

SICILIACQUE S.p.A.

DIGA DI PIANO DEL LEONE

COMUNE DI CASTRONUOVO DI SICILIA - PRIZZI (PA)
N° ARCH. R.I.D. 167

PROGETTO DI GESTIONE INVASO

Titolo

DOCUMENTAZIONE INDAGINI
Nuove Indagini 2020 - Rapporto Geotecnico

All.

A2/b2

Data


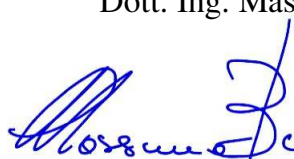
Gennaio 2021

Scala

Siciliacque S.p.A.

Il direttore operativo

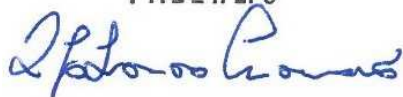
Dott. Ing. Massimo Burruano



Ingegnere Responsabile della Sicurezza

Dott. Ing. Alphonso Cusmano

ing. Alphonso Cusmano
n. 5248 Albo degli Ingegneri
PALERMO



I progettisti

Dott. Ing. Giancarlo Madoni



Dott. Ing. Poul Erik Nielsen



s.i.a. studio ingegneri associati

Milano

Progetto di gestione dell'invaso PIANO DEL LEONE - Aggiornamento

A2/b2- RAPPORTO GEOTECNICO

RAPPORTO GEOTECNICO

1 – Indagini di riferimento

Il presente Rapporto Geotecnico si riferisce alla campagna delle Indagini Geognostiche eseguite a cura del Concessionario del serbatoio Piano del Leone per la progettazione in corso relativa alla “Riqualificazione dei sistemi di scarico” dell’omonima Diga, ma che hanno tenuto debito conto anche delle esigenze di Aggiornamento del “Progetto di Gestione” della stessa Diga.

Pertanto nell’ambito di tali indagini sono stati presi in considerazione sia i terreni della zona proposta per il deposito dei materiali d’interrimento del serbatoio, eventualmente dragati dallo stesso (Aree di Abbancamento), sia gli stessi materiali d’interrimento; inoltre si è curato anche il prelievo di campioni delle stesse acque d’invaso, adeguati per le previste analisi chimiche.

Le modalità esecutive di tali indagini sono dettagliatamente esposte nell’elaborato “Indagini Geognostiche”, riportata, come Inserto (b1.3), nello stesso elaborato di progetto A2/b1. Al riguardo si precisa che tale elaborato è comprensivo anche dei seguenti Allegati: • Planimetria con ubicazione delle indagini effettuate • Colonne stratigrafiche • Certificati analisi e prove di laboratorio geotecnico.

L’ubicazione delle indagini effettuate è riportata anche nella planimetria della Tav. 1, allegata qui di seguito.

Nelle citate indagini sono stati eseguiti numerosi sondaggi con prelievo di campioni intatti e rimaneggiati, sui quali è stata eseguita un’ampia serie di prove geotecniche di laboratorio.

I sondaggi sono stati eseguiti in genere a carotaggio continuo così da identificare con precisione la stratigrafia dei terreni attraversati e da consentire il prelievo di numerosi campioni intatti o rimaneggiati per le prove di laboratorio, che hanno compreso in genere le seguenti determinazioni:

Tav. 1



Planimetria Ubicazione Indagini

Analisi per determinazione caratteristiche fisiche

- determinazione della composizione granulometrica (AG);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (w_n);
- determinazione del peso specifico dei grani (γ_s);
- determinazione del peso dell'unità di volume (γ);
- determinazione del peso secco dell'unità di volume (γ_d);
- determinazione dell'indice dei vuoti (e);
- determinazione della porosità (n);
- determinazione del grado di saturazione (S);

Prove meccaniche

- prove di taglio diretto del tipo consolidato drenato (TD_{cd});
- prove di compressione edometrica (CE);

2 - Risultati

Tutti i dati acquisiti possono essere distinti in due gruppi, a seconda dei terreni o dei materiali a cui si riferiscono.

Il primo gruppo comprende i terreni della zona di sponda sinistra dell'invaso prevista, nella fase attuale, per il deposito del materiale d'interrimento del serbatoio eventualmente dragato dallo stesso in misura alquanto ridotta rispetto a quella prevista precedentemente e per la quale erano state previste ben più ampie Casse di Colmata, poco a monte del serbatoio stesso. Per quantità di materiale dragato sufficientemente limitato cadrebbe infatti l'interesse per più ampie casse di colmata, come previste precedentemente, per soluzioni più contenute ma più vicine alla zona di dragaggio.

Il secondo gruppo riguarda invece gli stessi materiali d'interrimento dell'invaso.

Tuttavia, per come sono state realizzate le indagini di riferimento, i due gruppi saranno in proseguo trattati insieme, ma cercando poi di tener ben distinte le relative conclusioni e i valori caratteristici dei relativi parametri geotecnici.

Per questi terreni e materiali si può fare riferimento ai seguenti dati.

a - I sondaggi meccanici S (n° 3), eseguiti nei terreni della zona prevista per il deposito dei sedimenti dragati; i sondaggi S INV (n° 2), eseguiti nel serbatoio per il campionamento dei materiali d'interrimento ai fini geotecnici; i sondaggi PR (n° 3), eseguiti sempre in serbatoio per il campionamento dei materiali d'interrimento, ma ai fini ambientalisti, per la ricerca degli inquinanti mediante analisi chimiche.

b - I campioni prelevati da tali sondaggi, ai fini sia geotecnici che ambientalisti.

c - I Risultati degli esami di laboratorio, mediante analisi e prove di tipo geotecnico.

Tutti i dati relativi a quanto sopra sono qui riassunti nei prospetti delle Tavole 2.1 e 2.2 di seguito riportate.

Tav. 2.1

CARATTERISTICHE FISICHE - Serbatoio Piano del Leone -

Sondaggio		Sigla Campione		Caratteristiche generali						Granulometrie				
Sigla	Profondità (m)	Laboratorio	Tipologia	W _a %	γ _e kN/m ³	γ _d kN/m ³	e	n %	s %	Curva	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
Terreni della zona prevista per deposito sedimenti dragati														
S1	15.00													
	0.00 ÷ 0.50	S1-C1 1	Indisturbato	31.22	26.46	18.84	0.84	45.75	99.80	C1	0.00	11.30	55.04	33.66
	3.30 ÷ 4.00	S1-C1 2	Indisturbato	20.84	26.66	18.81	0.71	41.62	79.45	C2	0.00	3.30	54.88	41.82
	4.30 ÷ 4.50	S1-CR 1	Rimaneggiato											
S2	7.60 ÷ 7.80	S1-CR 2	Rimaneggiato											
	11.70 ÷ 11.90	S1-CR 3	Rimaneggiato											
	14.50 ÷ 14.65	S1-CR 4	Rimaneggiato											
	20.00													
S2	0.00 ÷ 0.50	S2-C1 1	Indisturbato	28.33	26.48	19.17	0.77	43.60	98.91	C1	0.00	3.03	66.44	30.53
	1.50 ÷ 2.00	S2-C1 2	Indisturbato	18.28	26.61	19.20	0.64	39.00	77.52	C2	0.00	4.18	60.43	35.39
	4.50 ÷ 5.00	S2-C1 3	Indisturbato	23.01	26.68	19.92	0.65	39.30	96.62	C3	0.00	4.83	46.44	48.73
S3	7.70 ÷ 7.80	S2-CR 1	Rimaneggiato											
	9.65 ÷ 9.75	S2-CR 2	Rimaneggiato	25.65	26.59	18.65	0.79	44.19	87.80	CR2	0.00	2.07	50.18	47.75
	11.00 ÷ 12.00	S2-CR 3	Rimaneggiato											
	15.00													
S3	0.00 ÷ 0.50	S3-C1 1	Indisturbato	28.08	26.55	19.16	0.77	43.66	98.04	C1	6.59	8.73	58.02	26.66
	1.50 ÷ 2.00	S3-C1 2	Indisturbato											
	2.40 ÷ 3.00	S3-C1 3	Indisturbato	38.56	26.53	17.97	1.00	51.12	99.66	C3	2.14	10.20	46.42	41.24
	3.40 ÷ 4.00	S3-C1 4	Indisturbato											
S3	4.50 ÷ 5.00	S3-C1 5	Indisturbato											
	5.00 ÷ 5.10	S3-CR 1	Rimaneggiato											
	6.60 ÷ 6.70	S3-CR 2	Rimaneggiato	34.74	26.50	18.32	0.95	48.69	98.86	CR2	0.00	18.32	43.79	37.89
	8.00 ÷ 8.15	S3-CR 3	Rimaneggiato											
Sondaggi eseguiti nel serbatoio per campionamento del materiale d'interrimento a finalità Geotecnica (*)														
S INV 1	1.00	S INV 1-CR1	Rimaneggiato	97.23	26.52	16.24	2.22	68.94	100.00	CR1	0.00	4.02	42.08	53.90
S INV 1	4.00	S INV 1-CR2	Rimaneggiato	87.12	26.53	16.56	2.00	66.64	100.00	CR2	0.00	2.80	40.77	56.43
S INV 2	6.00	S INV 2-CR3	Rimaneggiato	78.50	26.49	16.44	1.88	65.23	100.00	CR3	0.00	4.87	40.48	54.65
Sondaggi eseguiti nel serbatoio per campionamento del materiale d'interrimento a finalità Ambientalista (Ricerca Inquinanti) (*)														
PR1	6.00	Campioni analizzati												
PR2	6.00	in Laboratorio Chimico												
PR3	6.00	(si veda Elaborato A2/b2)												

NB: (*) - Prelevi effettuati nel serbatoio con livello d'invaso a quota 828,00 e battente d'acqua, sul fondale costituito dal tetto del materiale d'interrimento, pari a 9,05 m .
La profondità del prelievo è riferita a detto fondale
(**) - Prelevi effettuati nel serbatoio con livello d'invaso a quota 828,00 e battente d'acqua, sul fondale costituito dal tetto del materiale d'interrimento, pari a 9,10 m .
La profondità del prelievo è riferita a detto fondale

Tav.2.2**CARATTERISTICHE MECCANICHE - Serbatoio Piano del Leone -**

Sondaggio		Sigla Campione		Prova di Taglio diretto			Compressione Edometrica	
Sigla	Profondità (m)	Laboratorio	Tipologia	σ (kN/m ²)	τ (kN/m ²)	Attrito e coesione	σ (kN/m ²)	e-indice vuoti
Terreni della zona prevista per deposito sedimenti dragati								
S1	3.30 ÷ 4.00	S1-CI 2	Indisturbato	99.00	95.932	38.80	49	0.750
				199.00	174.879	15.70	98	0.736
				292.00	251.310		196	0.721
							392	0.697
							784	0.663
S2	1.50 ÷ 2.00	S2-CI 2	Indisturbato	99.00	73.858	33.00	25	0.670
				195.00	169.872	20.80	49	0.646
				292.00	199.360		98	0.611
							196	0.557
							392	0.494
							784	0.430
	4.50 ÷ 5.00	S2-CI 3	Indisturbato	99.00	130.863	20.01	49	0.719
				199.00	171.310	95.80	98	0.690
				292.00	201.476		196	0.661
							392	0.619
							784	0.565
S3	2.40 ÷ 3.00	S3-CI 3	Indisturbato	98.00	54.167	33.70	49	1.034
				195.00	75.000	61.80	98	1.008
				292.00	129.167		196	0.985
							392	0.919
							784	0.833
	6.60 ÷ 6.70	S3-CR 2	Rimaneggiato	99.00	62.881	20.10	49	0.898
				199.00	84.376	21.80	98	0.874
				292.00	133.782		196	0.817
							392	0.731
							784	0.632
							1569	0.527
Sondaggi eseguiti nel serbatoio per campionamento del materiale d'interrimento								
S INV 1	4.00	S INV 1-CR2	Rimaneggiato	49.00	38.178	22.20		
				99.00	58.069	18.10		
				199.00	99.134			
S INV 2	6.00	S INV 2-CR3	Rimaneggiato	49.00	40.260	23.00		
				99.00	83.980	28.40		
				199.00	108.513			

3 - Caratterizzazione Geotecnica dei Terreni e Sedimenti

Si premette che, al solo scopo di semplificazione, in prosieguo i terreni della zona di previsto deposito dei materiali d'interrimento dell'invaso verranno indicati semplicemente come 'Terreni' e i materiali d'interrimento come 'Sedimenti'.

Le caratteristiche stratigrafiche e granulometriche dei terreni e dei sedimenti sono riportate rispettivamente nei grafici delle Tav. 3.1 e Tav. 3.2

Per quanto riguarda la stratigrafia dei terreni (sondaggi S), si può constatare la presenza di una coltre superficiale, costituita nella parte superiore da limo sabbioso che passa poi a limo con argilla, che raggiunge profondità notevoli, ma molto variabili da 4 a circa 11 m. A profondità maggiori è sempre presente una formazione di base a maggior consistenza, che si configura come argilla marnosa. La stratigrafia dei sedimenti è, come prevedibile, del tutto omogenea e si configura composta da argilla con limo.

Per quanto riguarda la granulometria si può constatare che le curve relative ai terreni, con campioni CI inalterati, formano un fascio alquanto ristretto, compreso nel dominio delle argille (percentuale variabile dal 25 al 50) e in quello del limo (percentuale variabile dal 45 al 60), con solo 3 casi di sconfinamento nel dominio delle sabbie. La curva del campione rimaneggiato CR9 non differisce sensibilmente, ma si posiziona al limite del fascio principale, verso il dominio a granulometria più grossolana.

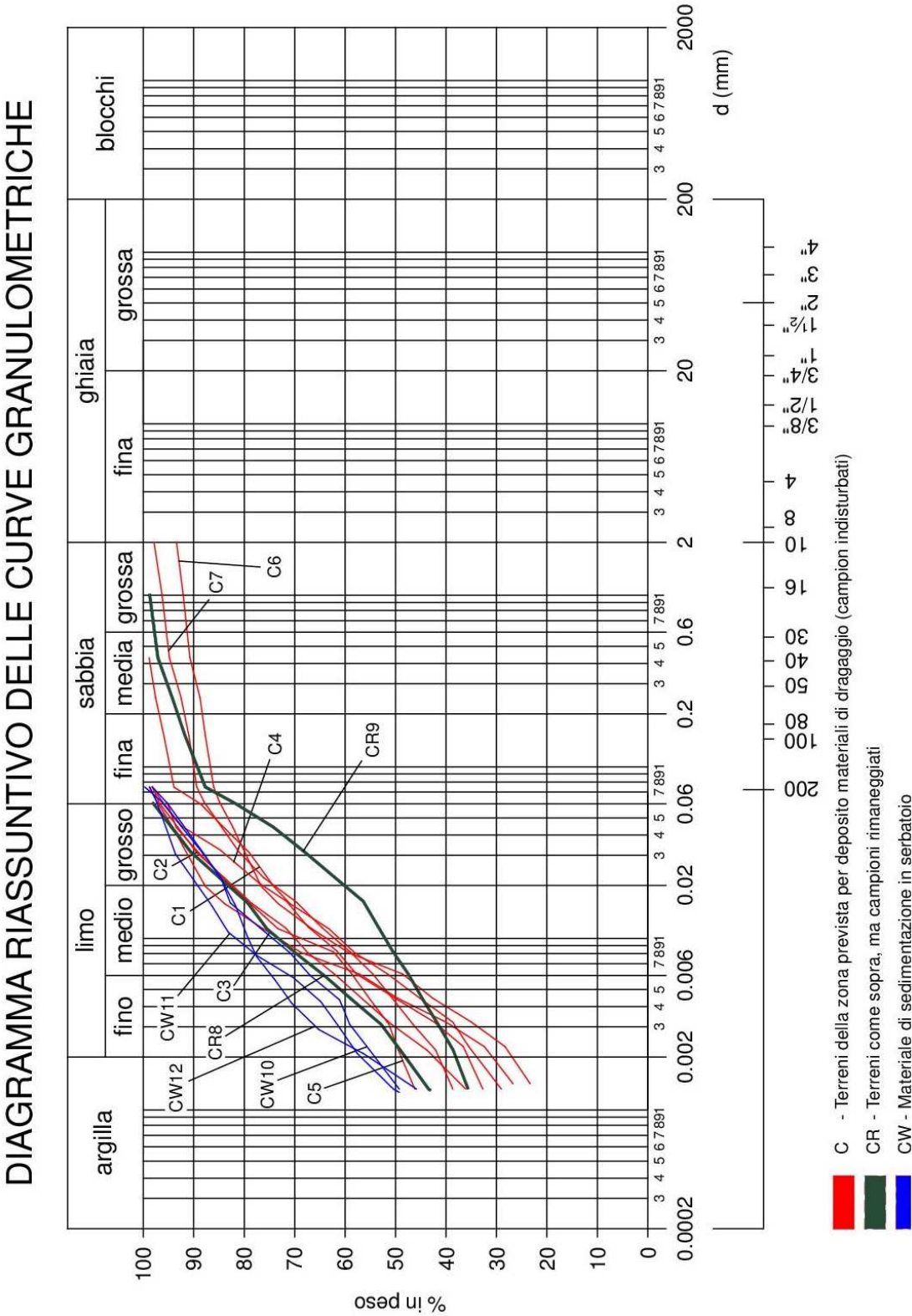
Le curve dei sedimenti invece si posizionano dal lato opposto, verso pezzatura più sottile, ma con andamento del tutto simile a quello del fascio principale.

Tav. 3.1

Elenco Sondaggi

Sigla del sondaggio	Profondità del foro (m)	Finalità (*)	Schema stratigrafico															
			Profondità (m)															
S1	15.00	a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
S2	20.00	a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
S3	15.00	a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
S INV1	15.00	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
S INV2	15.00	b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PR1	15.00	c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PR2	15.00	c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PR3	15.00	c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
LEGENDA																		
Limo Sabbioso	LS																	
Limo con Argilla	LA																	
Nota (*) -																		
a = Sondaggi geognostici nei terreni della zona prevista per deposito materiali di dragaggio																		
b = Sondaggi nell'invaso per prelievo campioni del materiale d'interrimento a scopo geotecnico																		
c = Sondaggi nell'invaso per prelievo campioni del materiale d'interrimento per analisi chimiche																		

Tav. 3.2



Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche, con riferimento al blocco delle Tavv. 4.1- 4.7, ove i valori risultanti dalle analisi sono stati diagrammati in funzione del relativo contenuto d'acqua W_n ¹, si può osservare quanto segue.

Il contenuto d'acqua naturale nei terreni presenta valori non eccessivamente variabili, nell'intervallo 20÷40 % (valor medio 27.63 %), come normale data l'ubicazione dei prelievi molto simile lungo la sponda del serbatoio. Per quanto riguarda invece i sedimenti si riscontrano valori molto più elevati, variabili nell'intervallo 80÷100 % (valor medio 87.62 %), come ovvio dato che i campioni sono stati prelevati in immersione nelle acque dell'invaso.

Il peso specifico dei grani risulta molto costante sia per i terreni che per i sedimenti, con valore pari circa a $\gamma_s = 27 \text{ kN/m}^3$ (valor medio 26.56 per i terreni e 26.51 per i sedimenti).

Il peso dell'unità di volume naturale (γ_n) varia nell'intervallo 18÷20 kN/m^3 (valor medio 18.89) per i terreni e nell'intervallo 16÷17 kN/m^3 (valor medio 16.41) per i sedimenti; il peso dell'unità di volume secco (γ_d) nell'intervallo 12÷16 kN/m^3 (valor medio 14.85) per i terreni e nell'intervallo 8÷10 kN/m^3 (valor medio 8.77) per i sedimenti; la porosità (n) circa nell'intervallo 40÷50 % (valor medio 44.10 %) per i terreni e nell'intervallo 65÷70 % (valor medio 66.94 %) per i sedimenti; il corrispondente indice dei vuoti (e) nell'intervallo 0.64÷1.00 (valor medio 0.79) per i terreni e nell'intervallo 1.85÷2.20 (valor medio 2.03) per i sedimenti. Il grado di saturazione (S) varia nell'intervallo 77÷100 % (valor medio 92.96 %) per i terreni e risulta costante, pari al 100 %, per i sedimenti il cui campionamento è avvenuto in immersione. Va osservato che nel diagramma relativo al grado di saturazione appare evidente² l'anomalia del campione corrispondente al contenuto d'acqua naturale $W \sim 23 \%$, che è quello denominato S2-CI3. Tale anomalia si può riscontrare, se pur con minor evidenza, anche per gli altri parametri e in particolare quelli più dipendenti dall'entità dei vuoti.

Pertanto si è ritenuto opportuno valutare l'influenza di tale anomalia sul valor medio di tutti i parametri calcolando la relativa media escludendo tale valore. Tale influenza è risultata minima, limitata ai centesimi del valore considerato, e pertanto si è ritenuto corretto considerare valido anche tale campione.

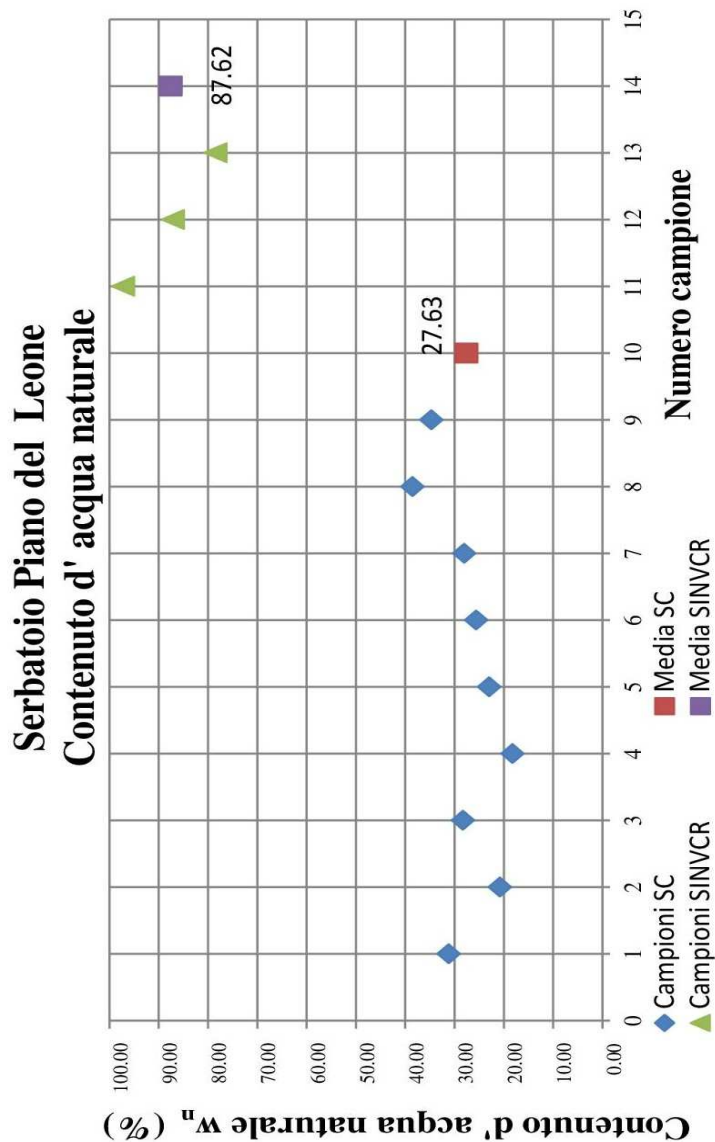
¹ Il parametro W_n è stato scelto in quanto fornisce la correlazione più significativa. Naturalmente W_n è stato invece diagrammato semplicemente in funzione del numero progressivo dei valori disponibili.

² Soprattutto a causa della particolare scala di rappresentazione

Dal complesso di tutte le prove eseguite, come sopra commentate, e con riferimento particolare ai valori medi risultanti, ai fini della progettazione si possono fissare i valori caratteristici come segue.

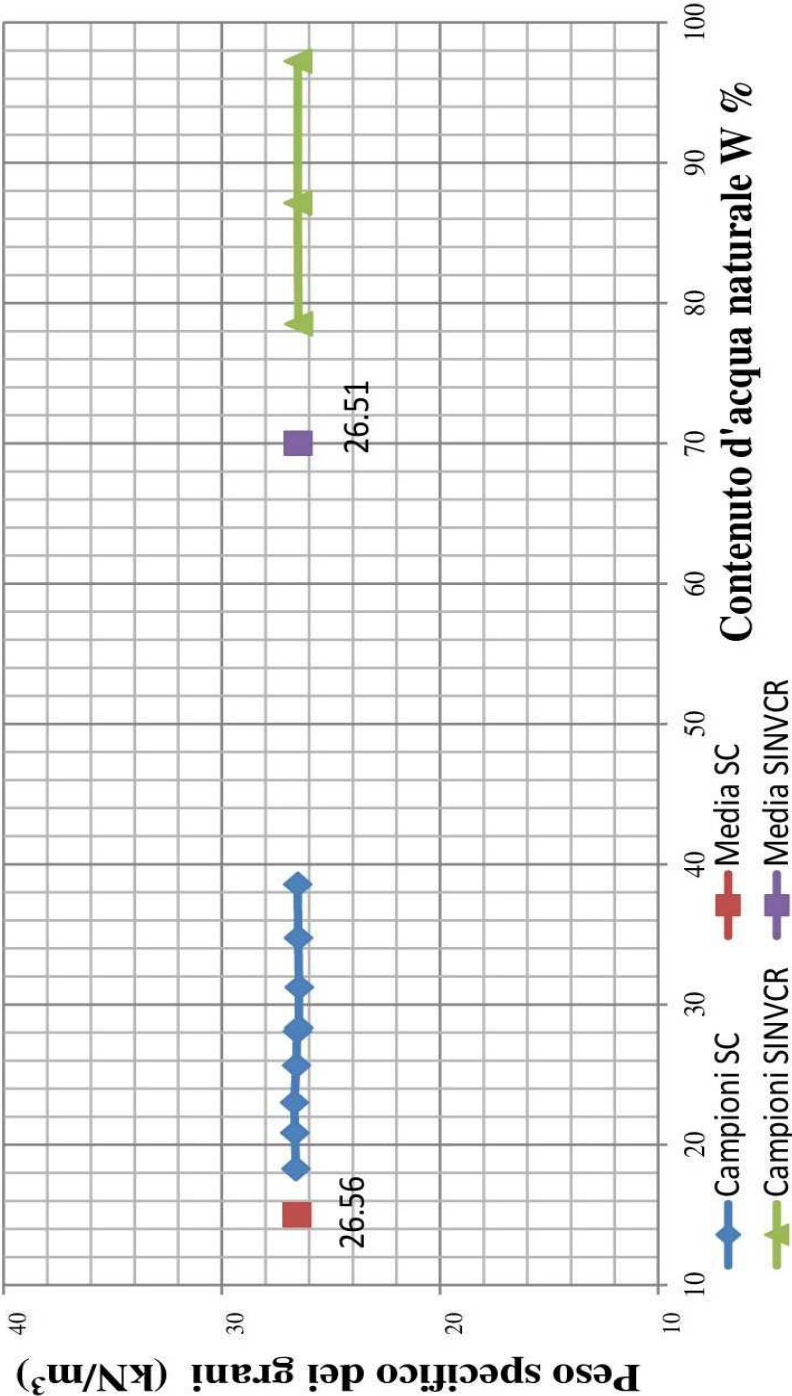
		Terreni	Sedimenti	
- Peso specifico dei grani:	γ_s	27.00	27.00	(kg/m ³)
- Peso dell'unità di volume naturale:	γ_n	19.00	16.50	(kg/m ³)
- Peso dell'unità di volume secco:	γ_d	15.00	8.80	(kg/m ³)
- Porosità:	n	44.00	67.00	%
- Indice dei vuoti:	e	0.80	2.00	-
- Contenuto d'acqua naturale:	W _n	28.00	88.00	%
- Grado di saturazione:	S	93.00	100.00	%

Tav. 4.1

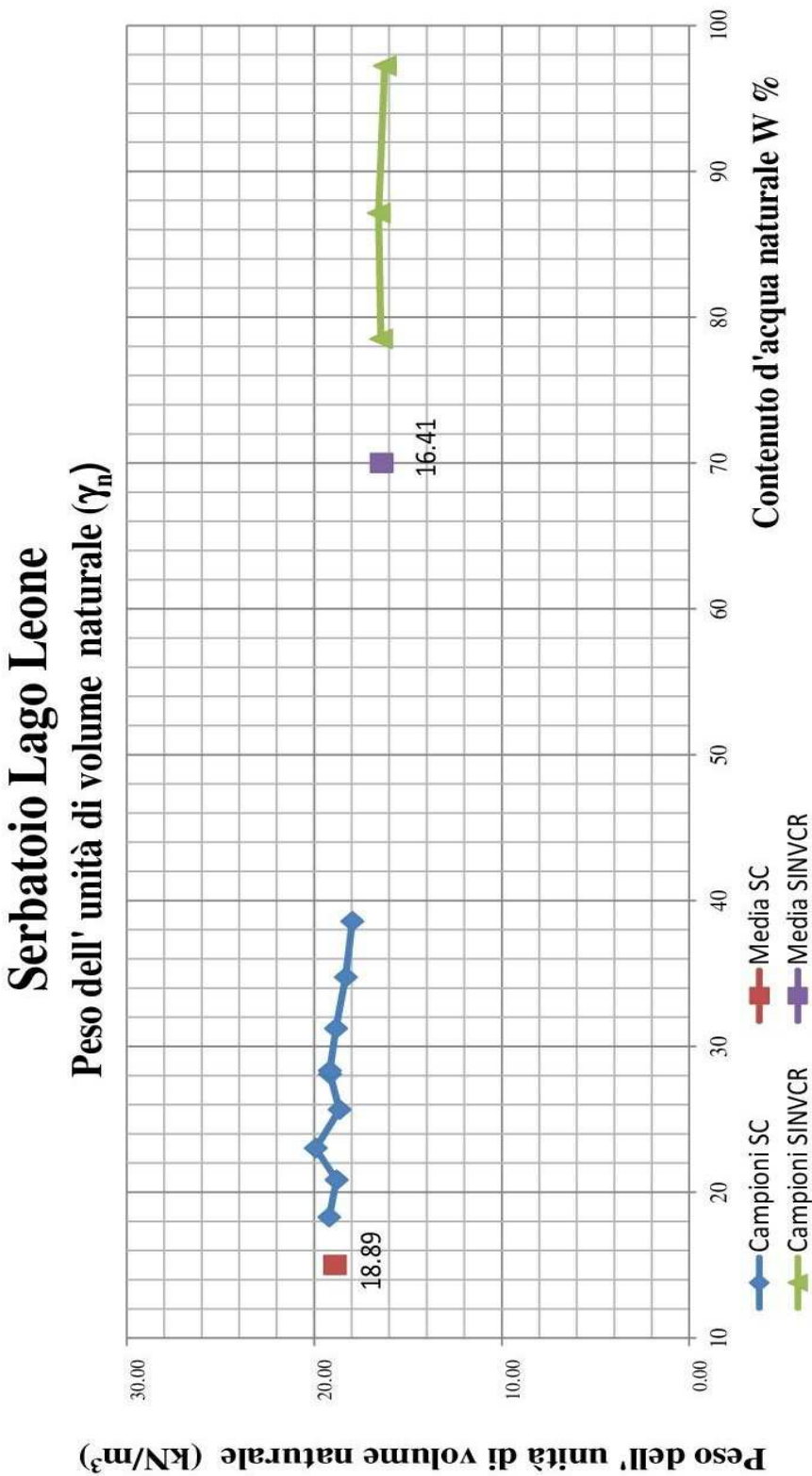


Tav. 4.2

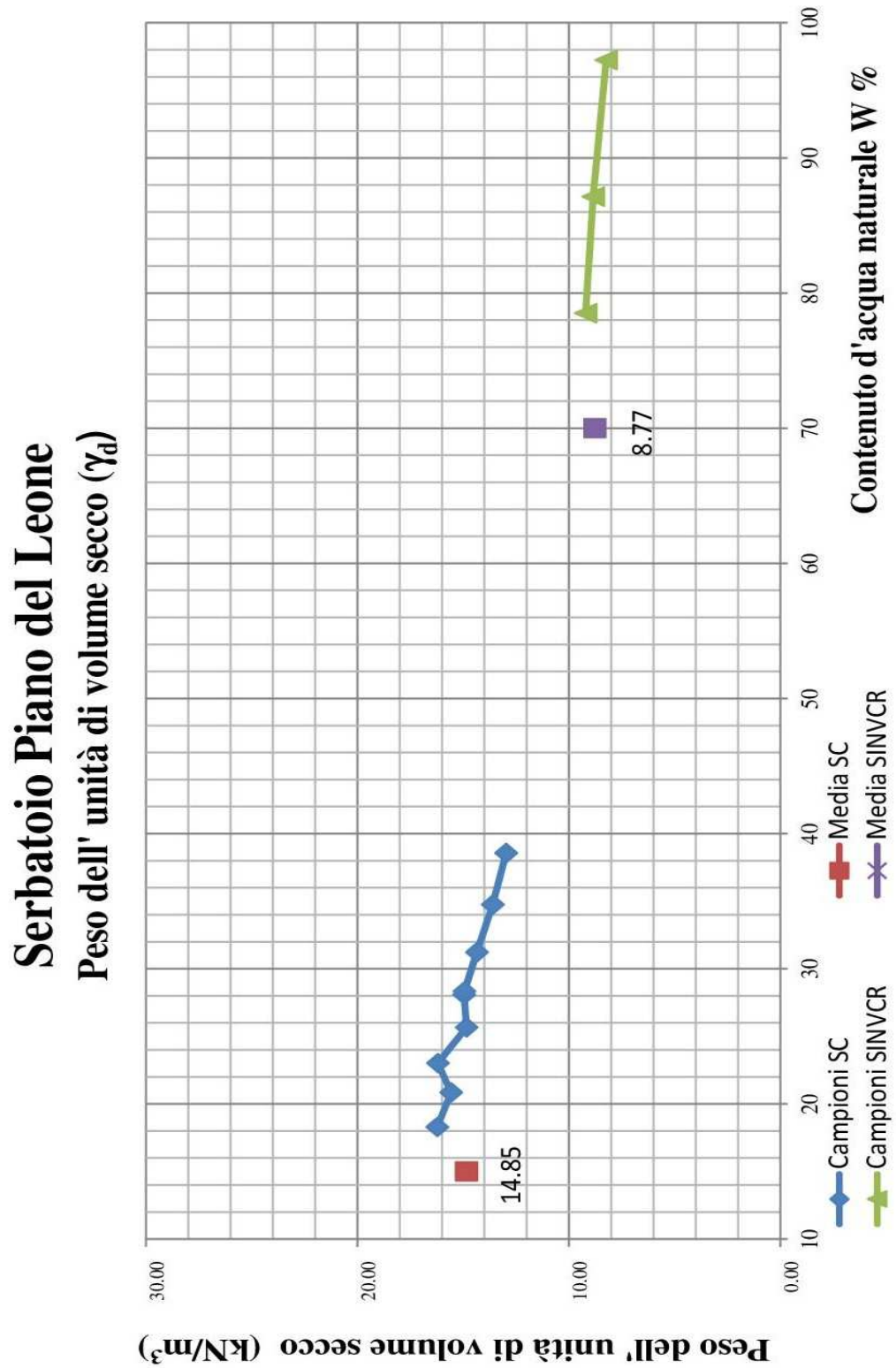
Serbatoio Lago Leone
Peso specifico dei grani (γ_s)



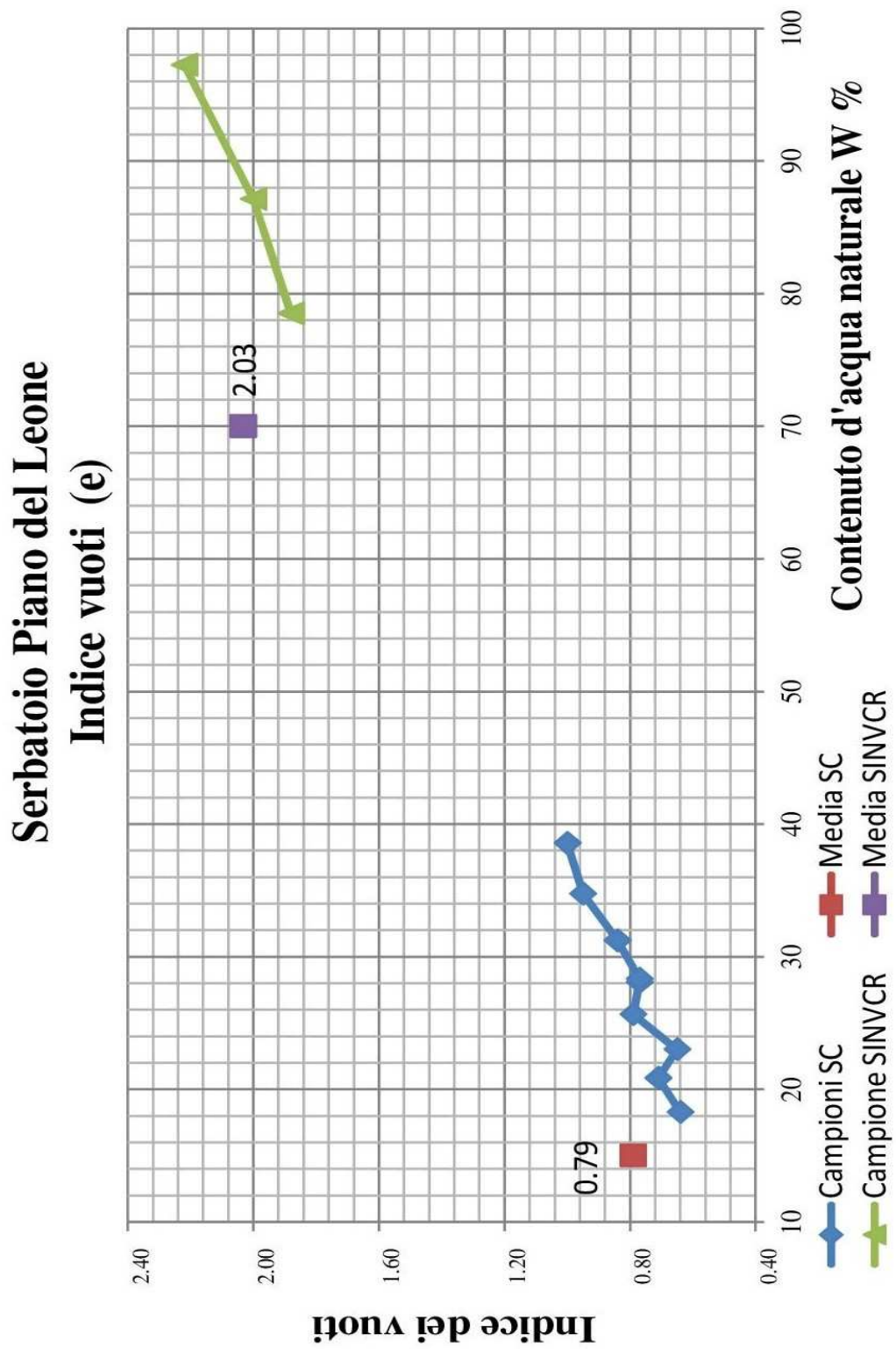
Tav. 4.3



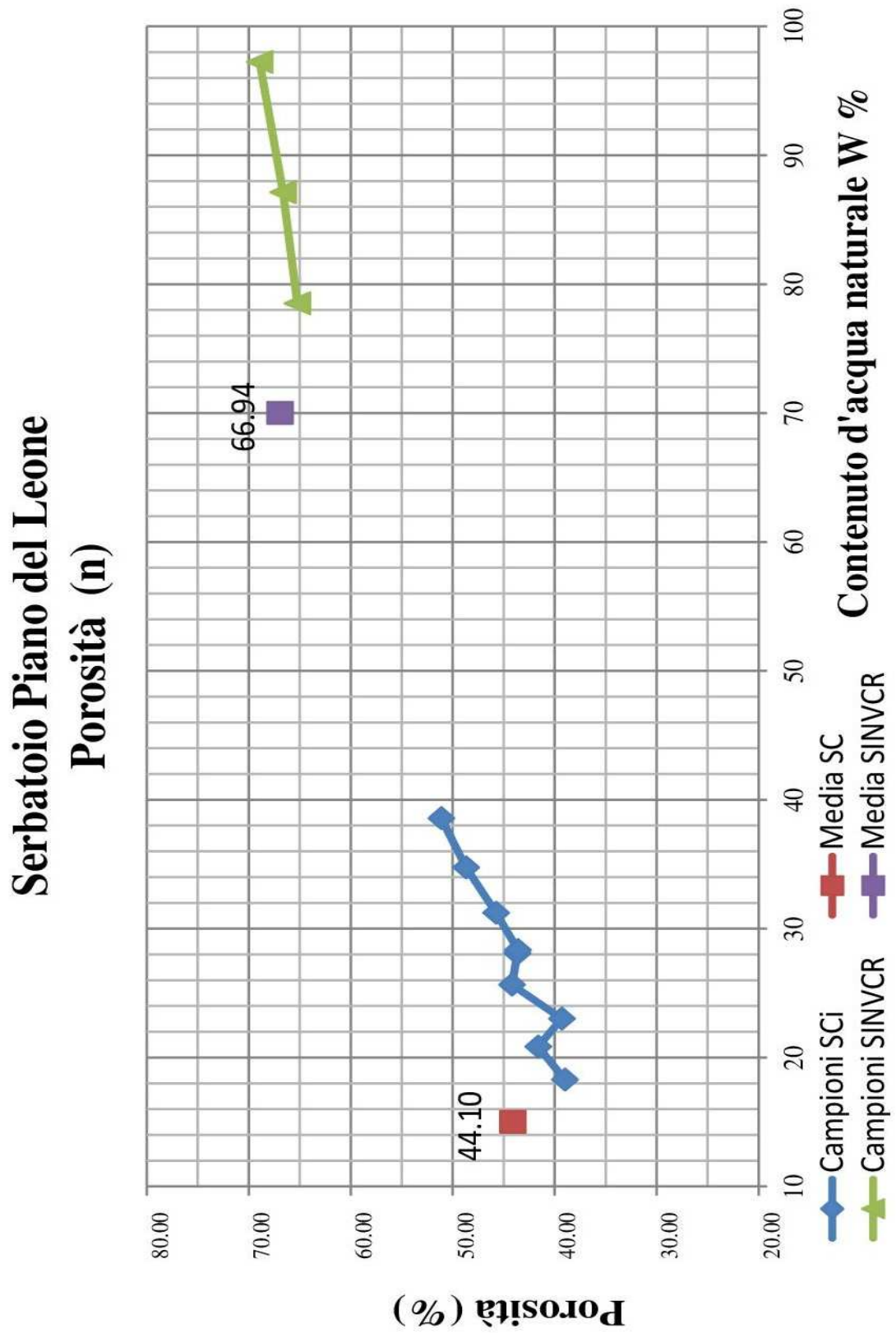
Tav. 4.4



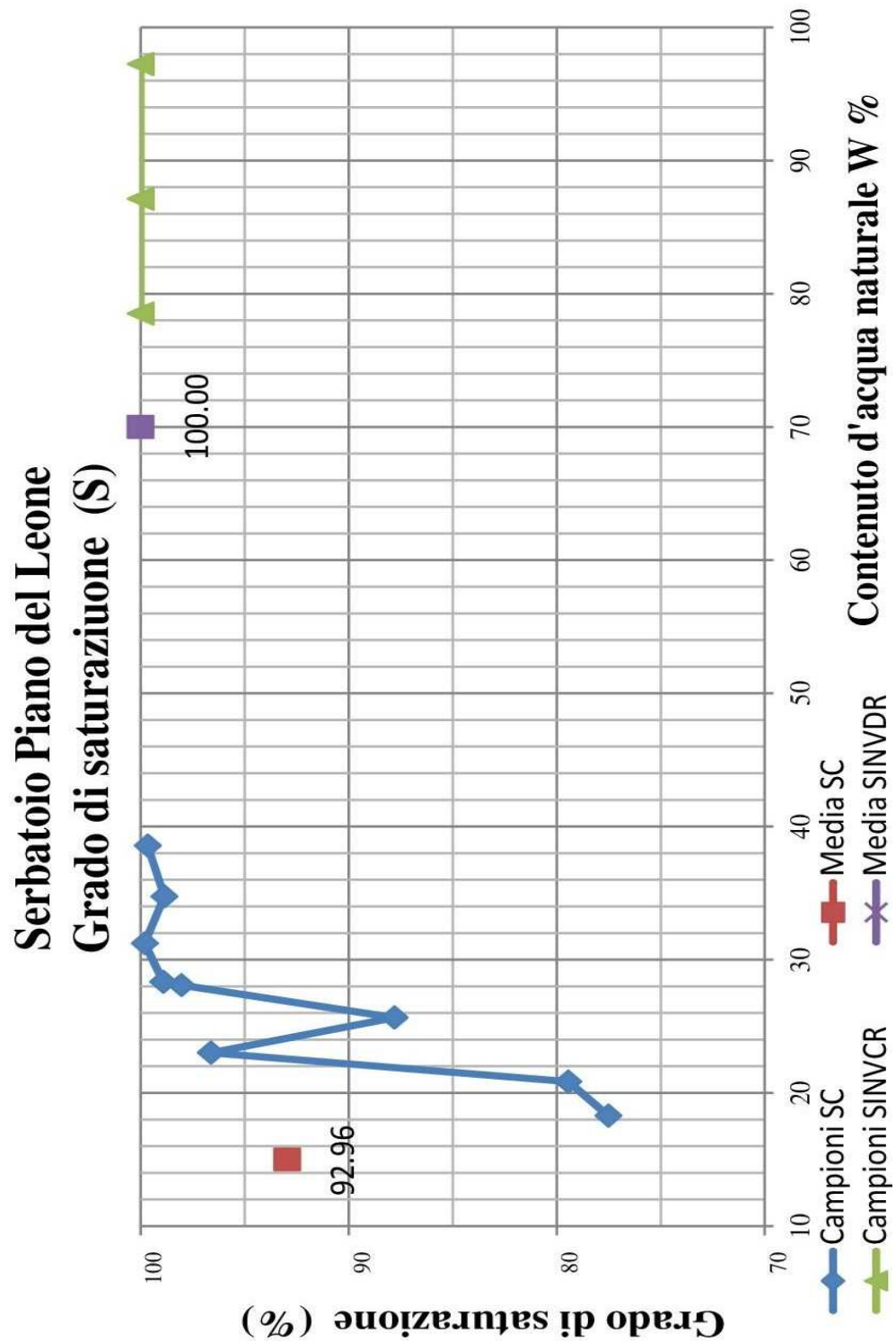
Tav. 4.5



Tav. 4.6



Tav. 4.7



Per quanto riguarda poi la resistenza meccanica, con riferimento al blocco delle Tavv. 5.1-3 e Tavv. 6.1-2, si può precisare quanto segue.

I risultati delle prove di taglio diretto (DL), condotte in condizioni drenate, sono stati elaborati (Tav. 5.1) così da definire sul piano ($\sigma_n - \sigma_t$) (Tav.5.2) le rette di tendenza fra i tre punti di massimo sforzo tangenziale, come desunti direttamente dai certificati di laboratorio. In base a tali rette si è potuto definire i valori di coesione e attrito riportati nell'apposita colonna del prospetto di Tav. 5.1 e nel grafico di Tav. 5.3. Dal grafico sopra citato (Tav. 5.1), si può constatare che la resistenza, in condizione drenata, quindi in termini di sforzi effettivi, per quanto riguarda i Terreni, risulta caratterizzata da valori di coesione variabili nell'intervallo $c' = 16 \div 96 \text{ kN/m}^2$ e di attrito variabili nell'intervallo $\Phi' = 20 \div 39^\circ$. Dal successivo diagramma (Tav. 5.2) risulta peraltro evidente che il campione S3-RC2, che è del tipo rimaneggiato, fornisce un valore dell'angolo d'attrito pienamente allineato con quelli denunciati dagli altri campioni esaminati, a parte i valori relativi ai campioni S1-C1 e S2-C2, che risultano alquanto anomali.

I valori di attrito e coesione, sopra determinati, sono stati riportati anche nel diagramma di Tav. 5.3 ove, se si trascura come anomalo il solo valore della coesione relativo al campione S2-C3, si evidenzia bene la possibilità di tracciare, per quanto riguarda i soli Terreni, una retta d'involuppo inferiore³, che delimita il campo che si può con buona cautela considerare di sicurezza per la scelta dei parametri di progetto. Al riguardo si può constatare che, mentre i valori della coesione risultano ben disposti attorno a tale retta, quelli di attrito si concentrano per lo più nell'intervallo $20-21^\circ$, mentre sene discostano vistosamente solo quelli dei due campioni già precedentemente considerati anomali. In base a queste considerazioni i valori caratteristici dei Terreni ai fini progettuali sono stati fissati, in corrispondenza a tale retta, pari a : $c' = 17.00 \text{ kN/m}^2$; $\Phi' = 21^\circ$. La retta con tali caratteristiche è stata riportata anche nel diagramma di Tav. 5.2, da cui se ne può constatare l'andamento cautelativo nell'insieme di tutti i dati.

³ Per la definizione dei valori caratteristici ai fini progettuali in presenza di parametri sperimentali alquanto dispersi, si ritiene in genere opportuno fare riferimento a una 'retta di regolarizzazione', intesa come una pseudo linea di tendenza, non definita algebricamente (metodo dei minimi quadrati), ma scelta per indicare la tendenza che si ritiene più ammissibile, e cautelativa, scartando i dati meno significativi e adottando criteri maggiormente conservativi. In questo senso la miglior retta di regolarizzazione potrebbe essere quella di 'involuppo inferiore' di tutti i dati della serie analizzata, eventualmente scartando i valori più anomali.

Per quanto riguarda invece i Sedimenti si può constatare, in ambedue i diagrammi delle Tavv. 5.2-5.3, che i due campioni esaminati danno valori molto simili, variabili negli intervalli $c' = 18 \div 28 \text{ kN/m}^2$ e $\Phi' = 22 \div 23^\circ$. Trattandosi di materiale immerso, nel quale il parametro coesione può essere notevolmente sensibile allo stato delle pressioni neutre rapidamente variabile, per la scelta dei valori caratteristici ai fini progettuali si ritiene opportuno non fare affidamento sulla coesione e fissare il valore dell'attrito pari al valore sperimentale inferiore.

Al riguardo si evidenzia anche il fatto che, secondo le informazioni del Concessionario i campioni dei sedimenti effettivamente prelevati sarebbero stati tre, ma quello prelevato più in superficie (profondità di prelievo pari a 1.00 m) sarebbe risultato privo di consistenza e quindi scartato dalle prove. Questo fatto può legittimamente portare a un diverso criterio di valutazione dei valori caratteristici, con riferimento alla media dei valori di prova, considerando sempre nulli quelli del campione a consistenza nulla. Ciò può essere considerato pienamente legittimo, in particolare se le verifiche di stabilità eseguite con tali parametri danno comunque risultati positivi, ma è certamente anche troppo cautelativo, dato che l'opera da verificare in oggetto è uno scavo di sfangamento con profondità di quasi 10.00 m.

Pertanto i valori caratteristici ai fini progettuali, in base a quanto sopra, vengono cautelativamente fissati pari come segue:

- Terreni in posto (Zona di previsto deposito materiali di dragaggio):

$$\underline{c' = 17 \text{ kN/m}^2 ; \Phi' = 21^\circ}$$

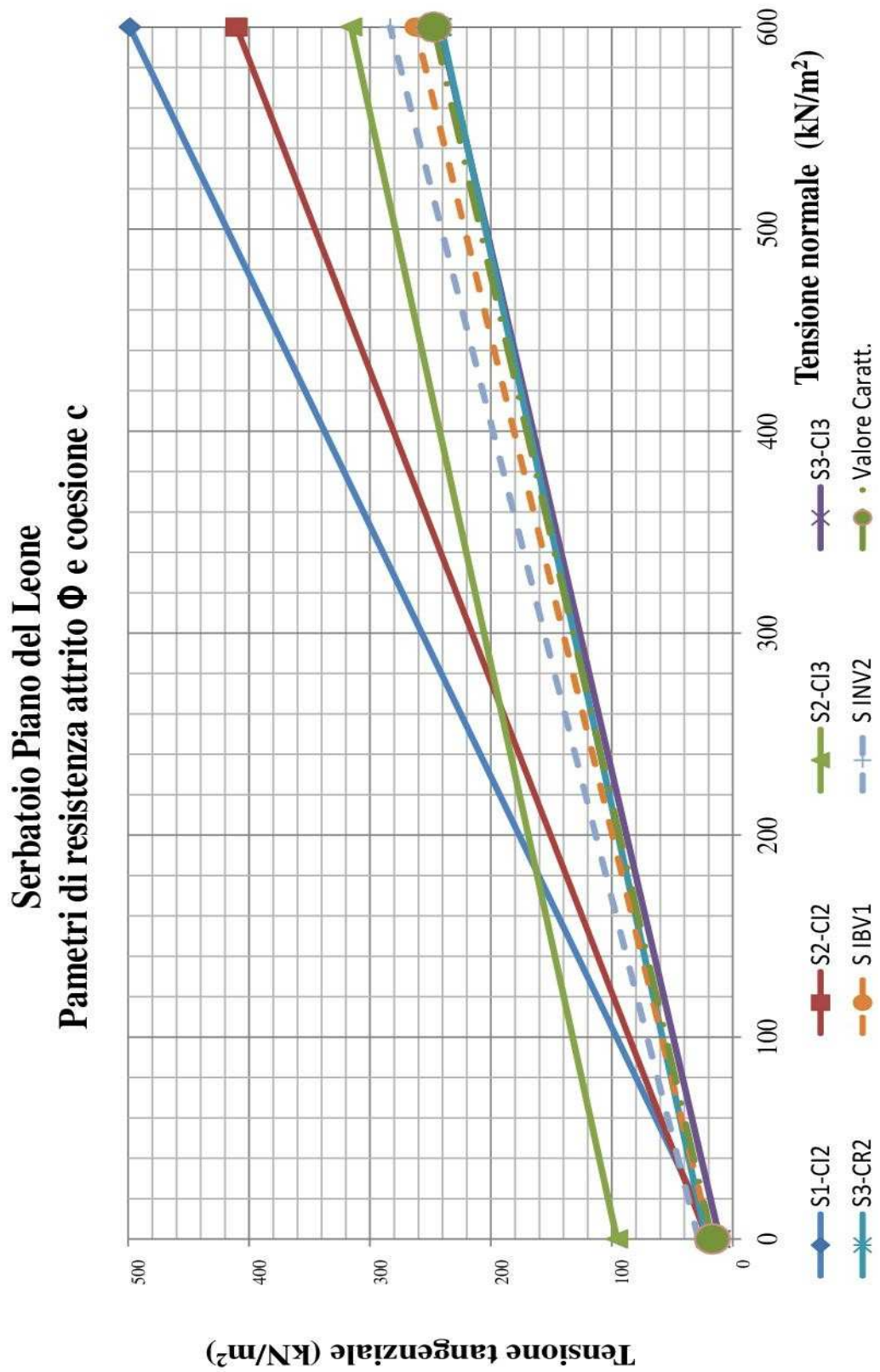
- Materiali d'interrimento del serbatoio:

$$\underline{c' = 0 \text{ kN/m}^2 ; \Phi' = 22^\circ}$$

Tav. 5.1

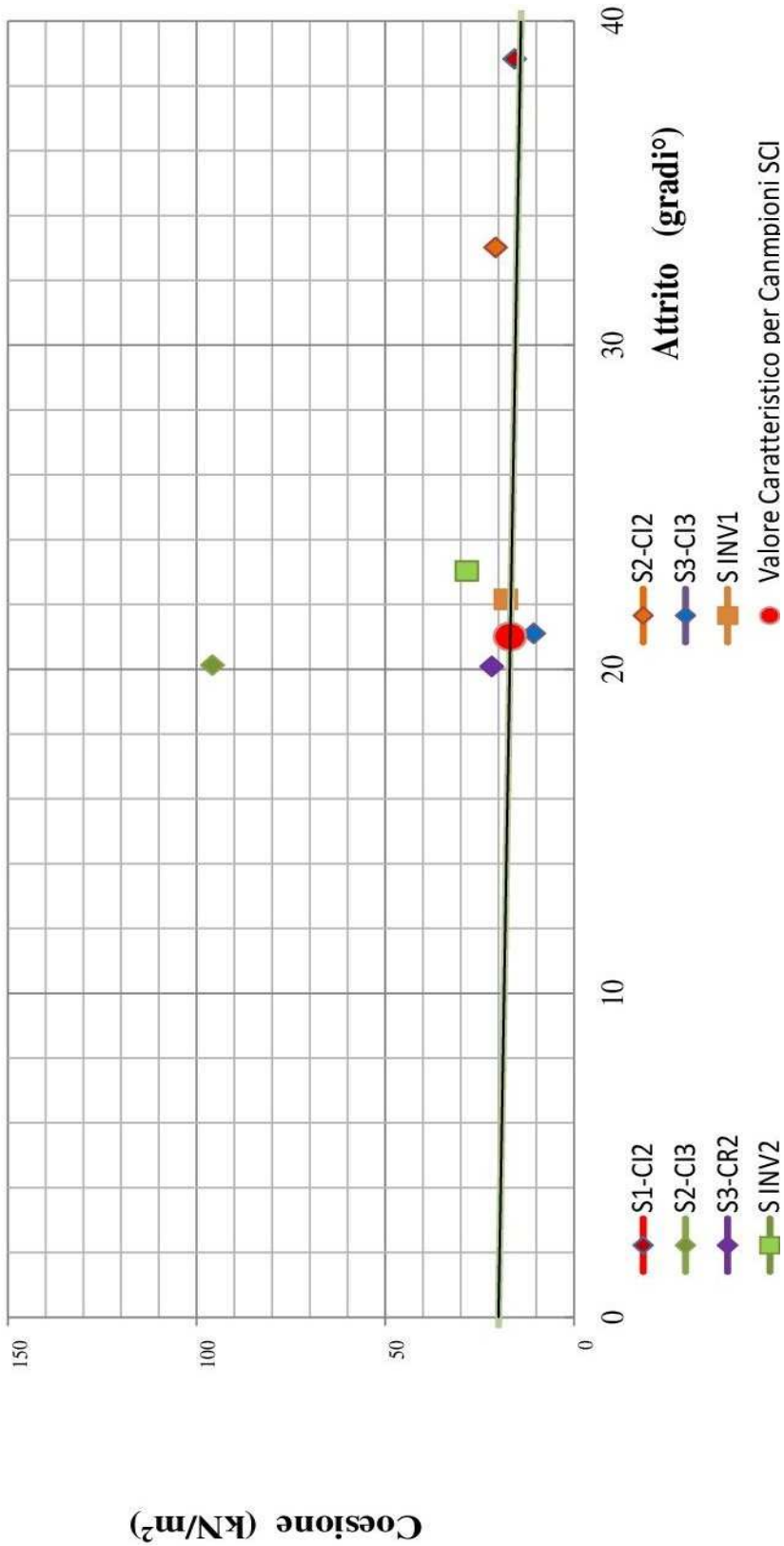
Parametri di resistenza - $c - \phi$					Prova di Taglio diretto				
Campione			Tipologia	N°	Pressione verticale kPa	Sforzo di taglio kPa	Coesione c' kPa	Attrito ϕ°	Retta riportata nel grafico
Sondaggio	Profondità	N°							
S1	3.30 ÷ 4.00	S1-CI 2	Indisturbato		99.00	95.932	15.7	38.8	0
					199.00	174.879			600
					292.00	251.310			
S2	1.50 ÷ 2.00	S2-CI 2	Indisturbato		99.00	73.858			0
					195.00	169.872	20.8	33.0	600
					292.00	199.360			
S3	4.50 ÷ 5.00	S2-CI 3	Indisturbato		99.00	130.863			0
					199.00	171.310	95.8	20.1	600
					292.00	201.476			
S3	2.40 ÷ 3.00	S3-CI 3	Indisturbato		98.00	54.167			0
					195.00	75.000	10.7	21.1	600
					292.00	129.167			
S3	6.60 ÷ 6.70	S3-CR 2	Rimaneggiat		99.00	62.881			0
					199.00	84.376	21.8	20.1	600
					292.00	133.782			
S INV 1	4.00	S INV 1-	Rimaneggiat		49.00	38.178			0
					99.00	58.069	18.1	22.2	600
					199.00	99.134			
S INV 2	6.00	S INV 2-	Rimaneggiat		49.00	40.260			0
					99.00	83.980	28.4	23.0	600
					199.00	108.513			

Tav. 5.2



Tav.5.3

Serbatoio Piano del Leone
Parametri di resistenza attrito Φ e coesione c'



Per quanto riguarda la compressibilità dei Terreni in posto (zona di previsto deposito dei materiali dragati) i relativi calcoli sono stati fatti partendo dai valori dei carichi (σ) e dai cedimenti, misurati con l'indice dei vuoti (e), come riportati sui certificati delle prove udometriche eseguite in laboratorio geotecnico. L'elaborazione è riportata nel prospetto della Tav.6.1, ove è riportata anche l'espressione utilizzata per la valutazione del Modulo di Compressibilità E' .

Tav. 6.1

PROVE DI COMPRESSIONE EDOMETRICA CE
Serbatoio Piano del Leone

$$E' = (1 + e1) D\sigma/De \quad (\text{riferimento a curva sperimentale})$$

Campior **S1-CI2** σ in kN/m²

σ_1	σ_2	e_1	e_2	$D\sigma$	De	$1+e_1$	E'
49	98	0.750	0.736	49	0.014	1.750	6125
98	196	0.736	0.721	98	0.015	1.736	11342
196	392	0.721	0.697	196	0.024	1.721	14055
392	784	0.697	0.663	392	0.034	1.697	19565

Campior **S2-CI2**

σ_1	σ_2	e_1	e_2	$D\sigma$	De	$1+e_1$	E'
25	49	0.670	0.646	24	0.024	1.670	1670
49	98	0.646	0.611	49	0.035	1.646	2304
98	196	0.611	0.557	98	0.054	1.611	2924
196	392	0.557	0.494	196	0.063	1.557	4844
392	784	0.494	0.430			1.494	

Campior **S2-CI3**

0

σ_1	σ_2	e_1	e_2	$D\sigma$	De	$1+e_1$	E'
49	98	0.719	0.690	49	0.029	1.719	2905
98	196	0.690	0.661	98	0.029	1.690	5711
196	392	0.661	0.619	196	0.042	1.661	7751
392	784	0.619	0.565	392	0.054	1.619	11753

Campior **S3-CI3**

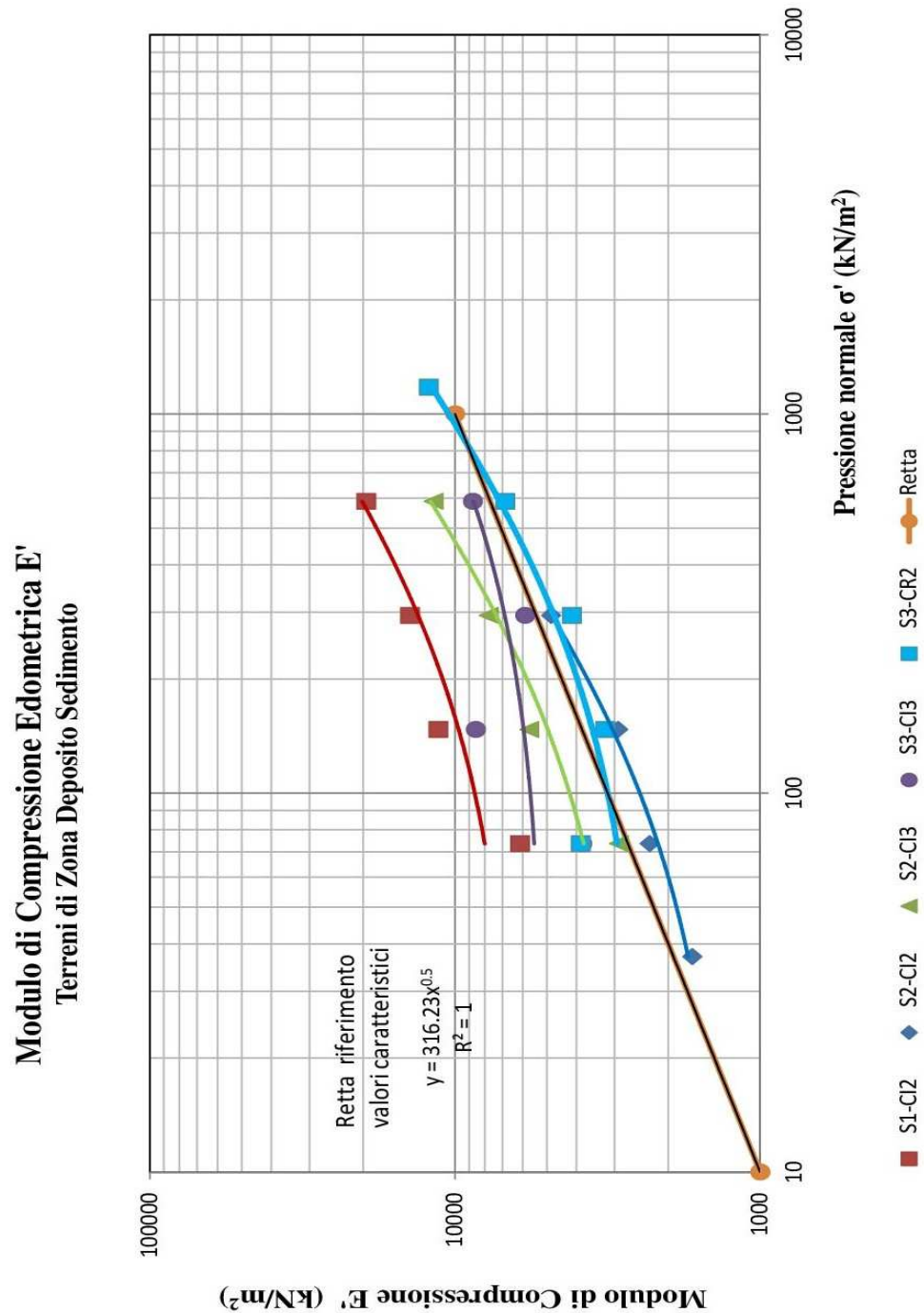
σ_1	σ_2	e_1	e_2	$D\sigma$	De	$1+e_1$	E'
49	98	1.034	1.008	49	0.026	2.034	3833
98	196	1.008	0.985	98	0.023	2.008	8556
196	392	0.985	0.919	196	0.066	1.985	5895
392	784	0.919	0.833	392	0.086	1.919	8747

Campior **S3-CR2**

σ_1	σ_2	e_1	e_2	$D\sigma$	De	$1+e_1$	E'
49	98	0.898	0.874	49	0.024	1.898	3875
98	196	0.874	0.817	98	0.057	1.874	3222
196	392	0.817	0.731	196	0.086	1.817	4141
392	784	0.731	0.632	392	0.099	1.731	6854
784	1569	0.632	0.527	785	0.105	1.632	12201

I valori ottenuti sono poi riportati nel diagramma di Tav. 6.2, che indica chiaramente una considerevole dispersione dei risultati. È stato tuttavia possibile fissare cautelativamente una retta di regolarizzazione che fornisce un valore del modulo di compressione variabile nell'intervallo $E' = 2000 \div 7000 \text{ kN/m}^2$ al variare del carico da $50 \div 500 \text{ kN/m}^2$.

Tav. 6.2



4 – Conclusioni

I parametri geotecnici di progetto sono stati assunti pari ai valori caratteristici dei vari materiali interessati, come già definiti al cap. 3, sulla base delle specifiche prove di laboratorio.

Essi possono essere riassunti come segue.

Terreno in posto della zona prevista per il deposito del materiale di dragaggio:

$$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad c' = 17 \text{ kN/m}^2 \quad \phi' = 21^\circ \quad E_y = 2000 \div 7000 \text{ kN/m}^2$$

Materiale d'Interrimento del serbatoio:

$$\gamma = 16.5 \text{ kN/m}^3 \quad c' = 0 \text{ kN/m}^2 \quad \phi' = 22^\circ$$