



UNIONE EUROPEA



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTONOMA DELLA  
SARDEGNA



Ente acque della Sardegna

P. O. F.E.S.R. 2007 - 2013  
ASSE IV - OBIETTIVO OPERATIVO 4.1.5  
LINEA DI ATTIVITA' 4.1.5.b

# PROGETTO ESECUTIVO INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DELLA VALLE DEI GIUNCHI

## RELAZIONE GEOTECNICA

Allegato:

**B2**

*Redatto dal Servizio Gestione Nord*

**Responsabile del Procedimento:** Ing. Maurizio Meloni

**Redazione a cura di:**

**Collaborazioni tecniche:** geom. Gianluca Rullo - geom. Giulio Fattori

**Progettisti:** p.i. Giona Garau - geom. Gianni Manunza

**Geologia:** Dott. Geol. Roberto Catignani



**Il Direttore del Servizio**  
Ing. Libero Ferreri

**Il Direttore Generale**  
Ing. Roberto Silvano

**Il Direttore del Servizio**  
Ing. Libero Ferreri

**Febbraio 2012**

# INDICE

Pag.

INTRODUZIONE.....	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	2
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	2
CRITERI DI PROGRAMMAZIONE DELLE INDAGINI.....	3
CALCOLO DELLA PORTANZA E DEI CEDIMENTI .....	6
CONCLUSIONI.....	10
ALLEGATI .....	12

## INTRODUZIONE

La presente indagine geotecnica esecutiva è stata eseguita nel periodo di febbraio-marzo 2012 su incarico dell'Ente Acque della Sardegna, con determinata (del Servizio gestione Nord) n. 14013 del 14/12/2011, a supporto del progetto *“interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione dell'acquedotto della valle dei Giunchi”*.

La relazione geotecnica illustra l'elenco e l'analisi delle indagini eseguite in situ e in laboratorio.

Tali indagini sono state necessarie al fine della ricostruzione del modello geotecnico del terreno. Tale modello rappresenta in modo schematico le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce compresi nell'area di imposta delle opere.

Gli studi sono stati eseguiti in conformità alla normativa vigente (D.M.14/01/2008)

Alla presente sono allegati:

All.1: certificati delle prove di laboratorio

All. 2: tabulati dei risultati dei calcoli della portanza

## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area interessata dalle opere è situata nel territorio comunale Banari (SS), a nord ovest dell'abitato.

L'area è individuata nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 - sez. 479040

*Diga e su Bidighinzu* - (vedasi all. 1 della relazione geologica).

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Nell'area esaminata affiorano diverse litologie distinguibili in base alla loro natura intrinseca in *“terre”* e *“rocce”*. Tra le *“terre”* si collocano tutti i depositi colluviali quaternari, aventi caratteristiche meccaniche differenti in relazione alla presenza o meno ed alla natura della matrice. I depositi detritici incoerenti a comportamento

granulare sono meccanicamente caratterizzati dalle sole resistenze attrattive fra i granuli. In genere presentano scadenti caratteristiche meccaniche variabili in funzione delle condizioni giaciturali e dei rapporti reciproci con le altre formazioni.

I termini litoidi “*rocce*” sono rappresentati prevalentemente da rocce ignimbriche, con caratteristiche meccaniche variabili in funzione di tutti quei parametri che contribuiscono a definire le caratteristiche dell’ammasso roccioso: fratturazione, alterazione, giacitura degli strati, ecc.

### **CRITERI DI PROGRAMMAZIONE DELLE INDAGINI**

Qui di seguito è riportato il piano particolareggiato delle indagini geognostiche e delle analisi di laboratorio eseguite lungo il tracciato dei tratti delle condotte in sostituzione.

N° 7 POZZETTI GEOGNOSTICI eseguiti mediante terna gommata fino a un massimo di 3,00 m. dal p.c..

N° 4 PROVE DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080) eseguiti su n. 3 provini con scatola di Casagrande in condizione consolidata drenata (CD)

N° 4 DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' NATURALE su terra allo stato naturale, allo stato secco e contenuto in acqua

N° 3 PROVA DI COMPRESSIONE PUNTUALE SU ROCCIA P.L.T. (Point Load Test) su n° 1 provini comprensiva della determinazione della densità naturale, al fine di stabilire la resistenza ed il grado di compattezza.

N° 3 CLASSIFICAZIONE AASHO o CNR UNI 10006 eseguita su terre, comprensiva della determinazione e indici di consistenza, setacciatura.

N° 3 Prove di compressione confinata in cella edometrica con n° 6 incrementi di carico e n° 3 incrementi di scarico

N° 4 Determinazione del peso di volume dei provini in roccia

L'ubicazione planimetrica dei pozzetti è stata riportata nella nell'allegato n.3 della relazione geologica.

Le fotografie dei pozzetti geognostici sono riportate nell'allegato n. 5 della relazione geologica.

Nell'allegato n 1, della presente, sono riportati i relativi certificati di analisi di laboratorio eseguite sui campioni prelevati durante l'esecuzione dei pozzetti geognostici

Qui di seguito sono riportate delle tabelle riassuntive dei risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni di *terra* e *roccia* prelevati durante l'esecuzione dei pozzetti geognostici

PROVA DI TAGLIO DIRETTO IN SCATOLA DI CASAGRANDE		
POZZETTO n°	COESIONE Kg/cmq	angolo di attrito °
1	0,39	23
2	0,23	34,5
5	0,33	21,4
6	0,36	17,3

DENSITÀ NATURALE ( <i>Terre</i> )			
POZZETTO n°	Densità naturale g/cmc	Umidità naturale %	Densità secca g/cmc
1	1,97	28,2	1,54
2	1,56	15,7	1,35
5	1,96	23,0	1,59
6	1,98	24,8	1,59

POIN LOAD TEST		
POZZETTO n°	Is Mpa	Resistenza compressione Mpa a
1	1,01	17,71
4	2,48	43,43
6	0.90	15,75

PROVA AASHO – UNI 10006					
POZZETTO n°	L.L.	L.P	I.P	I.G.	CLASSIFICAZIONE
2	27,7	26,9	0,8	0	A <sub>4</sub>
5	41	26	15	5	A <sub>7-6</sub>
6	46,5	36	10,5	1,5	A <sub>7-5</sub>

PROVA EDOMETRICA	
POZZETTO n°	Modulo di compressibilità edometrica E (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	72,5
2	83,4
6	74,2

PESO DI VOLUME (Densità naturale - <i>Roccia</i> )	
POZZETTO n°	Peso di volume g/cmc
1	1,991
4 <sub>a</sub>	2,208
4 <sub>b</sub>	2,068
6	1,962

Come si evince dalle tabelle soprastanti e dai relativi certificati di laboratorio i litotipi *terrosi* esaminati, possiedono caratteristiche geomeccaniche scadenti; infatti hanno una bassa coesione e basso valore dell'angolo di attrito interno. Ciò è dovuto al fatto che i litotipi sono argillosi, con elevata plasticità. Per quanto riguarda la classificazione, poiché appartengono alle classi A<sub>4</sub>, A<sub>7-5</sub>, A<sub>7-6</sub> possiedono, come materiale di sottofondo, proprietà variabili da mediocri a scadenti.

Per quanto riguarda i litotipi *rocciosi*, questi, hanno buone caratteristiche geomeccaniche, come si evince dai risultati delle prove P.L.T.

## **CALCOLO DELLA PORTANZA E DEI CEDIMENTI**

Dagli elaborati progettuali si evince che i carichi trasmessi al terreno sono dovuti essenzialmente alla realizzazione della condotta in sostituzione e dei blocchi di ancoraggio.

La verifica del calcolo della portanza è stata effettuata prendendo in considerazione le dimensioni di due blocchi di ancoraggio rappresentativi. Le dimensioni dei blocchi di ancoraggio e i parametri geomeccanici dei terreni sono riportati nei rispettivi tabulati dell'allegato n. 2.

### Calcolo della portanza

Il calcolo della portanza della fondazione è stato condotto con la formula di Brinch Hansen.

Deriva dalla formula di Meyerhof, dalla quale differisce per i valori dei fattori correttivi di forma, di approfondimento, d'inclinazione dei carichi e per il fattore di portanza  $N_q$  e per l'introduzione di fattori correttivi relativi al caso di fondazione su pendio e di fondazioni con base ruotata. Ha la seguente espressione:

$$Q = c N_c s_c d_c i_c b_c g_c + s_q g_1 D N_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 g_2 B N_g s_g d_g i_g b_g g_g \quad (j>0);$$

$$Q = 5.14 c_u (1 + s_c + d_c - i_c - b_c - g_c) + g_1 D \quad (j=0);$$

dove  $N_c$  e  $N_q$  hanno la stessa forma dei corrispondenti parametri della relazione di Meyerhof e  $N_g$  è dato da:

$$N_g = 1.5 (N_q - 1) \tan j;$$

$s_c, s_q, s_g$  = fattori di forma, dati da:

in presenza di carichi inclinati:

$$s_c = 0.2 (1 - i_c) B/L \quad \text{per } j=0;$$

$$s_c = 1 + (N_q/N_c) (B/L) \quad \text{per } j>0;$$

$$s_q = 1 + (B i_q/L) \tan j;$$

$$s_g = 1 - 0.4(B i_g/L);$$

dove  $i_c, i_q$  e  $i_g$  sono i fattori correttivi per carichi inclinati;

con carichi esclusivamente verticali:

$$s_c = 0.2 B/L \quad \text{per } j=0;$$

$$s_c = 1 + (N_q/N_c) (B/L) \quad \text{per } j>0;$$

$$s_q = 1 + (B/L) \tan j;$$

$$s_g = 1 - 0.4 (B/L);$$

$d_c, d_q, d_g$  = fattori correttivi per l'approfondimento, dati da:

$$d_c = 0.4k \quad \text{per } j=0;$$

dove  $k=D/B$  per  $D/B \leq 1$  e  $k=\arctg(D/B)$  per  $D/B > 1$

$$d_c = 1 + 0.4k \quad \text{per } j>0;$$



$$dq = 1 + 2k \operatorname{tg} j [1 - \operatorname{sen} j]^2 ;$$

$$dg = 1.$$

ic, iq, ig = fattori correttivi per carichi inclinati, dati da:

$$ic = 0.5 - 0.5 \ddot{O} [1 - H/(A c)] \text{ per } j=0;$$

$$ic = iq - (1 - iq)/(Nq - 1) \text{ per } j>0;$$

$$iq = [1 - 0.5H/(V + A c \cot g j)]^5;$$

$$ig = [1 - 0.7H/(V + A c \cot g j)]^5 \text{ per } b^\circ=0;$$

$$iy = [1 - (0.7-b^\circ/450) H/(V + A c \cot g j)]^5 \text{ per } b^\circ>0;$$

dove H=componente longitudinale del carico;

V=componente assiale del carico;

$b^\circ$ =inclinazione della base della fondazione rispetto all'orizzontale in gradi;

A=area effettiva della fondazione;

bc, bq, bg = fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione, dati da:

$$bc = b^\circ/147 \text{ per } j=0;$$

$$bc = 1 - b^\circ/147 \text{ per } j>0;$$

$$bq = \exp[-2 b \operatorname{tg} j];$$

$$bg = \exp[-2.7 b \operatorname{tg} j];$$

con b in radianti e  $b^\circ$  in gradi.

gc, gq, gg= fattori correttivi per fondazioni su pendio, dati da:

$$gc = p^\circ/147 \text{ per } j=0;$$

$$gc = 1 - p^\circ/147 \text{ per } j>0;$$

$$gq = gg = (1 - 0.5 \operatorname{tg} p^\circ)^5$$

dove  $p^\circ$  è l'inclinazione del pendio in gradi.

A differenza della formula di Terzaghi, la relazione di Brinch Hansen può essere impiegata per qualunque tipo di terreno e per profondità di posa fino a  $D=4B$ . Può essere utilizzata inoltre per fondazioni su pendio o per fondazioni con base ruotata.

I parametri geometrici, geomeccanici ed i risultati dei calcoli ottenuti sono riportati nell'allegato n. 2 della presente relazione.

### **Determinazione dei cedimenti**

Per quanto concerne i cedimenti, dai calcoli eseguiti è emerso che per un carico di progetto variabile da 1,30 Kg/cm<sup>2</sup> a 1,39 Kg/cm<sup>2</sup>, che questi avranno carattere di immediatezza tali da esaurirsi in corso d'opera. I risultati dei calcoli ottenuti sono riportati nell'allegato n. 2 della presente relazione.

## CONCLUSIONI

Dagli studi geotecnici eseguiti è emerso che:

Dall'esame dei dati stratigrafici è stato possibile determinare se gli scavi verranno eseguiti in "*terra*" e/o in "*roccia*". In particolare è stata accertata la scavabilità dei materiali i quali sono risultati abbastanza rimovibili con un escavatore meccanico sino alla profondità media di 1,00 m. circa, dall'attuale piano di campagna. Tuttavia in alcuni tratti, dove la roccia risulta essere meno alterata e dove sono presenti grossi blocchi di roccia, o roccia in posto, sarà necessario l'utilizzo del martello demolitore. In particolare si prevede uno scavo in materiale lapideo di circa il 30% - 40%, del totale del materiale di scavo previsto in progetto

Le caratteristiche geomeccaniche delle *terre* esaminate risultano scadenti; infatti, questi litotipi, hanno una bassa coesione e basso valore dell'angolo di attrito interno. Ciò è dovuto al fatto che i litotipi sono argillosi, con elevata plasticità. Per quanto riguarda la classificazione, poiché appartengono alle classi A<sub>4</sub>, A<sub>7-5</sub>, A<sub>7-6</sub> possiedono, come materiale di sottofondo, proprietà variabili da mediocri a scadenti.

Per quanto riguarda i litotipi *rocciosi*, questi, hanno buone caratteristiche geomeccaniche, come si evince dai risultati delle prove P.L.T.

Per quanto riguarda i litotipi *terrosi*, dai calcoli della capacità portante eseguiti (stato limite ultimo) è emerso che questa ha valori variabili da 1,30 Kg/cmq a 1,39 Kg/cmq, a seconda della tipologia del blocco di ancoraggio; si raccomanda di non superare questi carichi sui litotipi terrosi per evitare cedimenti eccessivi dei terreni.

Considerata la variabilità della profondità degli scavi per la realizzazione delle opere, l'unica prescrizione da seguire è quella riguardante la pendenza dei fronti di scavo. Poiché che i litotipi sono incoerenti, potrebbero verificarsi problemi di stabilità e sicurezza degli stessi . A tal fine si consiglia di non superare durante l'esecuzione dei lavori la pendenza di 2/1.

Marzo 2012

IL PROFESSIONISTA

Dott. Geol. Roberto Catignani



## **ALLEGATI**

All.1: certificati delle prove di laboratorio

All. 2: tabulati dei risultati dei calcoli della portanza

ALL. 1

CERTIFICATI DELLE PROVE DI LABORATORIO

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO IN SCATOLA DI CASAGRANDE**

Certificato n° 022/2012

Nuoro, 08/03/2012

Committente: Dott. Geol. Roberto Catignani

Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi

prova

**CD**

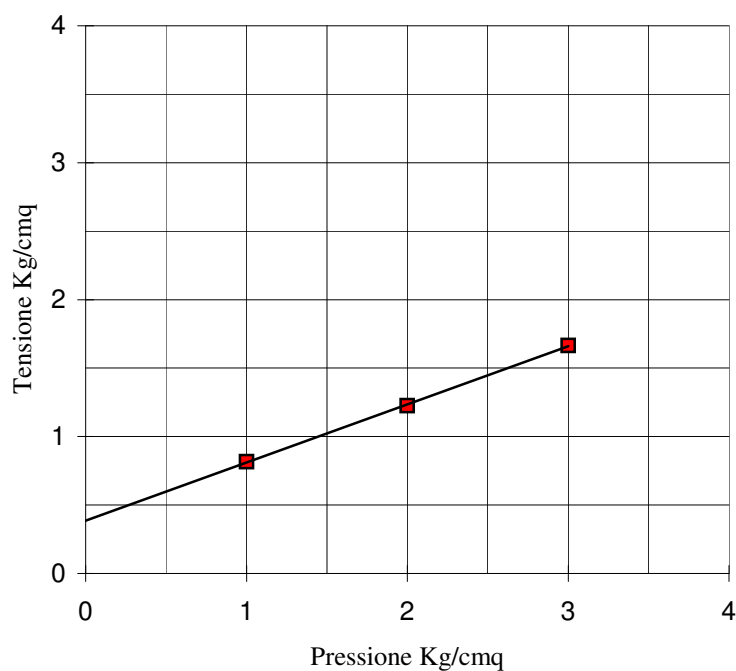
CU

UU

Ubicazione: Pozzetto 1

Prof.: -2,50 m.

Provino n°	Velocità mm./min.	Pressione Kg./cmq.	Tensione Kg./cmq.
1	0,134	1,00	0,815
2	0,134	2,00	1,226
3	0,134	3,00	1,664



**RISULTATI DELLA PROVA**

Coesion C = 0,39 Kg/cmq Angolo di attrito  $\phi$  = 23,0 °

**Il Direttore**

Ing. Giovanni FADDA



**DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' NATURALE**

Certificato n° 023/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente: Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 1 Prof.: -2,50 m.

**RISULTATI DELLA PROVA**

Peso campione + fustella	g.	221,00
Peso fustella	g.	47,96
Peso campione umido	g.	173,04
Peso campione secco	g.	135,02
Volume campione	cmc.	87,73

**DENSITA' NATURALE 1,97 g/cmc [t/mc]**

**UMIDITA' NATURALE 28,2%**

**DENSITA' SECCA 1,54 g/cmc [t/mc]**

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni Fadda

*fadda* *Fadda*

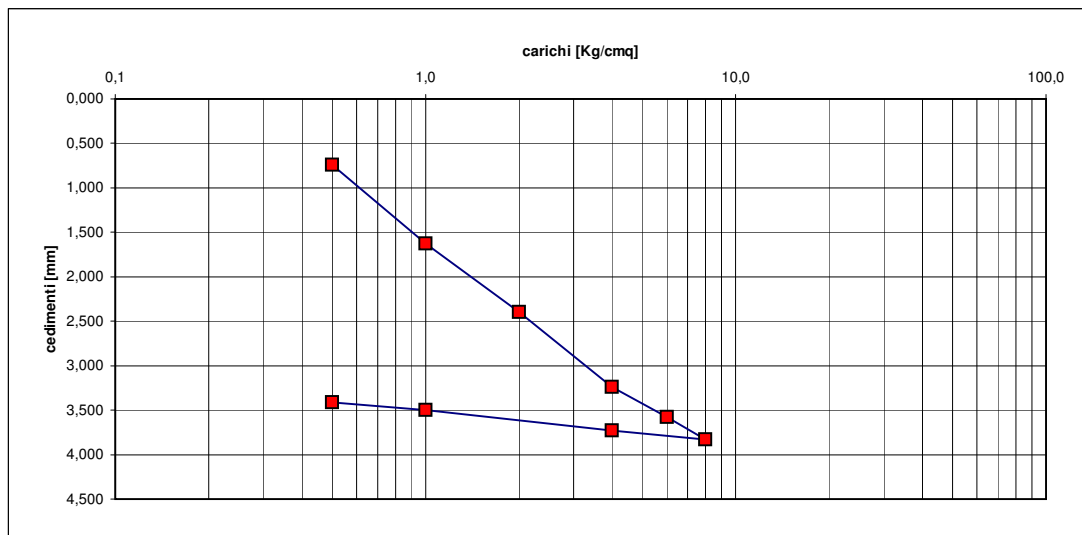




### PROVA EDOMETRICA

Certificato: n° 024/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere: Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 1  
Profondità: -2,50 m. Altezza iniziale campione: mm. 20

carico verticale	deform. Vertic.	altezza camp.	increm. di carico	deform. relativa	modulo E	indice dei vuoti	Coeff. compr. $M_v$	Coeff. Perm. $K_v$	carico verticale	deform. verticale
[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]		[mm]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]		[cm <sup>2</sup> /Kg]	[cm/s]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[mm]
carico									scarico	
0,5	0,740	19,26							4,0	3,73
			0,50	0,89	11,2	0,191	0,089	0,289		
1,0	1,630	18,37							1,0	3,50
			1,00	0,77	26,0	0,136	0,039	0,060		
2,0	2,400	17,60							0,5	3,41
			2,00	0,84	47,6	0,088	0,021	0,032		
4,0	3,240	16,76								
			2,00	0,34	117,6	0,036	0,009	0,013		
6,0	3,580	16,42								
			2,00	0,25	160,0	0,015	0,006	0,008		
8,0	3,830	16,17								



$$E = 72,5 \text{ Kg/cm}^2$$

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni FADDA

*[Handwritten signature of Ing. Giovanni FADDA]*



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO IN SCATOLA DI CASAGRANDE**

Certificato n° 025/2012

Nuoro, 08/03/2012

Committente: Dott. Geol. Roberto Catignani

Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi

prova

**CD**

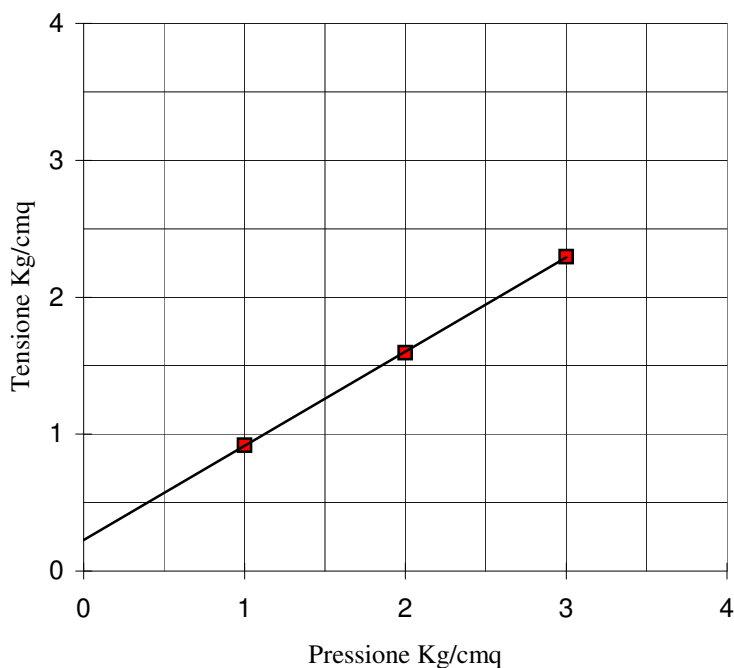
CU

UU

Ubicazione: Pozzetto 2

Prof.: -2,40 m.

Provino	Velocità	Pressione	Tensione
n°	mm./min.	Kg./cmq.	Kg./cmq.
1	0,182	1,00	0,919
2	0,182	2,00	1,595
3	0,182	3,00	2,296



**RISULTATI DELLA PROVA**

Coesion C = 0,23 Kg/cmq Angolo di attrito  $\phi$  = 34,5 °

**Il Direttore**

Ing. Giovanni FADDA



**DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' NATURALE**

Certificato n° 026/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente: Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 2 Prof.: -2,40 m.

**RISULTATI DELLA PROVA**

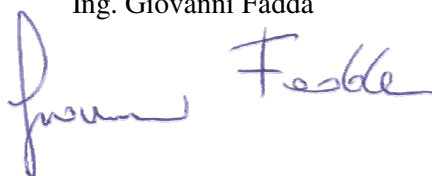
Peso campione + fustella	g.	184,83
Peso fustella	g.	47,97
Peso campione umido	g.	136,86
Peso campione secco	g.	118,26
Volume campione	cmc.	87,73

**DENSITA' NATURALE 1,56 g/cmc [t/mc]**

**UMIDITA' NATURALE 15,7%**

**DENSITA' SECCA 1,35 g/cmc [t/mc]**

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni Fadda



### PROVA EDOMETRICA

Certificato: n° 027/2012 Nuoro, 08/03/2012

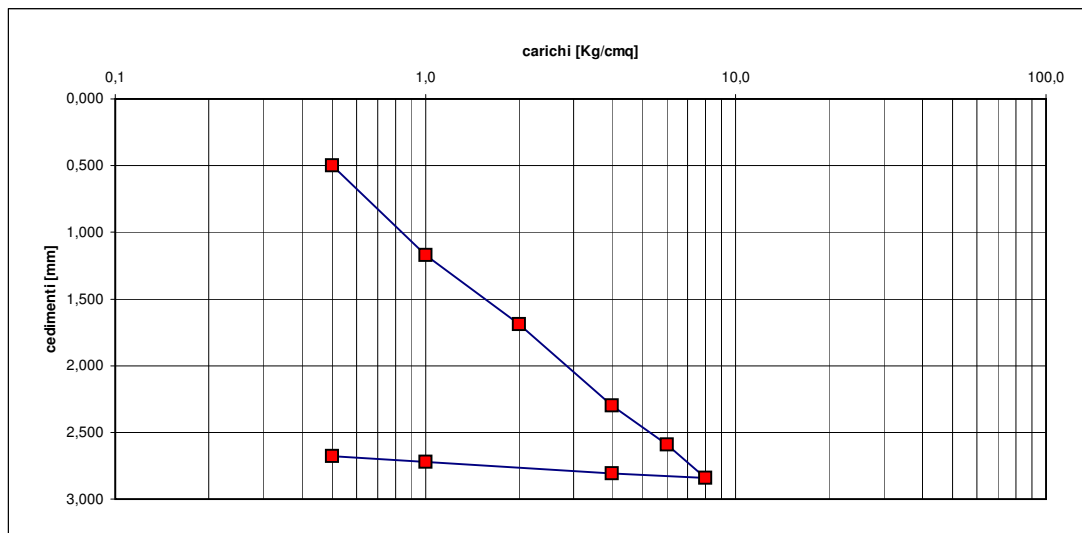
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani

Cantiere: Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi

Ubicazione: Pozzetto 2

Profondità: -2,40 m. Altezza iniziale campione: mm. 20

carico verticale	deform. Vertic.	altezza camp.	incred. di carico	deform. relativa	modulo E	indice dei vuoti	Coeff. compr. $M_v$	Coeff. Perm. $K_v$	carico verticale	deform. verticale
[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]		[mm]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]		[cm <sup>2</sup> /Kg]	[cm/s]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[mm]
carico									scarico	
0,5	0,500	19,50							4,0	2,81
			0,50	0,67	14,9	0,136	0,067	0,218		
1,0	1,170	18,83							1,0	2,72
			1,00	0,52	38,5	0,097	0,026	0,041		
2,0	1,690	18,31							0,5	2,68
			2,00	0,61	65,6	0,067	0,015	0,023		
4,0	2,300	17,70								
			2,00	0,29	137,9	0,031	0,007	0,011		
6,0	2,590	17,41								
			2,00	0,25	160,0	0,015	0,006	0,008		
8,0	2,840	17,16								



$$E = 83,4 \text{ Kg/cm}^2$$

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni FADDA

*Giovanni Fadda*



**CLASSIFICAZIONE AASHO - UNI 10006**

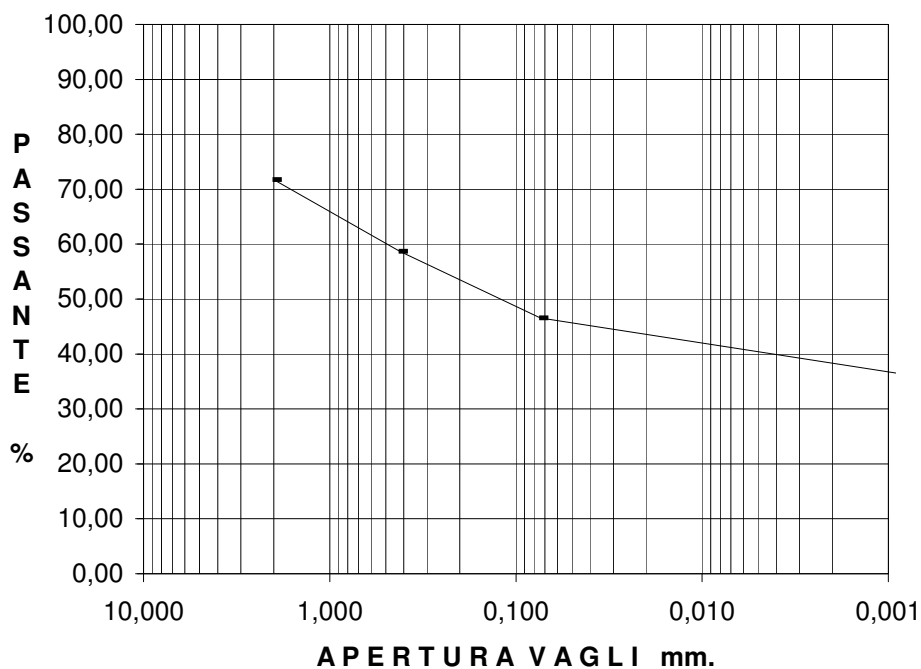
Certificato n° 028/2012 Nuoro, 08/03/2012

Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani

Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi

Ubicazione: Pozzetto 2 Profondità: -2,40 m.

apertura vagli	peso trattenuto	perc. trattenuto	perc. passante
mm.	g.	%	%
2,000	62,11	28,28	71,72
0,420	28,64	13,04	58,68
0,074	26,67	12,14	46,53
fondo	102,20	46,53	0,00
totale	219,62	100,00	



L.L. = 27,7

L.P. = 26,9

I.P. = 0,8

IG = 0,0

**Classificazione: A<sub>4</sub>**

**Il Direttore**

Ing. Giovanni FADDA



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO IN SCATOLA DI CASAGRANDE**

Certificato n° 029/2012

Nuoro, 08/03/2012

Committente: Dott. Geol. Roberto Catignani

Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi

prova

**CD**

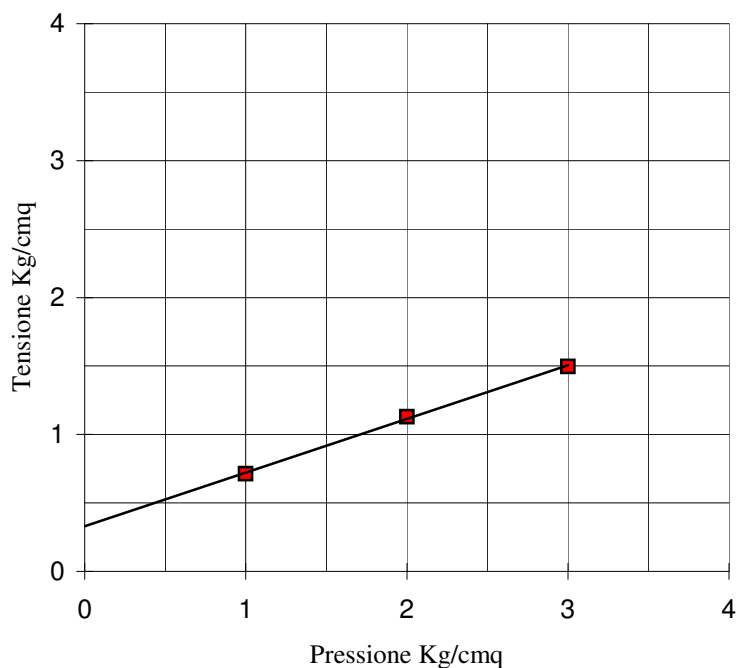
CU

UU

Ubicazione: Pozzetto 5

Prof.: -1,40 m.

Provino	Velocità	Pressione	Tensione
n°	mm./min.	Kg./cmq.	Kg./cmq.
1	0,134	1,00	0,714
2	0,134	2,00	1,129
3	0,134	3,00	1,497



**RISULTATI DELLA PROVA**

Coesion     $C = 0,33$     Kg/cmq    Angolo di attrito     $\phi = 21,4^\circ$

**Il Direttore**

Ing. Giovanni FADDA

*[Handwritten signature of Giovanni Fadda]*



**DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' NATURALE**

Certificato n°	030/2012	Nuoro, 08/03/2012
Committente:	Dott. Geol. Roberto Catignani	
Cantiere :	Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi	
Ubicazione:	Pozzetto 5	Prof.: -1,40 m.

**RISULTATI DELLA PROVA**

Peso campione + fustella	g.	219,65
Peso fustella	g.	47,97
Peso campione umido	g.	171,68
Peso campione secco	g.	139,54
Volume campione	cmc.	87,73

<b>DENSITA' NATURALE</b>	<b>1,96</b>	<b>g/cmc</b>	<b>[t/mc]</b>
--------------------------	-------------	--------------	---------------

<b>UMIDITA' NATURALE</b>	<b>23,0%</b>
--------------------------	--------------

<b>DENSITA' SECCA</b>	<b>1,59</b>	<b>g/cmc</b>	<b>[t/mc]</b>
-----------------------	-------------	--------------	---------------

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni Fadda

*Giovanni Fadda*







**CLASSIFICAZIONE AASHO - UNI 10006**

Certificato n° 031/2012

Nuoro, 08/03/2012

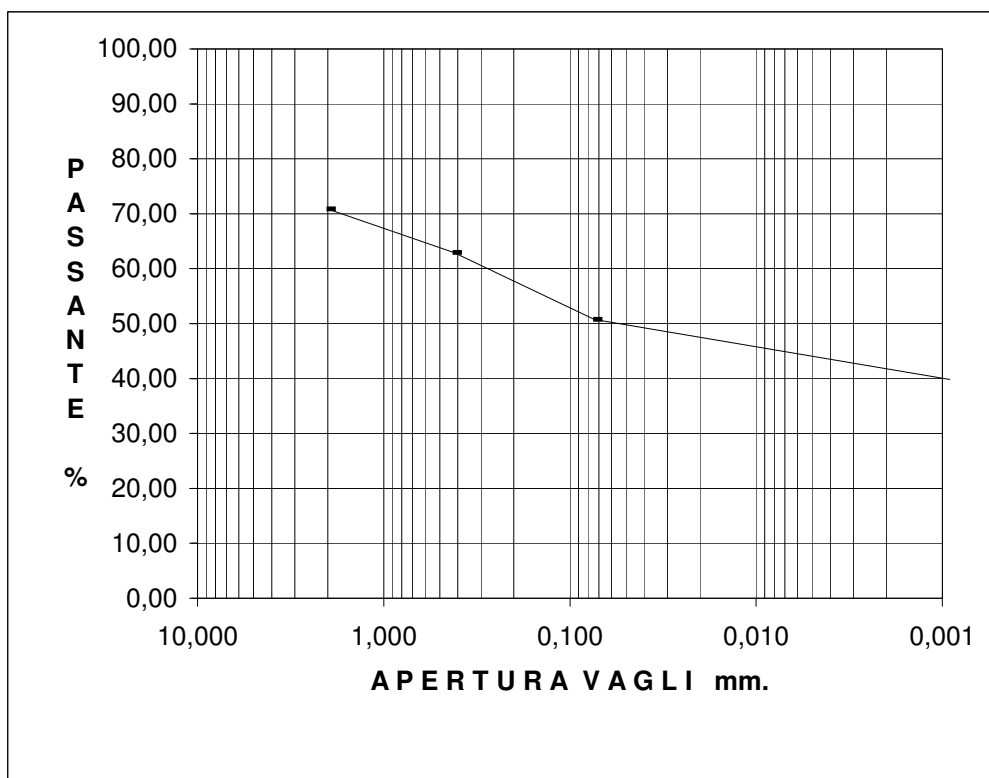
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani

Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi

Ubicazione: Pozzetto 5

Profondità: -1,40 m.

apertura vagli	peso trattenuto	perc. trattenuto	perc. passante
mm.	g.	%	%
2,000	72,32	29,15	70,85
0,420	19,64	7,92	62,93
0,074	30,14	12,15	50,78
fondo	125,96	50,78	0,00
totale	248,06	100,00	



L.L. = 41

L.P. = 26

I.P. = 15

IG = 5,0

**Classificazione: A<sub>7-6</sub>**

**Il Direttore**

Ing. Giovanni FADDA



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO IN SCATOLA DI CASAGRANDE**

Certificato n° 032/2012

Nuoro, 08/03/2012

Committente: Dott. Geol. Roberto Catignani

Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi

prova

**CD**

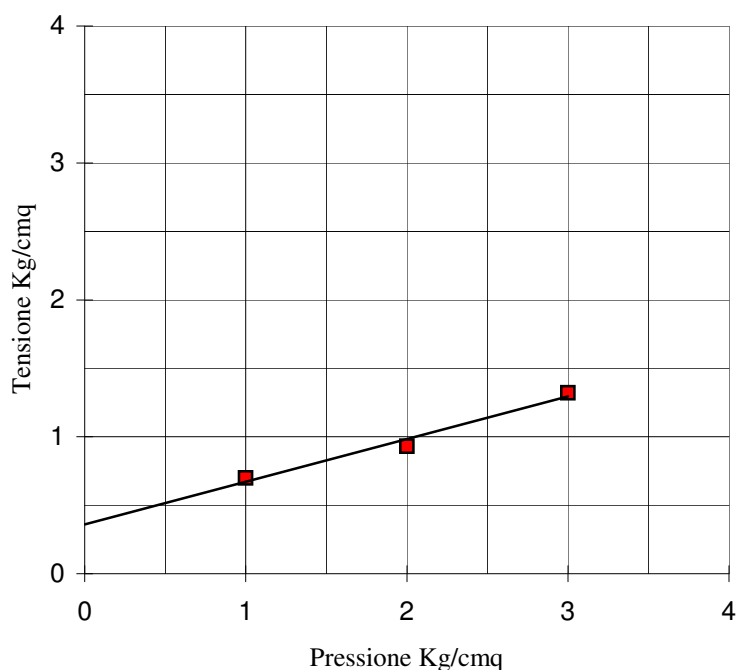
**CU**

**UU**

Ubicazione: Pozzetto 6

Prof.: -1,10 m.

Provino	Velocità	Pressione	Tensione
n°	mm./min.	Kg./cmq.	Kg./cmq.
1	0,134	1,00	0,698
2	0,134	2,00	0,931
3	0,134	3,00	1,320



**RISULTATI DELLA PROVA**

Coesion     $C = 0,36$     Kg/cmq    Angolo di attrito     $\phi = 17,3^\circ$

**Il Direttore**

Ing. Giovanni FADDA



**DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' NATURALE**

Certificato n° 033/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente: Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 6 Prof.: -1,10 m.

**RISULTATI DELLA PROVA**

Peso campione + fustella	g.	64,51
Peso fustella	g.	8,86
Peso campione umido	g.	55,65
Peso campione secco	g.	44,60
Volume campione	cmc.	28,07

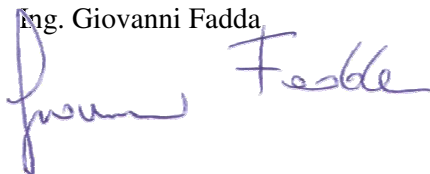
**DENSITA' NATURALE 1,98 g/cmc [t/mc]**

**UMIDITA' NATURALE 24,8%**

**DENSITA' SECCA 1,59 g/cmc [t/mc]**

**Il Direttore**

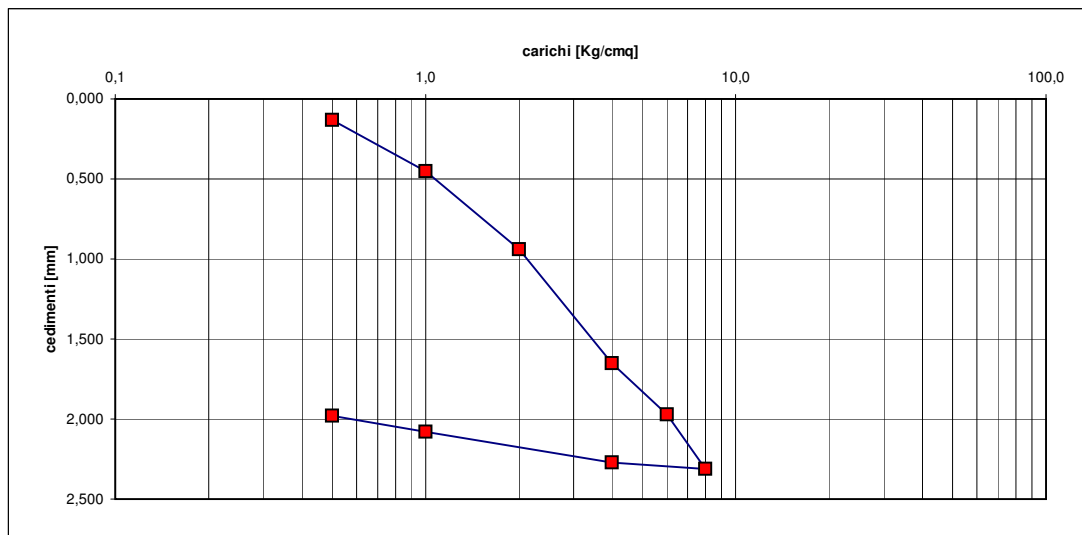
Ing. Giovanni Fadda



### PROVA EDOMETRICA

Certificato: n° 034/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere: Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 6  
Profondità: -1,10 m. Altezza iniziale campione: mm. 20

carico verticale	deform. Vertic.	altezza camp.	increm. di carico	deform. relativa	modulo E	indice dei vuoti	Coeff. compr. $M_v$	Coeff. Perm. $K_v$	carico verticale	deform. verticale
[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]		[mm]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]		[cm <sup>2</sup> /Kg]	[cm/s]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[mm]
carico									scarico	
0,5	0,130	19,87							4,0	2,27
			0,50	0,32	31,3	0,123	0,032	0,104		
1,0	0,450	19,55							1,0	2,08
			1,00	0,49	40,8	0,105	0,025	0,038		
2,0	0,940	19,06							0,5	1,98
			2,00	0,71	56,3	0,077	0,018	0,027		
4,0	1,650	18,35								
			2,00	0,32	125,0	0,037	0,008	0,012		
6,0	1,970	18,03								
			2,00	0,34	117,6	0,019	0,009	0,011		
8,0	2,310	17,69								



$$E = 74,2 \text{ Kg/cm}^2$$

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni FADDA

*Giovanni Fadda*



**CLASSIFICAZIONE AASHO - UNI 10006**

Certificato n° 035/2012

Nuoro, 08/03/2012

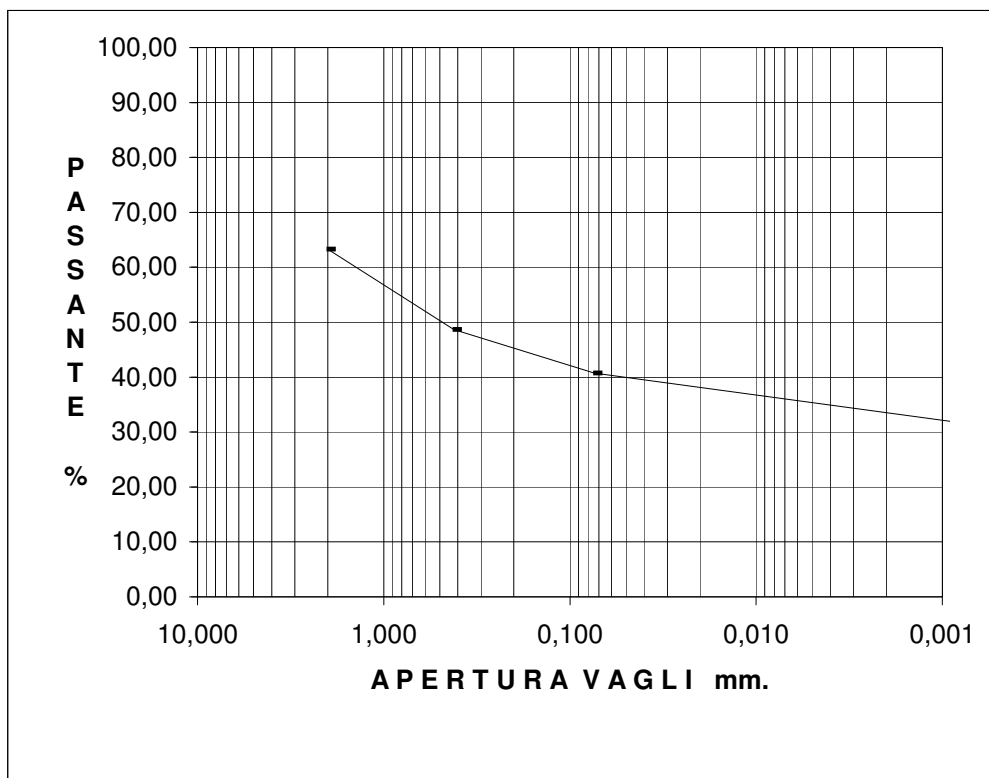
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani

Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi

Ubicazione: Pozzetto 6

Profondità: -1,10 m.

apertura vagli	peso trattenuto	perc. trattenuto	perc. passante
mm.	g.	%	%
2,000	76,37	36,73	63,27
0,420	30,31	14,58	48,69
0,074	16,55	7,96	40,73
fondo	84,67	40,73	0,00
totale	207,90	100,00	



L.L. = 46,5

L.P. = 36

I.P. = 10,5

IG = 1,5

**Classificazione: A<sub>7,5</sub>**

**Il Direttore**

Ing. Giovanni FADDA

*[Handwritten signature of Giovanni Fadda]*



**POINT LOAD TEST (ASTM D 5731)**

Certificato n° 036/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 1 Profondità : -2,50 m.

TIPOLOGIA PROVINO: PRISMATICO IRREGOLARE  
MODALITA' DELLA PROVA: ROTTURA ASSE ORTOGONALE SUP. MAGGIORE

**RISULTATI DELLA PROVA**

Diametro equivalente	mm.	77,78
Peso di volume (densità naturale)	g/cmc	1,880
Resistenza campione (P)	kN.	5,02
Coefficiente di correlazione (K)		17,5
Correzione del diametro (F)		1,22

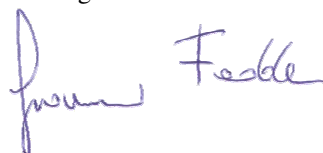
**RESISTENZA AL PUNZONAMENTO ( $I_s$ )** 1,01 [MPa]

**RESISTENZA A COMPRESSIONE ( $\sigma$ )** 17,71 [MPa]

**RESISTENZA A COMPRESSIONE ( $\sigma$ )** 180,63 [Kg/cmq]

**PESO DI VOLUME (DENSITA' NATURALE)** 1,880 [g/cmc]

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni Fadda



**POINT LOAD TEST (ASTM D 5731)**

Certificato n° 037/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 4 Profondità : -0,90 m.

TIPOLOGIA PROVINO: PRISMATICO IRREGOLARE  
MODALITA' DELLA PROVA: ROTTURA ASSE ORTOGONALE SUP. MAGGIORE

**RISULTATI DELLA PROVA**

Diametro equivalente	mm.	63,83
Peso di volume (densità naturale)	g/cmc	2,108
Resistenza campione (P)	kN.	9,06
Coefficiente di correlazione (K)		17,5
Correzione del diametro (F)		1,12

**RESISTENZA AL PUNZONAMENTO ( $I_s$ )** 2,48 [MPa]

**RESISTENZA A COMPRESSIONE ( $\sigma$ )** 43,43 [MPa]

**RESISTENZA A COMPRESSIONE ( $\sigma$ )** 442,90 [Kg/cmq]

**PESO DI VOLUME (DENSITA' NATURALE)** 2,108 [g/cmc]

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni Fadda

*Giovanni Fadda*



**POINT LOAD TEST (ASTM D 5731)**

Certificato n° 038/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 6 Profondità : -1,10 m.

TIPOLOGIA PROVINO: PRISMATICO IRREGOLARE  
MODALITA' DELLA PROVA: ROTTURA ASSE ORTOGONALE SUP. MAGGIORE

**RISULTATI DELLA PROVA**

Diametro equivalente	mm.	81,19
Peso di volume (densità naturale)	g/cmc	1,960
Resistenza campione (P)	kN.	4,77
Coefficiente di correlazione (K)		17,5
Correzione del diametro (F)		1,24

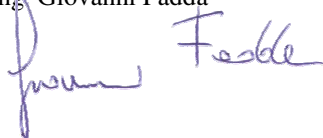
**RESISTENZA AL PUNZONAMENTO ( $I_s$ )** 0,90 [MPa]

**RESISTENZA A COMPRESSIONE ( $\sigma$ )** 15,75 [MPa]

**RESISTENZA A COMPRESSIONE ( $\sigma$ )** 160,61 [Kg/cmq]

**PESO DI VOLUME (DENSITA' NATURALE)** 1,960 [g/cmc]

Il Direttore  
Ing. Giovanni Fadda





**DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' NATURALE DI PROVINI IN ROCCIA**

Certificato n° 039/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 1 Profondità : -2,50 m.

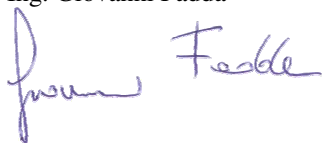
TIPOLOGIA PROVINO: PRISMATICO IRREGOLARE  
DESCRIZIONE CAMPIONE IGNIMBRITI METAMORFOSATE

**RISULTATI DELLA PROVA**

Volume campione	cmc	43,8
Peso campione	g	87,2
Peso di volume (densità antrale)	g/cmc	1,991

**PESO DI VOLUME (DENSITA' NATURALE) 1,991 [g/cmc]**

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni Fadda



**DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' NATURALE DI PROVINI IN ROCCIA**

Certificato n° 040/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 4 Profondità : -0,90 m.

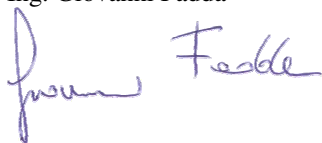
TIPOLOGIA PROVINO: PRISMATICO IRREGOLARE  
DESCRIZIONE CAMPIONE IGNIMBRITI METAMORFOSATE

**RISULTATI DELLA PROVA**

Volume campione	cmc	51,2
Peso campione	g	105,9
Peso di volume (densità anturale)	g/cmc	2,068

**PESO DI VOLUME (DENSITA' NATURALE)** 2,068 [g/cmc]

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni Fadda



**DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' NATURALE DI PROVINI IN ROCCIA**

Certificato n° 041/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 6 Profondità : -1,10 m.

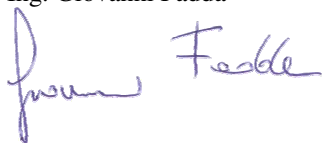
TIPOLOGIA PROVINO: PRISMATICO IRREGOLARE  
DESCRIZIONE CAMPIONE IGNIMBRITI METAMORFOSATE

**RISULTATI DELLA PROVA**

Volume campione	cmc	45,2
Peso campione	g	88,7
Peso di volume (densità antrale)	g/cmc	1,962

**PESO DI VOLUME (DENSITA' NATURALE) 1,962 [g/cmc]**

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni Fadda



**DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' NATURALE DI PROVINI IN ROCCIA**

Certificato n° 042/2012 Nuoro, 08/03/2012  
Committente : Dott. Geol. Roberto Catignani  
Cantiere : Interventi di riqualificazione del sistema di alimentazione della Valle dei Giunchi  
Ubicazione: Pozzetto 4 Profondità : -0,90 m.

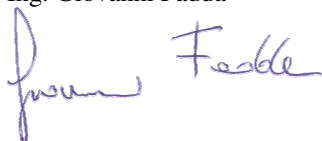
TIPOLOGIA PROVINO: PRISMATICO IRREGOLARE  
DESCRIZIONE CAMPIONE IGNIMBRITI METAMORFOSATE

**RISULTATI DELLA PROVA**

Volume campione	cmc	58,3
Peso campione	g	128,7
Peso di volume (densità anturale)	g/cmc	2,208

**PESO DI VOLUME (DENSITA' NATURALE)** 2,208 [g/cmc]

**Il Direttore**  
Ing. Giovanni Fadda



## ALL. 2

### TABULATI DEI RISULTATI DEL CALCOLO DELLA PORTANZA

- Dott. Roberto Catignani - Geologo -

- Via Eleonora d'Arborea sn --Tortoli--0782624697

Committente: Ente acque della Sardegna

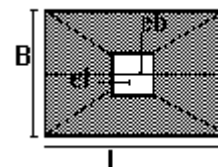
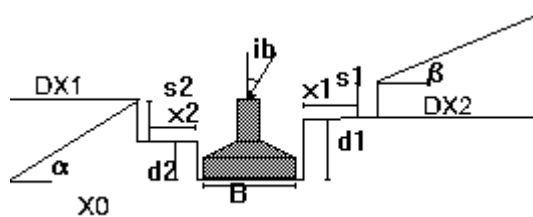
Località: Valle dei Giunchi

Data:

Riferimenti:

## Geometria della fondazione

Fondazione n.	1
Larghezza o diametro base B (m):	1,35
Lunghezza della base L (m):	1,7
Profondità di posa lato destro d1(m):	1,15
Profondità di posa lato sinistro d2(m):	1,15
Profondità scavo destro s1(m):	0
Profondità scavo sinistro s2(m):	0
Inclinazione pendio a valle a(°):	0
Inclinazione pendio a monte b(°):	0
Distanza bordo scavo destro x1(m):	0
Distanza bordo scavo sinistro x2(m):	0
Inclinazione base lato B(°):	0
Inclinazione base lato L(°):	0
Inclinazione carico lato B ib(°):	0
Inclinazione carico lato L (°):	0
Eccentricità carico su B in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su B in condizioni sismiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni sismiche(m):	0
Peso di volume del cls (kg/mc):	2500
Peso di volume terrapieno (kg/mc):	1800
Altezza del terrapieno Ht (m):	0
Larghezza sommità terrapieno Ls(m):	0
Tipologia fondazionale:	Plinto



- Dott. Roberto Catignani - Geologo -

- Via Eleonora d'Arborea sn --Tortoli--0782624697

Committente: Ente acque della sardegna

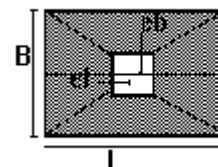
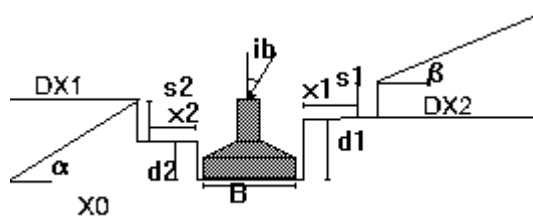
Località: Valle dei Giunchi (SS)

Data:

Riferimenti:

## Geometria della fondazione

Fondazione n.	1
Larghezza o diametro base B (m):	3,9
Lunghezza della base L (m):	3,1
Profondità di posa lato destro d1(m):	1,9
Profondità di posa lato sinistro d2(m):	1,9
Profondità scavo destro s1(m):	0
Profondità scavo sinistro s2(m):	0
Inclinazione pendio a valle a(°):	0
Inclinazione pendio a monte b(°):	0
Distanza bordo scavo destro x1(m):	0
Distanza bordo scavo sinistro x2(m):	0
Inclinazione base lato B(°):	0
Inclinazione base lato L(°):	0
Inclinazione carico lato B ib(°):	0
Inclinazione carico lato L (°):	0
Eccentricità carico su B in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su B in condizioni sismiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni sismiche(m):	0
Peso di volume del cls (kg/mc):	2500
Peso di volume terrapieno (kg/mc):	1800
Altezza del terrapieno Ht (m):	0
Larghezza sommità terrapieno Ls(m):	0
Tipologia fondazionale:	Plinto



- Dott. Roberto Catignani - Geologo -

- Via Eleonora d'Arborea sn --Tortoli--0782624697

Committente: Ente acque della Sardegna

Località: Valle dei Giunchi

Data:

Riferimenti:

## Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo il D.M. 14.01.2008 App.II Combinazione delle azioni: fondamentale

Fondazione n. ....	1
Larghezza della fondazione (m):	1,35
Lunghezza della fondazione (m):	1,7
Profondità di posa lato destro (m):	1,15
Profondità di posa lato sinistro (m):	1,15

Metodo di calcolo:	Brinch Hansen stato limite ultimo
--------------------	-----------------------------------

### Fattori di forma

Sc:	1,24	Sq:	1,22	Sy:	0,68
-----	------	-----	------	-----	------

### Fattori di profondità

Dc:	1,34	Dq:	1,25	Dy:	1
-----	------	-----	------	-----	---

### Fattori inclinazione carico

lc:	1	lq:	1	ly:	1
-----	---	-----	---	-----	---

### Fattori inclinazione pendio

Gc:	1	Gq:	1	Gy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

### Fattori inclinazione base

Bc:	1	Bq:	1	By:	1
-----	---	-----	---	-----	---

### Fattori correttivi per gli effetti cinematicidel sisma

Zc:	1	Zq:	1	Zy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

### RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	1,3
Profondità del cuneo efficace (m):	0,89
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0



- Dott. Roberto Catignani - Geologo -

- Via Eleonora d'Arborea sn --Tortoli--0782624697

Committente: Ente acque della sardegna

Località: Valle dei Giunchi (SS)

Data:

Riferimenti:

## Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo il D.M. 14.01.2008 App.II Combinazione delle azioni: fondamentale

Fondazione n. ....	1
Larghezza della fondazione (m):	3,9
Lunghezza della fondazione (m):	3,1
Profondità di posa lato destro (m):	1,9
Profondità di posa lato sinistro (m):	1,9

Metodo di calcolo:	Brinch Hansen stato limite ultimo
--------------------	-----------------------------------

### Fattori di forma

Sc:	1,38	Sq:	1,35	Sy:	0,5
-----	------	-----	------	-----	-----

### Fattori di profondità

Dc:	1,19	Dq:	1,15	Dy:	1
-----	------	-----	------	-----	---

### Fattori inclinazione carico

lc:	1	lq:	1	ly:	1
-----	---	-----	---	-----	---

### Fattori inclinazione pendio

Gc:	1	Gq:	1	Gy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

### Fattori inclinazione base

Bc:	1	Bq:	1	By:	1
-----	---	-----	---	-----	---

### Fattori correttivi per gli effetti cinematicidel sisma

Zc:	1	Zq:	1	Zy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

### RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	1,39
Profondità del cuneo efficace (m):	2,57
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0

Committente: Ente acque della Sardegna

Località: Valle dei Giunchi

Data:

Riferimenti:

## Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n. .... 1

### Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m):	1,35
Lunghezza della fondazione (m):	1,7
Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq):	1,31

### Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):	30
Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):	n.c.
Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):	n.c.

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	0	0	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. incoerenti (mm):	0	0	0

### Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):	20

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	0	21,8	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. coesivi (mm):	0	21,8	0

### Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	0	21,8	0
Max cedim. differenziale(mm):	0		
Massima distorsione (%):	0		

Fondazione rigida o flessibile: Fondazione rigida

### Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):	0
-----------------------------------	---

Committente: Ente acque della sardegna

Località: Valle dei Giunchi (SS)

Data:

Riferimenti:

## Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n. .... 1

### Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m):	3,9
Lunghezza della fondazione (m):	3,1
Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq):	1,39

### Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):	30
Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):	n.c.
Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):	n.c.

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	0	48,1	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. incoerenti (mm):	0	48,1	0

### Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):	20

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	0	0	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. coesivi (mm):	0	0	0

### Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	0	48,1	0
Max cedim. differenziale(mm):	0		
Massima distorsione (%):	0		

Fondazione rigida o flessibile: Fondazione rigida

### Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):	0
-----------------------------------	---

- Dott. Roberto Catignani - Geologo -

- Via Eleonora d'Arborea sn --Tortoli--0782624697

Committente: Ente acque della Sardegna

Località: Valle dei Giunchi

Data:

Riferimenti:

## Parametri geotecnici del terreno di fondazione

Strato n.

1

Descrizione litologica:

Limo e argilla

Angolo di attrito (°):	15,7
Densità relativa (%):	70
Coesione(kg/cmq):	0,2
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1560
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	1560
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	72,5
Coefficiente di Poisson:	0,4
O.C.R.:	1
Indice di compressione:	
Indice di compressione secondaria:	
Indice di ricomprensione:	
Indice dei vuoti iniziale:	
Coefficiente di consolidazione verticale (cmq/s):	
Numero di colpi Spt medio:	
Resistenza alla punta media (C.P.T.)(kg/cmq):	0
R.Q.D. (%)	
Limite di liquidità (%):	
Contenuto naturale d'acqua (%):	
Fattore di portanza Nq:	2,62
Fattore di portanza Nc:	8,62
Fattore di portanza Ny:	0,45
Comportamento meccanico:	Livello coesivo
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile