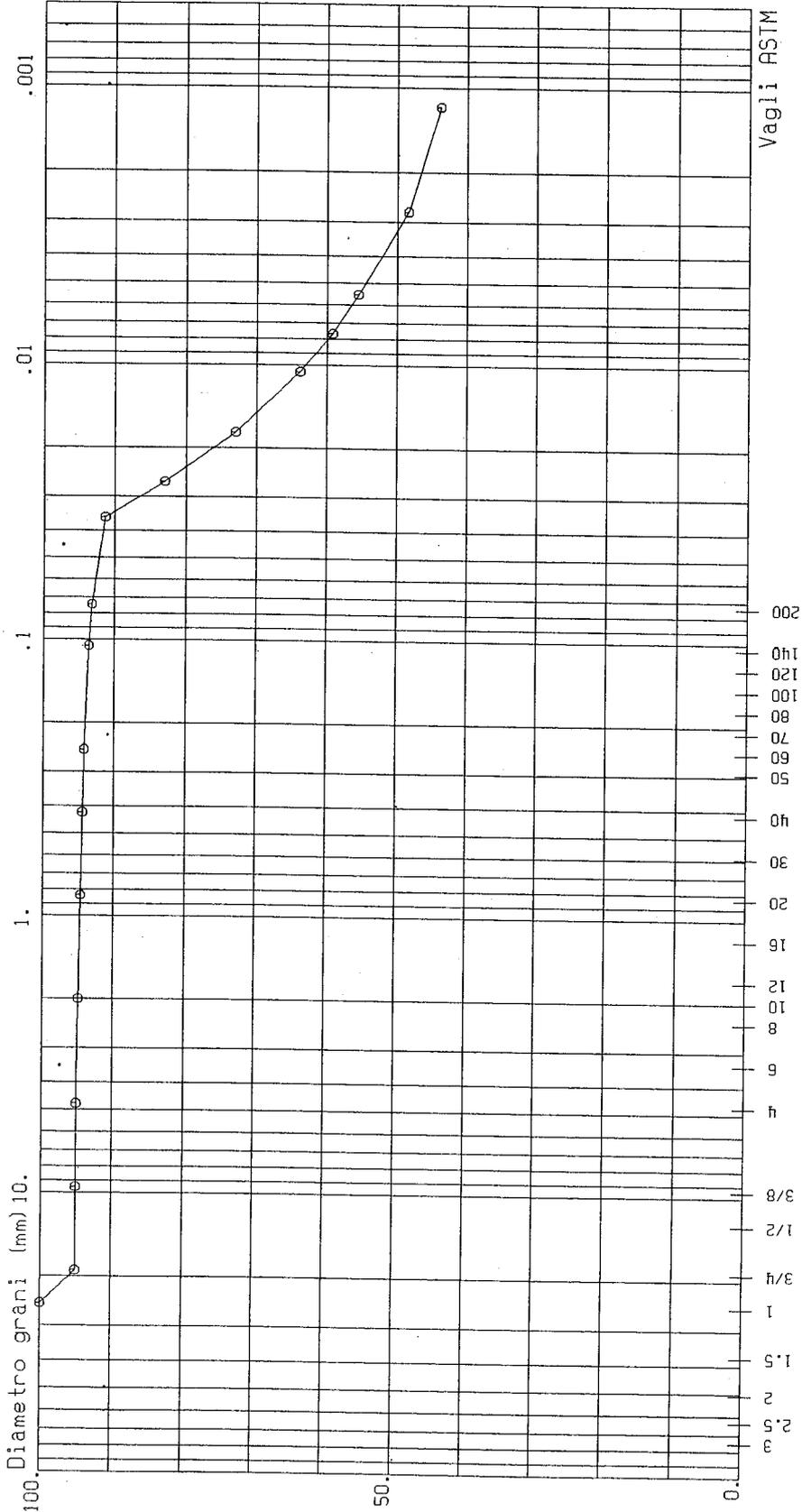
Classifica U.S.C.S.

GHIAIA  
G F

SABBIA  
M

F

LIMO - ARGILLA



CIOTTOLI	GHIAIA	SABBIA	% < .075 mm	% < .002 mm	D60 (mm)	D10 (mm)	D30 (mm)	C <sub>u</sub> =D60/D10	C <sub>c</sub> =D30/D10x0.60
0.000	4.854	1.976	93.170	46.703	0.008				

PERCENTUALE PASSANTE

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Mirabello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2644/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 2 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE  
CANTIERE : 3SS408, lott4IntBSest, pk 3+860  
COMMESSA :

## A N A L I S I      G R A N U L O M E T R I C A

foglio: 1

VAGLI ASTM N.	DIAMETRO GRANULI mm.	PERC. CUM. PASSANTE
3 inch	75.000	
2.5 inch	63.500	
2 inch	50.800	
1.5 inch	37.500	
1 inch	25.000	100.00
3/4 inch	19.000	95.15
1/2 inch	12.700	
3/8 inch	9.500	95.15
4 mesh	4.750	95.15
6 mesh	3.360	
8 mesh	2.380	
10 mesh	2.000	94.93
12 mesh	1.680	
16 mesh	1.190	
20 mesh	0.840	94.69
30 mesh	0.595	
40 mesh	0.420	94.47
50 mesh	0.297	
60 mesh	0.250	94.26
70 mesh	0.212	
80 mesh	0.177	
100 mesh	0.149	
120 mesh	0.125	
140 mesh	0.105	93.63
200 mesh	0.074	93.17
A	.0357	91.33
E	.0265	83.08
R	.0175	72.99
O	.0105	63.82
M	.0076	59.23
E	.0055	55.56
T	.0028	48.43
R	.0012	43.84
I		
A		

D10 mm: .000

D30 mm: .000

D60 mm: .008

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931- C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2645/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408,lott4IntBSest, pk 3+860

**LIMITI DI ATTERBERG**

ASTM D 4318

Sondaggio : S408

Campione : 11C

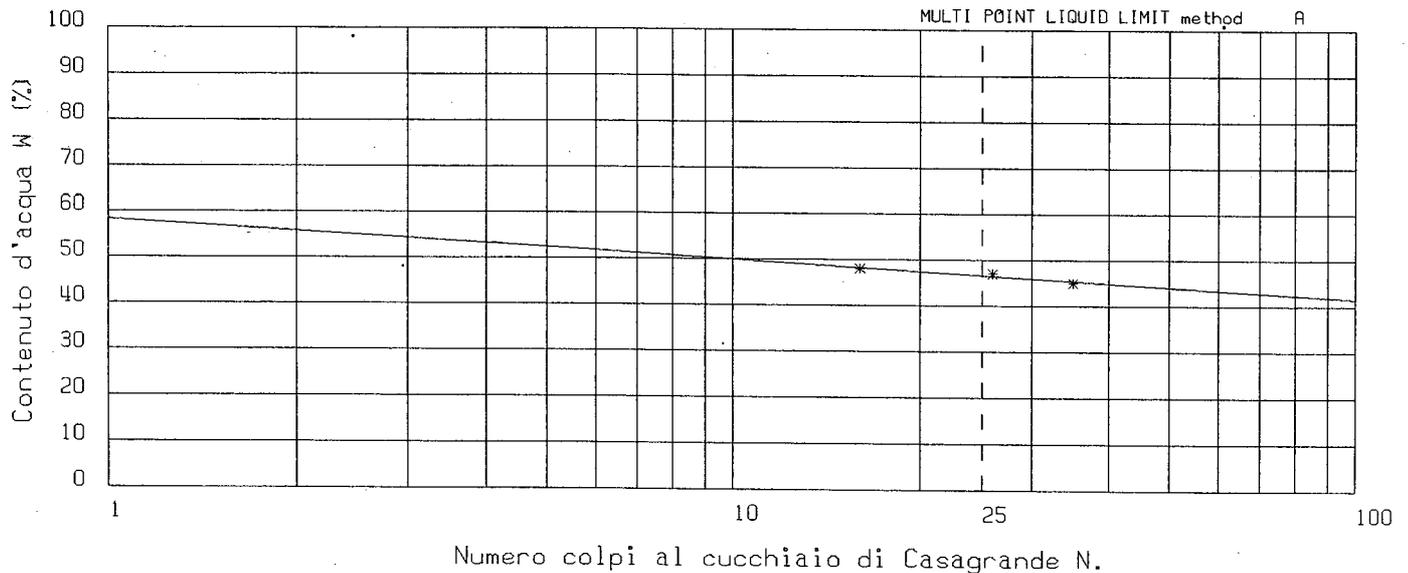
Profondità : da 33.00 a 33.20 m

LIMITE LIQUIDO	prova n.	1	2	3	4	5
Numero colpi		35	26	16		
Contenuto d'acqua (%)		45.1	47.1	48.1		

LIMITE LIQUIDO LL = 46.6

LIMITE PLASTICO LP = 18.5

INDICE PLASTICO IP = 28.1



LIMITE PLASTICO	prova n.	1	2	3	4	5
Contenuto d'acqua (%)		18.5	18.5			

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2646/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408,lott4IntBSest.pk 3+860

**U.S.C.S. - UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM**

(ASTM D2487) Standard Test Method for

Classification of Soil for Engineering Purpose

Sondaggio : S408

Campione : 11C

Profondità : da 33.00 a 33.20m

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA			
Percentuale passante		Frazioni granulometriche	
3-in. (75-mm)	% : 100	Ghiaia	: 5.
No. 4 (4.75-mm)	% : 95.15	Sabbia	: 2.
No. 200 (0.075-mm)	% : 93.17	Limo + Argilla	: 93.
Coeff. uniformità	Cu :	Coeff. concavità	Cc :

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)	
Limite Liquido LL (%) :	46.6
Indice di Plasticità Ip :	28.1

CLASSIFICAZIONE
Group Symbol : CL
Group Name :
Argilla poco plastica

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO****SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53**RAPP. DI PROVA N° : 2647/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408, lott4IntBSest, pk 3+860

**A.A.S.H.T.O. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY  
AND TRANSPORTATION OFFICIALS****ASTM D3282**

Sondaggio : S408

Campione : 11C

Profondità : da 33.00 a 33.20m

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE  
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA****Percentuale passante**

No. 10	(2.0-mm)	(%) :	94.93
No. 40	(0.425-mm)	(%) :	94.47
No. 200	(0.075-mm)	(%) :	93.17

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA'  
FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)**

Limite Liquido LL	(%) :	46.6
Indice di Plasticità Ip	:	28.1

**CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE****Classificazione generale :**

MATERIALI LIMO-ARGILLOSI (Passante a 0.075 mm &gt; 35%)

**Classificazione di gruppo :**

A-7-6

**Indice di gruppo :**

17.

**Materiale tipico costituente :**

TERRENI ARGILLOSI

**Valutazione generale del materiale come sottofondo :**

da ACCETTABILE a SCARSO

SPERIMENTATORE  
DIRETTORE DI LABORATORIO  


**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO****SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53**RAPP. DI PROVA N° : 2648/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408, lott4IntBSest, pk 3+860

**APERTURA CAMPIONE ILA.045**

Sondaggio : S408

Campione : 12C

Profondità : da 36.00 a 36.20 m

FUSTELLA tipo : SP

DIAMETRO INTERNO cm. :

LUNGHEZZA cm. :

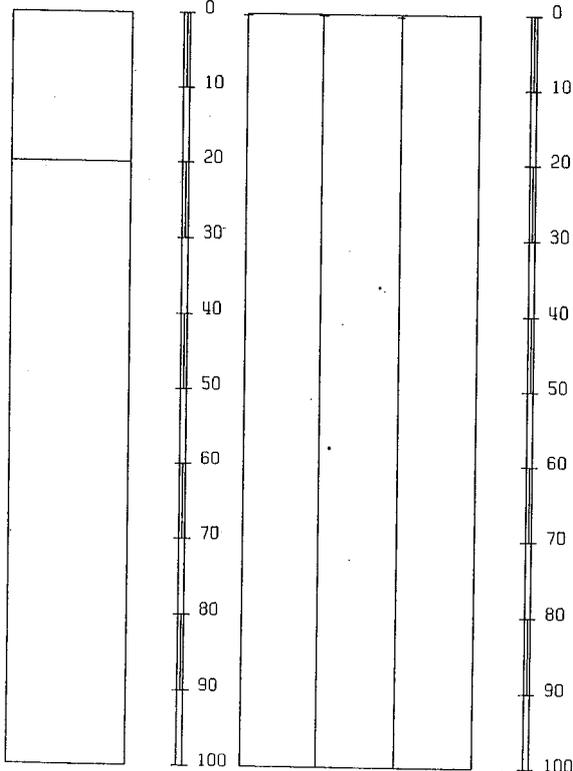
## PROGRAMMA PROVE

- GRANULOMETRIA SETACCI (ASTM D422-90 )
- LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D4318-95a)
- CLASSIFICA U.S.C.S. (ASTM D2487-93)
- CLASSIFICA A.A.S.H.T.O. (ASTM D3282-93)

STRATI  
GRAFIA

POCKET PENET. Kg/cm <sup>2</sup>	TOR VANE Kg/cm <sup>2</sup>	PROVINI

## DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE



Limo argilloso debolmente sabbioso, di colore ocre-nocciola, da poco plastico a plastico.  
Nessuna reazione all'HCl.

QUALITA' DEL CAMPIONE

 BUONA SUFFICIENTE INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO



**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408  
LABORATORIO GEOTECNICO  
SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2649/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

Sondaggio : S408

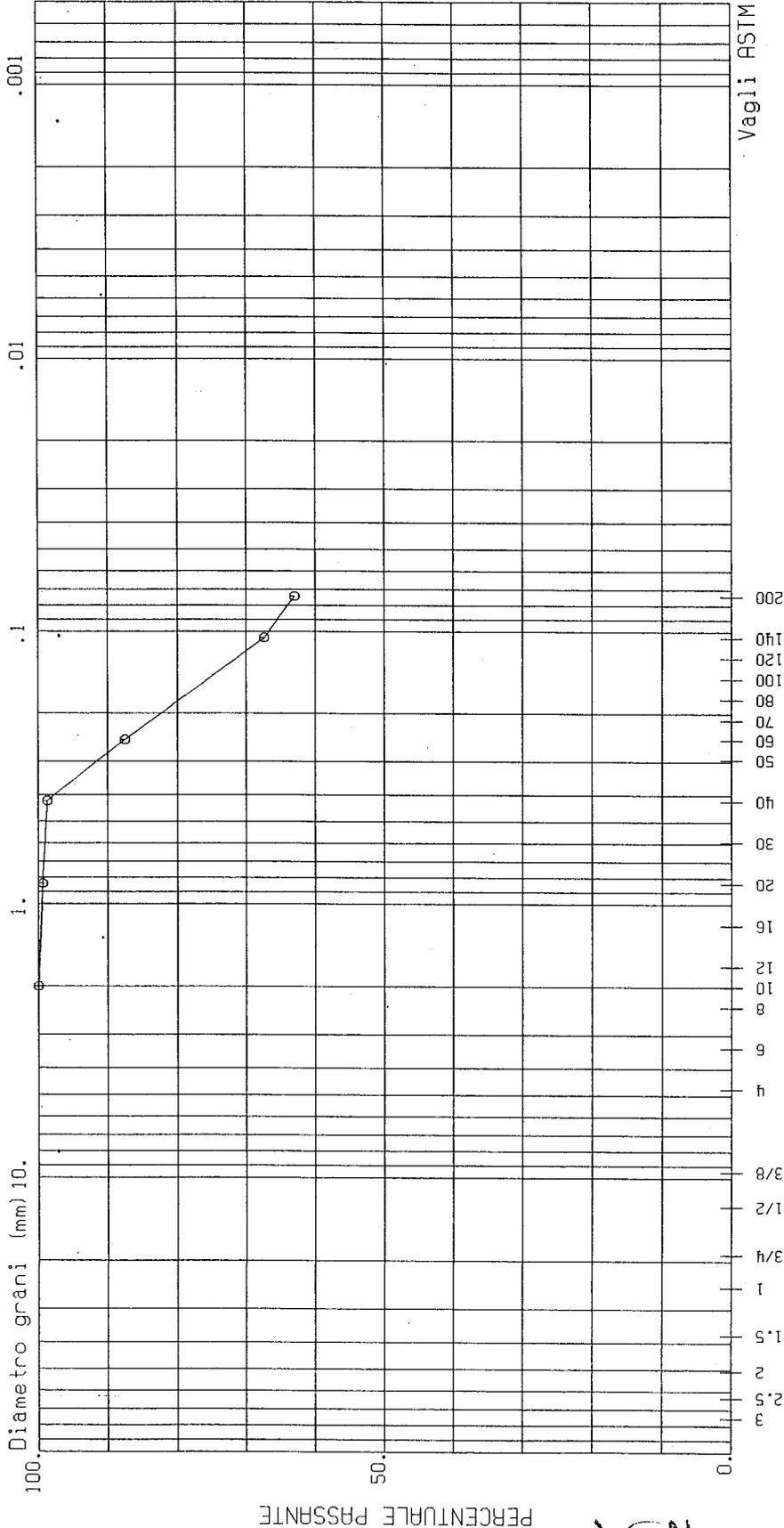
Campione : 12C

Profondità : da 36.00 a 36.20 m

**ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422**

Classifica U.S.C.S.

CHIAIA  
SABBIA  
LIMO - ARGILLA



CIOTTOLI	CHIAIA	SABBIA	% < 0.075 mm	% < 0.002 mm	D60 (mm)	D10 (mm)	D30 (mm)	C <sub>u</sub> =D60/D10	C <sub>c</sub> =D30 <sup>2</sup> /D10*D60
0.000	0.000	37.006	62.994						

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931- C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2649/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 2 di 2

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

**A N A L I S I                    G R A N U L O M E T R I C A**

foglio: 1

SONDAGGIO	n. S408	
CAMPIONE	n. 12C	
PROFONDITA'	da m. 36.00	a m. 36.20
VAGLI ASTM N.	DIAMETRO GRANULI mm.	PERC. CUM. PASSANTE
3 inch	75.000	
2.5 inch	63.500	
2 inch	50.800	
1.5 inch	37.500	
1 inch	25.000	
3/4 inch	19.000	
1/2 inch	12.700	
3/8 inch	9.500	
4 mesh	4.750	
6 mesh	3.360	
8 mesh	2.380	
10 mesh	2.000	100.00
12 mesh	1.680	
16 mesh	1.190	
20 mesh	0.840	99.39
30 mesh	0.595	
40 mesh	0.420	98.74
50 mesh	0.297	
60 mesh	0.250	87.58
70 mesh	0.212	
80 mesh	0.177	
100 mesh	0.149	
120 mesh	0.125	
140 mesh	0.105	67.39
200 mesh	0.074	62.99
A		
E		
R		
O		
M		
E		
T		
R		
I		
A		

D10 mm: .000

D30 mm: .000

D60 mm: .000

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2650/04  
 DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
 NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

**LIMITI DI ATTERBERG**

ASTM D 4318

Sondaggio : S408

Campione : 12C

Profondità : da 36.00 a 36.20 m

LIMITE LIQUIDO	prova n.	1	2	3	4	5
----------------	----------	---	---	---	---	---

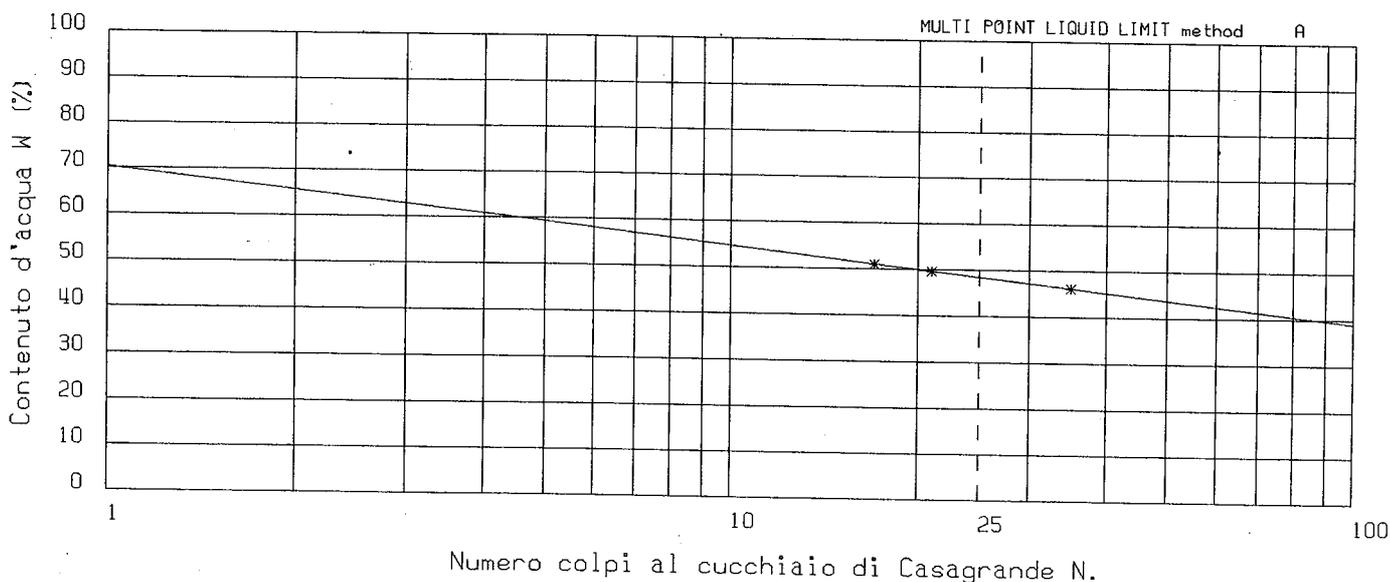
Numero colpi		35	21	17		
--------------	--	----	----	----	--	--

Contenuto d'acqua (%)		46.2	49.7	51.1		
-----------------------	--	------	------	------	--	--

LIMITE LIQUIDO LL = 48.5

LIMITE PLASTICO LP = 26.7

INDICE PLASTICO IP = 21.8



LIMITE PLASTICO	prova n.	1	2	3	4	5
-----------------	----------	---	---	---	---	---

Contenuto d'acqua (%)		26.7	26.7			
-----------------------	--	------	------	--	--	--

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408  
LABORATORIO GEOTECNICO  
SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2651/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

**U.S.C.S. - UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM**

(ASTM D2487) Standard Test Method for

Classification of Soil for Engineering Purpose

Sondaggio : S408

Campione : 12C

Profondità : da 36.00 a 36.20m

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA			
Percentuale passante		Frazioni granulometriche	
3-in. (75-mm)	% : 100	Ghiaia	: 0.
No. 4 (4.75-mm)	% : 100	Sabbia	: 37.
No. 200 (0.075-mm)	% : 62.99	Limo + Argilla	: 63.
Coeff. uniformità	Cu :	Coeff. concavità	Cc :

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA'  
FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)**

Limite Liquido LL (%) : 48.5

Indice di Plasticità Ip : 21.8

**CLASSIFICAZIONE**

Group Symbol : CL

Group Name :

Argilla poco plastica sabbiosa

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Ralale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408

LABORATORIO GEOTECNICO

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Mirabello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2652/04  
DATA EMISS. RAPP.: 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408.lott4IntBSest.pk 3+860

**A.A.S.H.T.O. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY  
AND TRASPORTATION OFFICIALS**

ASTM D3282

Sondaggio : S408

Campione : 12C

Profondità : da 36.00 a 36.20m

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE  
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA****Percentuale passante**

No. 10	(2.0-mm)	(%) :	100
No. 40	(0.425-mm)	(%) :	98.74
No. 200	(0.075-mm)	(%) :	62.99

**CARATTERISTICHE DI PLASTICITA'  
FRAZIONE PASSANTE A 0.425mm(No.40)**

Limite Liquido LL	(%) :	48.5
Indice di Plasticità Ip	:	21.8

**CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE****Classificazione generale :**

MATERIALI LIMO-ARGILLOSI (Passante a 0.075 mm &gt; 35%)

**Classificazione di gruppo :**

A-7-6

**Indice di gruppo :**

12.

**Materiale tipico costituente :**

TERRENI ARGILLOSI

**Valutazione generale del materiale come sottofondo :**

da ACCETTABILE a SCARSO

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Ralale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO**

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2653/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 3SS408.lott4IntBSest.pk 3+860

**APERTURA CAMPIONE ILA.045**

Sondaggio : S408

Campione : 13C

Profondità : da 39.00 a 39.20 m

FUSTELLA tipo : SP      DIAMETRO INTERNO cm. :      LUNGHEZZA cm. :

PROGRAMMA PROVE

STRATI GRAFIA	POCKET PENET. Kg/cm <sup>2</sup>	TOR VANE Kg/cm <sup>2</sup>	PROVINI	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE
				<p>Limo sabbioso debolmente argilloso, di colore grigio scuro-nero, non plastico. Debole reazione all'HCl.</p>

QUALITA' DEL CAMPIONE     BUONA                       SUFFICIENTE                       INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

**LABORTEC S.r.l.**65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931 - C.C.I.A.A. n. 47408**LABORATORIO GEOTECNICO**

SAN LORENZO in CAMPO (PU), 61047 - Via Miralbello,53

RAPP. DI PROVA N° : 2654/04  
DATA EMISS. RAPP. : 06/10/2004  
NUMERO DI PAGINE : 1 di 1

COMMITTENTE : CEPAV DUE

COMMESSA :

CANTIERE : 355408,lott4IntBSest.pk 3+860

**APERTURA CAMPIONE ILA.045**

Sondaggio : S408

Campione : 16C

Profondità : da 48.00 a 48.20 m

FUSTELLA tipo : SP

DIAMETRO INTERNO cm. :

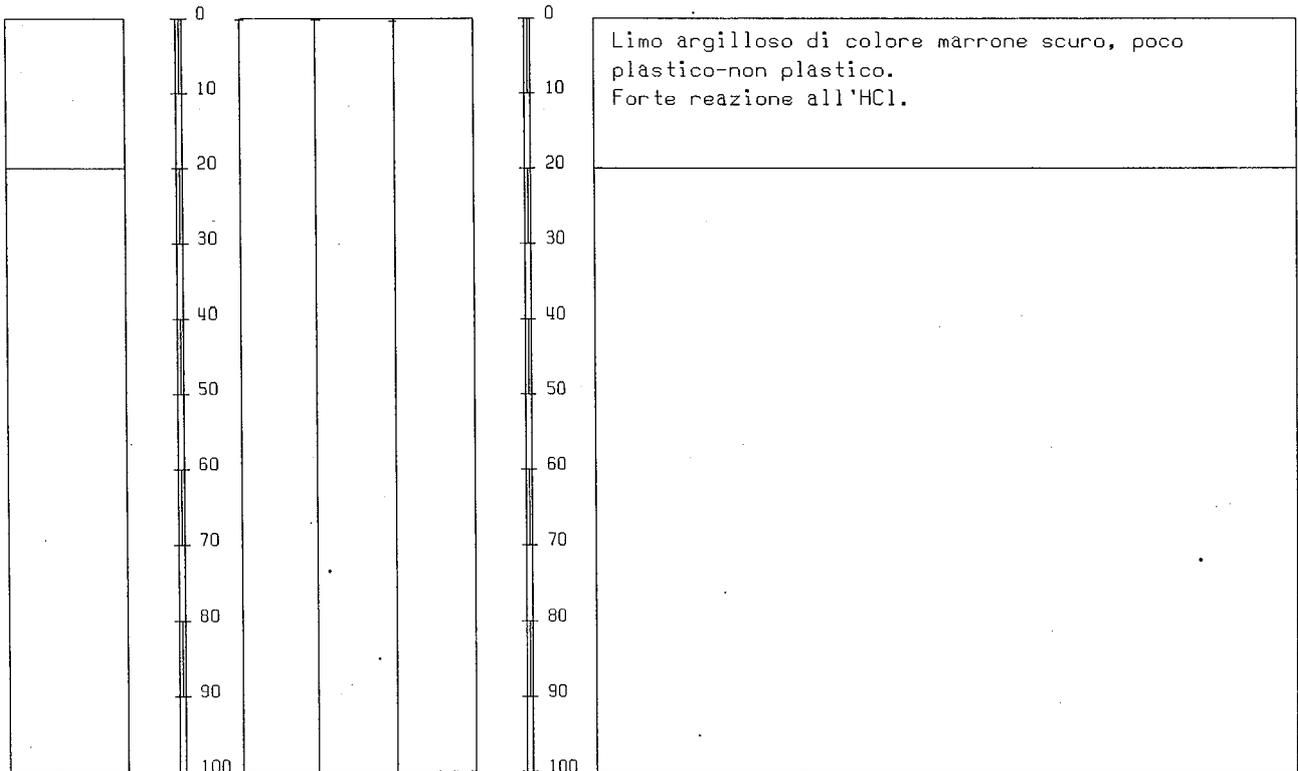
LUNGHEZZA cm. :

PROGRAMMA PROVE

STRATI  
GRAFIAPOCKET  
PENET.  
Kg/cm²TOR.  
VANE  
Kg/cm²

PROVINI

DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL CAMPIONE



QUALITA' DEL CAMPIONE

 BUONA SUFFICIENTE INSUFFICIENTE

NOTE :

SPERIMENTATORE

DIRETTORE DI LABORATORIO

Riferimento: Committente: ITALFERR S.p.A.	Sondaggio: S 6
Località: LINEA MI-VR Località: CILIVERGHE DI MAZZANO	Quota: piano campagna
Impresa esecutrice: INTERGEO S.r.l.	Data: 21-24/07/2001
Coordinate:	Redattore: Dr. Geol. Rino Guadagnini
Perforazione: Carotaggio continuo	

Prof. m	ROD % 0-100	Standard Penetration Test S.P.T. N	Standard Penetration Test m	Prel. % 0-100	VT	RP	Campioni	LITOLOGIA	DESCRIZIONE
1									Riporto costituito da limo argilloso di colore rossastro-bruno con radici nei primi 50 cm e con rara ghiaia con diametro massimo di 2 cm.
1.6									Sabbia media con rara ghiaia con diametro massimo di 1 cm, di colore nocciola-grigio.
2.0									Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli di diametro massimo di 10 cm, prevalentemente subarrotondati, in matrice sabbiosa di colore grigio chiaro.
5.4									Ghiaia eterogenea ed eterometrica con ciottoli con diametro massimo di 10 cm, in prevalenza subangolari, in matrice sabbiosa fine di colore nocciola chiaro.
6.0		24-RF	6,0				1) Dis < 6,00 6,45		Ghiaia eterogenea ed eterometrica con diametro massimo di 8 cm subangolare, in matrice limo-sabbiosa a tratti debolmente argillosa, di colore nocciola chiaro-panna.
6.6									
10.5		25-38-48	10,5						Ghiaia eterogenea ed eterometrica con diametro massimo di 5 cm, subarrotondata, in matrice limo-argillosa debolmente sabbiosa, nocciola chiaro.
13.8									
15.0		9-18-22	15,0				2) Dis < 15,00 15,46		Ghiaia subarrotondata in matrice limosa debolmente sabbiosa, di colore nocciola.
15.1									Sabbie ghiaiosa limosa di colore grigio.
16.0									
19.6									Sabbia debolmente limosa di colore nocciola da media a grossolana.
20.8									Sabbia debolmente limosa con intercalazioni di livelli ghiaiosi di colore grigio-nocciola.
22.0									Limo sabbioso debolmente argilloso, di colore bruno-marrone.
22.5									Argilla debolmente limosa di colore grigio con riflessi ramati, a consistenza tenace, compatta.
24.0		18-31-RF	24,0						

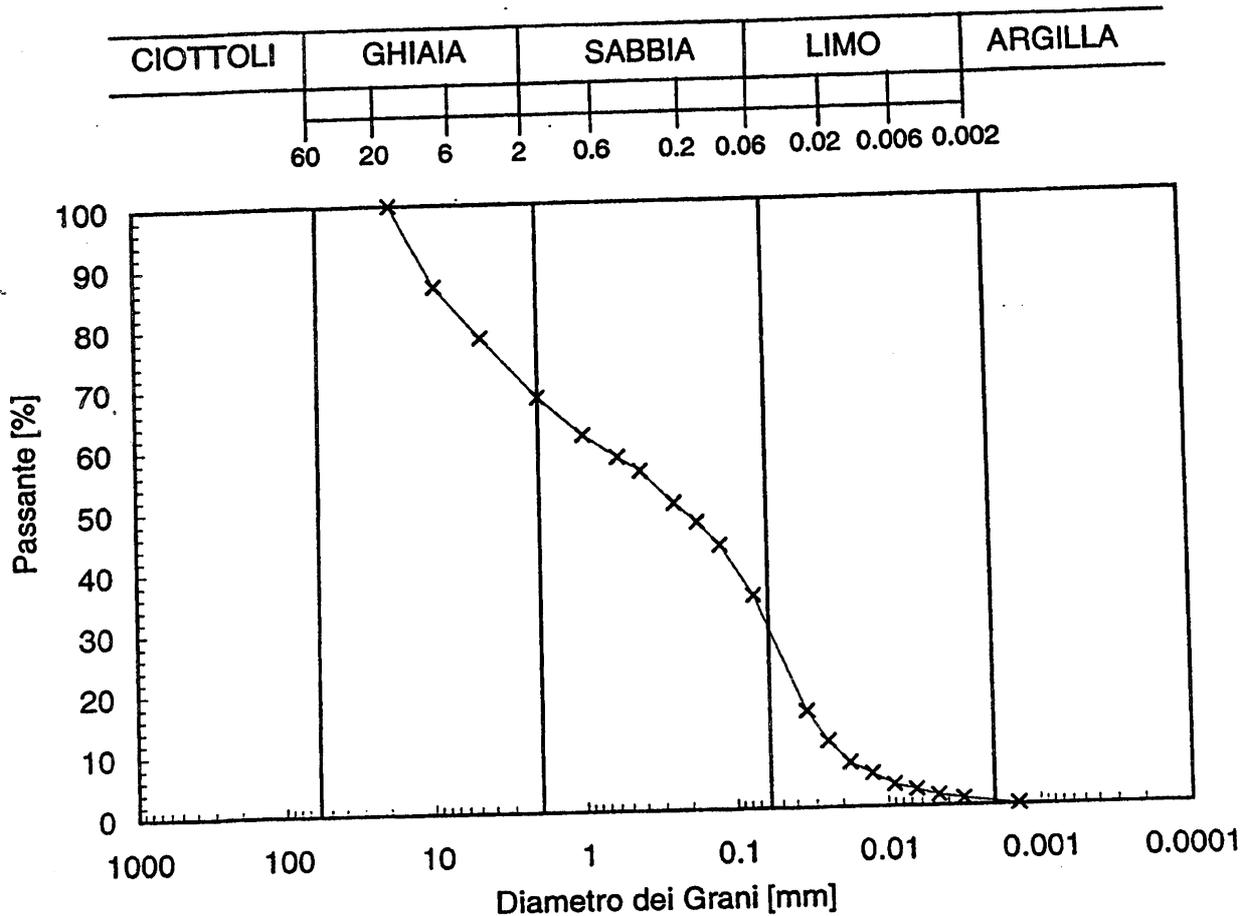
Riferimento: Committente: ITALFERR S.p.A.	Sondaggio: S 6
Località: LINEA MI-VR Località: CILIVERGHE DI MAZZANO	Quota: piano campagna
Impresa esecutrice: INTERGEO S.r.l.	Data: 21-24/07/2001
Coordinate:	Redattore: Dr. Geol. Rino Guadagnini
Perforazione: Carotaggio continuo	

Pz metri base	LITOLOGIA	Campioni in foro	RP	VT	Prel. % 0-100	Standard Penetration Test		ROD % 0-100	Prof. m 24.1	DESCRIZIONE
						m	S.P.T. N			
25		3) Dis < 24,00 24,45	>4	>1						Argilla debolmente limosa di colore grigio con riflessi ramati, a consistenza tenace, compatta.
26			2.5	>1						Limo sabbioso debolmente argilloso, di colore bruno nocciola (rimaneggiato).
27			3.7	>1						Ghiaia in matrice limo-sabbiosa, costituita da elementi eterogenei ed eterometrici subarrotondati, di colore grigio-nocciola.
28			3.7	>1						Argille debolmente limosa di colore grigio ramato, molto compatta.
29		4) Dis < 28,60 29,06				28,6	8-30-RF	R		Sabbia di colore nocciola, da fine a media, a consistenza compatta.
30			2	>1						Sabbia di colore grigio da fine a media. Presenza di resti organici (gusci di bivalvi). Consistenza da media a compatta.
31			4	>1						Limo argilloso sabbioso passante a limo sabbioso debolmente argilloso verso il basso, di colore grigio scuro a consistenza compatta.
32										Sabbia debolmente limosa da media a fine, ben addensata, di colore grigio chiaro.
33										Limo con sabbia di colore grigio scuro, molto addensato.
34			2.2	0.5						Sabbia fine limosa di colore grigio, ben addensata e satura d'acqua.
35			1.5	0.2						Limo debolmente sabbioso e debolmente argilloso di colore grigio scuro, addensato.
36			1.8	0.6						Presenza di rari resti organici vegetali e gusci di molluschi.
37			1.5	0.5						Limo debolmente sabbioso e debolmente argilloso di colore grigio scuro, molto addensato.
38			2	0.9						Presenza di resti organici vegetali e gusci di molluschi.
39			1.2	0.8						
40			3.5	1						
			2.3	>1						
			3.6	1						
			3.5	>1						
			4	>1						
			3.0	>1						
			4	>1					40,0	



rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	29/08/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT3
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	15 - 15.45
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	29/08/01



Prova	Simbolo	Profondità		Peso Secco Materiale [g]	Metodo Preparazione	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>10</sub>
		da m	a m									[mm]	[mm]	[mm]
Gr 1	x	15.00	15.45	542.62	VIA UMIDA	35	-	32	39	29	1	7.8.E-01	2.4.E-01	6.1.E-02

**NOTE:**

\* Ricavato da estrapolazione dei dati sperimentali

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	06/09/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT4
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	24.00 - 24.45
<b>Prova:</b>	Dc
<b>Data fine descrizione:</b>	06/09/01

**Dati Generali di Campionamento**

Data prelievo:  
 Attrezzatura sondaggio:           ROTAZIONE  
 Attrezzatura prelievo:           CAMPIONATORE SPT  
 Modalità prelievo:               PERCUSSIONE

**Dati Generali del Campione**

Data arrivo in laboratorio:	02/08/01	Tipo contenitore:	SACCHETTO PLASTICA
Data estrusione campione:	03/08/01	Forma campione:	-
Condizioni contenitore:	BUONE	Dimensioni Campione:	Φ=       cm   L=   45 cm
		Classe del terreno:	CLASSE 2

**Descrizione**

Limo sabbioso f argilloso con tracce di ghiaia mvf allungata angolare subangolare lmax 16mm.

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+ [MPa]	// [MPa]	+ [MPa]	// [MPa]	
					LLP1 Gr1 Gs1

**Richiami**
**Legenda e simboli**

LLP = Limiti di liquidità e plasticità  
 Gr = Analisi Granulometrica  
 Gs = Peso specifico dei grani

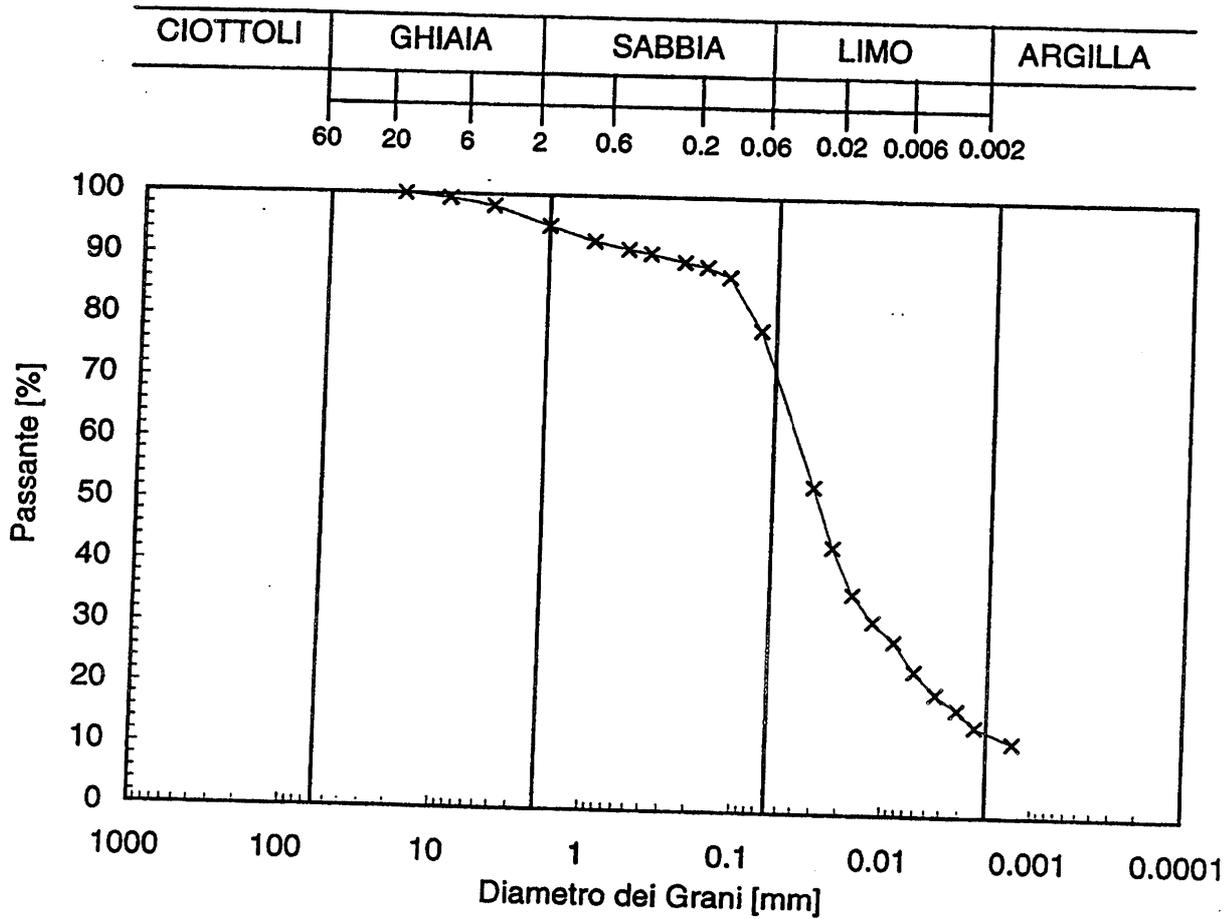
rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	06/09/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT4
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	24.00 - 24.45
<b>Prova:</b>	Cg
<b>Data fine descrizione:</b>	06/09/01

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	Note
LLP1	24m - 24.45m	Limite Liquido = 27 [%] Limite Plastico = 19 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	
Gs1	24m - 24.45m	Peso specifico dei grani = 2.706 [-]	PT-LMT-00019 REV. 1	

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	28/08/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT4
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	24 - 24.45
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	28/08/01



Prova	Simbolo	Profondità		Peso Secco Materiale [g]	Metodo Preparazione	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>10</sub>
		da m	a m									[mm]	[mm]	[mm]
Gr 1	x	24.00	24.45	249.57	VIA UMIDA	79	-	5	23	58	14	4.0.E-02	2.8.E-02	1.0.E-02

OTE:

licavato da estrapolazione dei dati sperimentali

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	06/09/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT5
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	28.60 - 29.05
<b>Prova:</b>	Dc
<b>Data fine descrizione:</b>	06/09/01

**Dati Generali di Campionamento**

Data prelievo:  
 Attrezzatura sondaggio: ROTAZIONE  
 Attrezzatura prelievo: CAMPIONATORE SPT  
 Modalità prelievo: PERCUSSIONE

**Dati Generali del Campione**

Data arrivo in laboratorio: 02/08/01  
 Data estrusione campione: 03/08/01  
 Condizioni contenitore: BUONE

Tipo contenitore: SACCHETTO PLASTICA  
 Forma campione: -  
 Dimensioni Campione:  $\Phi =$  cm L= 45 cm  
 Classe del terreno: CLASSE 1

**Descrizione**

Sabbia m/f limosa debolmente argillosa con tracce di ghiaia m/f allungata angolare subangolare lmax 6mm.

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+ [MPa]	// [MPa]	+ [MPa]	// [MPa]	
					Gr1

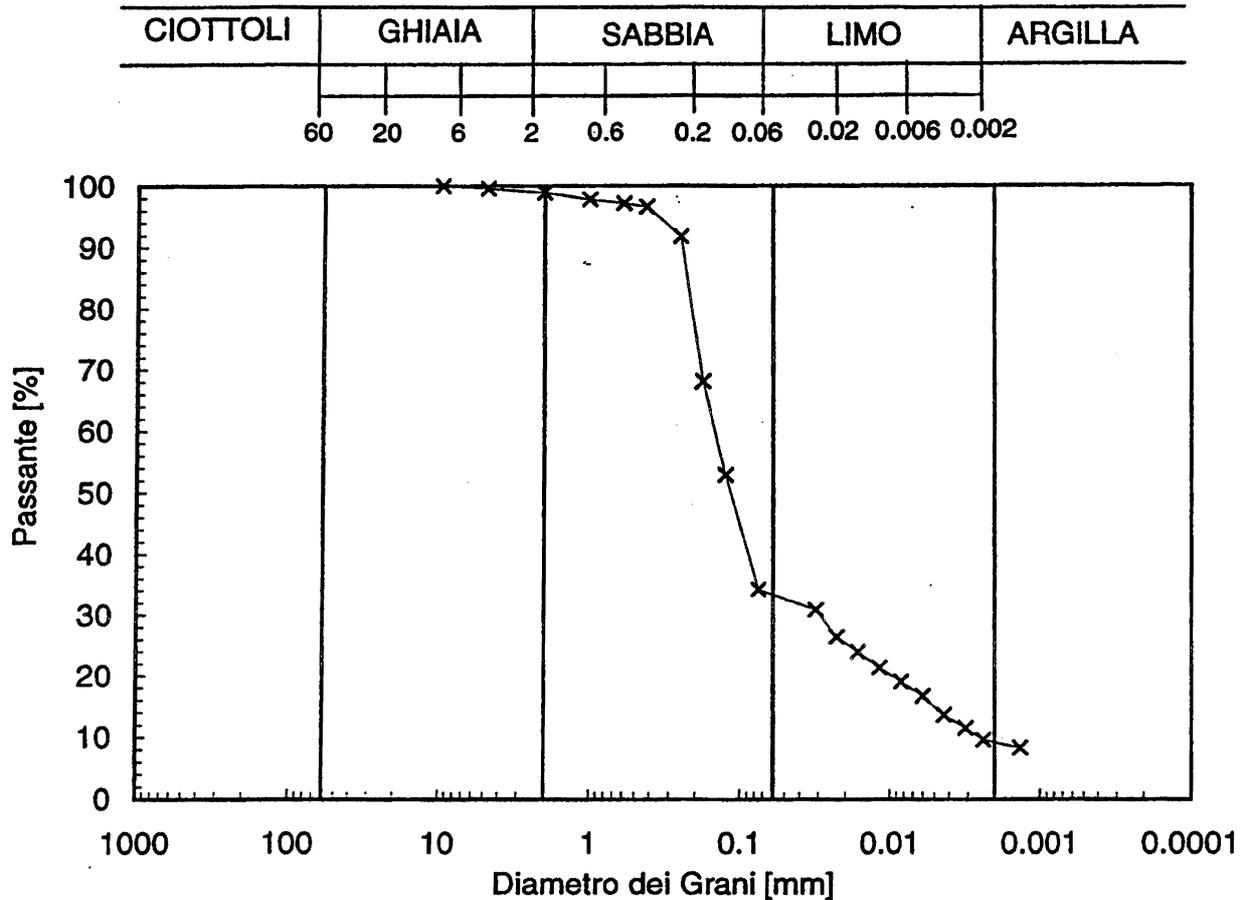
**Richiami**

**Legenda e simboli**

Gr = Analisi Granulometrica

rev.	data emiss.	eseguito da	: elaborato da
0	27/08/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT5
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	28.6 - 29.05
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	27/08/01



Prova	Simbolo	Profondità		Peso Secco Materiale [g]	Metodo Preparazione	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>10</sub>
		da m	a m									[mm]	[mm]	[mm]
Gr 1	x	28.60	29.05	450.46	VIA UMIDA	34	-	1	66	24	9	1.5.E-01	1.2.E-01	2.9.E-02

**NOTE:**

\* Ricavato da estrapolazione dei dati sperimentali

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	06/09/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT1
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	6.00 - 6.45
<b>Prova:</b>	Dc
<b>Data fine descrizione:</b>	06/09/01

**Dati Generali di Campionamento**

Data prelievo:  
 Attrezzatura sondaggio: ROTAZIONE  
 Attrezzatura prelievo: CAMPIONATORE SPT  
 Modalità prelievo: PERCUSSIONE

**Dati Generali del Campione**

Data arrivo in laboratorio: 02/08/01  
 Data estrusione campione: 03/08/01  
 Condizioni contenitore: BUONE

Tipo contenitore: SACCHETTO PLASTICA  
 Forma campione: -  
 Dimensioni Campione:  $\Phi =$  cm L = 45 cm  
 Classe del terreno: CLASSE 1

**Descrizione**

Sabbia m/f limosa ghiaiosa m/f allungata angolare subangolare lmax 11mm con tracce di argilla.

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+ [MPa]	// [MPa]	+ [MPa]	// [MPa]	
					Grt

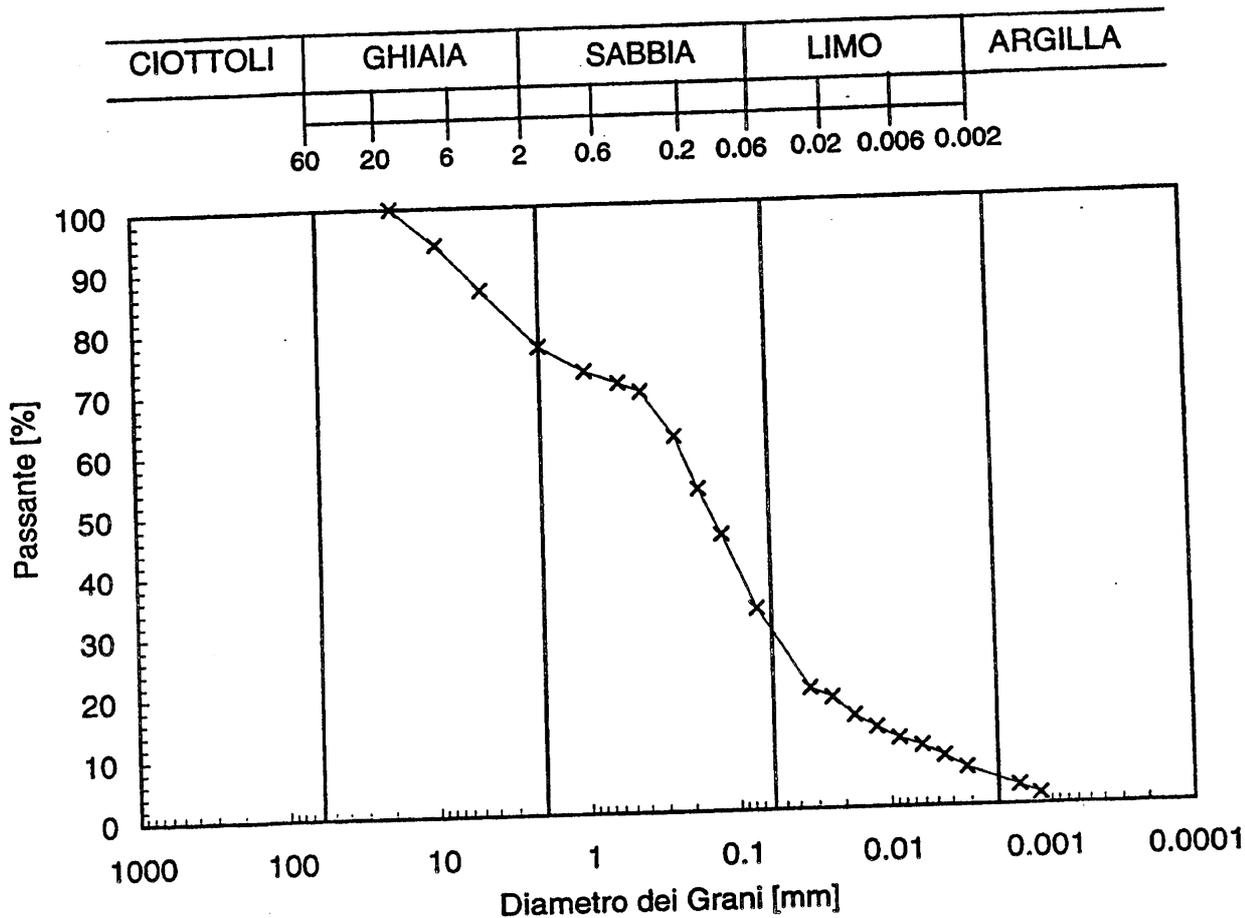
*Richiami*

**Legenda e simboli**

Gr = Analisi Granulometrica

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	29/08/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT1
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	6 - 6.45
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	29/08/01



Prova	Simbolo	Profondità		Peso Secco Materiale [g]	Metodo Preparazione	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>10</sub>
		da m	a m									[mm]	[mm]	[mm]
Gr 1	x	6.00	6.45	423.97	VIA UMIDA	33	-	23	48	25	4	2.3.E-01	1.5.E-01	6.3.E-02

**NOTE:**

\* Ricavato da estrapolazione dei dati sperimentali

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	06/09/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT3
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	15.00 - 15.45
<b>Prova:</b>	Dc
<b>Data fine descrizione:</b>	06/09/01

**Dati Generali di Campionamento**

Data prelievo:  
 Attrezzatura sondaggio:           ROTAZIONE  
 Attrezzatura prelievo:           CAMPIONATORE SPT  
 Modalità prelievo:                PERCUSSIONE

**Dati Generali del Campione**

Data arrivo in laboratorio:   02/08/01  
 Data estrusione campione:   03/0801  
 Condizioni contenitore:       BUONE

Tipo contenitore:            SACCHETTO PLASTICA  
 Forma campione               -  
 Dimensioni Campione:       Φ=        cm   L=    45 cm  
 Classe del terreno:           CLASSE 1

**Descrizione**

Sabbia eterogenea angolare subangolare con ghiaia m/f allungata angolare subangolare lmax 14mm con limo.

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+	//	+	//	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
					Gr1

*Richiami*

**Legenda e simboli**

Gr = Analisi Granulometrica

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	20/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRA
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	4.60 - 4.90
<b>Prova:</b>	Dc
<b>Data fine descrizione:</b>	20/11/01

**Dati Generali di Campionamento**

Data prelievo:  
 Attrezzatura sondaggio:           ROTAZIONE  
 Attrezzatura prelievo:           CAROTIERE  
 Modalità prelievo:                ROTAZIONE

**Dati Generali del Campione**

Data arrivo in laboratorio:   14/11/01  
 Data estrusione campione:   16/11/01  
 Condizioni contenitore:       BUONE

Tipo contenitore:               SACCHETTO PLASTICA  
 Forma campione                -  
 Dimensioni Campione:        Φ=        cm   L=       30 cm  
 Classe del terreno:            CLASSE 1

**Descrizione**

Ghiaia eterogenea allungata subangolare subarrotondata lmax 39mm con sabbia eterogenea subangolare subarrotondata limosa con tracce di argilla.

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+	//	+	//	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
					Gr1

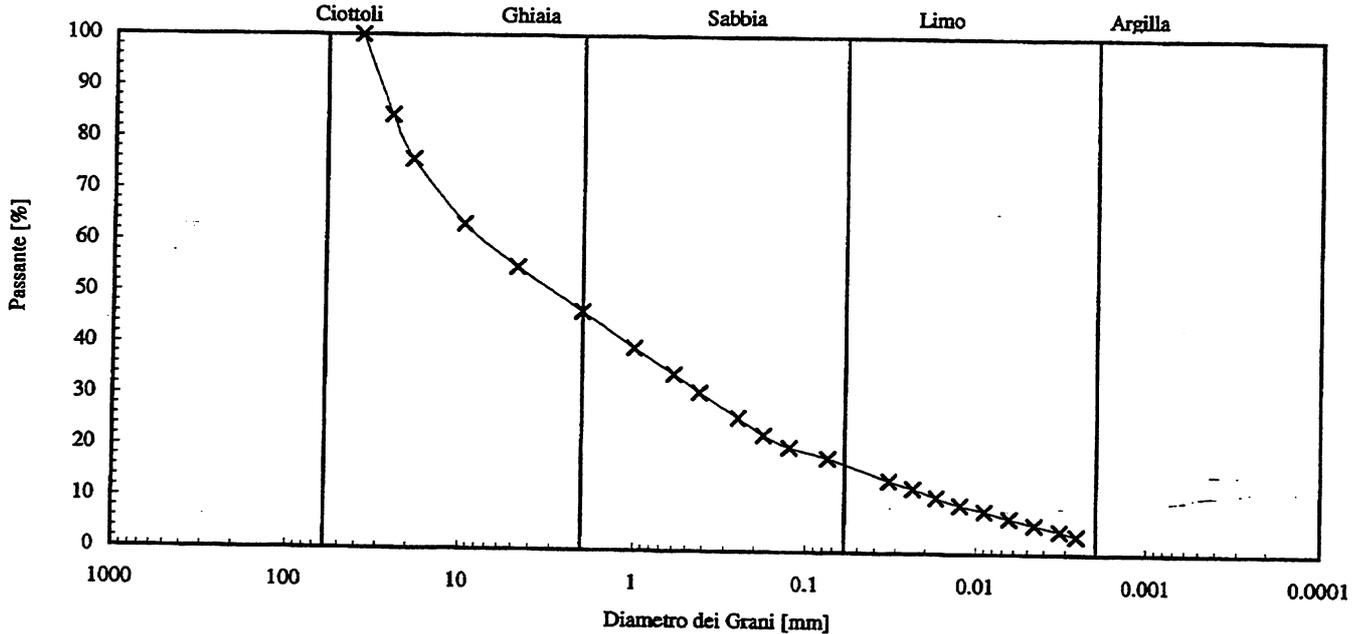
**Richiami**
**Legenda e simboli**

Gr = Analisi Granulometrica

Percentuali secondo norme AGI:

		G	M	F	
% Ciottoli	0.00	-	-	-	Cu= 503
% Ghiaia	53.52	42.48	36.36	21.16	
% Sabbia	29.40	40.41	36.59	23.00	Cc= 1.4
% Limo	14.75	-	-	-	
% Argilla	2.34	-	-	-	
% tot	100				
P200 =	18.2447	D60 = 7.213562965	D50= 2.85556841	D30= 0.38108015	D10= 0.01435196

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRA
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	4.6 - 4.9
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	19/11/01



VAGLIATURA: Dati non elaborati

diametro [mm]	Peso trattenuto [g]
38.1	0
25.4	341
19.1	187
9.53	275
4.75	182
2	187
1	152
0.59	112
0.42	77
0.25	108
0.177	72.8
0.125	51.5
0.075	45.4

Descrizione:

**Ghiaia con sabbia limosa con tracce di argilla**

Dati Elaborati

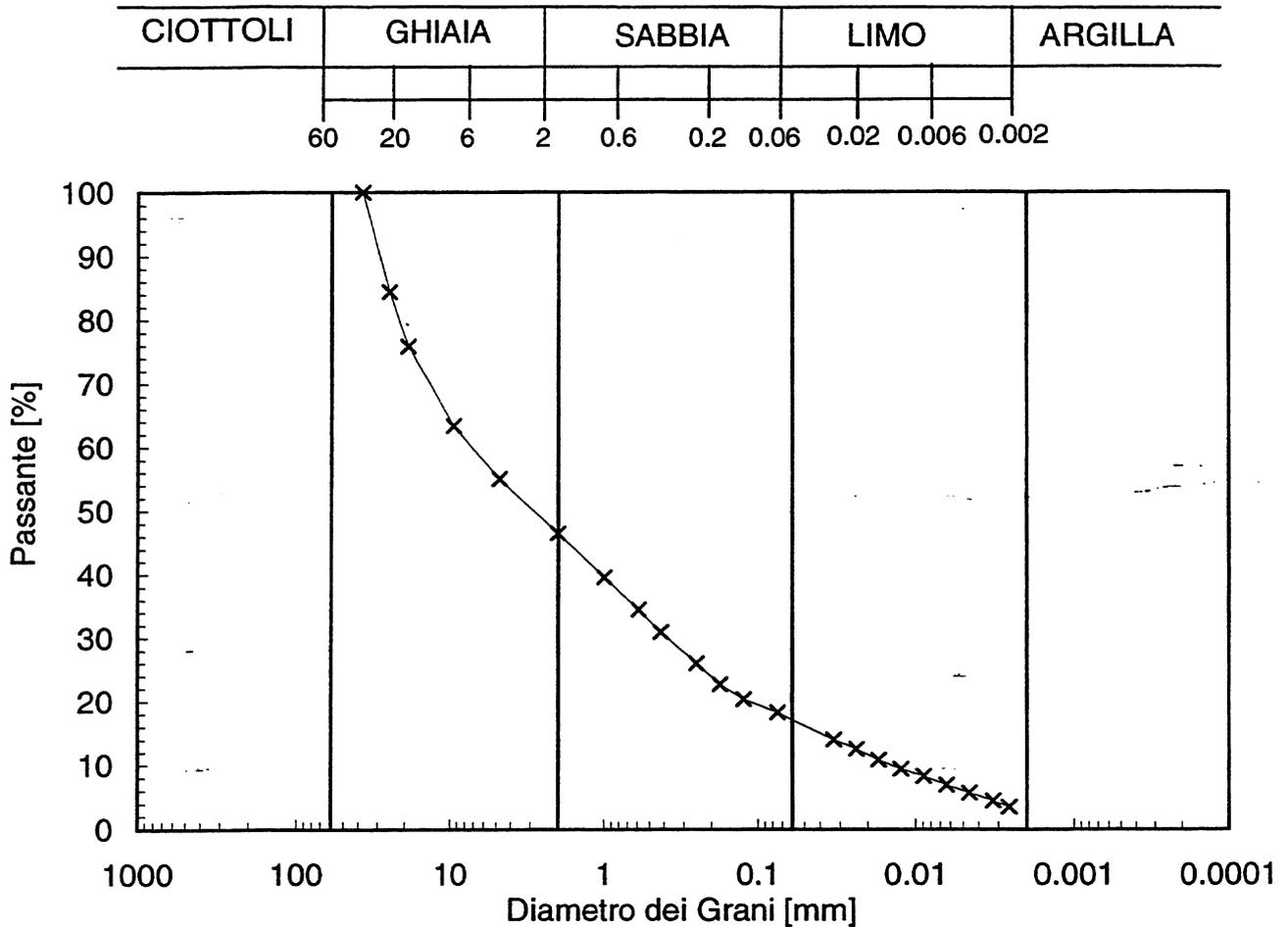
diametro [mm]	passante [%]
38.1000	100.00
25.4000	84.42
19.1000	75.89
9.5300	63.32
4.7500	55.03
2.0000	46.48
1.0000	39.55
0.5900	34.44
0.4200	30.92
0.2500	25.99
0.1770	22.67
0.1250	20.32
0.0750	18.24
0.0330	13.98
0.0238	12.53
0.0172	10.82
0.0124	9.35
0.0089	8.23
0.0064	6.87
0.0046	5.62
0.0032	4.44
0.0026	3.46

AEROMETRIA: Dati non elaborati

Tempo [s]	Temp [°]	Letture [-]
2	19.4	1.0220
4	19.4	1.0202
8	19.3	1.0181
16	19.2	1.0163
32	19.2	1.0149
64	19.3	1.0132
128	19.6	1.0116
256	20.3	1.0100
405	20.8	1.0087

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	20/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRA
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	4.6 - 4.9
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	19/11/01



Prova	Simbolo	Profondità		Peso Secco Materiale [g]	Metodo Preparazione	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>10</sub>
		da m	a m									[mm]	[mm]	[mm]
Gr 1	x	4.60	4.90	2190.22	VIA UMIDA	18	-	54	29	15	2	7.2.E+00	2.9.E+00	1.4.E-02

NOTE:

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	20/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRB
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	7.80 - 8.10
<b>Prova:</b>	Dc
<b>Data fine descrizione:</b>	20/11/01

**Dati Generali di Campionamento**

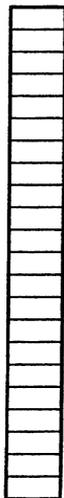
Data prelievo:  
 Attrezzatura sondaggio:           ROTAZIONE  
 Attrezzatura prelievo:           CAROTIERE  
 Modalità prelievo:                ROTAZIONE

**Dati Generali del Campione**

Data arrivo in laboratorio:	14/11/01	Tipo contenitore:	SACCHETTO PLASTICA
Data estrusione campione:	16/11/01	Forma campione:	-
Condizioni contenitore:	BUONE	Dimensioni Campione:	Φ=        cm   L=    30 cm
		Classe del terreno:	CLASSE 1

**Descrizione**

Ghiaia m/g allungata subangolare subarrotondata lmax 70mm sabbiosa eterogenea subangolare subarrotondata debolmente limosa con tracce di argilla.

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+ [MPa]	// [MPa]	+ [MPa]	// [MPa]	
					Gr1

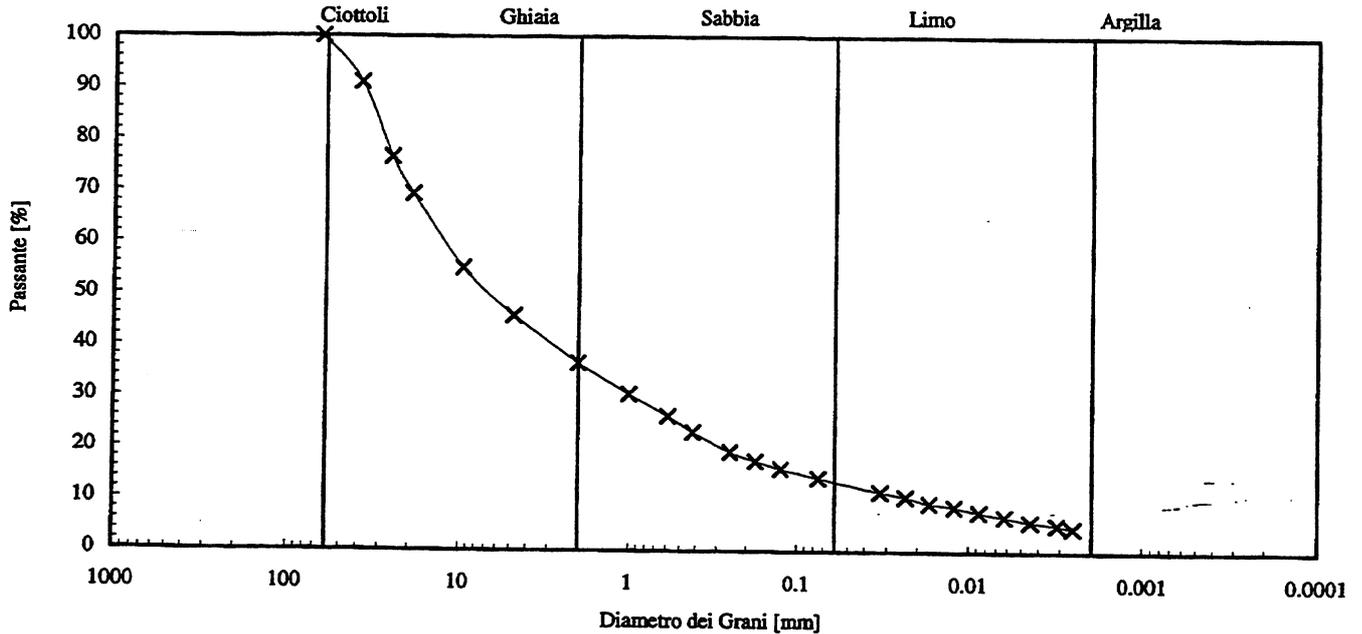
**Richiami**
**Legenda e simboli**

Gr = Analisi Granulometrica

Percentuali secondo norme AGI:

		G	M	F	
% Ciottoli	0.99	-	-	-	Cu= 606
% Ghiaia	62.41	45.69	34.64	19.67	
% Sabbia	23.09	44.23	35.74	20.03	Cc= 3.61
% Limo	9.53	-	-	-	
% Argilla	3.98	-	-	-	
% tot	100				
P200 =	14.2189	D60 = 12.14902401	D50= 6.53551435	D30= 0.93800604	D10= 0.02005435

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRB
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	7.8 - 8.1
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	19/11/01



VAGLIATURA: Dati non elaborati

diametro [mm]	Peso trattenuto [g]
63.5	0
38.1	163
25.4	264
19.1	131
9.53	261
4.75	168
2	167
1	110
0.59	77.7
0.42	56.7
0.25	70.7
0.177	31.2
0.125	27.1
0.075	33

Descrizione:

**Ghiaia sabbiosa debolmente limosa con tracce di argilla**

Dati Elaborati

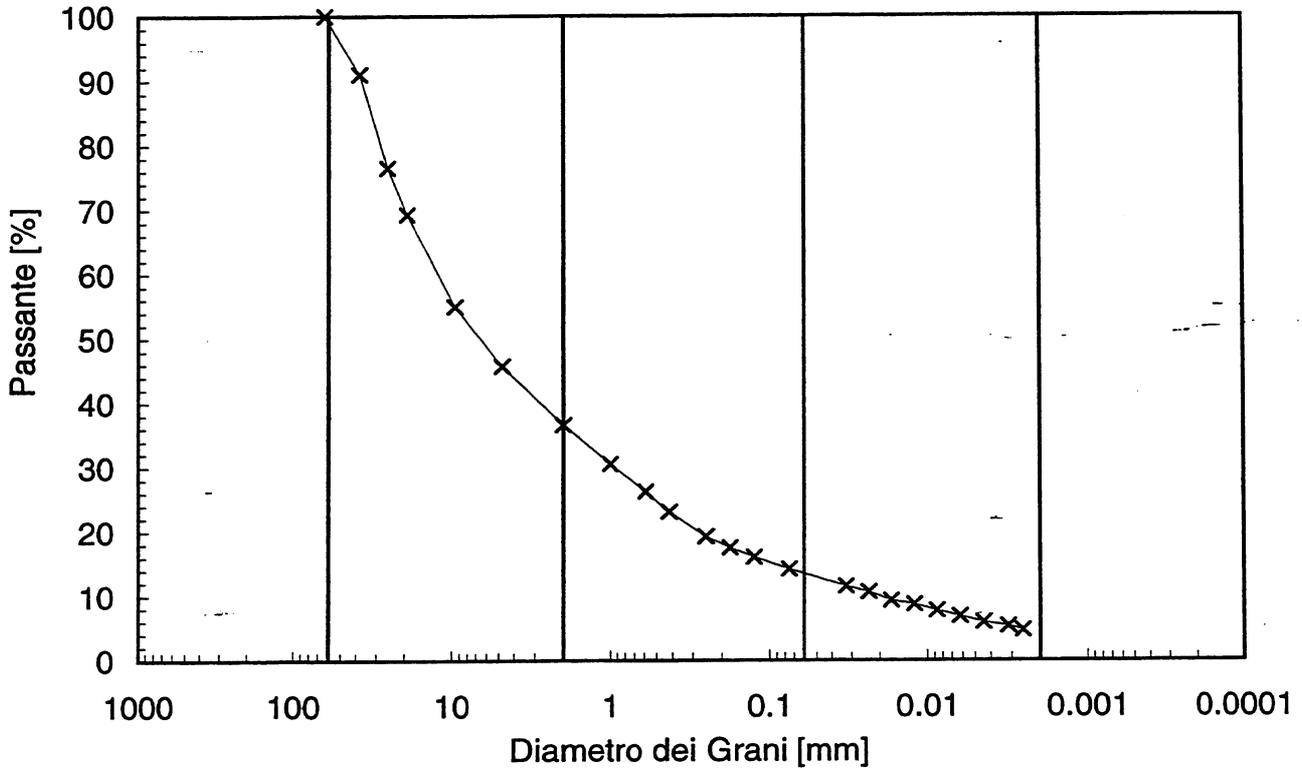
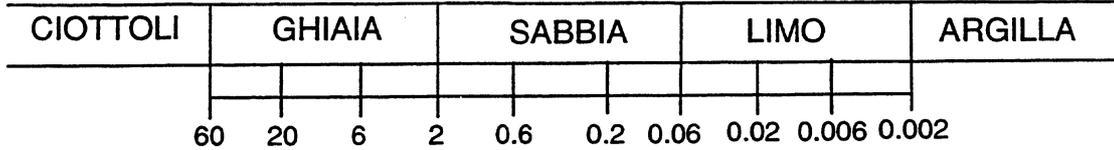
diametro [mm]	passante [%]
63.5000	100.00
38.1000	91.04
25.4000	76.54
19.1000	69.32
9.5300	55.00
4.7500	45.77
2.0000	36.59
1.0000	30.52
0.5900	26.24
0.4200	23.13
0.2500	19.24
0.1770	17.52
0.1250	16.03
0.0750	14.22
0.0325	11.54
0.0234	10.61
0.0169	9.32
0.0121	8.71
0.0087	7.70
0.0062	6.83
0.0044	5.91
0.0031	5.27
0.0025	4.67

AEROMETRIA: Dati non elaborati

Tempo [s]	Temp [°]	Letture [-]
2	18.8	1.0223
4	18.8	1.0208
8	18.8	1.0187
16	18.8	1.0177
32	18.6	1.0161
64	19	1.0146
128	19.5	1.0130
256	20.3	1.0118
390	20.9	1.0107

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	19/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRB
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	7.8 - 8.1
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	19/11/01



Prova	Simbolo	Profondità		Peso Secco Materiale [g]	Metodo Preparazione	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>10</sub>
		da m	a m									[mm]	[mm]	[mm]
Gr 1	x	7.80	8.10	1818.21	VIA UMIDA	14	1	62	23	10	4	1.2.E+01	6.5.E+00	2.0.E-02

NOTE:

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	22/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRC
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	12.40 - 12.70
<b>Prova:</b>	Dc
<b>Data fine descrizione:</b>	22/11/01

**Dati Generali di Campionamento**

Data prelievo:  
 Attrezzatura sondaggio: ROTAZIONE  
 Attrezzatura prelievo: CAROTIERE  
 Modalità prelievo: ROTAZIONE

**Dati Generali del Campione**

Data arrivo in laboratorio:	14/11/01	Tipo contenitore:	SACCHETTO PLASTICA
Data estrusione campione:	16/11/01	Forma campione:	-
Condizioni contenitore:	BUONE	Dimensioni Campione:	Φ=      cm    L=    30 cm
		Classe del terreno:	CLASSE 1

**Descrizione**

Ghiaia eterogenea allungata subangolare subarrotondata lmax 55mm sabbiosa eterogenea subangolare subarrotondata limosa con tracce di argilla.

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+	//	+	//	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
					Gr1

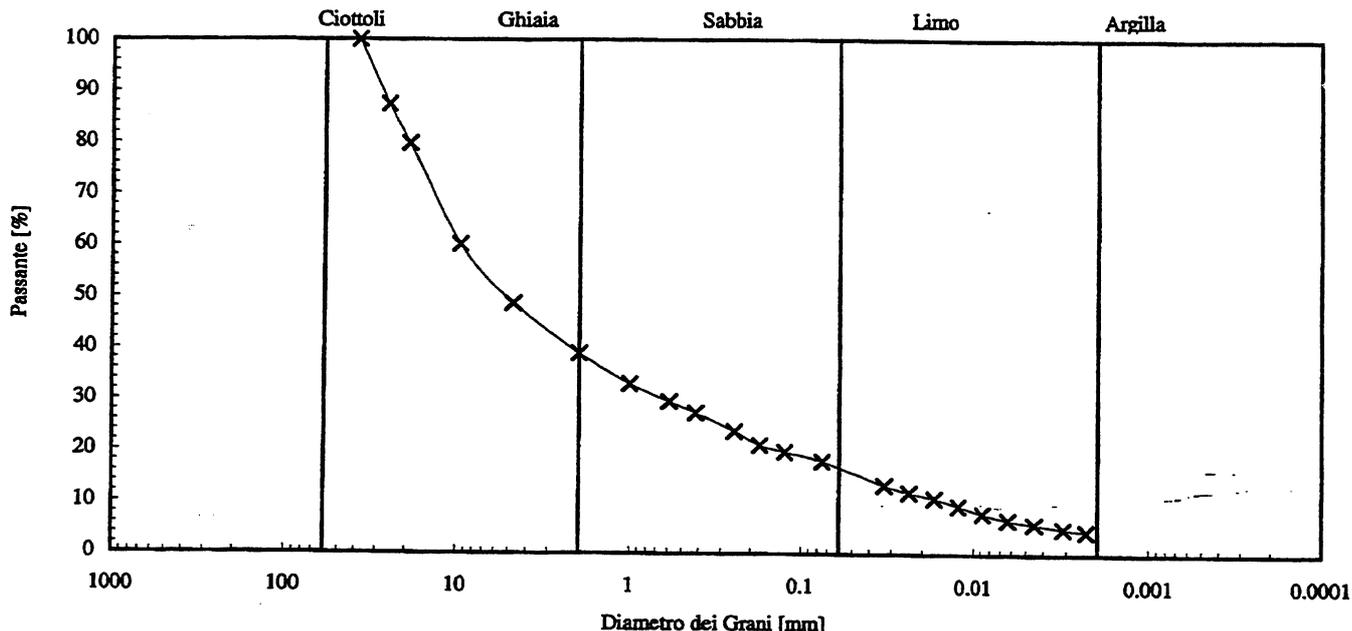
**Richiami**
**Legenda e simboli**

Gr = Analisi Granulometrica

Percentuali secondo norme AGI:

		G	M	F	
% Ciottoli	0.00	-	-	-	Cu= 670
% Ghiaia	60.99	31.21	46.55	22.24	
% Sabbia	22.32	41.83	34.35	23.82	Cc = 2.99
% Limo	12.51	-	-	-	
% Argilla	4.19	-	-	-	
% tot	100				
P200 =	17.9389	D60 = 9.436490059	D50= 5.12938881	D30= 0.63069206	D10= 0.01409194

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRC
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	12.4 - 12.7
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	21/11/01



VAGLIATURA: Dati non elaborati

diametro [mm]	Peso trattenuto [g]
38.1	0
25.4	246
19.1	148
9.53	380
4.75	222
2	189
1	117
0.59	66.9
0.42	43.3
0.25	69.3
0.177	52.9
0.125	25.3
0.075	35

Descrizione:

**Ghiaia sabbiosa limosa con tracce di argilla**

Dati Elaborati

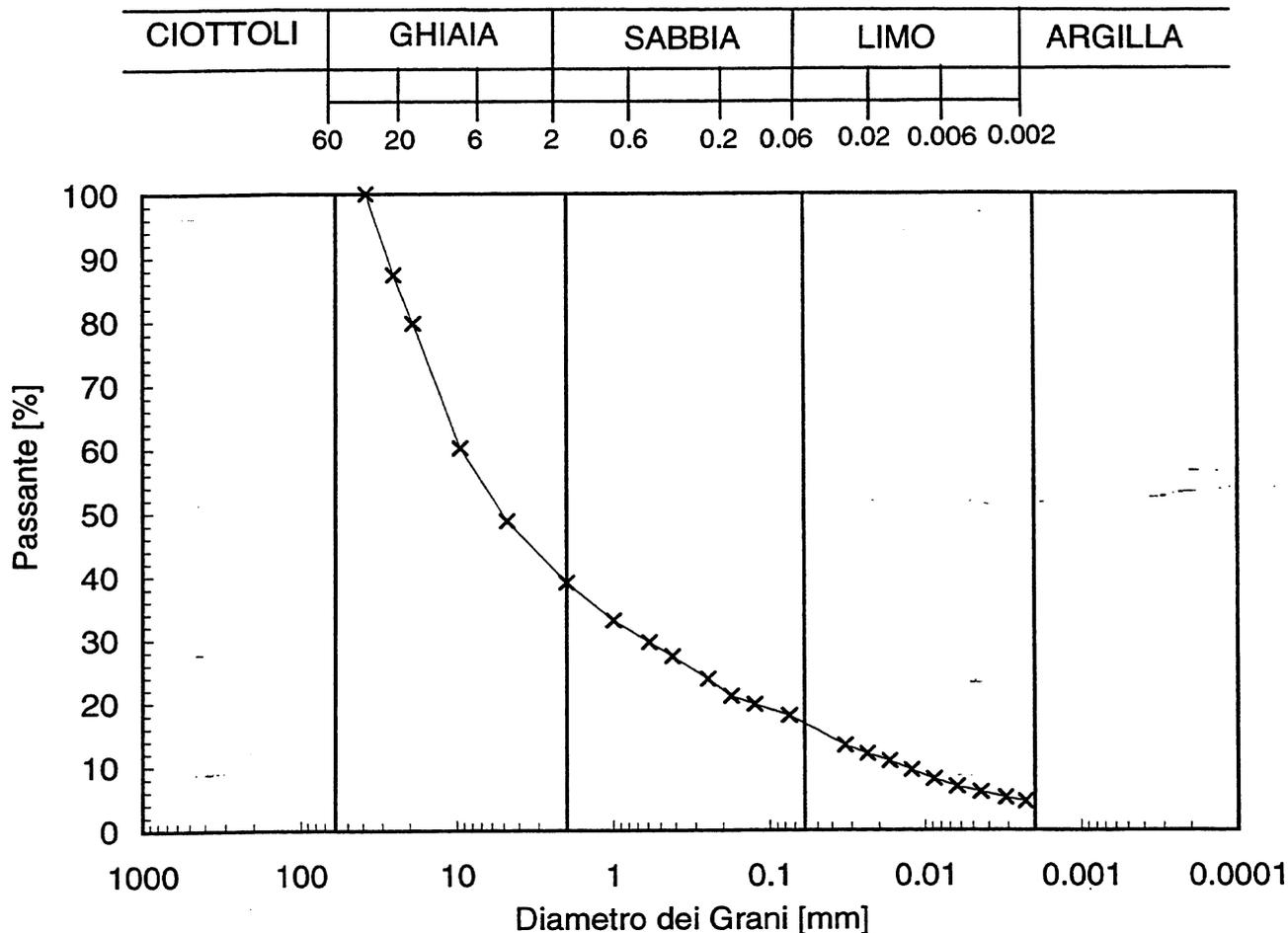
diametro [mm]	passante [%]
38.1000	100.00
25.4000	87.34
19.1000	79.74
9.5300	60.16
4.7500	48.74
2.0000	39.01
1.0000	33.01
0.5900	29.56
0.4200	27.34
0.2500	23.77
0.1770	21.04
0.1250	19.74
0.0750	17.94
0.0329	13.33
0.0237	11.97
0.0170	10.83
0.0123	9.40
0.0088	7.95
0.0063	6.76
0.0045	5.93
0.0031	5.03
0.0023	4.46

AEROMETRIA: Dati non elaborati

Tempo [s]	Temp [°]	Letture [-]
2	19	1.0212
4	19	1.0194
8	19	1.0179
16	19	1.0160
32	19.4	1.0140
64	19.5	1.0124
128	20	1.0112
266	21	1.0098
480	21.7	1.0089

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	21/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRC
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	12.4 - 12.7
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	21/11/01



Prova	Simbolo	Profondità		Peso Secco Materiale [g]	Metodo Preparazione	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>10</sub>
		da m	a m									[mm]	[mm]	[mm]
Gr 1	x	12.40	12.70	1942.43	VIA UMIDA	18	-	61	22	13	4	9.4.E+00	5.1.E+00	1.4.E-02

NOTE:

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	20/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRD
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	20.70 - 21.00
<b>Prova:</b>	Dc
<b>Data fine descrizione:</b>	20/11/01

**Dati Generali di Campionamento**

Data prelievo:  
 Attrezzatura sondaggio: ROTAZIONE  
 Attrezzatura prelievo: CAROTIERE  
 Modalità prelievo: ROTAZIONE

**Dati Generali del Campione**

Data arrivo in laboratorio: 14/11/01  
 Data estrusione campione: 16/11/01  
 Condizioni contenitore: BUONE

Tipo contenitore: SACCHETTO PLASTICA  
 Forma campione: -  
 Dimensioni Campione:  $\Phi =$  cm L= 30 cm  
 Classe del terreno: CLASSE 1

**Descrizione**

Ghiaia eterogenea allungata subangolare subarrotondata lmax 55mm con sabbia eterogenea subangolare subarrotondata limosa con tracce di argilla.

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+	//	+	//	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
					Gr1

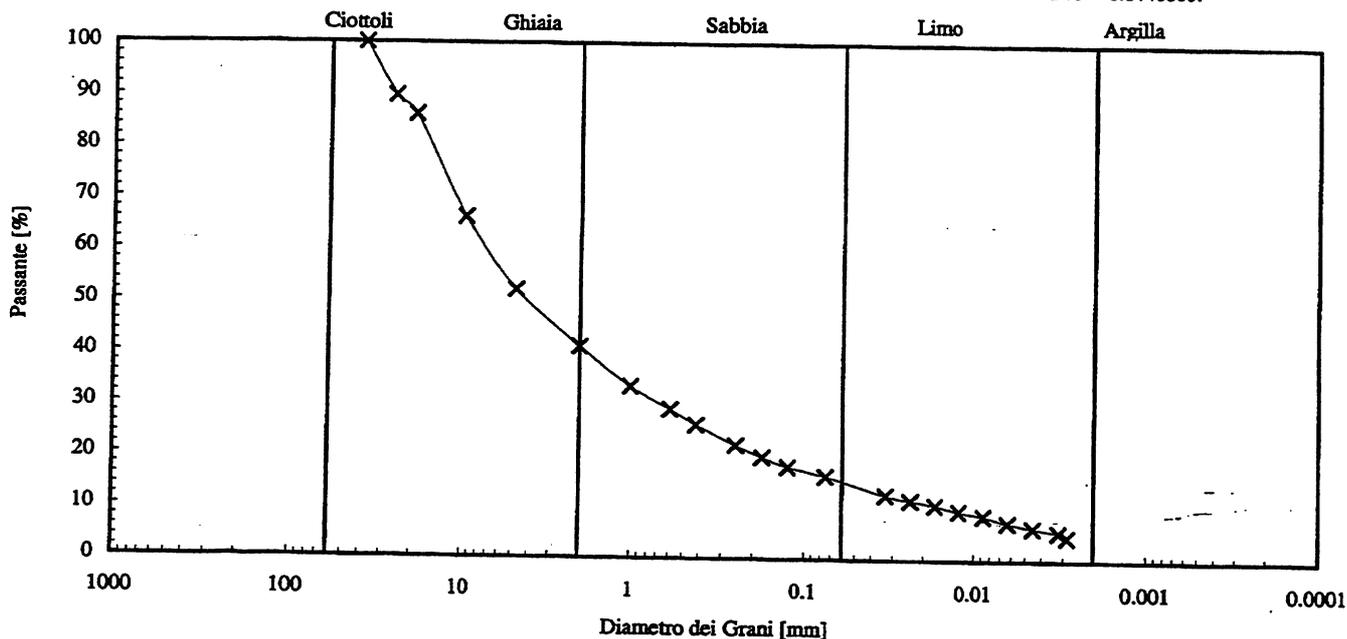
**Richiami**
**Legenda e simboli**

Gr = Analisi Granulometrica

Percentuali secondo norme AGI:

		G	M	F	
% Ciottoli	0.00	-	-	-	Cu= 499
% Ghiaia	58.88	22.84	50.53	26.63	
% Sabbia	25.98	46.31	32.85	20.84	Cc= 4.51
% Limo	12.99	-	-	-	
% Argilla	2.15	-	-	-	
% tot	100				
P200 =	16.1366	D60 = 7.035763741	D50 = 4.02497625	D30 = 0.66867387	D10 = 0.01409007

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRD
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	20.7 - 21
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	19/11/01



VAGLIATURA: Dati non elaborati

diametro [mm]	Peso trattenuto [g]
---------------	---------------------

Descrizione:

**Ghiaia con sabbia limosa con tracce di argilla**

38.1	0
25.4	163
19.1	58.8
9.53	314
4.75	221
2	174
1	122
0.59	70.3
0.42	46.6
0.25	62.3
0.177	36.8
0.125	29.5
0.075	27.3

Dati Elaborati

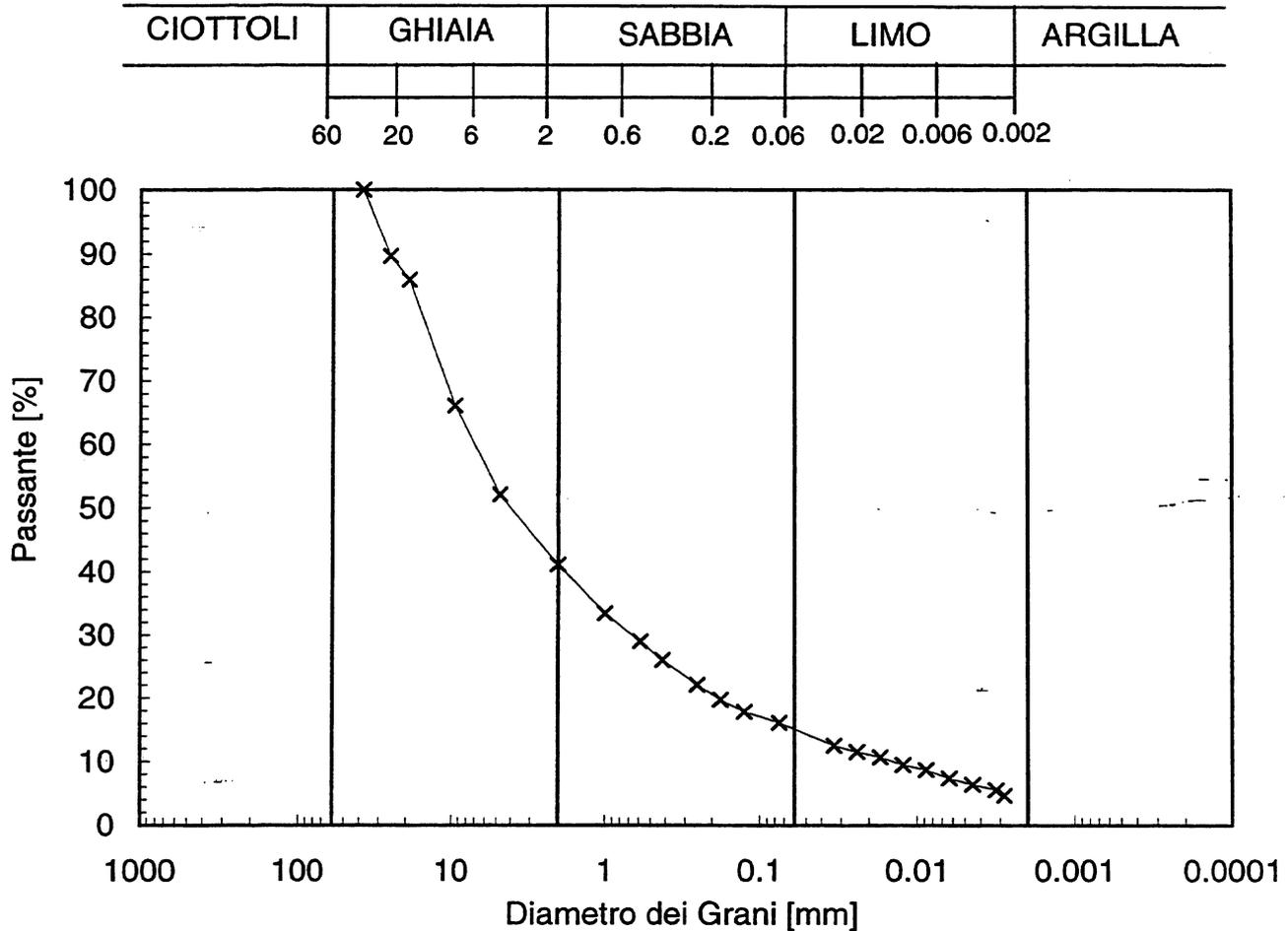
diametro [mm]	passante [%]
38.1000	100.00
25.4000	89.67
19.1000	85.95
9.5300	66.10
4.7500	52.10
2.0000	41.12
1.0000	33.39
0.5900	28.95
0.4200	26.00
0.2500	22.06
0.1770	19.73
0.1250	17.86
0.0750	16.14
0.0332	12.50
0.0239	11.51
0.0171	10.67
0.0123	9.52
0.0088	8.68
0.0063	7.35
0.0045	6.37
0.0032	5.51
0.0028	4.65

AEROMETRIA: Dati non elaborati

Tempo [s]	Temp [°]	Letture [-]
2	18.7	1.0224
4	18.7	1.0210
8	18.8	1.0198
16	18.7	1.0182
32	18.8	1.0170
64	18.9	1.0151
128	19	1.0137
256	20	1.0123
330	20.4	1.0110

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	19/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	CRD
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	20.7 - 21
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	19/11/01



Prova	Simbolo	Profondità		Peso Secco Materiale [g]	Metodo Preparazione	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>10</sub>
		da m	a m									[mm]	[mm]	[mm]
Gr 1	x	20.70	21.00	1581.31	VIA UMIDA	16	-	59	26	13	2	7.0.E+00	4.0.E+00	1.4.E-02

NOTE:

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	20/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT1
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	2.00 - 2.45
<b>Prova:</b>	Dc
<b>Data fine descrizione:</b>	20/11/01

**Dati Generali di Campionamento**

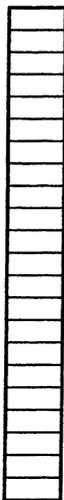
Data prelievo:  
 Attrezzatura sondaggio:                      ROTAZIONE  
 Attrezzatura prelievo:                        CAMPIONATORE SPT  
 Modalità prelievo:                             PERCUSSIONE

**Dati Generali del Campione**

Data arrivo in laboratorio:	14/11/01	Tipo contenitore:	SACCHETTO PLASTICA
Data estrusione campione:	16/11/01	Forma campione:	-
Condizioni contenitore:	BUONE	Dimensioni Campione:	Φ=        cm   L=    45 cm
		Classe del terreno:	CLASSE 1

**Descrizione**

Ghiaia m/g allungata subangolare subarrotondata lmax 33mm con sabbia m/g subangolare subarrotondata debolmente limosa con tracce di ghilla.

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+ [MPa]	// [MPa]	+ [MPa]	// [MPa]	
					Gr1

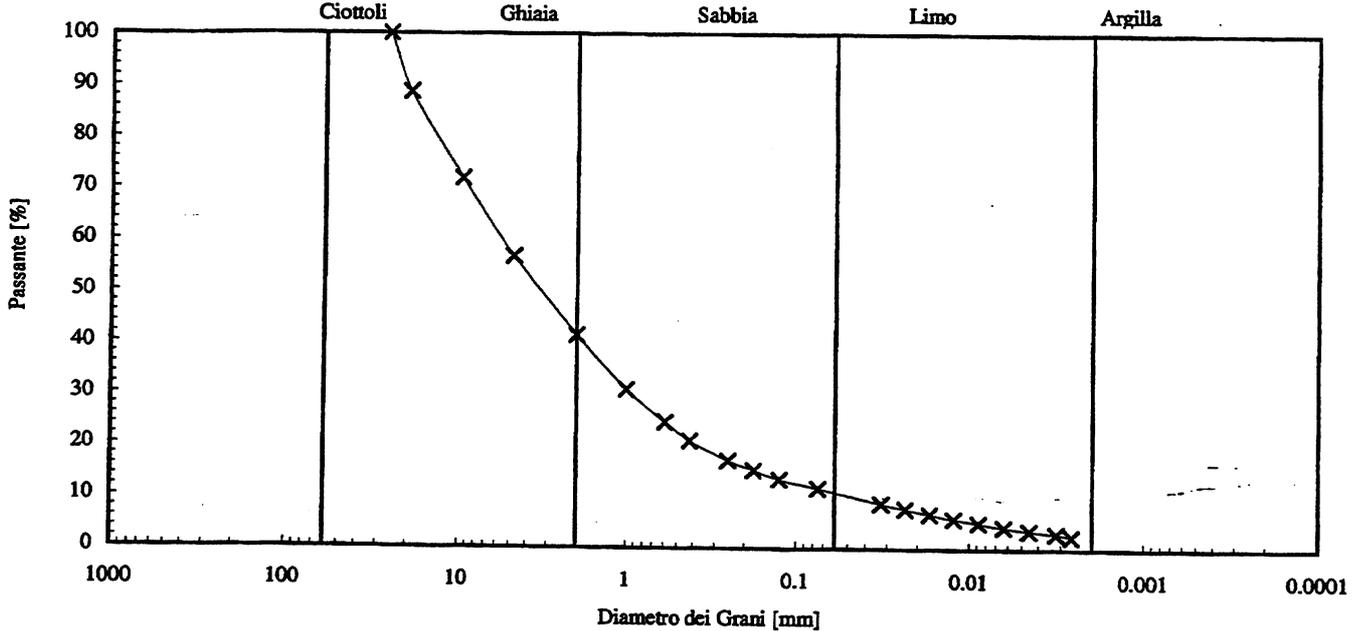
**Richiami**
**Legenda e simboli**

Gr = Analisi Granulometrica

Percentuali secondo norme AGI:

		G	M	F	
% Ciottoli	0.00	-	-	-	Cu= 119
% Ghiaia	58.56	16.36	49.05	34.59	
% Sabbia	30.56	54.95	28.91	16.14	Cc= 3.34
% Limo	9.18	-	-	-	
% Argilla	1.70	-	-	-	
% tot	100				
P200 =	11.6738	D60 = 5.549504757	D50 = 3.25739002	D30 = 0.93141073	D10 = 0.04679367

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT1
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	2 - 2.45
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	19/11/01



VAGLIATURA: Dati non elaborati

diametro [mm]	Peso trattenuto [g]
25.4	0
19.1	68.5
9.53	101
4.75	90.7
2	91
1	63.4
0.59	38.5
0.42	21.8
0.25	22.9
0.177	11
0.125	10.4
0.075	10.5

Descrizione:

**Ghiaia con sabbia debolmente limosa con tracce di argilla**

Dati Elaborati

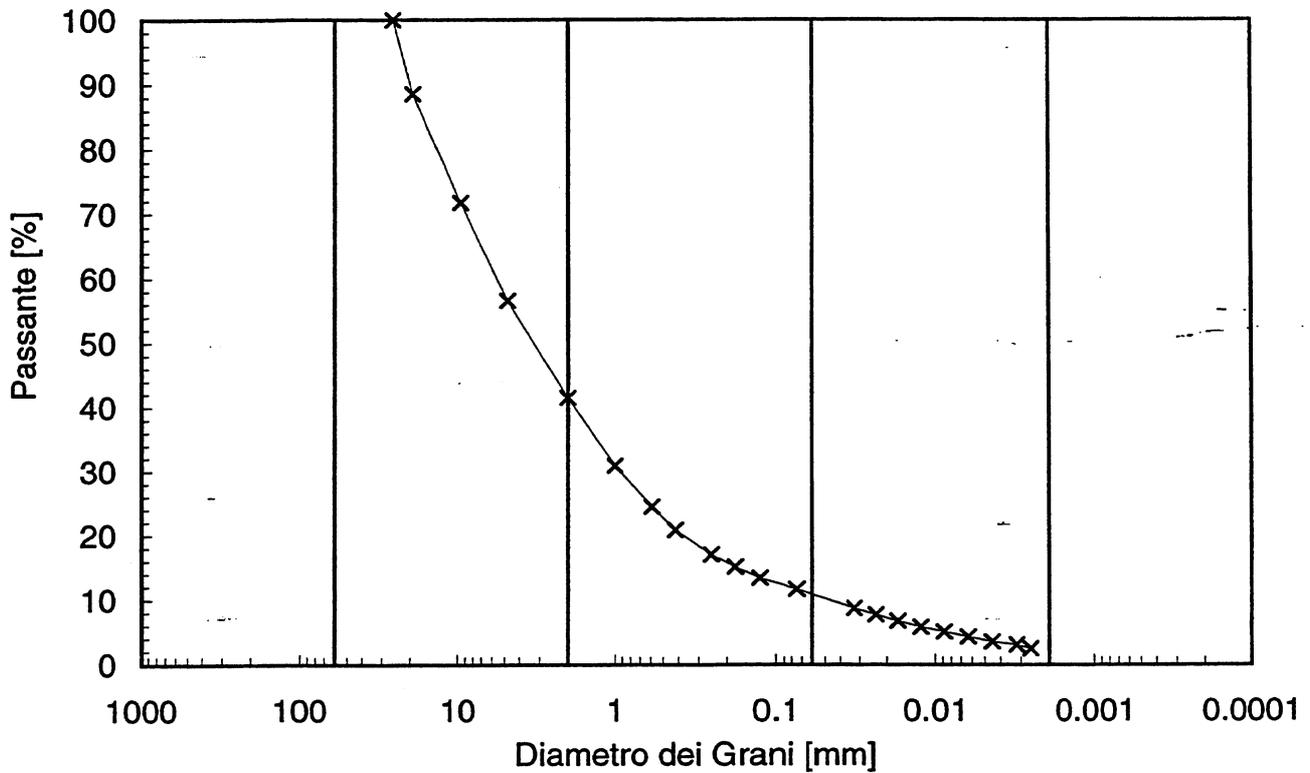
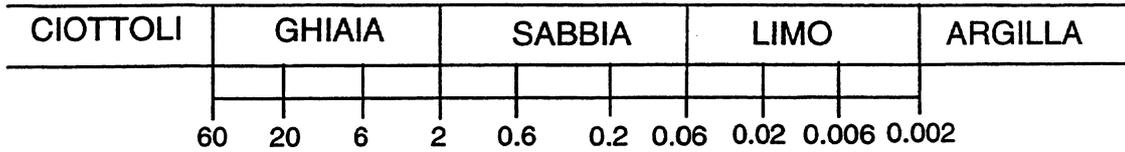
diametro [mm]	passante [%]
25.4000	100.00
19.1000	88.57
9.5300	71.75
4.7500	56.62
2.0000	41.44
1.0000	30.86
0.5900	24.45
0.4200	20.81
0.2500	17.00
0.1770	15.17
0.1250	13.43
0.0750	11.67
0.0325	8.71
0.0235	7.72
0.0170	6.74
0.0123	5.81
0.0088	5.06
0.0063	4.24
0.0045	3.52
0.0032	3.00
0.0026	2.44

AEROMETRIA: Dati non elaborati

Tempo [s]	Temp [°]	Lettura [-]
2	19	1.0222
4	19	1.0201
8	19	1.0180
16	19	1.0160
32	19	1.0144
64	19.2	1.0126
128	19.5	1.0110
256	20.4	1.0097
390	20.8	1.0084

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	19/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT1
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	2 - 2.45
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	19/11/01



Prova	Simbolo	Profondità		Peso Secco Materiale [g]	Metodo Preparazione	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>10</sub>
		da m	a m									[mm]	[mm]	[mm]
Gr 1	x	2.00	2.45	599.46	VIA UMIDA	12	-	59	31	9	2	5.5.E+00	3.3.E+00	4.7.E-02

NOTE:

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	20/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITALFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT2
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	5.00 - 5.45
<b>Prova:</b>	Dc
<b>Data fine descrizione:</b>	20/11/01

**Dati Generali di Campionamento**

Data prelievo:  
 Attrezzatura sondaggio: ROTAZIONE  
 Attrezzatura prelievo: CAMPIONATORE SPT  
 Modalità prelievo: PERCUSSIONE

**Dati Generali del Campione**

Data arrivo in laboratorio: 14/11/01  
 Data estrusione campione: 16/11/01  
 Condizioni contenitore: BUONE

Tipo contenitore: SACCHETTO PLASTICA  
 Forma campione: -  
 Dimensioni Campione:  $\Phi =$  cm L= 45 cm  
 Classe del terreno: CLASSE 1

**Descrizione**

Ghiaia eterogenea allungata subangolare subarrotondata lmax 30mm con sabbia eterogenea subangolare subarrotondata limosa con tracce di argilla.

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+ [MPa]	// [MPa]	+ [MPa]	// [MPa]	
					Gr1

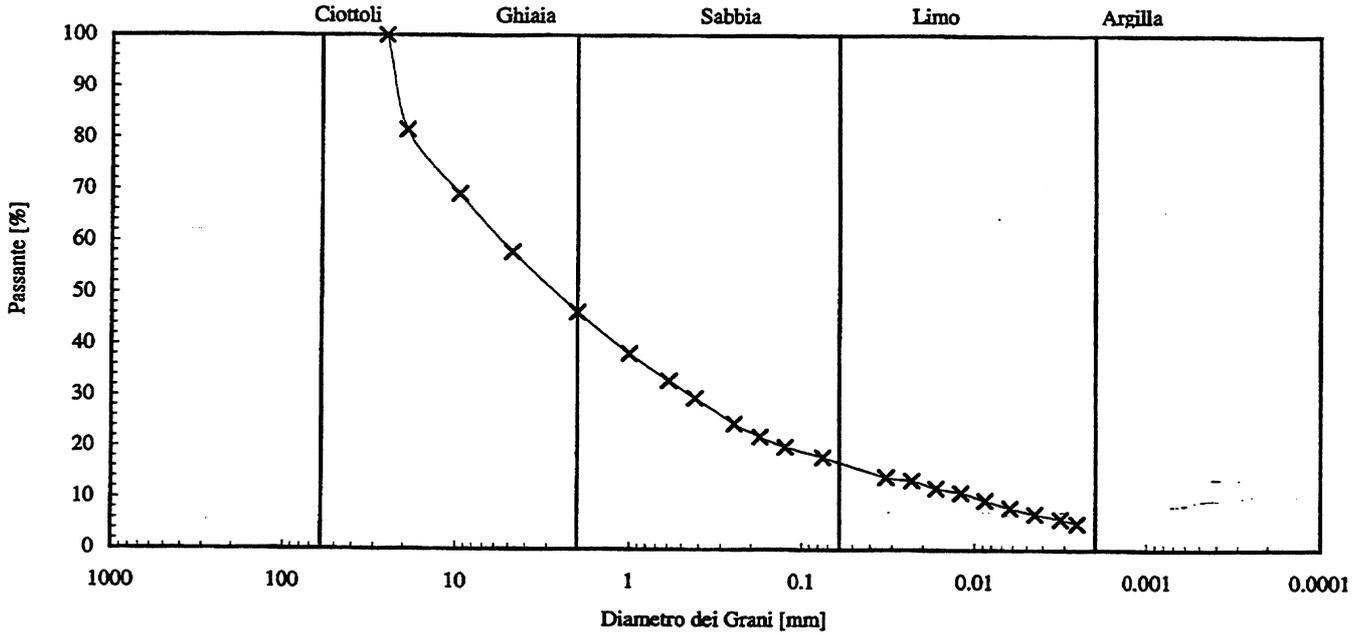
**Richiami**
**Legenda e simboli**

Gr = Analisi Granulometrica

Percentuali secondo norme AGI:

		G	M	F	
% Ciottoli	0.00	-	-	-	Cu= 568
% Ghiaia	53.78	28.74	42.56	28.70	
% Sabbia	29.29	44.61	34.99	20.39	Cc= 3.74
% Limo	12.65	-	-	-	
% Argilla	4.28	-	-	-	
% tot	100				
P200 =	17.9702	D60 = 5.411666393	D50= 2.645444415	D30= 0.43906254	D10= 0.00951951

<b>Committente:</b>	<b>ITALFERR</b>
<b>Cantiere:</b>	<b>TREVIGLIO-VERONA GALLERIE</b>
<b>Sondaggio:</b>	<b>S6</b>
<b>Campione:</b>	<b>SPT2</b>
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	<b>5 - 5.45</b>
<b>Prova:</b>	<b>Gr 1</b>
<b>Data prova:</b>	<b>19/11/01</b>



VAGLIATURA: Dati non elaborati

diametro [mm]	Peso trattenuto [g]
---------------	---------------------

Descrizione:

**Ghiaia con sabbia limosa con tracce di argilla**

25.4	0
19.1	128
9.53	86.4
4.75	77.4
2	80.9
1	55.3
0.59	36.4
0.42	23.8
0.25	34.6
0.177	17.7
0.125	13.9
0.075	14

Dati Elaborati

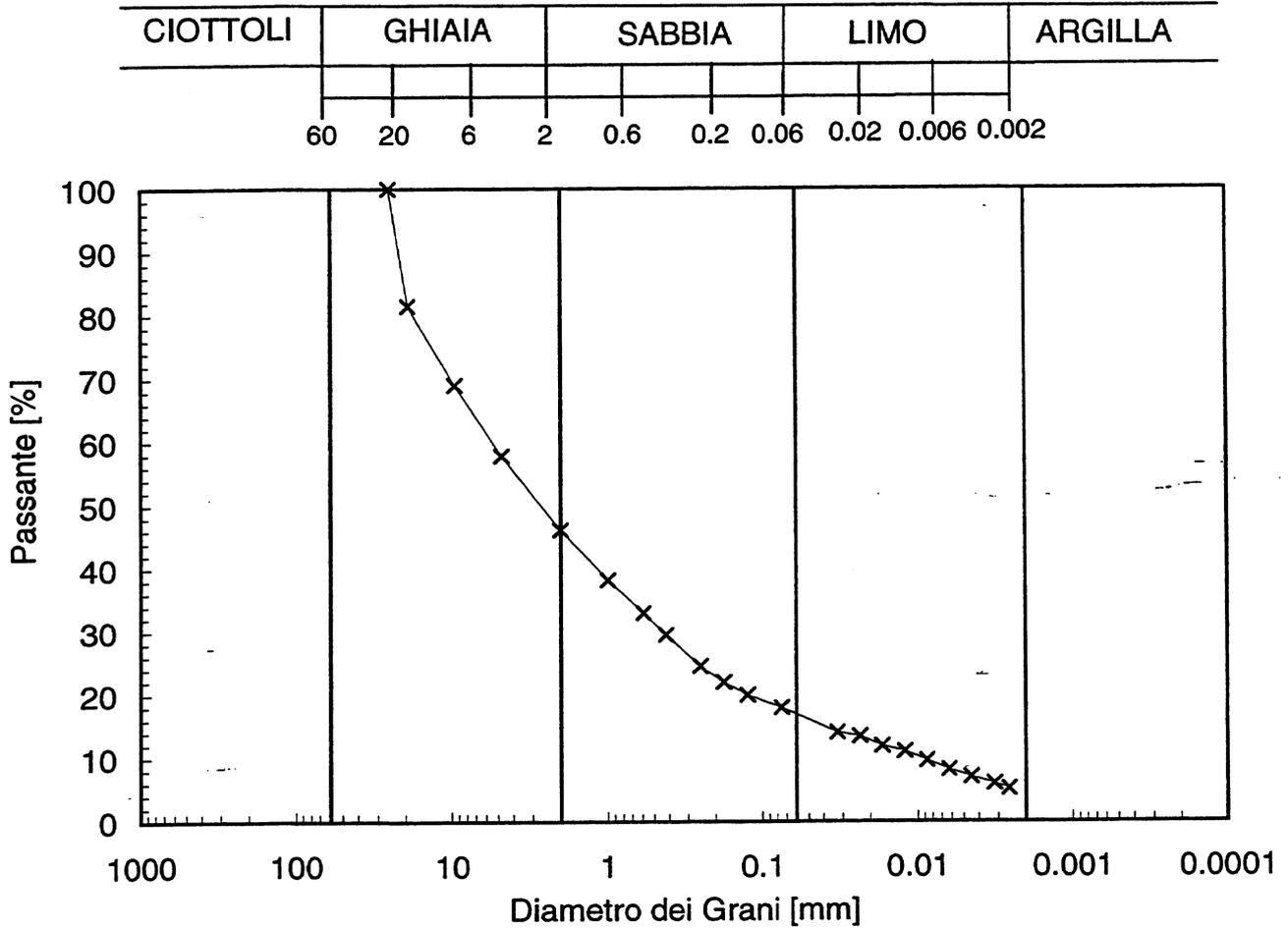
diametro [mm]	passante [%]
25.4000	100.00
19.1000	81.56
9.5300	69.09
4.7500	57.91
2.0000	46.22
1.0000	38.24
0.5900	32.99
0.4200	29.55
0.2500	24.56
0.1770	22.00
0.1250	19.99
0.0750	17.97
0.0325	14.07
0.0232	13.47
0.0168	11.95
0.0120	11.09
0.0087	9.58
0.0062	8.17
0.0045	6.99
0.0032	5.96
0.0026	5.17

AEROMETRIA: Dati non elaborati

Tempo [s]	Temp [°]	Letture [-]
2	19.5	1.0228
4	19.5	1.0220
8	19.4	1.0200
16	19.2	1.0189
32	19.2	1.0169
64	19.4	1.0150
128	19.6	1.0134
256	20.4	1.0119
400	20.7	1.0108

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	19/11/01	Pezzotta	Angeloni

<b>Committente:</b>	ITOLFERR
<b>Cantiere:</b>	TREVIGLIO-VERONA GALLERIE
<b>Sondaggio:</b>	S6
<b>Campione:</b>	SPT2
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	5 - 5.45
<b>Prova:</b>	Gr 1
<b>Data prova:</b>	19/11/01



Prova	Simbolo	Profondità		Peso Secco Materiale [g]	Metodo Preparazione	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>10</sub>
		da m	a m									[mm]	[mm]	[mm]
Gr 1	x	5.00	5.45	692.59	VIA UMIDA	18	-	54	29	13	4	5.4.E+00	2.6.E+00	9.5.E-03

NOTE: