Malcotti
Roberto
27.06.2025
14:27:00
GMT+01:00

Carra
Giovanni
27.06.2025
14:19:58
GMT+01:00

Regione Autonoma della Sardegna
Assessorato dei Lavori Pubblici
Servizio del Genio civile di Oristano

Responsabile di Progetto (RUP): Ing. Stefano Piga

Servizio tecnico per la progettazione e coordinamento sicurezza in fase di progettazione dei lavori di regolarizzazione e adeguamento delle arginature del rio Mogoro nel tratto intermedio (tra il ponte ferroviario e la confluenza con il canale Acque Alte) per il conseguimento della percorribilità sul coronamento - Argine sinistro, con opzione ai sensi dell'art.120 comma 1 lett. a) del D.Lgs. n. 36/2023 di estensione del servizio per la Direzione Lavori e CSE dell'intervento - (Servizio di piena 2022)

CIG: A03DE7C075 - CUP: E54D22004370003

Progetto Esecutivo

ELABORATO 3.2

Relazione geotecnica di stabilità arginale

approvato	Ing. Ivo Fresia
verificato	Ing. Roberto Malcotti
elaborato	Geol. Mattia Galletti / Geol. Giovanni Carra

0	MG	RM	FR	Aprile 2025
rev.	sigla			data

codice elaborato 1061-03-03-002R-00

Indice

1 Premessa 1

2 Inquadramento geologico-geomorfologico 2

3 Piano di indagine 3

4 Modello geologico e geotecnico nelle aree campione 6

4.1 SN01 6

4.2 SN02 10

4.3 SN03 13

4.4 SN04 16

5 Verifiche di filtrazione 19

5.1 Sezione SN02 22

5.1.1. Scenario A (permeabilità argine e-10 m/s) 23

5.1.1.1 Simulazione 1 24

5.1.1.2 Simulazione 2 24

5.1.1.3 Simulazione 3 25

5.1.2. Scenario B 26

5.1.2.1 Simulazione 1 27

5.1.2.2 Simulazione 2 27

5.1.2.3 Simulazione 3 28

5.1.2.4 Simulazione 4 29

5.1.3. Scenario C 30

5.1.3.1 Simulazione 1 31

5.1.3.2 Simulazione 2 31

5.1.3.3 Simulazione 3 32

5.1.3.4 Simulazione 4 32

5.2 Sezione SN04 34

6 Verifiche di stabilità 36

6.1 Riferimenti 36

6.2 Analisi numerica 37

6.2.1. Premessa metodologica 37

6.2.2. Metodo di Janbu (1967) 38

6.2.3. Risultati 39

7 Conclusioni 42

ALLEGATO 1 – SONDAGGI GEOGNOSTICI, PROVE DI LABORATORIO ED ELABORAZIONI SPT

ALLEGATO 2 – SEZIONI GEOLOGICO GEOTECNICHE

1 Premessa

Il presente documento fornisce i riferimenti essenziali per l'esecuzione delle verifiche di stabilità dei corpi arginali in corrispondenza dei siti campione individuati lungo il rio Mogoro nel tratto studiato dal Progetto.



Fig. 1 Inquadramento generale con rappresentazione delle arginature (in rosso)

2 Inquadramento geologico-geomorfologico

Il bacino del Rio Mogoro, considerato tra i bacini minori della costa occidentale individuabile tra il Flumini Mannu di Pabillonis e il bacino del Tirso, ha un'estensione di 390 km^2, comprendendo sia gli affluenti naturali che i canali di bonifica effettuati nella prima metà del 1900 nella piana di Terralba e Arborea. È compreso tra i limitati bacini che culminano nella punta Trebina Longa a Ovest e la giara di Gesturi a Est, sfociando nello stagno di San Giovanni, nei pressi di Marceddì.

Il substrato che incontra è costituito essenzialmente da arenarie, marne e conglomerati dell'Eocene-Miocene (Formazione della Marmilla, Marne di Gesturi); sono inoltre presenti affioramenti di lave vulcaniche (basalti e rioliti) in prossimità dello sbocco in pianura, nei pressi degli abitati di Mogoro e Uras.

La piana costiera è invece costituita da alluvioni recenti e da depositi pliopleistocenici costituiti prevalentemente da arenarie di origine eolica, depositi di spiaggia e da alluvioni antiche. In particolare, le alluvioni recenti seguono il tracciato originale del Rio Mogoro (che proseguiva tra Terralba e Marubbiu fino allo stagno Sassu), mentre i depositi pliopleistocenici formano a tratti terrazzi, di poco rilevanti rispetto alle aree paludose e di bonifica, ma comunque in grado di contenere l'espansione dell'acqua di piena.

La conformazione geomorfologica del settore d'indagine ed in particolare il tracciato del corso d'acqua sono strettamente connessi alle caratteristiche lito-stratigrafiche e strutturali del territorio.

Nel settore collinare la sezione è sostanzialmente naturale e il corso d'acqua è moderatamente inciso rispetto al fondovalle originale. A tratti sono riconoscibili dei vecchi piani terrazzati posti comunque a quote nettamente superiori rispetto alle potenziali fasce di esondazione. Nel complesso si osserva una moderata tendenza all'erosione di fondo, mentre processi di divagazione laterale sono quasi del tutto assenti.

Oltre il ponte ferroviario (e sino alla Strada Provinciale SP47), allo sbocco della pianura costiera, il letto risulta canalizzato e arginato; in questo settore, in cui è stata fissata artificialmente l'originale morfologia unicursale con accentuata sinuosità, si osserva una maggiore tendenza alla divagazione laterale, che saltuariamente porta il corso d'acqua ad intaccare pericolosamente il piede dei rilevati arginali. Il fenomeno è da associare alla tendenza ad un approfondimento di fondo alveo.

Oltre il ponte della Strada Provinciale SP47 e sino alla confluenza del canale Acque Alte si osserva un marcato sovralluvionamento delle aree golenali che risultano a tratti sopraelevate di 1 m e più sul piano campagna circostante. Anche in questo tratto si riscontra una tendenza alla divagazione laterale, seppur meno marcata, ma che comunque saltuariamente porta il corso d'acqua ad intaccare pericolosamente il piede dei rilevati argina.

Con la confluenza del canale Acque Alte ha inizio il tratto di canalizzazione artificiale realizzato negli anni '20: la sezione è trapezia, rivestita in calcestruzzo, con savenella centrale sempre trapezia.

L'ultimo chilometro prima della confluenza nella laguna di Marceddì, infine, è ancora alveo canalizzato ma in terra. Nel raccordo tra tratto canalizzato e tratto terminale, si riscontra la creazione di un salto di fondo importante, che ha portato certamente all'erosione delle fondazioni delle difese spondali laterali.

In base a tale inquadramento, risulta strategico per la conoscenza dello stato di salute delle opere indagare i tratti arginati, sia quelli rivestiti che quelli in terra.

3 Piano di indagine

Nel presente paragrafo vengono descritte, per ciascun sito campione individuato, le prove previste nella campagna di indagine, individuandone l'ubicazione e le principali caratteristiche.

L'ubicazione dei punti di indagine è riportata nelle seguenti figure.

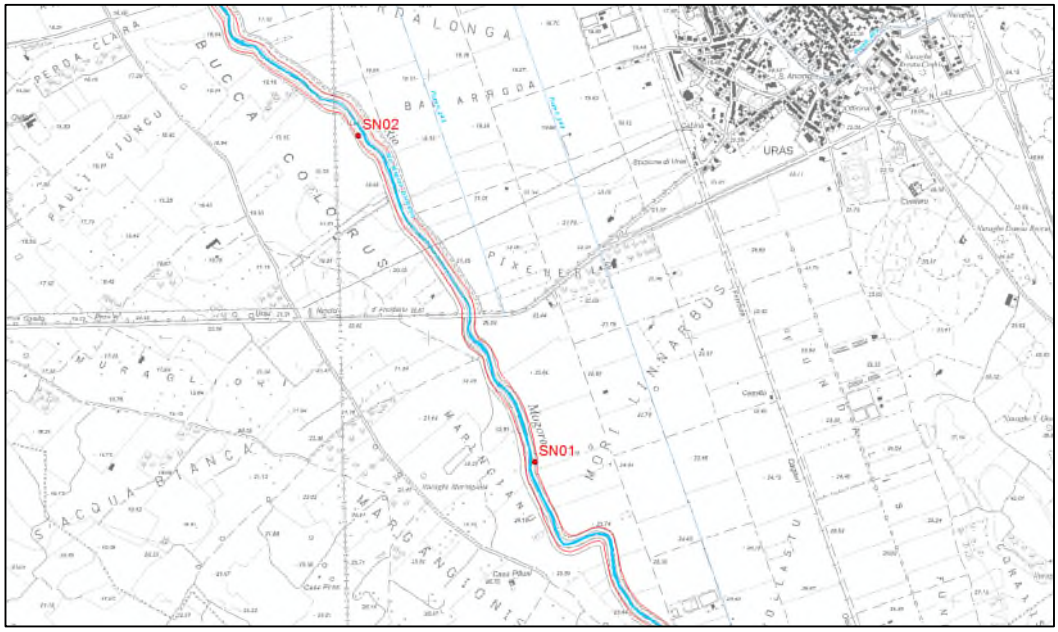


Fig. 2 Ubicazione del sondaggio SN01 e SN02 a Sud dell'abitato di Uras

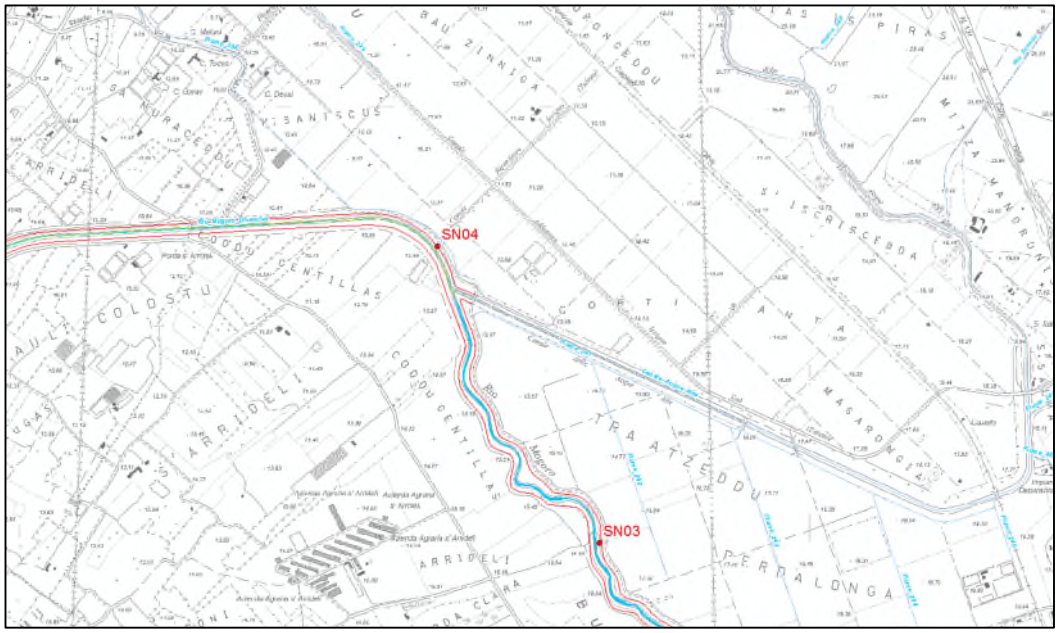


Fig. 3 Ubicazione dei sondaggi SN03 e SN04 tra Uras e Terralba

La campagna è stata eseguita nel corso del mese di febbraio 2019 e ha comportato la realizzazione delle prove elencate nella seguente tabella con riferimento ai singoli punti di sondaggio.

Tab. 1 Prove geotecniche previste nel tratto arginale non rivestito

Descrizione prestazioni	Sondaggio	Quantità
PERFORAZIONE CAROTAGGIO CONTINUO ad andamento verticale, con carotieri di diametro da 85 mm fino a 101 mm. STRATIGRAFIA	SN01 - SN02 - SN03	Profondità 8 m ubicati in asse coronamento argine
CASSETTA CATALOGRATRICE	SN01 - SN02 - SN03	2
PRELIEVO DI CAMPIONE RIMANEGGIATO	SN01 - SN02 - SN03	2
Analisi granulometrica completa su campioni indisturbati. Per vagliatura	SN01 - SN02 - SN03	2
Determinazione dei limiti di Atterberg e indice di plasticità	SN01 - SN02 - SN03	2
Determinazione del contenuto d'acqua normale	SN01 - SN02 - SN03	2
Calcolo degli indici e classificazione terra secondo la normativa UNI 10006 o U.S.C.S.	SN01 - SN02 - SN03	2
Determinazione del peso di volume naturale (misura geometrica)	SN01 - SN02 - SN03	2
Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande per 3 provini (di tipo lento C.D.)	SN01 - SN02 - SN03	2
Prova di consolidamento edometrica con cicli di carico e scarico fino ad un massimo di 16 kg/cmq, con determinazione dei coefficienti CV. e K.	SN01 - SN02 - SN03	1
ESECUZIONE DI PROVE SPT (STANDARD PENETRATION TEST)	SN01 - SN02 - SN03	2
ESECUZIONE DI PROVA DI PERMEABILITA', tipo "LEFRANC	SN01 - SN02 - SN03	1
Scavo di pozzetto esplorativo con escavatore idraulico fino alla profondità di 4 m con rilievo delle caratteristiche stratigrafiche	SN01 - SN02 - SN03	1 (lato campagna)

Tab. 2 Prove geotecniche previste nel tratto arginale rivestito

Descrizione prestazioni	Sondaggio	Quantità
PERFORAZIONE CAROTAGGIO CONTINUO ad andamento verticale, con carotieri di diametro da 85 mm fino a 101 mm. STRATIGRAFIA	SN04	Profondità 8 m ubicati in asse coronamento argine
CASSETTA CATALOGRATRICE	SN04	2
PRELIEVO DI CAMPIONE RIMANEGGIATO	SN04	2
Analisi granulometrica completa su campioni indisturbati. Per vagliatura	SN04	2
Determinazione dei limiti di Atterberg e indice di plasticità	SN04	2
Determinazione del contenuto d'acqua normale	SN04	2
Calcolo degli indici e classificazione terra secondo la normativa UNI 10006 o U.S.C.S.	SN04	2
Determinazione del peso di volume naturale (misura geometrica)	SN04	2
Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande per 3 provini (di tipo lento C.D.)	SN04	2
Prova di consolidamento edometrica con cicli di carico e scarico fino ad un massimo di 16 kg/cmq, con determinazione dei coefficienti CV. e K.	SN04	1
ESECUZIONE DI PROVE SPT (STANDARD PENETRATION TEST)	SN04	2
Scavo di pozzetto esplorativo con escavatore idraulico fino alla profondità di 4 m con rilievo delle caratteristiche stratigrafiche	SN04	1 (lato campagna)
Carotaggio calcestruzzo	CLS_01-02	2
Prova compressione in laboratorio (no sclerometro)	Sul campione peggiore	1

4 Modello geologico e geotecnico nelle aree campione

La campagna di indagine geognostica, condotta nel mese di Febbraio 2019, ha comportato, secondo il programma descritto nei precedenti paragrafi, la realizzazione di:

- n.° 4 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti in sommità arginale (SN01, SN02, SN03 e SN04);
- n.° 4 pozzetti esplorativi eseguiti sul lato campagna (PZ1, PZ2, PZ3 e PZ4);
- n.° 8 prove SPT eseguite nei fori di sondaggio (2 per ogni sondaggio: SN01, SN02, SN03 e SN04);
- n.° 8 prelievi di campioni rimaneggiati (2 per ogni sondaggio: SN01, SN02, SN03 e SN04);
- n.° 3 prove di permeabilità di tipo Lefranc a carico variabile in foro di sondaggio (SN01, SN02, SN03).

Esse hanno permesso di analizzare l'assetto litostratimetrico dell'area in esame e di valutare le caratteristiche geotecniche dei terreni.

Per l'elaborazione dei dati rilevati nel corso delle prove penetrometriche statiche, effettuata tramite il software "GEOSTRU-Dynamic Probing", sono state utilizzate le correlazioni bibliografiche proposte dai seguenti autori:

- Terreni Coesivi
  - Coesione non drenata – "*U.S. Design Manual Soil Mechanics*" per argille limose di bassa, media e alta plasticità;
  - Modulo Edometrico – "*Stroud e Butler (1975)"* per litotipi a plasticità medio alta o medio bassa;
  - Peso di volume – "*Meyerhof*";
- Terreni Incoerenti
  - Angolo di attrito – *"Malvev (164)"* valido per sabbie in genere a profondità >2m;
  - Peso di volume – "*Meyerhof*".

4.1 SN01

Il sito di indagine è ubicato in destra idrografica, a SE dell'abitato di Uras e subito a Sud della Strada Provinciale 47.

In questo sondaggio sono state effettuate due prove SPT alle profondità di 1,8 e 5,5 m dalla sommità arginale; sono stati prelevati due campioni rimaneggiati (CR1= 2,3 ÷ 2,7 m; CR2=6 ÷ 6,5 m) sui cui sono state realizzate prove di taglio diretto, analisi granulometriche e una prova edometrica sul primo campione. Inoltre, è stata effettuata una prova Lefranc a carico variabile alle profondità di 4 m da sommità arginale.

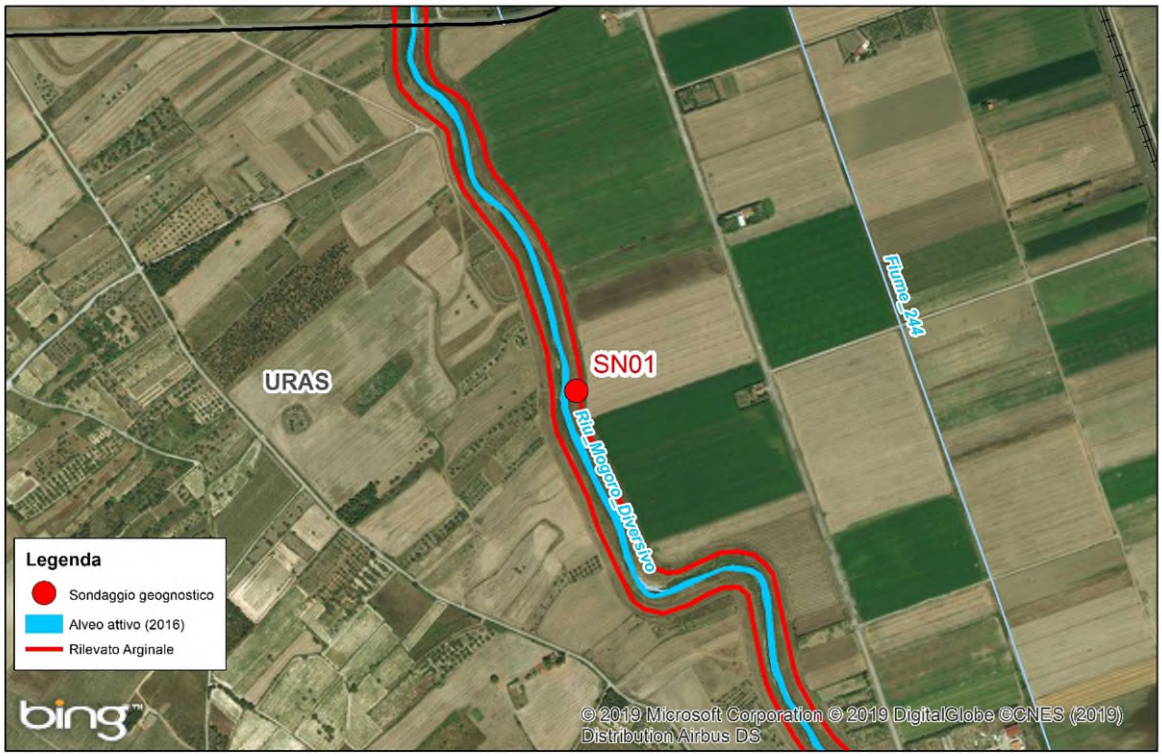


Fig. 4 Ubicazione del sondaggio SN01

La stratigrafia rilevata, riportata in allegato, è sintetizzabile come segue:

- nei primi 1,7 m circa è presente materiale prevalentemente coesivo costituito da argille limose di colore marrone bruno. Questa unità è associabile al rilevato arginale;
- da 1,7 a 4,7 m rispetto alla sommità arginale, si trova un materiale composto da argille e limi con sabbia (classificato secondo la UNI 10006 come A7-5 e con N_{SPT} = 9) di colore marrone bruno;
- più in profondità, oltre i 4,7 m sono presenti tessiture più grossolane associabili a ghiaie con sabbie argilloso limose (A2-7 secondo UNI10006) e con caratteristiche geotecniche migliori (N_{SPT} = 32). All'interno di questa unità è presente un orizzonte con una debole presenza di ghiaia, prevalentemente costituito da sabbie argilloso limose di colore ocra.

La seguente figura rappresenta uno stralcio del modello geologico e geotecnico di sintesi riportato in allegato al presente documento.

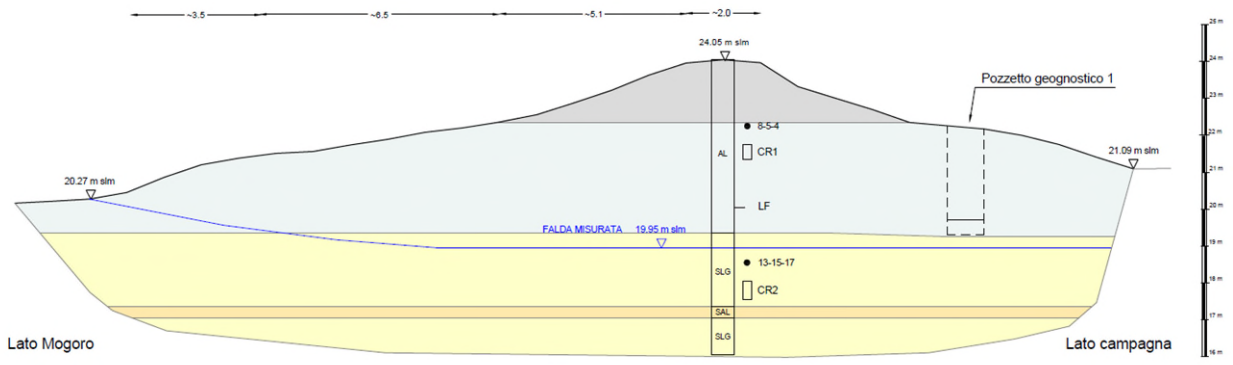


Fig. 5 Modello geologico e geotecnico area SN01

La seguente tabella sintetizza il quadro stratigrafico individuato rispetto al punto di sondaggio

Nome strato	**Terreno**	**Profondità (m)**	
		tetto	base
Rilevato arginale	Coesivo	0	1,7
Argille e limi con sabbia	Coesivo	1,7	4,7
Ghiaie con sabbie argillose	Incoerente	4,7	6,7
Sabbie argilloso limose	Incoerente/coesivo	6,7	7
Ghiaie con sabbie argillose	Incoerente	7	8

La definizione dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni di fondazione è stata desunta dalle prove in sito e dalle indagini di laboratorio eseguite sui campioni prelevati in campagna.
Nelle tabelle successive, in mancanza di analisi di laboratorio, è rappresentato il *range* di valori caratteristici dei materiali trovati:

Rilevato arginale

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	18,5 – 20 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20,5 - 22 kN/m^3
Coesione efficace	c’	15 - 40 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	20 - 25°
Coesione non drenata	Cu	30 - 95 kPa

Argille e limi con sabbia

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	18,4 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	21,2 kN/m^3
Coesione efficace	c’	24,5 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	27,3°
Coesione non drenata	Cu	35,4 kPa
Limite Liquido (matrice)	w_L	51 %
Limite Plastico (matrice)	w_p	33 %
Coefficiente di permeabilità	k	1,35e-5 m/s
Classificazione UNI 10006		A7-5

Ghiaie con sabbie argilloso limose

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	17,2 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20,7 kN/m^3
Coesione efficace	c’	8,8 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	31,8°
Limite Liquido (matrice)	w_L	42 %
Limite Plastico (matrice)	w_p	29 %
Classificazione UNI 10006		A2-7

Sabbie argilloso limose

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	17 – 18,5 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20 – 21,5 kN/m^3
Coesione efficace	c’	5 - 10 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	26 - 30°

4.2 SN02

Il sito di indagine è ubicato in sinistra idrografica, a E dell'abitato di Uras e subito a Nord della Strada Provinciale 47.

In questo sondaggio sono state effettuate due prove SPT alle profondità di 1,5 e 6 m dalla sommità arginale; sono stati prelevati due campioni rimaneggiati (CR1= 2 ÷ 2,5 m; CR2=5,5 ÷ 6 m) sui cui sono state realizzate prove di taglio diretto, analisi granulometriche e una prova edometrica sul primo campione. Inoltre, è stata effettuata una prova Lefranc a carico variabile alle profondità di 4 m da sommità arginale.



Fig. 6 Ubicazione del sondaggio SN02

La stratigrafia rilevata, riportata in allegato, è sintetizzabile come segue:

- nei primi 1,75 m circa è presente materiale prevalentemente coesivo costituito da argille limose di colore marrone bruno. Questa unità è associabile al rilevato arginale;
- da 1,75 a 5,5 m rispetto alla sommità arginale, si trova un materiale composto da argille e limi sabbiosi (classificato secondo la UNI 10006 come A7-5) prevalentemente di colore marrone bruno e con granulometrie sempre più grossolane con l'aumento della profondità;
- tra 5,5÷6,6 e oltre i 7,5 m da sommità arginale, aumenta la componente grossolana che si manifesta in un materiale composto da sabbie con ghiaia argilloso limosa (classificato secondo la UNI 10006 come A5) e con una N_{SPT} di 30;
- tra 6,6 e 7,5 m sono presenti sabbie argilloso limose di colore ocra.

La seguente figura rappresenta uno stralcio del modello geologico e geotecnico di sintesi riportato in allegato al presente documento.

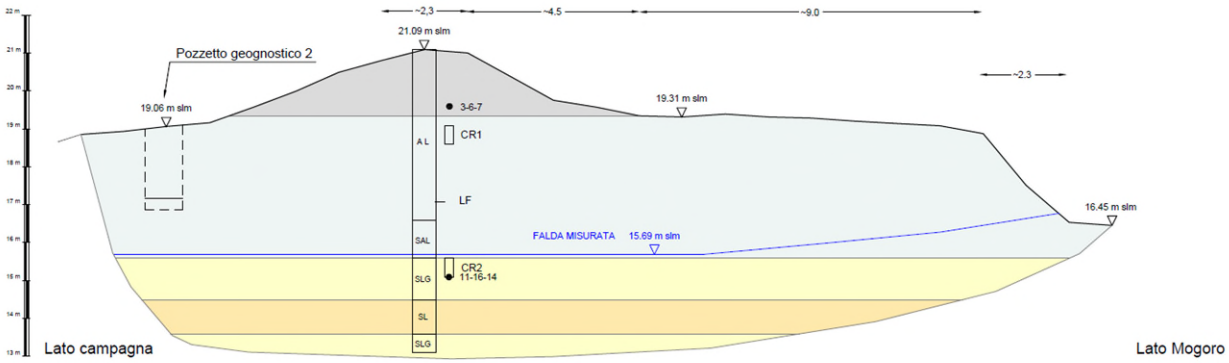


Fig. 7 Modello geologico e geotecnico area SN02

La seguente tabella sintetizza il quadro stratigrafico individuato rispetto al punto di sondaggio

Nome strato	**Terreno**	**Profondità (m)**	
		tetto	base
Rilevato arginale	Coesivo	0	1,75
Argille e limi con sabbia	Coesivo	1,75	5,5
Ghiaie con sabbia argilloso limosa	Incoerente/coesivo	5,5	6,6
Sabbie argilloso limose	Incoerente/coesivo	6,6	7,5
Ghiaie con sabbia argilloso limosa	Incoerente/coesivo	7,5	8

La definizione dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni di fondazione è stata desunta dalle prove in sito e dalle indagini di laboratorio eseguite sui campioni prelevati in campagna.
Nelle tabelle successive, in mancanza di analisi di laboratorio, è rappresentato il *range* di valori caratteristici dei materiali trovati:

Rilevato arginale

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	20 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	21,9 kN/m^3
Coesione efficace	c'	15 - 40 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	20 - 25°
Coesione non drenata	Cu	95 kPa

Argille e limi con sabbia

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	18,6 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	21 kN/m^3
Coesione efficace	c'	18,6 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	28,4°
Coesione non drenata	Cu	30 - 95 kPa
Limite Liquido (matrice)	w_L	55 %
Limite Plastico (matrice)	w_p	31 %
Coefficiente di permeabilità	k	3,84e-5 m/s
Classificazione UNI 10006		A7-5

Ghiaie con sabbie argilloso limose

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	17,8 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20,4 kN/m^3
Coesione efficace	c'	7,8 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	32,1°
Limite Liquido (matrice)	w_L	42 %
Limite Plastico (matrice)	w_p	32 %
Classificazione UNI 10006		A5

Sabbie argilloso limose

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	17 – 18,5 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20 – 21,5 kN/m^3
Coesione efficace	c'	5 - 10 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	26 - 30°

4.3 SN03

Il sito di indagine è ubicato in destra idrografica, a E dell'abitato di Uras e appena prima della confluenza del Canale Acque Alte con il Rio Mogoro.

In questo sondaggio sono state effettuate due prove SPT alle profondità di 2,5 e 5,5 m dalla sommità arginale; sono stati prelevati due campioni rimaneggiati (CR1= 2,5 ÷ 3 m; CR2=6 ÷ 6,5 m) sui cui sono state realizzate prove di taglio diretto, analisi granulometriche e una prova edometrica sul primo campione. Inoltre, è stata effettuata una prova Lefranc a carico variabile alle profondità di 3,8 m da sommità arginale.

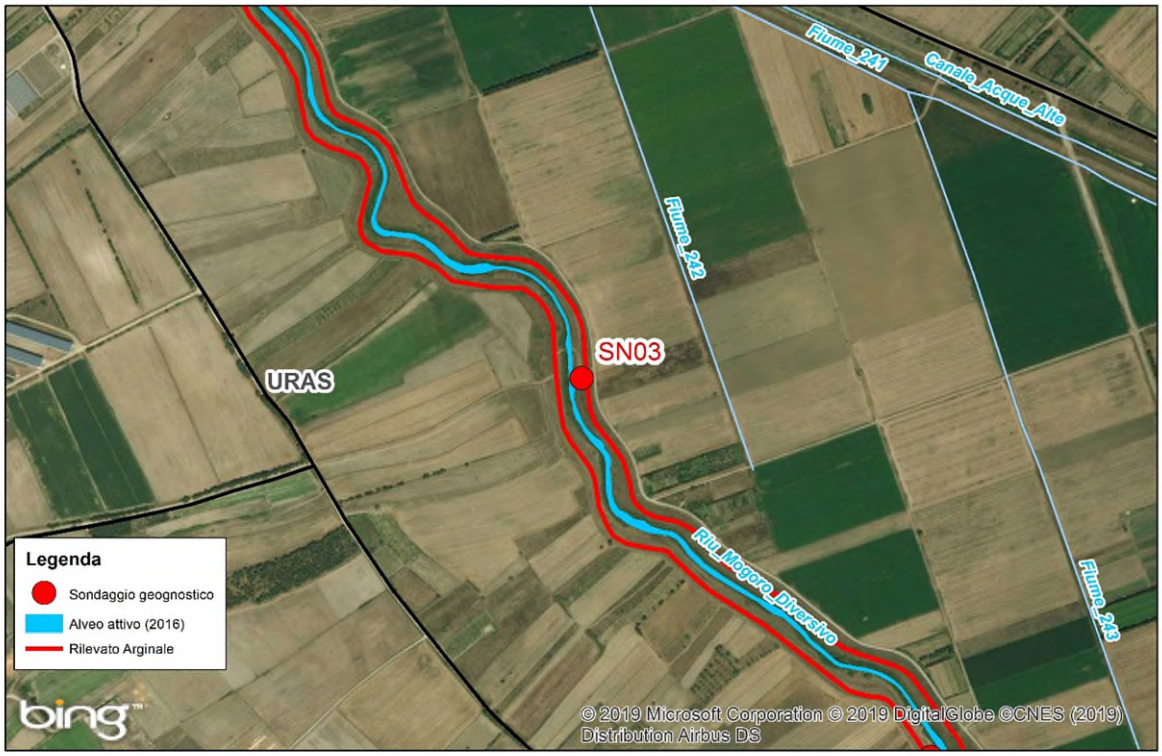


Fig. 8 Ubicazione del sondaggio SN03

La stratigrafia rilevata, riportata in allegato, è sintetizzabile come segue:

- nei primi 1,6 m circa è presente materiale prevalentemente coesivo costituito da argille limose di colore marrone bruno. Questa unità è associabile al rilevato arginale;
- da 1,6 a 5 m rispetto alla sommità arginale, si trova un materiale composto da argille e limi sabbiosi (classificato secondo la UNI 10006 come A7-5) di colore marrone bruno e con N_{SPT} di 12;
- tra 5÷6,6 e oltre i 7 m da sommità arginale, aumenta la componente grossolana che si manifesta in un materiale composto da argille e limi con sabbie ghiaiose (classificato secondo la UNI 10006 come A7-5) e con una N_{SPT} di 31;
- tra i 6,6 e 7 m sono presenti sabbie argilloso limose di colore ocra.

La seguente figura rappresenta uno stralcio del modello geologico e geotecnico di sintesi riportato in allegato al presente documento.

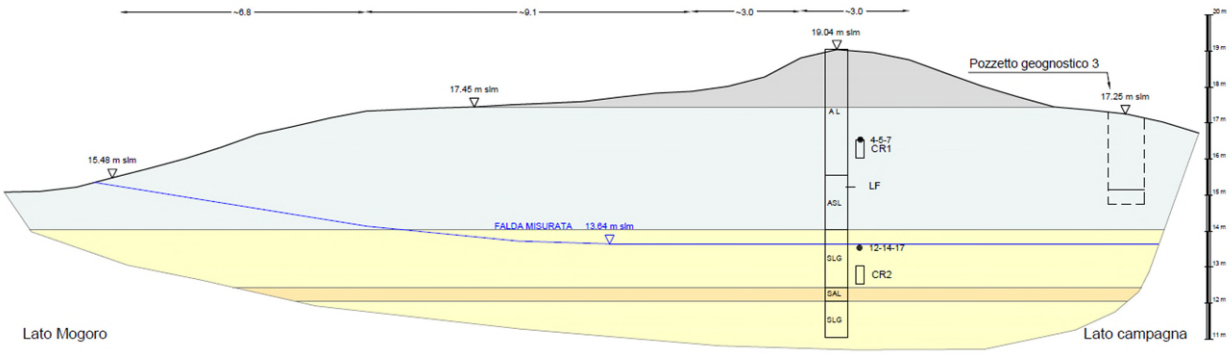


Fig. 9 Modello geologico e geotecnico area SN03

La seguente tabella sintetizza il quadro stratigrafico individuato rispetto al punto di sondaggio

Nome strato	**Terreno**	**Profondità (m)**	
		tetto	base
Rilevato arginale	Coesivo	0	1,6
Argille e limi sabbiosi	Coesivo	1,6	5
Argille e limi con sabbie ghiaiose	Incoerente/Coesivo	5	6,6
Sabbie argilloso limose	Incoerente/Coesivo	6,6	7
Argille e limi con sabbie ghiaiose	Incoerente/Coesivo	7	8

La definizione dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni di fondazione è stata desunta dalle prove in sito e dalle indagini di laboratorio eseguite sui campioni prelevati in campagna.
Nelle tabelle successive, in mancanza di analisi di laboratorio, è rappresentato il *range* di valori caratteristici dei materiali trovati:

Rilevato arginale

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	18,5 – 20 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20,5 - 22 kN/m^3
Coesione efficace	c’	15 - 40 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	20 - 25°
Coesione non drenata	Cu	30 - 95 kPa

Argille e limi sabbiosi

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	18,8 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	21 kN/m^3
Coesione efficace	c’	37,2 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	24,6°
Coesione non drenata	Cu	46,8 kPa
Limite Liquido (matrice)	w_L	52 %
Limite Plastico (matrice)	w_p	30 %
Coefficiente di permeabilità	k	5,82e-5 m/s
Classificazione UNI 10006		A7-5

Argille e limi con sabbie ghiaiose

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	17 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20,4 kN/m^3
Coesione efficace	c’	17,6 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	29,2°
Limite Liquido (matrice)	w_L	49 %
Limite Plastico (matrice)	w_p	35 %
Classificazione UNI 10006		A7-5

Sabbie argilloso limose

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	17 – 18,5 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20 – 21,5 kN/m^3
Coesione efficace	c’	5 - 10 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	26 - 30°

4.4 SN04

Il sito di indagine è ubicato in destra idrografica, a SE dell'abitato di Terralba e subito dopo la confluenza del Canale Acque Alte con il Rio Mogoro. Il rilevato arginale in questo tratto è caratterizzato da una canalizzazione artificiale in calcestruzzo sul lato fiume (comprendente il paramento, la golena e lo stesso alveo).

In questo sondaggio sono state effettuate due prove SPT alle profondità di 3 e 6,3 m dalla sommità arginale; sono stati prelevati due campioni rimaneggiati (CR1= 2 ÷ 2,5 m; CR2=5,5 ÷ 6 m) sui cui sono state realizzate prove di taglio diretto, analisi granulometriche e una prova edometrica sul primo campione.

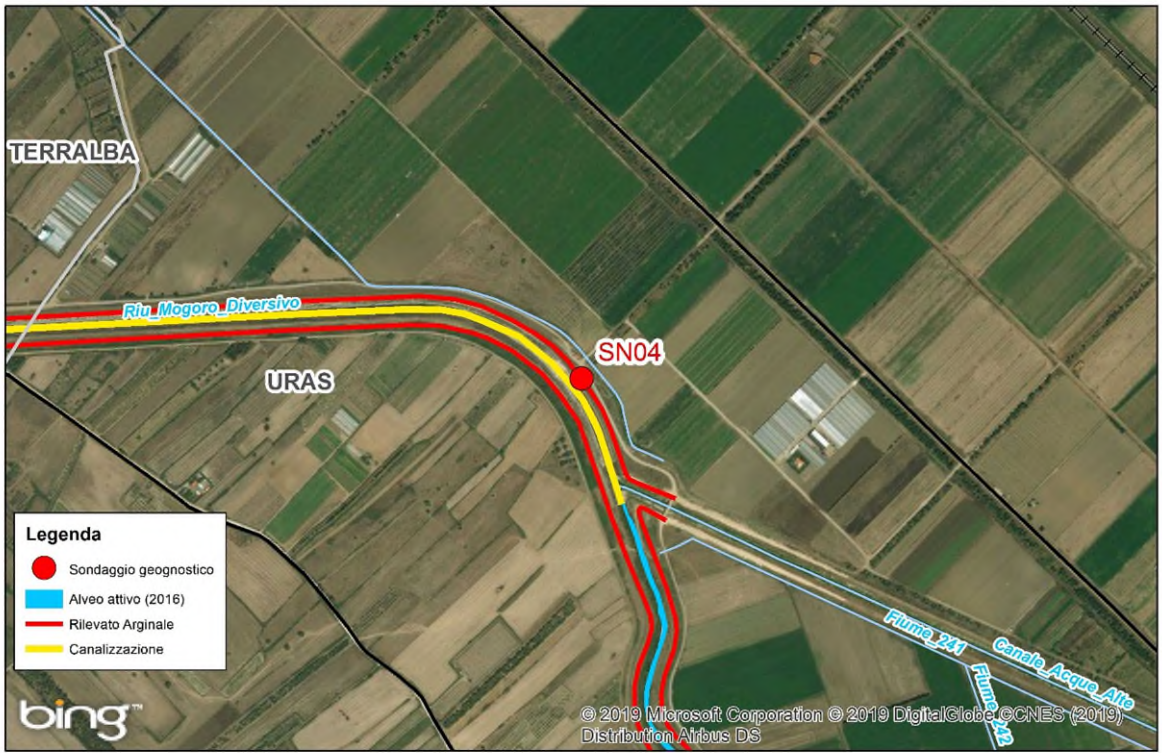


Fig. 10 Ubicazione del sondaggio SN04

La stratigrafia rilevata, riportata in allegato, è sintetizzabile come segue:

- nei primi 2,2 m circa è presente materiale prevalentemente coesivo costituito da argille limose di colore marrone bruno (classificato secondo la UNI 10006 come A7-5). Questa unità è associabile al rilevato arginale;
- da 2,2 a 5,2 m rispetto alla sommità arginale, si trova un materiale composto da argille e limi sabbiosi di colore marrone bruno, con una debole presenza di ghiaia e con N_{SPT} di 11;
- tra 5,2÷7,1, aumenta la componente grossolana che si manifesta in un materiale composto da argille e limi con sabbie debolmente ghiaiose (classificato secondo la UNI 10006 come A7-5) e con una N_{SPT} di 26;
- oltre i 7 m sono presenti sabbie argilloso limose di colore ocra.

La seguente figura rappresenta uno stralcio del modello geologico e geotecnico di sintesi riportato in allegato al presente documento.

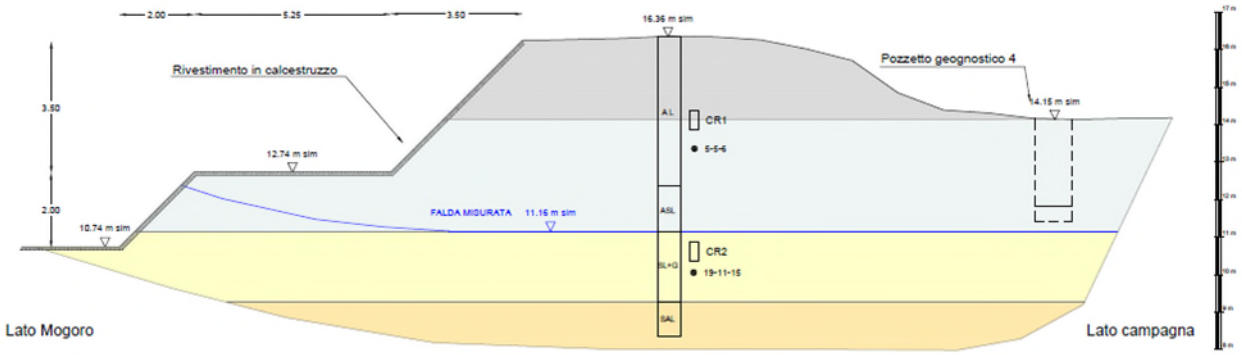


Fig. 11 Modello geologico e geotecnico area SN04

La seguente tabella sintetizza il quadro stratigrafico individuato rispetto al punto di sondaggio

Nome strato	**Terreno**	**Profondità (m)**	
		tetto	base
Rilevato arginale	Coesivo	0	2,2
Argille e limi sabbiosi	Coesivo	2,2	5,2
Argille e limi con sabbie debolmente ghiaiose	Incoerente/Coesivo	5,2	7,1
Sabbie argilloso limose	Incoerente/Coesivo	7,1	8

La definizione dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni di fondazione è stata desunta dalle prove in sito e dalle indagini di laboratorio eseguite sui campioni prelevati in campagna.
Nelle tabelle successive, in mancanza di analisi di laboratorio, è rappresentato il *range* di valori caratteristici dei materiali trovati:

Rilevato arginale

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	18 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20,5 kN/m^3
Coesione efficace	c'	39,2 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	22,2°
Coesione non drenata	Cu	30 - 95 kPa

Argille e limi sabbiosi

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	18-19 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20,5-22 kN/m^3
Coesione efficace	c'	15-40 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	23-29°
Coesione non drenata	Cu	30 - 95 kPa

Argille e limi con sabbie debolmente ghiaiose

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	17,6 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20,2 kN/m^3
Coesione efficace	c'	21,6 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	27,8°
Limite Liquido (matrice)	w_L	49 %
Limite Plastico (matrice)	w_p	33 %
Classificazione UNI 10006		A7-5

Sabbie argilloso limose

Parametro	sigla	Valore di progetto
Peso di volume	γ	17 – 18,5 kN/m^3
Peso di volume saturo	γ_{sat}	20 – 21,5 kN/m^3
Coesione efficace	c'	5 - 10 kPa
Angolo di attrito efficace	φ'	26 - 30°

5 Verifiche di filtrazione

La verifica alla filtrazione è stata effettuata in termini analitici utilizzando un codice numerico per la modellazione dei processi di flusso e trasporto in mezzi porosi e fratturati, in condizioni sia sature che insature (FEFLOW Finite Element subsurface FLOW system del Danish Hydraulic Institute - DHI).

Rimandando per il dettaglio alla letteratura tecnica disponibile, si riportano alcune delle caratteristiche generali del modello:

- discretizzazione con mesh tridimensionale agli elementi finiti;
- simulazione in zona satura ed in zona non satura;
- simulazione in mezzi porosi e fratturati, con possibilità di assegnazione differenziata delle 3 componenti vettoriali dell'ellissoide di conducibilità idraulica;
- simulazione con fluidi di densità diverse per temperatura o concentrazione salina, flusso "density dependent";
- simulazione del flusso di calore, per conduzione, convezione, trasporto; simulazione di scambiatori di calore e sonde geotermiche;
- simulazione dei processi di trasporto degli inquinanti, con integrazione di un'estesa tipologia di reazioni chimiche e meccanismi di degradazione.

Nel caso specifico è stata eseguita una simulazione 2D attraverso l'equazione di Richards, la quale viene applicata per i corpi non saturi o a saturazione variabile, e che tiene conto di una fase di aria stagnante alla pressione atmosferica. In questi casi il software deve risolvere problemi legati ai rapporti tipicamente non lineari tra la pressione capillare e la saturazione e tra la saturazione stessa con la conducibilità idraulica.

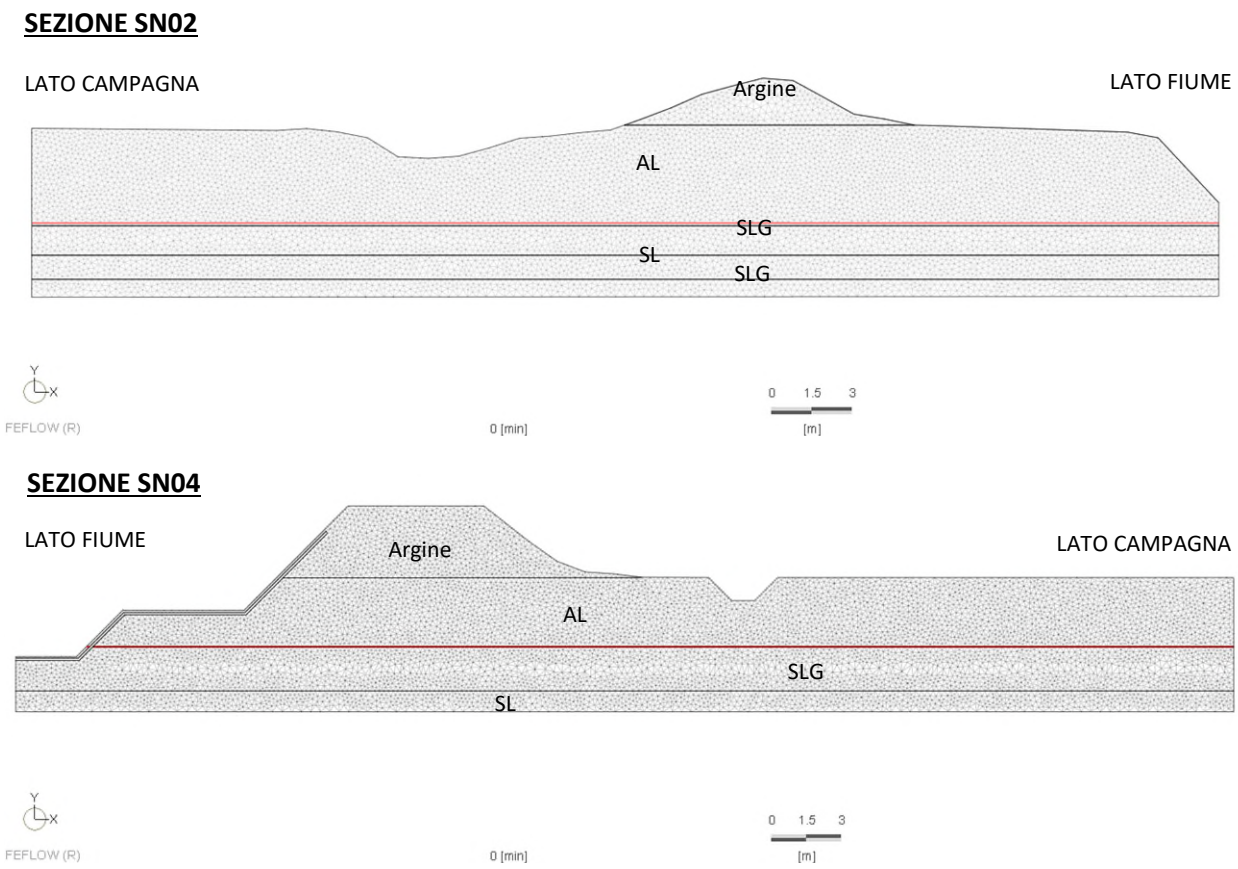


Fig. 12 Rappresentazione grafica della *mesh* delle due sezioni in esame con indicate le principali tessiture

Per risolvere questi problemi si è scelto di adottare un metodo empirico definito come “Modified Van Genuchten” model. La griglia o mesh con la quale è stato discretizzato il modello è stata generata con elementi triangolari tenendo conto delle variazioni stratigrafiche (Fig. 12).

Per l’individuazione della sezione di verifica si è fatto riferimento al dettaglio delle indagini svolte. Nel nostro caso sono state prese in considerazione le sezioni estrapolate sui sondaggi SN02 e SN04, in cui sono state effettuate prove di permeabilità in foro e prelievo di campioni.

Prima delle simulazioni sono stati applicate le principali condizioni a contorno di carico idraulico (Head BC): il lato fiume è caratterizzato da una condizione che prevede una variazione del carico attraverso l’applicazione di una “time series” (o idrogramma) (Fig. 13 e Fig. 14) che simula l’onda di piena, il lato campagna invece è costituito sulla superficie da una condizione definita come “Seepage Face”, la quale assegna ai nodi interessati un carico idraulico uguale all’elevazione geometrica del nodo stesso, mentre sul lato verticale da un aumento progressivo della falda di circa un metro.

Gli idrogrammi di permanenza dei livelli del Mogoro utilizzati nelle verifiche sono:

- “idrogramma 1” di permanenza del Mogoro basato sul tempo di corrivazione del corso d’acqua (circa 6 ore): le prime 2 ore sono di innalzamento del livello sino alla quota prossima all’argine (0.5 m al di sotto del coronamento), 4 ore sono di permanenza della piena, 5 ore per la discesa;
- “idrogramma 2” di permanenza del Mogoro nella configurazione di progetto individuata dal Piano di gestione del rischio alluvioni: le prime 14 ore sono di innalzamento del livello sino alla quota prossima all’argine (0.5 m al di sotto del coronamento), 24 ore sono di permanenza della piena, 48 ore per la discesa. Questo idrogramma è stato definito nell’ipotesi progettuale di realizzare una cassa di laminazione poco a valle della confluenza col rio Sassu (sezione topografica MO_036 del PSFF).

Per le due sezioni prese in esame sono stati inoltre assegnate porosità e conducibilità idraulica ai litotipi presenti in base alle prove effettuate in sito e alle prove di laboratorio.

Le simulazioni, inoltre, hanno previsto una condizione idrostatica di partenza corrispondente alla quota della falda freatica e sono state considerate ricariche (pioggia ed evapotraspirazione) nulle.



Fig. 13 **Idrogramma 1: finestra di FEFLOW che rappresentata la "Time series" in cui l'innalzamento della piena è prevista in 2 ore mentre il mantenimento in 4 e la discesa in 5h**

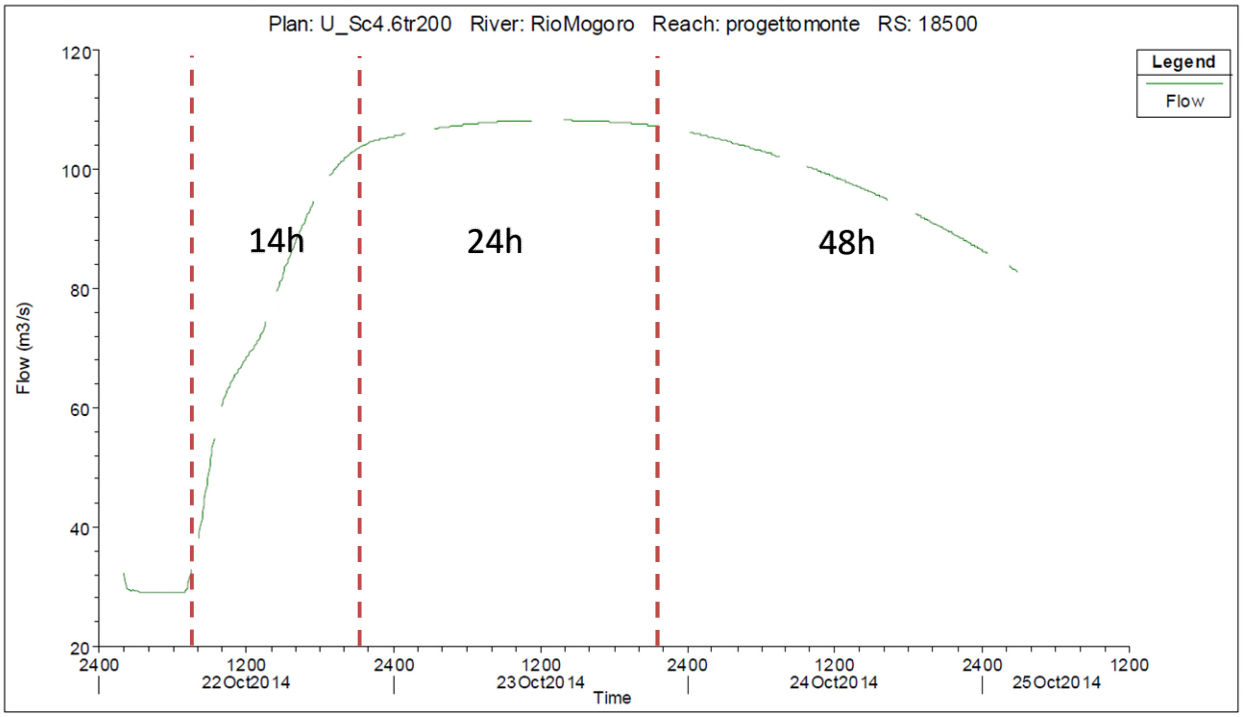


Fig. 14 **Idrogramma 2: onda di piena che prevede un innalzamento in 14h, il mantenimento in 24h e la discesa in 48h (fonte: Allegato 2.23MO.R2-0 – Piano di gestione del rischio alluvioni – Bacino del rio Mogoro)**

5.1 Sezione SN02

Analizzando i dati disponibili dalle indagini effettuate, si sono riscontrate differenze di permeabilità non trascurabili tra le prove specifiche in sito di tipo Lefranc e le prove edometriche.

Con riferimento al campione CR1 prelevato a 2 m dalla sommità arginale (capitolo 4.2 - Fig. 7), infatti, si riscontra un coefficiente di permeabilità *k* estremamente basso di circa 2,5e-10 m/s (vedi prova edometrica su "CAMPIONE S2 200-250" in allegato), mentre nella prova Lefranc, eseguita ad una profondità di 4 m da sommità arginale su terreni a ugual tessitura, viene misurata una permeabilità pari a 3,84e-5 m/s.

Viste tali differenze, dovute presumibilmente alle diverse condizioni a contorno tra indagini in sito e il campione utilizzato per la prova edometrica, si sono considerati diversi scenari di verifica di seguito riassunti:

- SCENARIO A – vengono considerate le permeabilità ottenute dalle indagini di laboratorio e quelle dai dati in campagna;
- SCENARIO B – vengono considerate unicamente le permeabilità ottenute dalle prove in sito a scopo cautelativo;
- SCENARIO C – vengono considerate le permeabilità ottenute dalle prove in sito e rivalutando la permeabilità del campione di laboratorio con un valore più cautelativo di 1e-6 m/s, tipico dei terreni argillosi trovati a quella profondità.

5.1.1. Scenario A (permeabilità argine e-10 m/s)

Permeabilità

Nello scenario A vengono considerate le permeabilità ottenute dalle indagini di laboratorio mentre, in assenza di prove dirette agli strati più profondi, prevalentemente composti da materiali grossolani, è stato assegnato un valore di permeabilità consono per quei tipi di tessiture quelle dai dati in campagna:

Tab. 3 Valori di conducibilità e porosità degli strati con riferimento alla figura precedente

Strato	Conducibilità	Porosità
	m/s	
Argine	2,5e-10	0,32
AL	2,5e-10	0,32
ALb	3,84e-5	0,32
SLG	5e-4	0,35
SL	1e-4	0,35

Idrogramma

Le simulazioni vengono eseguite in stato transitorio, in cui è stato considerato un carico variabile nel tempo, secondo differenti caratteristiche di verifica (tabella sottostante).

Tab. 4 Caratteristiche delle simulazioni di verifica

Simulazione n.	Sezione	Idrogramma	Innalzamento piena	Mantenimento piena	Discesa piena	Franco	Quota falda di partenza
			h	*h*	*h*	*m*	*m slm*
1	Stato di fatto	1	2	4	5	0	15,69
2	Stato di fatto	1b	2	5	5	0	15,69
3	Stato di fatto	2	14	24	48	0,5	15,69

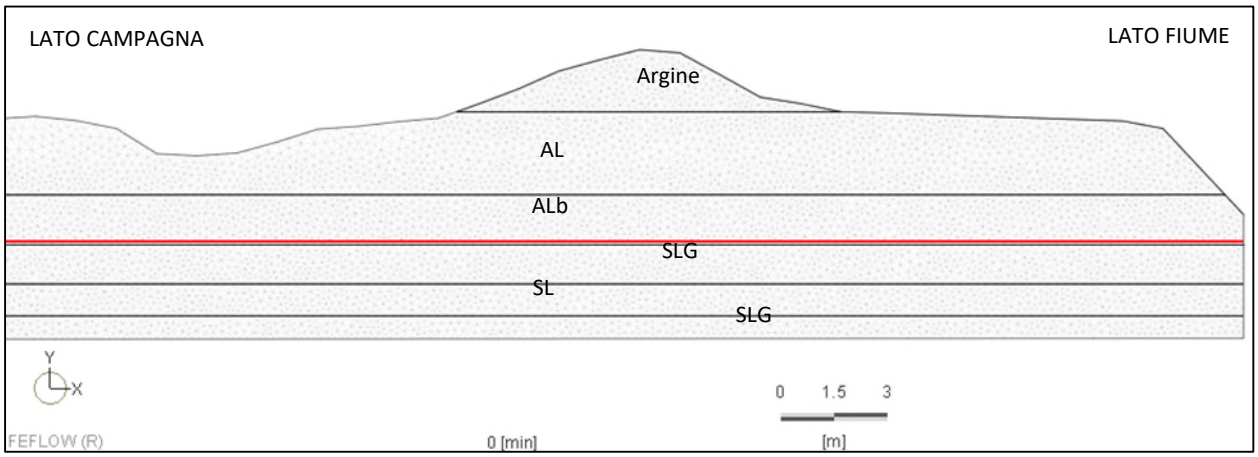


Fig. 15 Rappresentazione iniziale del modello di verifica in cui sono rappresentati gli strati individuati e il livello di saturazione iniziale (in rosso)

La simulazione 2 con idrogramma 1b è stata inserita per valutare e quantificare l'incipiente filtrazione al fosso di guardia: nel caso del presente scenario A, la simulazione 2 si vedrà non essere significativa.

5.1.1.1 Simulazione 1

Come si evince dalla Fig. 16 il livello di saturazione rimane all'esterno dei livelli argillosi superficiali non riuscendo a filtrare a causa della loro bassissima permeabilità (5e-10 m/s).

Sono inoltre raffigurate per ogni nodo la direzione e la velocità (metri al giorno) del flusso in quel punto. Considerando quest'ultima informazione grafica si può notare come nel livello di materiale ghiaioso le velocità siano nettamente superiori rispetto ai terreni a maggior componente fine degli strati superiori.

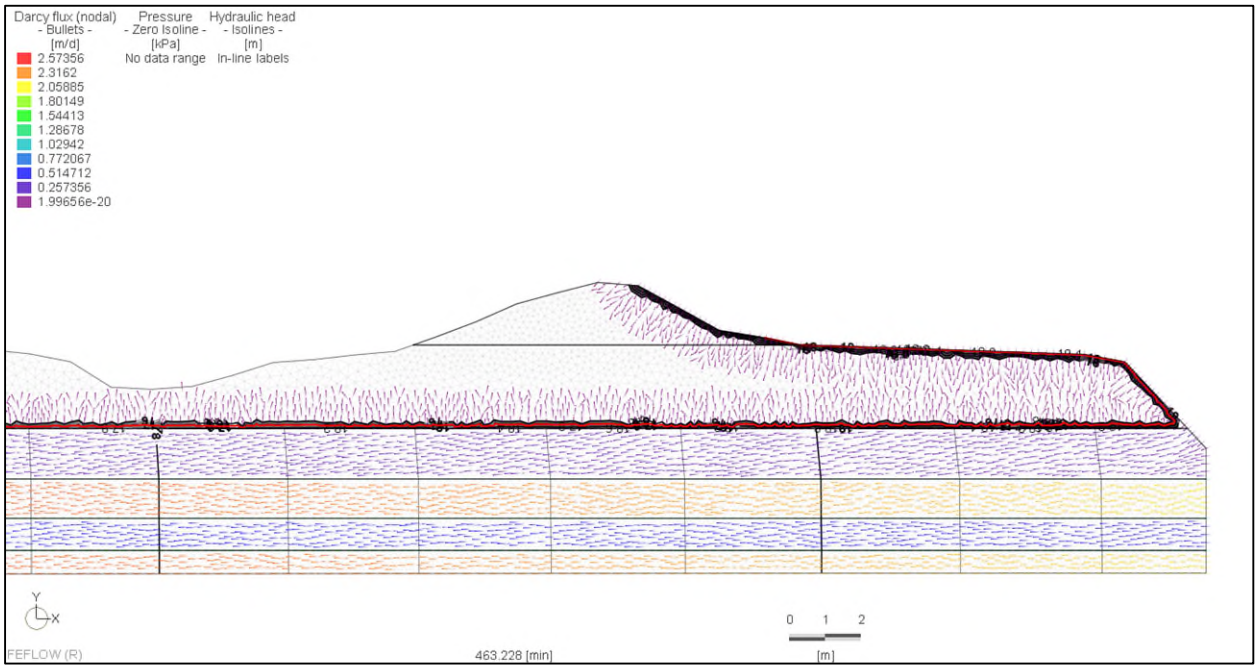


Fig. 16 Situazione dopo più di 7h: si può notare come il livello saturazione non filtri all'interno del corpo arginale

5.1.1.2 Simulazione 2

Viste le bassissime permeabilità, anche in questo caso la filtrazione non raggiunge i livelli più superficiali della sezione in esame.

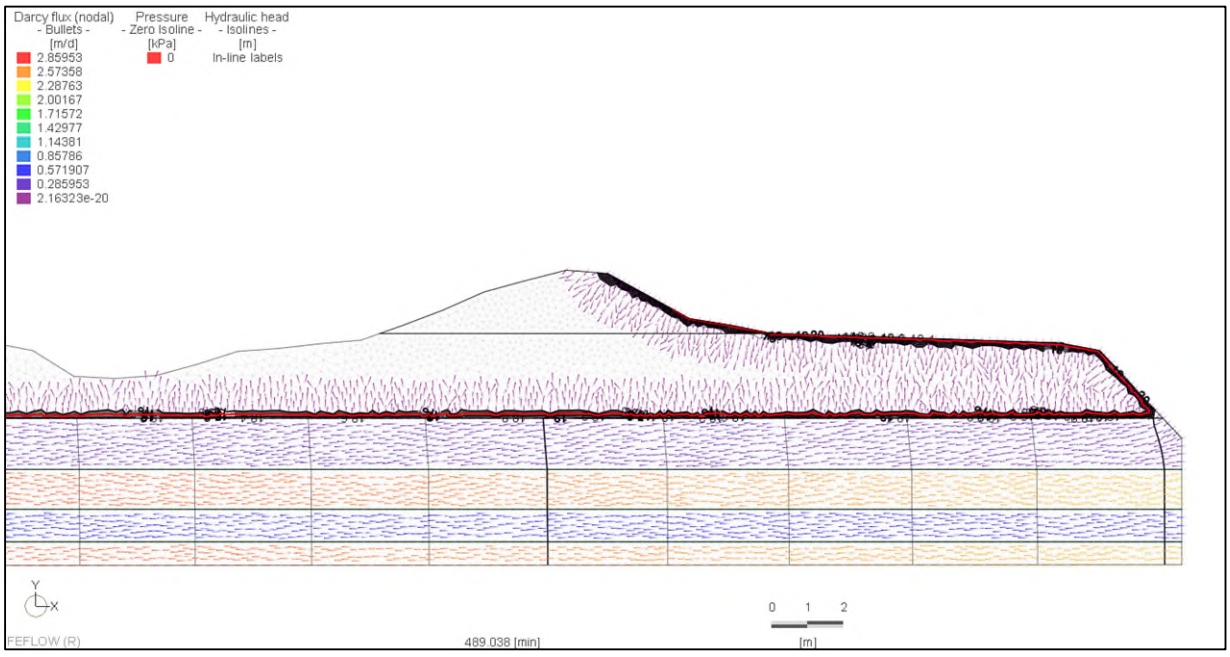


Fig. 17 Situazione dopo più di 7h: si può notare come il livello saturazione non filtri all'interno del corpo arginale

5.1.1.3 Simulazione 3

In questa verifica, nonostante la permanenza di un lungo idrogramma di piena che si sviluppa in circa 86 ore, la linea di imbibizione rimane confinata negli strati più permeabili, non manifestando possibili eventi di filtrazione arginale. La permeabilità ricostruita in laboratorio di 5e-10m/s è elemento discriminante.

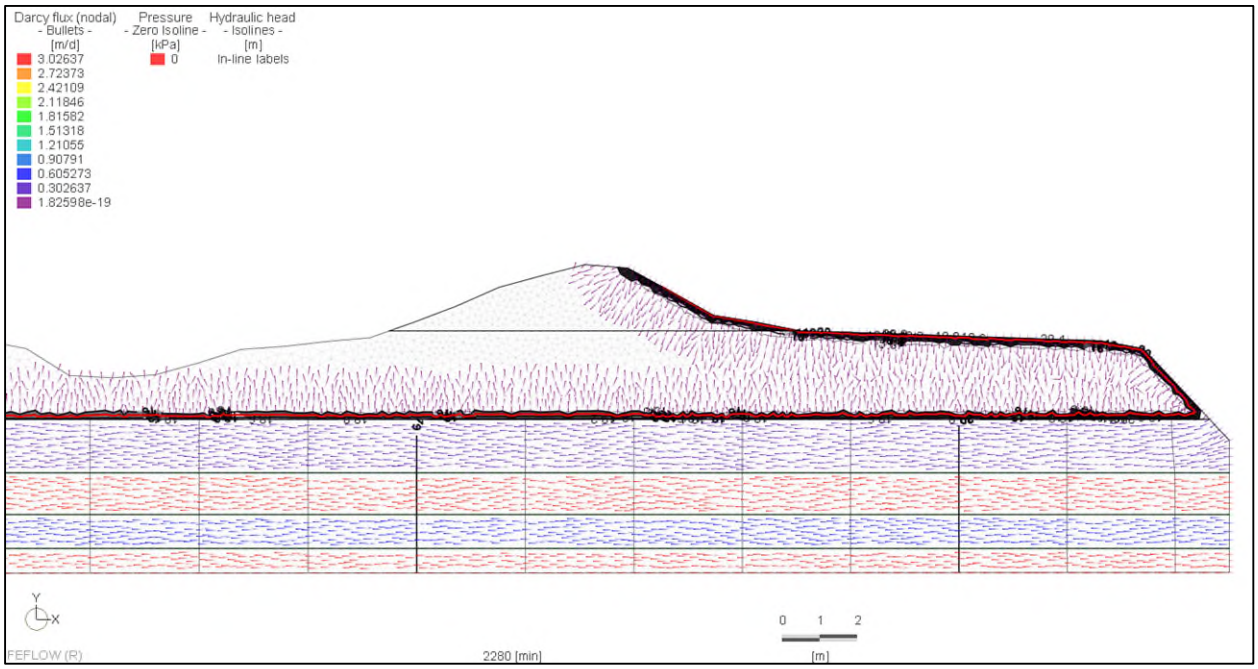


Fig. 18 Situazione dopo 38h: si può notare come il livello saturazione non filtri all'interno del corpo arginale

5.1.2. Scenario B

State eseguite simulazioni in stato transitorio, in cui è stato considerato un carico variabile nel tempo, secondo differenti simulazioni di verifica.

Tab. 5 Caratteristiche degli scenari di verifica

Simulazione n.	Sezione	Idrogramma	Innalzamento piena	Mantenimento piena	Discesa piena	Franco	Quota falda di partenza
			h	*h*	*h*	*m*	*m slm*
1	Stato di fatto	1	2	4	5	0	15,69
2	Stato di fatto	1b	2	5	5	0	15,69
3	Stato di fatto	2	14	24	48	0,5	15,69
4	Modificata	2	14	24	48	0,5	15,69

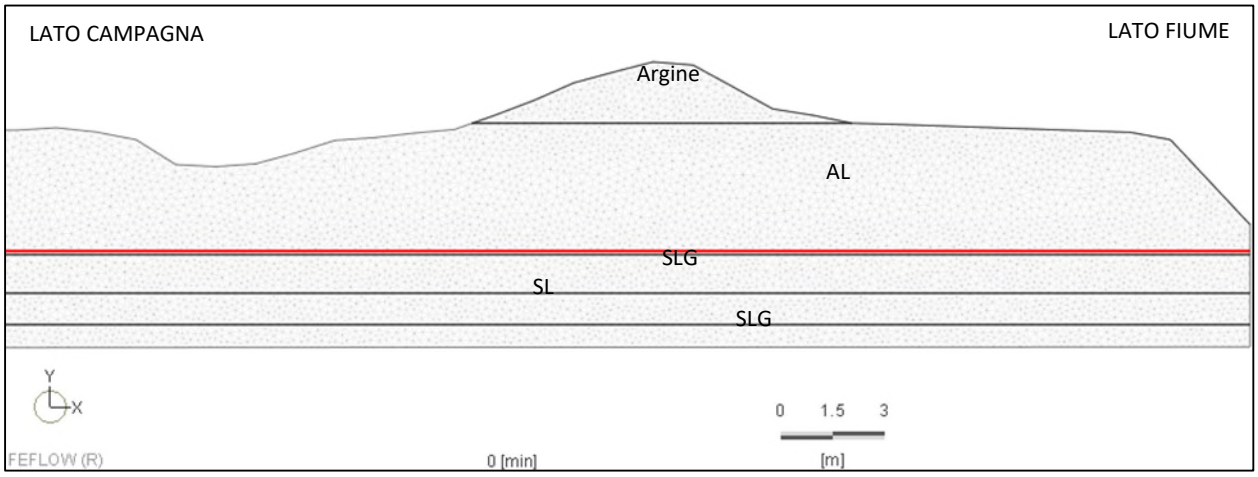


Fig. 19 Rappresentazione iniziale del modello di verifica in cui sono rappresentati gli strati individuati e il livello di saturazione iniziale (in rosso)

In questo caso la sezione presenta un unico livello di argille (AL in Fig. 15) le cui caratteristiche di permeabilità, individuate dalla prova Lefranc, sono indicate nella tabella sottostante.

Tab. 6 Valori di conducibilità e porosità degli strati con riferimento alla figura precedente

Strato	Conducibilità	Porosità
	m/s	
Argine	3,84e-5	0,32
AL	3,84e-5	0,32
SLG	5e-4	0,35
SL	1e-4	0,35

In assenza di prove dirette, agli strati più profondi, prevalentemente composti da materiali grossolani, è stato assegnato un valore di permeabilità consono per quei tipi di tessiture.

5.1.2.1 Simulazione 1

La Fig. 20 rappresenta la situazione più critica evidenziata durante la modellazione (le linee nere a curve di ugual carico idraulico). Sono inoltre raffigurate per ogni nodo la direzione e la velocità (metri al giorno) del flusso in quel punto. Considerando quest'ultima informazione grafica si può notare come nel livello di materiale ghiaioso le velocità siano nettamente superiori rispetto ai terreni a maggior componente fine degli strati superiori.

Nel caso analizzato la filtrazione nel corso dell'evento non ha portato alla fuoriuscita di acqua nel lato campagna delle arginature.

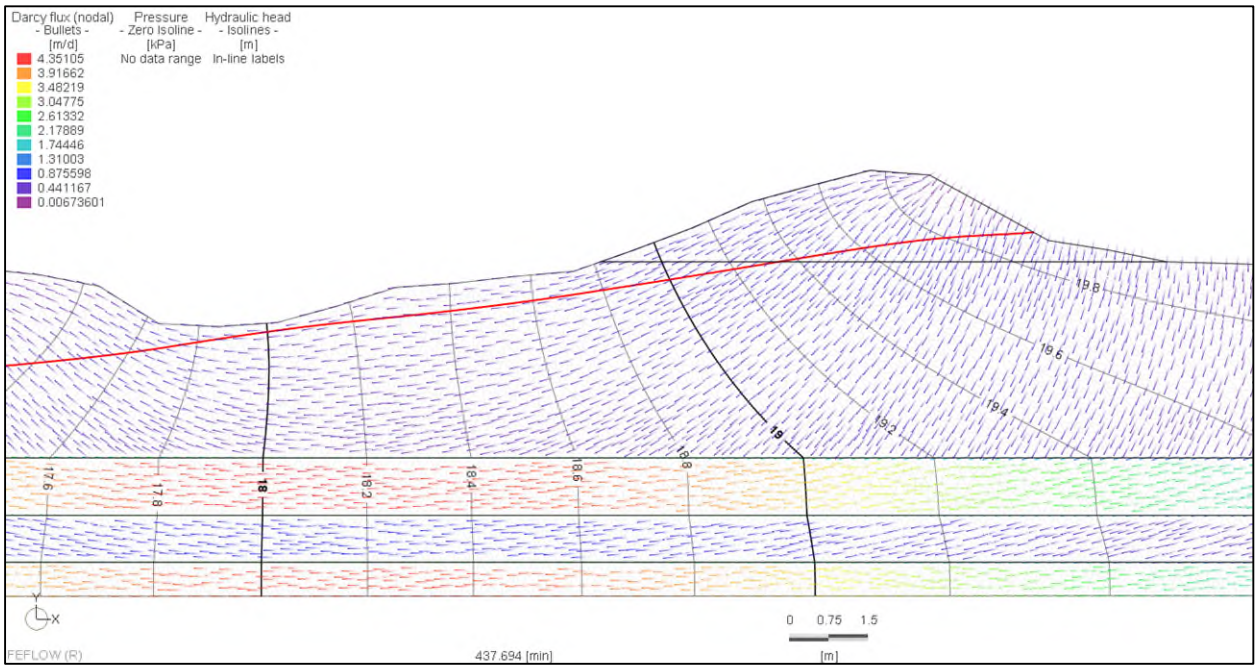


Fig. 20 Situazione dopo più di 7h: si può notare come il livello saturazione rimanga all'interno del corpo arginale e al disotto del piano campagna per tutta la durata dell'evento di piena

5.1.2.2 Simulazione 2

In questo caso, mantenendo la quota massima di piena per un ulteriore ora rispetto alle 4h della simulazione precedente, si nota come la linea di saturazione arrivi a contatto con la superficie causando la fuoriuscita di acqua dietro al corpo arginale.

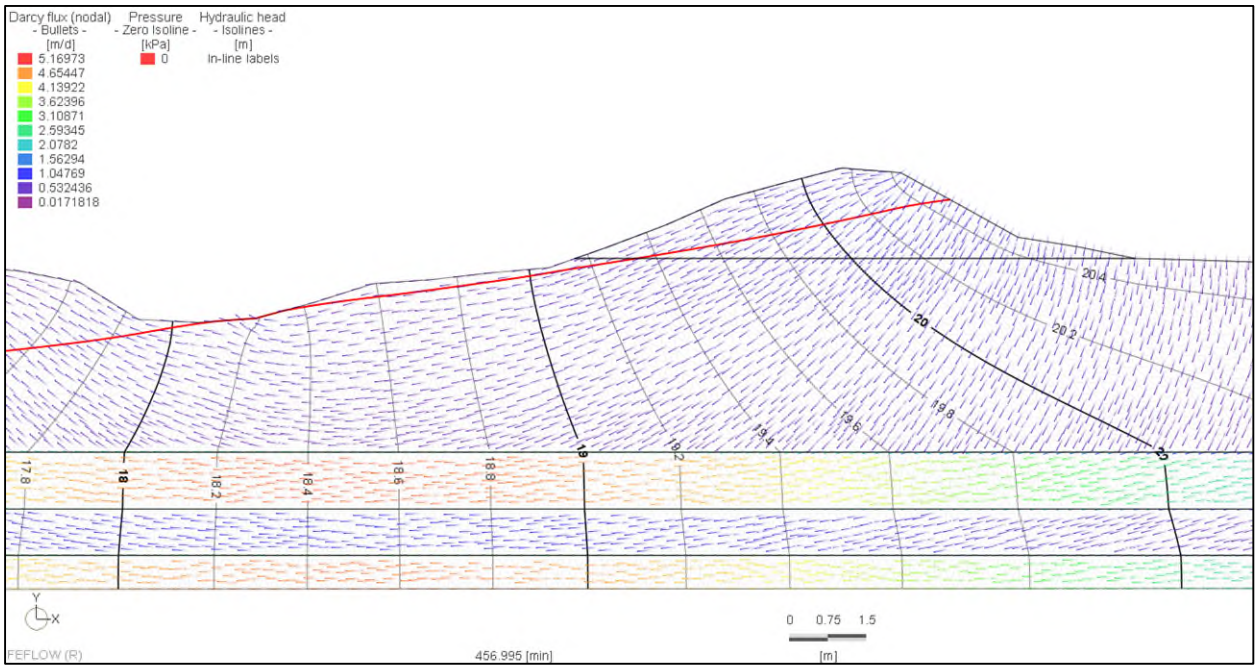


Fig. 21 Situazione dopo più di 7h: si può notare come il livello saturazione fuoriesca dal corpo arginale e oltre il piano campagna

5.1.2.3 Simulazione 3

La Fig. 22 rappresenta la situazione più critica evidenziata durante la modellazione. Si nota come la linea di saturazione arrivi a contatto con la superficie causando la fuoriuscita di acqua dietro al corpo arginale.

In questo caso la filtrazione avviene inizialmente nel canale sul lato campagna e subito dopo anche alle spalle del corpo arginale.

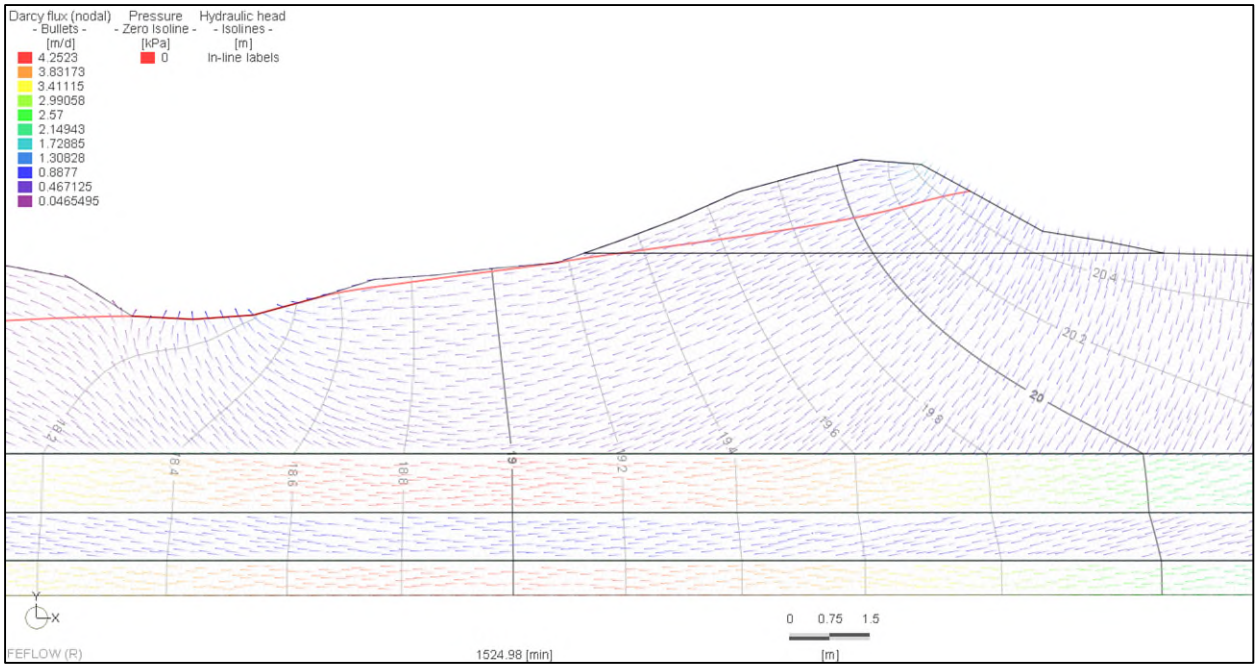


Fig. 22 Situazione dopo più di 24h: si può notare come il livello saturazione fuoriesca dal corpo arginale e oltre il piano campagna

5.1.2.4 Simulazione 4

In queste simulazioni è stato modificato il profilo della sezione di riferimento SN02, allargando la sezione arginale e il controfosso dietro allo stesso.

Come si può notare in Fig. 23 e Fig. 24, nonostante una maggiore ampiezza della sezione arginale la linea di saturazione arrivi ugualmente in superficie anche se in un tempo superiore. Questo è principalmente causato da una non ottimale permeabilità arginale e un substrato superficiale a tessiture più grossolane (maggiore permeabilità) che potrebbe portare all'instaurarsi di probabili processi di sifonamento di poco oltre il piede arginale e compromettendo la stabilità degli stessi.

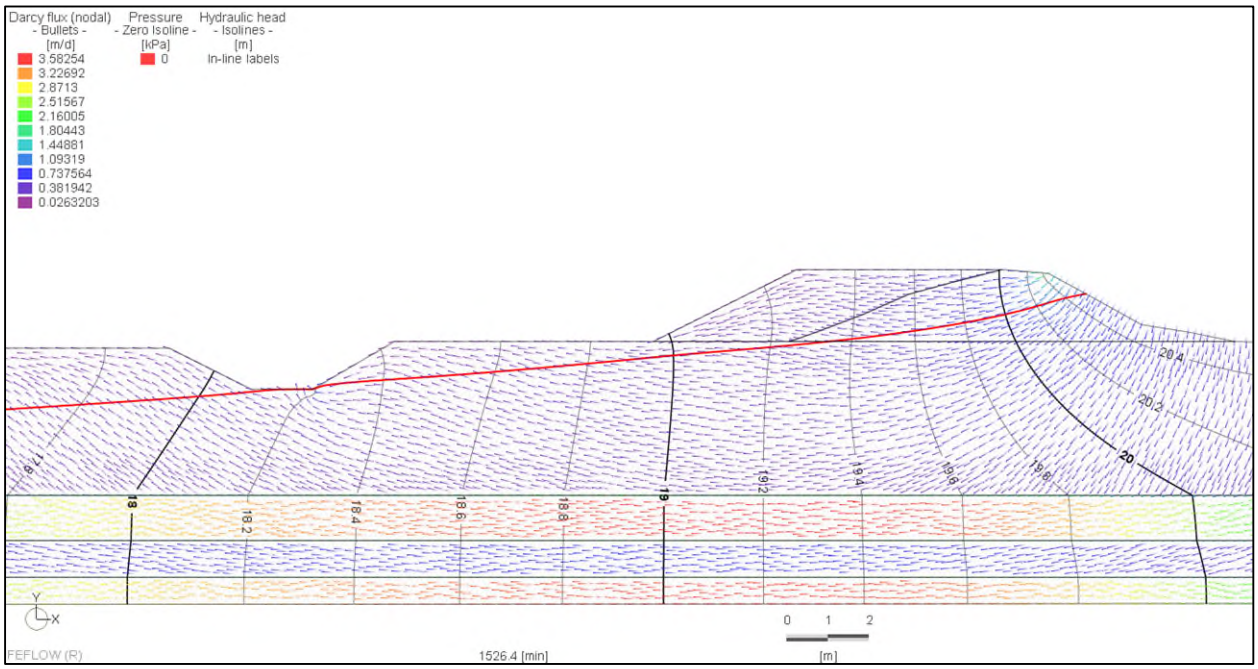


Fig. 23 Situazione dopo più di 25h: si può notare come il livello saturazione fuoriesca dal corpo arginale e oltre il piano campagna. In questo caso la sezione è stata allargata di 5m

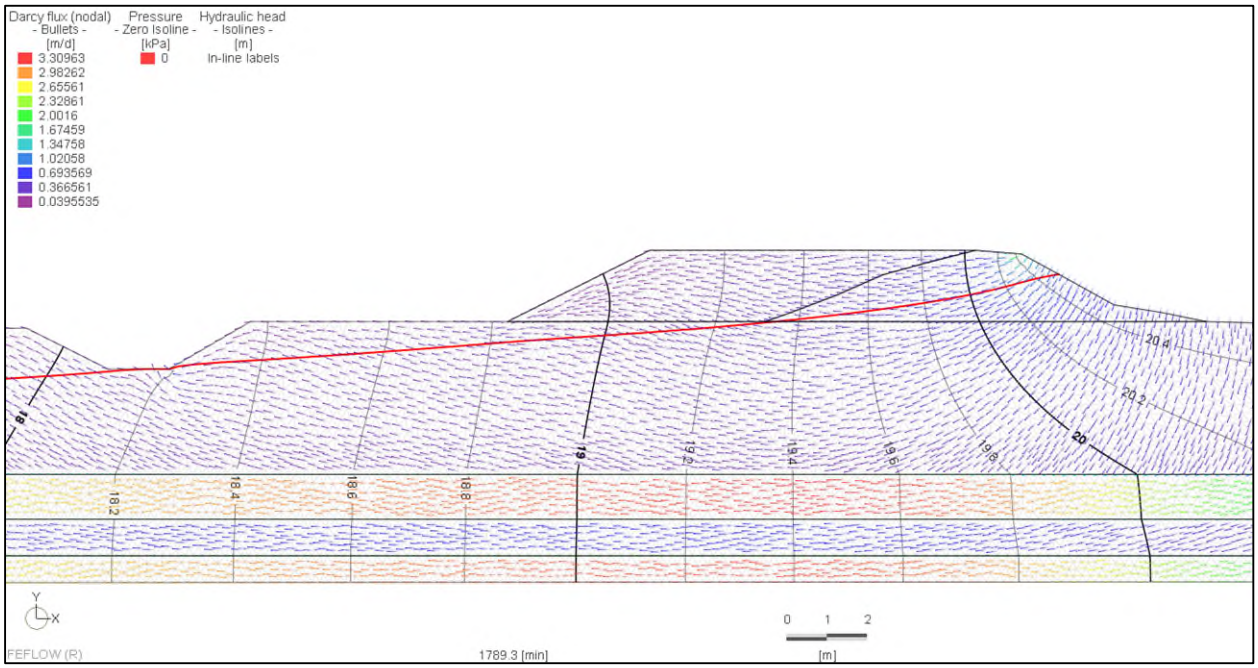


Fig. 24 Situazione dopo quasi 30h: si può notare come il livello saturazione fuoriesca dal corpo arginale e oltre il piano campagna. In questo caso la sezione è stata allargata di 8m

5.1.3. Scenario C

State eseguite simulazioni in stato transitorio, in cui è stato considerato un carico variabile nel tempo, secondo differenti simulazioni di verifica.

Tab. 7 Caratteristiche degli scenari di verifica

Simulazione n.	Sezione	Idrogramma	Innalzamento piena	Mantenimento piena	Discesa piena	Franco	Quota falda di partenza
			h	*h*	*h*	*m*	*m slm*
1	Stato di fatto	1	2	4	5	0	15,69
2	Stato di fatto	1b	2	5	5	0	15,69
3	Stato di fatto	2	14	24	48	0,5	15,69
4	Di progetto	2	14	24	48	0,5	15,69

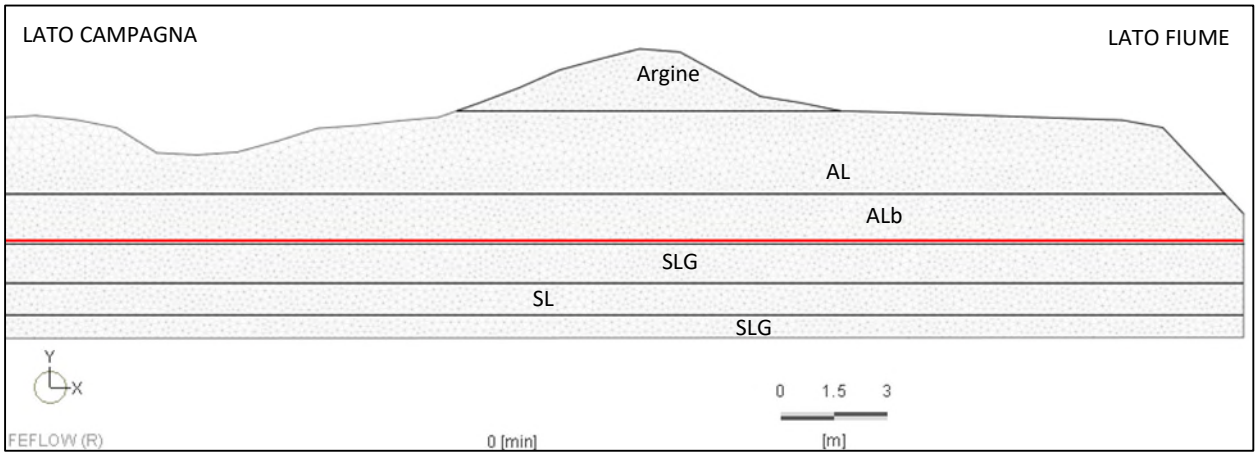


Fig. 25 Rappresentazione iniziale del modello di verifica in cui sono rappresentati gli strati individuati e il livello di saturazione iniziale (in rosso)

Tab. 8 Valori di conducibilità e porosità degli strati con riferimento alla figura precedente

Strato	Conducibilità	Porosità
	m/s	
Argine	1e-10	0,32
AL	1e-10	0,32
ALb	3,84e-5	0,32
SLG	5e-4	0,35
SL	1e-4	0,35

In assenza di prove dirette, agli strati più profondi, prevalentemente composti da materiali grossolani, è stato assegnato un valore di permeabilità consono per quei tipi di tessiture

5.1.3.1 *Simulazione 1*

Come si evince nella figura sottostante, dopo 6h, alla fine del periodo di mantenimento della piena, la linea di imbibizione rimane confinata limitatamente all'interno del rilevato arginale non comportando fenomeni di filtrazione a tergo dell'argine.

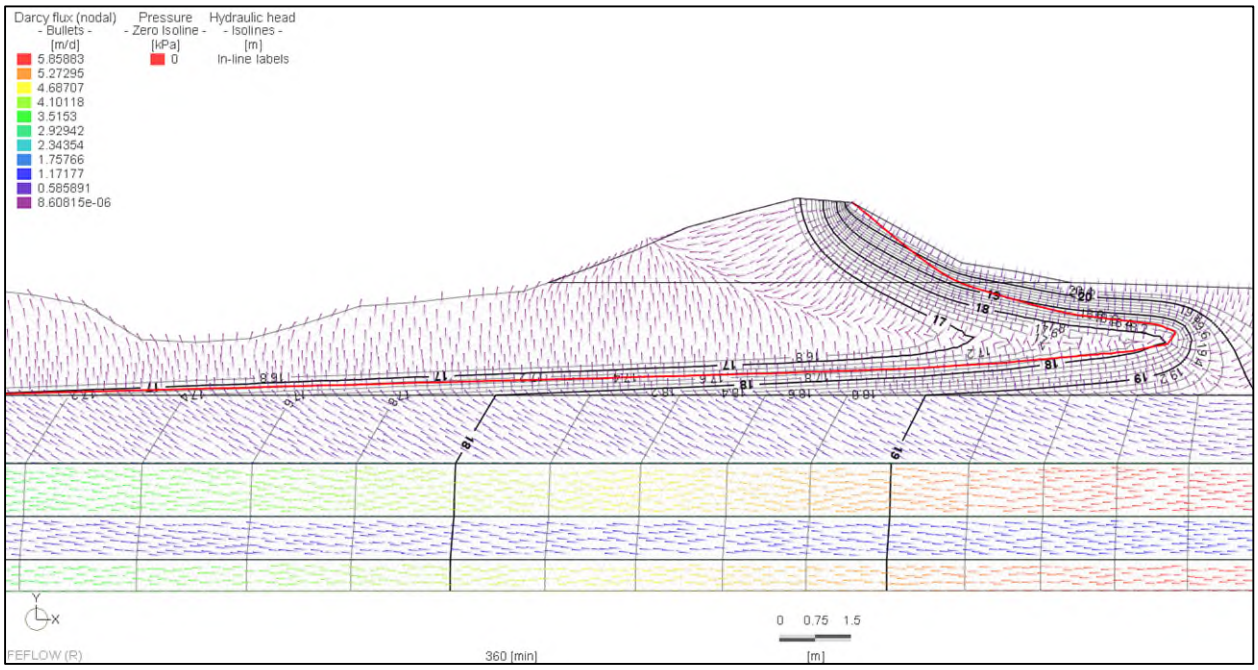


Fig. 26 Situazione dopo più di 6h: si può notare come il livello saturazione rimanga all'interno del corpo arginale e al disotto del piano campagna per tutta la durata dell'evento di piena

5.1.3.2 *Simulazione 2*

Anche in questo caso, aumentando di solo un ora il tempo di permanenza della piena, la filtrazione dell'acqua non raggiunge la superficie.

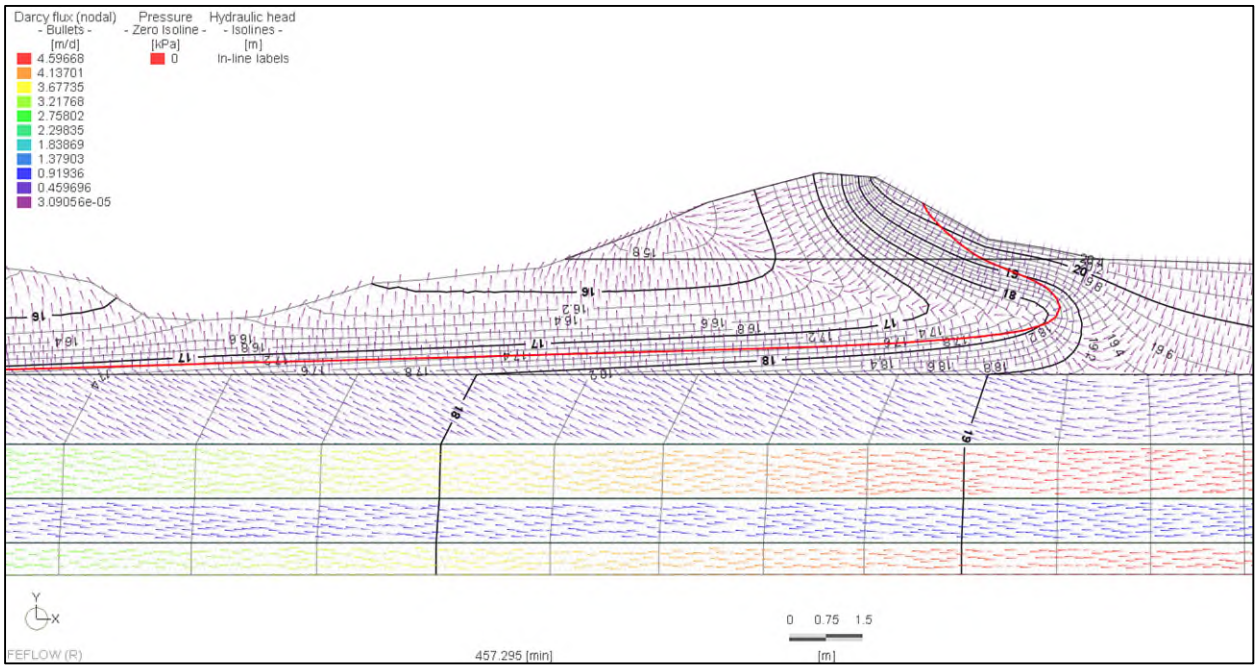


Fig. 27 Situazione dopo quasi 8h: si può notare come il livello saturazione rimanga all'interno del corpo arginale e al disotto del piano campagna per tutta la durata dell'evento di piena

5.1.3.3 *Simulazione 3*

Applicando il secondo idrogramma (86h tra arrivo e discesa della piena) si nota come ha luogo il processo di filtrazione nel canale subito dietro il rilevato arginale.

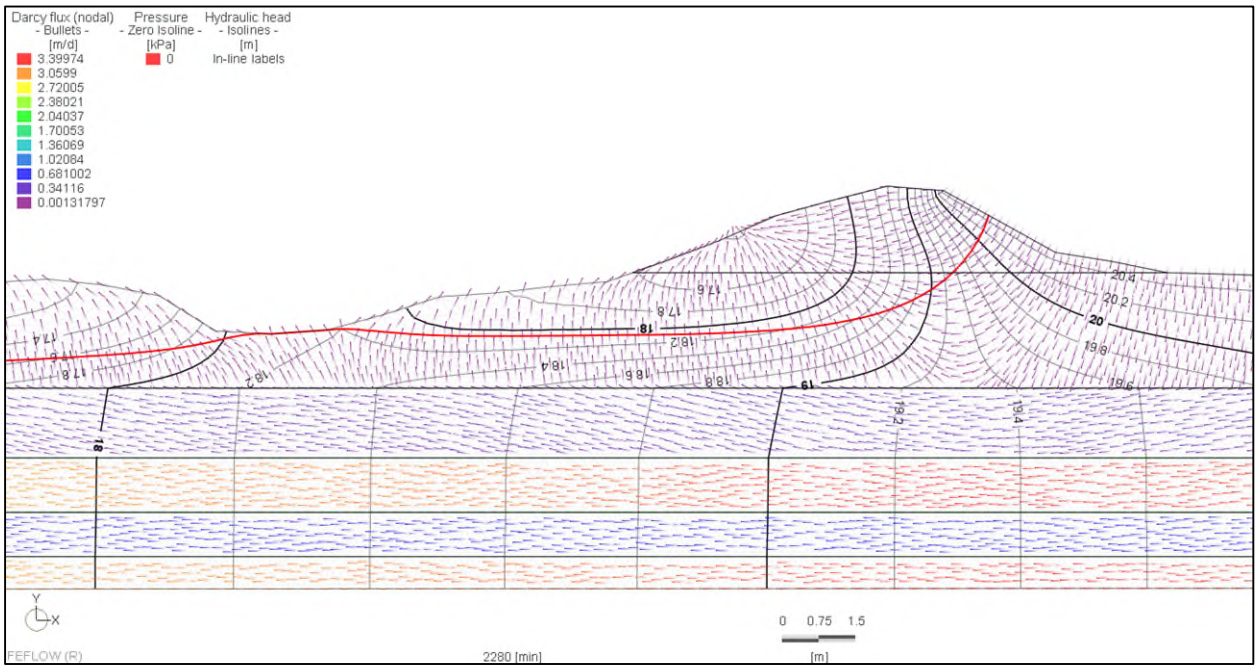


Fig. 28 Situazione dopo 38h: si può notare come il livello saturazione fuoriesca dal corpo arginale e oltre il piano campagna

5.1.3.4 *Simulazione 4*

Per questa simulazione è stata modificata la sezione di verifica in modo da regolarizzare l'assetto dell'argine.

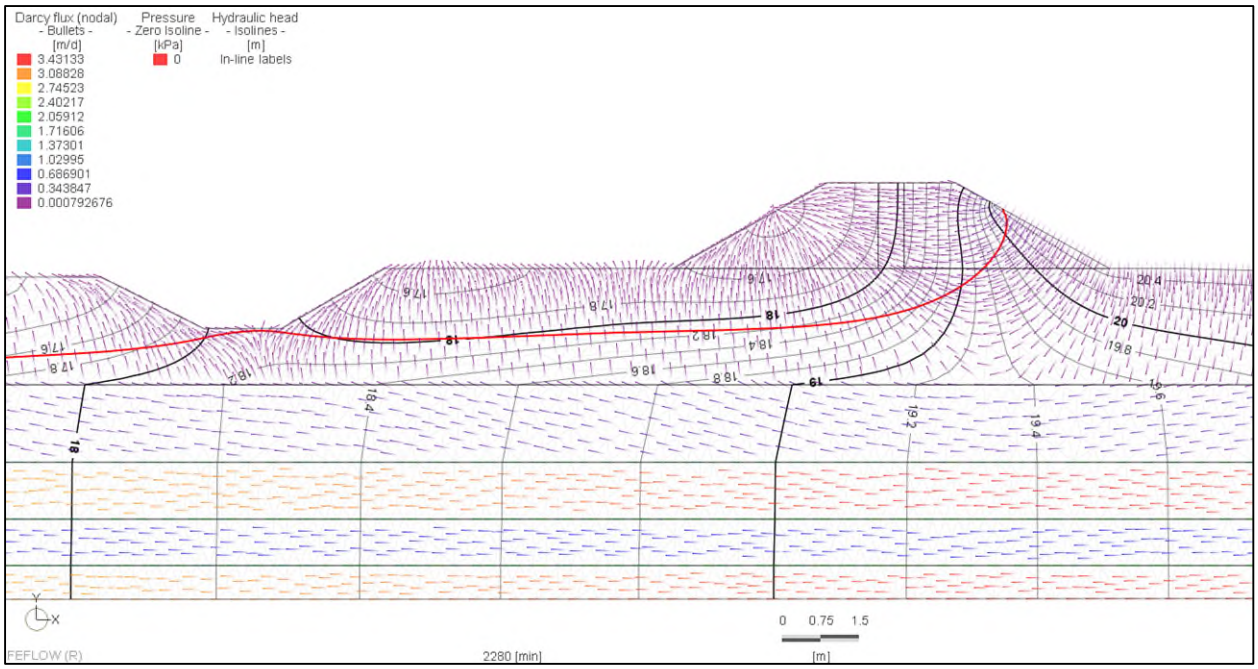


Fig. 29 Situazione dopo 38h: si può notare come il livello saturazione rimanga di poco all'interno del terreno non facendo fuoriuscire acqua oltre il piano campagna

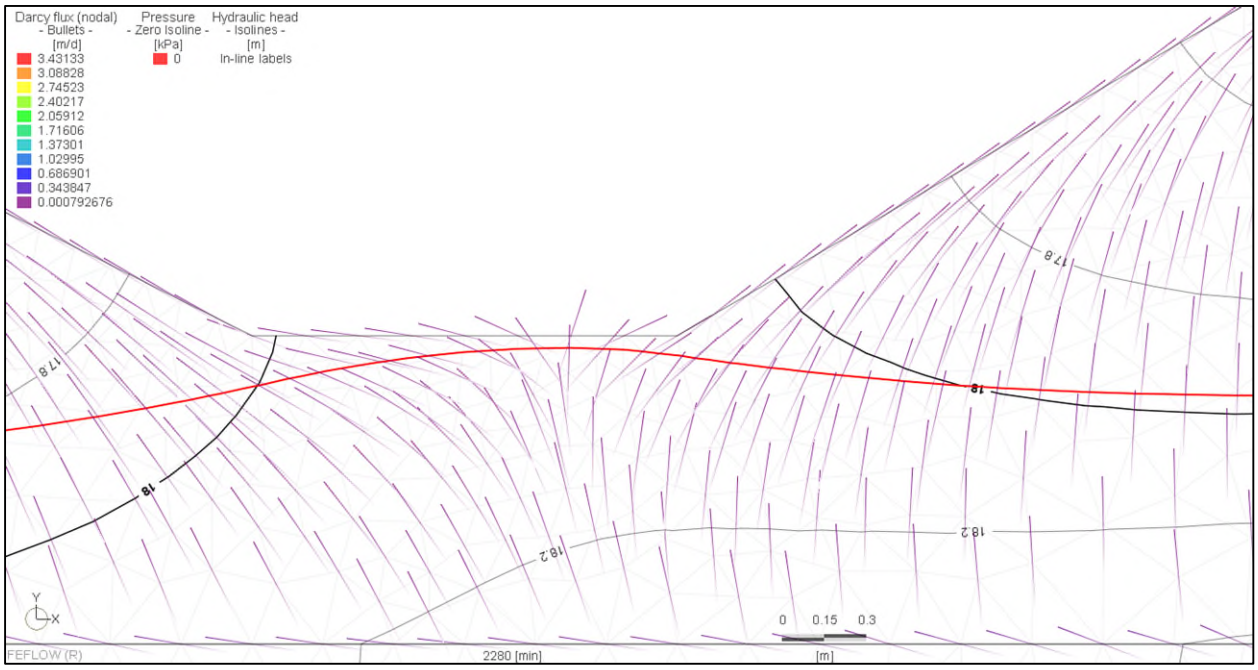


Fig. 30 Dettaglio di Fig. 29 in cui si evidenzia come il livello di saturazione rimanga di poco sotto il piano campagna

Come si vede Fig. 27 la linea di imbibizione non raggiunge il piano campagna. Inoltre, si nota come in corrispondenza del canale presente dietro al rilevato arginale, un incurvamento della linea di saturazione causato dalla minor resistenza offerta dall'aria presente nei pori del terreno in quel punto.

5.2 Sezione SN04

I valori di permeabilità utilizzati per queste simulazioni, sono stati ricavati dalle prove di permeabilità in sito effettuate nel vicino sondaggio SN03, in cui la prova di tipo Lefranc, ad una profondità di 3,8 m dalla sommità arginale a determinato un coefficiente di permeabilità di 5,82e-5 m/s.

È stata eseguita una simulazione in stato transitorio, in cui è stato considerato un carico variabile nel tempo. Nella tabella sottostante sono riassunte le principali caratteristiche.

Tab. 9 Caratteristiche degli scenari di verifica

Simulazione n.	Sezione	Idrogramma	Innalzamento piena	Mantenimento piena	Discesa piena	Franco	Quota falda di partenza
			h	*h*	*h*	*m*	*m slm*
1	SN04	2	14	24	48	0,5	11,16

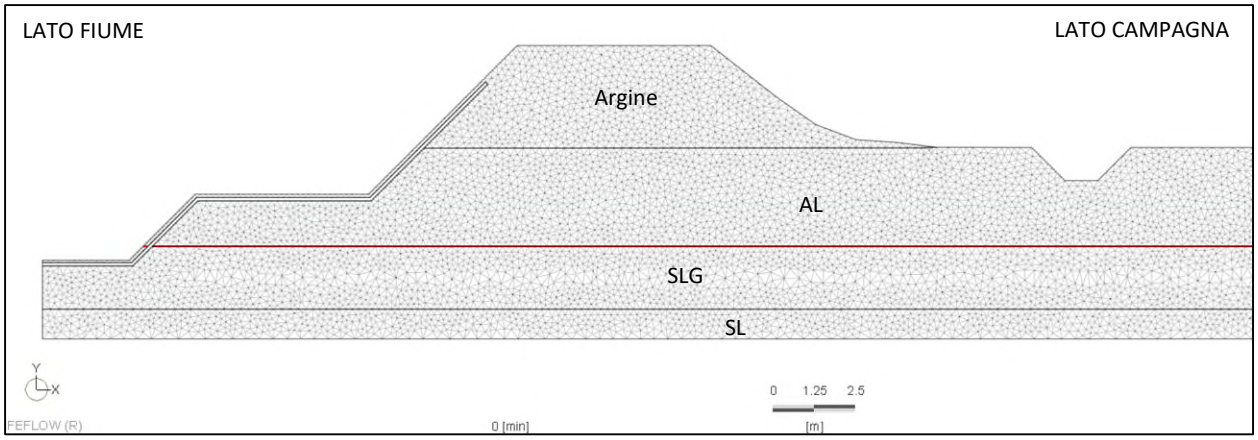


Fig. 31 Rappresentazione iniziale del modello di verifica in cui sono rappresentati gli strati individuati e il livello di saturazione iniziale (in rosso)

Tab. 10 Valori di conducibilità e porosità degli strati con riferimento alla Fig. 31

Strato	Conducibilità	Porosità
	m/s	
Argine	5,82e-5	0,32
AL	5,82e-5	0,32
SLG	5e-4	0,35
SL	1e-4	0,35

In assenza di prove dirette, agli strati più profondi, prevalentemente composti da materiali grossolani, è stato assegnato un valore di permeabilità consono per quei tipi di tessiture.

Per questa simulazione, considerata la presenza del rivestimento impermeabile in calcestruzzo, si è imposto, cautelativamente, un aumento del carico idraulico di un metro nella porzione di terreno lato Mogoro, che simula il contributo di acqua proveniente a monte dello stesso, una piccola percentuale di infiltrazione.

In Fig. 32 si evidenzia come il livello di saturazione rimanga al di sotto del piano campagna, escludendo quindi processi di filtrazione.

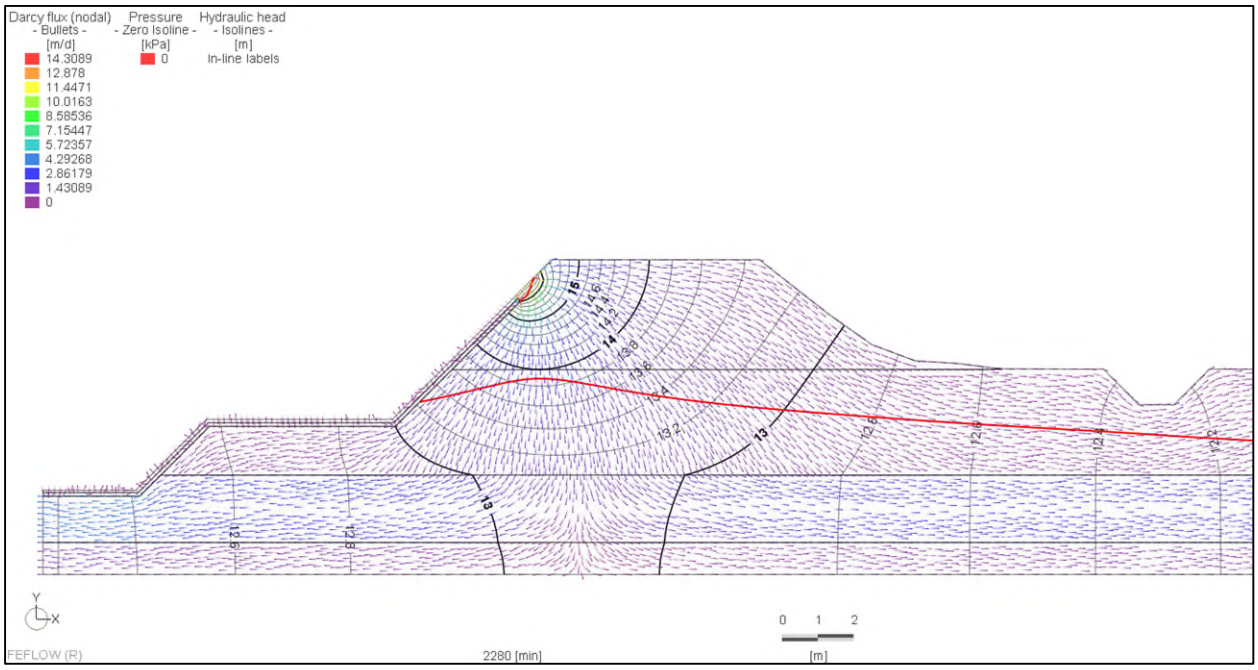


Fig. 32 Situazione dopo 38h: si può notare come il livello saturazione rimanga al di sotto del piano campagna per tutta la durata dell'evento di piena

6 Verifiche di stabilità

6.1 Riferimenti

Secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, le verifiche di sicurezza allo stato ultimo (SLU) delle opere in materiali sciolti devono essere effettuate secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2) e quindi tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle.

Tab. 11 Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 [1]	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tab. 12 Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 13 Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere in materiali sciolti e di fronti di scavo

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Nelle analisi deve risultare rispettata la condizione $E_d \leq R_d$ (essendo E_d il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e R_d il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico), verificando che non si raggiunga le condizioni di stato limite ultimo con valori di progetto delle azioni e dei parametri geotecnici.

In particolare, la normativa prevede che *"….per le opere aventi funzioni di ritenuta idraulica, lo stato limite ultimo è da verificarsi con riferimento alla stabilità dei paramenti, in tutte le possibili condizioni di esercizio. Si deve porre particolare attenzione alle problematiche relative al sifonamento ed all'erosione, in relazione alle caratteristiche dei terreni di fondazione dei materiali con i quali è realizzata l'opera, tenendo conto di quanto indicato al § 6.2.3.2. I livelli di sicurezza prescelti devono essere giustificati in relazione alle conseguenze del raggiungimento dello stato limite ultimo."*

Al fine di rappresentare tutte le possibili condizioni critiche per gli argini in esame sono stati considerati i seguenti scenari:

Al fine di eseguire le verifiche di sicurezza quindi, sono state eseguite le seguenti simulazioni:

- Rilevato arginale in condizioni di piena: verifica allo stato limite ultimo SLV, Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2) e considerando una piena di progetto caratterizzata da una salita in 3 ore, mantenimento in quota (0,5m di franco alla testa dell'argine) per 5 ore e conseguente discesa in 5 ore;
- Rilevato arginale in condizioni di rapido svaso: verifica allo stato limite ultimo SLV, Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2) e considerando un rapido svaso della piena, il quale determina uno squilibrio della componente stabilizzante data dalla presenza del carico idraulico dell'acqua lato fiume.

6.2 Analisi numerica

6.2.1. Premessa metodologica

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

- Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
- In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Quando si verifica la stabilità di un rilevato o pendio, si possono considerare diversi tipi di superfici di rottura. Queste ultime possono avere forme diverse: circolare, piana e forme più complesse. Nel caso in cui il terreno sia relativamente omogeneo e isotropo nei riguardi della resistenza, è di solito sufficiente considerare superfici di rottura circolari. In terreni molto stratificati invece, con notevoli variazioni delle caratteristiche geotecniche, va data particolare attenzione agli strati con resistenza al taglio più bassa, e quindi è necessario considerare superfici di rottura non circolari. In sostanza quindi le verifiche di sicurezza devono essere eseguite lungo superfici di scorrimento cinematicamente possibili, in numero sufficiente per determinare la superficie critica alla quale corrisponde il grado di sicurezza più basso.

Il livello di sicurezza è espresso, in generale, come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico, e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale (NTC08).

L'analisi di stabilità è stata condotta mediante il programma di calcolo Geostru - Slope , basato sulla teoria dell'equilibrio limite, che effettua la ricerca automatica delle superfici di rottura con coefficiente di sicurezza minimo. Questa teoria studia l'equilibrio di un corpo rigido (pendio e superficie di scorrimento) calcolandone le tensioni di taglio τ e la resistenza disponibile τ_f, valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb. Quindi il fattore di sicurezza Fs è espresso da:

$$Fs = \frac{\tau_f}{\tau}$$

Il grado di sicurezza ritenuto accettabile deve essere giustificato sulla base del livello di conoscenze raggiunto, dell'affidabilità dei dati disponibili e del modello di calcolo adottato in relazione alla complessità geologica e geotecnica, nonché sulla base delle conseguenze di un'eventuale frana.

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.). In alternativa, la stabilità può essere verificata ricercando un campo di tensioni statisticamente ammissibile oppure impiegando il metodo degli elementi finiti.

I vari metodi di calcolo dell'equilibrio limite disponibili in lettura, si basano tutti su due ipotesi fondamentali:

- Il coefficiente di sicurezza (Fs) è definito come rapporto tra la resistenza al taglio e lo sforzo di taglio mobilitato lungo un'ipotetica superficie di scorrimento;
- Il coefficiente di sicurezza (Fs) è considerato costante in tutti i punti della superficie di scorrimento;

Nel nostro caso di studio il fattore di sicurezza viene calcolato utilizzando il metodo di Janbu, il quale estese il metodo di Bishop, valido solamente per superfici di scorrimento circolare, a superfici di forma qualsiasi.

6.2.2. Metodo di Janbu (1967)

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

Con il metodo di Janbu si tiene conto delle forze di interazione tra i conci, ma si considera che esse agiscono lungo una linea di spinta prefissata. La soluzione si ottiene per successive iterazioni.

$$F = \frac{f_0 \sum\{c' b_i (W_i - u_i b_i + \Delta X_i) \tan \varphi_i\} \frac{F}{\cos^2 \alpha_i (1 + \tan \alpha_i \tan \varphi_i)}}{\sum W_i \tan \alpha_i}$$

In cui:

c'= coesione efficace

b_i= larghezza della base del concio i-esimo

W_i= peso del concio i-esimo

α_i= inclinazione della base del concio

u_i= pressione interstiziale agente alla base del concio i-esimo

φ_i= angolo di resistenza al taglio

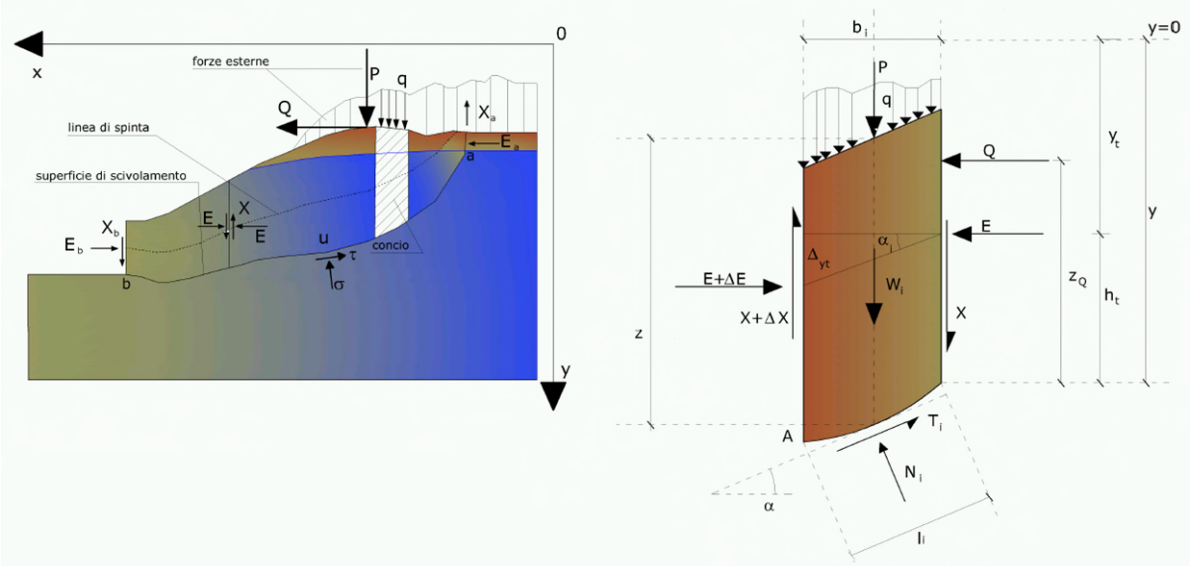


Fig. 33 Rappresentazione d'insieme dell'ammasso e azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu.

Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario.

Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente: $F_{corretto} = f_0 F$

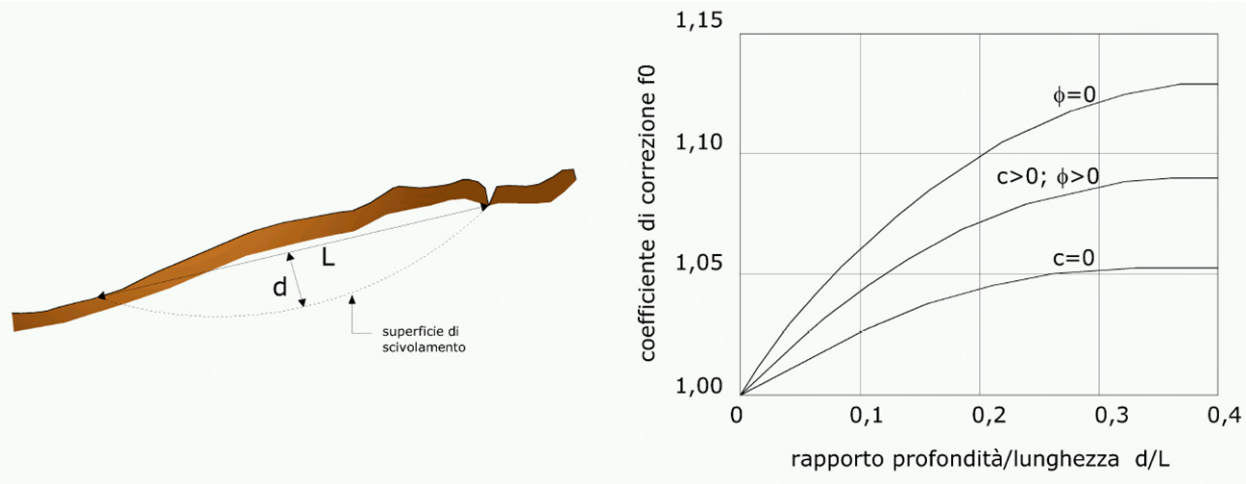
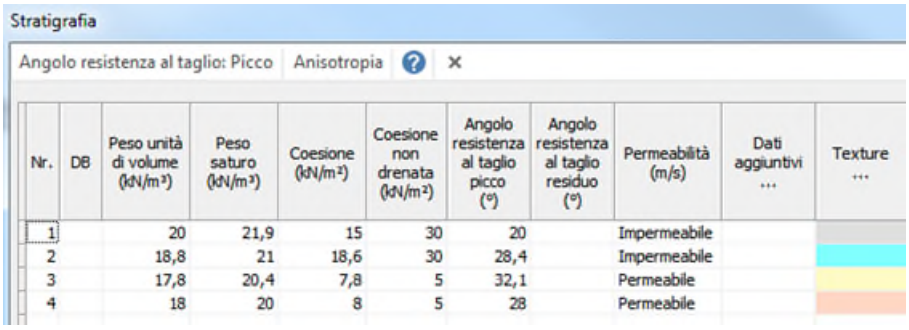


Fig. 34 Calcolo del fattore correttivo f0

dove f_0, fattore di correzione empirico, dipende dalla forma della superficie di scivolamento e dai parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

6.2.3. Risultati

Dall'analisi del modello geologico sono stati ricostruiti gli orizzonti costituenti il corpo arginale e i terreni di fondazione e dal modello geotecnico sono stati ricavati i parametri geotecnici necessari alle verifiche di stabilità come riportato nella seguente figura.


Stratigrafia

Angolo resistenza al taglio: Picco | Anisotropia

Nr.	DB	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio picco (°)	Angolo resistenza al taglio residuo (°)	Permeabilità (m/s)	Dati aggiuntivi ...	Texture ...
1		20	21,9	15	30	20		Impermeabile		
2		18,8	21	18,6	30	28,4		Impermeabile		
3		17,8	20,4	7,8	5	32,1		Permeabile		
4		18	20	8	5	28		Permeabile		

Fig. 35 Estratto dei parametri geotecnici riassuntivi utilizzati nel software SLOPE – GeoStru per le verifiche di stabilità

Dopo aver posizionato la maglia di centri, il programma utilizzato ha esaminato tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Nella tabella sottostante, sono riportati i valori di Fs ottenuti nelle varie ipotesi e condizioni indicate.

Tab. 14 Valori di Fs determinati lungo i profili di verifica

Scenario di verifica	Massimo invaso	Rapido svaso
	Fs	Fs
Condizioni di verifica Non Drenate	4,49	3,83
Condizioni di verifica Drenate	3,94	3,41

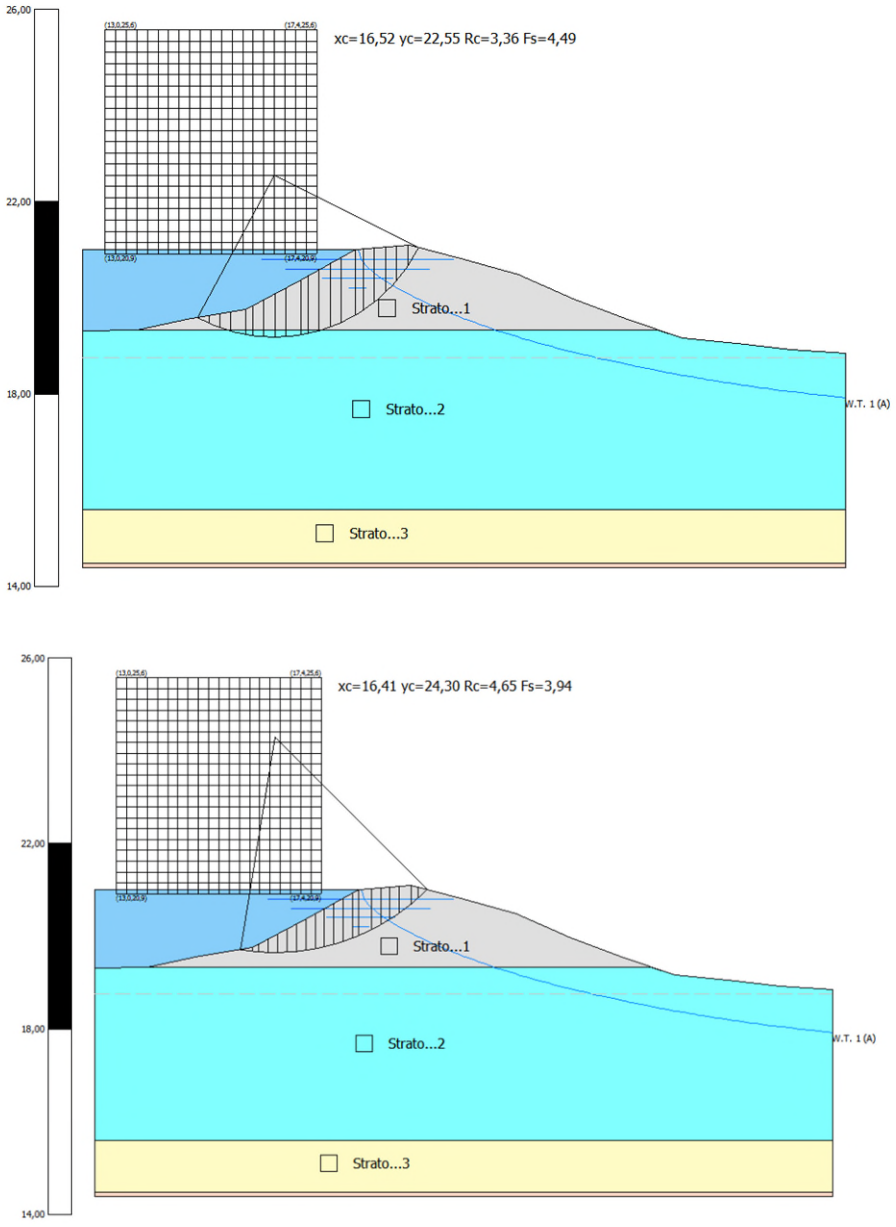


Fig. 36 Rappresentazione delle verifiche di stabilità nello scenario di <u>massimo invaso</u> con indicata la superficie a minor fattore di sicurezza (*a) condizioni Non Drenate; b) condizioni Drenate*)

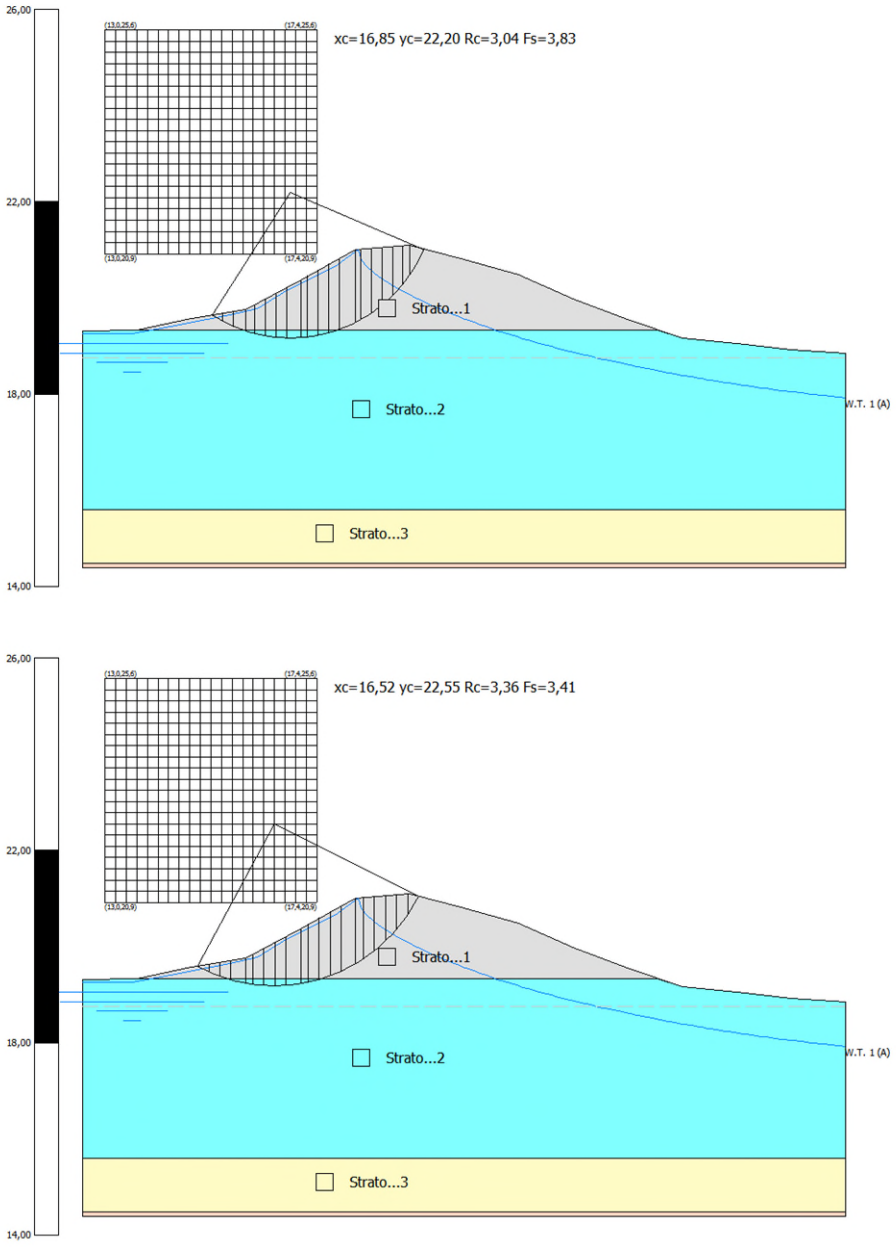


Fig. 37 Rappresentazione delle verifiche di stabilità nello scenario di <u>rapido svaso</u> con indicata la superficie a minor fattore di sicurezza (*a) condizioni Non Drenate; b) condizioni Drenate*)

Dai risultati ottenuti possiamo costatare che tutti gli scenari analizzati sono verificati.

7 Conclusioni

Gli argini analizzati, lungo tutto il tratto in esame, sono costituiti prevalentemente da materiali fini, argille e limi, con intervalli di livelli sabbiosi con un repentino cambiamento di granulometria a profondità più elevate in cui si sovrappongono strati composti da ghiaie sabbioso argillose e sabbie limose.

Dalle analisi di laboratorio e dalle indagini svolte in campagna (svolte nel febbraio '19) è emersa una buona consistenza dei materiali costituenti, presentando tuttavia permeabilità discordanti.

Verifiche a filtrazione

In questo senso, le analisi di filtrazione eseguite nel tratto non rivestito hanno testimoniato, in base ai coefficienti di permeabilità adottati, diversi risultati:

- utilizzando i parametri determinati tramite prove di laboratorio, si riscontra una anomala impermeabilità dei livelli argillosi (1e-10 m/s) in questo caso poco cautelativa;
- **applicando i coefficienti da prove di permeabilità svolte in sito e la piena indicata nell'idrogramma proposto dal Piano di gestione del rischio alluvioni – Bacino del rio Mogoro (Fig. 14) si manifesta una completa saturazione del rilevato arginale oltre a potenziali fenomeni di filtrazione e sifonamento;**
- valutando i precedenti risultati, si sono applicati coefficienti di permeabilità al rilevato arginale, composto prevalentemente di argille, consoni per le tessiture di cui è composto, oltre a considerare i valori determinati dalle prove in sito. In queste circostanze si riscontra che, nonostante una parziale penetrazione del flusso all'interno del rilevato, la transitorietà del flusso e lo stato parziale di saturazione non alterano in modo significativo le condizioni di stabilità generale: **in tal senso sono emersi potenziali fenomeni di sifonamento (cap 5.1.3.3 – Simulazione 3). Queste criticità tendono a ridursi con una riprofilatura della sezione stessa (cap 5.1.3.4 – Simulazione 4).**

Nel tratto rivestito artificialmente, le analisi di filtrazione non hanno evidenziato fenomeni di sifonamento.

Verifiche di stabilità nelle condizioni attuali

Infine, sono state eseguite le verifiche di stabilità in condizioni sia breve che a lungo termine, in condizioni di massimo invaso e a seguito di un rapido svaso, implementando la linea reale di saturazione ottenuta dalle precedenti analisi di filtrazione nel caso di argine attuale (NON lo scenario di futuro allargamento o realizzazione della cassa di laminazione). Come ripreso in Tab. 15, il coefficiente di sicurezza è risultato inferiore per la condizione di rapido svaso, in cui viene a mancare la pressione dell'acqua sul terrapieno, e durante la repentina caduta del tirante idrico le pressioni neutre nel corpo arginale si dissipano più lentamente, riducendo le condizioni di stabilità.

Tab. 15 Valori dei fattori di sicurezza determinati lungo la sezione di verifica

Condizioni di verifica	Massimo invaso	Rapido svaso
	Fs	***Fs***
Non drenate	4,49	3,83
Drenate	3,94	3,41

In tutti gli scenari eseguiti la stabilità risulta verificata: il fattore di sicurezza minimo calcolato è sempre superiore alla soglia imposta dalla vigente normativa, anche con applicazione dei coefficienti parziali sui parametri geotecnici.

Nonostante la stabilità dei rilevati arginali si riscontra comunque una certa instabilità dei paramenti golenali a diretto contatto con le acque del Rio Mogoro.

ALLEGATO 1 – SONDAGGI GEOGNOSTICI, PROVE DI LABORATORIO ED ELABORAZIONI SPT

GEOAMBIENTE ITALIA snc
VIA MURICHESSA 76 NUORO
TEL/FAX . 0784/205179
www.geoambienteitalia.it

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
ART AMBIENTE RISORSE TERRITORIO	2,90 m			
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
NICOLA DONEDDU	VERIFICHE SPONDALI RIO MOGORO			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
DOTT. GEOL. ALESSIO DONEDDU	PZ1 (POZZETTO GEOGNOSTICO)	CONTINUO	CASAGRANDE C6	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove
1		ARGILLE DEBOLMENTE LIMOSE. COLORE MARRON BRUNO												
2			2.50											
		SABBIE ARGILLOSO LIMOSE. COLORE MARRON CHIARO												
			2.90											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:CONTINUO

Sonda:CASAGRANDE C6
Responsabile





GEOAMBIENTE ITALIA snc
VIA MURICHESSA 76 NUORO
TEL/FAX . 0784/205179
www.geoambienteitalia.it

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
ART AMBIENTE RISORSE TERRITORIO	8 m			
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
NICOLA DONEDDU	VERIFICHE SPONDALI RIO MOGORO			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
DOTT. GEOL. ALESSIO DONEDDU	S1	CONTINUO	CASAGRANDE C6	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove
1		ARGILLE DEBOLMENTE LIMOSE. COLORE MARRON BRUNO			8-5-4									
2					1.80 PC									
3														
4			4.70											
5		SABBIE LIMOSE CON ABBONDANTE PRESENZA DI GHIAIE POLIGENICHE ETEROMETRICHE. COLORE MARRON OCRA			13-15-17							5.10		
6					5.50 PC									
			6.70											
		SABBIE ARGILLOSO LIMOSE. COLORE OCRA	7.00											
7		SABBIE LIMOSE CON ABBONDANTE PRESENZA DI GHIAIE POLIGENICHE ETEROMETRICHE. COLORE OCRA												
			8.00											
8														

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:CONTINUO

Sonda:CASAGRANDE C6
Responsabile

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Analisi granulometrica
CNR UNI 10006

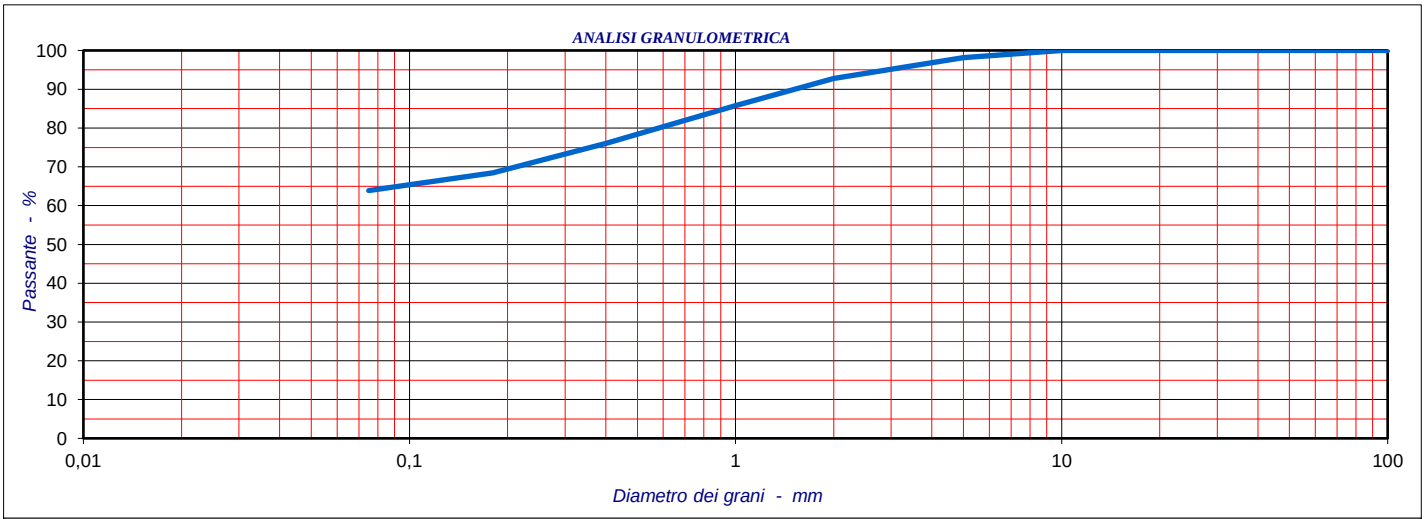
certificato n°180/19

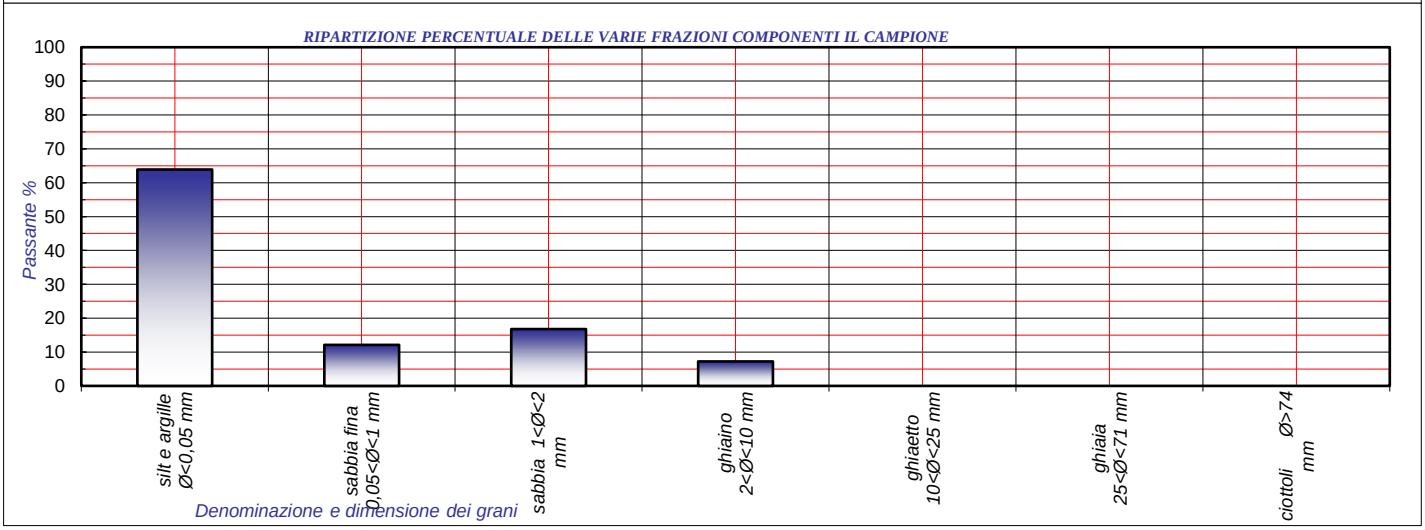
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
Campioni: Denominato " ***CAMPIONE S1 230-270*** *" campionato dal sondaggio geognostico S1 alla profondità di 2,30 2,70 metri d*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

ANALISI GRANULOMETRICA *(CNR-B.U. n° 23)*													
Diametro dei grani	*100*	*71*	*60*	*40*	*25*	*15*	*10*	*5*	*2*	*1*	*0,4*	*0,18*	*0,075*
Passante (%)	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*98,1*	*92,8*	*85,8*	*76,0*	*68,4*	*63,9*

LIMITI ED INDICI DI ATTERBERG *(CNR-UNI 10014)*				***INDICE DI GRUPPO*** *(CNR-UNI 10006)*	*11*
LIMITE LIQUIDO (%)	*51*	*INDICE DI PLASTICITA*	*18*	***CLASSIFICAZIONE*** *(CNR-UNI 10006)*	*A 7-5*
LIMITE PLASTICO (%)	*33*	*LIMITE DI RITIRO (%)*	*n.d.*	***CLASSIFICAZIONE*** *(U.S.C.S.)*	*n.d.*





Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Analisi granulometrica
CNR UNI 10006

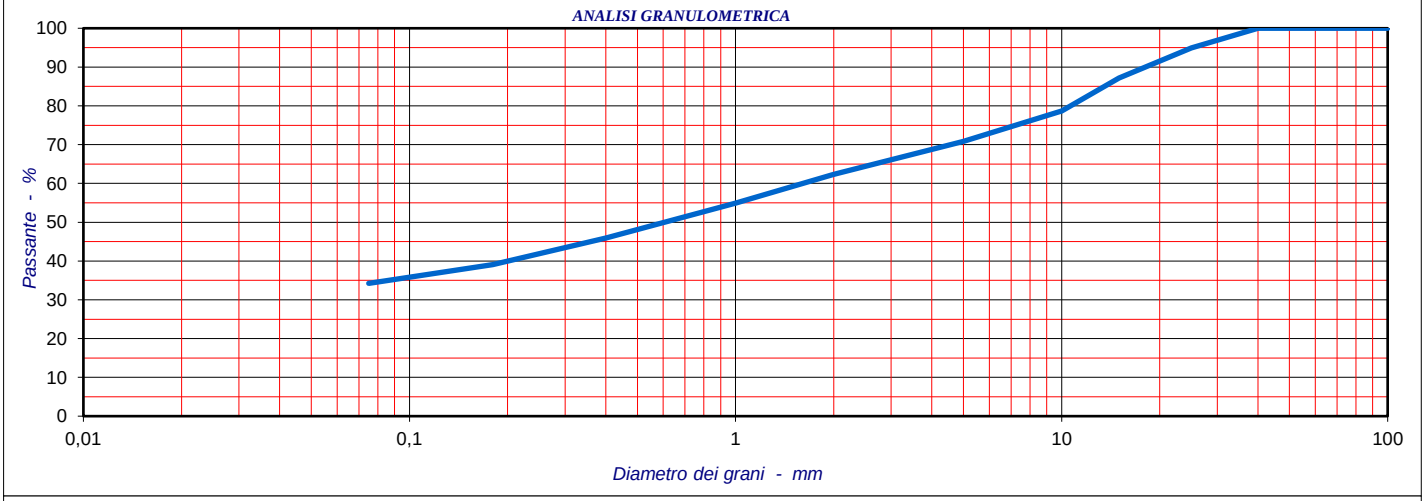
certificato n°188/19

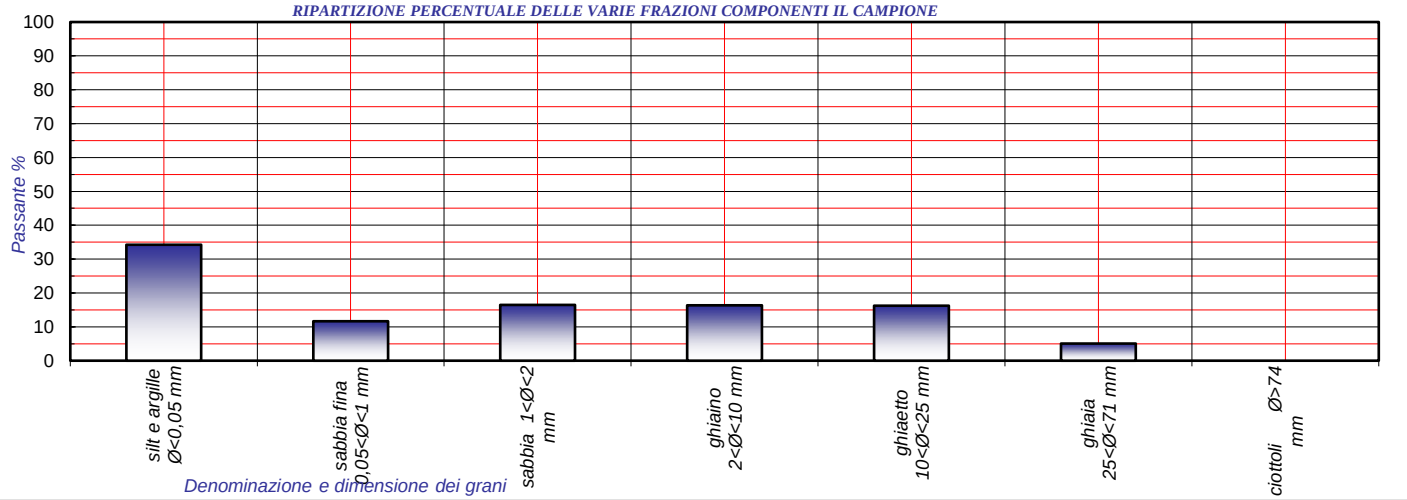
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
Campioni: Denominato " ***CAMPIONE S1 600-650*** *" campionato dal sondaggio geognostico S1 alla profondità di 6,00 6,50 metri d*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

ANALISI GRANULOMETRICA *(CNR-B.U. n° 23)*													
Diametro dei grani	*100*	*71*	*60*	*40*	*25*	*15*	*10*	*5*	*2*	*1*	*0,4*	*0,18*	*0,075*
Passante (%)	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*94,9*	*87,2*	*78,7*	*70,8*	*62,4*	*54,9*	*45,9*	*39,1*	*34,2*

LIMITI ED INDICI DI ATTERBERG *(CNR-UNI 10014)*				***INDICE DI GRUPPO*** *(CNR-UNI 10006)*	*1*
LIMITE LIQUIDO (%)	*42*	*INDICE DI PLASTICITA*	*13*	***CLASSIFICAZIONE*** *(CNR-UNI 10006)*	*A 2-7*
LIMITE PLASTICO (%)	*29*	*LIMITE DI RITIRO (%)*	*n.d.*	***CLASSIFICAZIONE*** *(U.S.C.S.)*	*n.d.*





Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Cliente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova per intero. Eventuali riproduzioni parziali dovranno essere esplicitamente autorizzate,

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di compressione edometrica
Norme: ASTM D-2435

Certificato n°173/19

Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campioni: Denominato "**CAMPIONE S1** 230-270 " campionato dal sondaggio geognostico S1 alla profondità di 2,30 2,70 metri dal p.c*
Campionamento: A cura della Committenza

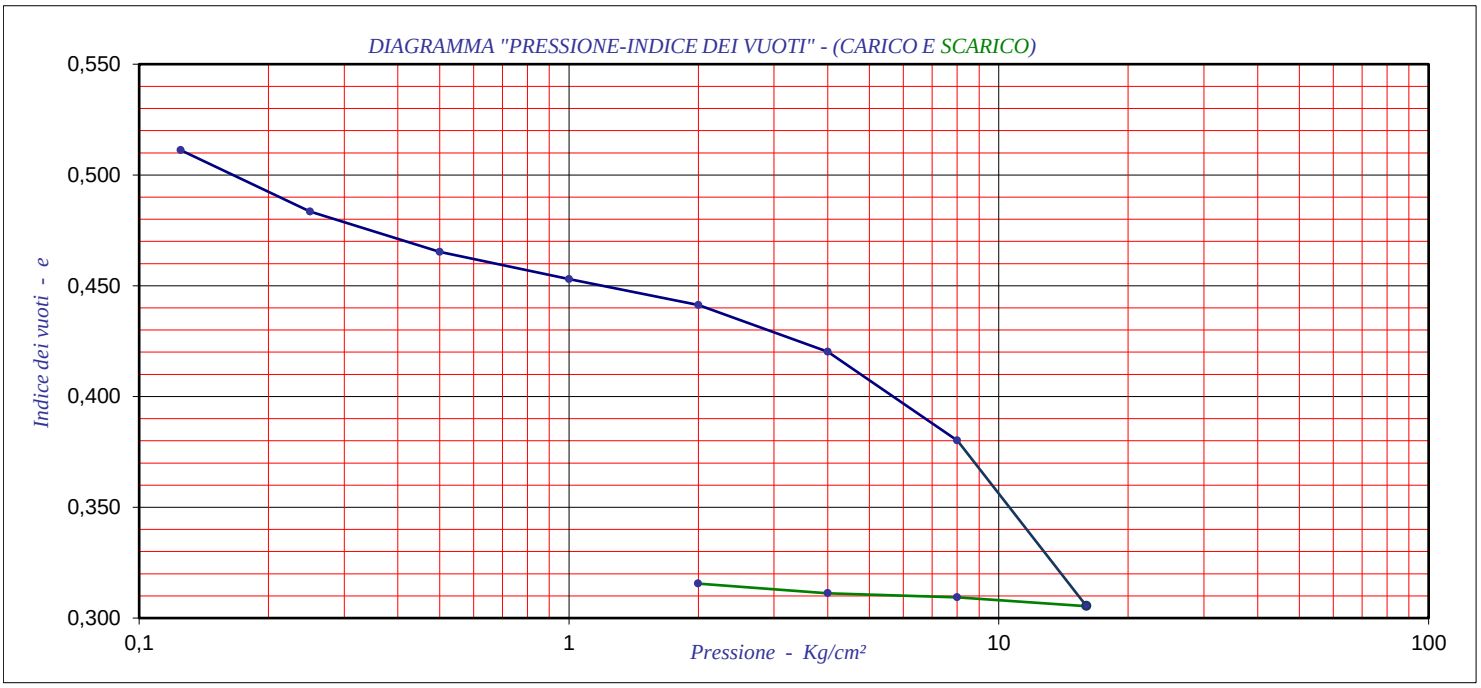
PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

Altezza iniziale	*mm*	*20,00*	*Peso di volume saturo*	*g/cmc*	*2,158*
Umidità naturale	*%*	*2,05*	*Peso di volume secco*	*g/cmc*	*1,845*
Peso di volume naturale	*g/cmc*	*1,884*	*Grado di saturazione*	*%*	*12,36*
Peso specifico dei grani	*g/cmc*	*2,684*	*Indice dei vuoti*	*e*	*0,454*
Rigonfiamento	*mm*	*0,78*	*Pressione di rigonfiamento*	*Kg/cmq*	*1,00*

CICLI DI CARICO

Pressione	*Cedimento*	*Cedimento*	*Indice dei vuoti*	*Densità secca*	*Coeff. di Consolidazione*	*Indice di compressibilità*	*Coeff. di Compressibilità*	*Modulo Edometrico*	*Coeff. di permeabilità*
Kg/cm²	*mm*	*%*	*e*	*g/cm³*	*Cv = cm²/sec*	*av = Kg/cm²*	*mv = Kg/cm²*	*E_{ed} = Kg/cm²*	*K=cm/sec*
0,125	*-0,78*	*-3,90*	*0,511*	*1,776*					
0,250	*-0,40*	*-2,00*	*0,484*	*1,809*					
0,500	*-0,15*	*-0,75*	*0,465*	*1,832*					
1,000	*0,02*	*0,10*	*0,453*	*1,847*		*0,025*	*0,016*	*61,12*	*5,041E-08*
2,000	*0,18*	*0,90*	*0,441*	*1,862*	*3,516E-03*	*0,012*	*0,008*	*129,88*	*6,650E-08*
4,000	*0,47*	*2,35*	*0,420*	*1,890*	*5,043E-03*	*0,011*	*0,007*	*143,31*	*6,716E-09*
8,000	*1,02*	*5,10*	*0,380*	*1,945*	*5,219E-03*	*0,010*	*0,007*	*151,13*	*6,607E-09*
16,000	*2,05*	*10,25*	*0,305*	*2,056*	*5,186E-03*	*0,009*	*0,006*	*161,40*	*1,885E-10*



Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di taglio Diretto
ASTM D3080

certificato n°172/19

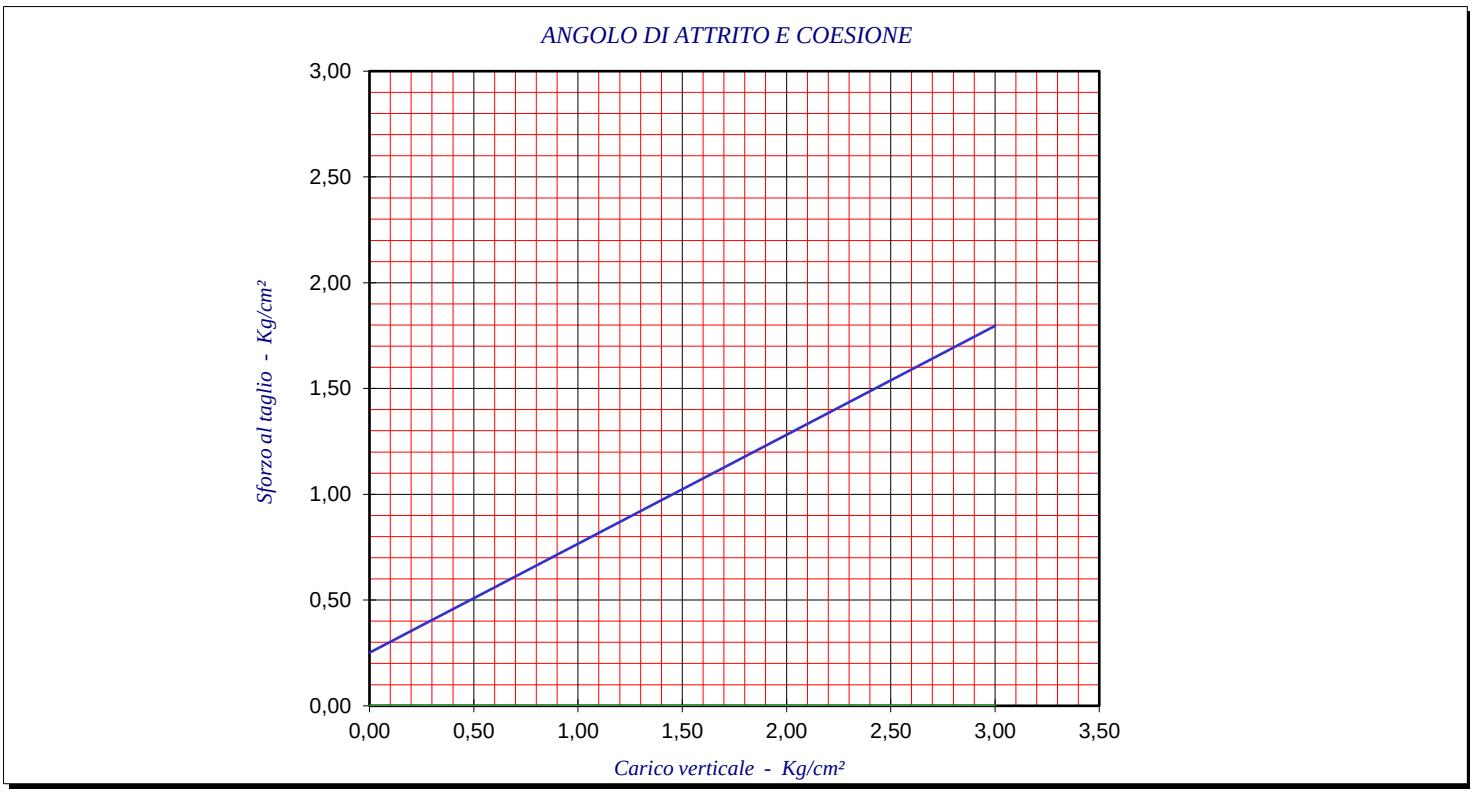
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campioni: Denominato "**CAMPIONE S1 230-270** " campionato dal sondaggio geognostico S1 alla profondità di 2,30 2,70 metri dal p.*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Velocità di prova: 0,001 mm/min	*Superfice scatola cm² 19,64*

CARATTERISTICHE INIZIALI		*1*	*2*	*3*
Umidità naturale	*%*	*2,05*	*2,05*	*2,05*
Peso di volume naturale	*g/cm³*	*1,857*	*1,885*	*1,872*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,819*	*1,846*	*1,833*
Peso specifico dei grani	*g/cm³*	*2,684*	*2,684*	*2,684*
Grado di saturazione	*%*	*11,80*	*12,37*	*12,11*
Indice dei vuoti	*e*	*0,476*	*0,454*	*0,464*
			MAX	*RES*
ANGOLO DI ATTRITO		*° sess.*	***27,25***	*n.d.*
COESIONE		*Kg/cm²*	***0,25***	*n.d.*

CONSOLIDAZIONE		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Variazione di volume	*%*	*0,00*	*1,07*	*3,00*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,819*	*1,866*	*1,890*
Indice dei vuoti	*e*	*0,476*	*0,438*	*0,420*
Peso di volume saturo	*g/cm³*	*2,141*	*2,171*	*2,186*
ROTTURA		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Scorrimento orizzontale	*%*	*5,92*	*7,78*	*8,53*
Sforzo al taglio massimo	*Kg/cm²*	*0,749*	*1,315*	*1,779*



Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di taglio Diretto
ASTM D3080

certificato n°184/19

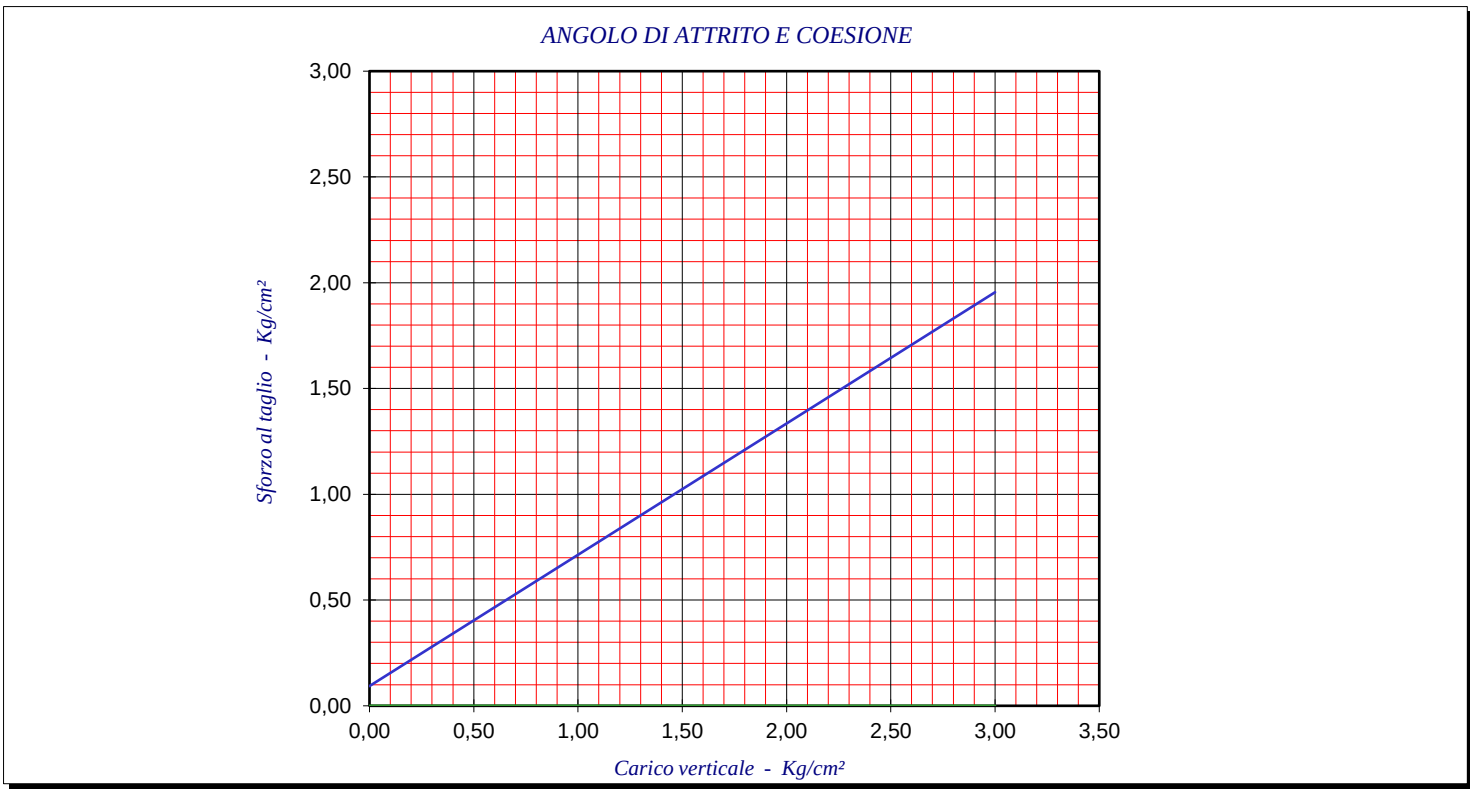
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campioni: Denominato "**CAMPIONE S1 600-650** " campionato dal sondaggio geognostico S1 alla profondità di 6,00 6,50 metri dal p.*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon
Nota: Campione ricostrutio sul passante al setaccio da 2 mm di maglia

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Velocità di prova: 0,001 mm/min	*Superfice scatola cm² 19,64*

CARATTERISTICHE INIZIALI		*1*	*2*	*3*
Umidità naturale	*%*	*3,15*	*3,15*	*3,15*
Peso di volume naturale	*g/cm³*	*1,738*	*1,760*	*1,753*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,683*	*1,704*	*1,698*
Peso specifico dei grani	*g/cm³*	*2,680*	*2,680*	*2,680*
Grado di saturazione	*%*	*14,71*	*15,22*	*15,06*
Indice dei vuoti	*e*	*0,593*	*0,573*	*0,579*
			MAX	*RES*
ANGOLO DI ATTRITO		*° sess.*	***31,82***	*n.d.*
COESIONE		*Kg/cm²*	***0,09***	*n.d.*

CONSOLIDAZIONE		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Variazione di volume	*%*	*1,83*	*5,13*	*6,83*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,714*	*1,796*	*1,822*
Indice dei vuoti	*e*	*0,563*	*0,492*	*0,471*
Peso di volume saturo	*g/cm³*	*2,075*	*2,126*	*2,142*
ROTTURA		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Scorrimento orizzontale	*%*	*13,33*	*13,33*	*13,33*
Sforzo al taglio massimo	*Kg/cm²*	*0,731*	*1,300*	*1,972*



Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

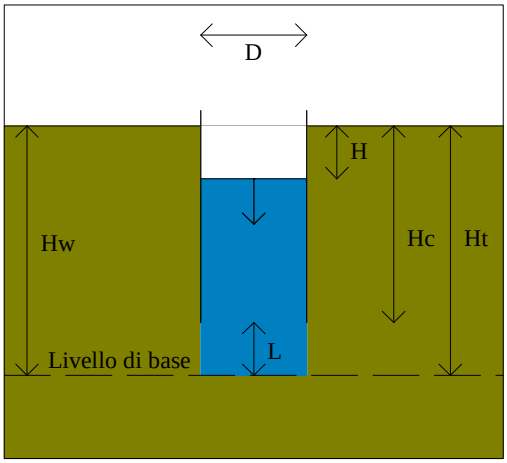
ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

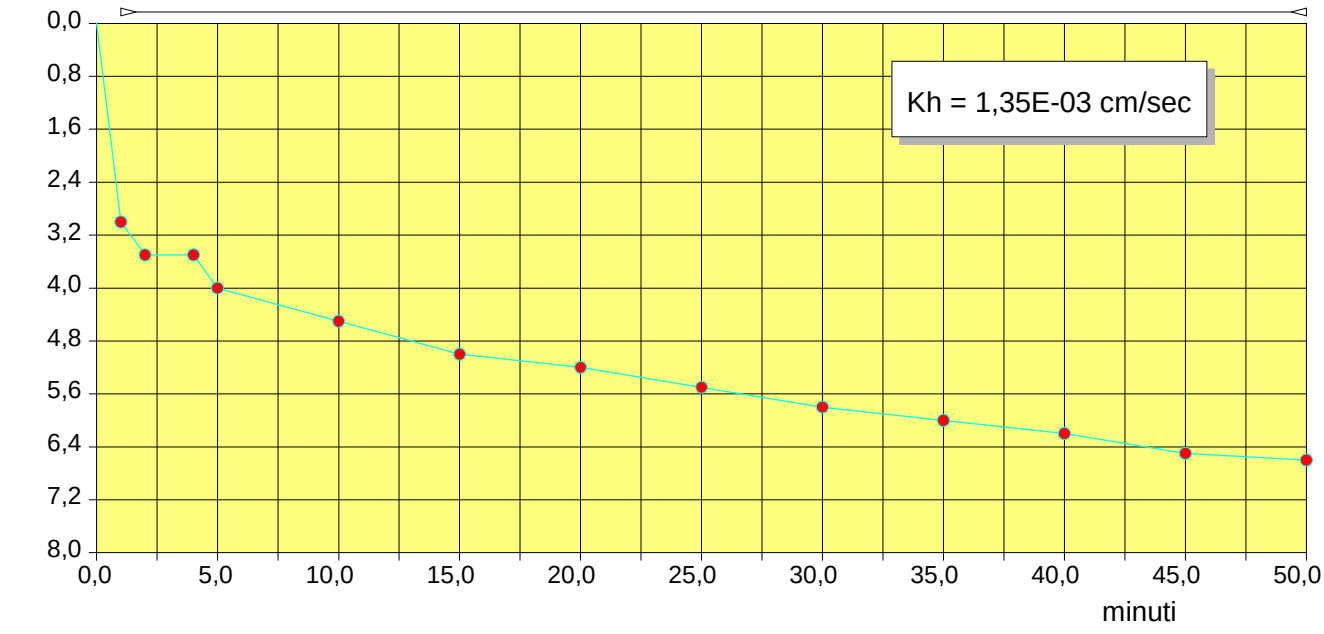
Committente: ART AMBIENTE PER REGIONE SARDEGNA	
Riferimento: VERIFICA ARGINI RIO MOGORO	Prova: 1
Località: AGRO DI URAS	Data: 27/02/2019
Sondaggio: 1	Orario prova:

Prova eseguita in abbassamento	
Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	4,00
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	0,01
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0,127
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	3,50
Profondità del foro [Ht] (m)	4,00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	0,50
Coefficiente di forma	0,50



T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec
0	399,0	0,0					
1	396,0	3,0	3,19E-02				
2	395,5	3,5	5,33E-03				
4	395,5	3,5					
5	395,0	4,0	5,34E-03				
10	394,5	4,5	1,07E-03				
15	394,0	5,0	1,07E-03				
20	393,8	5,2	4,29E-04				
25	393,5	5,5	6,44E-04				
30	393,2	5,8	6,44E-04				
35	393,0	6,0	4,30E-04				
40	392,8	6,2	4,30E-04				
45	392,5	6,5	6,45E-04				
50	392,4	6,6	2,15E-04				

DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SN01

TERRENI COESIV I

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Strato	9	0.00-2,25	U.S.D.M.S.M	66
Strato (2) Strato	32	2,25-5,95	U.S.D.M.S.M	233,4

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Strato	9	0.00-2,25	Stroud e Butler (1975)	4,05
Strato (2) Strato	32	2,25-5,95	Stroud e Butler (1975)	14,40

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) Strato	9	0.00-2,25	Meyerhof	19,02
Strato (2) Strato	32	2,25-5,95	Meyerhof	21,57

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato (1) Strato	9	0.00-2,25	Meyerhof	20,89
Strato (2) Strato	32	2,25-5,95	Meyerhof	23,93

TERRENI INCOERENT I

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	9	0.00-2,25	9	Malcev (1964)	31,86
Strato (2) Strato	32	2,25-5,95	23,5	Malcev (1964)	30,77

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Strato	9	0.00-2,25	9	Meyerhof ed altri	16,67
Strato (2) Strato	32	2,25-5,95	23,5	Meyerhof ed altri	20,10

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Strato	9	0.00-2,25	9	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
Strato (2) Strato	32	2,25-5,95	23,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,61

RIO HOGORO
S1 C1
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0

RIO HONDO
SM C2
5.0
6.0
7.0
8.0

GEOAMBIENTE ITALIA snc
VIA MURICHESSA 76 NUORO
TEL/FAX . 0784/205179
www.geoambienteitalia.it

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
ART AMBIENTE RISORSE TERRITORIO	2,20 m			
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
NICOLA DONEDDU	VERIFICHE SPONDALI RIO MOGORO			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
DOTT. GEOL. ALESSIO DONEDDU	PZ2 (POZZETTO GEOGNOSTICO)	CONTINUO	CASAGRANDE C6	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove
1		ARGILLE DEBOLMENTE LIMOSE. COLORE MARRON BRUNO	1.90											
2		SABBIE ARGILLOSO LIMOSE. COLORE MARRON CHIARO	2.20											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:CONTINUO

Sonda:CASAGRANDE C6
Responsabile





GEOAMBIENTE ITALIA snc
VIA MURICHESSA 76 NUORO
TEL/FAX . 0784/205179
www.geoambienteitalia.it

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
ART AMBIENTE RISORSE TERRITORIO	8 m			
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
NICOLA DONEDDU	VERIFICHE SPONDALI RIO MOGORO			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
DOTT. GEOL. ALESSIO DONEDDU	S2	CONTINUO	CASAGRANDE C6	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove
1		ARGILLE DEBOLMENTE LIMOSE. COLORE MARRON BRUNO			3-6-7 1.50 PC									
2														
3														
4			4.50											
5		SABBIE ARGILLOSO LIMOSE. COLORE OCRA	5.50									5.40		
6		SABBIE LIMOSE CON ABBONDANTE PRESENZA DI GHIAIE POLIGENICHE ETEROMETRICHE. COLORE OCRA	6.60		11-16-14 6.00 PC									
7		SABBIE GROSSE LIMOSE. COLORE OCRA	7.50											
8		SABBIE LIMOSE CON ABBONDANTE PRESENZA DI GHIAIE POLIGENICHE ETEROMETRICHE. COLORE	8.00											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:CONTINUO

Sonda:CASAGRANDE C6
Responsabile

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Analisi granulometrica
CNR UNI 10006

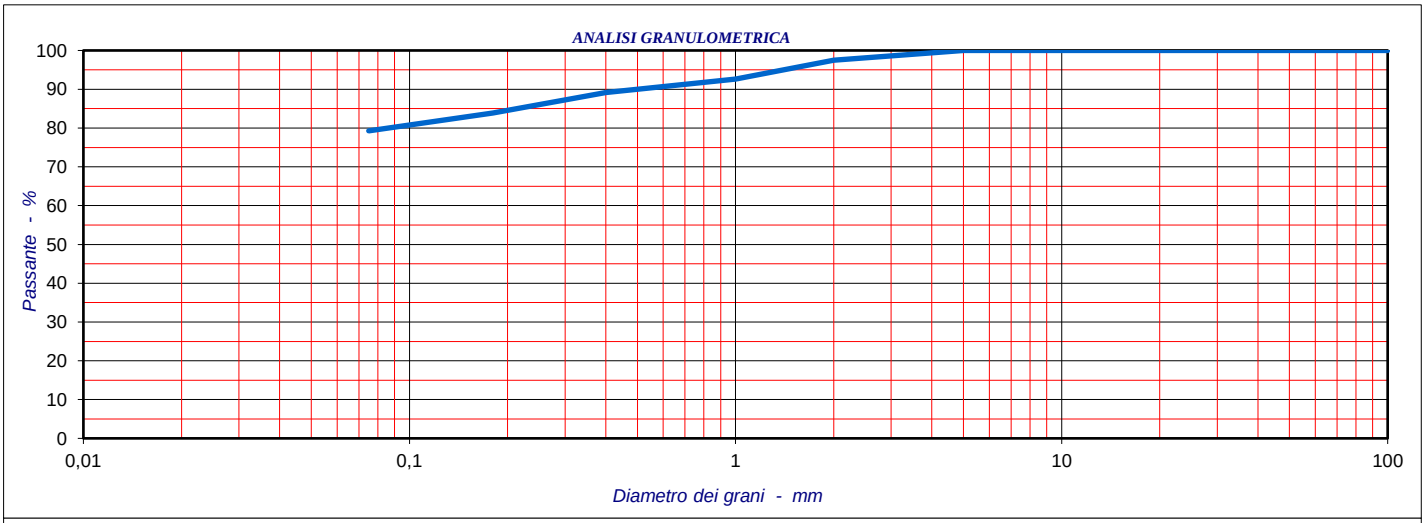
certificato n°181/19

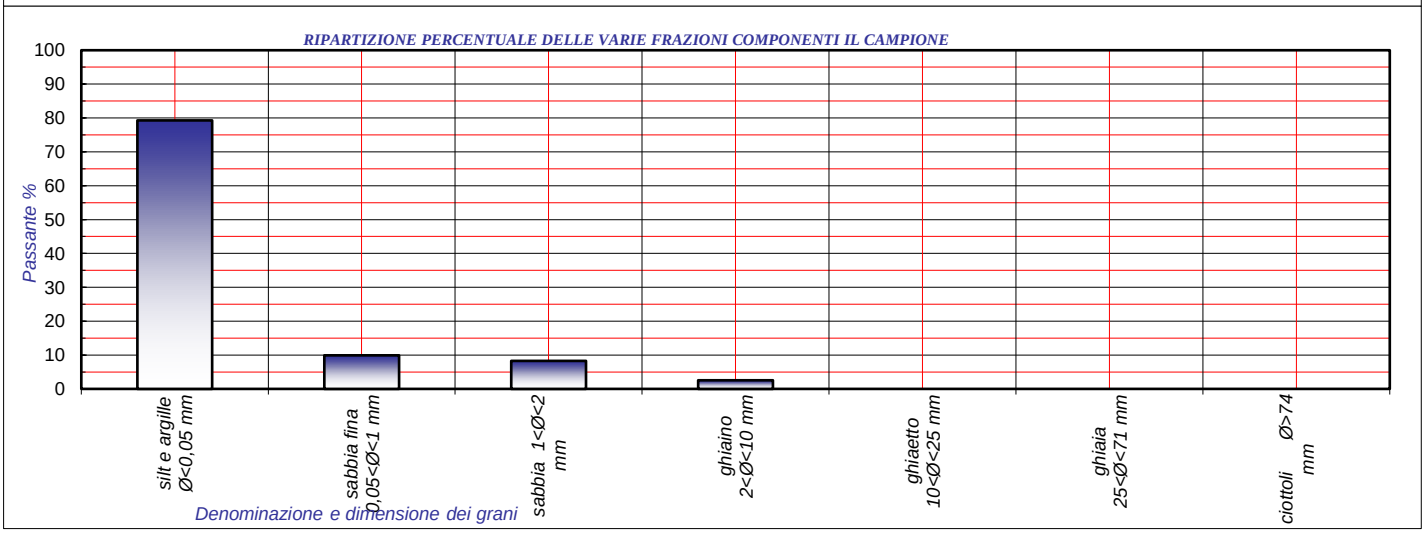
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campione: Denominato "**CAMPIONE S2 200-250** " campionato dal sondaggio geognostico S2 alla profondità di 2,00 2,50 metri d*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

ANALISI GRANULOMETRICA (CNR-B.U. n° 23)													
Diametro dei grani	100	71	60	40	25	15	10	5	2	1	0,4	0,18	0,075
Passante (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,5	92,6	89,2	83,9	79,3

LIMITI ED INDICI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)				INDICE DI GRUPPO (CNR-UNI 10006)	17
LIMITE LIQUIDO (%)	55	INDICE DI PLASTICITA	24	CLASSIFICAZIONE (CNR-UNI 10006)	A 7-5
LIMITE PLASTICO (%)	31	LIMITE DI RITIRO (%)	n.d.	CLASSIFICAZIONE (U.S.C.S.)	n.d.





Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Analisi granulometrica
CNR UNI 10006

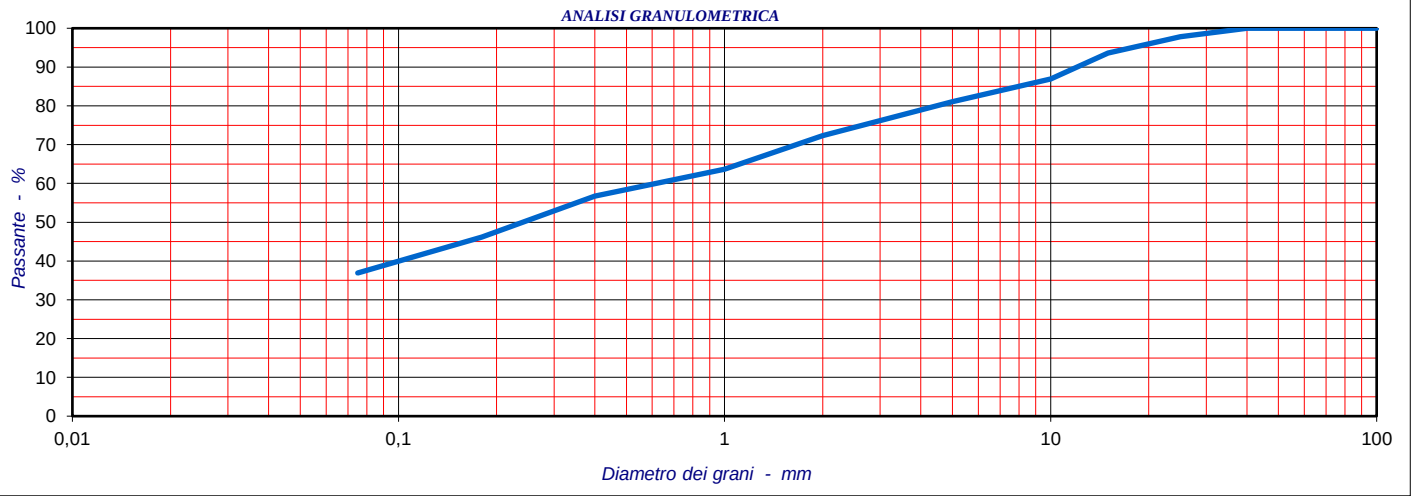
certificato n°189/19

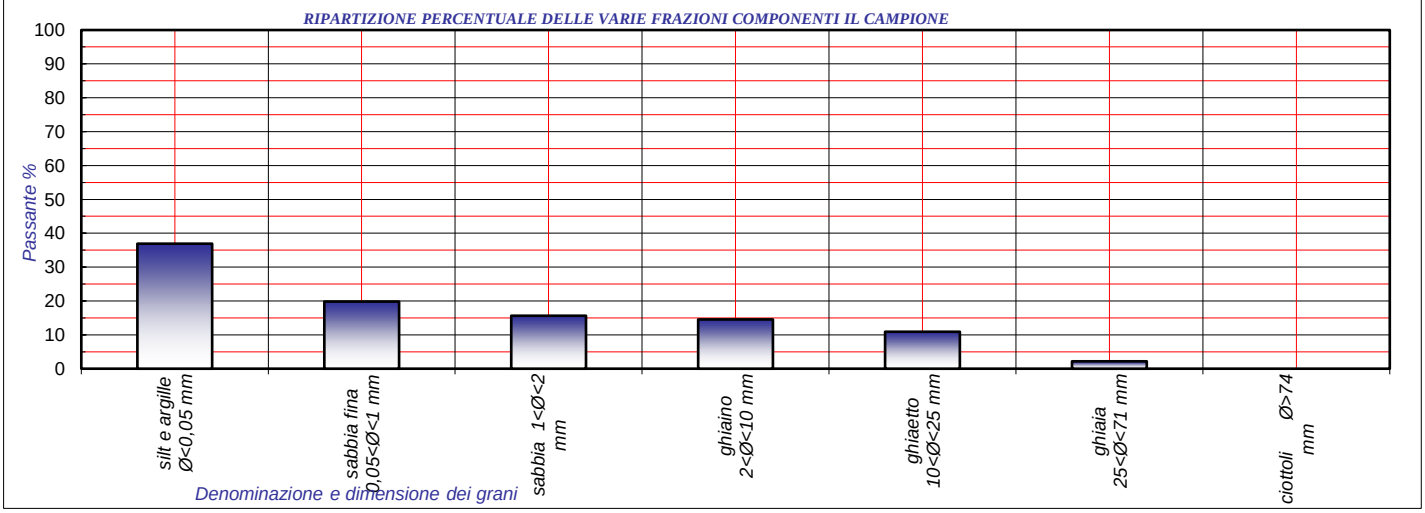
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
Campioni: Denominato " ***CAMPIONE S2 550-600*** *" campionato dal sondaggio geognostico S2 alla profondità di 5,50 6,00 metri d*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

ANALISI GRANULOMETRICA *(CNR-B.U. n° 23)*													
Diametro dei grani	*100*	*71*	*60*	*40*	*25*	*15*	*10*	*5*	*2*	*1*	*0,4*	*0,18*	*0,075*
Passante (%)	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*97,8*	*93,6*	*86,9*	*81,1*	*72,4*	*63,6*	*56,7*	*46,2*	*36,9*

LIMITI ED INDICI DI ATTERBERG *(CNR-UNI 10014)*				***INDICE DI GRUPPO*** *(CNR-UNI 10006)*	*0*
LIMITE LIQUIDO (%)	*42*	*INDICE DI PLASTICITA*	*10*	***CLASSIFICAZIONE*** *(CNR-UNI 10006)*	*A 5*
LIMITE PLASTICO (%)	*32*	*LIMITE DI RITIRO (%)*	*n.d.*	***CLASSIFICAZIONE*** *(U.S.C.S.)*	*n.d.*





Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Cliente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova per intero. Eventuali riproduzioni parziali dovranno essere esplicitamente autorizzate,

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di compressione edometrica
Norme: ASTM D-2435

Certificato n°175/19

Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campione: Denominato "**CAMPIONE S2 200-250** " campionato dal sondaggio geognostico S2 alla profondità di 2,00 2,50 metri dal p.c*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

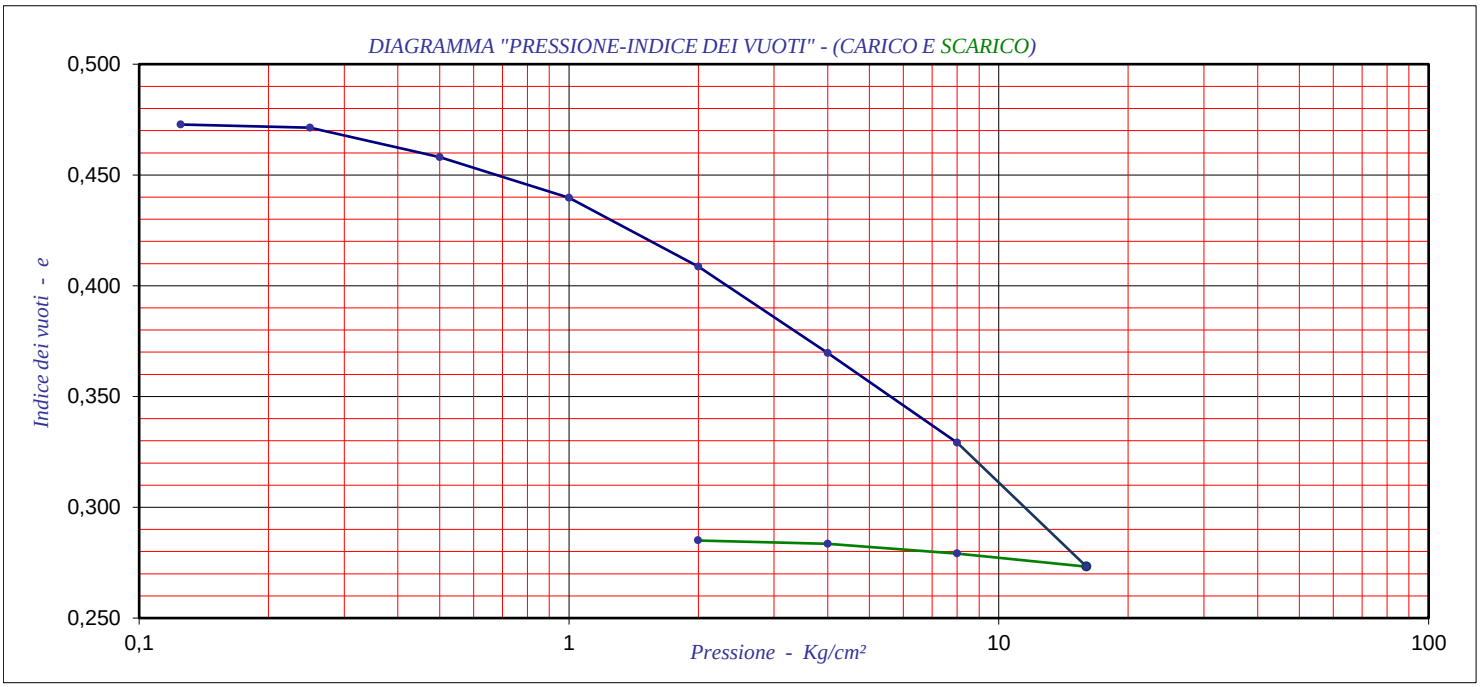
PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

Altezza iniziale	*mm*	*20,00*	*Peso di volume saturo*	*g/cmc*	*2,101*
Umidità naturale	*%*	*6,15*	*Peso di volume secco*	*g/cmc*	*1,780*
Peso di volume naturale	*g/cmc*	*1,896*	*Grado di saturazione*	*%*	*36,33*
Peso specifico dei grani	*g/cmc*	*2,621*	*Indice dei vuoti*	*e*	*0,473*

CICLI DI CARICO

Pressione	*Cedimento*	*Cedimento*	*Indice dei vuoti*	*Densità secca*	*Coeff. di Consolidazione*	*Indice di compressibilità*	*Coeff. di Compressibilità*	*Modulo Edometrico*	*Coeff. di permeabilità*
Kg/cm²	*mm*	*%*	*e*	*g/cm³*	*Cv = cm²/sec*	*av = Kg/cm²*	*mv = Kg/cm²*	*E_{ed} = Kg/cm²*	*K=cm/sec*
0,125	*0,00*	*0,00*	*0,473*	*1,780*					
0,250	*0,02*	*0,10*	*0,471*	*1,781*		*0,012*	*0,008*	*125,00*	*2,635E-08*
0,500	*0,20*	*1,00*	*0,458*	*1,798*	*4,072E-03*	*0,053*	*0,036*	*27,78*	*2,251E-08*
1,000	*0,45*	*2,25*	*0,440*	*1,821*	*4,946E-03*	*0,037*	*0,025*	*40,00*	*1,983E-08*
2,000	*0,87*	*4,35*	*0,409*	*1,861*	*5,075E-03*	*0,031*	*0,021*	*47,62*	*1,326E-08*
4,000	*1,40*	*7,00*	*0,370*	*1,914*	*5,228E-03*	*0,020*	*0,013*	*75,47*	*7,217E-09*
8,000	*1,95*	*9,75*	*0,329*	*1,972*	*5,323E-03*	*0,010*	*0,007*	*145,45*	*5,235E-09*
16,000	*2,71*	*13,55*	*0,273*	*2,059*	*5,353E-03*	*0,007*	*0,005*	*210,53*	*2,723E-10*



Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di taglio Diretto
ASTM D3080

certificato n°174/19

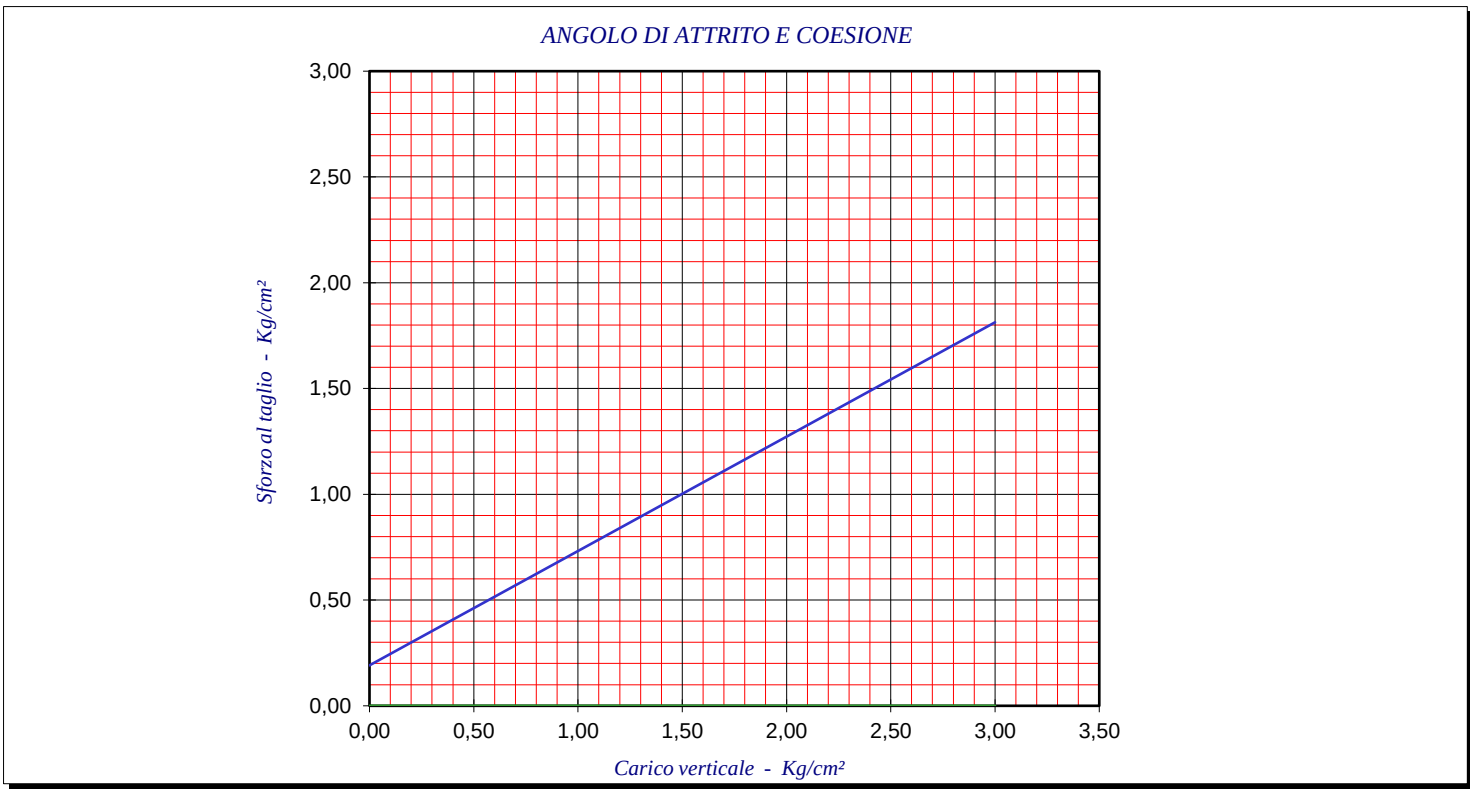
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campione: Denominato "**CAMPIONE S2 200-250** " campionato dal sondaggio geognostico S2 alla profondità di 2,00 2,50 metri dal p.*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Velocità di prova: 0,001 mm/min	*Superfice scatola cm² 19,64*

CARATTERISTICHE INIZIALI		*1*	*2*	*3*
Umidità naturale	*%*	*6,15*	*6,15*	*6,15*
Peso di volume naturale	*g/cm³*	*1,895*	*1,918*	*1,937*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,779*	*1,800*	*1,818*
Peso specifico dei grani	*g/cm³*	*2,621*	*2,621*	*2,621*
Grado di saturazione	*%*	*36,28*	*37,66*	*38,90*
Indice dei vuoti	*e*	*0,473*	*0,456*	*0,442*
			MAX	*RES*
ANGOLO DI ATTRITO		*° sess.*	***28,39***	*n.d.*
COESIONE		*Kg/cm²*	***0,19***	*n.d.*

CONSOLIDAZIONE		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Variazione di volume	*%*	*1,00*	*2,53*	*3,70*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,797*	*1,847*	*1,888*
Indice dei vuoti	*e*	*0,459*	*0,419*	*0,388*
Peso di volume saturo	*g/cm³*	*2,111*	*2,142*	*2,168*
ROTTURA		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Scorrimento orizzontale	*%*	*13,33*	*13,33*	*13,33*
Sforzo al taglio massimo	*Kg/cm²*	*0,745*	*1,246*	*1,826*



Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di taglio Diretto
ASTM D3080

certificato n°185/19

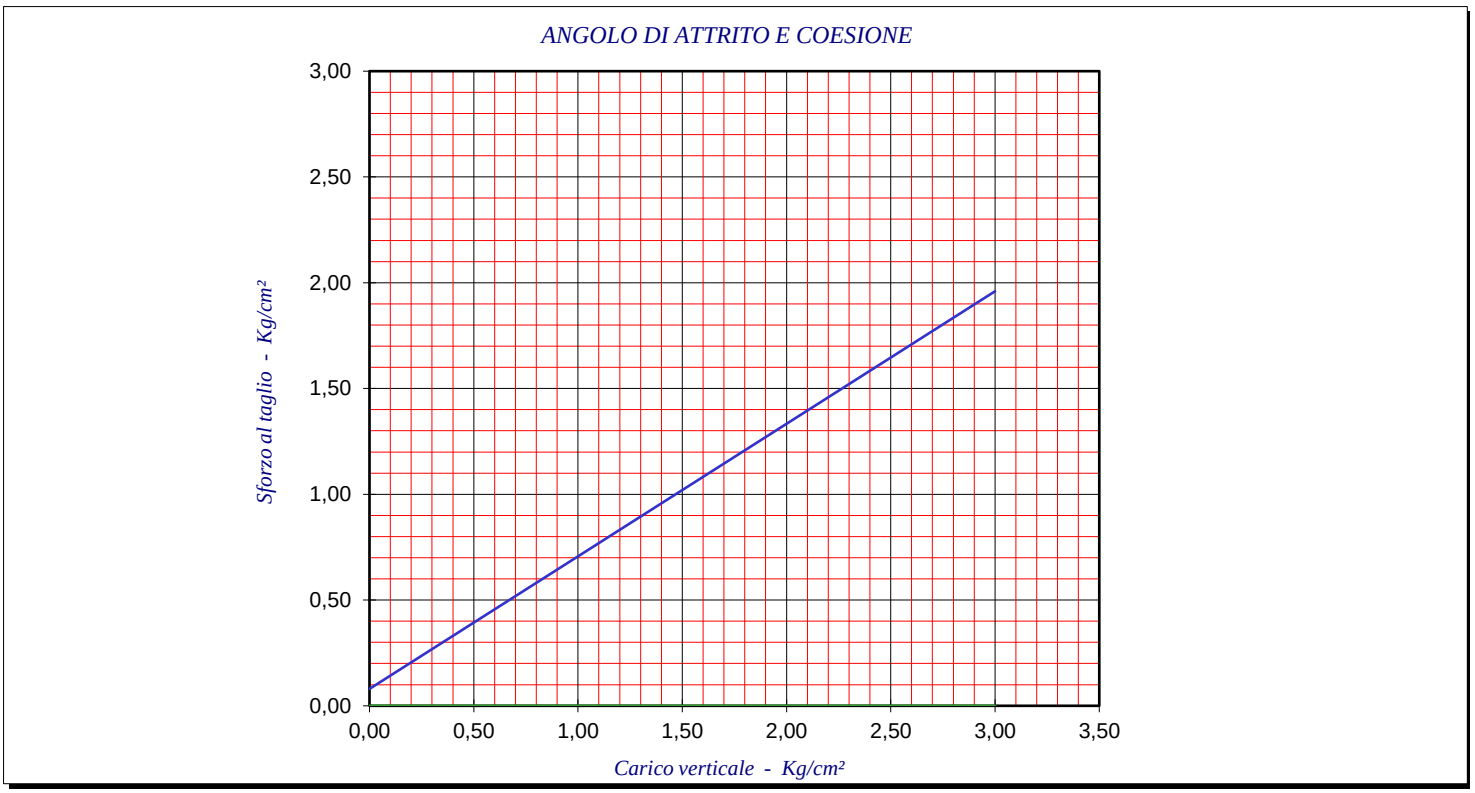
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campioni: Denominato "**CAMPIONE S2 550-600** " campionato dal sondaggio geognostico S2 alla profondità di 5,50 6,00 metri dal p.*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon
Nota: Campione ricostrutio sul passante al setaccio da 2 mm di maglia

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Velocità di prova: 0,001 mm/min	*Superfice scatola cm² 19,64*

CARATTERISTICHE INIZIALI		*1*	*2*	*3*
Umidità naturale	*%*	*5,44*	*5,44*	*5,44*
Peso di volume naturale	*g/cm³*	*1,811*	*1,835*	*1,803*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,712*	*1,735*	*1,705*
Peso specifico dei grani	*g/cm³*	*2,630*	*2,630*	*2,630*
Grado di saturazione	*%*	*28,23*	*29,33*	*27,88*
Indice dei vuoti	*e*	*0,536*	*0,516*	*0,543*
			MAX	*RES*
ANGOLO DI ATTRITO		*° sess.*	***32,07***	*n.d.*
COESIONE		*Kg/cm²*	***0,08***	*n.d.*

CONSOLIDAZIONE		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Variazione di volume	*%*	*1,03*	*1,60*	*2,37*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,730*	*1,763*	*1,746*
Indice dei vuoti	*e*	*0,520*	*0,492*	*0,506*
Peso di volume saturo	*g/cm³*	*2,072*	*2,093*	*2,082*
ROTTURA		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Scorrimento orizzontale	*%*	*13,33*	*13,33*	*13,33*
Sforzo al taglio massimo	*Kg/cm²*	*0,704*	*1,338*	*1,957*



Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

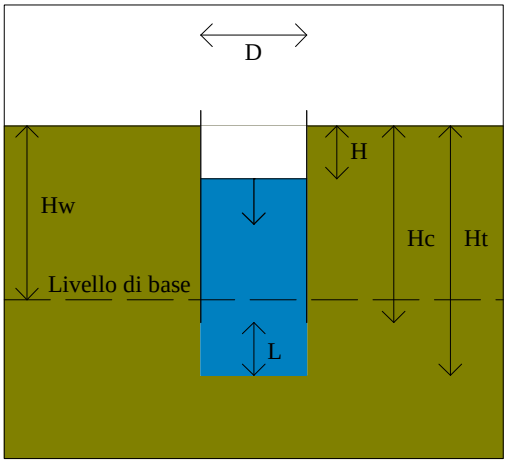
ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

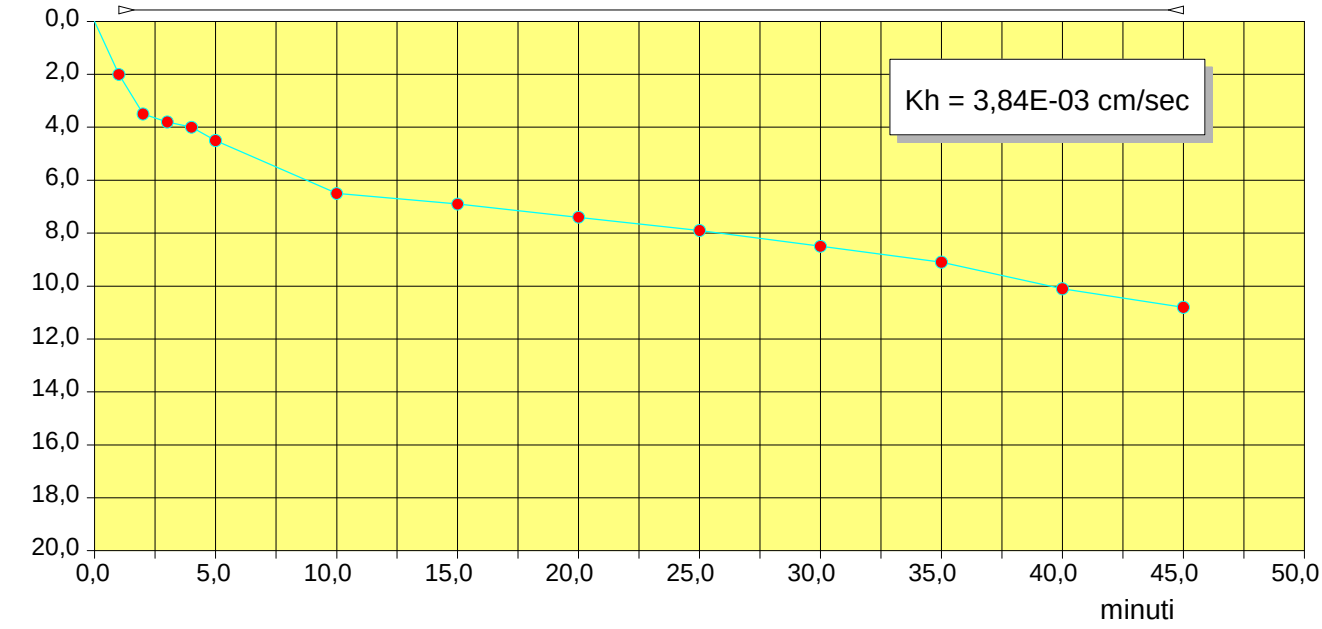
Committente:	ART AMBIENTE PER REGIONE SARDEGNA	
Riferimento:	VERIFICA ARGINI RIO MOGORO	Prova: 2
Località:	AGRO DI URAS	Data: 27/02/2019
Sondaggio:	2	Orario prova:

Prova eseguita in abbassamento	
Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	3,50
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	0,01
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0,127
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	3,50
Profondità del foro [Ht] (m)	4,00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	0,50
Coefficiente di forma	0,50



T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec
0	349,0	0,0					
1	347,0	2,0	2,43E-02				
2	345,5	3,5	1,83E-02				
3	345,2	3,8	3,67E-03				
4	345,0	4,0	2,45E-03				
5	344,5	4,5	6,12E-03				
10	342,5	6,5	4,92E-03				
15	342,1	6,9	9,87E-04				
20	341,6	7,4	1,24E-03				
25	341,1	7,9	1,24E-03				
30	340,5	8,5	1,49E-03				
35	339,9	9,1	1,49E-03				
40	338,9	10,1	2,49E-03				
45	338,2	10,8	1,75E-03				

DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SN02

TERRENI COESIV I

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Strato	13	0.00-1,95	U.S.D.M.S.M	95,12
Strato (2) Strato	30	1,95-6,45	U.S.D.M.S.M	218,88

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Strato	13	0.00-1,95	Stroud e Butler (1975)	5,85
Strato (2) Strato	30	1,95-6,45	Stroud e Butler (1975)	13,50

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) Strato	13	0.00-1,95	Meyerhof	20,01
Strato (2) Strato	30	1,95-6,45	Meyerhof	21,18

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato (1) Strato	13	0.00-1,95	Meyerhof	21,97
Strato (2) Strato	30	1,95-6,45	Meyerhof	23,24

TERRENI INCOERENT I

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	13	0.00-1,95	13	Malcev (1964)	32,66
Strato (2) Strato	30	1,95-6,45	22,5	Malcev (1964)	30,65

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Strato	13	0.00-1,95	13	Meyerhof ed altri	17,85
Strato (2) Strato	30	1,95-6,45	22,5	Meyerhof ed altri	20,01

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Strato	13	0.00-1,95	13	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,02
Strato (2) Strato	30	1,95-6,45	22,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,61


RIO HOBORO S2 C1


5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
RIO HOCORO
52.C.2

GEOAMBIENTE ITALIA snc
VIA MURICHESSA 76 NUORO
TEL/FAX . 0784/205179
www.geoambienteitalia.it

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
ART AMBIENTE RISORSE TERRITORIO	2,50 m			
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
NICOLA DONEDDU	VERIFICHE SPONDALI RIO MOGORO			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
DOTT. GEOL. ALESSIO DONEDDU	PZ3 (POZZETTO GEOGNOSTICO)	CONTINUO	CASAGRANDE C6	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove
1		ARGILLE DEBOLMENTE LIMOSE. COLORE MARRON BRUNO												
2			2.10											
		SABBIE ARGILLOSO LIMOSE. COLORE MARRON CHIARO	2.50											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:CONTINUO

Sonda:CASAGRANDE C6
Responsabile





GEOAMBIENTE ITALIA snc
VIA MURICHESSA 76 NUORO
TEL/FAX . 0784/205179
www.geoambienteitalia.it

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
ART AMBIENTE RISORSE TERRITORIO	8 m			
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
NICOLA DONEDDU	VERIFICHE SPONDALI RIO MOGORO			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
DOTT. GEOL. ALESSIO DONEDDU	S3	CONTINUO	CASAGRANDE C6	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove
1		ARGILLE DEBOLMENTE LIMOSE. COLORE MARRON BRUNO			4-5-7									
2					2.50 PC									
3			3.50											
4		ARGILLE SABBIOSO LIMOSE CON DEBOLE PRESENZA GHIAIOSA. COLORE MARRON	5.00											
5		SABBIE LIMOSE CON ABBONDANTE PRESENZA DI GHIAIE POLIGENICHE ETEROMETRICHE. COLORE OCRA			12-14-17							5.40		
6					5.50 PC									
			6.60											
7		SABBIE ARGILLOSO LIMOSE. COLORE OCRA	7.00											
		SABBIE LIMOSE CON ABBONDANTE PRESENZA DI GHIAIE POLIGENICHE ETEROMETRICHE. COLORE OCRA	8.00											
8														

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:CONTINUO

Sonda:CASAGRANDE C6
Responsabile

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Analisi granulometrica
CNR UNI 10006

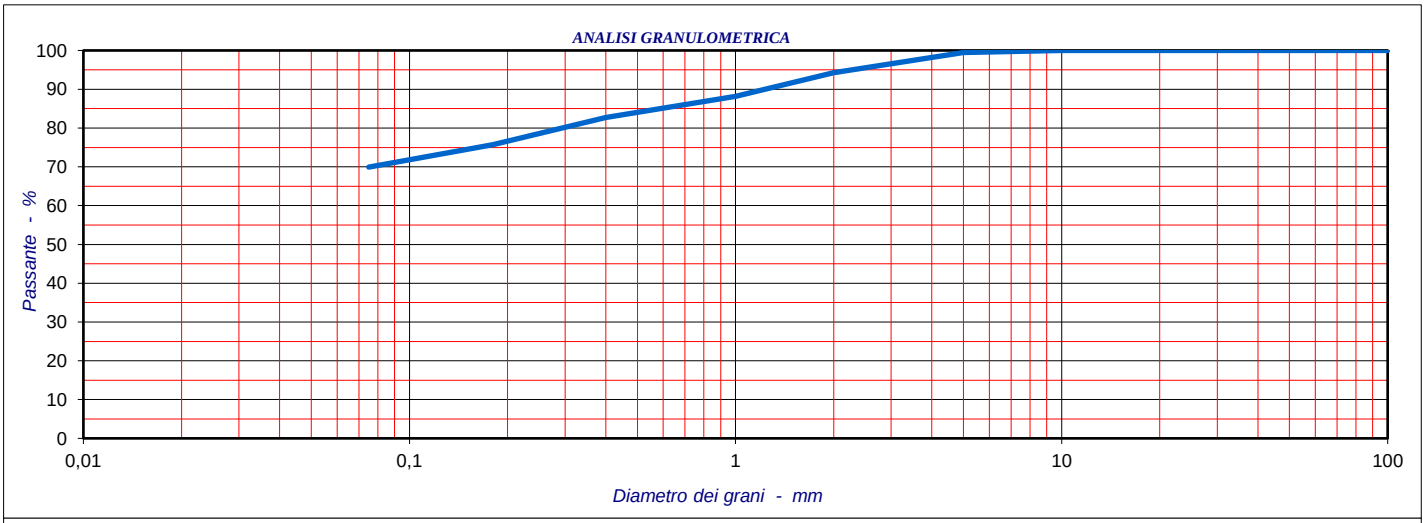
certificato n°182/19

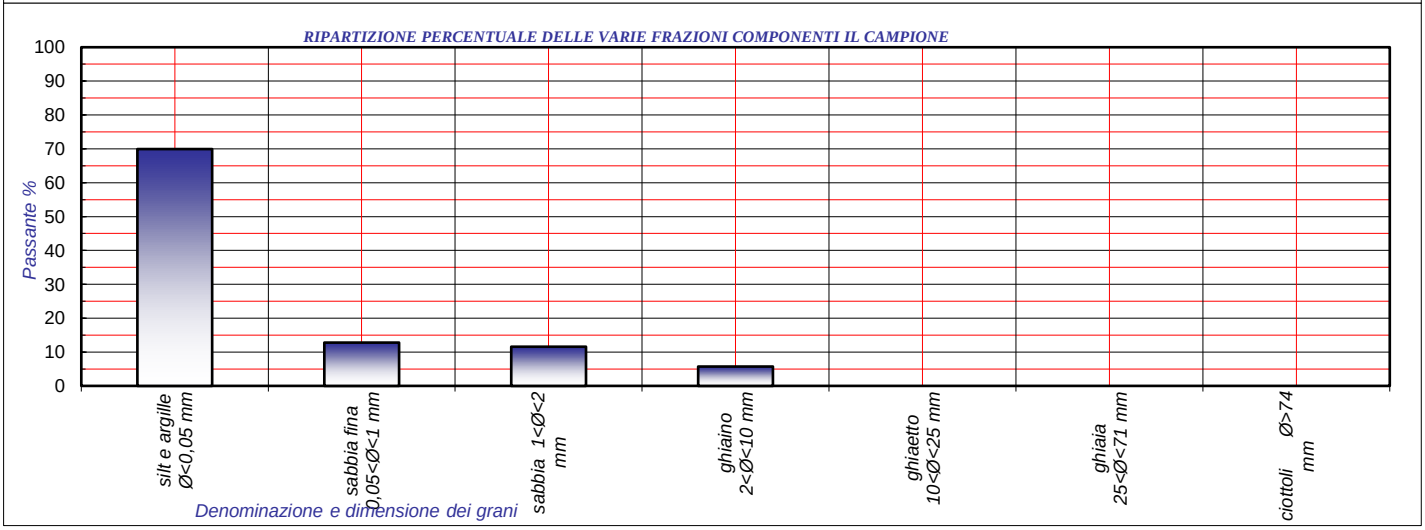
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campione: Denominato "**CAMPIONE S3 250-300** " campionato dal sondaggio geognostico S3 alla profondità di 2,50 3,00 metri d*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

ANALISI GRANULOMETRICA (CNR-B.U. n° 23)													
Diametro dei grani	100	71	60	40	25	15	10	5	2	1	0,4	0,18	0,075
Passante (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	94,3	88,1	82,7	75,7	69,9

LIMITI ED INDICI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)				**INDICE DI GRUPPO** (CNR-UNI 10006)	14
LIMITE LIQUIDO (%)	52	INDICE DI PLASTICITA	22	**CLASSIFICAZIONE** (CNR-UNI 10006)	A 7-5
LIMITE PLASTICO (%)	30	LIMITE DI RITIRO (%)	n.d.	**CLASSIFICAZIONE** (U.S.C.S.)	n.d.





Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Analisi granulometrica
CNR UNI 10006

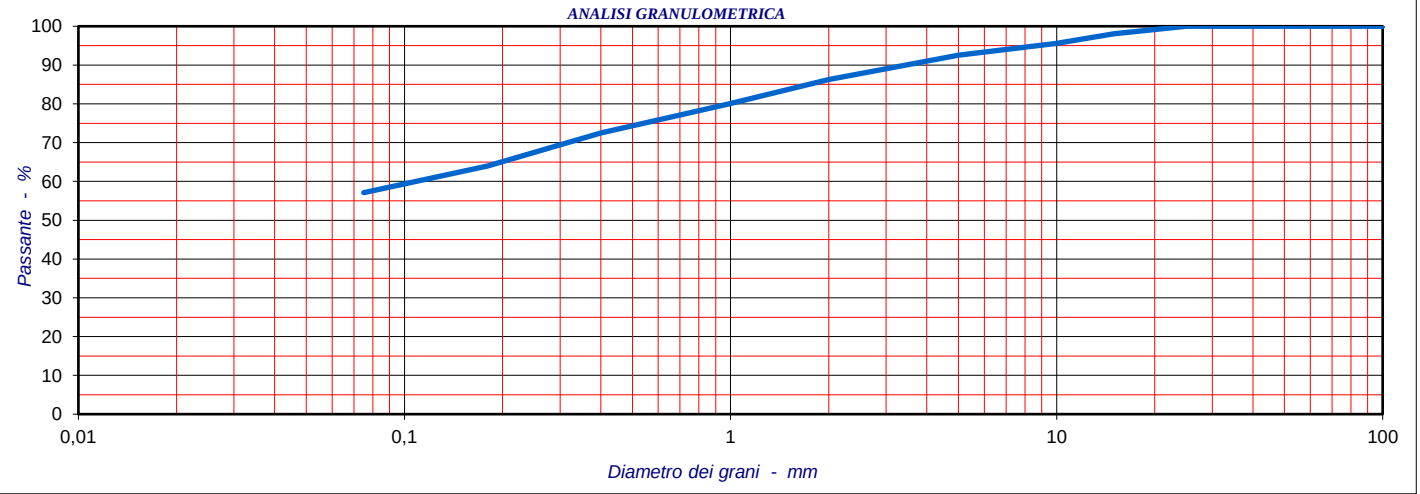
certificato n°190/19

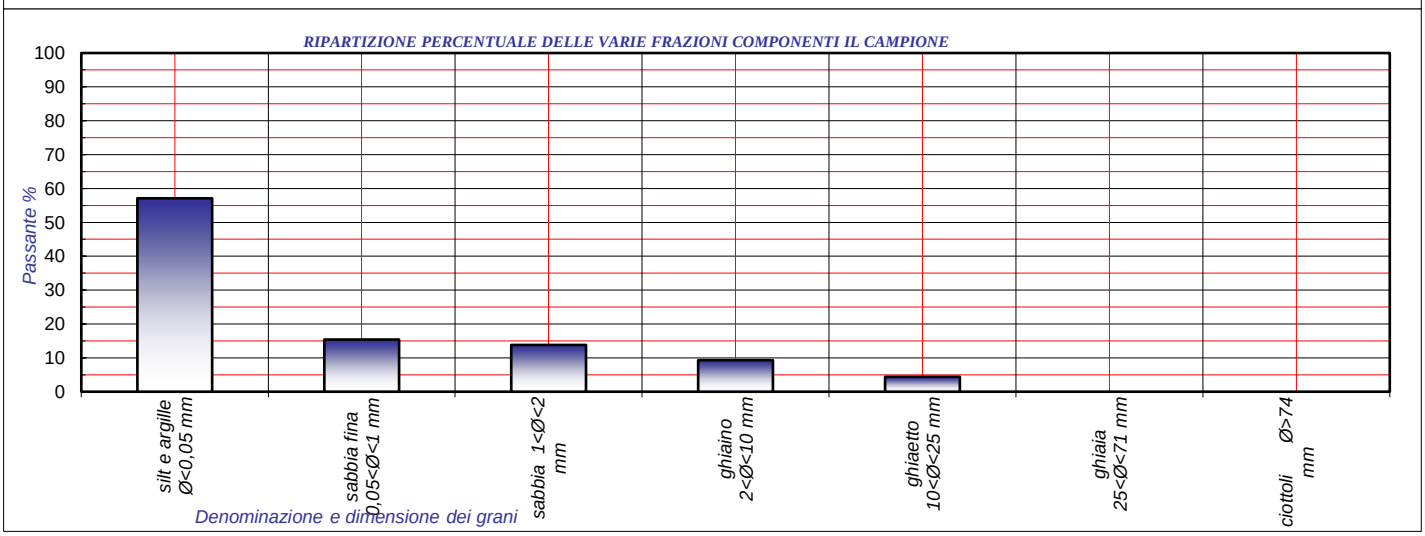
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
Campioni: Denominato " ***CAMPIONE S3 600-650*** *" campionato dal sondaggio geognostico S3 alla profondità di 6,00 6,50 metri d*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

ANALISI GRANULOMETRICA *(CNR-B.U. n° 23)*													
Diametro dei grani	*100*	*71*	*60*	*40*	*25*	*15*	*10*	*5*	*2*	*1*	*0,4*	*0,18*	*0,075*
Passante (%)	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*98,1*	*95,6*	*92,5*	*86,3*	*80,1*	*72,5*	*64,0*	*57,1*

LIMITI ED INDICI DI ATTERBERG *(CNR-UNI 10014)*				***INDICE DI GRUPPO*** *(CNR-UNI 10006)*	*7*
LIMITE LIQUIDO (%)	*49*	*INDICE DI PLASTICITA*	*14*	***CLASSIFICAZIONE*** *(CNR-UNI 10006)*	*A 7-5*
LIMITE PLASTICO (%)	*35*	*LIMITE DI RITIRO (%)*	*n.d.*	***CLASSIFICAZIONE*** *(U.S.C.S.)*	*n.d.*





Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Cliente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova per intero. Eventuali riproduzioni parziali dovranno essere esplicitamente autorizzate,

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di compressione edometrica
Norme: ASTM D-2435

Certificato n°177/19

Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campione: Denominato "**CAMPIONE S3 250-300** " campionato dal sondaggio geognostico S3 alla profondità di 2,50 3,00 metri dal p.c*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

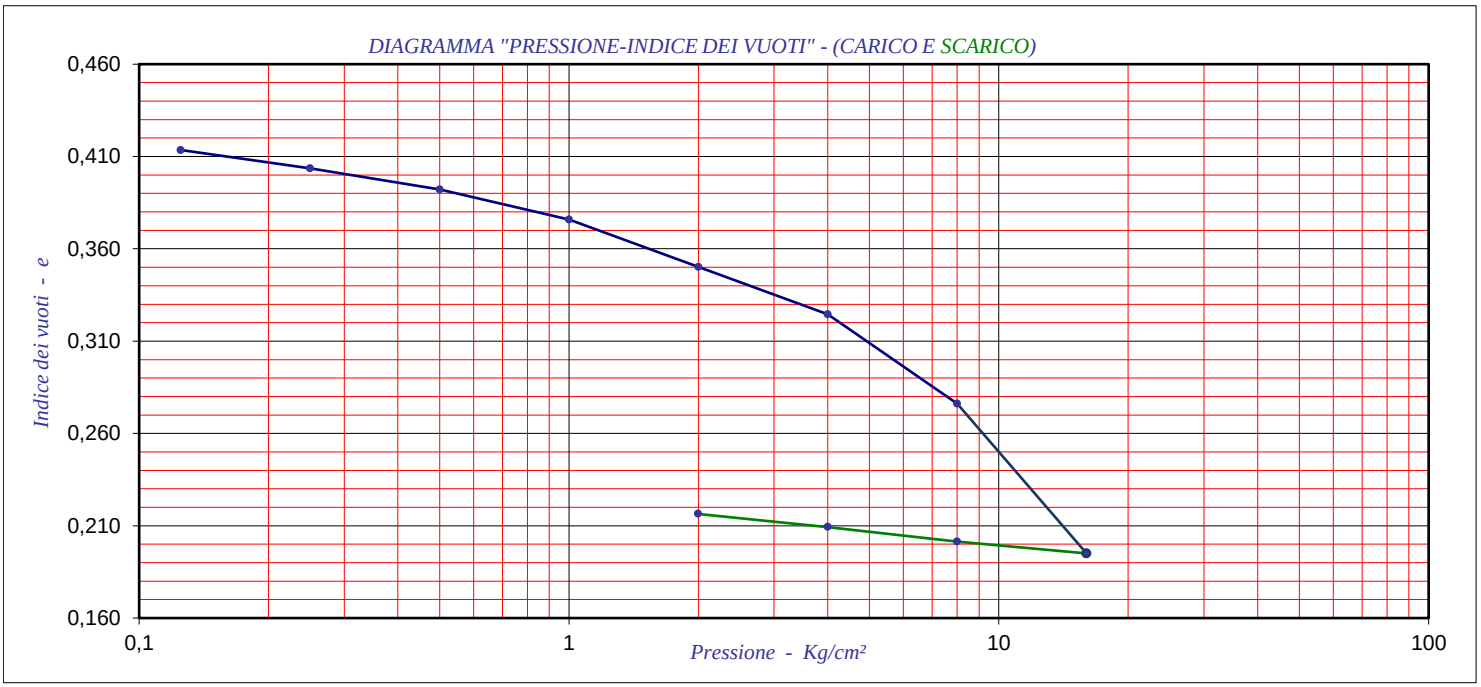
PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

Altezza iniziale	*mm*	*20,00*	*Peso di volume saturo*	*g/cmc*	*2,152*
Umidità naturale	*%*	*4,55*	*Peso di volume secco*	*g/cmc*	*1,855*
Peso di volume naturale	*g/cmc*	*1,943*	*Grado di saturazione*	*%*	*29,72*
Peso specifico dei grani	*g/cmc*	*2,640*	*Indice dei vuoti*	*e*	*0,423*

CICLI DI CARICO

Pressione	*Cedimento*	*Cedimento*	*Indice dei vuoti*	*Densità secca*	*Coeff. di Consolidazione*	*Indice di compressibilità*	*Coeff. di Compressibilità*	*Modulo Edometrico*	*Coeff. di permeabilità*
Kg/cm²	*mm*	*%*	*e*	*g/cm³*	*Cv = cm²/sec*	*av = Kg/cm²*	*mv = Kg/cm²*	*E_{ed} = Kg/cm²*	*K=cm/sec*
0,125	*0,14*	*0,70*	*0,414*	*1,868*					
0,250	*0,28*	*1,40*	*0,404*	*1,881*	*5,323E-03*	*0,080*	*0,056*	*17,73*	*3,188E-08*
0,500	*0,44*	*2,20*	*0,392*	*1,896*	*5,217E-03*	*0,046*	*0,032*	*31,03*	*2,370E-08*
1,000	*0,67*	*3,35*	*0,376*	*1,919*	*5,333E-03*	*0,033*	*0,023*	*43,17*	*1,883E-08*
2,000	*1,03*	*5,15*	*0,350*	*1,955*	*5,314E-03*	*0,026*	*0,018*	*55,17*	*9,689E-09*
4,000	*1,39*	*6,95*	*0,325*	*1,993*	*5,363E-03*	*0,013*	*0,009*	*110,33*	*9,704E-09*
8,000	*2,07*	*10,35*	*0,276*	*2,069*	*5,480E-03*	*0,012*	*0,009*	*116,82*	*8,433E-09*
16,000	*3,21*	*16,05*	*0,195*	*2,209*	*5,320E-03*	*0,010*	*0,007*	*139,37*	*3,360E-10*



Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di taglio Diretto
ASTM D3080

certificato n°176/19

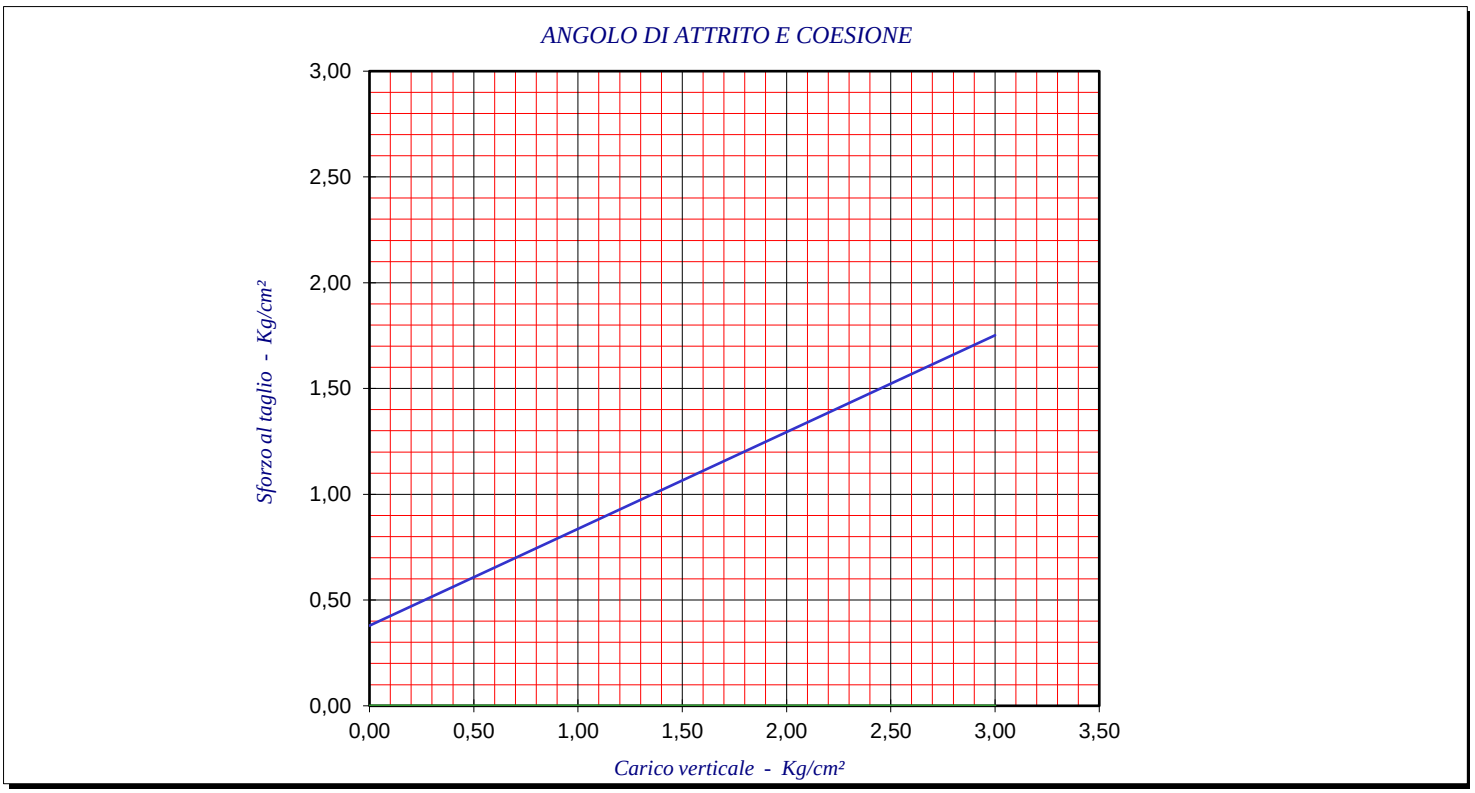
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campione: Denominato "**CAMPIONE S3 250-300** " campionato dal sondaggio geognostico S3 alla profondità di 2,50 3,00 metri dal p.*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Velocità di prova: 0,001 mm/min	*Superfice scatola cm² 19,64*

CARATTERISTICHE INIZIALI		*1*	*2*	*3*
Umidità naturale	*%*	*6,15*	*6,15*	*6,15*
Peso di volume naturale	*g/cm³*	*1,895*	*1,918*	*1,937*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,779*	*1,800*	*1,818*
Peso specifico dei grani	*g/cm³*	*2,621*	*2,621*	*2,621*
Grado di saturazione	*%*	*36,28*	*37,66*	*38,90*
Indice dei vuoti	*e*	*0,473*	*0,456*	*0,442*
			MAX	*RES*
ANGOLO DI ATTRITO		*° sess.*	***24,58***	*n.d.*
COESIONE		*Kg/cm²*	***0,38***	*n.d.*

CONSOLIDAZIONE		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Variazione di volume	*%*	*1,00*	*2,53*	*3,70*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,797*	*1,847*	*1,888*
Indice dei vuoti	*e*	*0,459*	*0,419*	*0,388*
Peso di volume saturo	*g/cm³*	*2,111*	*2,142*	*2,168*
ROTTURA		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Scorrimento orizzontale	*%*	*5,20*	*9,43*	*11,87*
Sforzo al taglio massimo	*Kg/cm²*	*0,831*	*1,305*	*1,746*



Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di taglio Diretto
ASTM D3080

certificato n°186/19

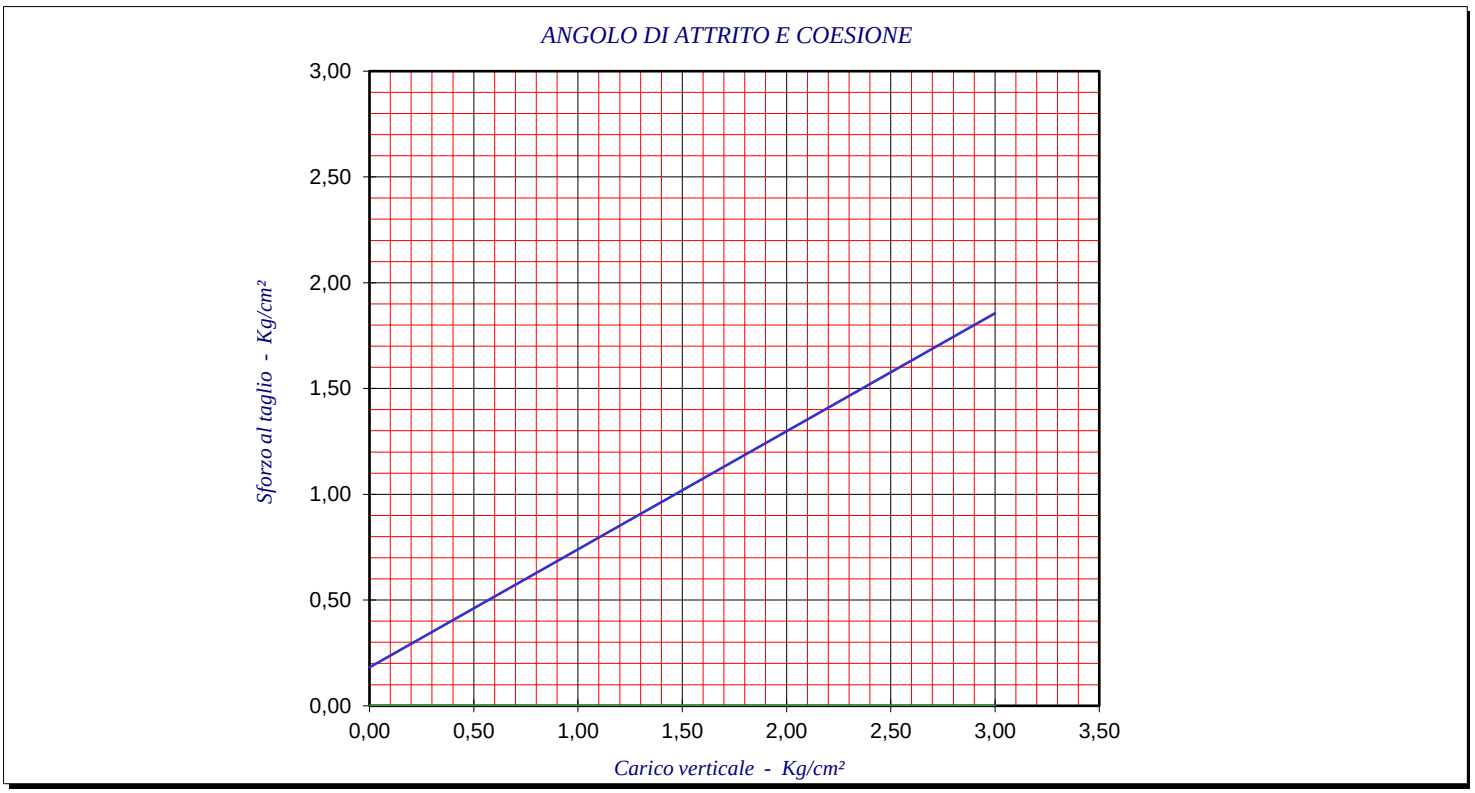
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campioni: Denominato "**CAMPIONE S3 600-650** " campionato dal sondaggio geognostico S3 alla profondità di 6,00 6,50 metri dal p.*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon
Nota: Campione ricostrutio sul passante al setaccio da 2 mm di maglia

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Velocità di prova: 0,001 mm/min	*Superfice scatola cm² 19,64*

CARATTERISTICHE INIZIALI		*1*	*2*	*3*
Umidità naturale	*%*	*3,22*	*3,22*	*3,22*
Peso di volume naturale	*g/cm³*	*1,721*	*1,730*	*1,736*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,666*	*1,674*	*1,681*
Peso specifico dei grani	*g/cm³*	*2,665*	*2,665*	*2,665*
Grado di saturazione	*%*	*14,78*	*14,98*	*15,14*
Indice dei vuoti	*e*	*0,600*	*0,592*	*0,586*
			MAX	*RES*
ANGOLO DI ATTRITO		*° sess.*	***29,16***	*n.d.*
COESIONE		*Kg/cm²*	***0,18***	*n.d.*

CONSOLIDAZIONE		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Variazione di volume	*%*	*1,43*	*3,13*	*4,47*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,690*	*1,728*	*1,759*
Indice dei vuoti	*e*	*0,577*	*0,542*	*0,515*
Peso di volume saturo	*g/cm³*	*2,056*	*2,080*	*2,099*
ROTTURA		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Scorrimento orizzontale	*%*	*13,33*	*13,33*	*13,33*
Sforzo al taglio massimo	*Kg/cm²*	*0,746*	*1,285*	*1,862*



Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

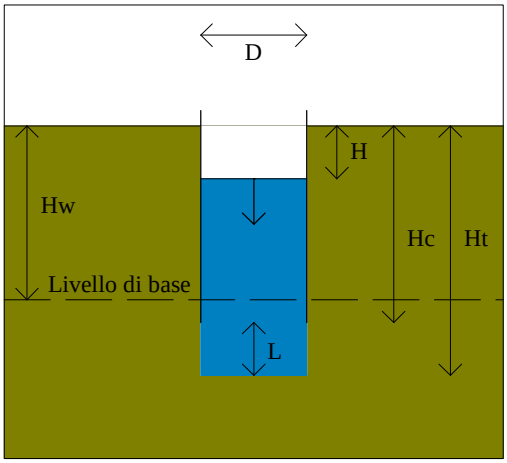
ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

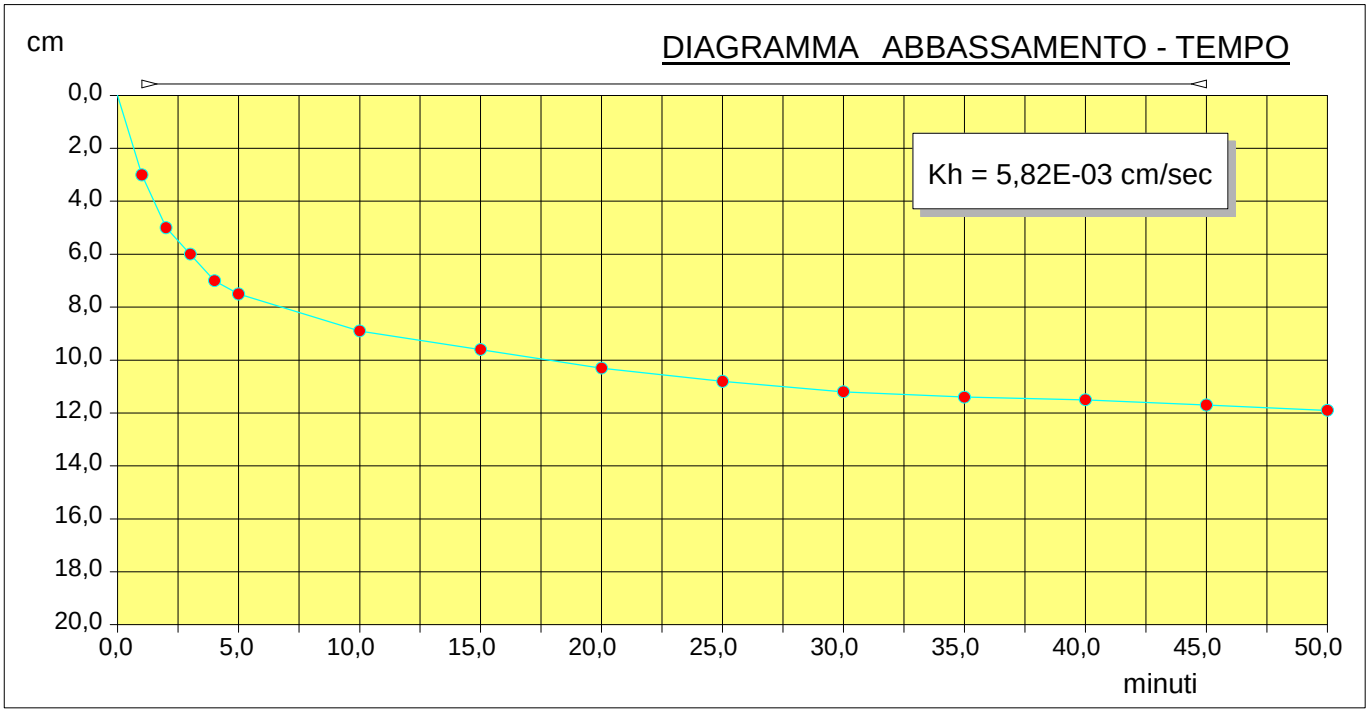
Committente:	ART AMBIENTE PER REGIONE SARDEGNA		
Riferimento:	VERIFICA ARGINI RIO MOGORO	Prova:	3
Località:	AGRO DI URAS	Data:	28/02/2019
Sondaggio:	3	Orario prova:	

Prova eseguita in abbassamento	
Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	3,30
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	0,01
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0,127
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	3,30
Profondità del foro [Ht] (m)	3,80
Spessore del tratto di prova [L] (m)	0,50
Coefficiente di forma	0,50



T min	H cm	dH cm	k cm/sec	T min	H cm	dH cm	k cm/sec
0	329,0	0,0					
1	326,0	3,0	3,87E-02				
2	324,0	5,0	2,60E-02				
3	323,0	6,0	1,31E-02				
4	322,0	7,0	1,31E-02				
5	321,5	7,5	6,56E-03				
10	320,1	8,9	3,69E-03				
15	319,4	9,6	1,85E-03				
20	318,7	10,3	1,85E-03				
25	318,2	10,8	1,33E-03				
30	317,8	11,2	1,06E-03				
35	317,6	11,4	5,32E-04				
40	317,5	11,5	2,66E-04				
45	317,3	11,7	5,32E-04				
50	317,1	11,9	5,32E-04				

DIAGRAMMA ABBASSAMENTO - TEMPO



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SN03

TERRENI COESIV I

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Strato	12	0.00-2,95	U.S.D.M.S.M	87,77
Strato (2) Strato	31	2,95-5,95	U.S.D.M.S.M	226,14

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Strato	12	0.00-2,95	Stroud e Butler (1975)	5,40
Strato (2) Strato	31	2,95-5,95	Stroud e Butler (1975)	13,95

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) Strato	12	0.00-2,95	Meyerhof	19,81
Strato (2) Strato	31	2,95-5,95	Meyerhof	21,38

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato (1) Strato	12	0.00-2,95	Meyerhof	21,77
Strato (2) Strato	31	2,95-5,95	Meyerhof	23,54

TERRENI INCOERENT I

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	12	0.00-2,95	12	Malcev (1964)	31,65
Strato (2) Strato	31	2,95-5,95	23	Malcev (1964)	30,46

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Strato	12	0.00-2,95	12	Meyerhof ed altri	17,55
Strato (2) Strato	31	2,95-5,95	23	Meyerhof ed altri	20,10

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Strato	12	0.00-2,95	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,93
Strato (2) Strato	31	2,95-5,95	23	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,61

RIO MOCORO
S3 C1
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0

RIO MOCORO
S3 C2
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0

GEOAMBIENTE ITALIA snc
VIA MURICHESSA 76 NUORO
TEL/FAX . 0784/205179
www.geoambienteitalia.it

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
ART AMBIENTE RISORSE TERRITORIO	2,70 m			
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
NICOLA DONEDDU	VERIFICHE SPONDALI RIO MOGORO			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
DOTT. GEOL. ALESSIO DONEDDU	PZ4 (POZZETTO GEOGNOSTICO)	CONTINUO	CASAGRANDE C6	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove
1		ARGILLE DEBOLMENTE LIMOSE. COLORE MARRON BRUNO												
2			2.30											
		SABBIE ARGILLOSO LIMOSE. COLORE MARRON CHIARO	2.70											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:CONTINUO

Sonda:CASAGRANDE C6
Responsabile


Kubota



GEOAMBIENTE ITALIA snc
VIA MURICHESSA 76 NUORO
TEL/FAX . 0784/205179
www.geoambienteitalia.it

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
ART AMBIENTE RISORSE TERRITORIO	8 m			
Operatore	**Indagine**	**Note1**		**Inizio/Fine Esecuzione**
NICOLA DONEDDU	VERIFICHE SPONDALI RIO MOGORO			
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	**Coordinate X Y**
DOTT. GEOL. ALESSIO DONEDDU	S4	CONTINUO	CASAGRANDE C6	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove
1		ARGILLE DEBOLMENTE LIMOSE. COLORE MARRON BRUNO			5-5-6									
2					3.00 PC									
3														
4			4.00											
		ARGILLE SABBIOSO LIMOSE CON DEBOLE PRESENZA GHIAIOSA. COLORE MARRON												
5			5.20									5.20		
		SABBIE LIMOSE CON ABBONDANTE PRESENZA DI GHIAIE POLIGENICHE ETEROMETRICHE. COLORE OCRA												
6					19-11-15									
					6.30 PC									
7			7.10											
		SABBIE ARGILLOSO LIMOSE CON DEBOLE PRESENZA DI GHIAIA. COLORE OCRA												
8			8.00											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:CONTINUO

Sonda:CASAGRANDE C6
Responsabile

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Analisi granulometrica
CNR UNI 10006

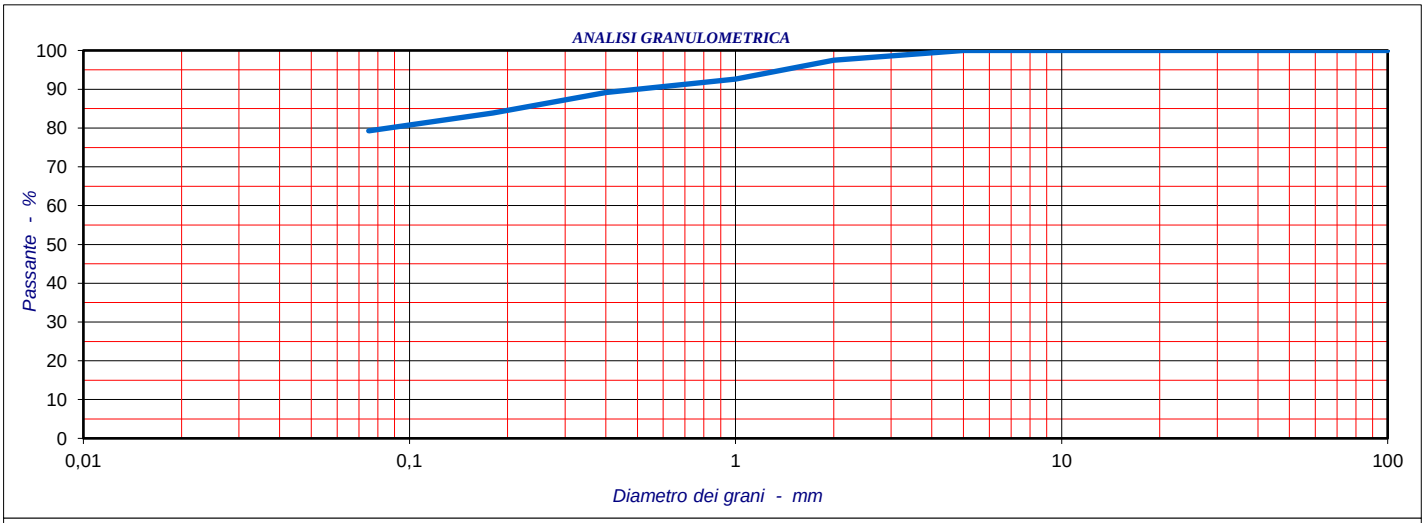
certificato n°183/19

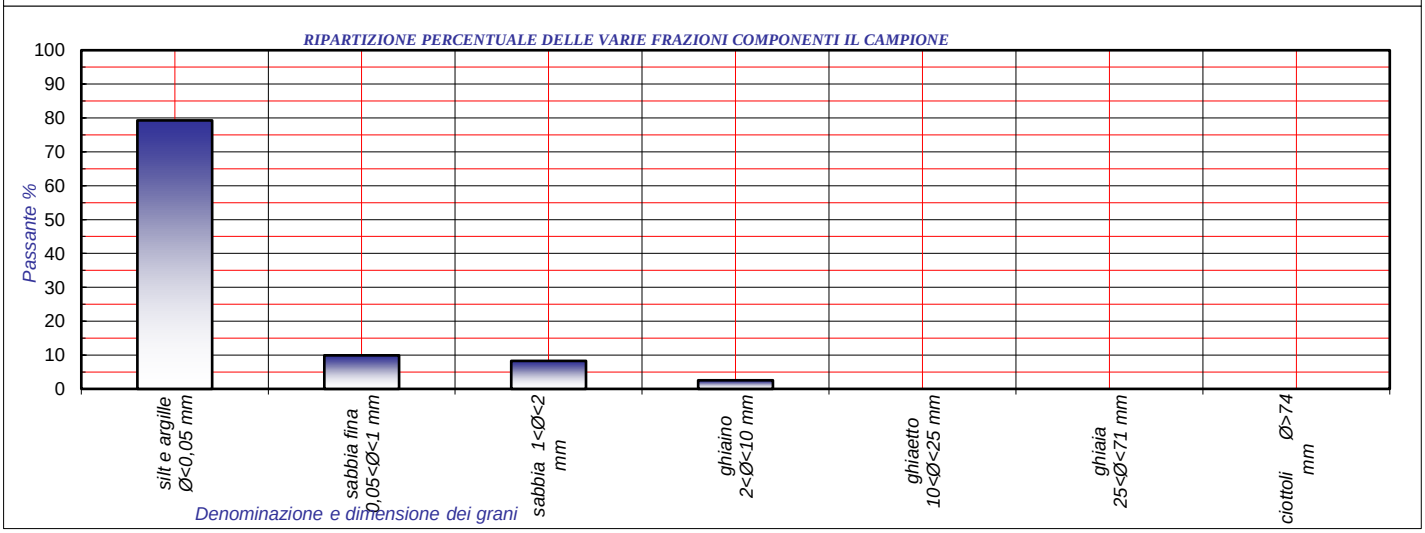
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campione: Denominato "**CAMPIONE S4 200-250** " campionato dal sondaggio geognostico S4 alla profondità di 2,00 2,50 metri d*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

ANALISI GRANULOMETRICA (CNR-B.U. n° 23)													
Diametro dei grani	100	71	60	40	25	15	10	5	2	1	0,4	0,18	0,075
Passante (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,5	92,6	89,2	83,9	79,3

LIMITI ED INDICI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)				INDICE DI GRUPPO (CNR-UNI 10006)	17
LIMITE LIQUIDO (%)	55	INDICE DI PLASTICITA	24	CLASSIFICAZIONE (CNR-UNI 10006)	A 7-5
LIMITE PLASTICO (%)	31	LIMITE DI RITIRO (%)	n.d.	CLASSIFICAZIONE (U.S.C.S.)	n.d.





Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Analisi granulometrica
CNR UNI 10006

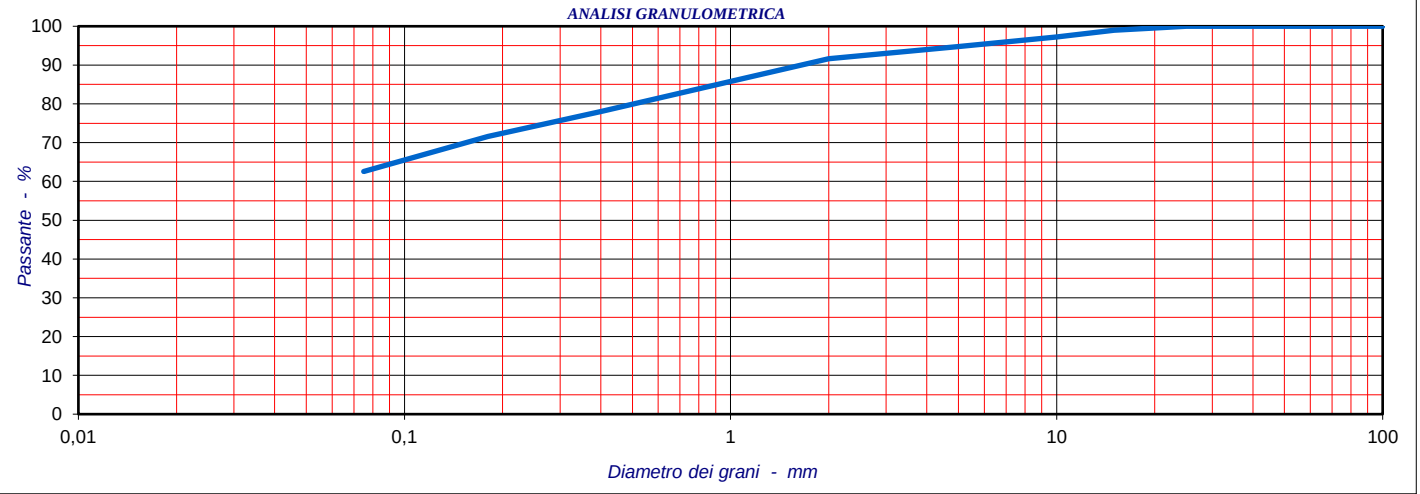
certificato n°191/19

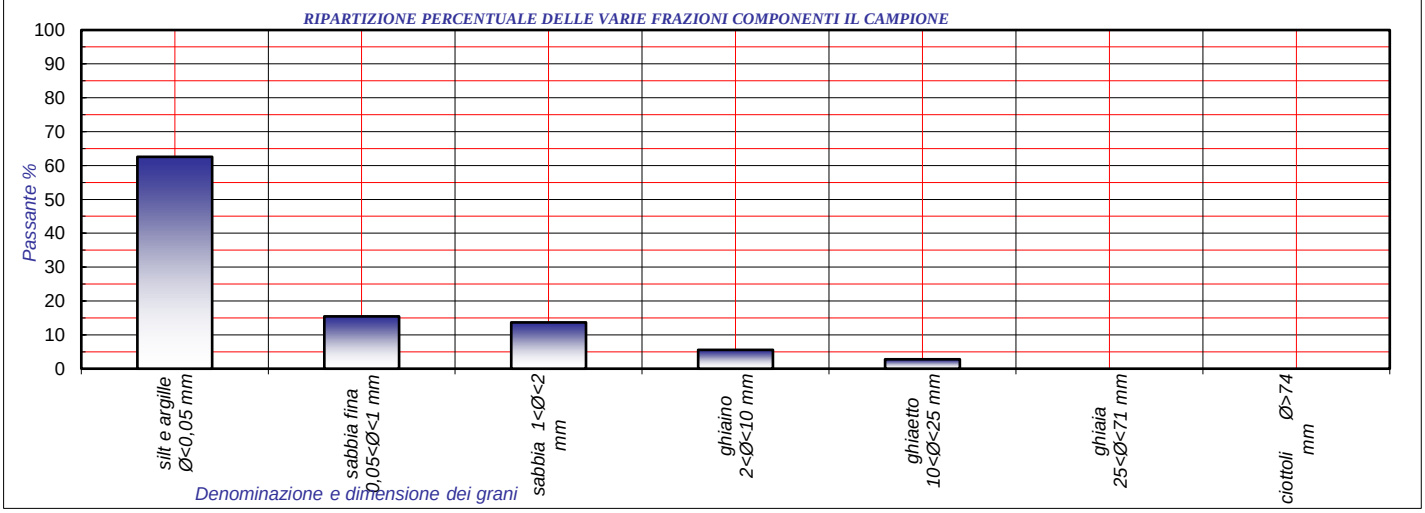
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
Campioni: Denominato " ***CAMPIONE S4 550-600*** *" campionato dal sondaggio geognostico S4 alla profondità di 5,50 6,00 metri d*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

ANALISI GRANULOMETRICA *(CNR-B.U. n° 23)*													
Diametro dei grani	*100*	*71*	*60*	*40*	*25*	*15*	*10*	*5*	*2*	*1*	*0,4*	*0,18*	*0,075*
Passante (%)	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*99,0*	*97,2*	*94,8*	*91,7*	*85,8*	*78,0*	*71,6*	*62,6*

LIMITI ED INDICI DI ATTERBERG *(CNR-UNI 10014)*				***INDICE DI GRUPPO*** *(CNR-UNI 10006)*	*9*
LIMITE LIQUIDO (%)	*49*	*INDICE DI PLASTICITA*	*16*	***CLASSIFICAZIONE*** *(CNR-UNI 10006)*	*A 7-5*
LIMITE PLASTICO (%)	*33*	*LIMITE DI RITIRO (%)*	*n.d.*	***CLASSIFICAZIONE*** *(U.S.C.S.)*	*n.d.*





Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Cliente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova per intero. Eventuali riproduzioni parziali dovranno essere esplicitamente autorizzate,

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di compressione edometrica
Norme: ASTM D-2435

Certificato n°179/19

Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campione: Denominato "**CAMPIONE S4 200-250** " campionato dal sondaggio geognostico S4 alla profondità di 2,00 2,50 metri dal p.c*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

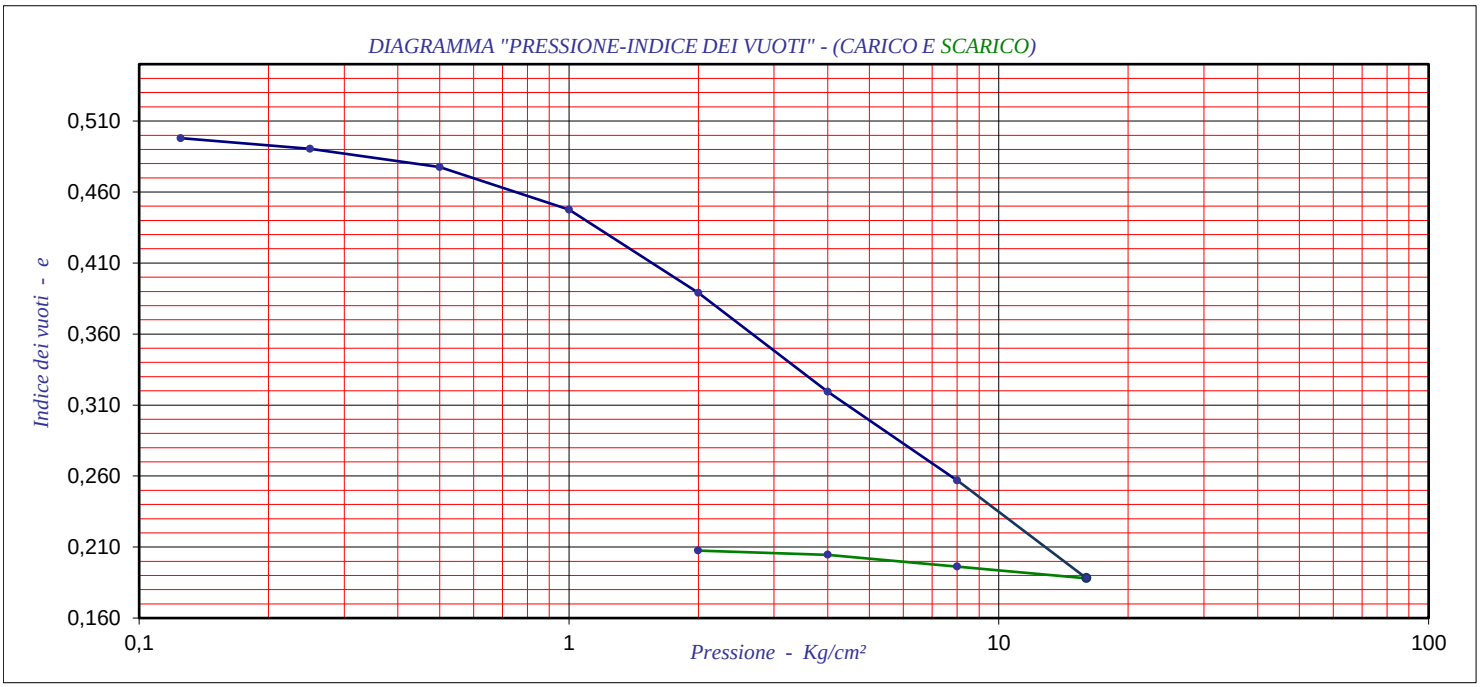
PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL PROVINO

Altezza iniziale	*mm*	*20,00*	*Peso di volume saturo*	*g/cmc*	*2,093*
Umidità naturale	*%*	*4,55*	*Peso di volume secco*	*g/cmc*	*1,759*
Peso di volume naturale	*g/cmc*	*1,843*	*Grado di saturazione*	*%*	*25,12*
Peso specifico dei grani	*g/cmc*	*2,640*	*Indice dei vuoti*	*e*	*0,501*

CICLI DI CARICO

Pressione	*Cedimento*	*Cedimento*	*Indice dei vuoti*	*Densità secca*	*Coeff. di Consolidazione*	*Indice di compressibilità*	*Coeff. di Compressibilità*	*Modulo Edometrico*	*Coeff. di permeabilità*
Kg/cm²	*mm*	*%*	*e*	*g/cm³*	*Cv = cm²/sec*	*av = Kg/cm²*	*mv = Kg/cm²*	*E_{ed} = Kg/cm²*	*K=cm/sec*
0,125	*0,04*	*0,20*	*0,498*	*1,762*					
0,250	*0,14*	*0,70*	*0,490*	*1,771*		*0,060*	*0,040*	*24,95*	*3,112E-08*
0,500	*0,31*	*1,55*	*0,478*	*1,787*	*5,112E-03*	*0,051*	*0,034*	*29,35*	*3,980E-08*
1,000	*0,71*	*3,55*	*0,448*	*1,824*	*5,445E-03*	*0,060*	*0,040*	*24,95*	*3,771E-08*
2,000	*1,49*	*7,45*	*0,389*	*1,900*	*5,077E-03*	*0,059*	*0,039*	*25,59*	*2,526E-08*
4,000	*2,42*	*12,10*	*0,319*	*2,001*	*5,419E-03*	*0,035*	*0,023*	*42,92*	*1,180E-08*
8,000	*3,25*	*16,25*	*0,257*	*2,100*	*5,403E-03*	*0,016*	*0,010*	*96,19*	*6,939E-09*
16,000	*4,17*	*20,85*	*0,188*	*2,222*	*5,420E-03*	*0,009*	*0,006*	*173,57*	*4,130E-10*



Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di taglio Diretto
ASTM D3080

certificato n°178/19

Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campione: Denominato "**CAMPIONE S4 200-250** " campionato dal sondaggio geognostico S4 alla profondità di 2,00 2,50 metri dal p.*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon

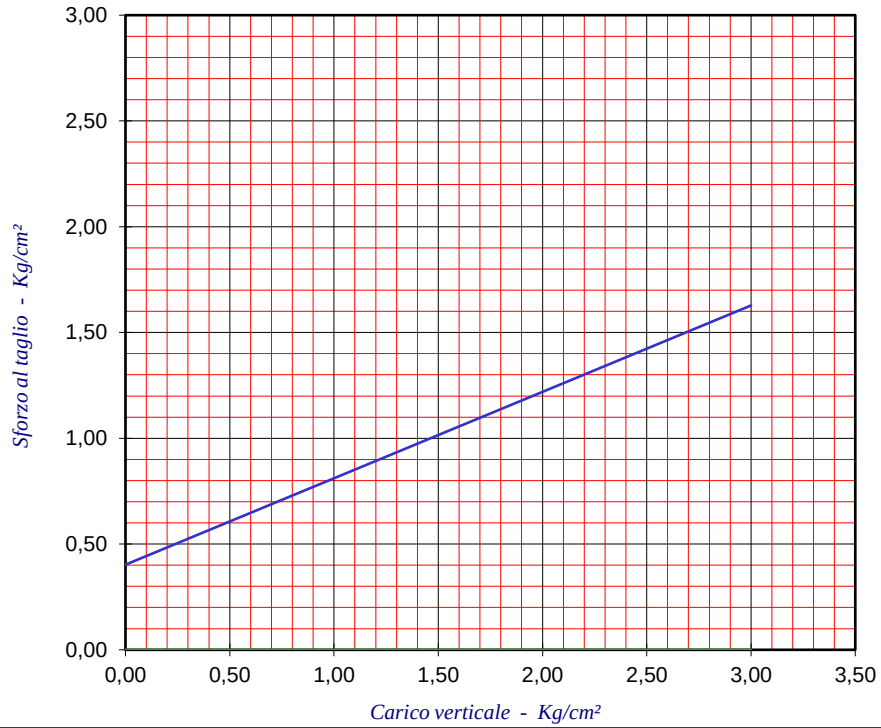
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Velocità di prova: 0,001 mm/min	*Superfice scatola cm² 19,64*

CARATTERISTICHE INIZIALI		*1*	*2*	*3*
Umidità naturale	*%*	*7,94*	*7,94*	*7,94*
Peso di volume naturale	*g/cm³*	*1,844*	*1,820*	*1,838*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,697*	*1,675*	*1,692*
Peso specifico dei grani	*g/cm³*	*2,603*	*2,603*	*2,603*
Grado di saturazione	*%*	*42,07*	*40,55*	*41,73*
Indice dei vuoti	*e*	*0,534*	*0,554*	*0,538*
			MAX	*RES*
ANGOLO DI ATTRITO		*° sess.*	***22,22***	*n.d.*
COESIONE		*Kg/cm²*	***0,40***	*n.d.*

CONSOLIDAZIONE		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Variazione di volume	*%*	*2,53*	*5,33*	*6,80*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,741*	*1,770*	*1,816*
Indice dei vuoti	*e*	*0,495*	*0,471*	*0,433*
Peso di volume saturo	*g/cm³*	*2,072*	*2,090*	*2,118*
ROTTURA		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Scorrimento orizzontale	*%*	*3,43*	*6,10*	*8,05*
Sforzo al taglio massimo	*Kg/cm²*	*0,776*	*1,289*	*1,593*

ANGOLO DI ATTRITO E COESIONE



Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

ENGINEERING SERVICE
International promoter manager
NUORO - ITALY

ENGINEERING SERVICE
Divisione Laboratorio Geotecnico
Via Ballero 85 - 08100 Nuoro
tel. fax 0784/38985 - cell. 3280235182 - dboneddu@tiscali.it

Denominazione prova:
Prova di taglio Diretto
ASTM D3080

certificato n°187/19

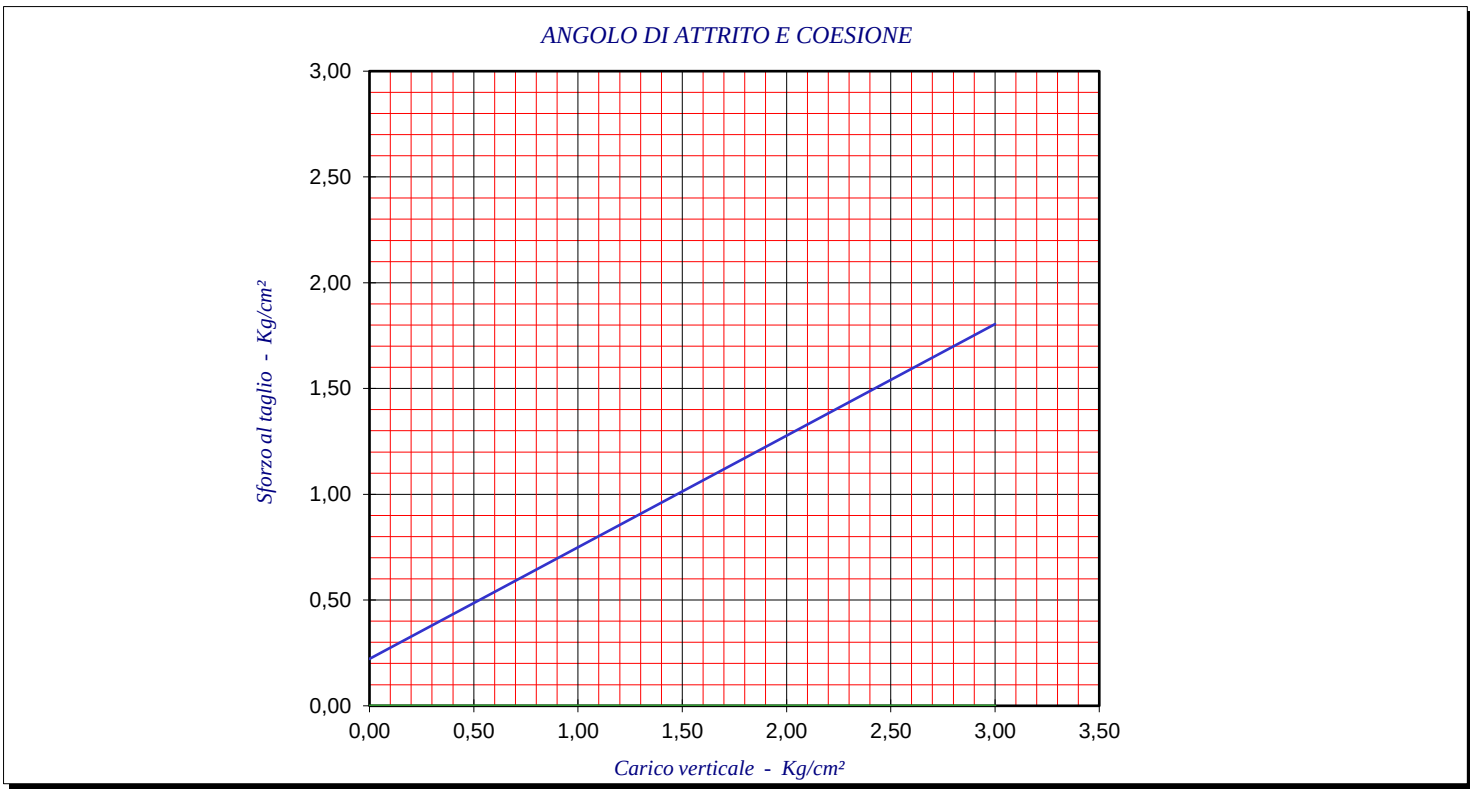
Committente: Geoambiente Italia per ART Ambiente
Progetto: Verifica argini Rio Mogoro
*Campioni: Denominato "**CAMPIONE S4 550-600** " campionato dal sondaggio geognostico S4 alla profondità di 5,50 6,00 metri dal p.*
Campionamento: A cura della Committenza in busta di nylon
Nota: Campione ricostrutio sul passante al setaccio da 2 mm di maglia

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Velocità di prova: 0,001 mm/min	*Superfice scatola cm² 19,64*

CARATTERISTICHE INIZIALI		*1*	*2*	*3*
Umidità naturale	*%*	*6,03*	*6,03*	*6,03*
Peso di volume naturale	*g/cm³*	*1,803*	*1,788*	*1,791*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,694*	*1,680*	*1,683*
Peso specifico dei grani	*g/cm³*	*2,584*	*2,584*	*2,584*
Grado di saturazione	*%*	*31,56*	*30,82*	*30,98*
Indice dei vuoti	*e*	*0,525*	*0,538*	*0,535*
			MAX	*RES*
ANGOLO DI ATTRITO		*° sess.*	***27,81***	*n.d.*
COESIONE		*Kg/cm²*	***0,22***	*n.d.*

CONSOLIDAZIONE		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Variazione di volume	*%*	*1,27*	*2,70*	*3,80*
Peso di volume secco	*g/cm³*	*1,716*	*1,727*	*1,750*
Indice dei vuoti	*e*	*0,506*	*0,497*	*0,477*
Peso di volume saturo	*g/cm³*	*2,052*	*2,058*	*2,072*
ROTTURA		*1*	*2*	*3*
Carico verticale	*Kg/cm²*	*1,00*	*2,00*	*3,00*
Scorrimento orizzontale	*%*	*13,33*	*13,33*	*13,33*
Sforzo al taglio massimo	*Kg/cm²*	*0,772*	*1,232*	*1,827*



Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Davide Boneddu

Nuoro, 06/04/2019

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 445 Dott. Geol. DAVIDE BONEDDU

NOTA: I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione provato.
AVVERTENZA: Il Committente si impegna a riprodurre il presente Rapporto di Prova solo se in possesso di formale autorizzazione del Direttore del Laboratorio. Sono comunque vietate le riproduzioni parziali.

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SN04

TERRENI COESIV I

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) Strato	11	0.00-3,45	U.S.D.M.S.M	80,51
Strato (2) Strato	26	3,45-6,75	U.S.D.M.S.M	189,76

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) Strato	11	0.00-3,45	Stroud e Butler (1975)	4,95
Strato (2) Strato	26	3,45-6,75	Stroud e Butler (1975)	11,70

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) Strato	11	0.00-3,45	Meyerhof	19,52
Strato (2) Strato	26	3,45-6,75	Meyerhof	20,79

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato (1) Strato	11	0.00-3,45	Meyerhof	21,48
Strato (2) Strato	26	3,45-6,75	Meyerhof	22,06

TERRENI INCOERENT I

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	11	0.00-3,45	11	Malcev (1964)	31,21
Strato (2) Strato	26	3,45-6,75	20,5	Malcev (1964)	30,02

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Strato	11	0.00-3,45	11	Meyerhof ed altri	17,26
Strato (2) Strato	26	3,45-6,75	20,5	Meyerhof ed altri	19,61

Peso unità di volume saturo

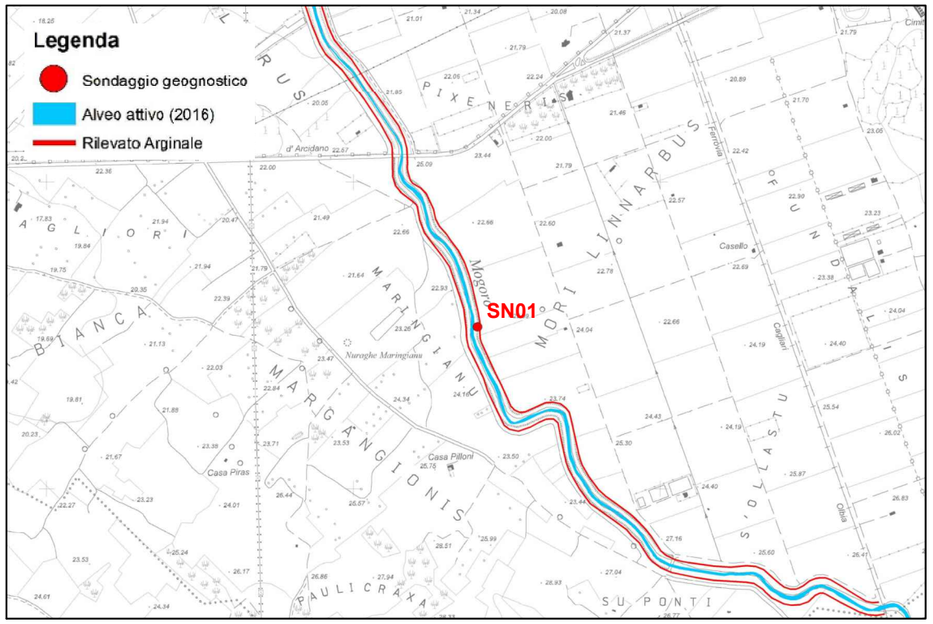
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Strato	11	0.00-3,45	11	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83
Strato (2) Strato	26	3,45-6,75	20,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,42

RIO
HOORO
S4 C1
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0

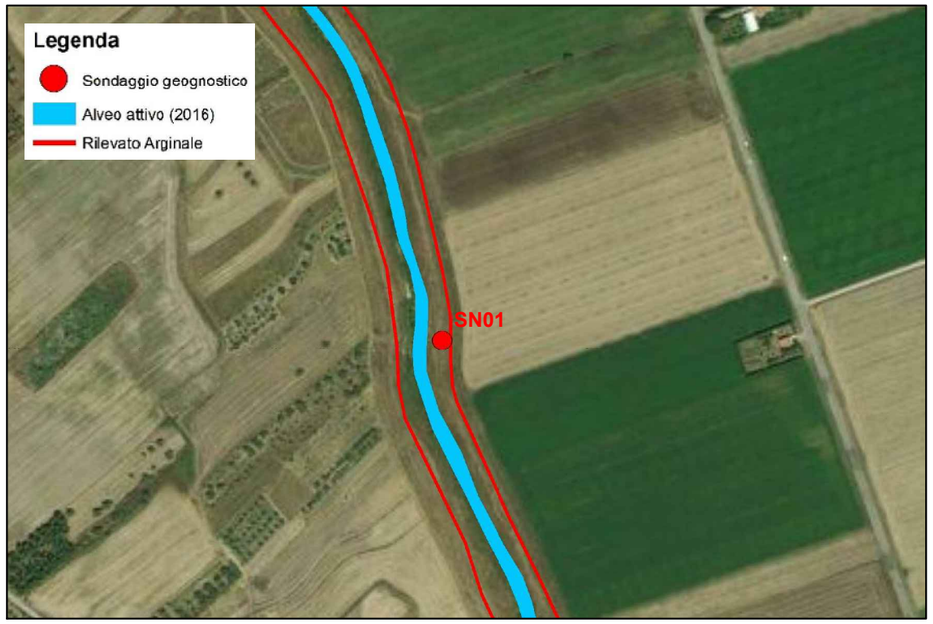
R10 MOLO Bo
S4 C2
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0

ALLEGATO 2 – SEZIONI GEOLOGICO GEOTECNICHE

SCALA 1 : 20.000



SCALA 1 : 5.000



N

Cordinate sondaggio SN01 Monte Mario 1 - EPSG: 3003	
Latitudine	4392527,93
Longitudine	1473404,54

LEGENDA

RILEVATO ARGINALE

Argille limose
- c' = 15-40 kPa
- φ' = 20-50°
- Cu = 30-95 kPa
- γ = 18,5-20 kN/m³
- γw =20,5-22 kN/m³

DEPOSITI OLOCENICI

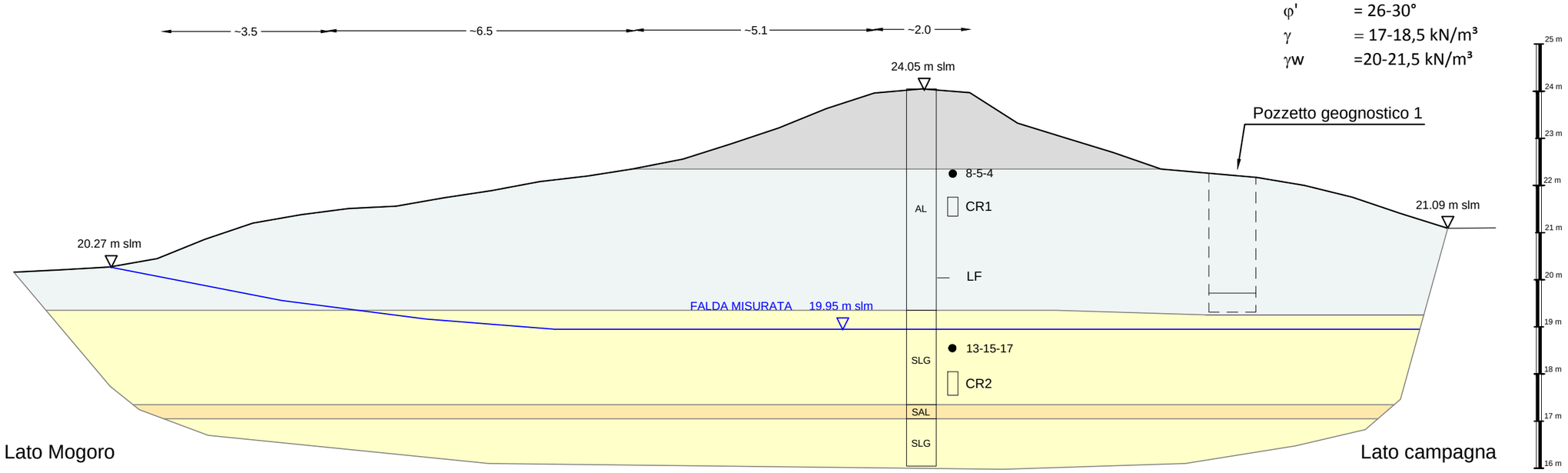
Argille e limi con sabbia:
- c' = 24,5 kPa
- φ' = 27,3°
- Cu = 35,4 kPa
- γ = 18,4 kN/m³
- γw = 21,2 kN/m³
- IP = 18
- k = 1,35e-5 m/s

Classificazione UNI 10006 = A7-5

Ghiaia con sabbie argilloso limose:
- c' = 8,8 kPa
- φ' = 31,8°
- γ = 17,2 kN/m³
- γw = 20,7 kN/m³
- IP = 13

Classificazione UNI 10006 = A2-7

Sabbie argilloso limose:
- c' = 5-10 kPa
- φ' = 26-30°
- γ = 17-18,5 kN/m³
- γw =20-21,5 kN/m³



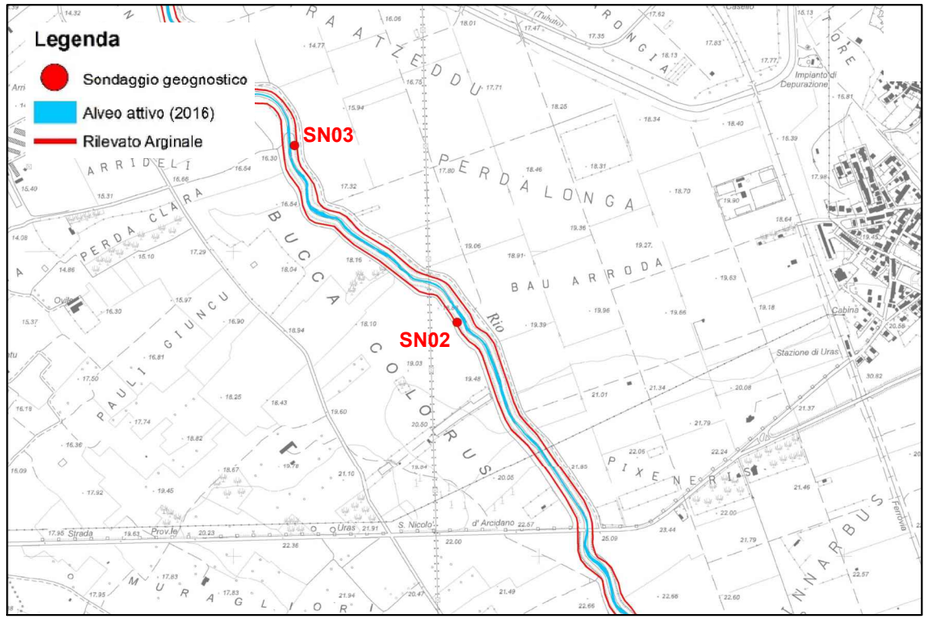
STUDI E PREDISPOSIZIONE DEL PROGETTO DI MANUTENZIONE DELL'ALVEO E DELLE OPERE IDRAULICHE DEL FIUME MOGORO E REDAZIONE DEI PROGETTI DI FATTIBILITÀ PER LA MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE OPERE IDRAULICA DI COMPETENZA REGIONALE

MODELLO GEOLOGICO / GEOTECNICO

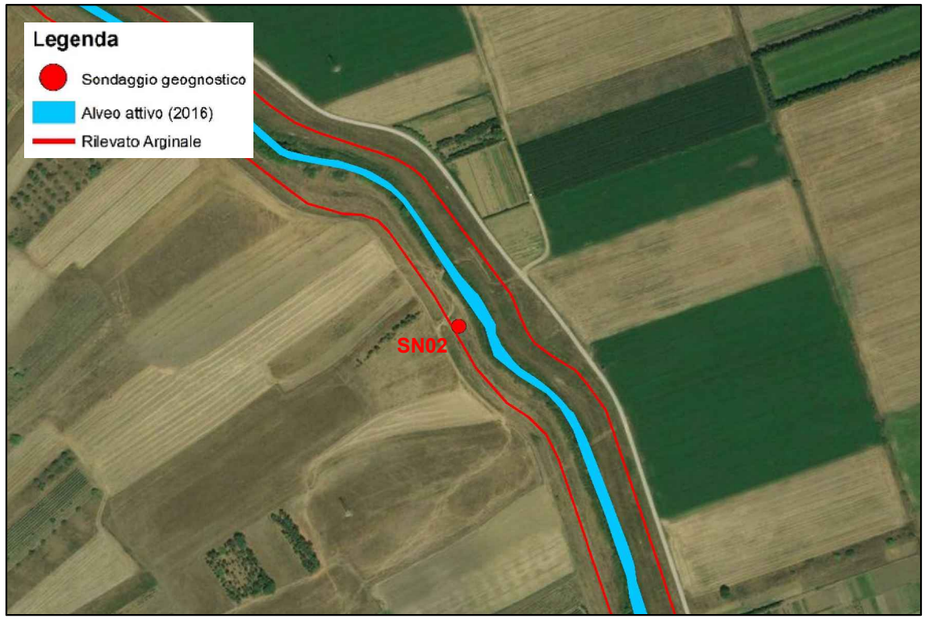
TAV. 1 SEZIONE SN01

20/05/2019 REV. 0

SCALA 1 : 20.000



SCALA 1 : 5.000



Cordinate sondaggio SN02 Monte Mario 1 - EPSG: 3003	
Latitudine	4393768,95
Longitudine	1472732,53

LEGENDA

RILEVATO ARGINALE

Argille limose:

c'	= 15-40 kPa
φ'	= 20-25°
Cu	= 95 kPa
γ	= 20 kN/m³
γw	=21,9 kN/m³

DEPOSITI OLOCENICI

Argille e limi con sabbia:

c'	= 18,6 kPa
φ'	= 28,4°
Cu	= 30-95 kPa
γ	= 18,8 kN/m³
γw	= 21 kN/m³
k	= 3,84e-5 m/s
IP	= 24

Classificazione UNI 10006 = A7-5

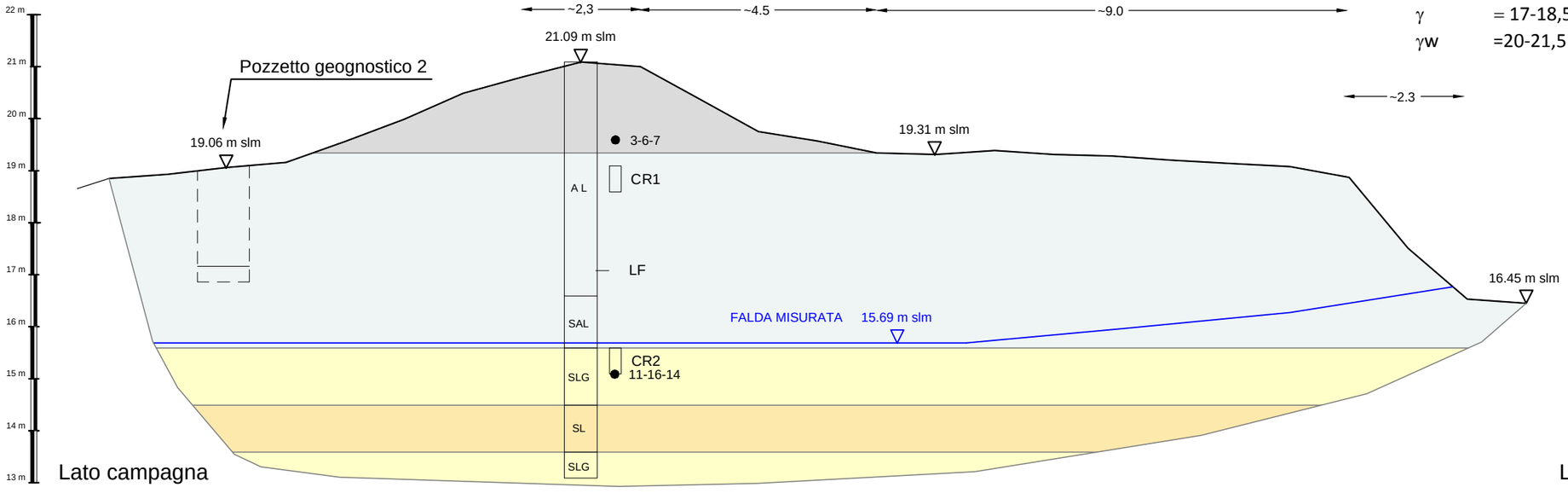
Ghiaie con sabbie argilloso limose

c'	= 7,8 kPa
φ'	= 32,1°
γ	= 17,8 kN/m³
γw	= 20,4 kN/m³
IP	= 10

Classificazione UNI 10006 = A5

Sabbie argilloso limose:

c'	= 5-10 kPa
φ'	= 26-30°
γ	= 17-18,5 kN/m³
γw	=20-21,5 kN/m³



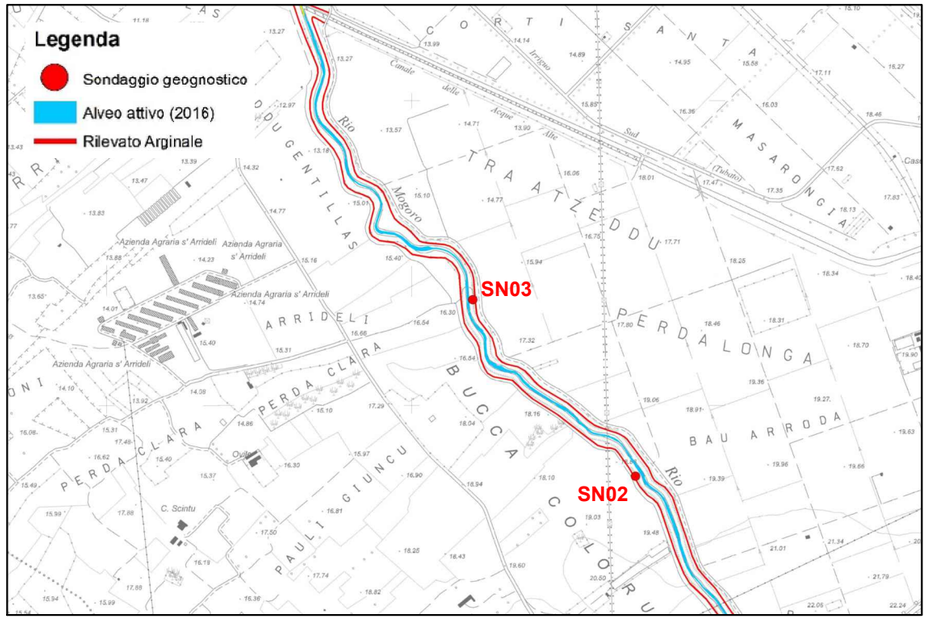
STUDI E PREDISPOSIZIONE DEL PROGETTO DI MANUTENZIONE DELL'ALVEO E DELLE OPERE IDRAULICHE DEL FIUME MOGORO E REDAZIONE DEI PROGETTI DI FATTIBILITÀ PER LA MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE OPERE IDRAULICA DI COMPETENZA REGIONALE

MODELLO GEOLOGICO / GEOTECNICO

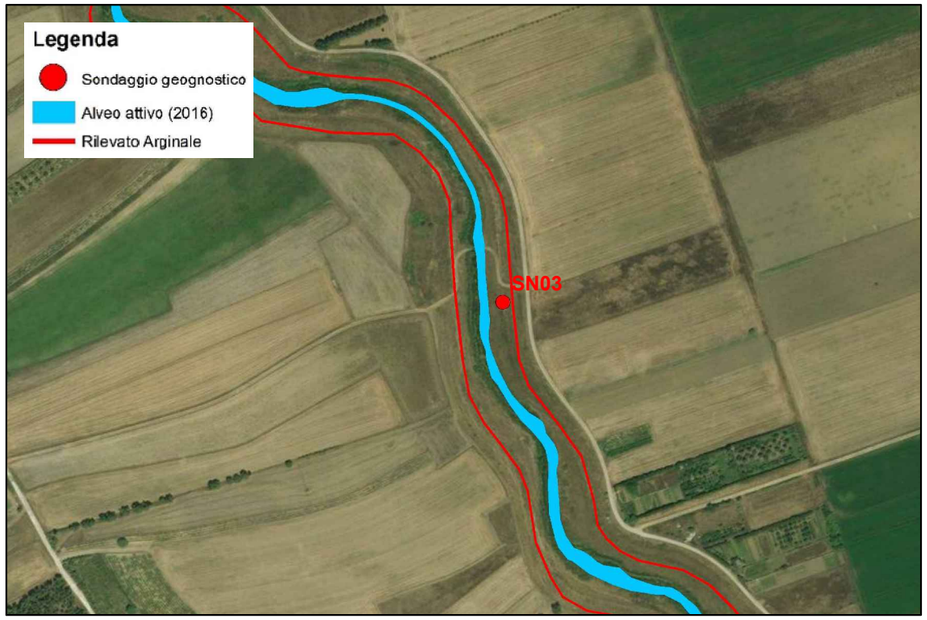
TAV. 2 SEZIONE SN02

20/05/2019 REV. 0

SCALA 1 : 20.000



SCALA 1 : 5.000



Cordinate sondaggio SN03 Monte Mario 1 - EPSG: 3003	
Latitudine	4394346,97
Longitudine	1472199,53

LEGENDA

RILEVATO ARGINALE

Argille limose:

c'	= 15-40 kPa
φ'	= 20-25°
Cu	= 30-95 kPa
γ	= 18,5-20 kN/m³
γw	=20,5-22 kN/m³

DEPOSITI OLOCENICI

Argille e limi sabbiosi:

c'	= 37,2 kPa
φ'	= 24,6°
Cu	= 46,8 kPa
γ	= 18,8 kN/m³
γw	= 21 kN/m³
k	= 5,82e-5 m/s
IP	= 22

Classificazione UNI 10006 = A7-5

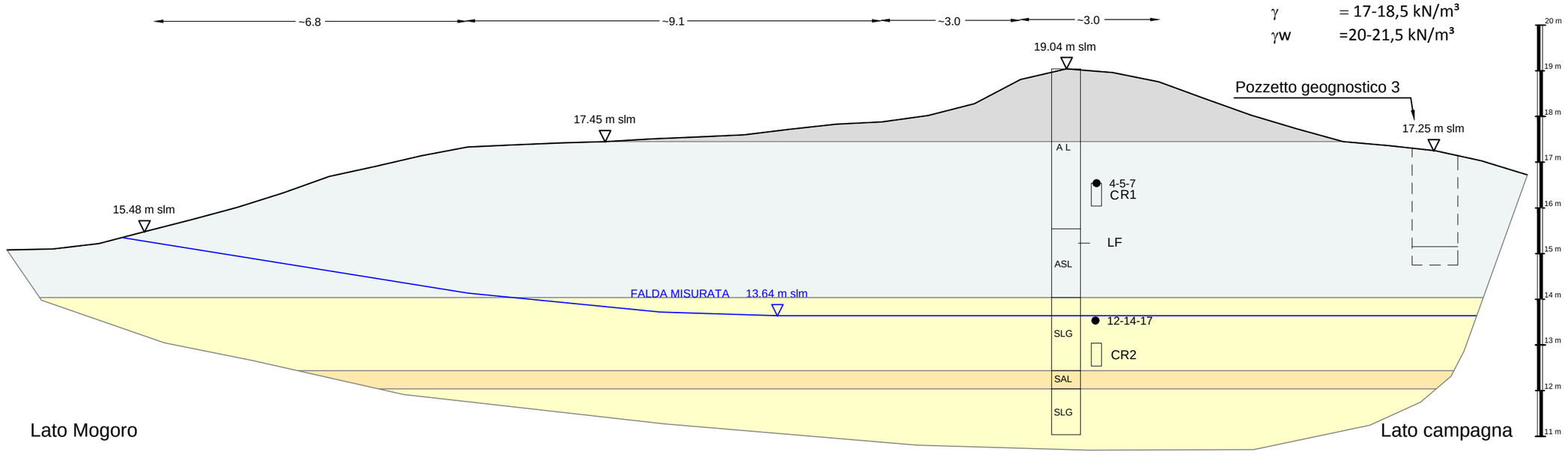
Argille e limi con sabbie ghiaiose

c'	= 17,6 kPa
φ'	= 29,2°
γ	= 17 kN/m³
γw	= 20,4 kN/m³
IP	= 14

Classificazione UNI 10006 = A7-5

Sabbie argilloso limose:

c'	= 5-10 kPa
φ'	= 26-30°
γ	= 17-18,5 kN/m³
γw	=20-21,5 kN/m³



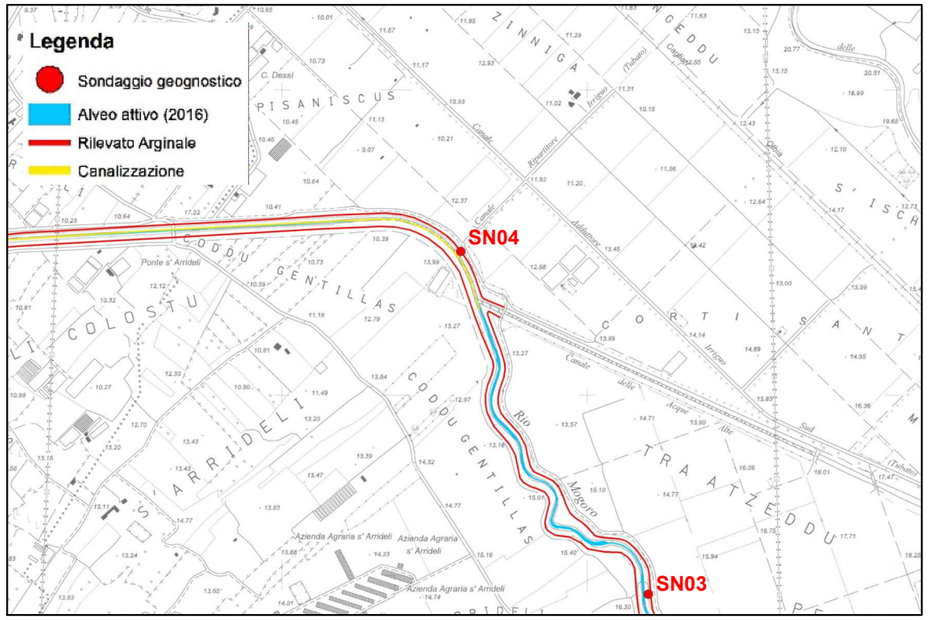
STUDI E PREDISPOSIZIONE DEL PROGETTO DI MANUTENZIONE DELL'ALVEO E DELLE OPERE IDRAULICHE DEL FIUME MOGORO E REDAZIONE DEI PROGETTI DI FATTIBILITÀ PER LA MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE OPERE IDRAULICA DI COMPETENZA REGIONALE

MODELLO GEOLOGICO / GEOTECNICO

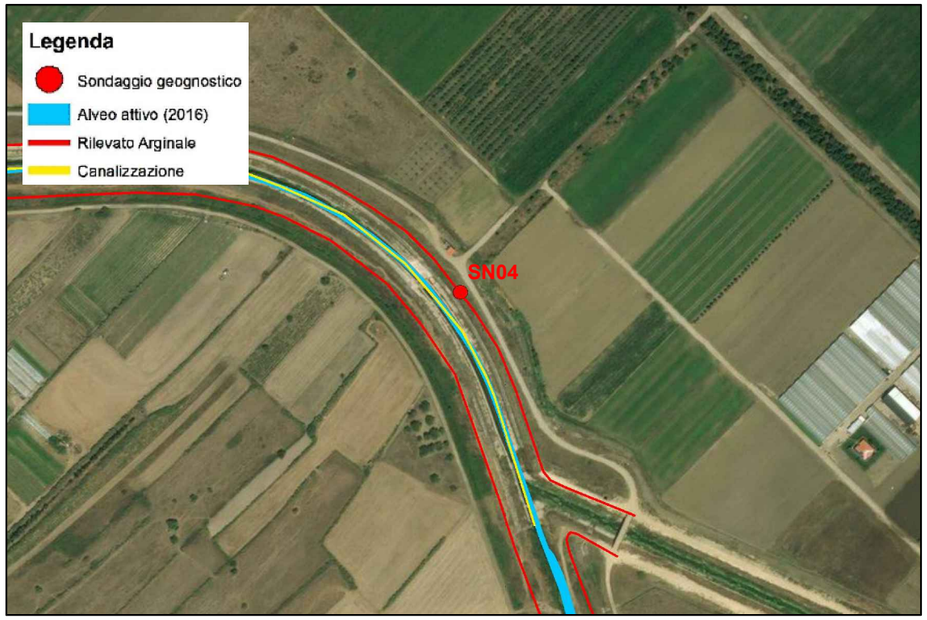
TAV. 3 SEZIONE SN03

20/05/2019 REV. 0

SCALA 1 : 20.000



SCALA 1 : 5.000



Cordinate sondaggio SN04 Monte Mario 1 - EPSG: 3003	
Latitudine	4395470,99
Longitudine	1471585,52

LEGENDA

RILEVATO ARGINALE

Argille limose:

c'	= 39,2 kPa
φ'	= 22,2°
Cu	= 43,1 kPa
γ	= 18 kN/m³
γw	=20,5 kN/m³
IP	= 24

Classificazione UNI 10006 = A7-5

DEPOSITI OLOCENICI

Argille e limi sabbiosi:

c'	= 15-40 kPa
φ'	= 23-29°
Cu	= 30-95 kPa
γ	= 18-19 kN/m³
γw	= 20,5,22 kN/m³

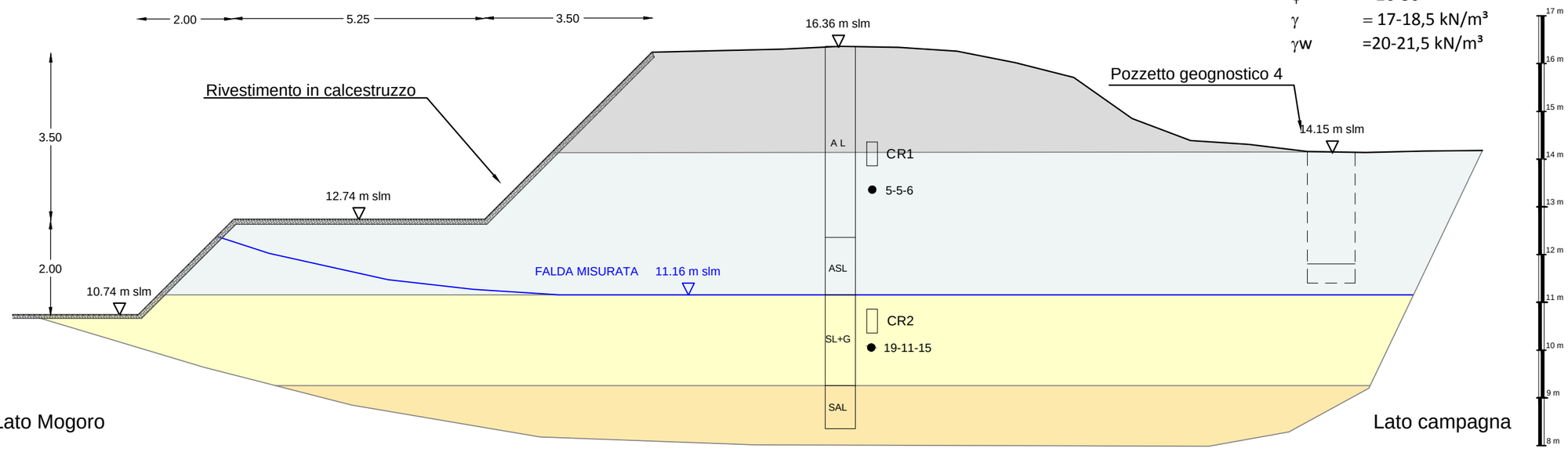
Argille e limi con sabbie debolmente ghiaiose

c'	= 21,6 kPa
φ'	= 27,8°
γ	= 17,6 kN/m³
γw	= 20,2 kN/m³
IP	= 16

Classificazione UNI 10006 = A7-5

Sabbie argilloso limose:

c'	= 5-10 kPa
φ'	= 26-30°
γ	= 17-18,5 kN/m³
γw	=20-21,5 kN/m³



STUDI E PREDISPOSIZIONE DEL PROGETTO DI MANUTENZIONE DELL'ALVEO E DELLE OPERE IDRAULICHE DEL FIUME MOGORO E REDAZIONE DEI PROGETTI DI FATTIBILITÀ PER LA MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE OPERE IDRAULICA DI COMPETENZA REGIONALE

MODELLO GEOLOGICO / GEOTECNICO

TAV. 4 SEZIONE SN04

20/05/2019 REV. 0