


**GEOSYSTEM**

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

 ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

 TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

 LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001  
CIRCOLARE N.781/787 C DEL 08/08/2010  
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 19/12/2005  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001  
CIRCOLARE N.781/87C DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712  
REGOLAMENTO IT-INO-REG-02, NOTT.CIV  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. NIT 110896 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

V.D.A. N° 4425-2 DEL 29/06/2018

COMMITTENTE Ditta Dott. Antonello Angius

CANTIERE Rio Mulino de Josso - Milis (C.B.O.)

CAMPIONE S2 (3,50-4,30)m

PROTOCOLLO \

UBICAZIONE \

DATA PRELIEVO 25/06/2018

DATA PROVA 04/07/2018

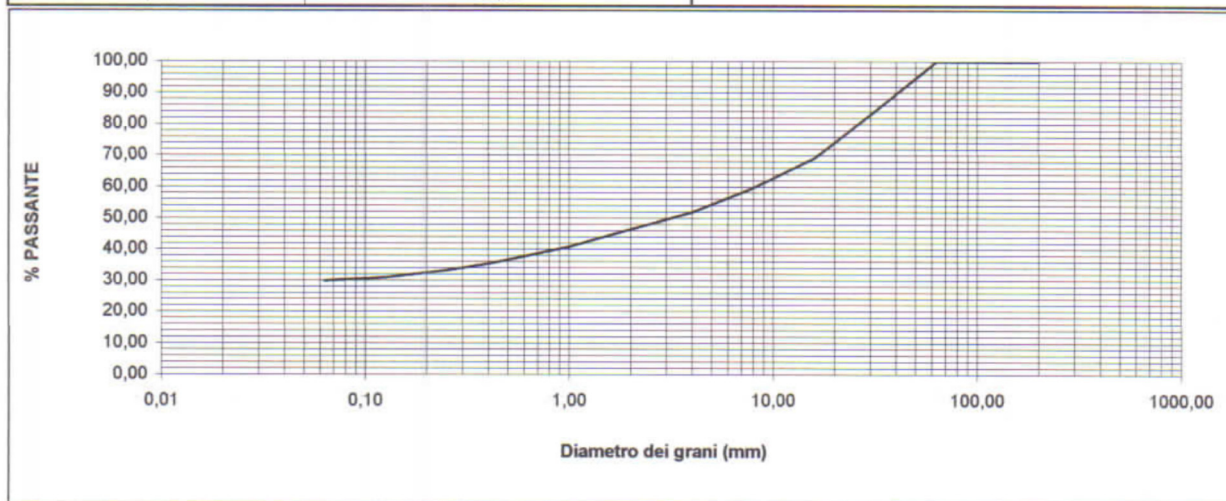
CERTIFICATO N.

036697

DEL

12 LUG 2018

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA		LIMITI DI ATTERBERG	
UNI EN 933-1		UNI CEN ISO/TS 17892-12	
SETACCI (mm)	PASSANTE %	LIMITE LIQUIDO (%)	35
200,0	100,00	LIMITE PLASTICO (%)	22
150,0	100,00	INDICE PLASTICO	13
125,0	100,00	INDICE DI GRUPPO	0
100,0	100,00	CLASS.UNI EN 11531-1	A2-6
63,0	100,00		
31,5	84,10		
16,0	69,15		
8,0	59,70		
4,0	51,86		
2,0	46,45		
1,0	40,73		
0,4	35,33		
0,25	33,16		
0,125	30,85		
0,063	29,76		



NOTE: Campione consegnato a cura del Committente.

LO SPERIMENTATORE

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 – CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 01588890929


**GEOSYSTEM**

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

 ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

 TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

 LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001  
CIRCOLARE N.7617/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 18/12/2005  
PROVE SU TERRENI SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001  
CIRCOLARE N.7618/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712  
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02\_NDT\_CIV  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N.UT 110896 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

V.D.A. N° 4425-4 DEL 29/06/2018

COMMITTENTE Ditta Dott. Antonello Angius

CANTIERE Rio Mulino de Josso - Milis (C.B.O.)

CAMPIONE S3 (5,00-5,60)m

PROTOCOLLO \

UBICAZIONE \

DATA PRELIEVO 25/06/2018

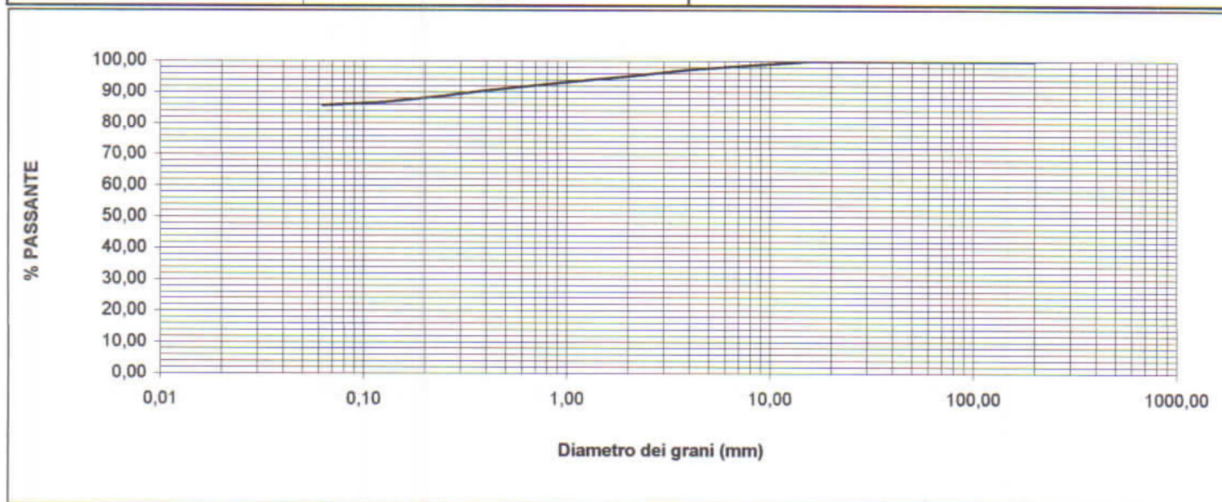
DATA PROVA 04/07/2018

CERTIFICATO N.

036698

DEL 12 LUG. 2018

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA		LIMITI DI ATTERBERG	
UNI EN 933-1		UNI CEN ISO/TS 17892-12	
SETACCI (mm)	PASSANTE %	LIMITE LIQUIDO (%)	39
200,0	100,00	LIMITE PLASTICO (%)	23
150,0	100,00	INDICE PLASTICO	16
125,0	100,00	INDICE DI GRUPPO	10
100,0	100,00	CLASS.UNI EN 11531-1	A6
63,0	100,00		
31,5	100,00		
16,0	100,00		
8,0	98,66		
4,0	97,21		
2,0	95,17		
1,0	93,18		
0,4	90,47		
0,25	88,81		
0,125	86,81		
0,063	85,70		



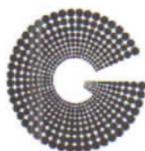
NOTE: Campione consegnato a cura del Committente.

LO SPERIMENTATORE

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 – CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 01588890929


**GEOSYSTEM**

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

 ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTÀ"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

 TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001  
CIRCOLARE N. 7617/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N. 54313 DEL 19/12/2005  
**PROVE SUI TERRENI SETTORE A**  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001  
CIRCOLARE N. 7819/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N. 52487 DEL 11/10/2004  
**CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO**  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712  
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02\_NDT\_CIV  
**LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001**  
CERT. N. IT 11/0998 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

V.D.A. N° 4425-3 DEL 29/06/2018  
COMMITTENTE Ditta Dott. Antonello Angius  
CANTIERE Rio Mulino de Josso - Milis (C.B.O.)  
CAMPIONE S2 (6,05-6,40)m  
UBICAZIONE \

DATA PRELIEVO 25/06/2018 DATA PROVA 03/07/2018

CERTIFICATO N. 036699 DEL 12 LUG. 2018

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(Apparecchio di Casagrande) ASTM D3080-98

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE : Argilla limosa consistente

STATO DEL CAMPIONE Indisturbato

POCKET PENETROMETER R kPa

VELOCITA'DI PROVA: 0,02 mm/min

**CARATTERISTICHE INIZIALI**

	N.	1	2	3
Provinci	mm	20,50	20,50	20,50
Altezza	mm	59,50	59,50	59,50
Lato	mm	20,84	20,84	20,84
Umidità' naturale	W %	20,84	20,84	20,84
Umidità' di prova	W %	20,84	20,84	20,84
Massa campione secco	gr	123,47	124,63	124,21
Densità naturale	kg/m <sup>3</sup>	2055,9	2075,2	2068,3
Densità secca	kg/m <sup>3</sup>	1701,4	1717,3	1711,6

**FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Carico verticale	kPa	98,1	196,1	294,2
Altezza dopo consolidazione	mm	20,12	20,04	19,95

**FASE DI ROTTURA**

Carico verticale	kPa	98,1	196,1	294,2
Altezza finale provino	mm	20,01	19,60	19,52
Umidità' di prova finale	W %	20,31	20,31	20,31
Densità umida finale	kg/m <sup>3</sup>	2097,0	2160,9	2162,6
Densità secca finale	kg/m <sup>3</sup>	1743,0	1796,2	1797,6

Scorrimento orizzontale	mm	3,46	5,40	3,91
Sforzo al taglio (massimo) t	kPa	98,00	129,00	177,00

NOTE: Campione consegnato a cura del Committente

LO SPERIMENTATORE

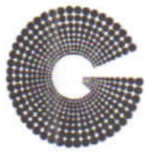
IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 – CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 01588890929

Pagina 1 di 1




**GEOSYSTEM**

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

 ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTÀ"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

 TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

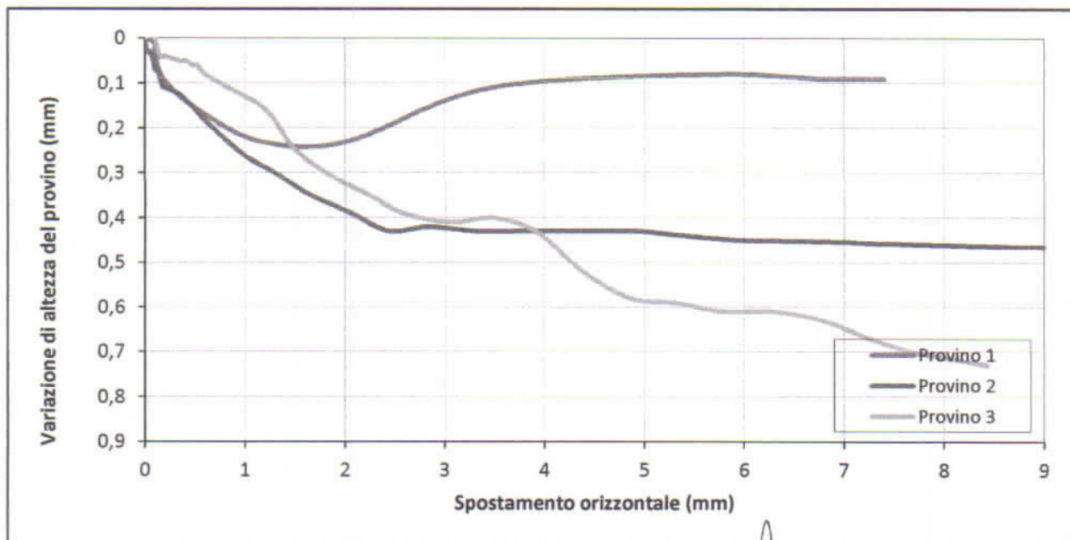
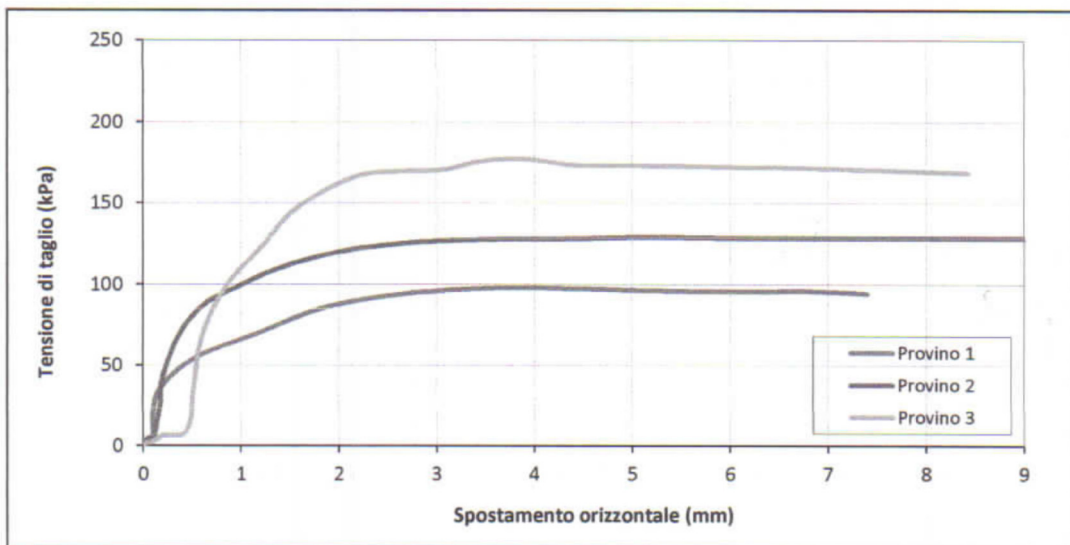
LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 58 DEL D.P.R. N.360/2001  
CIRCOLARE N.7617/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 18/12/2005  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 58 DEL D.P.R. N.360/2001  
CIRCOLARE N.7616/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712  
REGOLAMENTO IT-IND-RES-02, NOT. CIV  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N.UT 11/0996 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

## MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D 3080-98

## CERTIFICATO DI PROVA - FASE DI TAGLIO

V.D.A. n.	4425-3	DEL	29/06/2018
Committente	Ditta Dott. A. Angius	CERTIFICATO N.	036699
Cantiere	Milis		12 LUG. 2018
Campione	S2 (6,05-6,40m)	DEL	

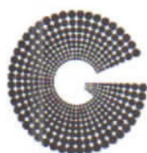


Il Tecnico

Il Direttore

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 – CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 01588890929




**GEOSYSTEM**

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

 ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

 TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001  
CIRCOLARE N.7617/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 19/12/2006  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N. 380/2001  
CIRCOLARE N.7618/STC DEL 08/09/2010  
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712  
REGOLAMENTO IT-IND-REG-02\_NDT\_CIV  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N.IT. 11/0996 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

V.D.A. N° 4425-5 DEL 29/06/2018  
COMMITTENTE Ditta Dott. Antonello Angius  
CANTIERE Rio Mulino de Josso - Milis (C.B.O.)  
CAMPIONE S3 (5,60-5,85)m  
UBICAZIONE \

DATA PRELIEVO 25/06/2018 DATA PROVA 02/07/2018

CERTIFICATO N. 036700 DEL 12 LUG. 2018

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(Apparecchio di Casagrande) ASTM D3080-98

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE : Argilla limosa consistente con qualche ciottolo

STATO DEL CAMPIONE Indisturbato

POCKET PENETROMETER 275 kPa

VELOCITA'DI PROVA: 0,02 mm/min

**CARATTERISTICHE INIZIALI**

	N.	1	2	3
Provini				
Altezza	mm	20,50	20,50	20,50
Lato	mm	59,50	59,50	59,50
Umidita' naturale	W %	24,77	24,77	24,77
Umidita' di prova	W %	24,77	24,77	24,77
Massa campione secco	gr	113,01	113,17	112,77
Densità naturale	kg/m <sup>3</sup>	1943,0	1945,7	1938,8
Densità secca	kg/m <sup>3</sup>	1557,3	1559,5	1554,0

**FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Carico verticale	kPa	98,1	196,1	294,2
Altezza dopo consolidazione	mm	19,79	19,62	19,09

**FASE DI ROTTURA**

Carico verticale	kPa	98,1	196,1	294,2
Altezza finale provino	mm	19,36	19,02	18,53
Umidita' di prova finale	W %	22,70	22,70	22,70
Densità umida finale	kg/m <sup>3</sup>	2023,5	2062,4	2109,4
Densità secca finale	kg/m <sup>3</sup>	1649,1	1680,8	1719,2

Scorrimento orizzontale	mm	8,12	9,01	7,54
Sforzo al taglio (massimo) t	kPa	93,00	138,00	207,00

NOTE: Campione consegnato a cura del Committente

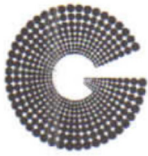
LO SPERIMENTATORE

IL DIRETTORE

Dott. Geol. Guido Demontis

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 - CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 01588890929

Pagina 1 di 1


**GEOSYSTEM**

Del Dott. Geol. G.B. Demontis

 ZONA INDUSTRIALE LOC. "PILL'E MATTA"  
09044 QUARTUCCIU (CA)

 TEL/FAX 070852509-070852424 - www.geosystem.ca.it  
email: geosystemca@yahoo.it - pec: geosystem@pec.it

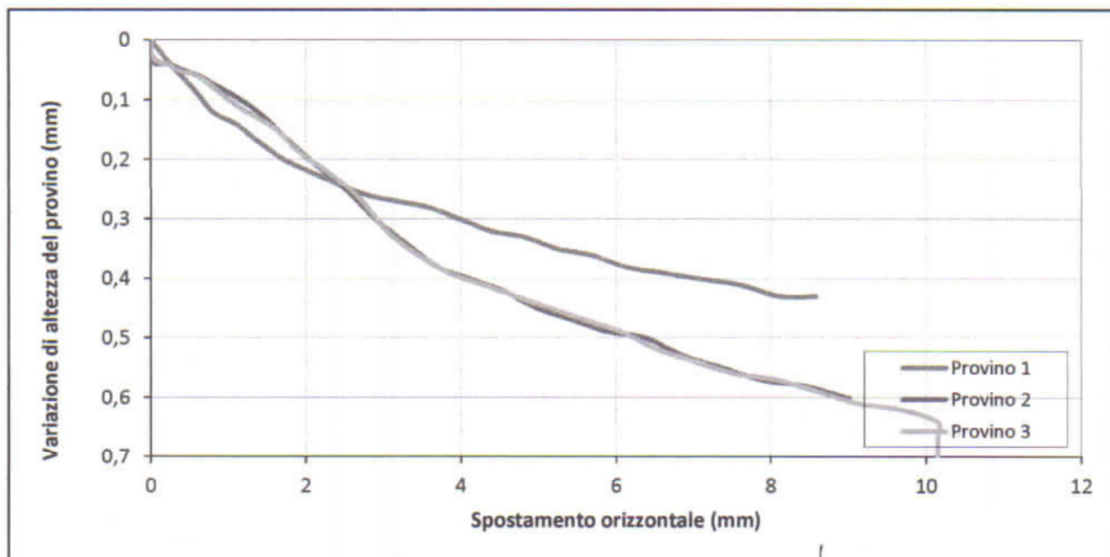
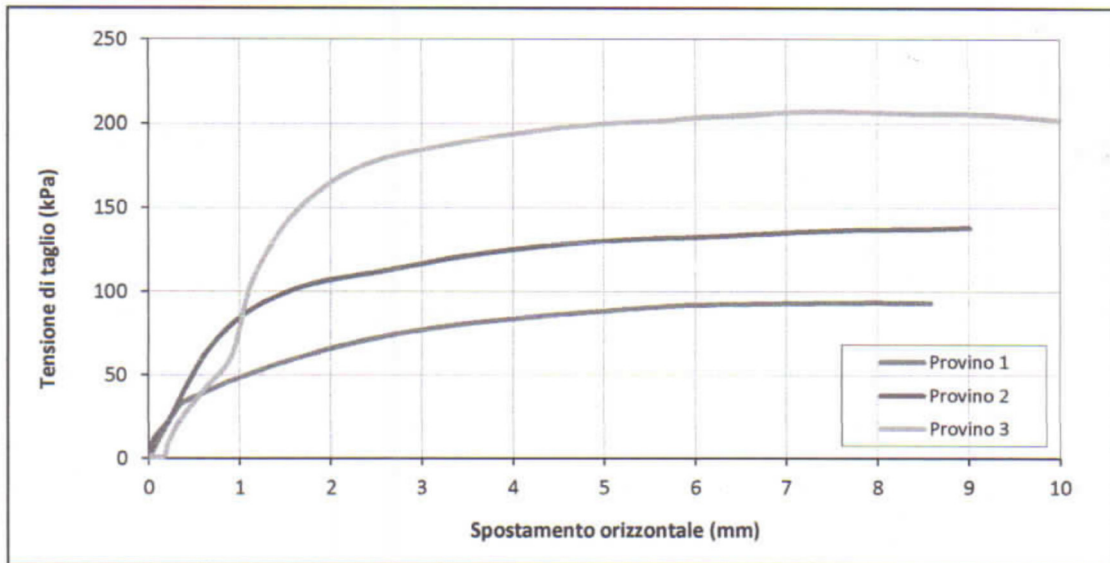
LABORATORIO AUTORIZZATO ALL'ESECUZIONE DI:  
PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001  
CIRCOLARE N.761/STC DEL 08/08/2010  
AUT. MINISTERO N.54313 DEL 19/12/2005  
PROVE SUI TERRENI SETTORE A  
DI CUI ALL'ART. 59 DEL D.P.R. N.380/2001  
CIRCOLARE N.761/STC DEL 08/08/2010  
AUT. MINISTERO N.52487 DEL 11/10/2004  
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU CALCESTRUZZO  
CERTIFICAZIONE UNI EN ISO 9712  
REGOLAMENTO IT-IND-RES-02, NOT. CIV.  
LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001  
CERT. N. IT 110996 ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2008

## MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

ASTM D 3080-98

## CERTIFICATO DI PROVA - FASE DI TAGLIO

V.D.A. n.	4425-5	DEL	29/06/2018
Committente	Ditta Dott. A. Angius	CERTIFICATO N.	035700
Cantiere	Milis		
Campione	S3 (5,60-5,85m)	DEL	12 LUG. 2018



Il Tecnico  Il Direttore 

C.C.I.A.A. CAGLIARI 52034 - CODICE FISCALE DMN GNN 64D15 B354K - PARTITA IVA 01588890929

Nell'ambito del piano preliminare di indagine era prevista l'esecuzione di indagini finalizzate alla caratterizzazione chimica delle terre. Nel corso dei sondaggi sono stati quindi prelevati 3 campioni rimaneggiati, sottoposti ad analisi chimica. Le analisi sono state eseguite presso il laboratorio PROCHEM Srl di Ploaghe. L'elenco dei campioni è riassunto nella tabella seguente, per i risultati ed il dettaglio delle metodologie di prova si vedano i certificati.

Sond.	Prof. camp. e tipo	Tipologia analisi
1	3.80 – 6.50 Rimaneggiato	D.P.R. 13.06.2017 N° 120
2	0.00 – 4.50 Rimaneggiato	D.P.R. 13.06.2017 N° 120
3	0.00 – 5.50 Rimaneggiato	D.P.R. 13.06.2017 N° 120

Il materiale dello scavo, specie per quello che potrà essere recuperato, potrà essere accumulato in prossimità del medesimo ma a distanza sufficiente e tale da garantire adeguata stabilità e condizioni di sicurezza per le lavorazioni. Eventuali materiali inquinanti o comunque non classificabili come terre e rocce da scavo (paramenti etc.), dovranno essere conferiti a discarica autorizzata.

Per le terre e rocce da scavo per le quali si preveda il riutilizzo in regime dei sottoprodotti al di fuori del riutilizzo in cantiere, potrà essere seguita la procedura attualmente prevista dal DPR 120/2017, producendo le apposite autocertificazioni a seguito di caratterizzazione dei materiali.

All'interno del cantiere potranno utilizzarsi le disposizioni previste dall'art. 185 del D Lgs. 152/2006 e s.m.i. nonché art. 24 del D.P.R. 120/2017.

Di seguito le risultanze delle caratterizzazioni secondo i certificati analitici.





PROCHEM SRL  
STUDIO CHIMICO PROFESSIONALE  
Laboratorio di Analisi e Servizi Ambientali  
Qualità UNI EN ISO 9001:2015

<b>RAPPORTO DI PROVA N°</b>	<b>0430/2018</b>	<b>DEL 16/07/2018</b>	<b>Pag. 1 di 1</b>
Committente:	Ditta Dott. Antonello Angius Via Italia, 143 - 09134 Cagliari		
Produttore:	Ditta Dott. Antonello Angius Via Italia, 143 - 09134 Cagliari		
Denominazione campione:	Terra S1 da 3,80-6,50 m		
Prelievo effettuato da:	il richiedente		
Luogo di prelievo	Consorzio Bonifica Oristano - Mulino De Jossu - Milis		
Data di campionamento:	05/07/2018	Ora:	--
Data accettazione:	05/07/2018		
Identificazione interna:	18LA454		
Conservazione/Trasporto:	in busta di plastica		
Rif. legislativo	D.P.R. 13.06.2017 N° 120		

Parametri	Unità di misura	Campione (1)	Valori Limite (2)	Metodo analitico	Limite di rilevabilità frazione <2mm
Stato fisico	---	Solido	---	-----	-----
Residuo a 110 °C	% p/p	86	---	IRSA CNR	0,1%
Residuo a 550 °C	% p/p	81	---	IRSA CNR	0,1%
Arsenico	mg/Kg	1,89	20	EPA 7062/94	< 0,1 mg/kg ss.
Cadmio	mg/Kg	0,125	2	EPA-6010-C/00	< 0,1 mg/kg ss.
Cobalto	mg/kg	11,54	20	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Cromo tot	mg/Kg	5,91	150	EPA-6010-C/00	< 0,1 mg/kg ss.
Cromo VI	mg/Kg	<0,5	2	IRSA Q64 Vol.3	< 0,5 mg/kg ss.
Mercurio	mg/Kg	<0,1	1	EPA 7471-B/98	< 0,1 mg/kg ss.
Nichel	mg/Kg	0,41	120	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Piombo	mg/Kg	13,24	100	EPA-6010-C/00	< 0,1 mg/kg ss.
Rame	mg/Kg	25,43	120	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Zinco	mg/Kg	111,4	150	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Idrocarburi C>12	mg/kg	< 0,5	50	EPA 420.1	< 0,5 mg/kg ss.
BTEX	mg/Kg	< 0,1	1	EPA 420.1	<0,1 mg/kg ss.
IPA	mg/Kg	n.d.*	10	EPA TR 11046/9	< 1 mg/kg ss.
Amianto	%	n.d.*	1000	MP 0382/99	< 0,01 %

(1) Tutte le determinazioni sono riferite alla sostanza secca

(2) Tab. 1A, Parte IV, All. 5, D.Lgs. 152/2006

I parametri IPA e Amianto non sono stati determinati, (\*) poiché sono state verificate le condizioni riportate nel DM 161 del 10.08.2012 da eseguirsi nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione, e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera.

**COMMENTO:** Sulla base della provenienza del campione e delle analisi effettuate con riferimento alle disposizioni di cui all'allegato 4 al D.P.R. 13.06.2017 N° 120 e dal confronto con i valori soglia di contaminazione nel suolo di cui alla Tabella 1, colonna A, All. 5, parte IV al D.lgs. 152/06 il materiale in questione può essere destinato all'effettivo utilizzo per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, ripascimenti, interventi in mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e nel corso di processi di produzione industriale in sostituzione dei materiali di cava poiché la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A Tabella 1 Allegato 5 alla Parte IV del D.lgs. 152/06, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione.



Questo Rapporto di Prova riguarda solo il campione sottoposto a prova.  
Il rapporto non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Responsabile del Laboratorio PROCHEM srl - Studio Chimico Professionale  
Sede Legale e Amministrativa e Laboratorio: Via Roma 20, 07017 Ploaghe (SS)  
Tel. 079447033 www.prochem.it e-mail: info@prochem.it amministrazione@prochem.it prochemsnc@pec.it  
P.IVA e C.F. 01456920907 Tribunale di Sassari n. 7340 CCIAA n. 0095493  
Qualificato dal Ministero Sanità per i metodi MOCF e FT-IR sull'amianto n. 3945AR2. Certificato ISO 9001:2015 Qualityaustria n. 20770/0 del 27.06.2018



PROCHEM SRL  
STUDIO CHIMICO PROFESSIONALE  
Laboratorio di Analisi e Servizi Ambientali  
Qualità UNI EN ISO 9001:2015

<b>RAPPORTO DI PROVA N°</b>	<b>0431/2018</b>	<b>DEL 16/07/2018</b>	Pag. 1 di 1
Committente:	<b>Ditta Dott. Antonello Angius Via Italia, 143 - 09134 Cagliari</b>		
Produttore:	Ditta Dott. Antonello Angius Via Italia, 143 - 09134 Cagliari		
Denominazione campione:	<b>Terra S2 da 0,00-4,50 m</b>		
Prelievo effettuato da:	il richiedente		
Luogo di prelievo	Consorzio Bonifica Oristano - Mulino De Jossu - Milis		
Data di campionamento:	05/07/2018	Ora:	--
Data accettazione:	05/07/2018		
Identificazione interna:	18LA455		
Conservazione/Trasporto:	in busta di plastica		
Rif. legislativo	D.P.R. 13.06.2017 N° 120		

Parametri	Unità di misura	Campione (1)	Valori Limite (2)	Metodo analitico	Limite di rilevabilità frazione <2mm
Stato fisico	---	Solido	---	-----	-----
Residuo a 110 °C	% p/p	86	---	IRSA CNR	0,1%
Residuo a 550 °C	% p/p	79,4	---	IRSA CNR	0,1%
Arsenico	mg/Kg	15,46	20	EPA 7062/94	< 0,1 mg/kg ss.
Cadmio	mg/Kg	0,208	2	EPA-6010-C/00	< 0,1 mg/kg ss.
Cobalto	mg/kg	11,82	20	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Cromo tot	mg/Kg	8,91	150	EPA-6010-C/00	< 0,1 mg/kg ss.
Cromo VI	mg/Kg	<0,5	2	IRSA Q64 Vol.3	< 0,5 mg/kg ss.
Mercurio	mg/Kg	<0,1	1	EPA 7471-B/98	< 0,1 mg/kg ss.
Nichel	mg/Kg	0,66	120	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Piombo	mg/Kg	15,07	100	EPA-6010-C/00	< 0,1 mg/kg ss.
Rame	mg/Kg	24,89	120	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Zinco	mg/Kg	126,1	150	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Idrocarburi C>12	mg/kg	< 0,5	50	EPA 420.1	< 0,5 mg/kg ss.
BTEX	mg/Kg	< 0,1	1	EPA 420.1	< 0,1 mg/kg ss.
IPA	mg/Kg	n.d.*	10	EPA TR 11046/9	< 1 mg/kg ss.
Amianto	%	n.d.*	1000	MP 0382/99	< 0,01 %

(1) Tutte le determinazioni sono riferite alla sostanza secca

(2) Tab. 1A, Parte IV, All. 5, D.Lgs. 152/2006

I parametri IPA e Amianto non sono stati determinati, (\*) poiché sono state verificate le condizioni riportate nel DM 161 del 10.08.2012 da eseguirsi nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture varie di grande comunicazione, e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera.

**COMMENTO:** Sulla base della provenienza del campione e delle analisi effettuate con riferimento alle disposizioni di cui all'allegato 4 al D.P.R. 13.06.2017 N° 120 e dal confronto con i valori soglia di contaminazione nel suolo di cui alla Tabella 1, colonna A, All. 5, parte IV al D.Lgs. 152/06 il materiale in questione può essere destinato all'effettivo utilizzo per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, ripascimenti, interventi in mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e nel corso di processi di produzione industriale in sostituzione dei materiali di cava poiché la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A Tabella 1 Allegato 5 alla Parte IV del D.Lgs. 152/06, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione.



Questo Rapporto di Prova riguarda solo il campione sottoposto a prova.  
Il rapporto non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Responsabile del Laboratorio PROCHEM srl - Studio Chimico Professionale  
Sede Legale e Amministrativa e Laboratorio: Via Roma 20, 07017 Ploaghe (SS)  
Tel. 079447033 www.prochem.it e-mail: info@prochem.it amministrazione@prochem.it prochemsnc@pec.it  
P.IVA e C.F. 01456920907 Tribunale di Sassari n. 7340 CCIAA n. 0095493  
Qualificato dal Ministero Sanità per i metodi MOCF e FT-IR sull'amianto n. 3945AR2. Certificato ISO 9001:2015 Qualityaustria n. 20770/0 del 27.06.2018





PROCHEM SRL  
STUDIO CHIMICO PROFESSIONALE  
Laboratorio di Analisi e Servizi Ambientali  
Qualità UNI EN ISO 9001:2015

<b>RAPPORTO DI PROVA N°</b>	<b>0432/2018</b>	<b>DEL 16/07/2018</b>	Pag. 1 di 1
Committente:	<b>Ditta Dott. Antonello Angius Via Italia, 143 - 09134 Cagliari</b>		
Produttore:	Ditta Dott. Antonello Angius Via Italia, 143 - 09134 Cagliari		
Denominazione campione:	<b>Terra S3 da 0,00-5,50 m</b>		
Prelievo effettuato da:	il richiedente		
Luogo di prelievo	Consorzio Bonifica Oristano - Mulino De Jossu - Milis		
Data di campionamento:	05/07/2018	Ora:	--
Data accettazione:	05/07/2018		
Identificazione interna:	18LA456		
Conservazione/Trasporto:	in busta di plastica		
Rif. legislativo	D.P.R. 13.06.2017 N° 120		

Parametri	Unità di misura	Campione (1)	Valori Limite (2)	Metodo analitico	Limite di rilevabilità frazione <2mm
Stato fisico	---	Solido	---	-----	-----
Residuo a 110 °C	% p/p	87	---	IRSA CNR	0,1%
Residuo a 550 °C	% p/p	80,3	---	IRSA CNR	0,1%
Arsenico	mg/Kg	10,86	20	EPA 7062/94	< 0,1 mg/kg ss.
Cadmio	mg/Kg	0,088	2	EPA-6010-C/00	< 0,1 mg/kg ss.
Cobalto	mg/kg	12,47	20	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Cromo tot	mg/Kg	9,0	150	EPA-6010-C/00	< 0,1 mg/kg ss.
Cromo VI	mg/Kg	<0,5	2	IRSA Q64 Vol.3	< 0,5 mg/kg ss.
Mercurio	mg/Kg	<0,1	1	EPA 7471-B/98	< 0,1 mg/kg ss.
Nichel	mg/Kg	1,16	120	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Piombo	mg/Kg	18,84	100	EPA-6010-C/00	< 0,1 mg/kg ss.
Rame	mg/Kg	17,73	120	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Zinco	mg/Kg	123,0	150	EPA-6010-C/00	< 0,5 mg/kg ss.
Idrocarburi C>12	mg/kg	< 0,5	50	EPA 420.1	< 0,5 mg/kg ss.
BTEX	mg/Kg	< 0,1	1	EPA 420.1	< 0,1 mg/kg ss.
IPA	mg/Kg	n.d.*	10	EPA TR 11046/9	< 1 mg/kg ss.
Amianto	%	n.d.*	1000	MP 0382/99	< 0,01 %

(1) Tutte le determinazioni sono riferite alla sostanza secca

(2) Tab. 1A, Parte IV, All. 5, D.Lgs. 152/2006

I parametri IPA e Amianto non sono stati determinati, (\*) poiché sono state verificate le condizioni riportate nel DM 161 del 10.08.2012 da eseguirsi nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione, e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera.

**COMMENTO:** Sulla base della provenienza del campione e delle analisi effettuate con riferimento alle disposizioni di cui all'allegato 4 al D.P.R. 13.06.2017 N° 120 e dal confronto con i valori soglia di contaminazione nel suolo di cui alla Tabella 1, colonna A, All. 5, parte IV al D.lgs. 152/06 il materiale in questione può essere destinato all'effettivo utilizzo per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, ripascimenti, interventi in mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e nel corso di processi di produzione industriale in sostituzione dei materiali di cava poiché la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A Tabella 1 Allegato 5 alla Parte IV del D.lgs. 152/06, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione.



Questo Rapporto di Prova riguarda solo il campione sottoposto a prova.  
Il rapporto non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Responsabile del Laboratorio PROCHEM srl - Studio Chimico Professionale  
Sede Legale e Amministrativa e Laboratorio: Via Roma 20, 07017 Ploaghe (SS)  
Tel. 079447033 www.prochem.it e-mail: info@prochem.it amministrazione@prochem.it prochemsnc@pec.it  
P.IVA e C.F. 01456920907 Tribunale di Sassari n. 7340 CCIAA n. 0095493  
Qualificato dal Ministero Sanità per i metodi MOCF e FT-IR sull'amianto n. 3945AR2. Certificato ISO 9001:2015 Qualityaustria n. 20770/0 del 27.06.2018



## 5 ESECUZIONE DEGLI SCAVI E STABILITA' DEI FRONTI, CAVE E DISCARICHE

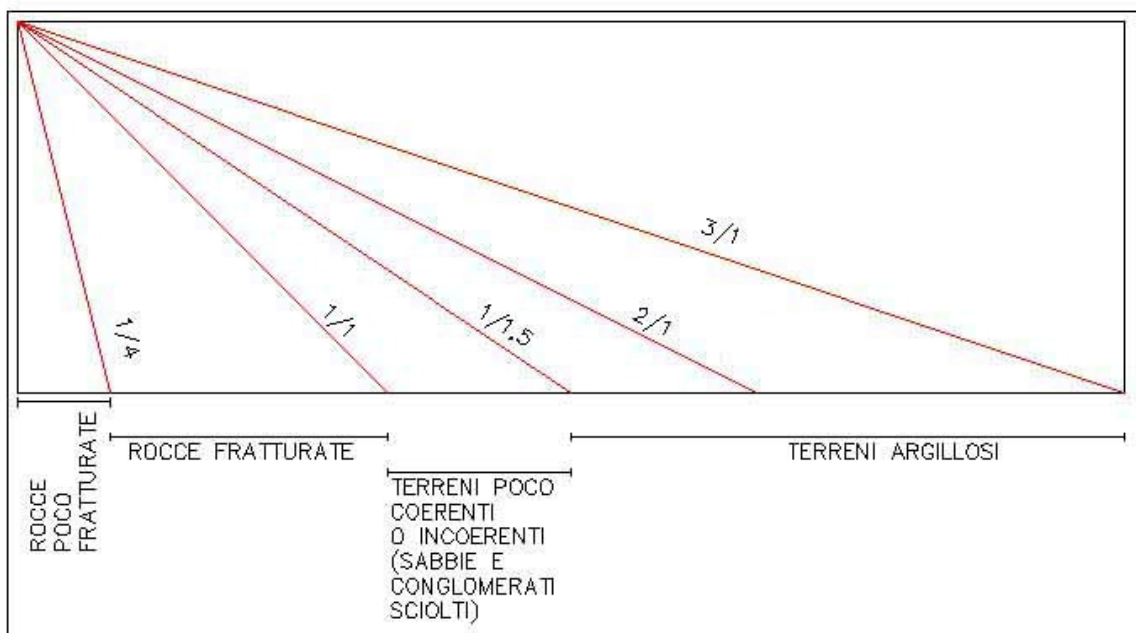
In relazione alle modalità costruttive delle opere previste, si evidenzia che qualsiasi intervento dovrà necessariamente comportare l'esecuzione di scavi più o meno profondi.

Lo scavo di trincee per profondità inferiore ad 1,0 metro sarà comunque parzialmente svolto, con la massima probabilità, su terreni di riporto o orizzonti terrosi lavorati, a diversa consistenza, ma nei quali non si verifica la necessità di utilizzo di opere di sostegno delle pareti. Tutti gli approfondimenti, compresi quelli necessari per la posa dei gabbioni, necessitano naturalmente di un allargamento dello scavo che interesserà anche i terreni naturali; per tale motivo si ritiene possibile che questo ultimo possa essere opportunamente sbadacchiato o comunque sostenuto in caso di pareti verticali o subverticali. Soltanto nei casi in cui l'inclinazione delle pareti è tale da garantire la stabilità delle stesse per aderenza del terreno, anche in caso di pioggia, lo scavo può essere eseguito senza sbadacchiature.

La larghezza degli scavi deve in ogni caso consentire l'esecuzione dei lavori in condizioni di massima sicurezza e in osservanza di tutte le norme vigenti in materia. Si evidenzia a tal fine che l'apertura di uno scavo altera sempre la pendenza naturale delle scarpate creando i presupposti per pericolosi incrementi degli sforzi di taglio, i quali possono condurre alla creazione di superfici di rottura e quindi al collasso dello scavo. La scelta delle pendenze di sicurezza da assegnare al profilo degli scavi dipende dalla resistenza al taglio del terreno, dall'altezza dello scavo e dalle condizioni di circolazione delle acque sotterranee.

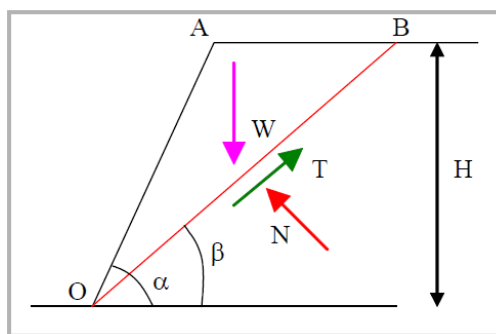
Si riporta comunque in via preliminare un grafico ricavato dalla letteratura e frutto dell'esperienza acquisita sul comportamento dei pendii in vari tipi di terreno e rocce fermo restando che si rende necessario l'accertamento delle condizioni di stabilità di singoli settori intercettati.

Considerando che le opere in progetto interessano depositi alluvionali poco coerenti o incoerenti (alluvioni), si stima in via preliminare che le pendenze da assegnare allo scavo possano essere valutate in circa 1/1 per verifiche a breve termine.



**Figure 30: inclinazioni delle scarpate in funzione delle condizioni litologico - stratigrafiche**

Nel caso di pendii in scavo, a differenza di altre tipologie di verifiche, l'analisi di stabilità presenta in genere incertezze a causa della variabilità del terreno naturale che costituisce il pendio. Le verifiche di stabilità vengono in genere condotte per scavo solo temporaneamente non sostenuti. In genere uno dei metodi speditivi che normalmente viene utilizzato per il calcolo dell'altezza critica è quello di Culmann utilizzabile per l'analisi di stabilità di un pendio di scavo omogeneo di altezza limitata, costituito da materiali incoerenti, e quindi dotato di peso specifico e di angolo di attrito. Il metodo considera la condizione di equilibrio di un cuneo di terreno delimitato da una superficie di scorrimento piana. Evidenze sperimentali e analisi teoriche dimostrano che, salvo casi particolari, l'ipotesi di superficie di scorrimento piana non è realistica né cautelativa, tuttavia consente una trattazione semplice del problema, utile in prima approssimazione in attesa di una formulazione più accurata da sviluppare nelle fasi esecutive. Le formule applicabili del metodo di Culmann possono essere così sintetizzate:



$$W = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin \alpha \cdot \sin \beta}$$

peso del cuneo AOB

$$N = W \cdot \cos \beta \quad T = W \cdot \sin \beta$$

componenti di W rispetto al piano OB

$$\sigma = \frac{N}{H / \sin \beta} \quad \tau = \frac{T}{H / \sin \beta}$$

tensioni normali e tangenziale media

$$\tau_m = \frac{\tau_f}{FS} = \frac{c}{FS} + \sigma \cdot \frac{\tan \phi}{FS}$$

resistenza al taglio mobilitata

$$c_m = c / FS \quad \text{e} \quad \tan \phi_m = \tan \phi / FS$$

Ponendo:

Si ottiene:

$$\tau_m = c_m + \sigma \cdot \tan \phi_m$$

Con:

$$\beta_{cr} = \frac{\alpha + \phi_m}{2}$$

angolo corrispondente alla superficie critica per l'equilibrio

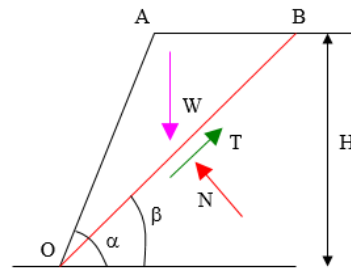
L'altezza critica  $H_{cr}$ , ossia la massima altezza del pendio compatibile con l'equilibrio, si ottiene imponendo  $FS=1$ .

Ossia sostituendo  $c$  a  $c_m$  e  $\tan \phi$  a  $\tan \phi_m$

$$H_{cr} = \frac{4 \cdot c}{\gamma} \cdot \left( \frac{\sin \alpha \cdot \cos \phi}{1 - \cos(\alpha - \phi)} \right)$$

Applicando al caso in questione il metodo di Culmann (considerando un unico strato iniziale che è quello su cui avviene lo sbancamento e che è rappresentato dalle alluvioni ciottolose e a blocchi) e utilizzando parametri anzidetti (angolo di attrito di circa 40° e un peso specifico di 2000 Kg/m<sup>3</sup> oltre ad un angolo di inclinazione della scarpata di 75° ed ipotizzando un fronte di scavo di circa 5 metri, si avrebbe un valore dell'altezza critica pari a circa 8.07 metri

H =	5,00	[m]
γ =	19,61	[kN/m <sup>3</sup> ]
α =	75,0	[° gradi]
φ =	40,0	[° gradi]
c =	0,00	[kN/m <sup>2</sup> ]
cu =	0,00	[kN/m <sup>2</sup> ]
FS =	1,00	
β <sub>cr</sub> =	57,5	[° gradi]
W =	90,50	[kN]
N =	48,62	[kN]
T =	76,32	[kN]
σ =	11,53	[kN/m <sup>2</sup> ]
τ =	18,10	[kN/m <sup>2</sup> ]
τ <sub>m</sub> =	9,68	[kN/m <sup>2</sup> ]
H <sub>cr</sub> =	8,07	[m]



H =	altezza del fronte di scavo
γ =	peso di volume del terreno
α =	angolo di inclinazione del pendio
φ =	angolo di attrito
c =	coesione
cu =	coesione non drenata
FS =	fattore di sicurezza
β <sub>cr</sub> =	angolo critico per l'equilibrio
W =	peso del terreno per unità di volume
N =	componente normale di W
T =	componente tangenziale di W
σ =	tensione normale
τ =	tensione tangenziale
τ <sub>m</sub> =	tensione mobilitata a taglio
H <sub>cr</sub> =	altezza critica per l'equilibrio

Considerato lo scarto minimo si consiglia quindi ed in ogni caso la sbadacchiatura (in funzione del tempo di apertura dello scavo) oppure l'adozione di una inclinazione inferiore di 75°.

Oltre a quanto sopra rappresentato si ritiene indispensabile:

- Effettuare la sospensione delle lavorazioni in caso di pioggia e per i giorni successivi sino a quanto non sia garantita la tenuta delle pareti nuovamente asciutte. In caso contrario effettuare il contenimento con metodi artificiali.
- Effettuare l'intercettazione delle acque di ruscellamento provenienti dai settori a monte degli scavi mediante canaletta superficiale, per impedire che eventuali acque si infiltrino nelle coperture terrose e modifichino le caratteristiche geotecniche dei terreni a vantaggio della instabilità.
- Eseguire la pulizia delle aree limitrofe agli scavi (per una fascia di circa 2 metri dal ciglio dello scavo) con rimozione degli strati più superficiali allentati (riporti),



- Mantenere un franco di protezione al di sopra dei cigli delle scarpate, della larghezza di almeno 3 metri dal ciglio superiore, nella quale dovrà essere evitato il movimento di mezzi meccanici ed eventuali sovraccarichi.
- Effettuare la delimitazione con parapetti e segnalazione del ciglio degli scavi.

Per ciò che concerne l'approvvigionamento di materie prime si segnala che le cave regolarmente autorizzate più vicine che consentono la fornitura di misti sono localizzate entro la distanza di 10 km dal sito in questione.

Per ciò che concerne il trattamento dei materiali provenienti dagli scavi si osserva:

- Per le terre e rocce da scavo destinate a luoghi al di fuori del cantiere, a seguito della caratterizzazione ai sensi della D.P.R. 120/2017 si può ricorrere all'autocertificazione ad ARPAS nelle forme di Legge,
- Terre e rocce da scavo riutilizzate all'interno del cantiere: caratterizzazione e riutilizzo in procedura ai sensi del D.P.R. 120/2017
- L'eventuale conferimento in impianto autorizzato di trattamento potrà essere effettuato entro il raggio di 10 Km

Inoltre si raccomanda di evitare l'apertura di ampi fronti profondi ma di procedere per piccoli e brevi settori di costruzione.

Per ciò che concerne la metodologia di scavo si osserva che tutti gli scavi a cielo aperto interesseranno materiali alluvionali aggredibili con una normale benna per terra.

Per ciò che concerne l'approvvigionamento di materie prime si segnala la presenza di cave regolarmente autorizzate a distanza inferiore ai 20 Km e che consentono la fornitura di tout venant e sabbie.

## 6 INDICAZIONI OPERATIVE ED ACCESSORIE

L'analisi geologico-morfologica e idrogeologica ha consentito di evidenziare le condizioni di instabilità, di pericolosità e rischio geomorfologico del settore in relazione alla realizzazione delle opere previste. L'erosione idrica osservata nell'area si manifesta come erosione verticale o di fondo, erosione laterale ed erosione regressiva (ad esempio in corrispondenza della soglia del ponte sulla provinciale n. 15). Per il calcolo dell'erosione spondale ci si potrebbe riferire alle sperimentazioni riportate in letteratura quali quelle di Shield o di Rankilior. Ci si potrebbe riferire anche ad altri approcci metodologici più complessi oltre a quelli citati e che tengano in debito conto fenomeni come l'hiding e l'armouring.

Sulla base di quanto definito, considerato che comunque ci si trova in condizioni di elevata vulnerabilità erosiva sia per effetto delle correnti e sia in particolar modo per la mancanza di adeguati usi del suolo atti a mitigare l'azione erosiva, si rende necessaria l'adozione di sistemi di protezione sulle sponde dell'alveo (nei tratti di interesse) e delle spalle dei ponti, attraverso l'utilizzo di sistemi resistenti e capaci inoltre di adeguarsi a condizioni di stabilità del fondo non rocciose. Attraverso la messa in posa delle gabbionate si avrà:

- Protezione del profilo dall'erosione ancor prima dell'avvenuto attecchimento della copertura vegetale.
- Ritenzione di materiale detritico, di spinte dovute a smottamenti e piccole frane delle arginature e scarpate.
- Facilità, velocità ed economicità dell'intervento.
- Ottima ecocompatibilità dell'intervento
- "flessibilità" ossia la capacità di assorbire le deformazioni del sedime senza che vengano pregiudicate le altre funzioni;
- resistenza all'invecchiamento;
- facilità di manutenzione, che comprende la riparazione del danno locale e la sostituzione dei materiali degradati;

Per ciò che concerne la realizzazione dei gabbioni si consiglia la realizzazione di una fondazione che dovrà naturalmente essere migliorata anche con la messa in posa di pietrame di grosso calibro affogato in cls. Le opere di fondazione dovranno essere adeguatamente dimensionate a seguito dell'esecuzione delle indagini geognostiche e prove di laboratorio.

A tergo del gabbione si consiglia la posa di un geotessile mentre nelle aree iniziali e terminali di posa si consiglia di rafforzare la fascia di contatto con il terreno onde evitare erosioni laterali differenziali. Tra i gabbioni sarebbe opportuno inoltre evitare l'utilizzo di talee che potrebbero generare delle spinte sui gabbioni medesimi.

Inoltre al fine di garantire la perfetta funzionalità idraulica sarebbe auspicabile effettuare la manutenzione continua delle aree. La manutenzione e continua pulizia delle zone di deflusso è elemento indispensabile per il corretto incanalamento. Si evidenzia infatti che sono proprio le accortezze assunte nell'eliminare qualsiasi fonte di occlusione a garantire la tutela in occasione di eventi pluviometrici particolari, mantenendo appunto le opere di intercettazione e l'alveo in condizioni efficienti di drenaggio.

Sulle aree prossime ai manufatti e ai punti di realizzazione delle opere, così come previste nel quadro iniziale della presente relazione, dovrà procedersi alla demolizione completa e smaltimento dei gabbioni e delle opere di protezione spondali esistenti.

In relazione alle modalità operative e di realizzazione dell'opera, a seguito della ricostruzione del modello geologico, si riportano di seguito, alcune considerazioni che potranno essere eventualmente di supporto sia per la ricostruzione del modello geotecnico e sia per la progettazione delle opere.

- Per la ricostruzione del modello geotecnico dovranno essere utilizzati i dati riportati nella ricostruzione del modello geologico di riferimento che vede sostanzialmente distinti, in tutti gli ambiti di riferimento, i 2 “strati” già definiti nella sezione geologica: terre vegetali e alluvioni ciottolose e a blocchi e livello argilloso leggermente ghiaioso ciottoloso. Gli spessori sono richiamati nelle sezioni e si suppone che, in funzione delle condizioni di appoggio delle opere in progetto, le stesse, a seguito della rimozione degli strati terrosi sovrastanti, interesseranno quasi ovunque il substrato fondazionale argilloso nelle aree di intervento della S.P. 15 e nell'ansa in località Piscu Piu mentre interesseranno il livello ghiaioso sabbioso in corrispondenza della S.P. 17.
- L'ammorsamento delle opere dovrà quindi avvenire previa rimozione degli strati terrosi. Si ritiene che quindi, prescindendo dalle opportune considerazioni geotecniche che saranno riportate nell'apposita relazione, debbano essere eliminati tutti i terreni umidi e saturi, eventualmente ricchi di torba o organici.
- Dal punto di vista geomorfologico, nell'ambito delle aree di intervento prevalgono processi di natura fluviale e non si rilevano problematiche di instabilità gravitativa o processi in atto o potenziali di natura geomorfologica tali da condizionare la realizzazione delle opere in progetto. Si rimanda alla trattazione geomorfologica per i dettagli attinenti ai singoli ambiti di realizzazione delle opere.
- Dal punto di vista idrogeologico emerge chiaramente la presenza di una superficie di falda freatica anche se non rilevata nei sondaggi. Lo sbancamento che sarà operato per la messa in posa delle opere intercetterà con ogni probabilità la falda in caso di mancanza di deflusso superficiale e avrà comunque incidenza sull'assetto idrogeologico. Tra ghiaie e substrato argilloso si riscontrano notevoli variazioni di permeabilità. Occorrerà porre particolare attenzione nella valutazione della resistenza ai moti di filtrazione e sottofiltrazione. Per la valutazione dei moti occorrerà quindi impostare le condizioni al contorno considerando la presenza di una falda superficiale.
- In relazione alle modalità di scavo si osserva che le terre potranno essere scavate ed asportate con il semplice utilizzo della benna.
- Gli interventi in progetto, per le loro modalità costruttive, comporteranno l'esecuzione di scavi più o meno profondi. Lo scavo dovrà essere condotto mantenendo sempre adeguate condizioni di sicurezza atte a garantire stabilità della parete. L'inclinazione della parete dovrà essere tale da garantire la stabilità delle stesse, per aderenza del terreno, anche in caso di pioggia. Ai fini delle verifiche si rimanda all'apposito paragrafo dove in via prudenziale si consiglia comunque la sbadacchiatura anche se per altezze di 5 metri e inclinazione di circa 75° della parete di scavo, si è quasi al limite della resistenza.
- Per il riutilizzo dei materiali di scavo, si osserva che le analisi chimiche effettuate hanno valori compatibili con eventuali riutilizzi in cantiere e al di fuori del medesimo. Considerato che gran parte dei materiali granulari che saranno asportati dal sito possiedono ottime caratteristiche di tipo geotecnico, se ne consiglia il loro impiego per le fasi costruttive con appropriati riutilizzi in miscela per raggiungere le specifiche



richieste dai capitolati. In base alle caratteristiche granulometriche richieste i materiali saranno ripartiti in tre categorie; materiale granulare “pregiato”; materiale “povero; terreno vegetale per il rivestimento finale delle aree limitrofe.

- Per ciò che concerne il reperimento dei materiali impiegabili ai fini della costruzione, si segnala la presenza sia di cave che di impianti di trattamento e discariche nelle immediate vicinanze del sito.

## 7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito delle attività complementari alla progettazione definitiva per la realizzazione degli interventi di sistemazione del Rio Mulino de Josso in agro del Comune di Milis, il sottoscritto Dott. Geol. Antonello Frau, geologo, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Sardegna al n. 291, ha provveduto a redigere la presente relazione geologica definitiva. A seguito dell'esecuzione delle indagini geognostiche e di caratterizzazione ambientale, si è quindi provveduto ad elaborare la presente relazione geologica definitiva che definisce un appropriato modello geologico di dettaglio e di riferimento per il progettista geotecnico e per la realizzazione delle opere in progetto. Nella presente sono stati presi in esame lo stato di fatto dei luoghi, e le principali caratteristiche geologiche, geologico-tecniche idrogeologiche e geomorfologiche della zona. Quindi, in conformità alle regole e norme tecniche stabilite dalle disposizioni vigenti in materia, è stata redatta questa relazione contenente le indicazioni circa gli interventi proposti, nonché la sintesi degli approfondimenti tecnici effettuati in rapporto all'entità, alla tipologia e categoria dei lavori da progettare.

Da un punto di vista strettamente geomorfico generale si osserva che l'area di intervento si sviluppa sul lato sud orientale dell'apparato vulcanico del Montiferro, sul settore caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali derivati dall'erosione dei rilievi montani antistanti. Nell'area di intervento si distinguono i caratteri geomorfologici tipici delle successioni alluvionali. L'andamento subpianeggiante del territorio è infatti evidente e la costituzione geologica lo testimonia data la presenza quasi totale di depositi alluvionali quaternari dei corsi d'acqua e di quelli pleistocenici antichi. Le fasce in cui scorrono il Rio Mannu e il Rio Mare di Foghe sono interessati da depositi recenti ed attuali, mentre la zona intermedia tra i due rappresenta una antica area deposizionale da conoide detritica. L'analisi evidenzia minime variazioni altimetriche legate all'imposta originaria del territorio. L'area di intervento è caratterizzata da una dinamica fluviale particolarmente intensa con erosioni localizzate in corrispondenza sia delle anse fluviali che delle opere di attraversamento della viabilità provinciale, scalzamenti delle opere di protezione realizzate in passato, rottura dei gabbioni ed inoltre un importante trasporto di materiali alluvionali grossolani.

In relazione alla pericolosità geologica è stata effettuata una valutazione degli strumenti di pianificazione sovraordinata ed è stata appurata la perimetrazione del settore a bassa pericolosità idraulica (Hi1),

In relazione alla pericolosità sismica si ipotizza che sulla base della conoscenza dei luoghi e sulla base delle risultanze di indagini dirette nella fattispecie di perforazioni eseguite in comparti non distanti, il profilo stratigrafico dell'area, considerata l'omogeneità litologica del settore sia da classificare come appartenente alla categoria E: profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s.

E' stata effettuata una valutazione delle caratteristiche geologiche dell'area. La successione dei terreni è infatti costituita da sedimenti quaternari sovrapposti ad elementi vulcanici dell'apparato del Montiferro. Tale substrato pliocenico è affiorante unicamente nell'abitato di Milis e nei settori a Nord del medesimo abitato. I depositi alluvionali contraddistinguono il settore vallivo del Rio Mannu sino alla zona di N.ghe Tronza (circa 1 Km a NE dell'abitato di Milis).

Per ciò che concerne gli strati più superficiali che saranno con ogni probabilità interessati da scavi di sbancamento, si presume che gli stessi interessino quasi totalmente

le fasce di arenizzazione del basamento, per spessori a tratti metrici, quando non viene intercettato il basamento fessurato o sano. Nell'area in argomento, sono state eseguite indagini dirette mediante sondaggio a carotaggio continuo, che hanno comunque evidenziato la mancanza di un substrato roccioso e la presenza di una successione alluvionale particolarmente spessa e costituita da una alternanza di livelli pselitici e psammitici. In genere quasi ovunque si riscontra la presenza di un livello argilloso sottostante le alluvioni superficiali più grossolane.

Con riferimento all'idrologia superficiale è stato effettuato un inquadramento delle caratteristiche del bacino idrografico e si rimanda alla relazione idrologica ed idraulica di progetto per eventuali dettagli.

L'idrogeologia del settore è in stretto rapporto con il grado di permeabilità delle formazioni affioranti e sotterranee. Siamo infatti in presenza di complessi litologici che mostrano, dal punto di vista della permeabilità sia primaria (per porosità) che secondaria (fessurazione), caratteristiche differenti. In generale la parte scarsamente permeabile del bacino è costituita dal substrato vulcanico che si riscontra a profondità di qualche decina di metri così come attestano le perforazioni idriche di ricerca di falde profonde censite sul territorio. Le facies vulcaniche hanno una permeabilità variabile che in genere è di tipo medio basso ma che varia in funzione delle tipologie: le vulcaniti basaltiche manifestano una permeabilità per fessurazione mentre le facies più clastiche hanno localmente anche una permeabilità per porosità che varia in funzione del grado di argillificazione dei componenti. In genere comunque la permeabilità è più elevata nei tipi meno saldati e scarsamente argillificati e diviene molto bassa laddove le litologie tendono ad argillificarsi. Locali intercalazioni argillose nelle alluvioni terrazzate possono ugualmente costituire livelli impermeabili significativi ai fini della limitazione alla circolazione idrica subsuperficiale. Le alluvioni grossolane e i colluvi si presentano in genere a permeabilità più elevata in quanto presentano localmente una forte concentrazione di scheletro ciottoloso e sabbioso grossolano in matrice scarsamente limosa.

Si rimanda agli allegati del piano delle indagini geognostiche per le risultanze delle medesime; nella presente relazione ci si è soffermati al richiamo delle medesime e al commento dei dati in relazione alla ricostruzione del modello geologico, richiamando in sintesi i dati significativi che hanno consentito di ricostruire il medesimo e fornire anche al professionista geotecnico le basi per una corretta ricostruzione del modello geotecnico. La concordanza dei dati emersi dalle indagini dirette ha consentito di validare il modello geologico di riferimento definito nella presente.

Sono state riportate alcune indicazioni operative ed accessorie in relazione alle modalità di attuazione del progetto evidenziando in particolare la necessità di rimozione di strati non idonei come substrato di appoggio, l'incidenza della falda e della presenza dell'acqua, delle variazioni anche se minime di permeabilità, in relazione alle modalità di esecuzione degli scavi e di riutilizzo, approvvigionamento dei materiali inerti nonché del conferimento a discarica. Per la tipologia degli interventi, localizzazione e per le verifiche di tipo geotecnico ed idrologico-idraulico, si rimanda agli elaborati di progetto.