



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGeneration EU



Mims
Ministero delle Infrastrutture
e della mobilità sostenibile

**Piano Nazionale per la Ripresa e
Resilienza
M2C4 - I4.1**
*"Investimenti in infrastrutture idriche primarie
per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico"*

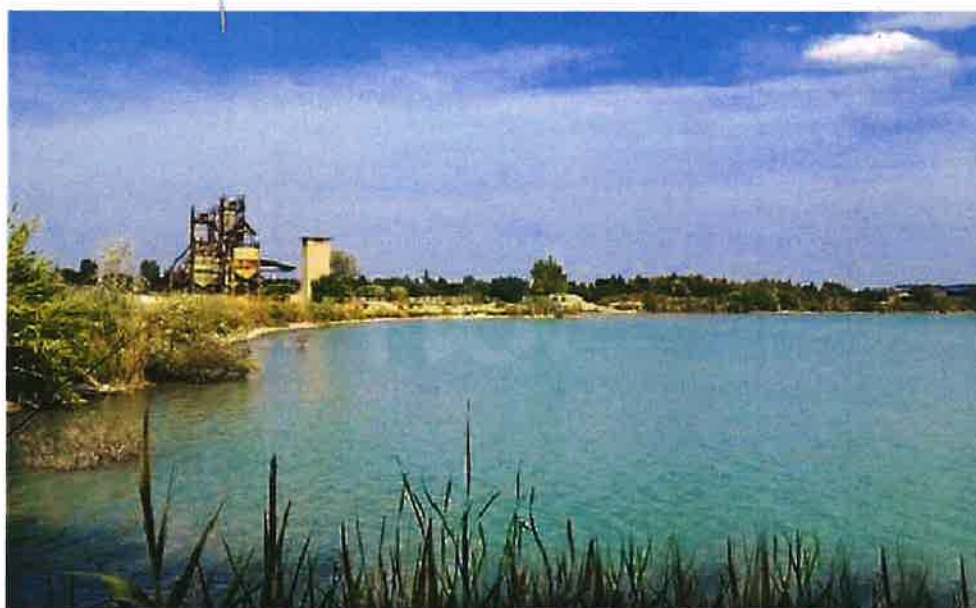
**RECUPERO DI BACINI DI EX CAVA IN DESTRA IDRAULICA DEL FIUME
MARECCHIA, CON FUNZIONE DI STOCCAGGIO PER SOCCORSO E
DISTRIBUZIONE IRRIGUA SULLA BASSA VAL MARECCHIA, LAMINAZIONE
DELLE PIENE ED USO AMBIENTALE**

Codice Intervento: PNRR-M2C4-I4.1-A1-3

PROGETTO DEFINITIVO

Importo progetto € 15.000.000,00

C.U.P. I61B20001260001



RELAZIONE IDROGEOLOGICA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Andrea Cicchetti

PROGETTISTA GENERALE DELL'OPERA

Ing. Alberto Vanni

CONSULENZA SPECIALISTICA

OPERE IDRAULICHE

Ing. Marco Donati

PROGETTISTA DELLE OPERE

ELETTROMECCANICHE

Ing. Marco Timoncini

Codice Progetto	Revisioni	Descrizione	data

**COMUNI DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA E VERUCCHIO
PROVINCIA DI RIMINI**

**INDAGINE IDROGEOLOGICA RIGUARDANTE IL
PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO AL RECUPERO DI
BACINI EX CAVA IN DESTRA IDRAULICA DEL FIUME
MARECCHIA, CON FUNZIONE DI STOCCAGGIO PER
SOCCORSO E DISTRIBUZIONE IRRIGUA SULLA BASSA
VALMARECCHIA, LAMINAZIONE DELLE PIENE AD USO
AMBIENTALE**

**Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA
ROMAGNA**

**Dott. Geol. Eugenio Fiorini
(Firmata Digitalmente)**

SETTEMBRE 2022

INDICE:

- 1 -	PREMESSA -----	PAG. 2
- 2 -	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, MORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE -----	PAG. 4
- 3 -	SONDAGGI E PIEZOMETRI -----	PAG. 8
- 4 -	CAMPAGNA DI INDAGINI ESEGUITE NEL NOVEMBRE 2021 (PERMEABILITA') -----	PAG. 10
4.1	Premesse -----	PAG. 10
4.2	Stratigrafie dei sondaggi -----	PAG. 11
4.3	Risultati delle analisi granulometriche -----	PAG. 12
4.4	Risultati delle prove di permeabilità Lefranc -----	PAG. 13
- 5 -	CONDIZIONI STRATIGRAFICHE -----	PAG. 16
5.1	Considerazioni sulle stratigrafie dei terreni rinvenuti --	PAG. 23
- 6 -	PRELIEVO DI CAMPIONI E ANALISI DI LABORATORIO -----	PAG. 25
- 7 -	CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI CAMPIONATI SECONDO LA CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE E LE NORME H.R.B. - A.A.S.H.T.O. (CNR UNI 10006) - (LAGO SANTARINI) -----	PAG. 29
- 8 -	VALUTAZIONI DELLE PERMEABILITA' DEI TERRENI CAMPIONATI (LAGO SANTARINI) -----	PAG. 32
- 9 -	DATI ACQUISITI DAI SONDAGGI R.E.R. -----	PAG. 35
- 10 -	MISURAZIONI DELLA FALDA FREATICA, DEI LIVELLI DEI LAGHI E DEL LIVELLO DEL FIUME MARECCHIA -----	PAG. 36
10.1	Premesse -----	PAG. 36
10.2	Fiume Marecchia e laghi -----	PAG. 38
10.3	Piezometri e laghi -----	PAG. 40
10.3.1	Lago Santarini -----	PAG. 41
10.3.2	Lago Azzurro -----	PAG. 44
- 11 -	RAPPORTO FIUME MARECCHIA - LAGHI -----	PAG. 47
- 12 -	CLIMATOLOGIA -----	PAG. 49

- 13 - PRELIEVI DAI LAGHI -----	PAG. 53
- 14 - PERDITE PER EVAPORAZIONE DELLO SPECCHIO LIQUIDO -----	PAG. 55
14.1 Stato attuale -----	PAG. 57
- 15 - VALUTAZIONE DELL'INFILTRAZIONE DAL FONDO DEI LAGHI SANTARINI ED AZZURRO -----	PAG. 59
- 16 - STATO DI PROGETTO -----	PAG. 68
- 17 - DATI GENERALI PER IL BILANCIO IDROLOGICO -----	PAG. 69
17.1 Bilancio per il periodo Maggio - Ottobre -----	PAG. 71
17.1.1 Piovosità e Temperatura -----	PAG. 71
17.1.2 Evapotraspirazione (E_p) -----	PAG. 72
17.1.3 Infiltrazione -----	PAG. 73
17.1.4 Prelievi per irrigazioni: impianto golf e zone agricole -----	PAG. 73
17.1.5 Bilancio finale periodo irriguo -----	PAG. 74

APPENDICE - A - STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI

APPENDICE - B - STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI, CERTIFICATI DELLE ANALISI
GRANULOMETRICHE E I RISULTATI DELLE PROVE DI
PERMEABILITA' (INDAGINI DEL NOVEMBRE 2021 - PROGETTO
PRELIMINARE).

APPENDICE - C - DATI BIBLIOGRAFICI

COMUNI DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA E VERUCCHIO
PROVINCIA DI RIMINI

INDAGINE IDROGEOLOGICA RIGUARDANTE IL PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO AL
RECUPERO DI BACINI EX CAVA IN DESTRA IDRAULICA DEL FIUME MARECCHIA, CON
FUNZIONE DI STOCCAGGIO PER SOCCORSO E DISTRIBUZIONE IRRIGUA SULLA BASSA
VALMARECCHIA, LAMINAZIONE DELLE PIENE AD USO AMBIENTALE

- 1 - PREMESSA:

Le finalità del presente studio sono quelle di verificare e valutare la compatibilità dell'intervento con la ricarica della conoide, e più in generale gli effetti sulla ricarica della conoide, considerato l'uso idropotabile prevalente, nonché la possibile alterazione dell'interazione tra la falda e le portate di magra.

Inoltre, considerato che l'intervento è posto immediatamente a valle del tratto inciso del Fiume Marecchia, valutare se l'intervento è compatibile con l'attuale configurazione morfologica e le sue tendenze evolutive.

A tale scopo sono stati eseguiti e utilizzati:

- dei sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione, all'interno dei quali sono stati installati dei piezometri per il controllo periodico della falda;
- misurare il livello della falda dopo l'esecuzione dei sondaggi;
- analisi di laboratorio su campioni di terreno prelevati durante

l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio, al fine di valutarne la
composizione;

- prove di permeabilità Lefranc nei terreni ghiaiosi sabbiosi prevalenti;
- misure di controllo contestuali, con cadenza settimanale, dei livelli dell'acqua nei piezometri, nei laghi e nell'alveo del Fiume Marecchia nel tratto prospicienti i laghi;
- misure del livello dell'acqua in due pozzi posti sui lati Sud e Est del lago Santarini (lato San Martino dei Mulini);
- reperimento di tutti i dati climatici significativi (piovosità e temperature);

Inoltre sono stati considerati dei dati bibliografici (stratigrafie, rete di monitoraggio ecc.) utilizzati dagli Uffici Regionali e della Provincia di Rimini per eseguire degli studi sulla falda e sulla ricarica della conoide del Fiume Marecchia.

- 2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO, MORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE:

I laghi Santarini ed Azzurro di interesse, ed i laghi ex Incal, posti immediatamente a valle, si situano in destra idrografica del F. Marecchia. Il lago Santarini a monte della S.P Traversante Marecchia, gli altri laghi a valle di questa.

I laghi sono il risultato finale delle numerose attività di escavazione, iniziate nel 1960 ca., e proseguite fino agli anni '80, eseguite lungo il corso vallivo del F.Marecchia da Ponte Verucchio fino quasi alla foce.

La conoide del Marecchia assume una forma triangolare, il cui apice si individua nella zona di Ponte Verucchio, estendendosi poi fino al Mare Adriatico, per una lunghezza di 15 km.ca. ed una base del triangolo in corrispondenza della costa adriatica di 10 km.ca. per un'area di circa 94 kmq.

A Nord e' delimitata dal corso del F.Uso, a Sud dal Torrente Ausa.

Gli spessori dei materiali sono compresi tra 2 mt. all'apice di Ponte Verucchio, e circa 230 mt.nella zona di Santa Giustina.

Il substrato sul quale poggiano i depositi alluvionali e' costituito dalle argille Plio-Pleistoceniche.

La conoide e' costituita da una successione di materiali piu' fini limo-argillosi alternati a ghiaie e ghiaie sabbiose che vanno a costituire i diversi acquiferi.

Del tipo freatico quelli superficiali e semiartesiani ed artesiani quelli piu' profondi, compresi tra i livelli argillosi che li confinano e li proteggono da eventuali inquinanti superficiali.

Dove la conoide ha gli spessori maggiori si distinguono quattro

falde acquifere principali, protette da spessori compresi tra 6 ÷ 10 mt. di materiali argillosi impermeabili.

L'alimentazione delle falde acquifere e' garantita, dalle acque di pioggia, dalla infiltrazione delle acque di subalveo del F.Marecchia e dalla infiltrazione delle acque di circolazione presenti nelle sabbie delle formazioni plio-pleistoceniche di base.

E' possibile suddividere, in base alla geomorfologia la conoide in due parti: una parte piu' "antica" a monte, terrazzata, pleistocenica ed una conoide "recente" olocenica con i limiti dei terrazzi non distinguibili e caratterizzata da divagazioni dell'alveo.

La conoide "antica" si estende da Ponte Verucchio fino ad immediatamente a valle della S.P. Traversante Marecchia, dove terminano i terrazzi del terzo ordine.

Lo spessore dei materiali alluvionali è compreso tra un minimo di due metri e 10 mt., per aumentare rapidamente, superando i 20 mt./25 mt. circa dalla zona di San Martino dei Molini.

I laghi di ex. cava Santarini, Azzurro, Incal sono situati in corrispondenza della conoide antica.

Per effetto della forte escavazione dei materiali di subalveo si sono avute forti incisioni nell'alveo del F.Marecchia a monte di Poggio Berni, che hanno portato in affioramento il substrato argilloso e conseguentemente ad un diverso rapporto fiume/falda freatica.

Se inizialmente il fiume alimentava la falda di subalveo, successivamente alle escavazioni, le falde freatiche sono andate ad alimentare il fiume e l'alveo di piena si è ridotto e canalizzato.

Dal punto di vista idrogeologico nella "conoide antica",

caratterizzata da uno spessore di ghiaie inferiore a 20 mt., si ha una falda freatica superficiale la cui alimentazione e' garantita dalle precipitazioni meteoriche, dalle sorgenti dei terrazzi alluvionali posti in destra idrografica.

L'erosione e la canalizzazione dell'alveo del F.Marecchia ha limitato e spesso annullato l'alimentazione di subalveo del fiume.

A valle della "conoide antica" lo spessore della coltre alluvionale aumenta rapidamente ed e' intorno a 20÷25 mt. nella zona di San Martino dei Molini in destra idrografica e nella zona di fronte al lago Santarini.

Qui le captazioni d'acqua hanno intercettato il substrato a 22/30 mt. dal p.c., evidenziando la presenza di una prima falda più superficiale, freatica e di falde più profonde da semiartesiane ad artesiane confinate dai livelli argillosi.

La zona in esame è costituita essenzialmente da litologie competenti ad aree di pianura e precisamente da ghiaie, sabbie e limi argillosi alluvionali costituenti la geometria del conoide del Fiume Marecchia, le cui alternanze deposizionali sono dettate quasi esclusivamente dal variare del regime idraulico del fiume stesso.

Sulla base della Carta Geologica (CARG), i laghi ricadono nell'Unità di Modena "AES8", costituita da depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi.

In particolare, nel nostro caso, si tratta di ghiaie di riempimento di canale fluviale da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa, più raramente argillosa limosa in strati da spessi a molto spessi, generalmente amalgamati.

In Fig.1 è riportato uno stralcio della Carta Geologica in scala
1:50.000 (CARG).

Argille e limi ricchi di materiale conchigliare, con intercalazioni di sabbie fini e finissime in strati molto sottili e sottili. Formano un corpo a geometria cuneiforme, presente solo nel settore a mare, con spessore massimo di una decina di metri.

- 3 - SONDAGGI E PIEZOMETRI:

In prossimità delle sponde di ogni singolo lago sono stati realizzati dei sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione all'interno dei quali, ad eccezione del Sondaggio S.1A (Lago Azzurro), sono stati installati, fino a fondo foro, dei piezometri per il controllo della falda.

In particolare, sulle sponde del Lago Santarini sono stati eseguiti n.6 sondaggi a carotaggio continuo, come di seguito elencati:

SOND. (n.)	PROF. (m.)	PIEZOMETRO (m.)
S.1	15,00	15,00
S.2	15,00	15,00
S.3	10,00	10,00
S.4	19,00	17,10
S.5	15,00	15,00
S.6	15,00	15,00

Inoltre, a Nord-Nord Est del lago Santarini e ad una distanza di 120,0 m circa dall'attuale sponda, è stato eseguito un Sondaggio a distruzione (S.7), come di seguito specificato:

SOND. (n.)	PROF. (m.)	PIEZOMETRO (m.)
S.7	20,00	20,00

In prossimità delle sponde del Lago Azzurro sono stati eseguiti n.6 sondaggi, di cui uno a carotaggio continuo (S.1A) e gli altri (n.5) a distruzione, come di seguito elencati:

SOND. (n.)	PROF. (m.)	PIEZOMETRO (m.)
S.1A	30,00	/
S.2A	20,00	20,00
S.3A	20,00	20,00
S.4A	20,00	20,00
S.5A	15,00	15,00
S.6A	15,00	15,00

Come si evince dall'elenco di tutti i sondaggi eseguiti, ad eccezione del Sondaggio S.1A (Lago Azzurro), eseguito in corrispondenza dell'impianto di sollevamento, in tutti i sondaggi sono stati installati, fino a fondo foro, dei piezometri per il controllo del livello dell'acqua.

Sul lago Azzurro, la scelta di eseguire dei sondaggi a distruzione, in alternativa ai sondaggi a carotaggio continuo, è stata fatta in considerazione del fatto che sulle sponde e sul fondo del lago si rinvenivano, quasi esclusivamente, dei terreni ghiaiosi sabbiosi.

Questa scelta ci ha permesso di ridurre sensibilmente i tempi di esecuzione e di fare delle economie.

Nella Tav. 1I (Planimetria scala 1:5.000) sono riportate le ubicazioni dei sondaggi/piezometri e dei punti di monitoraggio.

**RECUPERO DI BACINI DI EX CAVA IN DESTRA IDRAULICA DEL FIUME
MARECCHIA, CON FUNZIONE DI STOCCAGGIO PER SOCCORSO E
DISTRIBUZIONE IRRIGUA SULLA BASSA VALMARECCHIA. LAMINAZIONE
DELLE PIENE ED USO AMBIENTALE**

Codice Intervento: PNRR-M2C4-I4.1-A1-3

PROGETTO DEFINITIVO

Importo progetto € 15.000.000,00

C.U.P. I61B20001260001



TAV.1I - UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Andrea Cicchetti

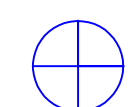
PROGETTISTA GENERALE DELL'OPERA
Ing. Alberto Vanni

CONSULENZA SPECIALISTICA
OPERE IDRAULICHE
Ing. Marco Donati

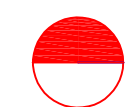
PROGETTISTA DELLE OPERE
ELETTROMECCANICHE
Ing. Marco Timoncini

Codice Progetto	Revisioni	Descrizione	data

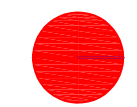
ISO 9001 ISO 14001 ISO 45001		Cesena Sede Legale Ravenna Sede Amministrativa Forlì Sede Operativa Rimini Sede Operativa	Via R. Lambruschini, 195 Via Angelo Mariani, 26 Via P. Bonoli, 11 Via G. Oberdan, 21	47521 Cesena (FC) 48121 Ravenna (RA) 47121 Forlì (FC) 47921 Rimini (RN)	Tel 0547/327441 Tel 0544/249811 Tel 0545/373111 Tel 0547/441611
------------------------------------	--	--	---	--	--



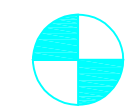
LEGENDA:
SONDAGGI/PIEZOMETRI



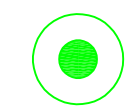
ASTE CENTIMETRICHE PER IL CONTROLLO DEL
LIVELLO DELL'ACQUA DEI LAGHI



SEZIONI DI CONTROLLO DELL'ACQUA LUNGO
IL FIUME MARECCHIA



POZZI MONALDINI E MONTANARI



SONDAGGI ESEGUITI NEL PERIODO NOVEMBRE 2021
(PROGETTO DI FATTIBILITÀ)



ZONE NON INTERESSATE DAI RIPORTI

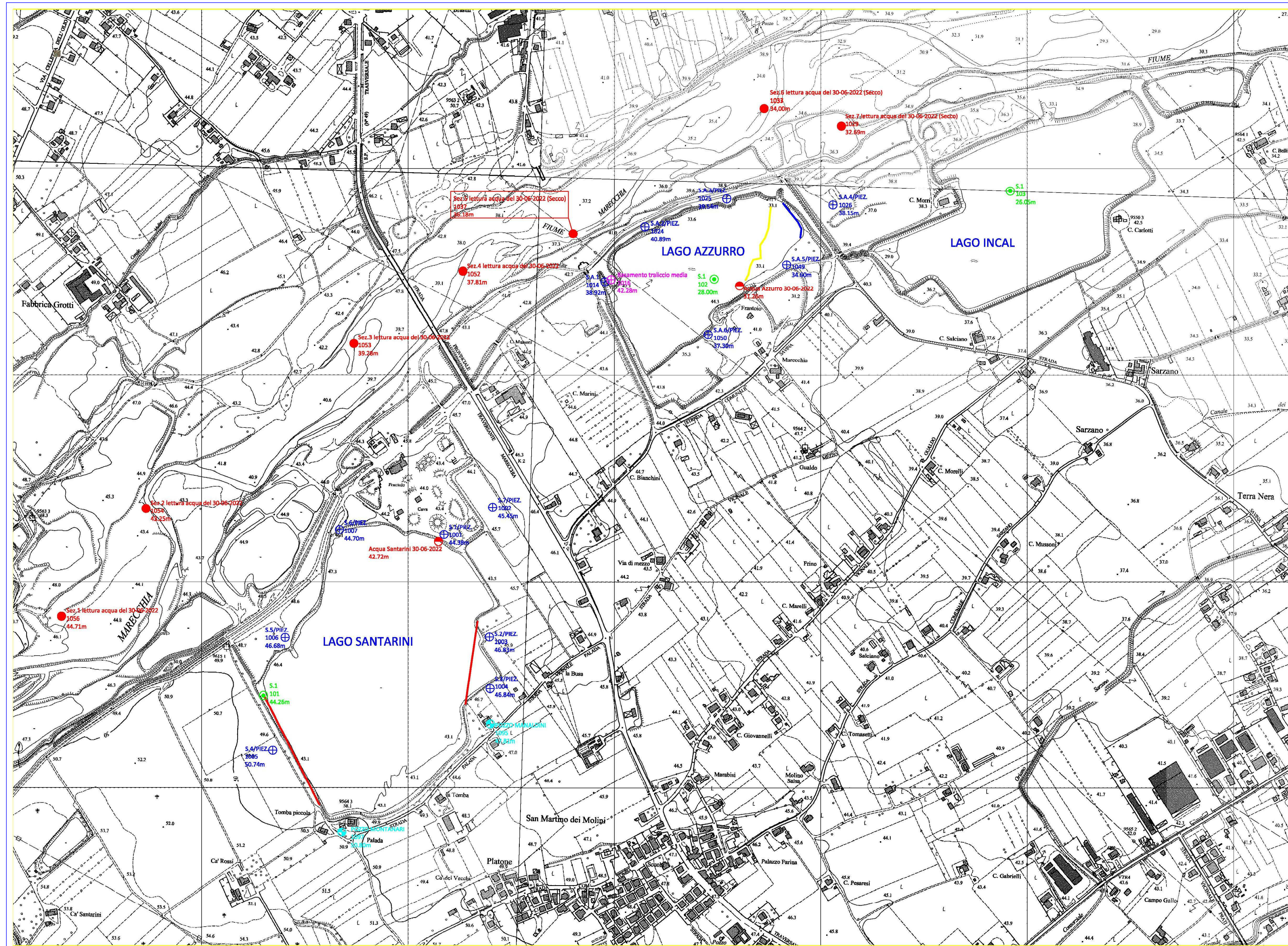


ZONA INTERESSATA DAL RIPORTO (RESIDUO DI LAVORAZIONE DEGLI INERTI)



BORDO INFERIORE DELLA SPONDA INTERNA INTERESSATA DAL RIPORTO
(RESIDUI DI LAVORAZIONE DEGLI INERTI)

PLANIMETRIA SCALA 1:5.000



- 4 - CAMPAGNA DI INDAGINI ESEGUITE NEL NOVEMBRE 2021 (PERMEABILITA')

4.1 premesse:

I dati sulle permeabilità, di seguito riportati, fanno riferimento ad una campagna di indagine, eseguita nel periodo Novembre 2021, per il progetto di fattibilità.

Lo studio di fattibilità allora riguardava anche il lago Incal, successivamente escluso dal progetto.

Si ritengono comunque significativi, considerato l'analogo contesto geologico e idrogeologico, anche le indagini eseguite sul lago Incal.

In quel periodo, Novembre 2021, il lago Incal era asciutto, nel lago Azzurro c'era acqua solo nella depressione che interessa il lato Sud, mentre nel lago Santarini era presente una notevole quantità d'acqua che non ci ha permesso di visionare e operare direttamente sul fondo del lago.

Pertanto, nei laghi Incal e Azzurro si è operato direttamente sul fondo dei laghi mentre nel lago Santarini si è operato sulla sponda, in prossimità dell'angolo Sud - Sud Ovest.

Per l'esecuzione delle prove di permeabilità sono stati eseguiti n.3 sondaggi a distruzione, spinti alle seguenti profondità:

- Lago Incal - 5,00 circa dal fondo del lago;
- Lago Azzurro - 5,20 m circa dal fondo del lago;
- Lago Santarini - 8,00 m circa dalla sponda lato Sud - Sud Est.

Inoltre, in prossimità di ogni singolo sondaggio, sono stati presi dei campioni rimaneggiati operando con una benna meccanica.

Sui campioni sono state eseguite le analisi granulometriche.

4.2. Stratigrafie dei sondaggi:

Le stratigrafie dei sondaggi risultano:

- Lago Incal:

. dal p.c. a - 0,20 m circa:

limi argillosi ghiaiosi;

. da - 0,20 m circa a - 5,00 m circa:

ghiaie e sabbie debolmente limose argillose.

In data 11-11-2021, la falda è stata rilevata a - 4,10 m circa dal p.c..

- Lago Azzurro:

. dal p.c. a - 5,20 m circa:

ghiaie sabbiose debolmente limose argillose.

In data 12-11-2021, la falda è stata rilevata a - 2,90 m circa dal p.c..

- Lago Santarini:

. dal p.c. a - 5,50 m circa:

terreni di riporto costituiti da limi argillosi prevalenti con sabbie e limi;

. da - 5,50 m circa a - 8,00 m circa:

ghiaie sabbiose debolmente limo argillose.

In data 11-11-2021, la falda è stata rilevata a - 4,20 m circa dal p.c..

4.3 Risultati delle analisi granulometriche:

Le analisi granulometriche hanno evidenziato i seguenti risultati:

- Lago Incal:

. C.1 da 0,00 m a - 0,20 m (superficiale - fondo lago):

	(%) A.S.T.M.	(%) A.G.I.
GHIAIA	12,57	16,12
SABBIA	18,42	15,39
LIMO + ARGILLA	69,00	68,49

. C.2 da 0,50 m a - 1,10 m (fondo lago):

	(%) A.S.T.M.	(%) A.G.I.
GHIAIA	73,83	79,79
SABBIA	19,04	13,35
LIMO + ARGILLA	7,13	6,86

- Lago Azzurro:

. C.1 da 0,00 m a - 0,20 m (superficiale - fondo lago):

	(%) A.S.T.M.	(%) A.G.I.
GHIAIA	6,66	9,02
SABBIA	8,03	5,85
LIMO + ARGILLA	85,31	85,13

. C.2 da 0,50 m a - 1,10 m (fondo lago):

	(%) A.S.T.M.	(%) A.G.I.
GHIAIA	76,94	81,72
SABBIA	13,59	8,95

LIMO + ARGILLA	9,47	9,3
----------------	------	-----

- Lago Santarini:

. C.1 da - 1,50 m a - 2,00 m (Argine):

	(%) A.S.T.M.	(%) A.G.I.
GHIAIA	18,99	21,46
SABBIA	29,89	28,63
LIMO + ARGILLA	51,12	49,91

4.4. Risultati delle prove di Permeabilità Lefranc:

Le prove di permeabilità a carico variabile si eseguono in terreni aventi delle permeabilità inferiori a 10^{-5} cm sec⁻¹.

Possono essere fatte abbassando o sollevando il livello statico della falda nel foro e misurando poi la velocità di risalita o discesa.

I tempi e gli spostamenti vengono rappresentati su di un diagramma semilogaritmico.

Nel nostro caso sono state eseguite sollevando il livello statico della falda e operando come raccomandato dalle Norme AGI (Associazione Geotecnica Italiana).

Il valore della permeabilità è dato dalla seguente espressione:

$$K = \frac{A}{C_L (t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2} \quad [\text{ms}^{-1}]$$

dove:

K [ms⁻¹] coefficiente di permeabilità

A [m²] area di base del foro di sondaggio

h₁ e h₂ [m] altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello della

falda indisturbata o al fondo stesso agli istanti $t_1 - t_2$

$t_1 - t_2$ [s] tempi ai quali si misurano h_1 e h_2

C_L [m] coefficiente di forma dipendente dall'area del foro di sondaggio e della lunghezza del tratto di foro scoperto.

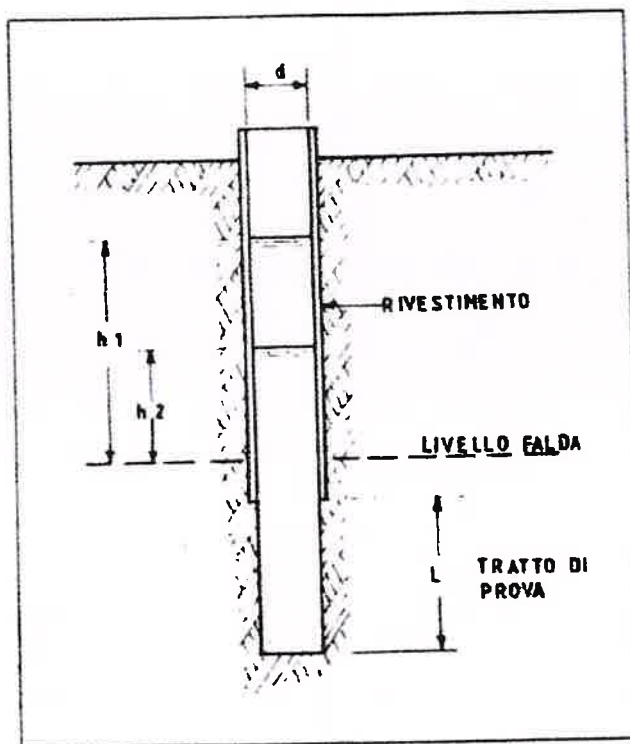
Per il coefficiente C_L sono suggeriti i seguenti valori:

- prova su un tratto di foro dove:

$$l \gg d \quad C = 1 \text{ [m]}$$

$$l \leq d \quad C = 2 \pi d + 1 \text{ [m]}$$

Di seguito è rappresentato lo schema operativo della prova Lefranc.



Le prove hanno evidenziato i seguenti risultati:

Lago Incal:

Prova 1 - $K = 1,42 \times 10^{-5} \text{ m sec}^{-1} = 1,42 \times 10^{-3} \text{ cm sec}^{-1}$

. Prova 2 - $K = 1,41 \times 10^{-5} \text{ m sec}^{-1} = 1,41 \times 10^{-3} \text{ cm sec}^{-1}$

Lago Azzurro:

. Prova 1 - $K = 1,68 \times 10^{-6} \text{ m sec}^{-1} = 1,68 \times 10^{-4} \text{ cm sec}^{-1}$

. Prova 2 - $K = 1,76 \times 10^{-6} \text{ m sec}^{-1} = 1,76 \times 10^{-4} \text{ cm sec}^{-1}$

Lago Santarini:

. Prova 1 - $K = 1,04 \times 10^{-6} \text{ m sec}^{-1} = 1,04 \times 10^{-4} \text{ cm sec}^{-1}$

. Prova 2 - $K = 1,11 \times 10^{-6} \text{ m sec}^{-1} = 1,11 \times 10^{-4} \text{ cm sec}^{-1}$

In Appendice B sono riportate le stratigrafie dei sondaggi, i certificati delle analisi granulometriche e i risultati delle prove di permeabilità (indagini del Novembre 2021 - Progetto Preliminare).

- 5 - CONDIZIONI STRATIGRAFICHE:

Sulla base dei sondaggi eseguiti sono state rinvenute le seguenti condizioni stratigrafiche locali:

- LAGO SANTARINI:

- Sondaggio S.1:

- dal p.c. (44,38 m s.l.m.m.) a - 5,50 m circa:

riporto di materiale eterogeneo limoso argilloso, sabbioso con ghiaietto;

- da - 5,50 m circa a - 9,60 m circa:

riporto costituito da limi sabbiosi, localmente argillosi, con ghiaietto;

- da - 9,60 m circa a - 15,00 m (fondo foro):

ghiaie, in matrice limosa sabbiosa ocra con livelli limosi sabbiosi, molto addensate;

N.B. Lo spessore dei terreni di riporto, in questa zona, raggiunge la profondità di - 9,60 m circa dal p.c..

Si segnala inoltre che la testa del tubo del piezometro, dopo due settimane circa dalla sua installazione, si è leggermente sollevato a causa della falda in pressione (la copertura del pozzetto rimane leggermente sollevata).

- Sondaggio S.2:

- dal p.c. (46,83 m s.l.m.m.) a - 0,50 m circa:

copertura pedologica limosa argillosa marrone con apparato radicale;

- da - 0,50 m circa a - 2,60 m circa:

argille limose marroni essicate;

- da - 2,60 m circa a - 8,50 m circa:

ghiaie e sabbie in matrice limosa argillosa ocra, molto consistenti;

- da - 8,50 m a - 15,00 m (fondo foro):

ghiaie e sabbie in matrice limosa sabbiosa, molto consistenti.

N.B. Alle profondità comprese tra 12,00 m e - 13,50 m e tra - 14,50 m e - 15,00 m circa, perdite di acqua di perforazione - falda del Marecchia.

- Sondaggio S.3:

- dal p.c. (46,84 m s.l.m.m.) a - 1,50 m circa:

copertura pedologica costituita da argille limose marroni, essicate;

- da - 1,50 m circa a - 10,00 m circa (fondo foro):

ghiaie e sabbie in matrice limosa argillosa, molto addensate.

- Sondaggio S.4:

- dal p.c. (50,74 m s.l.m.m.) a - 1,50 m circa:

coltre pedologica costituita da argille limose marroni;

- da - 1,50 m circa a - 18,30 m circa:

ghiaie e ghiaie grossolane e sabbie con ghiaino in matrice limosa e limosa argillosa, molto addensate. Da - 15,80 m circa, prevale la frazione sabbiosa con ghiaino;

- da - 18,30 m a - 19,00 m (fondo foro):

formazione pliocenica costituita da argille marnose, grigie.

N.B. Alle profondità di - 15,80 m circa, forte perdita di acqua di perforazione per la presenza di un forte acquifero fino alla testa della formazione pliocenica, che è stata intercettata solo in questo sondaggio a partire dalla quota di - 18,00 m circa dal p.c. attuale.

Solo in questo sondaggio è stato intercettato il substrato argilloso plio-pleistocenico posto a - 18,30 m dal p.c. in concordanza con i dati stratigrafici di bibliografia.

- Sondaggio S.5:

- dal p.c. (46,68 m s.l.m.m.) a - 3,00 m circa:

riporto eterogeneo costituito da ciottoli ghiaiosi sabbiosi in matrice argillosa limosa;

- da - 3,00 m circa a - 3,40 m circa:

argille limose grigie con ciottoli debolmente sabbiose ghiaiose;

- da - 3,40 m circa a - 15,00 m circa (fondo foro):

ghiaie grossolane e sabbie in matrice limosa argillosa ocra, molto addensate.

N.B. Lo spessore dei terreni di riporto, in questa zona, si rinviene fino alla profondità di - 3,00 m circa dal p.c..
Alla profondità di - 13,50 m circa probabile falda del Marecchia.

- Sondaggio S.6:

- dal p.c. (44,70 m s.l.m.m.) a - 5,00 m circa:

riporto costituito da alternanze di limi argillosi, argille limose con ghiaie e sabbie, da - 4,50 m a - 5,00 m ghiaie e sabbie di una vecchia strada di cantiere;

- da - 5,00 m circa a - 10,50 m circa:

limi sabbiosi in matrice argillosa con ghiaietto di colore ocra
(materiale di risulta del lavaggio degli inerti);

- da - 10,50 m circa a - 15,00 m circa (fondo foro):

ghiaie e sabbie in matrice limosa argillosa ocra, molto addensate.

N.B. Lo spessore dei terreni di riporto, in questa zona è di 5,00 m circa.
Da - 5,00 m a - 10,50 m circa si rinviene del materiale di risulta

del lavaggio delle ghiaie (limi/sabbie/argille/ghiaietto).
Alla profondità di - 13,50 m circa è stata rinvenuta la probabile falda del Marecchia.

- Sondaggio S.7:

- dal p.c. (45,45 m s.l.m.m.) a - 7,00 m circa:

riporto di materiale della lavorazione (lavaggio) delle ghiaie,
costituito da limi, sabbie e ghiaietto, compatto;

- da - 7,00 m circa a - 20,00 m circa:

ghiaie e sabbie in matrice limosa e limosa argillosa ocra, molto addensate.

N.B. Lo spessore dei terreni di riporto, in questa zona, raggiunge la profondità di 7,00 m circa dal p.c..
Anche in questo caso il tubo del piezometro si è leggermente sollevato a causa della falda in pressione (la copertura del pozzetto rimane leggermente sollevata).

- LAGO AZZURRO:

- Sondaggio S.1A (Unico sondaggio non strumentato con piezometro):

- dal p.c. (38,92 m s.l.m.m.) a - 17,50 m circa:

ghiaie eterometriche con sabbie e ghiaio, in matrice limosa argillosa, addensate;

- da - 17,50 m circa a - 30,00 m (fondo foro):

ghiaie eterometriche con sabbie e localmente con ghiaietto fino, in matrice limosa argillosa con locali interlivelli (30/40 cm) di argille limose plastiche, da addensate a molto addensate.

N.B. Alla profondità di - 18,00 m circa forte perdita di acqua di perforazione - falda del Marecchia.

- Sondaggio S.2A:

- dal p.c. (40,88 m s.l.m.m.) a - 3,50 m circa:
coltre pedologica costituita da limi sabbiosi essiccati con livelli di argille marroni;
- da - 3,50 m circa a - 10,50 m circa:
ghiaietto passante a ghiaione con passaggi di limi sabbiosi limosi argillosi azzurri, da consistenti a compatte;
- da - 10,50 m circa a - 20,00 m (fondo foro):
ghiaie sabbiose in matrice limosa argillosa, molto addensate.

N.B. Alla profondità di - 13,00 m circa perdita di acqua dal rivestimento.

- Sondaggio S.3A:

- dal p.c. (39,54 m s.l.m.m.) a - 1,90 m circa:
riporto argine costituito da limi argillosi con ghiaie;
- da - 1,90 m circa a - 7,20 m circa:
alternanze di sabbie e ghiaie medio fini, in matrice limosa, e limi argillosi con ghiaie alla base, addensate;
- da - 7,20 m circa a - 20,00 m (fondo foro):
ghiaie e sabbie in matrice argillosa, molto addensate.

N.B. Alla profondità compresa tra - 13,00 m e - 14,00 m circa perdita di acqua di perforazione.

- Sondaggio S.4A:

- dal p.c. (38,15 m s.l.m.m.) a - 2,10 m circa:
riporto eterogeneo di limi argillosi con ghiaie;

- da - 2,10 m circa a - 2,70 m circa:
coltre pedologica costituita da limi e ghiaietto;
- da - 2,70 m circa a - 11,00 m circa:
ghiaie e ghiaie grossolane e sabbie in matrice limosa argillosa,
addensate;
- da - 11,00 m circa a - 19,10 m circa:
ghiaie grossolane e sabbie in matrice limosa argillosa, molto addensate;
- da - 19,10 m circa a - 20,00 m (fondo foro):
argille debolmente ghiaiose, ocra

N.B. Alla profondità di - 13,00 m circa perdita di acqua di perforazione.

- Sondaggio S.5A:

- dal p.c. (34,60 m s.l.m.m.) a - 2,80 m circa:
limi sabbiosi ocra di decantazione;
- da - 2,80 m circa a - 11,30 m circa:
limi sabbiosi e sabbie finissime con argille limose ocra, compatti
(residuo di lavorazione del lavaggio degli inerti);
- da - 11,30 m circa a - 15,00 m circa (fondo foro):
ghiaie in matrice argillosa ocra, molto addensate.

N.B. Alla profondità di - 15,00 m circa perdita di acqua di perforazione.

- Sondaggio S.6A:

- dal p.c. (37,30 m s.l.m.m.) a - 1,90 m circa:
riporto di terreno limoso argilloso eterogeneo;
- da - 1,90 m circa a - 10,50 m circa:

ghiaie e sabbie e ghiaie anche grossolane e sabbie in matrice limosa
ocra, addensate;

- da - 10,50 m circa a - 14,00 m circa:

ghiaie in matrice argillosa con livelli limo argillosi o argillo limosi,
molto addensate;

- da - 14,00 m circa a - 15,00 m (fondo foro):

argille marroni con ghiaie.

N.B. Da - 10,50 m forte perdita d'acqua dal rivestimento.

L'ubicazione dei sondaggi è riportata nella Tav.1I (Planimetrica
con ubicazione della rete di monitoraggio) mentre in Appendice A sono
riportate le stratigrafie dei sondaggi.

Livelli di falda:

Qui di seguito vengono riportati i livelli della falda misurati dopo
l'ultimazione di ogni singolo sondaggio.

Tali livelli sono indicativi perché possono aver risentito della
presenza dell'acqua di perforazione che può non aver avuto il tempo di
stabilizzarsi con il livello della falda freatica a causa della diversa
permeabilità dei terreni incontrati.

In sintesi, dopo l'esecuzione di ogni singolo sondaggio il, livello
della falda risultava:

Sondaggio (n.)	Quota falda (m.)	Periodo
1	- 4,65	Giugno 2022
2	- 6,43	Giugno 2022

3	- 10,01	Giugno 2022
4	- 7,50	Giugno 2022
5	- 3,20	Giugno 2022
6	- 2,60	Giugno 2022
7	- 10,50	Giugno 2022
1A	- 6,50	Giugno 2022
2A	- 9,50	Giugno 2022
3A	- 9,60	Giugno 2022
4A	- 12,50	Giugno 2022
5A	- 6,00	Giugno 2022
6A	- 6,00	Giugno 2022

In Appendice A sono riportate le stratigrafie dei terreni rinvenuti.

5.1 Considerazioni sulle stratigrafie dei terreni rinvenuti:

Sulla base delle stratigrafie dei sondaggi e dalle risultanze dei diversi sopralluoghi eseguiti sulle sponde dei laghi, emerge chiaramente il diverso grado di antropizzazione degli stessi.

Le sponde del Santarini, come si evince dai sondaggi e dalle analisi di laboratorio di seguito riportate (paragrafo 6), sono interessate, ad eccezione di due tratti spondali dove si rinvencono i fronti di scavo " originari ", da dei riporti di terreni fini prevalenti, disposti eterogeneamente, eseguiti con lo scopo di impermeabilizzarlo.

Inoltre, in base alle informazioni assunte dalla proprietà, il fondo del Lago Santarini è stato utilizzato per numerosi anni per il lavaggio degli inerti, per cui dovrebbe risultare coperto da un importante spessore

di deposito di terreni fini (limi, argille e sabbie fini).

Al contrario il lago Azzurro, ad eccezione della zona dove è avvenuto il lavaggio degli inerti (zona individuata sul lato Nord Est del lago), è interessato dai fronti di scavo in ghiaia naturale.

Nelle Figure 2 e 3 sono riportate le planimetrie aeree (scala 1:5.000) con indicate le aree (zone) sopra descritte.

FOTO AEREA SU C.T.R. - SCALA 1:5.000 -

FIG.2





— ZONE NON INTERESSATE DAI RIPORTI

FOTO AEREA SU C.T.R. - SCALA 1:5.000 -

FIG.3



-  ZONA INTERESSATA DAL RIPORETO (RESIDUI DI LAVORAZIONE DEGLI INERTI)
-  BORDO INFERIORE DELLA SPONDA INTERNA INTERESSATA DAL RIPORETO (RESIDUI DI LAVORAZIONE DEGLI INERTI)

- 6 - PRELIEVO DEI CAMPIONI E ANALISI DI LABORATORIO:

Durante e dopo l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati i seguenti campioni.

- LAGO SANTARINI:

SONDAGGI (n.)	CAMPIONE (n.)	PROFONDITA' (m)	STATO DEL CAMPIONE
1	1	2,50 ÷ 3,00	R
1	2	8,00 ÷ 8,60	I
2	1	2,00 ÷ 2,60	I
3	1	2,00 ÷ 10,00	R
4	1	10,00 ÷ 10,50	R
5	1	1,50 ÷ 2,00	R
5	2	3,00 ÷ 3,50	R
5	3	7,50 ÷ 8,50	R
6	1	2,50 ÷ 3,00	R
6	2	7,50 ÷ 8,00	R
6	3	13,50 ÷ 14,00	R

- LAGO AZZURRO:

SONDAGGI (n.)	CAMPIONE (n.)	PROFONDITA' (m)	STATO DEL CAMPIONE
1A	1	4,00 ÷ 5,00	R
1A	2	9,00 ÷ 10,00	R

Sui campioni indisturbati sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio.

- . umidità naturale (W%)
- . peso di volume (γ_n)

- . peso di volume secco (γ_s)
- . analisi granulometrica (G+S+L+A)
- . limiti di Atterberg:
- . limite Liquido (W_p)
- . indice plastico (I_p)

Sui campioni rimaneggiati sono state eseguite:

- . analisi granulometrica (G+S+L+A)
- . limiti di Atterberg:
- . limite Liquido (W_p)
- . indice plastico (I_p)

Il numero nettamente inferiore dei campioni prelevati nel lago Azzurro è giustificato dal fatto che sono stati eseguiti dei sondaggi a distruzione per la quasi esclusiva presenza di terreni ghiaiosi sabbiosi, difficili da recuperare (campionare) integralmente con un carotiere di diametro \varnothing 101 mm.

Inoltre, è stato privilegiato il lago Santarini perché è fortemente interessato dai terreni di riporto di natura limosa argillosa.

Di seguito, si riportano le Tabelle riassuntive dei risultati delle analisi di laboratorio.

Per i certificati delle analisi di laboratorio si rimanda alla relazione geologica.

[illegible]

[illegible]

- 7 - CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI CAMPIONATI SECONDO LA CARTA DI

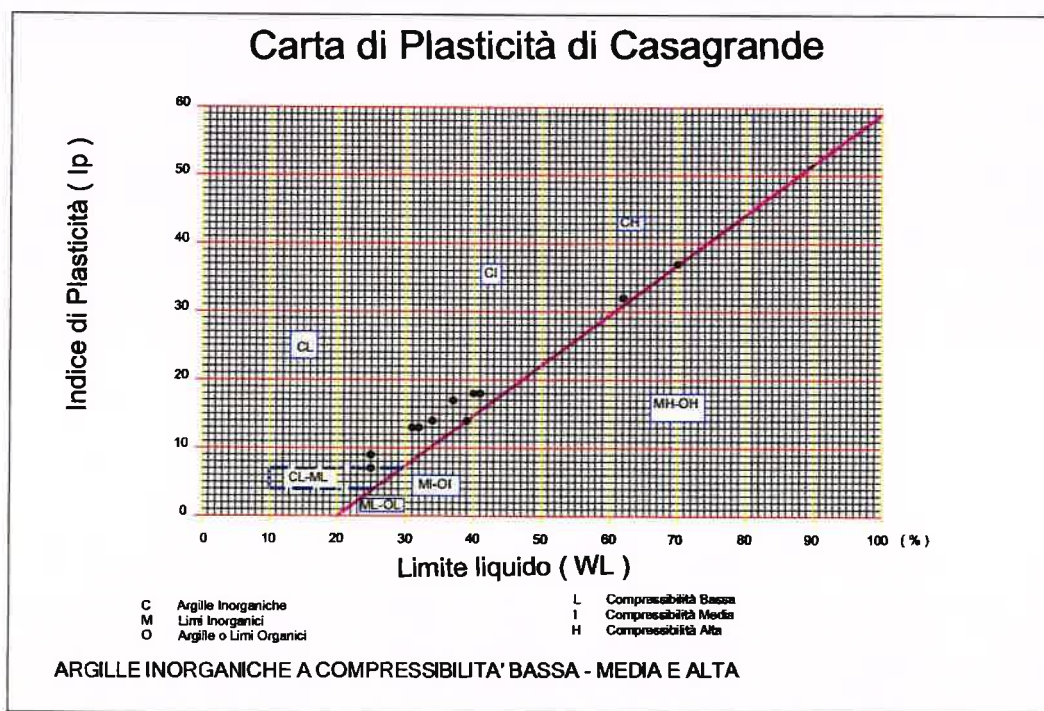
PLASTICITA' DI CASAGRANDE E LE NORME H.R.B.-A.A.S.H.T.O.

(CNR UNI 10006) - (LAGO SANTARINI) :

Questa classificazione, che mette in relazione il limite liquido (WL%) con l'indice plastico (Ip%), fornisce delle indicazioni sulla natura dei terreni fini (argille e limi) e sul loro grado di plasticità.

Come risulta dalle tabelle riepilogative dei risultati di laboratorio, riportate nel paragrafo 6 (Tabella Lago Santarini), i terreni campionati sono in prevalenza costituiti da delle miscele di argille, limi, sabbie e ghiaie con delle percentuali dei terreni fini (argille e limi) prevalenti o significative.

Dalla Carta di Plasticità, i terreni campionati sulle sponde del Lago Santarini risultano costituiti da argille inorganiche a compressibilità bassa e media e solo marginalmente (2 campioni) ad alta compressibilità.



Sempre nella tabella riassuntiva delle analisi di laboratorio è riportata la classificazione H.R.B. - A.A.S.H.T.O. (CNR UNI 10006), che tiene anche conto dei fusi granulometrici, dalla quale risulta che il 27% circa dei terreni campionati ricade nel gruppo A_2 (nel nostro caso n.1 campione A_{2-4} e n.2 campioni A_{2-6}), mentre il rimanente 73% ricade in parte nel gruppo A_4 (n.1 Camp.), in parte A_6 (n.3 Camp.), sottogruppo A_{7-5} (n.2 Camp.) e A_{7-6} (1 Camp.).

Dalla classificazione H.R.B., di seguito riportata, i gruppi/sottogruppi risultanti, ad eccezione del campione classificato A_{2-4} che ha una media permeabilità, sono classificati come terreni con permeabilità da scarsa a nulla.

Geotecnica: Classificazione dei terreni HRB-AASHTO (CNR-UNI 10006)

Classificazione generale	Terre ghiaia - sabbiosa							Terre limo - argillose					Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 >35%					
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1 a	A1 b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7						
Analisi granulometrica - Frazione passante al setaccio													
2 UNI 2332 %	≤ 80												
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 80	≥80										
0,075 UNI 2332 %	≤15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	0			≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	<10max	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	>10 (IP>LL30)	>10 (IP>LL30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤4		≤ 8	≤ 12	≤ 18	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	ghiaia e breccia, sabbione, sabbia grossa, pomice, sconi vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	ghiaia e sabbia limosa e argillosa				Limi poco compressibili	Limi fort. compressibili	Argille poco compressibili	Argille fort. compressibili med. plastiche	Argille fort. compressibili fort. plastiche	Torbe di recente o remota formazione e, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellenti a buone						Da mediocre a scadente						Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulla qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				media	elevata	Media	elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o media		elevato	elevato	molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa						Scarsa o nulla			
Identificazione dei territori in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media e elevata allo strato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno a nero - facilmente individuabili a vista

- 8 - VALUTAZIONI DELLE PERMEABILITA' DEI TERRENI CAMPIONATI (LAGO

SANTARINI) :

Si premette che i campioni prelevati nei sondaggi 1, 5 e 6 riguardano terreni di riporto, mentre i campioni, prelevati nei sondaggi 2, 3 e 4, riguardano terreni naturali in posto.

Dalla Tabella riassuntiva delle analisi di laboratorio, le granulometrie (setacciatura e decantazione) evidenziano:

- nei terreni di riporto (n.8 campioni), delle percentuali di fine (argille e limi) comprese tra il 46% circa e il 94% circa, ad eccezione dei campioni C.3 del S.1 e C.3 del S.6 che hanno rispettivamente delle percentuali di fine del 26% circa e 21% circa;
- nei terreni naturali (n.3 campioni), delle percentuali di fine del 94% circa nel C.1 del S.2, del 21% circa nel C.1 del S.4 e 24% circa nel C.1 del S.3.

Sulla base delle % dei terreni fini rinvenuti si può affermare, ai fini delle permeabilità, che i terreni presenti sulle sponde del lago Santarini sono costituiti da delle miscele che, nel caso dei terreni di riporto, hanno notevoli percentuali di fine (argille e limi), mentre nel caso delle sponde naturali hanno significative percentuali di fine.

Per una prima valutazione del grado di permeabilità di questi terreni si è fatto riferimento alle Tabelle 1 e 2 (Casagrande e Fadum).

Nella Tab.1 sono riportati i coefficienti di permeabilità in considerazione dei terreni o miscele di terreni.

La Tab.2 è definito il grado di permeabilità.

Tabella 1

k cm/sec	10 ²	10 ¹	1	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
drenaggio	buono							povero			praticamente impermeabile		
	ghiaia pulita		sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita			sabbia fina, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati			terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici				
						terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo							

Tabella 2

grado di permeabilità	valore di k (cm/sec)
alto	superiore a 10 ⁻¹
medio	10 ⁻¹ ÷ 10 ⁻³
basso	10 ⁻³ ÷ 10 ⁻⁴
molto basso	10 ⁻⁴ ÷ 10 ⁻⁷
impermeabile	minore di 10 ⁻⁷

Le tabelle sono state estratte dal testo: Elementi di Geotecnica di Pietro Colombo, edito da Zanichelli - Bologna.

Sulla base delle tabelle sopra riportate i terreni rinvenuti si collocano a cavallo tra quelli aventi drenaggio povero tendente all'impermeabile, con un grado di permeabilità da basso a molto basso ($K = 10^{-5} \div 10^{-7} \text{ cm sec}^{-1}$).

A riprova che tali permeabilità sono da ritenersi attendibili è il fatto che le prove di permeabilità Lefranc (a riguardo si veda il paragrafo 4), eseguite nei terreni ghiaiosi sabbiosi con contenuti in fine compresi tra il 7% e 9% circa, hanno evidenziato delle permeabilità

dell'ordine di 10^{-3} cm sec⁻¹ (lago Incal) e 10^{-4} cm sec⁻¹ (laghi Azzurro e Santarini).

- 9 - DATI ACQUISITI DAI SONDAGGI R.E.R.:

Allo scopo di verificare il rapporto tra Fiume Marecchia e laghi ex-cava (Santarini ed Azzurro) sono stati acquisiti i dati bibliografici, stratigrafie, rete di monitoraggio...etc. utilizzati dagli Uffici Regionali e dalla Provincia di Rimini per eseguire gli studi sulla falda e sulla ricarica della conoide del Marecchia - (i dati sono stati acquisiti da: servizi moka regione.emilia-romagna.it/moka.App).

Dei numerosi dati pubblicati sono state utilizzate le stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo e dei pozzi per acqua presenti in zona.

Le stratigrafie utilizzate e la relativa planimetria con ubicazione dei sondaggi/pozzi sono riportati in Appendice C.

Nel caso di un gruppo di perforazioni o di un campo pozzi , è stata scelta la stratigrafia rappresentativa dell'insieme.

Le stratigrafie indicano generalmente depositi alluvionali costituiti da livelli e strati di ghiaie, sabbie e limi, in alternanza.

Il substrato è costituito dalle argille plioceniche.

Le stratigrafie evidenziano come procedendo da monte verso valle, il substrato argilloso pliocenico, si approfondisca rapidamente passando, in sinistra idrografica, dai 5 metri (S3 e S8), località S. Andrea e Fornace, ad oltre 50 metri in prossimità della S.P. Traversante Marecchia (S9).

In destra idrografica il substrato è stato intercettato a 18 mt. in prossimità del Lago Santarini nel S4 Santarini e a 22 metri nel S3 acquisito, per poi approfondirsi in località S.Martino dei Molini a 25.5 metri (S4) e passare ad oltre 55 metri a valle di Case Gnoli dove i pozzi per acqua (S10) non ha intercettato il substrato.

- 10 - MISURAZIONI DELLA FALDA FREATICA, DEI LIVELLI DEI LAGHI E DEL

LIVELLO DEL FIUME MARECCHIA:

10.1 Premesse:

Per il controllo della falda freatica, del livello dell'acqua nei laghi e dei livelli dell'acqua lungo l'asta fluviale del Fiume Marecchia è stato impostato un sistema di monitoraggio costituito da:

- . n.6 piezometri posizionati in prossimità delle sponde perimetrali del lago Santarini (Piez. S.1, S.2, S.3, S.4, S.5 e S.6);
- . n.1 piezometro tra il lago Santarini e lago Azzurro, posto ad una distanza di 120 m circa dalla sponda lato Nord del Santarini (Piez. S.7);
- . n.5 piezometri posizionati in prossimità delle sponde perimetrali del lago Azzurro (Piez. SA.2, SA.3, SA.4 e SA.5);
- . messa in opera, all'interno di ogni lago, di un'asta centimetrica per il controllo dell'abbassamento dei livelli dell'acqua;
- . n. 7 sezioni di controllo del livello dell'acqua nel Fiume Marecchia, nella zona prospiciente i laghi a partire da 150 m circa a monte del lago Santarini (Sez.1) e a finire a 150 m circa a valle del lago Azzurro (Sez.7);
- . misure dei prelievi d'acqua dal lago Santarini (nel lago Azzurro non ci sono stati prelievi).

Le misure di controllo sono state eseguite contestualmente, con cadenza settimanale, nel periodo compreso tra il 30/Giugno/2022 e il 28/Agosto/2022.

Di seguito si riportano le quote assolute e le coordinate geografiche

dei punti di misura (sondaggi/piezometri, sezioni lungo il Marecchia e
aste centimetriche).

Codice punto	Latitudine	Longitudine	Elev.	Coord. Nord	Coord. Est	Quota
S1	44°02'28.30385"N	12°27'17.35138"E	88.695	4879814.538	2318088.881	44.381
S2	44°02'20.36287"N	12°27'22.63465"E	89.054	4879395.890	2318198.890	48.828
S3	44°02'18.32045"N	12°27'22.88014"E	89.071	4879240.885	2318188.718	48.837
S4	44°02'10.86723"N	12°28'50.45800"E	92.887	4879081.844	2318871.881	50.743
S5	44°02'19.83848"N	12°27'00.42475"E	88.918	4879384.888	2315702.545	48.881
S6	44°02'28.43188"N	12°27'05.88858"E	88.824	4879828.314	2318833.842	44.705
S7	44°02'30.55084"N	12°27'22.56381"E	87.854	4879880.288	2318204.788	45.448
A1	44°02'48.50058"N	12°27'34.00201"E	81.082	4880228.248	2318478.882	38.821
A2	44°02'52.90308"N	12°27'38.17345"E	83.047	4880358.223	2318573.883	40.886
A3	44°02'55.30081"N	12°27'48.87874"E	81.884	4880427.188	2318771.814	38.541
A4	44°02'55.08878"N	12°27'58.54444"E	80.238	4880412.840	2317028.084	38.180
A5	44°02'59.28187"N	12°27'53.70887"E	78.782	4880288.773	2318818.882	34.882
A8	44°02'44.58883"N	12°27'45.10881"E	78.471	4880387.888	2318728.784	37.288
basamento italiano medio	44°02'48.87888"N	12°27'34.87337"E	84.447	4880331.284	2318481.773	42.277
Acqua Santarini 30 giugno 22 ore 8:10	44°02'27.72885"N	12°27'18.77888"E	84.840	4879587.184	2318073.588	42.728
Acqua Azzurro 30 giugno 22 ore 11:53	44°02'48.48223"N	12°27'48.88518"E	73.427	4880215.888	2318882.974	31.282
Sez. 1 Lettura acqua 30 giugno 22	44°02'28.88237"N	12°27'36.84887"E	86.887	4879418.481	2318180.288	44.712
Sez. 2 Lettura acqua 30 giugno 22	44°02'28.81873"N	12°27'44.88821"E	85.478	4879877.418	2315388.173	43.253
Sez. 3 Lettura acqua 30 giugno 22	44°02'48.04688"N	12°27'08.81844"E	81.478	4880078.588	2315888.731	38.284
Sez. 4 Lettura acqua 30 giugno 22	44°02'48.88238"N	12°27'18.53000"E	79.887	4880281.743	2318132.883	37.810
Sez. 5 Lettura 1 del 30 08 22 (meco)	44°02'52.82884"N	12°27'30.81485"E	78.781	4880387.483	2318484.888	35.835
Sez. 5 Lettura 2 del 30 08 22 (meco)	44°02'52.18888"N	12°27'30.38855"E	77.778	4880342.481	2318388.881	35.811
Sez. 5 Lettura 3 del 30 08 22 (meco)	44°02'52.34548"N	12°27'30.22078"E	78.548	4880347.802	2318388.178	35.884
Sez. 6 Lettura 1 del 30 08 22 (meco)	44°03'01.88381"N	12°27'50.88488"E	78.384	4880888.121	2318888.378	34.214
Sez. 6 Lettura 2 del 30 08 22 (meco)	44°03'02.47888"N	12°27'50.74048"E	78.881	4880845.812	2318882.440	33.782
Sez. 6 Lettura 3 del 30 08 22 (meco)	44°03'02.78888"N	12°27'50.88481"E	78.181	4880854.853	2318881.784	34.853
Sezione 7 Lettura 1 del 30 08 22 (meco)	44°03'01.08088"N	12°27'58.33888"E	75.088	4880887.351	2317882.488	32.851
Sezione 7 Lettura 2 del 30 08 22 (meco)	44°03'01.27218"N	12°27'58.28128"E	74.388	4880888.037	2317848.577	32.231
Sezione 7 Lettura 3 del 30 08 22 (meco)	44°03'01.57287"N	12°27'58.81038"E	75.034	4880812.448	2317848.614	32.888

Nella Tavola 1I (Planimetria scala 1:5.000) sono riportate le
ubicazioni dei punti di monitoraggio.

10.2 Fiume Marecchia e laghi:

Lungo l'asse del Fiume Marecchia sono state individuate 7 sezioni di controllo, da 1 a 7 da monte a valle, situate in corrispondenza dei Laghi Santarini ed Azzurro (si veda la Tav. 1I).

Le letture dei livelli sono iniziate contemporaneamente a quelle dei piezometri e dei laghi.

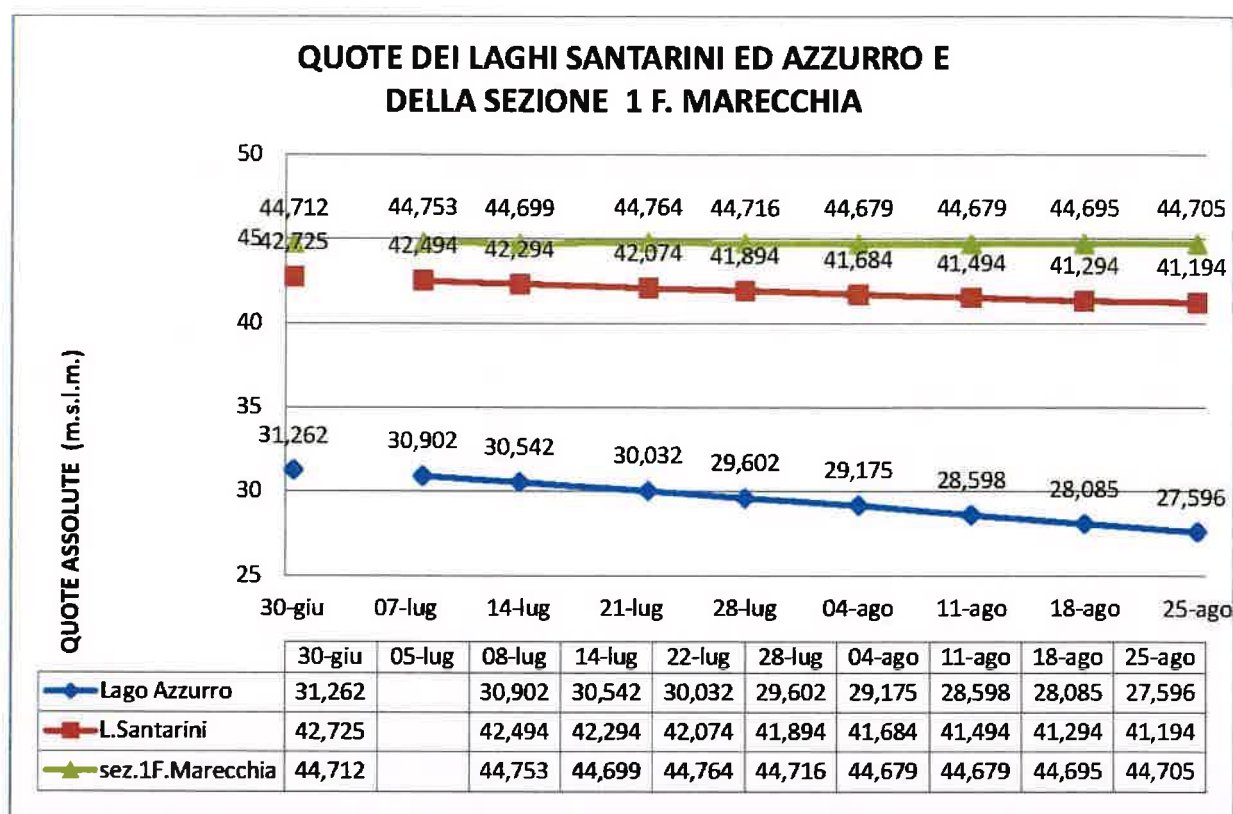
DATA	30.06	8.07	14.07	22.07	28.07	4.08	11.08	18.08	25.08
SEZ. 1 MARECCHIA	44.712	44.753	44.699	44.764	44.716	44.679	44.679	44.695	44.705
SEZ. 2 MARECCHIA	43.253	43.260	43.274	43.274	43.274	43.274	43.274	43.274	43.274
SEZ. 3 MARECCHIA	39.284	39.233	39.233	39.233	39.233	39.233	39.233	39.233	39.233
SEZ. 4 MARECCHIA	37.810	37.785	37.785	37.785	37.785	37.785	37.785	37.785	37.785
SEZ. 5 MARECCHIA	36.176	36.176	36.176	36.176	36.176	36.176	36.176	36.176	36.176
SEZ. 6 MARECCHIA	34.009	34.009	34.009	34.009	34.009	34.009	34.009	34.009	34.009
SEZ. 7 MARECCHIA	32.692	32.692	32.692	32.692	32.692	32.692	32.692	32.692	32.692
L.SANTARINI	42.725	42.494	42.294	42.074	41.894	41.684	41.494	41.294	41.194
L.AZZURRO	31.262	30.902	30.542	30.032	29.602	29.175	28.598	28.085	27.596

Si può notare come già alla prima lettura del 30 Giugno le sezioni 5 - 6 - 7, poste di fronte al Lago Azzurro, erano prive di acqua.

La settimana successiva (8 Luglio) anche le sezioni 3 e 4 risultavano asciutte.

Al 14 Luglio anche la sezione 2 risulta asciutta.

Di seguito si riportano gli andamenti dei livelli dell'acqua nei laghi e sezioni lungo il Fiume Marecchia.



Il livello del lago Santarini rimane circa costante, con abbassamenti dal 30 giugno al 25 Agosto di 1,531 mt., mentre nel lago Azzurro l'abbassamento è di a 3.67 mt circa.

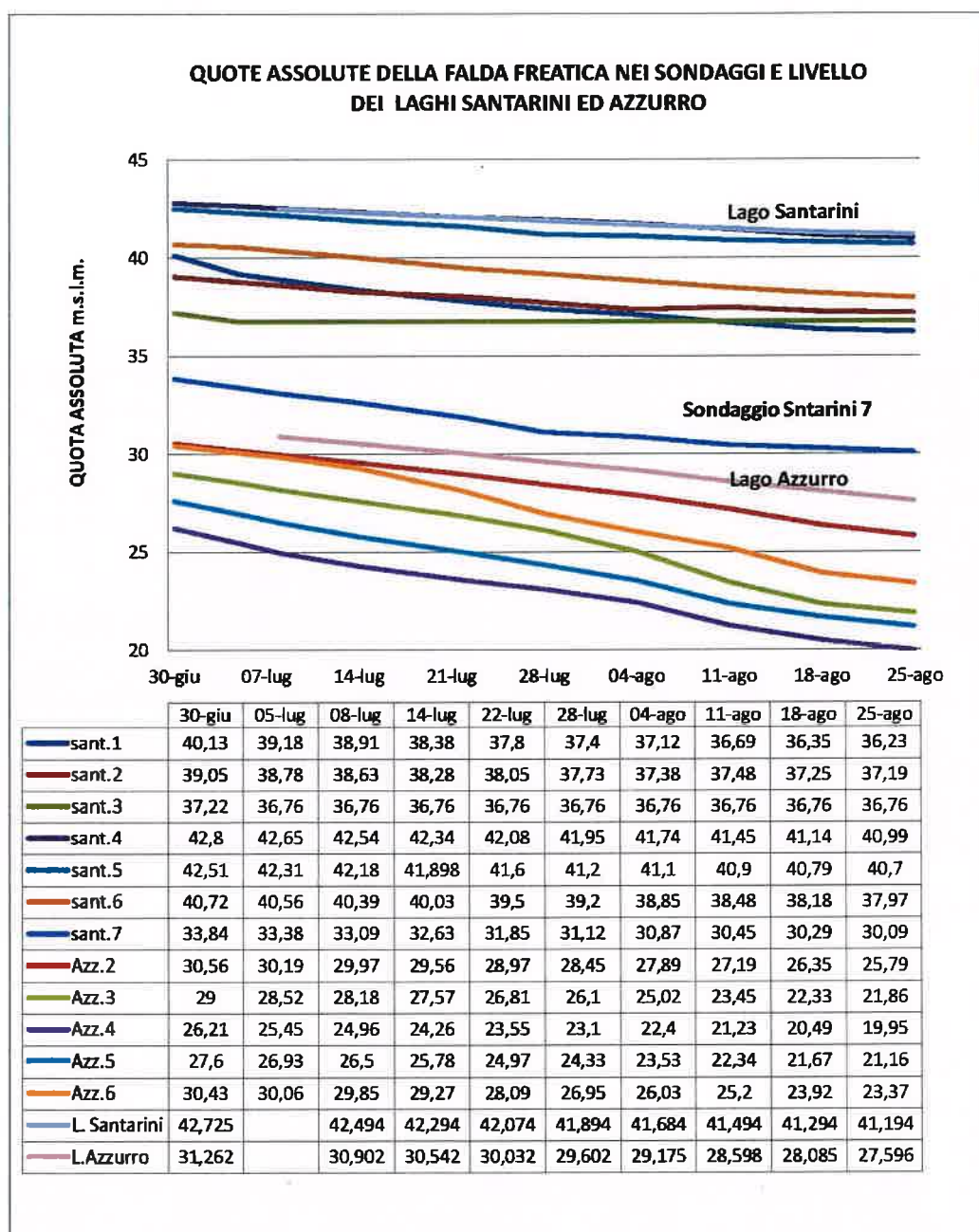
Le misure dell'abbassamento del Lago Santarini non tengono conto dei prelievi di acqua eseguiti nel periodo di controllo dal Golf e dall'Azienda Montanari (nel lago Azzurro non ci sono stati prelievi).

Il livello nel Fiume Marecchia è in questa sezione costante (Sez. 1), in concordanza con l'andamento del substrato e l'approfondimento dello stesso da monte verso valle: dai 18/20 mt. a monte del lago Santarini ad oltre 30 mt. in prossimità della S.P. Traversante Marecchia, per passare ad oltre 50 mt. in corrispondenza del Lago Azzurro, indicando come l'acqua si infiltri in profondità nei livelli ghiaiosi che drenano le acque del Fiume Marecchia.

10.3 Piezometri e laghi:

Sono stati misurati i livelli della falda, le misurazioni sono state poi rapportate (nota la quota assoluta del p.c. alla testa dei piezometri) in quote assolute.

Considerando la differenza di quote dei rispettivi sondaggi dei laghi, sono state separate le due situazioni.



La quota assoluta della falda zona Lago Santarini è intorno a 40 mt. (escludendo il sondaggio 7 che è autonomo rispetto ai due gruppi di sondaggi), le quote nei sondaggi Lago Azzurro sono intorno a 30 mt.

Considerando nell'insieme le quote dei due laghi si può notare come la profondità della falda si differenzi tra loro.

Nel Lago Santarini è compresa tra -5 e -10 mt. dal p.c. con abbassamenti dell'ordine di due metri circa.

Nel Lago Azzurro il livello della falda è compreso tra -13 e -18 mt., con abbassamenti fino a 7 mt. circa.

Il sondaggio Santarini 7, intermedio tra le due situazioni, è più simile alle condizioni dei sondaggi del Lago Azzurro (falda a - 15.0 m dal p.c. e abbassamento di 4.00 m circa).

La discontinuità tra le due situazioni sembrerebbe indicare una non connessione tra i due laghi, per cui le acque del Lago Santarini, non vanno ad alimentare le falde di conoide sottostanti il Lago Azzurro.

Il forte abbassamento del livello del Lago Azzurro è da addebitare alla diversa permeabilità delle sponde e del fondo, che favorisce l'infiltrazione dell'acqua in falda (a riprova si evidenzia che il livello del Lago Azzurro si è abbassato di 3,67 m, mentre il Lago Santarini si è abbassato di 1,531 m circa compresi i prelievi).

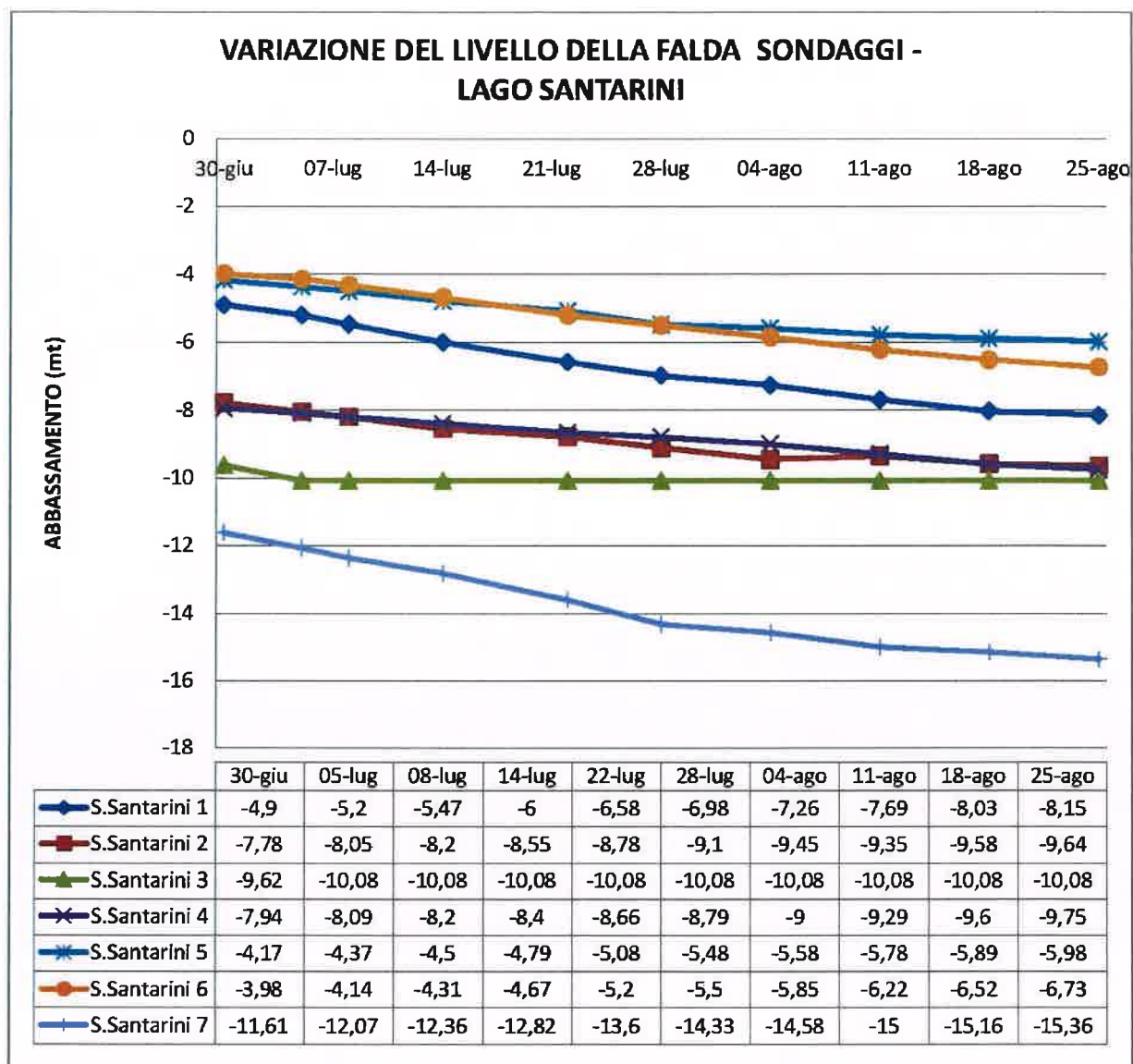
10.3.1 Lago Santarini:

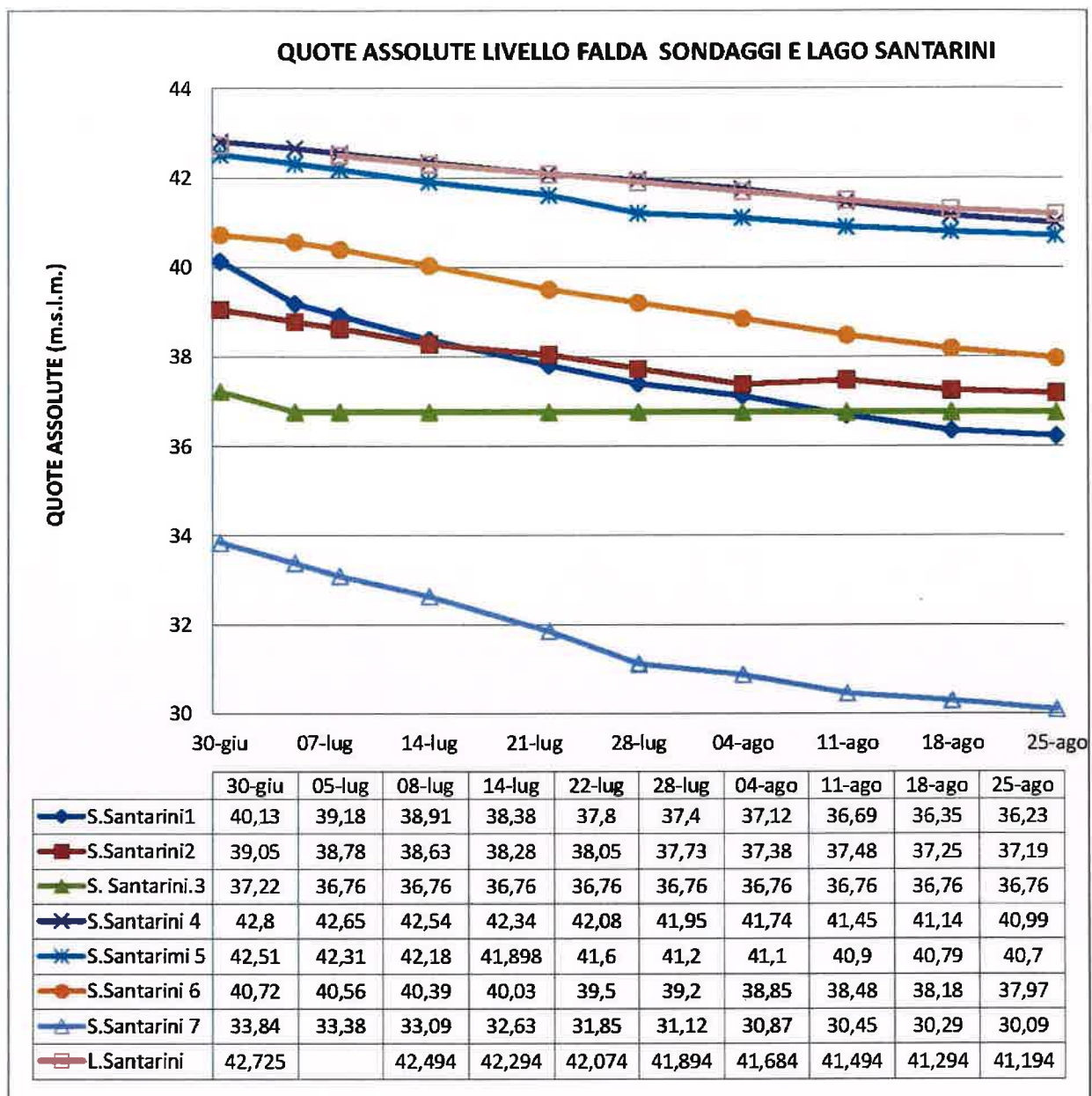
Le quote della falda nei sondaggi a monte S4 ed S5, coincidono all'incirca con il livello del Lago Santarini (sono leggermente più basse).

Le quote nei sondaggi S1 ed S2 hanno comportamento simile, nel S6 è intermedio ai due gruppi, e una quota piezometrica inferiore e risentono di un abbassamento costante.

Il livello del S7 ha un gradiente maggiore, con abbassamento di 3,75 m.

I modesti abbassamenti della falda nei sondaggi 4 e 5, sono da collegare al fatto che questi ricadano nelle aree interessate dalla irrigazione e pertanto hanno subito la ricarica per infiltrazione.





Nella zona del Lago Santarini sono stati controllati il 28.07.2022 ed il 25.08.2022, in concomitanza con le altre misure dei sondaggi, due pozzi privati dei quali non sono noti stratigrafia, profondità, caratteristiche, denominati:

Pozzo Montanari quota 50.9 m.s.l.m. ca.

Pozzo Monaldini quota 47.0 m.s.l.m. ca.

I pozzi, sono ubicati nella zona lato San Martino dei Molini, le misure effettuate sono state confrontate con i sondaggi Santarini 4 e Santarini 2.

Sond/pozzi	Sondaggio S2 Quota 46.83		Sondaggio S4 Quota 50.74		Pozzo Montanari Quota 50.8 ca.		Pozzo Monaldini Quota 47.81 ca.	
Misura/ data	Livello falda mt	Quota falda mt	Livello falda mt	Quota falda mt	Livello falda mt	Quota falda mt	Livello falda mt	Quota falda mt
28 luglio	-9.1	37.73	-8.79	41.95	-13.80	37.0	-18.40	29.41
25 agosto	-9.64	37.19	-9.75	40.99	-16.31	34.49	-21.20	26.61
Δ mt	0.54		0.96		2.51		2.8	

Dal confronto dei dati si evidenzia come il comportamento della falda sia diverso:

- l'abbassamento nei sondaggi Santarini, nello stesso periodo, è inferiore ad 1 metro, mentre nei pozzi è superiore a 2,5 mt
- le quote assolute della falda sono diverse

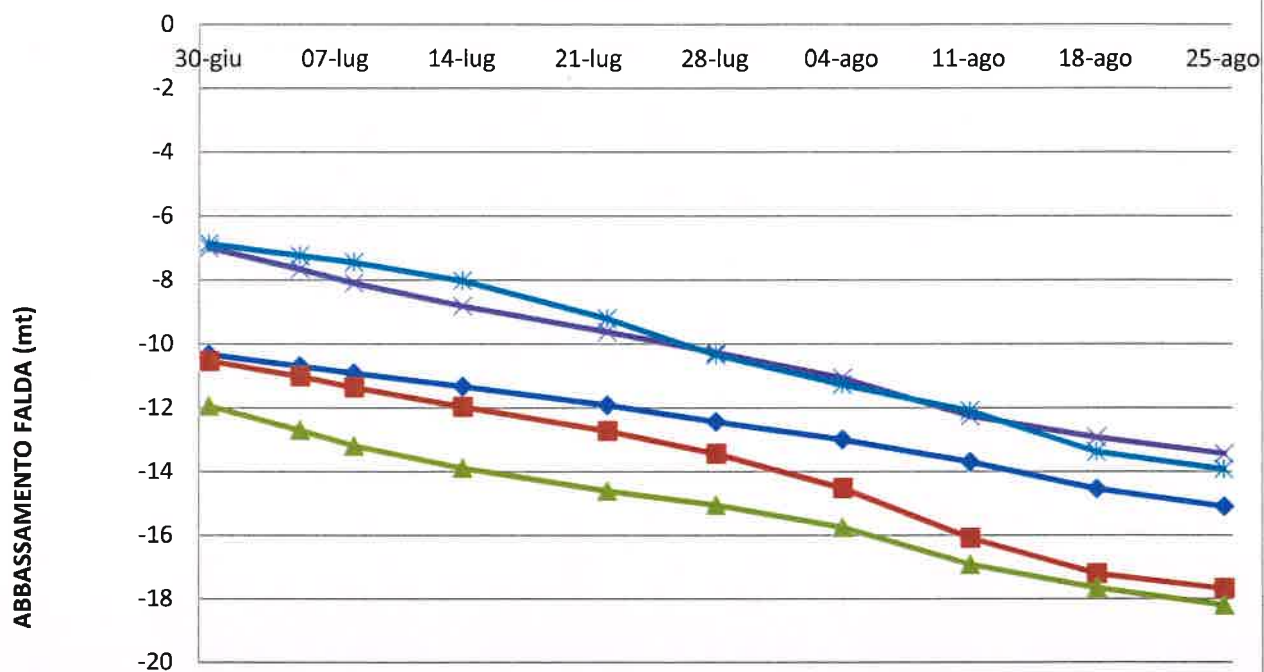
si può ritenere che la falda intercettata sia diversa, quella dei sondaggi è più superficiale e collegata al Lago Santarini, quella dei pozzi più profonda e legata alle acque dei terrazzi alluvionali affioranti a San Martino dei Molini.

10.3.2 Lago Azzurro:

Il livello del lago è sempre superiore al livello della falda freatica intercettata nei sondaggi.

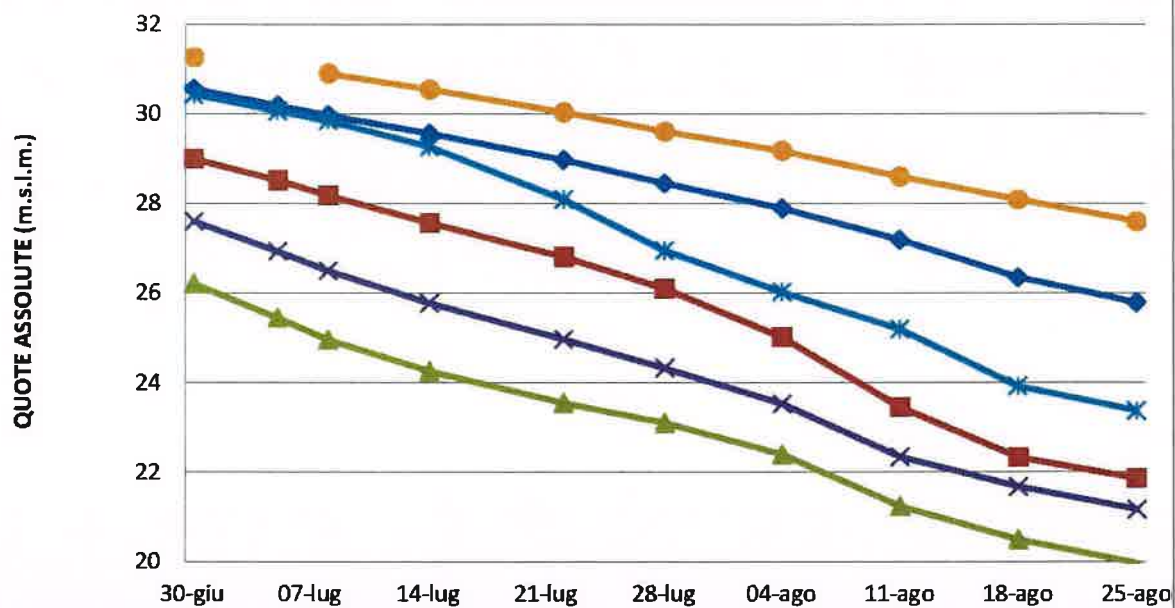
L'abbassamento della falda è costante nel tempo e non si evidenziano condizioni anomale.

VARIAZIONE DEL LIVELLO DELLA FALDA - SONDAGGI LAGO AZZURRO



	30-giu	05-lug	08-lug	14-lug	22-lug	28-lug	04-ago	11-ago	18-ago	25-ago
◆ S.Azzurro 2	-10,33	-10,7	-10,92	-11,33	-11,92	-12,44	-13	-13,7	-14,54	-15,1
■ S.Azzurro 3	-10,54	-11,02	-11,36	-11,97	-12,73	-13,44	-14,52	-16,09	-17,21	-17,68
▲ S.Azzurro 4	-11,94	-12,7	-13,19	-13,89	-14,6	-15,05	-15,75	-16,92	-17,66	-18,2
✕ S.Azzurro 5	-7	-7,67	-8,1	-8,82	-9,63	-10,27	-11,07	-12,26	-12,93	-13,44
✱ S.Azzurro 6	-6,87	-7,24	-7,45	-8,03	-9,21	-10,35	-11,27	-12,1	-13,38	-13,93

QUOTE ASSOLUTE LIVELLI FALDA NEI SONDAGGI E LAGO AZZURRO



	30-giu	05-lug	08-lug	14-lug	22-lug	28-lug	04-ago	11-ago	18-ago	25-ago
◆ Sond.Azz.2	30,56	30,19	29,97	29,56	28,97	28,45	27,89	27,19	26,35	25,79
■ Sond.Azz.3	29	28,52	28,18	27,57	26,81	26,1	25,02	23,45	22,33	21,86
▲ Sond.Azz.4	26,21	25,45	24,96	24,26	23,55	23,1	22,4	21,23	20,49	19,95
× Sond.Azz.5	27,6	26,93	26,5	25,78	24,97	24,33	23,53	22,34	21,67	21,16
* Sond.Azz.6	30,43	30,06	29,85	29,27	28,09	26,95	26,03	25,2	23,92	23,37
● Lago Azzurro	31,262		30,902	30,542	30,032	29,602	29,175	28,598	28,085	27,596

- 11 - RAPPORTO FIUME MARECCHIA - LAGHI:

L'andamento della falda conferma l'andamento generale già evidenziato dagli studi R.E.R. e ARPAE.

Nel periodo considerato, vista la perdurante assenza di piogge si evidenzia il veloce approfondimento della falda freatica, soprattutto nel lago Azzurro.

Nel grafico di confronto tra i livelli del lago/livelli fiume e livello piezometrico nei sondaggi Santarini ed Azzurro, si evidenzia quanto segue:

- LAGO SANTARINI

Lago Santarini e sondaggi S.4 e S.5 sembrerebbero direttamente collegati con stessa quota piezometrica se non fosse che entrambi ricadono pienamente entro aree irrigate per tutto il periodo considerato.

Se così fosse realmente, a prescindere dall'irrigazione, nei periodi invernali forse potrebbero essere alimentati anche dalla falda di subalveo del Fiume Marecchia.

I sondaggi S.1, S.2, S.3, S.6 risentono in misura minore dell'alimentazione del lago Santarini, hanno una quota piezometrica inferiore e hanno un abbassamento costante.

Il livello del sondaggio S.7 ha un gradiente maggiore con abbassamenti di 3.75 metri circa, che denota un comportamento simile al lago Azzurro.

- LAGO AZZURRO

L'abbassamento della falda nei sondaggi è in tutti i casi maggiore dell'abbassamento dell'acqua nel lago (- 3.67 m circa).

In alcuni casi, come nei sondaggi SA.3 e SA.6, e quasi il doppio.

Nei sondaggi SA.2, SA.4 e SA.5 l'abbassamento della falda è compresa tra - 4.77 m e - 6.71 m circa.

Questi forti abbassamenti sono da attribuire ad una maggiore permeabilità del fondo del lago e anche dal diminuito apporto della falda di subalveo del Fiume Marecchia che risulta in secca già dalle misure eseguite dall'8 Luglio in poi relativamente alle sezioni 3, 4, 5, 6 e 7.

- 12 - CLIMATOLOGIA:

Allo scopo di verificare le condizioni climatiche dell'area sono stati considerati i valori di temperatura (°C) e precipitazione (mm) alle stazioni di Vergiano (dal 1997) e S. Arcangelo di R., caratterizzate da condizioni geografiche ed altimetriche simili tra loro ed alla zona di interesse.

Della Stazione di Vergiano non sono stati considerati i valori pluviometrici essendo discontinui.

Per il periodo 1988-1996, è stata considerata la stazione di Rimini, avente caratteristiche diverse, ma facente parte del bacino del Marecchia, poiché la stazione di Vergiano, non era ancora attivata.

Le caratteristiche delle stazioni sono le seguenti:

- Stazione di Santarcangelo: stazione Termo Pluviometrica (Tr e P), individuata dal Servizio Idrografico come Stazione di pianura tra Uso e Marecchia, quota 38 m.s.l.m., attiva dal 1900.
- Stazione di Rimini: stazione Termometrica (Tr), individuata dal Servizio Idrografico come Stazione del bacino del Marecchia, quota 2 m.s.l.m., attiva dal 1933
- Stazione di Vergiano: stazione Termo Pluviometrica (Tr e P), individuata dal Servizio Idrografico come Stazione del bacino del Marecchia, quota 36 m. s.l.m., attiva dal 1990, con dati pubblicati dal 1997.

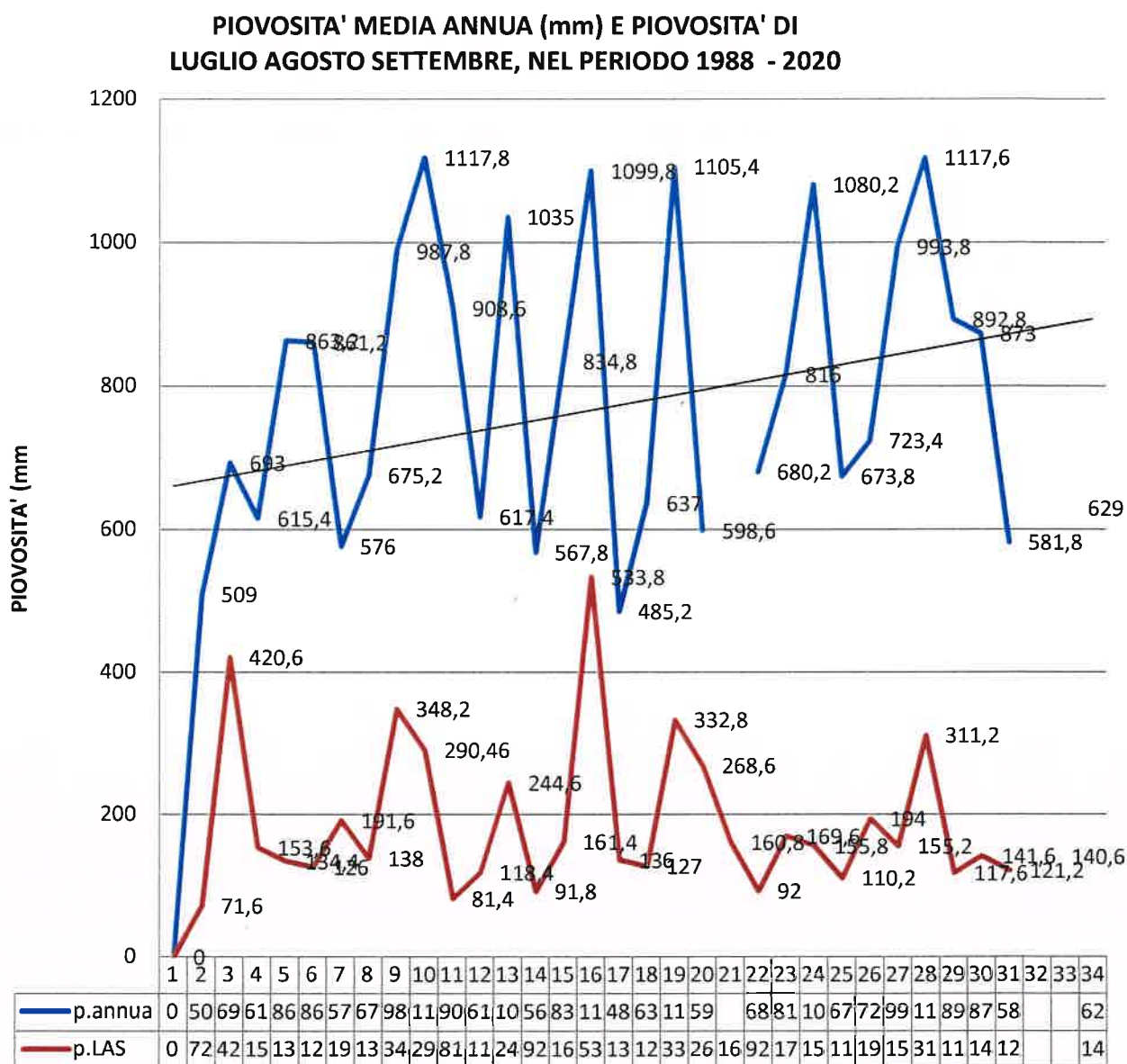
Sono stati pertanto considerati i dati climatici dal 1988 al 2020, pubblicati negli Annali Idrologici da ARPAE.

Dei numerosi dati a disposizione sono stati considerati:

- Temperatura media annua e temperatura media per il periodo Luglio Agosto Settembre, confrontabile con il periodo di osservazione nel progetto.
- Piovosità cumulativa annua e nel periodo Luglio Agosto Settembre.

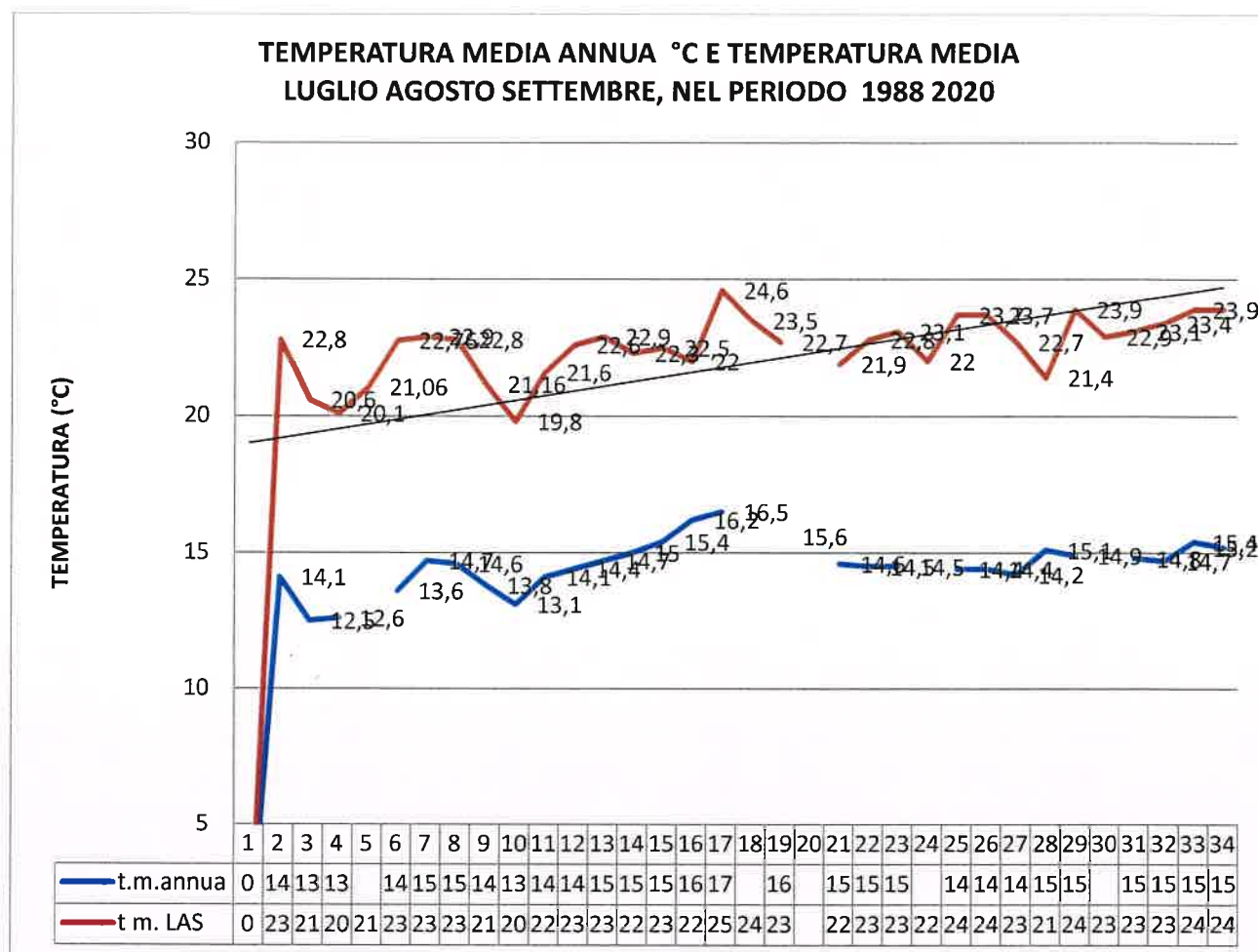
I dati così acquisiti sono stati inseriti in tabella e riportati in grafico.

anno	t.m.annua	t m. LAS	p.annua	p.LAS
1988	14,1	22,8	509	71,6
1989	12,5	20,6	693	420,6
1990	12,6	20,1	615,4	153,6
1991		21,06	863,2	134,4
1992	13,6	22,76	861,2	126
1993	14,7	22,9	576	191,6
1994	14,6	22,8	675,2	138
1995	13,8	21,16	987,8	348,2
1996	13,1	19,8	1117,8	290,46
1997	14,1	21,6	908,6	81,4
1998	14,4	22,6	617,4	118,4
1999	14,7	22,9	1035	244,6
2000	15	22,3	567,8	91,8
2001	15,4	22,5	834,8	161,4
2002	16,2	22	1099,8	533,8
2003	16,5	24,6	485,2	136
2004		23,5	637	127
2005	15,6	22,7	1105,4	332,8
2006			598,6	268,6
2007	14,6	21,9		160,8
2008	14,5	22,8	680,2	92
2009	14,5	23,1	816	169,6
2010		22	1080,2	155,8
2011	14,4	23,7	673,8	110,2
2012	14,4	23,7	723,4	194
2013	14,2	22,7	993,8	155,2
2014	15,1	21,4	1117,6	311,2
2015	14,9	23,9	892,8	117,6
2016		22,9	873	141,6
2017	14,8	23,1	581,8	121,2
2018	14,7	23,4		
2019	15,4	23,9		
2020	15,2	23,9	629	140,6



Le precipitazioni presentano picchi di massimo e minimo in alternanza, si evidenziano inoltre estati piovose a cadenza decennale.

Le temperature evidenziano una tendenza all'aumento nel tempo.



- 13 - PRELIEVI DAI LAGHI:

Si premette che nel Lago Azzurro non sono stati eseguiti prelievi d'acqua.

Attualmente vengono fatti due prelievi dal Lago Santarini con pompe sommerse.

L'acqua viene utilizzata per l'irrigazione di un campo da golf posto qualche chilometro a monte del lago e per alcune aree circostanti il lago Santarini.

Campo da golf: nel periodo dal 30 Giugno al 25 Agosto sono state eseguite misure di controllo al contatore posto sulla condotta di invio, in prossimità della presa

DATA	ORA	MISURA (mc)	CONSUMO TOT. NEL PERIODO (mc)
30.06.2022	10.45	00.128760	
8.07.2022	12.30	00139070	
14.07.2022	13.55	00147630	
21.07.2022	12.20	00157660	
28.07.2022	11.40	00165300	
4.08.2022	11.00	00173410	
11.08.2022	11.07	00181350	
18.08.2022	12.15	00188080	
25.08.2022	11.20	00188080	59320

Per il periodo considerato (30 Giugno - 25 Agosto) pari a 57 giorni si ha un prelievo medio giornaliero pari a 1040 mc./giorno.

Se si tiene conto che nella settimana compresa tra il 18/09 e 25-08 non ci sono stati prelievi, l'effettivo prelievo giornaliero è stato di 1.185,4 mc./giorno

Irrigazione area circostante: vengono irrigati 3 ettari coltivati a kiwi e vigna, in altre aree vicine sono state piantumate 50.000 piante forestali per i rimboschimenti ed è stata realizzata una vasca di stoccaggio da 5000 mq circa.

Nel complesso l'impianto di irrigazione funziona dalle 15 alle 24 ore/giorno.

Il prelievo viene fatto con una pompa sommersa da 12 hp, ed una portata oraria compresa tra 57 e 70 mc.

Il proprietario indica un prelievo di 1200 mc/giorno per 20 ore di funzionamento medio con portata di 60 mc/ora.

Per il periodo 30 Giugno - 25 Agosto, pari a 57 giorni, si ha un consumo di 68.400 mc.

Considerando la vicinanza al lago delle aree irrigate e le caratteristiche di permeabilità dei terreni corrispondenti (si vedano i sondaggi S.4 e S.5), parte dell'acqua, non utilizzata dalle piante, è andata in conoide e in parte può essere rientrata probabilmente nel lago dalle falde freatiche più superficiali.

Prelievi totali Lago Santarini:

- Irrigazione golf mc/giorno 1040 - prelievo nel periodo 59.320 mc. circa.
- Irrigazione agricola mc/giorno 1200 - prelievo nel periodo 68.400 mc. circa.

Per un prelievo totale nel periodo di 127.720 mc, ed un prelievo giornaliero medio di 2240 mc/giorno

- 14 - PERDITE PER EVAPORAZIONE DELLO SPECCHIO LIQUIDO:

L'evapotraspirazione è conseguente a due fenomeni:

1. Fisico - evaporazione

L'evaporazione avviene in atmosfera durante le precipitazioni e alla superficie dei laghi, corsi d'acqua e suolo umido.

2. Biologico - traspirazione

La traspirazione è legata alla copertura vegetale.

Nel nostro caso: specchio d'acqua, la quantità di acqua evaporata è determinata dalle caratteristiche dell'aria, che fissa il potere evaporante dell'atmosfera e della superficie dell'acqua libera, per cui l'evaporazione potenziale coincide con l'evapotraspirazione:

$$E_P \equiv E_{TP}$$

Per la valutazione dei valori di evapotraspirazione sono state determinate espressioni empiriche che considerano parametri climatici.

Le più usate sono quelle di Turc e Thornthwaite.

Formula di Turc:

$$E_{TR} = \frac{P}{\sqrt{0,9 + P^2/L^2}} \quad \text{dove:}$$

P = precipitazione in mm;

$$L = 300 + 15T + 0.05 T^3;$$

T = temperatura media annua in °C.

I coefficienti in L considerano i dati climatici di pressione atmosferica, geografici, latitudine, medi.

Formula di Thornthwaite

$$EP = 1.6 \left(10 \frac{T}{I} \right)^\alpha$$

T = temperatura in °C;

I = somma dell'indice mensile di evapotraspirazione potenziale;

$$\alpha = 0.49239 + 1792 \times 10^{-5} \times I - 771 \times 10^{-7} \times I^2 + 675 \times 10^{-9} \times I.$$

Il coefficiente α , per la complessità e l'abbondanza dei coefficienti numerici (in funzione di temperature medie mensili, mese dell'anno e latitudine) e i numeri decimali, rendono la formula difficilmente precisa, inoltre questa formula risulta generalmente più valida in climatologia piuttosto che in idrologia.

In questo caso: specchio liquido, viene considerata la formula di Visentini su base mensile,

$$E_p = 2.25 \times T_m^{1,5} \text{ [m / mese]}$$

dove:

E_p = altezza in m di acqua evaporata in un mese;

T_m = Temperatura media mensile °C;

2.25 = coefficiente per piccoli laghi.

Considerando le temperature medie mensili del periodo (1991 - 2019) , si ottengono i seguenti valori di evapotraspirazione mensili:

mesi	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
T (°C)	5,5	6,7	10,2	13,6	17,9	22,0	24,3	24,2	20,0	15,8	11,3	6,8
E_p (mm)	29,0	39,0	73,3	112,8	170,4	232,2	269,5	267,9	201,2	141,3	85,5	39,9

Sommando i valori sopra riportati si ottiene l'evaporazione annuale complessiva pari a 1662,1 mm.

Quindi il volume di acqua evaporata Q in mc è valutabile, con la seguente formula:

$$Q = S_L \times H_{EP} \quad \text{dove}$$

Q = volume di acqua evaporata [mc];

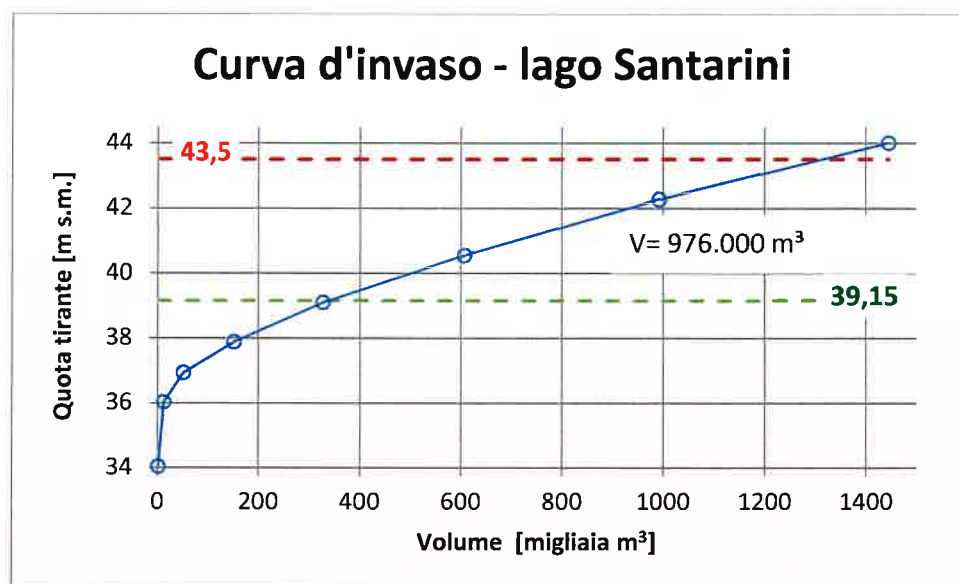
S_L superficie liquida del bacino [mq];

H_{EP} = altezza di evaporazione dello specchio liquido [m].

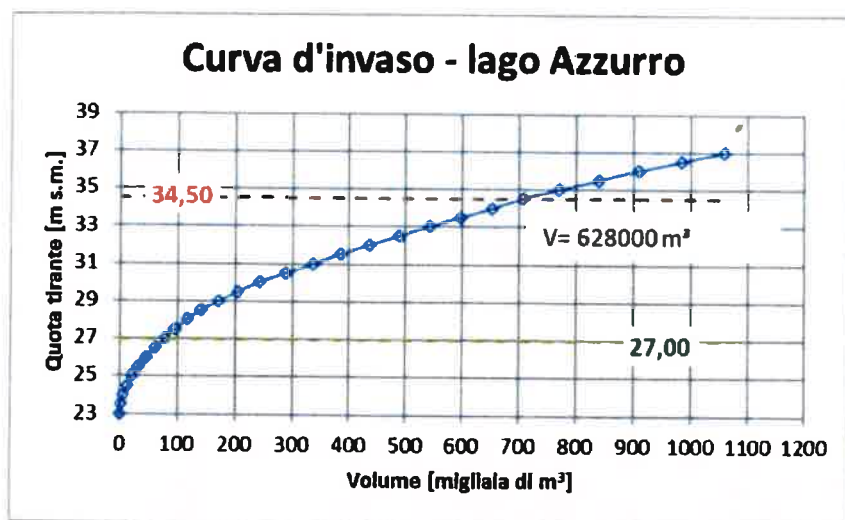
- 14.1 - Stato attuale:

Dai dati riportati nella Relazione dell'Ing. A. Vanni All.1.2 al Progetto Definitivo risulta che:

Lago Santarini: superficie alla quota di massimo invaso 43.5 m s.l.m. pari a circa 257.000 mq ed un volume utile di 976.000 mc., con una quota di minimo invaso a 39.0 m. s.l.m..



Lago Azzurro : superficie alla quota di massimo invaso 34.50 m s.l.m. pari a circa 112.967 mq ed un volume utile di 628.000 mc., con una quota di minimo (fondo) invaso a 27.0 m. s.l.m..



Si considera la superficie (22,6 Ha) 226.000 mq del Lago Santarini corrispondente alla quota (41,50 m s.l.m) associata al volume utile medio.

Allo stesso modo si considera la superficie (10,3 Ha) 103.000 mq del Lago Azzurro corrispondente alla quota (32,00 m s.l.m) associata al volume utile medio.

Da cui si ottengono i volumi d'acqua evaporati in un anno:

PERDITA PER EVAPORAZIONE DELLO SPECCHIO LIQUIDO	
$Q = S_L \times H_{EP}$	
LAGO SANTARINI	LAGO AZZURRO
TOTALE 375.634 mc/anno	TOTALE 171.196 mc/anno

- 15 - VALUTAZIONE DELL'INFILTRAZIONE DAL FONDO DEI LAGHI SANTARINI ED
AZZURRO:

Allo scopo di verificare l'infiltrazione dal fondo dei laghi sia in favore della ricarica della conoide, sia per valutare il bilancio idrologico dei laghi è stata verificata la permeabilità dei materiali costituenti il fondo dei laghi.

Dalle stratigrafie dei sondaggi eseguiti sul Lago Azzurro, riportate nei paragrafi 4 e 5 della presente, si evince chiaramente che il Lago Azzurro è interessato quasi esclusivamente dalla presenza di terreni ghiaiosi sabbiosi prevalenti.

Nel periodo Novembre 2021 (lago asciutto) è stato eseguito un sondaggio, spinto alla profondità di - 5,20 m circa a partire dal fondo lago.

La stratigrafia indica un modesto spessore di materiali limo argillosi più superficiali, seguiti da ghiaie sabbiose prevalenti, debolmente limoso argillose.

In quel periodo la falda era posizionata a - 2,90 m circa dal fondo lago.

Contestualmente sono state eseguite delle prove di permeabilità Lefranc nelle ghiaie sabbiose sotto falda.

La permeabilità, verificata mediante prove Lefranc, eseguita sulle ghiaie, è risultata pari a

$$1.68 \times 10^{-6} < K \text{ [m/sec]} < 1.76 \times 10^{-6}$$

$$1.68 \times 10^{-4} < K \text{ [cm/sec]} < 1.76 \times 10^{-4}$$

Dalle stratigrafie dei sondaggi eseguiti sul Lago Santarini, anch'esse riportate nei paragrafi 4 e 5 della presente, emerge chiaramente che le sponde del Santarini sono state interessate da dei riporti di terreni limosi argillosi.

Nel periodo Novembre 2021 nel lago Santarini era presente una notevole quantità di acqua che non ci ha permesso di operare direttamente sul fondo del lago.

Il sondaggio è stato eseguito lungo la sponda Ovest.

La stratigrafia indica fino a 5.5 m dal p.c. materiali di riporto limoso-argillosi prevalenti con sabbie e limi, da 5.5 m ad 8.0 m ghiaie sabbiose, debolmente limo argillose.

In quel periodo la falda era posizionata a - 4.20 m circa dal p.c..

Contestualmente sono state eseguite delle prove di permeabilità Lefranc nelle ghiaie sabbiose sotto falda.

La permeabilità, verificata mediante prove Lefranc, eseguita sulle ghiaie, è risultata pari a

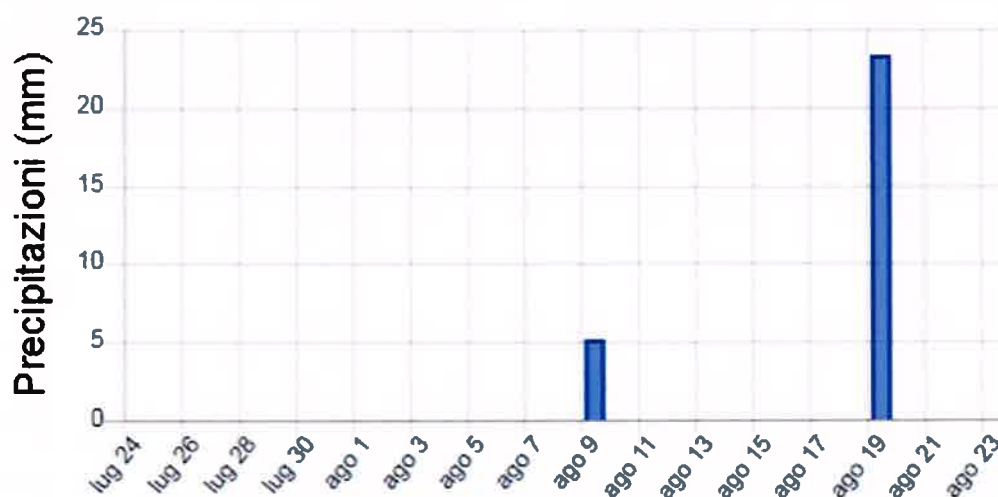
$$1.04 \times 10^{-6} < K \text{ [m/sec]} < 1.11 \times 10^{-6}$$

$$1.04 \times 10^{-4} < K \text{ [cm/sec]} < 1.11 \times 10^{-4}$$

Nelle figure 2 e 3 sono riportate in planimetria aerea dei laghi con indicate le zone naturali (lago Santarini) e interessate dai riporti (Lago Azzurro).

Per verificare i valori di infiltrazione del fondo lago Santarini ed Azzurro sono state considerate le condizioni critiche estive per il periodo Luglio - Agosto 2022, con piovosità quasi nulla e massima evaporazione della superficie liquida.

E' stata inoltre considerata la pioggia verificatasi ad Agosto e registrata alla stazione di Santarcangelo, risultata per il mese pari a 28.5 mm. (9 Agosto 5.2 mm., 19 Agosto 23.3 mm).



Sono stati considerati per la valutazione del bilancio di ogni lago, gli abbassamenti rilevati da Luglio ad Agosto.

Per i valori di temperatura, mancando le misurazioni mensili Luglio ed Agosto 2022, sono stati considerati i valori medi mensili nel periodo 1991 - 2019 (Relazione Ing. M. Donati)

La relazione che determina il bilancio è:

$$\text{Volume invasato} = \text{Deflussi} - E_p - \text{Erog} - \text{Perdite}$$

da cui:

$$\text{Perdite} = \text{Volume invasato} - E_p - \text{Erog} + \text{Deflussi}$$

dove:

Volume invasato = volume acqua disponibile;

E_p = Evaporazione dello specchio liquido;

Erog = erogazione acqua per irrigazione;

Deflussi =: nel nostro caso sono dati dalle Precipitazioni

=0 per il mese di Luglio;

= 28.5 mm per il mese di Agosto;

Perdite = infiltrazioni dal fondo

L'equazione finale da considerare è:

$$\text{Infiltrazione} = \Delta L - E_p - \text{Erog} + \text{Deflussi}$$

dove:

ΔL abbassamento del livello dei laghi [m]

Per il lago Azzurro non si hanno erogazioni

Per il lago Santarini si hanno le irrigazioni del campo da golf e di alcuni terreni circostanti [m]

Mese	Data lettura	Lago Santarini Quote	ΔL [mt] abbassamento	Lago Azzurro quote	ΔL = abbassamento [mt]
LUGLIO	30.6.2022	42.725	0.831	31.262	1.66
	5.7.2022	42.494		30.902	
	14.7.2022	42.294		30.542	
	22.7.2022	42.074		30.032	
	28.7.2022	41.894		29.602	
AGOSTO	4.8.2022	41.684	0.70	29.175	2.006
	11.8.2022	41.494		28.598	
	18.8.2022	41.294		28.085	
	25.8.2022	41.194		27.596	
Abbassamento totale			1.531		3.67

- Temperatura media mensile considerata, da relazione Idrologica di progetto Ing. Donati:

Luglio (1991 - 2019) 24.3°C

Agosto (1991 - 2019) 24.2°C

- Evaporazione della superficie del lago:

per il calcolo mensile è stata considerata la formula del Visentini:

$$E_p = 2.25 \times T_m^{1,5} \text{ [m / mese]}$$

dove:

E_p = altezza in m di acqua evaporata in un mese;

T_m = Temperatura media mensile °C;

2.25 = coefficiente per piccoli laghi.

$$\text{Luglio} = 2.25 \times 24.3^{1.5} = 0.2695 \text{ m/mese}$$

$$\text{Agosto} = 2.25 \times 24.2^{1.5} = 0.2678 \text{ m/mese}$$

Per una E_p giornaliera pari a:

$$\text{Luglio} = 0.008693 \text{ m/g}$$

$$\text{Agosto} = 0.008638 \text{ m/g}$$

Considerando il periodo considerato, 32 gg. a Giugno/Luglio e 25 gg ad Agosto si ha:

$$\underline{\text{Luglio} = 0.278 \text{ m}}$$

$$\underline{\text{Agosto} = 0.216 \text{ m}}$$

- Superficie di fondo dei laghi:

I grafici sono estratti da "Relazione di calcolo" A.1.2 Ing. A. Vanni 15/09/2022.

- LAGO SANTARINI

La superficie laterale del lago comprende il fondo e le sponde ha un andamento con la quota pari a quello illustrato di seguito:

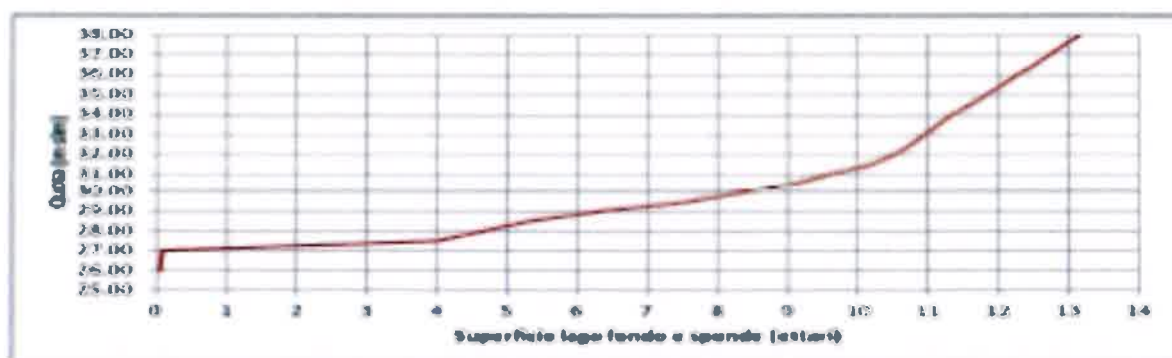


Curva dell'andamento della superficie reale (non proiettata) del lago Santarini in funzione della quota considerata (Fig. 3 – Relazione Ing. A. Vanni)

La superficie del lago corrispondente alla quota di 41,50 m, livello medio del periodo considerato, è pari a 22,6 Ha circa (226.600 mq).

- LAGO AZZURRO

La superficie laterale del lago comprendente il fondo e sponde ha un andamento con la quota pari a quello illustrato di seguito (il tratto da 34,50 m s.l.m. a 38,00 m s.l.m. è stato interpolato in base all'andamento dell'ultimo tratto precedente per stimare l'effetto della presenza degli argini di progetto che frappongono il lago Azzurro con le due aree ribassate a Sud-Est)



Curva dell'andamento della superficie reale (non protetta) del lago Santarini in funzione della quota considerata (Fig. 5 – Relazione Ing. A. Vanni)

La superficie del lago corrispondente alla quota di 32 m, livello medio del periodo considerato, è pari a 10,3 Ha circa (103.000 mq).

- Deflussi (Pioggie):

Coincidono con le precipitazioni, verificatesi nel solo periodo di Agosto e registrata alla Stazione di Santarcangelo, per un totale mensile di 28,5 mm = 0,0285 m.

Lago Santarini Rapportata alla superficie (25.7 Ha per una quota di 43,5 m) del Lago Santarini si ha un incremento di volumi per effetto della pioggia di 7.325 mc.

Lago Azzurro Rapportata alla superficie (11,8 Ha per una quota di 36 m) del Lago Azzurro si ha un incremento di volumi per effetto della pioggia di 3.363 mc.

DEFLUSSI LAGO SANTARINI					DEFLUSSI LAGO AZZURRO				
MESE	P (mm)	P (mt)	Sup. lago (mq)	mc tot.	MESE	P (mm)	P (mt)	Sup. lago (mq)	mc tot.
LUGLIO	0	0	257.000	0	LUGLIO	0	0	118.000	0
AGOSTO	28.5	0,0285	257.000	7.325	AGOSTO	28.5	0,0285	118.000	3363

Prelievo, per il solo Lago Santarini

Mese	Giorni considerati	Prelievo giornaliero [mc]	Prelievo totale nel periodo[mc]	Superficie lago Da grafico Relazione di calcolo Ing Donati * e riferito alla quota misurata del livello lago 42 m.s.l.m.	Prelievo/sup [m]
Giu.					
Luglio	31 + 1	2240	71680	235000	0.305
Agosto	25	2240	56000	235000	0.238

- INFILTRAZIONE LAGO SANTARINI:

$$\text{Infiltrazione} = \Delta L - E_p - E_{\text{rog}} + \text{Deflussi}$$

LUGLIO (30 Giugno - 31 Luglio) $I = 0.831 - 0,278 - 0,305 + 0 = 0,248$
m / mese.

AGOSTO (1 Agosto - 25 Agosto) $I = 0.70 - 0,216 - 0,238 + 0,0285 = 0,2745$
m / mese.

Considerando i due periodi e trasformandoli in secondi si ha:

32 gg = 2.764.800 sec;

25 gg = 2.160.000 sec.

Si ottiene un'infiltrazione pari a :

Luglio $0,248 / 2.764.800 = 8.97 \times 10^{-8}$ m/sec;

Agosto $0,2745 / 2.160.000 = 1,27 \times 10^{-7}$ m/sec.

Per un'infiltrazione media pari a 1.08×10^{-7} m / sec [1.08×10^{-5} cm / sec].

Corrispondente a valori di permeabilità di sabbie fini, limi e argille, poco permeabili.

- INFILTRAZIONE LAGO AZZURRO:

$$\text{Infiltrazione} = \Delta L - E_p + \text{Deflussi}$$

LUGLIO (30 Giugno - 31 Luglio) $I = 1.66 - 0,278 + 0 = 1,382$ m / mese.

AGOSTO (1 Agosto - 25 Agosto) $I = 2.006 - 0,216 + 0,0285 = 1,8185$
m / mese.

Considerando i due periodi e trasformandoli in secondi si ha:

32 gg = 2.764.800 sec;

25 gg = 2.160.000 sec.

Si ottiene un'infiltrazione pari a :

Luglio $1,382 / 2.764.800 = 4,99 \times 10^{-7}$ m/sec .

Agosto $1,8185 / 2.160.000 = 8,42 \times 10^{-7}$ m/sec.

Per un'infiltrazione media pari a $6,70 \times 10^{-7} \text{ m / sec}$ [$6,70 \times 10^{-5} \text{ cm / sec}$].

Corrispondente a valori di permeabilità di sabbie fini da poco a permeabili.

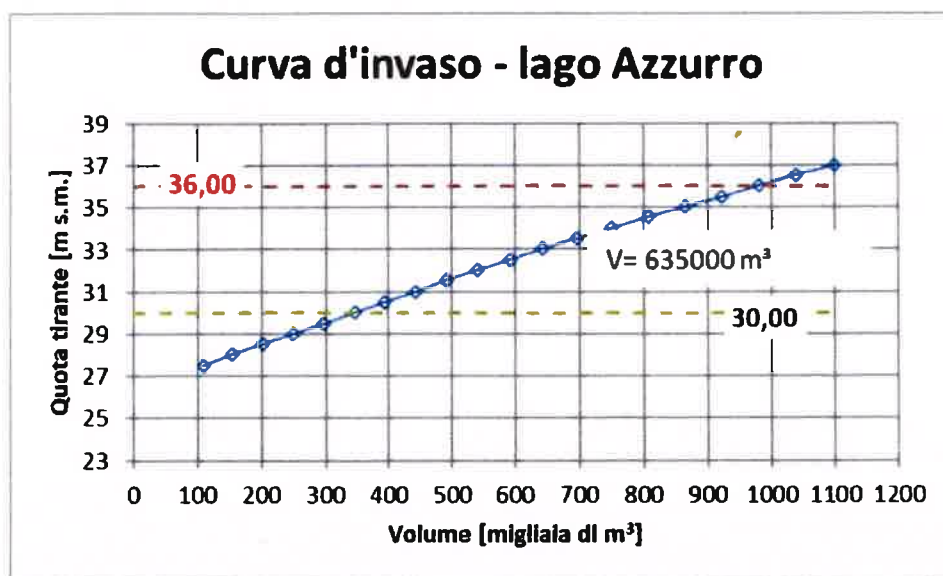
- 16 - STATO DI PROGETTO:

Per il Lago Santarini non ci sono variazioni, mentre per il Lago Azzurro, come descritto ed evidenziato nel Progetto Definitivo dell'Ing. Vanni si avranno delle modifiche rispetto allo stato attuale.

LAGO AZZURRO

La superficie alla quota di massimo invaso 36 m. s. l. m. è pari a 118.000 mq, il volume utile, con quota di minimo invaso a 30 m. s. l. m., è di 635.000 mc.

LAGO AZZURRO			
Quote	m.s.l.m.	Volume invasato mc	Superfici Ha
Quota fondo	27,5	111.000	9,1
Quota minima invaso	30,0	345.000	9,6
Quota max invaso	36,0	980.000	11,8
VOLUME UTILE		635.000	



- 17 - DATI GENERALI PER BILANCIO IDROLOGICO:

Considerato che, per garantire il minimo vitale nel Fiume Marecchia, il termine delle derivazioni corrisponde ai primi di Maggio e le irrigazioni di soccorso terminano alla fine di Ottobre, viene preso in considerazione tale periodo.

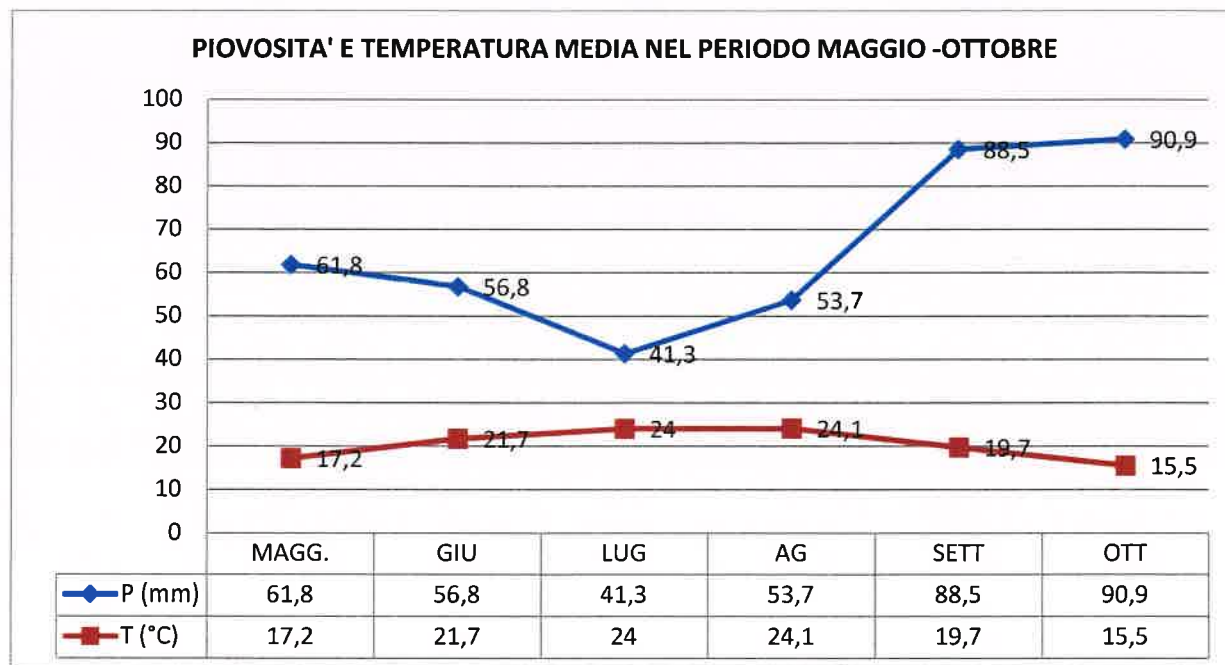
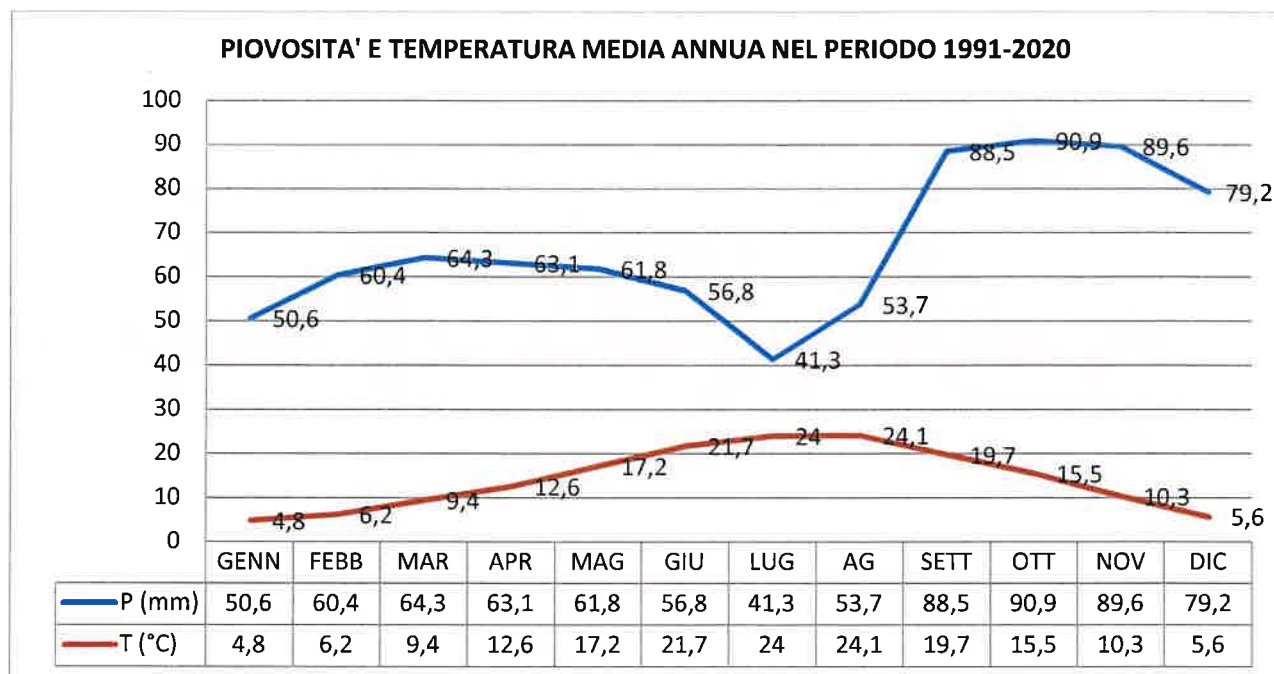
Nei rimanenti sei mesi (Novembre - Aprile), nel letto del Fiume scorre acqua, progressivamente la falda si alza sensibilmente e i laghi di fatto non hanno significativi abbassamenti.

Al termine del periodo di ricarica per derivazione i bacini sono al massimo invaso con volumi utili totali di:

	Quota max invaso m.s.l.m.	Quota minimo invaso m.s.l.m	Volume utile mc
Lago Santarini	43,5	39,0	976.000
Lago Azzurro	36,0	30,0	635.000

Nel bilancio idrologico vengono considerate le stazioni di S. Arcangelo per la pluviometria e Vergiano per la termometria.

Il periodo di osservazione è dal 1991 al 2020.



Considerando il periodo, abbiamo rispettivamente per i due laghi, i seguenti contributi, positivi e negativi al bilancio idrologico.

Periodo irriguo Maggio - Ottobre	Contributo
LAGO SANTARINI	
. Piovosità	+
. Evapotraspirazione	-
. Infiltrazione	-
. Ricarica per derivazione del Fiume Marecchia	0
. Irrigazione golf ed uso agricolo (Montanari)	-
LAGO AZZURRO	
. Piovosità	+
. Evapotraspirazione	-
. Infiltrazione	0
. Irrigazione	-

17.1 Bilancio per il periodo Maggio - Ottobre:

17.1.1 Piovosità e Temperatura:

Nei sei mesi di periodo irriguo le condizioni climatiche sono le seguenti:

	P (mm)	T (°C)
MAGG.	61,8	17,2
GIU	56,8	21,7
LUG	41,3	24
AG	53,7	24,1
SETT	88,5	19,7
OTT	90,9	15,5

Per un totale di piovosità, nei sei mesi, pari a 393 mm (0.393 mt)
ed una temperatura media di 20,36 °C

Considerando le superfici dei laghi si ha:

Lago Santarini massimo invaso a 43,5 m. superficie 257.000 mq x
0.393 m. = 101.001 mc.

Lago Azzurro massimo invaso a 36,0 m. superficie 118.000 mq x
0.393 m. = 46.374 mc.

PIOVOSITA' (m) mensile		LAGO SANTARINI 257.000 mq Contributo mensile mc	LAGO AZZURRO 118.000 mq (Progetto) Contributo mensile mc
MAGG.	0.0618	15.882,6	7.292,4
GIU	0.0568	14.597,6	6.702,4
LUG	0.0413	10.614,1	4.873,4
AG	0.0537	13.800,9	6.336,6
SETT	0.0885	22.744,5	10.443,0
OTT	0.0909	23.361,3	10.726,2
Contributo in 6 mesi mc		101.001 mc	46.374 mc

17.1.2 Evapotraspirazione (E_p):

La formula di Visentini su base mensile fornisce i valori di evapotraspirazione considerando le temperature note per il periodo Maggio - Ottobre:

TEMPERATURA °C	E_p media mensile mm mt		Lago Santarini (226.000 mq) E_p media mensile mc	Lago Azzurro (103.000 mq) E_p media mensile mc
17,2	80,3	0,080	18137	8266
21,7	227,4	0,227	51402	23427
24,0	264,5	0,265	59787	27248
24,1	266,2	0,266	60161	27419
19,7	196,7	0,197	44462	20264
15,5	68,7	0,069	15515	7071
Totale mc			249464	113694

17.1.3 Infiltrazione:

L'infiltrazione si ha solo per il Lago Santarini, sul quale non vengono eseguiti lavori di impermeabilizzazione, per cui non si hanno variazioni rispetto allo stato attuale.

Vengono considerati i valori di infiltrazione media ottenuti con i calcoli eseguiti in base agli abbassamenti misurati nel periodo Luglio-Agosto 2022.

L'infiltrazione media è pari a :

Luglio 0,248 m/mese

Agosto 0,2745 m/mese

L'infiltrazione media mensile è 0,26125 mt, pari a 1,5675 m nei sei mesi considerati.

Considerando la superficie di 226.000 mq (22,6 Ha) del Lago Santarini, corrispondente alla quota (41,50 m slm) associata al volume utile medio, si ha un'infiltrazione nel periodo di sei mesi pari a 354.255 mc.

17.1.4 Prelievi per irrigazioni: impianto golf e zone agricole

Prelievo impianto golf

Dai dati che ci ha fornito il responsabile del Golf Sig. Di Giuli L., la società ha una concessione annua di 240.000 mc, in realtà il consumo è inferiore ed è distribuito nei mesi in funzione della piovosità che si registra.

Mediamente i giorni di prelievo sono:

Maggio 10 giorni

Giugno 15 gg

Luglio 20gg

Agosto 31 gg

Settembre 21 gg

Ottobre 10gg

Nelle misurazioni fatte alla pompa posta al Lago Santarini, si ha un prelievo giornaliero di 1040 mc, per cui si può considerare un prelievo così distribuito:

Maggio 10 giorni	x 1040 mc/gg	= 10.400 mc
Giugno 15 gg	x 1040 mc/gg	= 15.600 mc
Luglio 20 gg	x 1040 mc/gg	= 20.800 mc
Agosto 31 gg	x 1040 mc/gg	= 32.240 mc
Settembre 21 gg	x 1040 mc/gg	= 21.840 mc
Ottobre 10 gg	x 1040 mc/gg	= 10.400 mc
<u>Totale gg 107</u>		<u>tot = 111.280 mc</u>

Prelievo impianto zona agricola kiwi e piante da rimboschimento

La ditta preleva, come da misure di controllo eseguite alla pompa, mediamente 1.200 mc/giorno, considerando le stesse giornate di irrigazione considerate per il golf, 107 gg.

Si ottiene un prelievo stimato pari a = 107gg. x 1.200 mc/g = 128.400 mc.

Il prelievo totale è pari a 111.280 + 128.400 = 239.680 mc.

17.1.5 Bilancio finale periodo irriguo:

LAGO SANTARINI (Invariato)

Volume utile iniziale - max invaso	976.000 mc
Derivazione dal Fiume Marecchia	0
Piovosità	+ 101.000 mc
Evapotraspirazione	- 249.464 mc
Infiltrazione (ricarica conoide)	- 354.255 mc
Prelievo impianto golf	- 111.280 mc
Prelievo uso irriguo (Montanari)	- 128.400 mc
<u>Volume utile disponibile</u>	<u>233.943 mc</u>

LAGO AZZURRO (Condizione di Progetto)

Volume utile iniziale - max invaso	635.000 mc
Derivazione dal Fiume Marecchia	0
Piovosità	+ 46.374 mc
Evapotraspirazione	- 113.694 mc
<u>Volume utile disponibile</u>	<u>567.680 mc.</u>

Ai volumi disponibili per le irrigazioni vanno tolti i 15.000 mc d'acqua previsti per l'alimentazione di soccorso di alcune aree golenali destinate alla creazione della " Prateria Mediterranea con piante erbacee alte e giunchiglie " (a riguardo si veda il paragrafo 3.1.1 della Relazione Generale) che di fatto, ai fini del bilancio, sono destinati a tornare in conoide.

Pertanto, la disponibilità di acqua per l'irrigazione è di:
 $233.943 + 567.680 = 801.281 \text{ mc} - 15.000 \text{ mc} = 786.281 \text{ mc}.$

Di fatto anche i volumi dei prelievi (Golf e Montanari), pari a $111.280 \text{ mc} + 128.400 \text{ mc} = 239.680 \text{ mc}$, ritornano in conoide attraverso le irrigazioni.

LAGO AZZURRO (Condizione attuale)

Volume totale - max invaso	628.000 mc
Piovosità <u>media annua</u> (nel periodo 1991 - 2020)	+ 90.373 mc
Evapotraspirazione	- 171.196 mc
<u>Volume attuale disponibile in conoide</u>	<u>550.177 mc</u>

In sintesi:

- . Il Volume disponibile per le irrigazioni è di 786.281 mc;
- . Il volume che sarà utilizzato per la realizzazione della Prateria Mediterranea è di 15.000 mc;
- . Il volume già utilizzato per le irrigazioni (Golf/Montanari) è di 239.680 mc;
- . Volume del Lago Santarini che va in conoide (infiltrazioni) rimane invariato (354.250 mc);
- . Volume del Lago Azzurro che attualmente va in conoide = 550.177 mc..

Per valutare i volumi d'acqua che effettivamente tornano in conoide va tolta la percentuale utilizzata dalle piante/evaporata durante l'irrigazione/alimentazione di soccorso Prateria Mediterranea (a riguardo si veda il paragrafo 3.3 della Relazione di Calcolo dell'Ing. Alberto Vanni elaborato A.1.2.).

Dal bilancio dei laghi risulta che il volume d'acqua disponibile per l'irrigazione è di 786.281 mc, mentre il volume di acqua che viene a mancare alla conoide è di 550.177 mc, corrispondente al massimo invaso dello stato di fatto del Lago Azzurro.

Naturalmente, ai fini della ricarica della conoide, sono da conteggiare anche i 15.000 mc previsti per creare la Prateria Mediterranea a fini ambientali.

EUGENIO FIORINI
GEOLOGO

Coriano, Settembre 2022

APPENDICE – A –

SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO E A DISTRUZIONE (S.)



Commitente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA

Località: LAGO SANTARINI - PROV. DI RIMINI

Data inizio/fine: GIUGNO 2022

Attrezzatura: Sonda tipo: IPC Drill 830 L

Lunghezza perforazione (m): 15,0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): 44,381

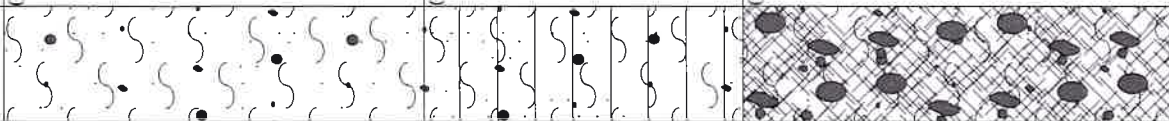



Sigla: S.1

Studio di Geologia Applicata

Via Giovagnoli 28c

47853 - Coriano (RN)

tel. 0541-658170

Legenda campioni	Formaquisito	S.P.T.	da vano test	in percussione	indumento a percussione	indumento rotativo					
Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Cam pion	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam. mm/ prof. m	Carotiere diam. mm/ prof. m	S. P. T.	Falda	Piezo metro	% caro taglio	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	5,50 5,50 4,10 9,60 5,40 15,00		<div>2,50</div> <div>8,00</div>	<div>RIPORTO DI MATERIALE ETEROGENEO LIMOSO ARGILLOSO, SABBIOSO CON GHIAIETTO</div> <div>LIMI SABBIOSI LOCALMENTE ARGILLOSI CON GHIAIETTO DI RIPORTO</div> <div>GHIAIE OCRA IN MATRICE LIMOSA SABBIOSA CON LIVELLI LIMOSI SABBIOSI</div>			<div>10,4</div> <div>19-27-33</div> <div>14,5</div> <div>20-32-35</div>	<div>4,65</div>		<div>100</div>	



Località: LAGO SANTARINI - PROV. DI RIMINI

Attrezzatura: Sonda tipo: IPC Drill 830 L

Studio di Geologia Applicata

Quota del p.c. s.l.m.(m): 46,828

Lunghezza perforazione (m): 15,0

Scala 1:100

Sigla: S.2

Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel. 0541-658170

Legenda simboli									
Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	S.P.T.	da valle (m)	a pressione	induttore a pressione	induttore relativo		
Cam pion	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam. mm/ prof. m	Carotiere diam. mm/ prof. m	S.P.T.	Falda	Piezo metro	% caro taglio		
0.50 2.10 2.60 2.00	COPERTURA PEDOLOGICA ARGILLOSA LIMOSA MARRONE CON APPARATO RADICALE	127/15.0	101/15.0	6.4 18-35-43	6.43				
	ARGILLE LIMOSE MARRONI ESSICATE			10.5 27-39-48					
	GHIAIE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA ARGILLOSA OCRA (DA 12.00 m A - 13.50 m FORTE PERMEABILITA' NELLE GHIAIE)			13.5 31-44-47					
	GHIAIE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA SABBIOSA (ALLA PROFONDITA' COMPRESA TRA 14.50 m e 15.00 m PERDITA ACQUA PERFORAZIONE - FALDA MARECCHIA)	15.0							



Località: LAGO SANTARINI - PROV. DI RIMINI

Data inizio/fine: GIUGNO 2022

Attrezzatura: Sonda tipo: IPC Drill 830 L

Lunghezza perforazione (m): 10,1

Scala 1:100

Sigla: S.3

Studio di Geologia Applicata

Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)

tel. 0541-658170

L=estricola campione		S.P.T.		Timmogrammi		da vano local		=a penetrazione		=indichito a pressione		=indichito relativo	
Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam. mm/ prof. m	Carotiere diam. mm/ prof. m	S.P.T.	Falda	Piezo metro	% caro taglio			
1,50	1,50		<div>2,00</div> <div><input type="checkbox"/></div>	COPERTURA PEDOLOGICA - ARGILLE LIMOSE MARRONI SECCHE			<div>4,0</div> <div>17-32-40</div> <div>8,0</div> <div>21-36-42</div>						
	10,10			GHIAIE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA ARGILLOSA				10,1					



Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA

Località: LAGO SANTARINI - PROV. DI RIMINI

Data inizio/fine: GIUGNO 2022

Attrezzatura: Sonda tipo: IPC Drill 830 L

Lunghezza perforazione (m): 19,0

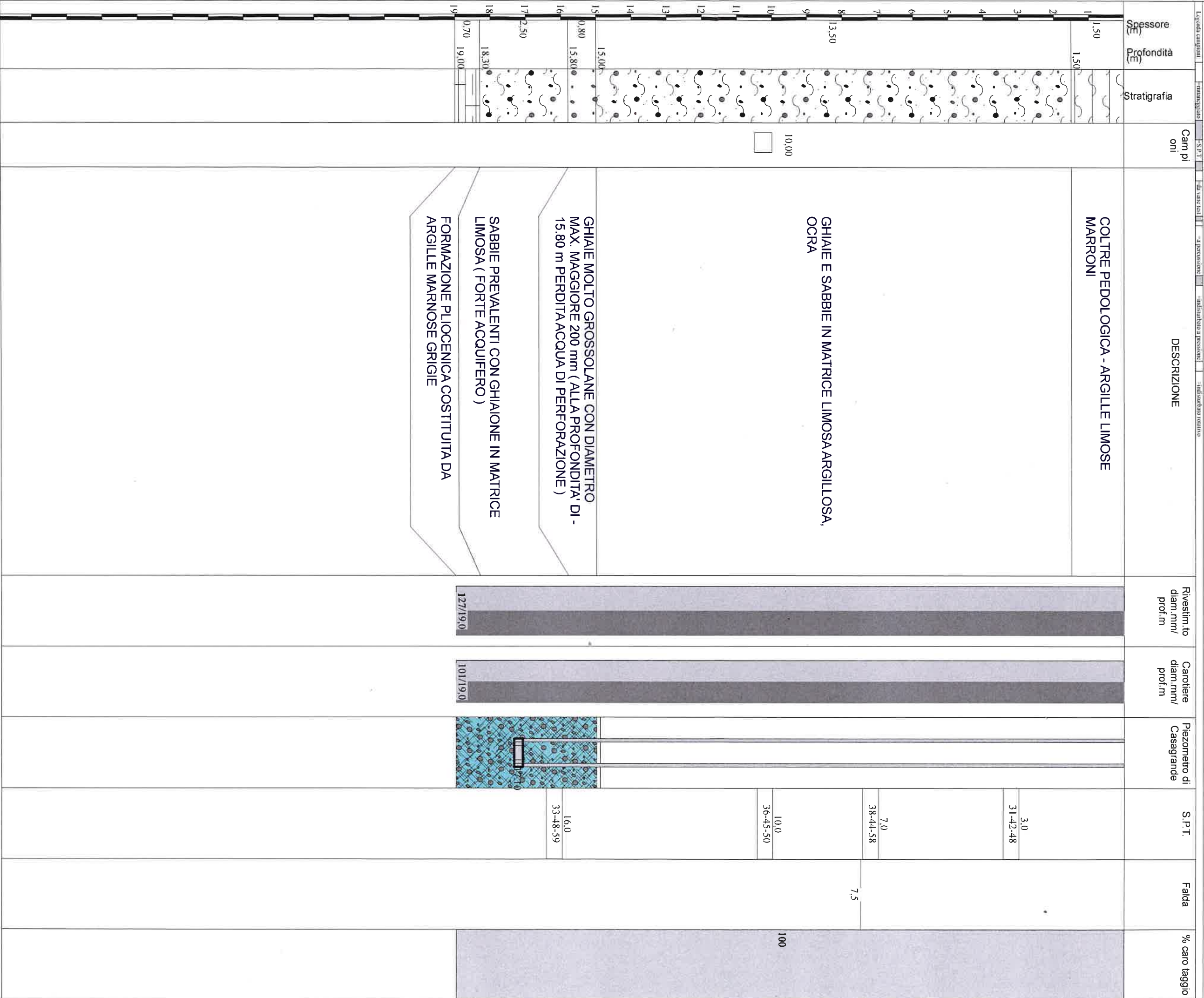
Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): 50,743

Sigla: S.4

Studio di Geologia Applicata

Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel. 0541-658170





Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA

Località: LAGO SANTARINI - PROV. DI RIMINI

Data inizio/fine: GIUGNO 2022

Attrezzatura: Sonda del tipo: IPC Drill 830 L

Lunghezza perforazione (m): 15,0

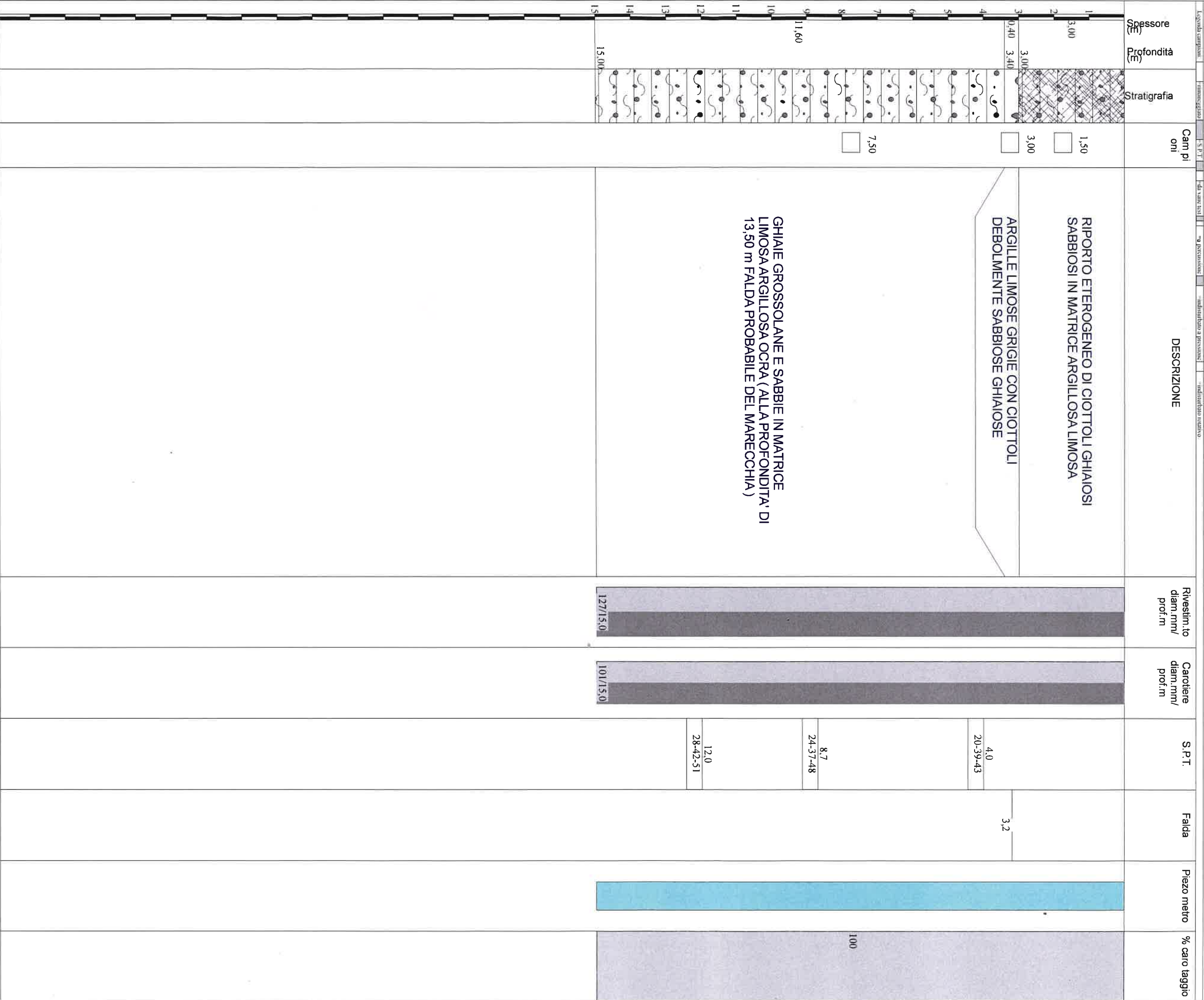
Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): 46,681

Sigla: S.5

Studio di Geologia Applicata

Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel. 0541-658170





Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA

Località: LAGO SANTARINI - PROV. DI RIMINI

Data inizio/fine: GIUGNO 2022

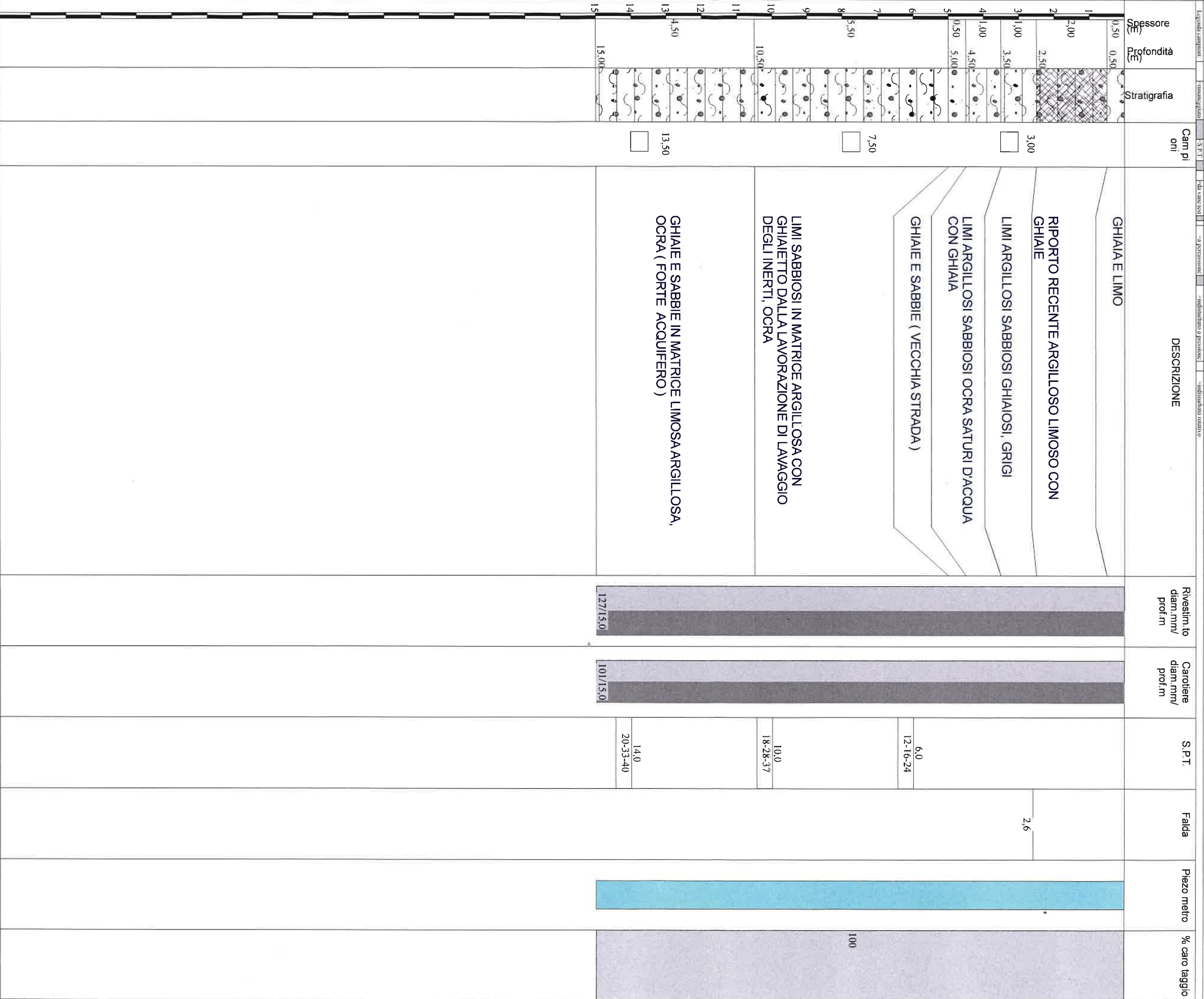
Attrezzatura: Sonda del tipo: IPC Drill 830 L

Lunghezza perforazione (m): 15,0

Quota del p.c. s.l.m.(m): 44,705

Sigla: S.6

Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel. 0541-658170





Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA

Località: TRA IL LAGO SANTARINI E AZZURRO - PROV. DI RIMINI

Data inizio/fine: GIUGNO 2022

Attrezzatura: Sonda del tipo: IPC Drill 830 L

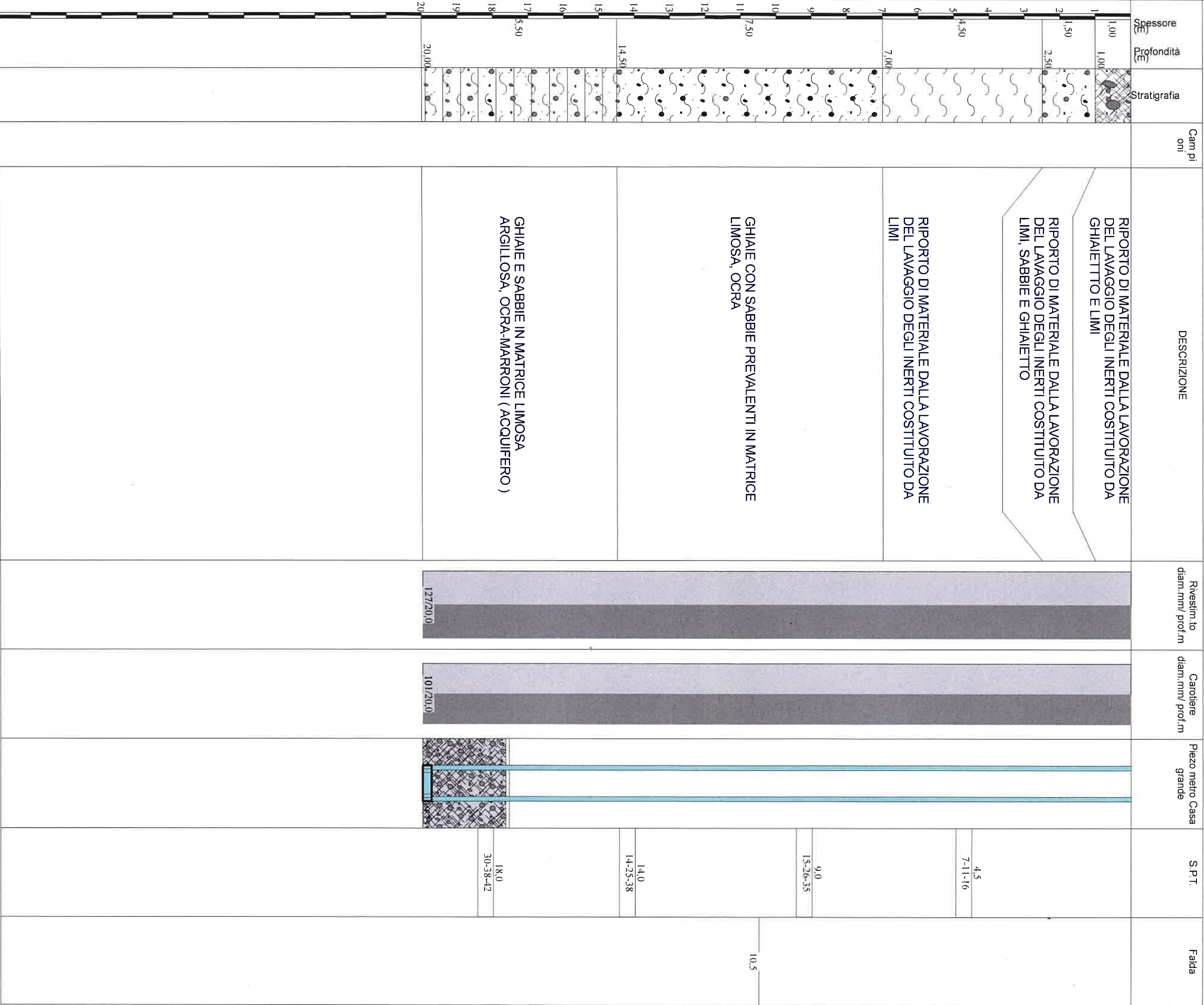
Lunghezza perforazione (m): 20,0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): 45,446

Sigla: S.7 - DISTRUZ.

Studio di Geologia Applicata
Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel. 0541-658170





Studio di Geologia Applicata
Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel. 0541-658170

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA
Località: LAGO AZZURRO - PROV. DI RIMINI
Data inizio/fine: GIUGNO 2022
Attrezzatura: Sonda del tipo: IPC Drill 830 L
Lunghezza perforazione (m): 30,0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): 38,921
Sigla: S.1

Legenda campioni														
		rimaneggiato	S.P.T.	da vane test	a percussione	indisturbato a pressione	indisturbato rotativo			S.P.T.	Vane test	Pocket	Falda	% caro taggio
Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Cam pion	DESCRIZIONE			Rivestim.to diam. mm/ prof.m	Carotiere diam. mm/ prof.m						
1	2			GHIAIE ETEROGENEE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA CON CIOTOLI DI DIAMETRO MAGGIORE DI 150 mm						3.0	0.2	0.5	6.5	
3	5.00													
4														
5														
6														
7	8			GHIAIE ETEROGENEE CON GHIAIETTO FINO E SABBIE IN MATRICE LIMOSA						9.0	0.2	0.5	6.5	
9	9.50													
10														
11														
12														
13	14			GHIAIE ETEROGENEE CON GHIAIETTO FINO E SABBIE IN MATRICE LIMOSA						12.0	0.2	0.5	6.5	
15	16													
17														
18														
19														
20	21			GHIAIE IN MATRICE ARGILLOSA A LUOGHI PLASTICA (ALLA PROFONDITA' DI 18.0 m PERDITA ACQUA DAL RIVESTIMENTO) - FALDA MARECCHIA						15.0	0.2	0.5	6.5	
22	23													
24														
25														
26														
27	28			GHIAIE IN MATRICE ARGILLOSA						18.0	0.2	0.5	6.5	
29	30													
23	24			ARGILLA LIMOSA PLASTICA MARRONE						21.0	0.4	0.5	6.5	
25	26													
27	28													
29	30													
24	25			ARGILLE LIMOSE, OCRA, PLASTICHE						29-31-33	0.4	0.5	6.5	
26	27													
28	29													
30	30.00													
25	26			GHIAIE IN MATRICE ARGILLOSA LIMOSA, MARRONE						30.0	0.4	0.5	6.5	
27	28													
29	30													
26	27			GHIAIE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA						24-28-30	0.4	0.5	6.5	
28	29													
30	30.00													



Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE	Rivestimento diam./mm/ prof./m	Carotiere diam./mm/ prof./m	S.P.T.	Falda	Piezo metro
1	3,50			COLTRE PEDOLOGICA, LIMI SABBIOSI ESSICCATI CON LIVELLI DI ARGILLE MARRONI			3,5 11-16-22	9,5	
2	3,50								
3	3,50								
4	0,60 4,10								
5				GHIAIETTO E SABBIE IN MATRICE LIMOSA AZZURRA CON PASSAGGI DI LIMI SABBIOSI AZZURRI CON GHIAIETTO E LIVELLI ARGILLOSI CON GHIAIA			9,65 7-9-11	9,5	
6	6,40								
7									
8				GHIAIE - LIMI ARGILLOSI AZZURRI			14,5 27-29-39	9,5	
9									
10	10,50								
11				GHIAIE SABBIOSE. (ALLA PROFONDITA' DI 13,0 m PERDITA DI ACQUA RIVESTIMENTO)			20,0 37-34-40	9,5	
12	5,50								
13									
14				GHIAIE E SABBIE IN MATRICE ARGILLOSA LIMOSA MARRONE			20,0 37-34-40	9,5	
15									
16	16,00								
17							20,0 37-34-40	9,5	
18	4,00								
19									
20	20,00								



Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam.mm/ prof.m	Carotiere diam.mm/ prof.m	S.P.T.	Falda	Piezo metro
1-1,90	1,90			RIPORTO ARGINE COSTITUITO DA LIMI ARGILLOSI CON GHIAIE					
2-2,60	2,60			GHIAIE E SABBIE MEDIO FINI IN MATRICE LIMOSA			4,0 13-21-24		
3-4,50	4,50			SABBIE PERMEABILI CON GHIAIE			8,0 9-25-28		
4-5,00	5,00			LIMI ARGILLOSI CON GHIAIE			12,0 25-31-33	9,6	
5-10,80	10,80			GHIAIE E SABBIE (ALLA PROFONDITA COMPRESA TRA 13.0 m E 14.0 m PERDITA ACQUA DI PERFORAZIONE)			18,0 21-36-39		
6-18,00	18,00			GHIAIE IN MATRICE ARGILLOSA	127/20,0	101/20,0			
7-20,00	20,00								



Committente: **CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA**

Località: LAGO AZZURRO - PROV. DI RIMINI

Data inizio/fine: GIUGNO 2022

Studio di Geologia Applicata

Attrezzatura: Sonda del Tipo: IPC Drill 830 L

Quota del p.c. s.l.m.(m): 38,150

Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel. 0541-658170

Lunghezza perforazione (m): 20,0

Scala 1:100

Sigla: S.4 - DISTRUZ.

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam. mm/ prof. m	Carotiere diam. mm/ prof. m	S.P.T.	Falda	Piezo metro
1-2,10	2,10			RIPORTO ETEROGENEO DI LIMI ARGILLOSI CON GHIAIE			3,5 18-21-24		
2-2,70	2,70			COLTRE PEDOLOGICA LIMOSA CON GHIAIETTO			8,5 17-19-26		
3-8,30	8,30			GHIAIE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA OCRA, GHIAIE ANCHE GROSSOLANE CON SABBIA IN MATRICE LIMOSA OCRA			12,0 21-28-31	12,5	
4-11,00	11,00			GHIAIE GROSSOLANE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA OCRA. (ALLA PROFONDITA' DI 13,0m PERDITA DI ACQUA PERFORAZIONE)			18,0 26-33-33		
5-16,80	16,80			GHIAIE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA ARGILLOSA					
6-19,10	19,10			ARGILLE OCRA CON QUALCHE GHIAIETTO					
7-20,00	20,00								



Commitente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA

Località: LAGO AZZURRO - PROV. DI RIMINI

Data inizio/fine: GIUGNO 2022

Attrezzatura: Sonda del tipo: IPC Drill 830 L

Lunghezza perforazione (m): 15,0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): 34,602

Sigla: S.5 - DISTRUZ.

Studio di Geologia Applicata

Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel. 0541-658170

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam.mm/ prof.m	Carotiere diam.mm/ prof.m	S.P.T.	Falda	Piezo metro
1 2,80	2,80			LIMI SABBIOSI OCRA, DI DECANTAZIONE			4,0 8-11-13		
2 2,80	2,80			LIMI SABBIOSI E SABBIE FINISSIME CON ARGILLE LIMOSE OCRA DA DECANTAZIONE DEL RESIDUO DI LAVAGGIO DEGLI INERTI			8,0 6-10-16	6,0	
3 2,80	2,80			GHIAIE IN MATRICE ARGILLOSE OCRA (ALLA PROFONDITA' DI 15,0 m PERDITA ACQUA PERFORAZIONE)			12,0 18-25-28		
4 2,80	2,80								
5 2,80	2,80								
6 2,80	2,80								
7 2,80	2,80								
8 2,80	2,80								
9 2,80	2,80								
10 2,80	2,80								
11 2,80	2,80								
12 2,80	2,80								
13 2,80	2,80								
14 2,80	2,80								
15 2,80	2,80								



Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA

Località: LAGO AZZURRO - PROV. DI RIMINI

Data inizio/fine: GIUGNO 2022

Attrezzatura: Sonda del tipo: IPC Drill 830 L

Lunghezza perforazione (m): 15,0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): 37,298

Sigla: S.6 - DISTRUZ.

Studio di Geologia Applicata

Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel. 0541-658170

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam.mmm/ prof.m	Carotiere diam.mmm/ prof.m	S.P.T.	Falda	Piezo metro
1,90	1,90			RIPORTO DI TERRENO LIMOSO ARGILLOSO ETEROGENEO					
4,60	6,50			GHIAIE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA OCRA			5,0 14-21-23		
4,00	10,50			GHIAIE ANCHE GROSSOLANE E SABBIE IN MATRICE LIMOSA CON FORTE PERDITA DI CIRCOLAZIONE IDRICA DAL RIVESTIMENTO A - 10,50 m			9,0 18-19-23	6,7	
3,50	14,00			GHIAIE IN MATRICE ARGILLOSA CON LIVELLI PIU' ARGILLOSI E LIM ARGILLOSI LIMOSI			14,0 30-31-30		
1,00	15,00			ARGILLE MARRONI CON GHIAIE	127/15,0	101/15,0			

APPENDICE – B –

**STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI
CERTIFICATI ANALISI GRANULOMETRICHE
PROVE DI PERMEABILITA'LEFRANC**

**(INDAGINI ESEGUITE PER LAFATTIBILITA' – DATA 11 E 12
NOVEMBRE 2021)**

Studio di Geologia Applicata

Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel 0541-658170

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA

Località: RIMINI (RN) - LAGO INCAL

Data inizio/fine: 11-11-2021

Attrezzatura: Sonda a rotazione

Lunghezza perforazione (m): 5,0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): 32.76

Sigla: S.1 - INCAL

Legenda simboli: Primario/terziario S.P.T. da vane test a percussione indisturbato a pressione indisturbato rotativo

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Campi oni	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam.mm/ prof.m	Carotiere diam.mm/ prof.m	Falda
0.20	0.20		0.00	Limi argillosi ghiaiosi sabbiosi			
			0.50				
0.80				Ghiaie sabbiose debolmente limo argillose			
5.00					127/5.0	101/5.2	4.1

Studio di Geologia Applicata

Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel. 0541-656170

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA

Località: RIMINI (RN) - LAGO AZZURRO

Data inizio/fine: 12-11-2021

Attrezzatura: Sonda a rotazione

Lunghezza perforazione (m): 5,2

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): 28,00

Sigla: S.1- Azzurro

Legenda: ☐ S.P.T. ☐ da vane test ☐ a percussione ☐ indisturbato a pressione ☐ indisturbato relativo

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Campi oni	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam.mm/ prof.m	Carotiere diam.mm/ prof.m	Falda
			0.00				
	0.50						
	5.20			Ghiaie sabbiose debolmente limo argillose	127/5.2	101/5.2	42
	5.20						

Studio di Geologia Applicata

Via Giovagnoli 28c
47853 - Coriano (RN)
tel. 0541-658170

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA

Località: SANTARCANGELO DI ROMAGNA - LAGO SANTARINI

Data inizio/fine: 12-11-2021

Attrezzatura: Sonda a rotazione

Lunghezza perforazione (m): 8,0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): 44.26

Sigla: S.1 - Santarini

Legenda simboli: =rumineggiato =S.P.T. =da vane test =a percussione =indisturbato a pressione =indisturbato rotativo

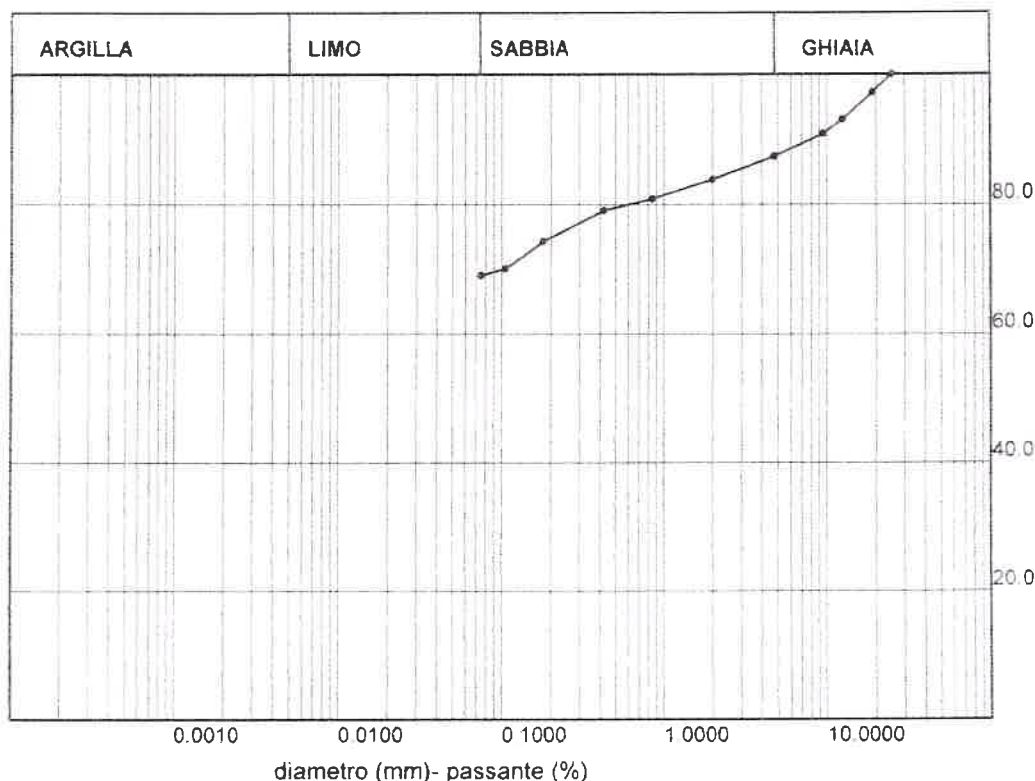
Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Campi	DESCRIZIONE	Rivestim.to diam.mm/ prof.m	Carotiere diam.mm/ prof.m	Falda
	1.50						
	5.50			terreni di riporto costituiti da limi argillosi prevalenti con sabbie ghiaiose			
	5.50						
	2.50			Ghiaie sabbiose debolmente limo argillose			
	8.00				127/8.0	101/8.0	

Dott. Stefano Sanchi - Geologo
Via S. Maria 856/D 47833 San Giovanni in Marignano (RN)
E-MAIL: s.sanchi@libero.it
PEC: stefanosanchi@epap.sicurezzapostale.it
Cell. 339 4605204

COMMITTENTE:	Dott. Geol. Fiorini Eugenio	DATA:	Dicembre 2021
LAVORO:	Progetto di recupero ai fini irrigui del LAGO INCAL	UBICAZIONE:	Lago INCAL Comune di Rimini (RN)
		N° COMMESSA:	039.21

Sondaggio n°:		profondità da mt.	0.00
Campione n°:	C1	profondità a mt.	0.20

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D422-63(R02)][^]



ANALISI PER SETACCI

Massa campione, g= 1085.50

Aperture setaccio mm	Massa trattenuto g	Passante %
25.000	0.00	100.00
19.000	29.50	97.28
12.500	45.00	93.14
9.500	24.50	90.88
4.750	37.50	87.43
2.000	38.50	83.88
0.850	32.50	80.88
0.425	20.00	79.04
0.180	52.00	74.25
0.106	45.50	70.06
0.075	11.50	69.00

	ASTM	AGI
GHIAIA, % =	12.57	16.12
SABBIA, % =	18.42	15.39
LIMO + ARGILLA, % =	69.00	68.49

Tipo di campione:

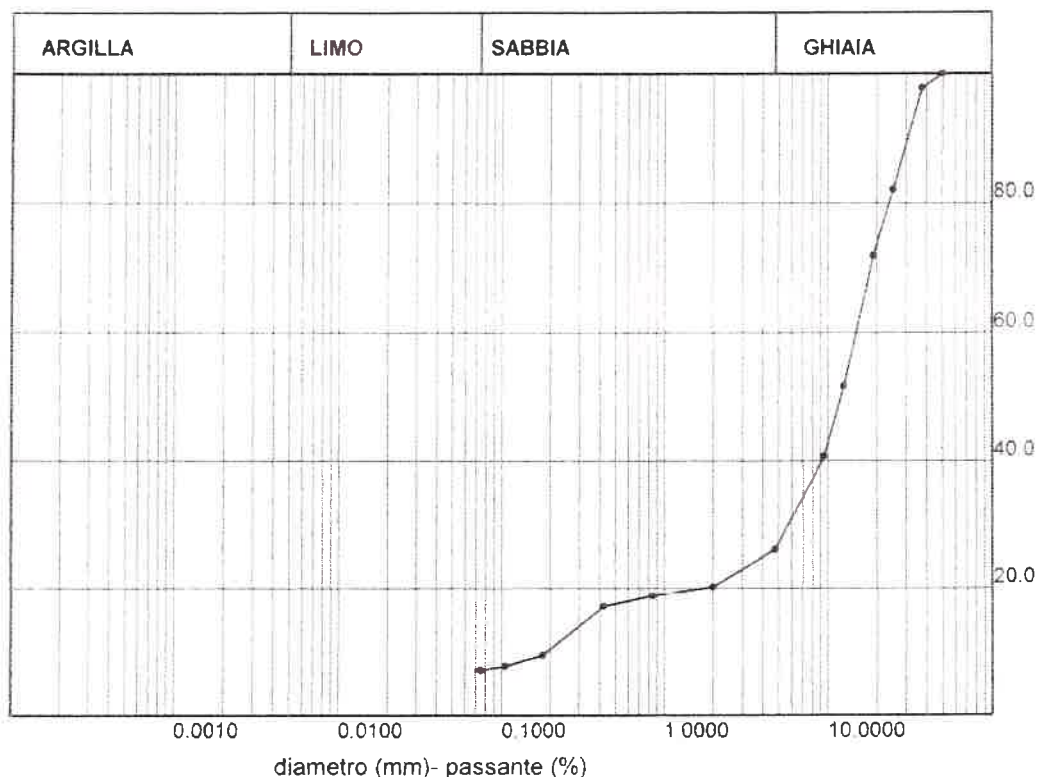
[^]Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

Dott. Stefano Sanchi - Geologo
Via S. Maria 856/D 47833 San. Giovanni in Marignano (RN)
E-MAIL: s.sanchi@libero.it
PEC: stefanosanchi@epap.sicurezzapostale.it
Cell. 339 4605204

COMMITTENTE:	Dott. Geol. Fiorini Eugenio	DATA:	Dicembre 2021
LAVORO:	Progetto di recupero ai fini irrigui del LAGO INCAL	UBICAZIONE:	Lago INCAL Comune di Rimini (RN)
		N° COMMESSA:	039.21

Sondaggio n°:		profondità da mt.	0.50
Campione n°:	C2	profondità a mt.	1.10

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Massa campione, g = 13233.00

Aperture setaccio mm	Massa trattenuto g	Passante %
50.000	0.00	100.00
37.500	289.00	97.82
25.000	2083.00	82.08
19.000	1351.50	71.86
12.500	2665.50	51.72
9.500	1451.00	40.75
4.750	1930.50	26.17
2.000	788.50	20.21
0.850	166.50	18.95
0.425	224.50	17.25
0.180	1032.50	9.45
0.106	232.00	7.70
0.075	75.00	7.13
	ASTM	AGI
GHIAIA, % =	73.83	79.79
SABBIA, % =	19.04	13.35
LIMO + ARGILLA, % =	7.13	6.86

Tipo di campione:

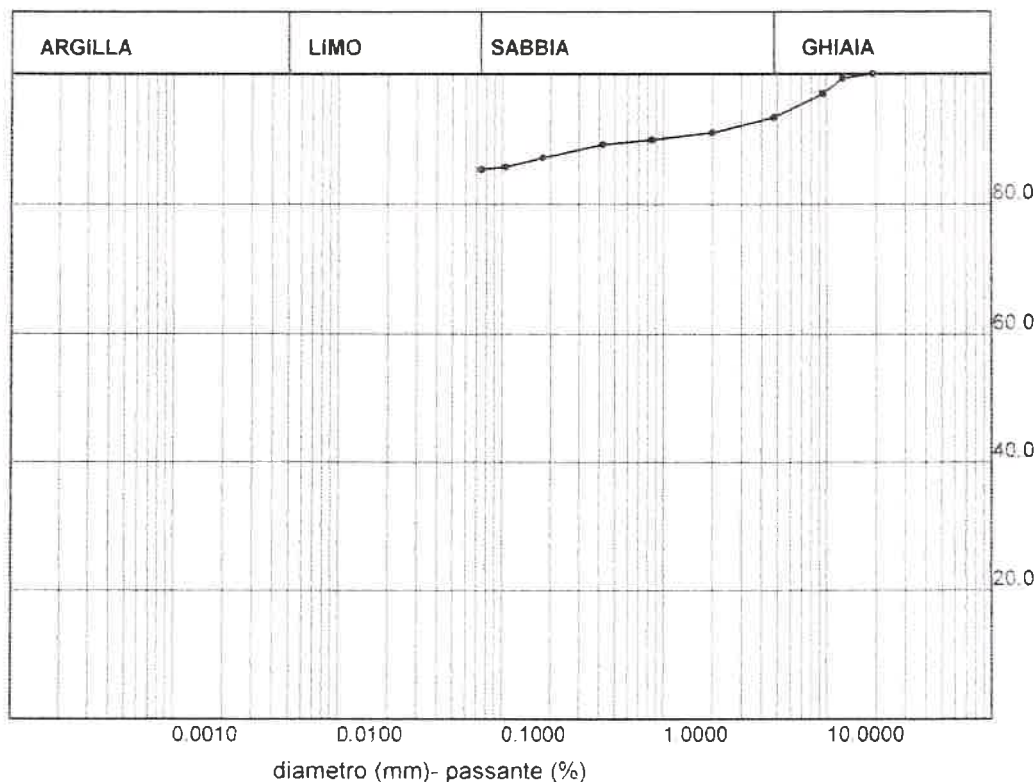
^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

Dott. Stefano Sanchi - Geologo
Via S. Maria 856/D - 47833 San. Giovanni in Marignano (RN)
E-MAIL: s.sanchi@libero.it
PEC: stefanosanchi@epap.sicurezza postale.it
Cell. 339 4605204

COMMITTENTE:	Dott. Geol. Fiorini Eugenio	DATA:	Dicembre 2021
LAVORO:	Progetto di recupero ai fini irrigui del LAGO AZZURRO	UBICAZIONE:	Lago AZZURRO Comune di Rimini (RN)
		N° COMMESSA:	039.21

Sondaggio n°:		profondità da mt.	0.00
Campione n°:	C1	profondità a mt.	0.20

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D422-63(R02)][^]



ANALISI PER SETACCI

Massa campione, g= 805.75

Aperture setaccio mm	Massa trattenuto g	Passante %
19.000	0.00	100.00
12.500	5.99	99.26
9.500	18.64	96.94
4.750	29.00	93.34
2.000	19.08	90.98
0.850	8.89	89.87
0.425	5.68	89.17
0.180	16.79	87.08
0.106	11.29	85.68
0.075	3.01	85.31

	ASTM	AGI
GHIAIA, % =	6.66	9.02
SABBIA, % =	8.03	5.85
LIMO + ARGILLA, % =	85.31	85.13

Tipo di campione:

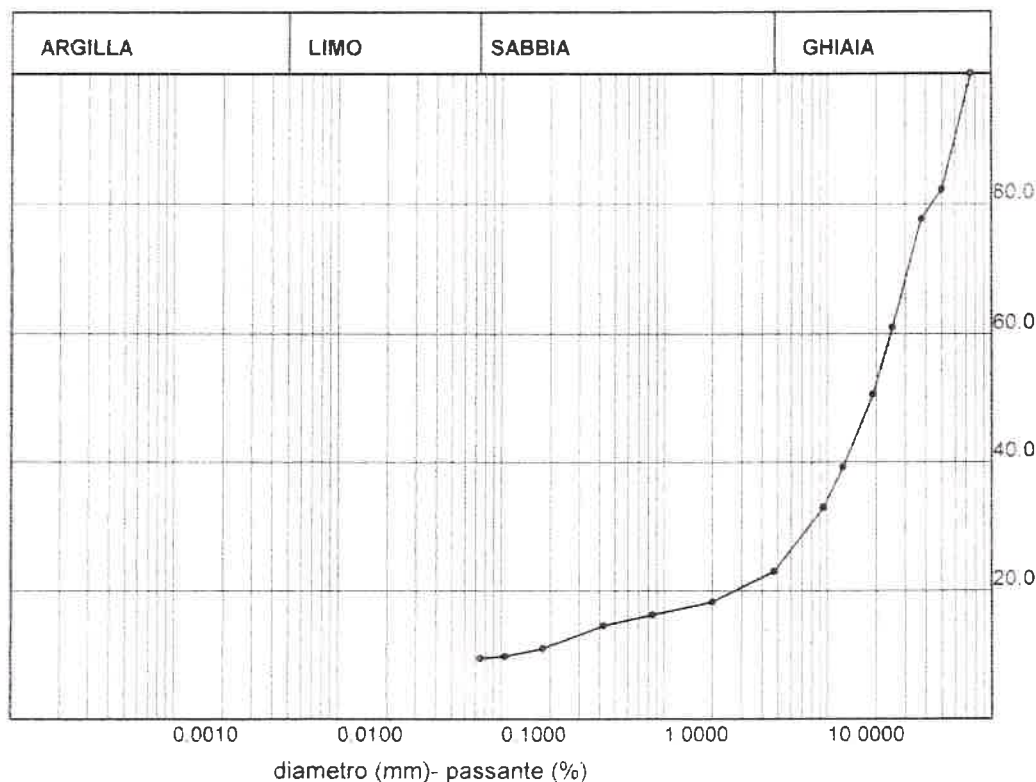
[^]Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

Dott. Stefano Sanchi - Geologo
 Via S. Maria 856/D 47833 San. Giovanni in Marignano (RN)
 E-MAIL: s.sanchi@libero.it
 PEC: stefanosanchi@epap.sicurezzapostale.it
 Cell 339 4605204

COMMITTENTE:	Dott. Geol. Fiorini Eugenio	DATA:	Dicembre 2021
LAVORO:	Progetto di recupero ai fini irrigui del LAGO AZZURRO	UBICAZIONE:	Lago AZZURRO Comune di Rimini (RN)
		N° COMMESSA:	039.21

Sondaggio n°:		profondità da mt.	0.50
Campione n°:	C2	profondità a mt.	1.10

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Massa campione, g= 15188.00

Aperture setaccio Massa trattenuto Passante

mm	g	%
75.000	0.00	100.00
50.000	2700.50	82.22
37.500	688.00	77.69
25.000	2528.50	61.04
19.000	1584.50	50.61
12.500	1734.50	39.19
9.500	944.50	32.97
4.750	1504.50	23.06
2.000	727.00	18.28
0.850	308.50	16.25
0.425	262.50	14.52
0.180	534.00	11.00
0.106	186.00	9.78
0.075	46.00	9.33
GHIAIA, %=		76.94
SABBIA, %=		13.59
LIMO + ARGILLA, %=		9.47

Tipo di campione:

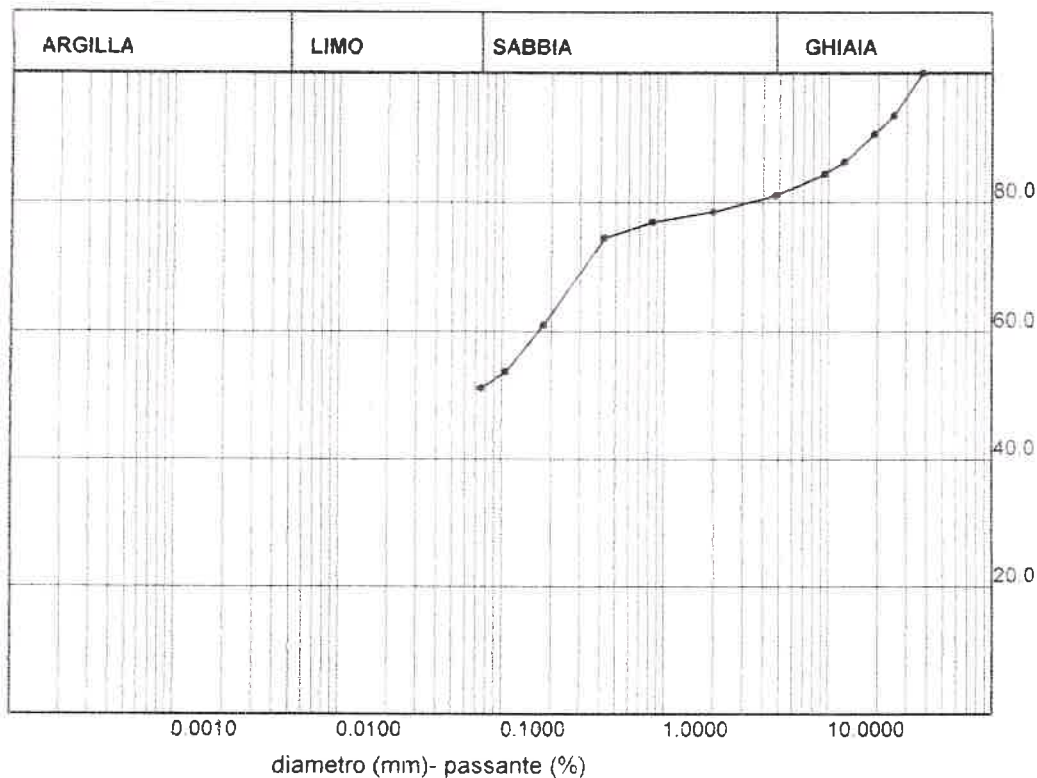
^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

Dott. Stefano Sanchi - Geologo
Via S. Maria 856/D 47833 San Giovanni in Marignano (RN)
E-MAIL: s.sanchi@libero.it
PEC: stefanosanchi@epap.sicurezza postale.it
Cell. 339 4605204

COMMITTENTE:	Dott. Geol. Fiorini Eugenio	DATA:	Dicembre 2021
LAVORO:	Progetto di recupero ai fini irrigui del LAGO SANTARINI	UBICAZIONE:	Lago SANTARINI Comune di Santarcangelo di Romagna (RN)
		N° COMMESSA:	039.21

Sondaggio n°:		profondità da mt.	1.50
Campione n°:	CI	profondità a mt.	2.00

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Massa campione, g = 5305.50

Aperture setaccio mm	Massa trattenuto g	Passante %
37.500	0.00	100.00
25.000	350.50	93.39
19.000	152.00	90.53
12.500	225.50	86.28
9.500	100.50	84.38
4.750	179.00	81.01
2.000	131.00	78.54
0.850	84.50	76.95
0.425	129.00	74.52
0.180	713.00	61.08
0.106	396.00	53.61
0.075	132.50	51.12

	ASTM	AGI
GHIAIA, % =	18.99	21.46
SABBIA, % =	29.89	28.63
LIMO + ARGILLA, % =	51.12	49.91

Tipo di campione:

^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

Prova di permeabilità Lefranc _ discesa - LAGO INCAL

Prova n. 1

Sondaggio S 1

Profondità rivestimento: 4.15 mt da piano campagna

tempo	livello acqua da p.c. +450 mm p.c.	livello acqua da bocca foro	intervallo tempo	infiltrazione	capacità infiltrazione
sec	mm	mm	sec.	mm.	mm./min.
0	450	0			
10	-70	520	10	520	3120.0000
30	-270	720	20	200	600.0000
60	-640	1090	30	370	740.0000
120	-1240	1690	60	600	600.0000
180	-1800	2250	60	560	560.0000
240	-2250	2700	60	450	450.0000
300	-2630	3080	60	380	380.0000
360	-2940	3390	60	310	310.0000
420	-3200	3650	60	260	260.0000
480	-3380	3830	60	180	180.0000
540	-3510	3960	60	130	130.0000
600	-3630	4080	60	120	120.0000
900	-3880	4330	300	250	50.0000
1200	-3950	4400	300	70	14.0000
1500	-3980	4430	300	30	6.0000
1800	-3990	4440	300	10	2.0000
2400	-4030	4480	600	40	4.0000
3000	-4040	4490	600	10	1.0000
3600	-4050	4500	600	10	1.0000

4.4.1. Prova a carico variabile

Si esegue in terreni aventi una permeabilità inferiore ai 10^{-5} cm/s. Può essere eseguita abbassando o sollevando il livello statico della falda nel foro e misurando poi la velocità di risalita o di discesa. I tempi e gli spostamenti vengono rappresentati su un diagramma semilogaritmico (fig. 59).

Il valore della permeabilità è dato da:

$$k = \frac{A}{C (t_2 - t_1)} \cdot \frac{\ln h_1}{h_2}$$

dove:

k = coefficiente di permeabilità in m/s

A = area di base del foro di sondaggio in m^2

h_1 e h_2 = altezza dei livelli rispetto all'altezza della falda, o al fondo del foro negli istanti t_1 e t_2 (fig. 60)

C = coefficiente dipendente dal diametro del sondaggio e dalla lunghezza del tratto indagato;

per $L \gg D$ $C = L$

per $L \leq D$ $C = 2\pi D + L$

Come stabiliscono le norme AGI, un controllo

Grafico infiltrazione

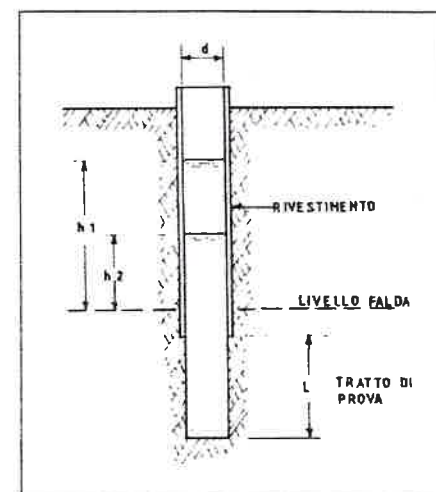
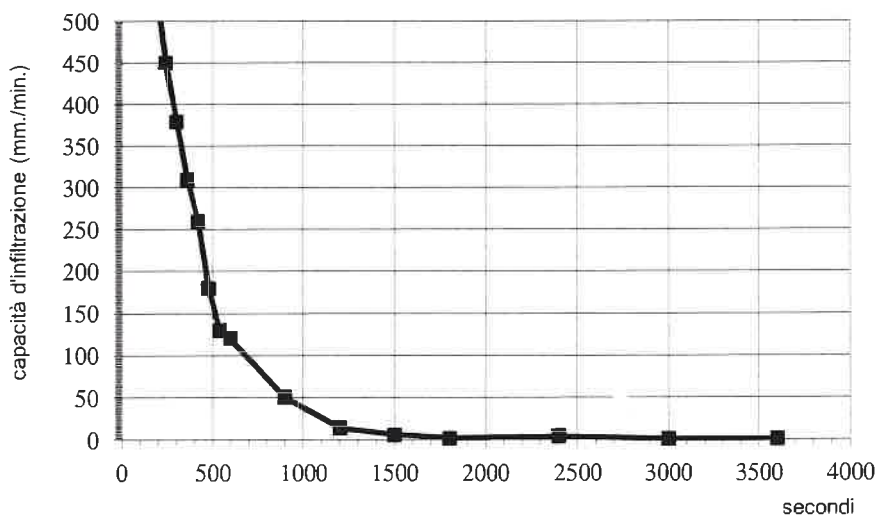


Figura 60. Prova di assorbimento a carico variabile.

D = diametro del foro

0.127 m

Raggio

0.0635 m

Area

0.012668 m^2

$C=L$

0.5

L = tratto di prova

0.5 m

h_1 = altezza del livello dell'acqua a t_1 : 180 s

2.3 m

h_2 = altezza del livello dell'acqua a t_2 : 3000 s

0.06 m

Livello Falda

4.1 m

$K=$

1.42E-05

m/sec

Prova di permeabilità Lefranc _ discesa - LAGO INCAL

Prova n. 2

Sondaggio S 1

Profondità rivestimento: 4.15 mt da piano campagna

tempo	livello acqua da p.c. +450 mm p.c.	livello acqua da bocca foro	intervallo tempo	infiltrazione	capacità infiltrazione
sec	mm	mm	sec.	mm.	mm./min.
0	450	0			
10	-60	510	10	510	3060.0000
30	-280	730	20	220	660.0000
60	-670	1120	30	390	780.0000
120	-1310	1760	60	640	640.0000
180	-1870	2320	60	560	560.0000
240	-2340	2790	60	470	470.0000
300	-2720	3170	60	380	380.0000
360	-3010	3460	60	290	290.0000
420	-3250	3700	60	240	240.0000
480	-3450	3900	60	200	200.0000
540	-3570	4020	60	120	120.0000
600	-3660	4110	60	90	90.0000
900	-3890	4340	300	230	46.0000
1200	-3960	4410	300	70	14.0000
1500	-3980	4430	300	20	4.0000
1800	-4000	4450	300	20	4.0000
2400	-4030	4480	600	30	3.0000
3000	-4040	4490	600	10	1.0000
3600	-4050	4500	600	10	1.0000

4.4.1. Prova a carico variabile

Si esegue in terreni aventi una permeabilità inferiore ai 10^{-5} cm/s. Può essere eseguita abbassando o sollevando il livello statico della falda nel foro e misurando poi la velocità di risalita o di discesa. I tempi e gli spostamenti vengono rappresentati su un diagramma semilogaritmico (fig. 59).

Il valore della permeabilità è dato da:

$$k = \frac{A}{C (t_2 - t_1)} \cdot \frac{\ln h_1}{h_2}$$

dove:

k = coefficiente di permeabilità in m/s

A = area di base del foro di sondaggio in m^2

h_1 e h_2 = altezza dei livelli rispetto all'altezza della falda, o al fondo del foro negli istanti t_1 e t_2 (fig. 60)

C = coefficiente dipendente dal diametro del sondaggio e dalla lunghezza del tratto indagato;

per $L \gg D$ $C = L$

per $L \leq D$ $C = 2\pi D + L$

Come stabiliscono le norme AGI, un controllo

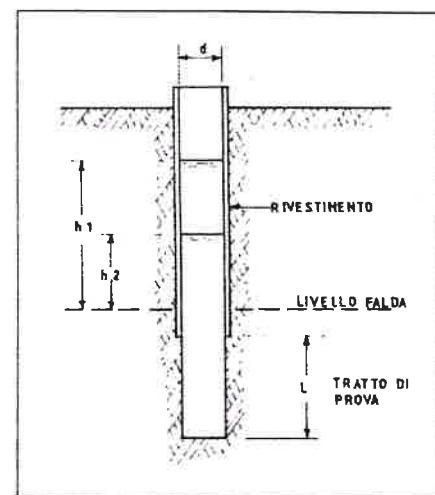
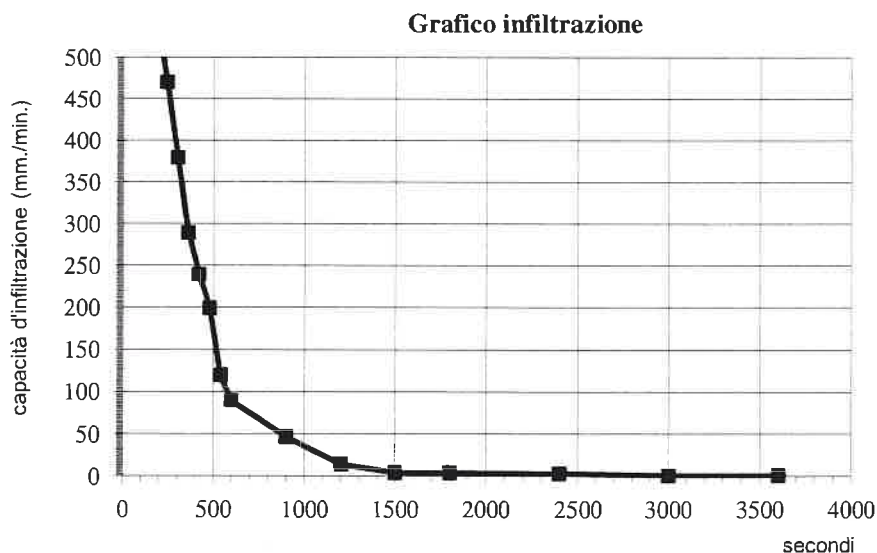


Figura 60. Prova di assorbimento a carico variabile.

D = diametro del foro

0.127 m

Raggio

0.0635 m

Area

0.012668 m^2

$C=L$

0.5

L = tratto di prova

0.5 m

h_1 = altezza del livello dell'acqua a t_1 : 180 s

2.23 m

h_2 = altezza del livello dell'acqua a t_2 : 3000 s

0.06 m

Livello Falda

4.1 m

$K=$

1.41E-05

m/sec

Prova di permeabilità Lefranc _ discesa - LAGO AZZURRO

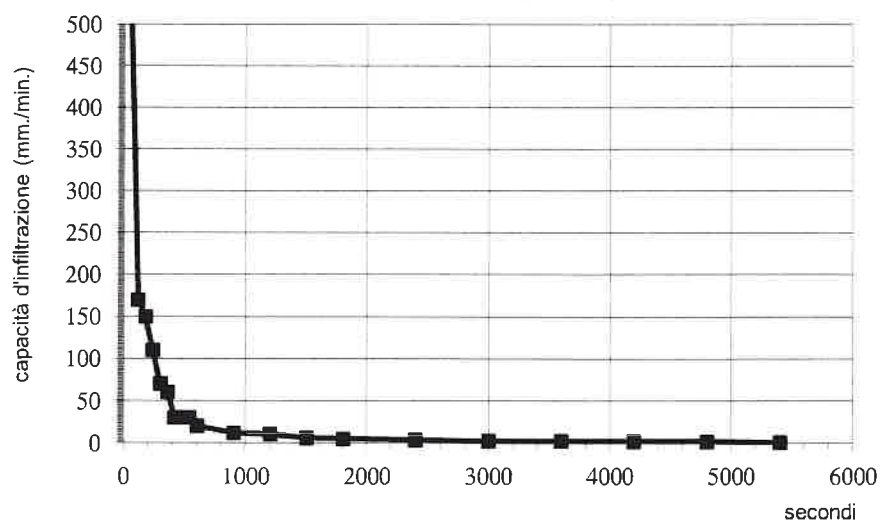
Prova n. 1

Sondaggio S 1

Profondità rivestimento: 4.7 mt da piano campagna

tempo	livello acqua da p.c. +700 mm p.c.	livello acqua da bocca foro	intervallo tempo	infiltrazione	capacità infiltrazione
sec	mm	mm	sec.	mm.	mm./min.
0	700	0			
10	-100	800	10	800	4800.0000
30	-680	1380	20	580	1740.0000
60	-940	1640	30	260	520.0000
120	-1110	1810	60	170	170.0000
180	-1260	1960	60	150	150.0000
240	-1370	2070	60	110	110.0000
300	-1440	2140	60	70	70.0000
360	-1500	2200	60	60	60.0000
420	-1530	2230	60	30	30.0000
480	-1560	2260	60	30	30.0000
540	-1590	2290	60	30	30.0000
600	-1610	2310	60	20	20.0000
900	-1670	2370	300	60	12.0000
1200	-1720	2420	300	50	10.0000
1500	-1750	2450	300	30	6.0000
1800	-1775	2475	300	25	5.0000
2400	-1810	2510	600	35	3.5000
3000	-1835	2535	600	25	2.5000
3600	-1860	2560	600	25	2.5000
4200	-1880	2580	600	20	2.0000
4800	-1900	2600	600	20	2.0000
5400	-1910	2610	600	10	1.0000

Grafico infiltrazione



4.4.1. Prova a carico variabile

Si esegue in terreni aventi una permeabilità inferiore ai 10^{-5} cm/s. Può essere eseguita abbassando o sollevando il livello statico della falda nel foro e misurando poi la velocità di risalita o di discesa. I tempi e gli spostamenti vengono rappresentati su un diagramma semilogaritmico (fig. 59).

Il valore della permeabilità è dato da:

$$k = \frac{A}{C(t_2 - t_1)} \cdot \frac{\ln h_1}{h_2}$$

dove:

k = coefficiente di permeabilità in m/s

A = area di base del foro di sondaggio in m^2

h_1 e h_2 = altezza dei livelli rispetto all'altezza della falda, o al fondo del foro negli istanti t_1 e t_2 (fig. 60)

C = coefficiente dipendente dal diametro del sondaggio e dalla lunghezza del tratto indagato;

per $L \gg D$ $C = L$

per $L \leq D$ $C = 2\pi D + L$

Come stabiliscono le norme AGI, un controllo

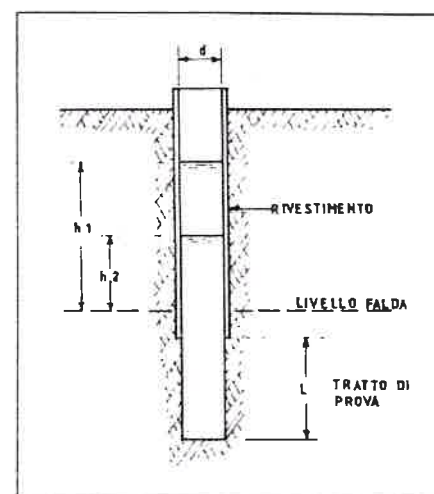


Figura 60. Prova di assorbimento a carico variabile.

D = diametro del foro

0.127 m

Raggio

0.0635 m

Area

0.012668 m^2

$C=L$

0.5

L = tratto di prova

0.5 m

h_1 = altezza del livello dell'acqua a t_1 : 180 s

1.64 m

h_2 = altezza del livello dell'acqua a t_2 : 3000 s

1.065 m

Livello Falda

2.9 m

K=

1.68E-06

m/sec

Prova di permeabilità Lefranc _ discesa - LAGO AZZURRO

Prova n. 2

Sondaggio S 1

Profondità rivestimento: 4.7 mt da piano campagna

tempo	livello acqua da p.c. +700 mm p.c.	livello acqua da bocca foro	intervallo tempo	infiltrazione	capacità infiltrazione
sec	mm	mm	sec.	mm.	mm./min.
0	700	0			
10	-20	720	10	720	4320.0000
30	-610	1310	20	590	1770.0000
60	-980	1680	30	370	740.0000
120	-1160	1860	60	180	180.0000
180	-1330	2030	60	170	170.0000
240	-1450	2150	60	120	120.0000
300	-1540	2240	60	90	90.0000
360	-1590	2290	60	50	50.0000
420	-1630	2330	60	40	40.0000
480	-1660	2360	60	30	30.0000
540	-1680	2380	60	20	20.0000
600	-1700	2400	60	20	20.0000
900	-1770	2470	300	70	14.0000
1200	-1810	2510	300	40	8.0000
1500	-1830	2530	300	20	4.0000
1800	-1850	2550	300	20	4.0000
2400	-1875	2575	600	25	2.5000
3000	-1900	2600	600	25	2.5000
3600	-1905	2605	600	5	0.5000
4200	-1910	2610	600	5	0.5000
4800	-1915	2615	600	5	0.5000
5400	-1920	2620	600	5	0.5000

4.4.1. Prova a carico variabile

Si esegue in terreni aventi una permeabilità inferiore ai 10^{-5} cm/s. Può essere eseguita abbassando o sollevando il livello statico della falda nel foro e misurando poi la velocità di risalita o di discesa. I tempi e gli spostamenti vengono rappresentati su un diagramma semilogaritmico (fig. 59).

Il valore della permeabilità è dato da:

$$k = \frac{A}{C(t_2 - t_1)} \cdot \frac{\ln h_1}{h_2}$$

dove:

k = coefficiente di permeabilità in m/s

A = area di base del foro di sondaggio in m^2

h_1 e h_2 = altezza dei livelli rispetto all'altezza della falda, o al fondo del foro negli istanti t_1 e t_2 (fig. 60)

C = coefficiente dipendente dal diametro del sondaggio e dalla lunghezza del tratto indagato;

per $L \gg D$ $C = L$

per $L \leq D$ $C = 2\pi D + L$

Come stabiliscono le norme AGI, un controllo

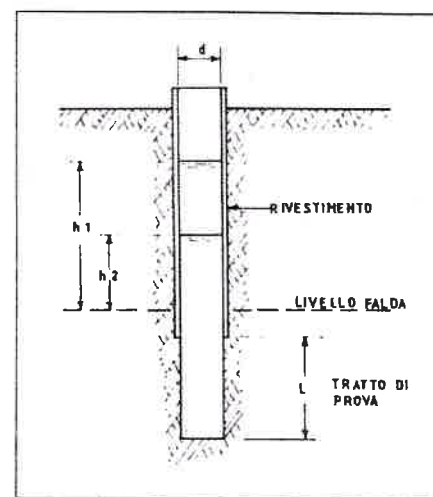
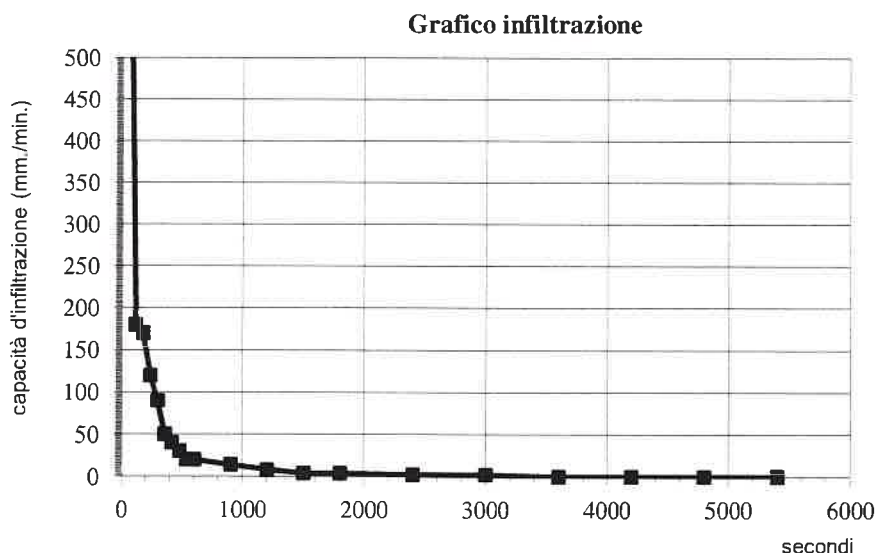


Figura 60. Prova di assorbimento a carico variabile.

D = diametro del foro

Raggio

Area

$C=L$

L = tratto di prova

h_1 = altezza del livello dell'acqua a t_1 : 180 s

h_2 = altezza del livello dell'acqua a t_2 : 3000 s

Livello Falda

0.127 m

0.0635 m

0.012668 m^2

0.5

0.5 m

1.57 m

1 m

2.9 m

$K=$

1.76E-06

m/sec

Prova di permeabilità Lefranc _ discesa - LAGO SANTARINI

Prova n. 1

Sondaggio S 1

Profondità rivestimento: 7.50 mt da piano campagna

tempo	livello acqua da p.c. +800 mm p.c.	livello acqua da bocca foro	intervallo tempo	infiltrazione	capacità infiltrazione
sec	mm	mm	sec.	mm.	mm./min.
0	800	0			
10	-600	1400	10	1400	8400.0000
30	-2000	2800	20	1400	4200.0000
60	-2340	3140	30	340	680.0000
120	-2480	3280	60	140	140.0000
180	-2520	3320	60	40	40.0000
240	-2550	3350	60	30	30.0000
300	-2570	3370	60	20	20.0000
360	-2580	3380	60	10	10.0000
420	-2600	3400	60	20	20.0000
480	-2605	3405	60	5	5.0000
540	-2610	3410	60	5	5.0000
600	-2615	3415	60	5	5.0000
900	-2620	3420	300	5	1.0000
1200	-2630	3430	300	10	2.0000
1800	-2640	3440	600	10	1.0000

4.4.1. Prova a carico variabile

Si esegue in terreni aventi una permeabilità inferiore ai 10^{-5} cm/s. Può essere eseguita abbassando o sollevando il livello statico della falda nel foro e misurando poi la velocità di risalita o di discesa. I tempi e gli spostamenti vengono rappresentati su un diagramma semilogaritmico (fig. 59).

Il valore della permeabilità è dato da:

$$k = \frac{A}{C(t_2 - t_1)} \cdot \frac{\ln h_1}{h_2}$$

dove:

k = coefficiente di permeabilità in m/s

A = area di base del foro di sondaggio in m^2

h_1 e h_2 = altezza dei livelli rispetto all'altezza della falda, o al fondo del foro negli istanti t_1 e t_2 (fig. 60)

C = coefficiente dipendente dal diametro del sondaggio e dalla lunghezza del tratto indagato;

per $L \gg D$ $C = L$

per $L \leq D$ $C = 2\pi D + L$

Come stabiliscono le norme AGI, un controllo

Grafico infiltrazione

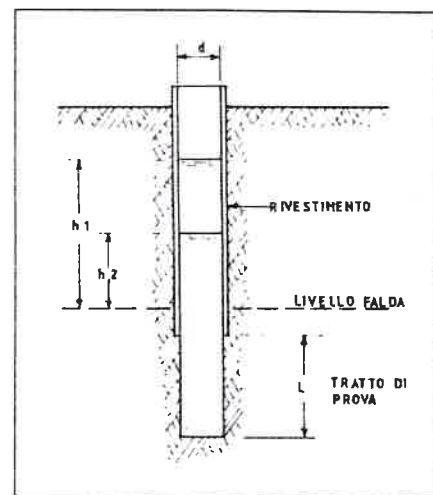
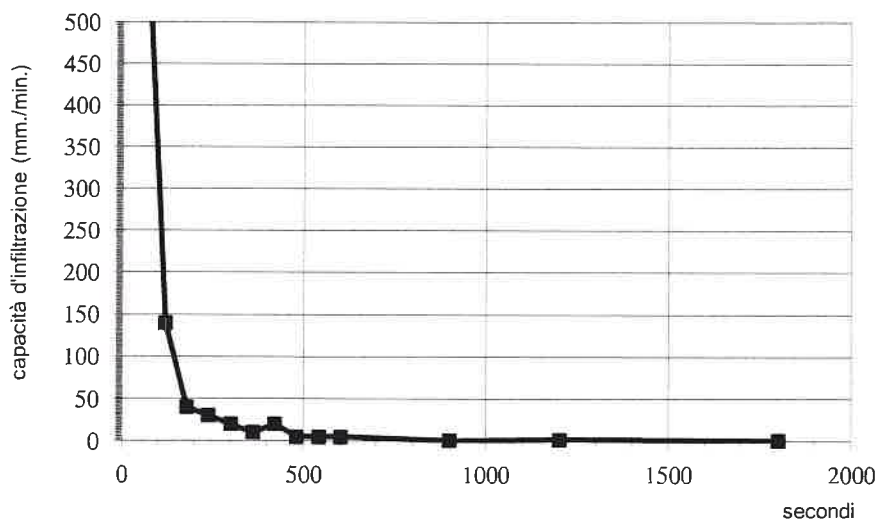


Figura 60. Prova di assorbimento a carico variabile.

D = diametro del foro

0.127 m

Raggio

0.0635 m

Area

0.012668 m^2

$C=L$

0.5

L = tratto di prova

0.5 m

h_1 = altezza del livello dell'acqua a t_1 : 60 s

1.86 m

h_2 = altezza del livello dell'acqua a t_2 : 1800 s

1.56 m

Livello Falda

4.2 m

$K=$

1.11E-06

m/sec

Prova di permeabilità Lefranc _ discesa - LAGO SANTARINI

Prova n. 2

Sondaggio S 1

Profondità rivestimento: 7.50 mt da piano campagna

tempo	livello acqua da p.c. +800 mm p.c.	livello acqua da bocca foro	intervallo tempo	infiltrazione	capacità infiltrazione
sec	mm	mm	sec.	mm.	mm./min.
0	800	0			
10	-900	1700	10	1700	10200.0000
30	-2000	2800	20	1100	3300.0000
60	-2380	3180	30	380	760.0000
120	-2510	3310	60	130	130.0000
180	-2560	3360	60	50	50.0000
240	-2580	3380	60	20	20.0000
300	-2600	3400	60	20	20.0000
360	-2610	3410	60	10	10.0000
420	-2615	3415	60	5	5.0000
480	-2620	3420	60	5	5.0000
540	-2625	3425	60	5	5.0000
600	-2630	3430	60	5	5.0000
900	-2640	3440	300	10	2.0000
1200	-2650	3450	300	10	2.0000
1800	-2655	3455	600	5	0.5000

4.4.1. Prova a carico variabile

Si esegue in terreni aventi una permeabilità inferiore ai 10^{-5} cm/s. Può essere eseguita abbassando o sollevando il livello statico della falda nel foro e misurando poi la velocità di risalita o di discesa. I tempi e gli spostamenti vengono rappresentati su un diagramma semilogaritmico (fig. 59).

Il valore della permeabilità è dato da:

$$k = \frac{A}{C (t_2 - t_1)} \cdot \frac{\ln h_1}{h_2}$$

dove:

k = coefficiente di permeabilità in m/s

A = area di base del foro di sondaggio in m^2

h_1 e h_2 = altezza dei livelli rispetto all'altezza della falda, o al fondo del foro negli istanti t_1 e t_2 (fig. 60)

C = coefficiente dipendente dal diametro del sondaggio e dalla lunghezza del tratto indagato;

per $L \gg D$ $C = L$

per $L \leq D$ $C = 2\pi D + L$

Come stabiliscono le norme AGI, un controllo

Grafico infiltrazione

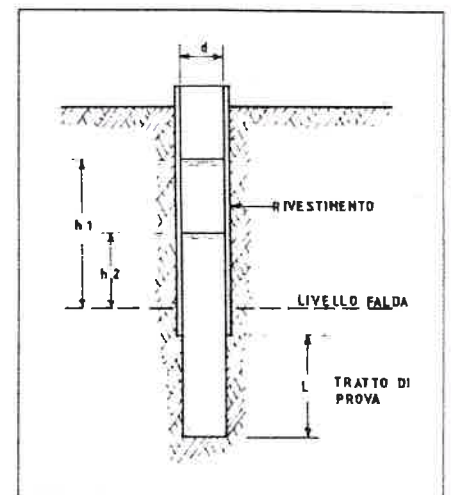
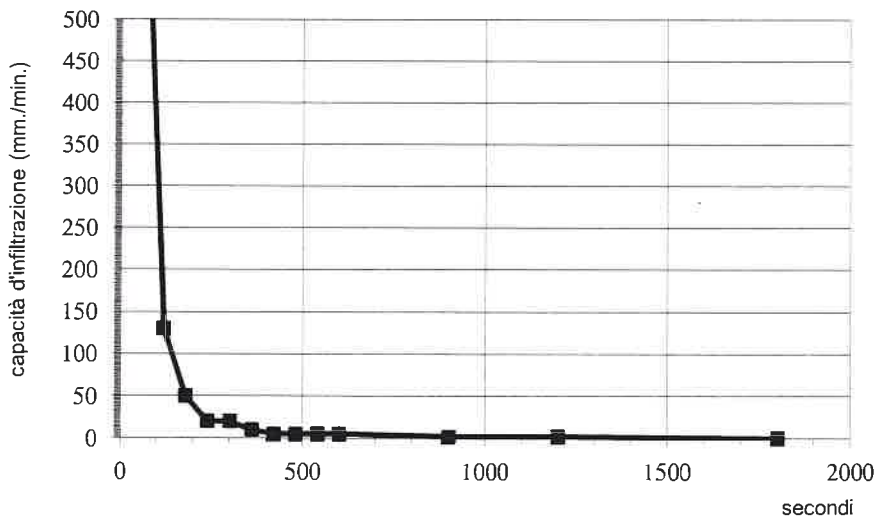


Figura 60. Prova di assorbimento a carico variabile.

D = diametro del foro

0.127 m

Raggio

0.0635 m

Area

0.012668 m²

C=L

0.5

L = tratto di prova

0.5 m

h1 = altezza del livello dell'acqua a t1: 60 s

1.82 m

h2 = altezza del livello dell'acqua a t2: 1800 s

1.545 m

Livello Falda

4.2 m

K=

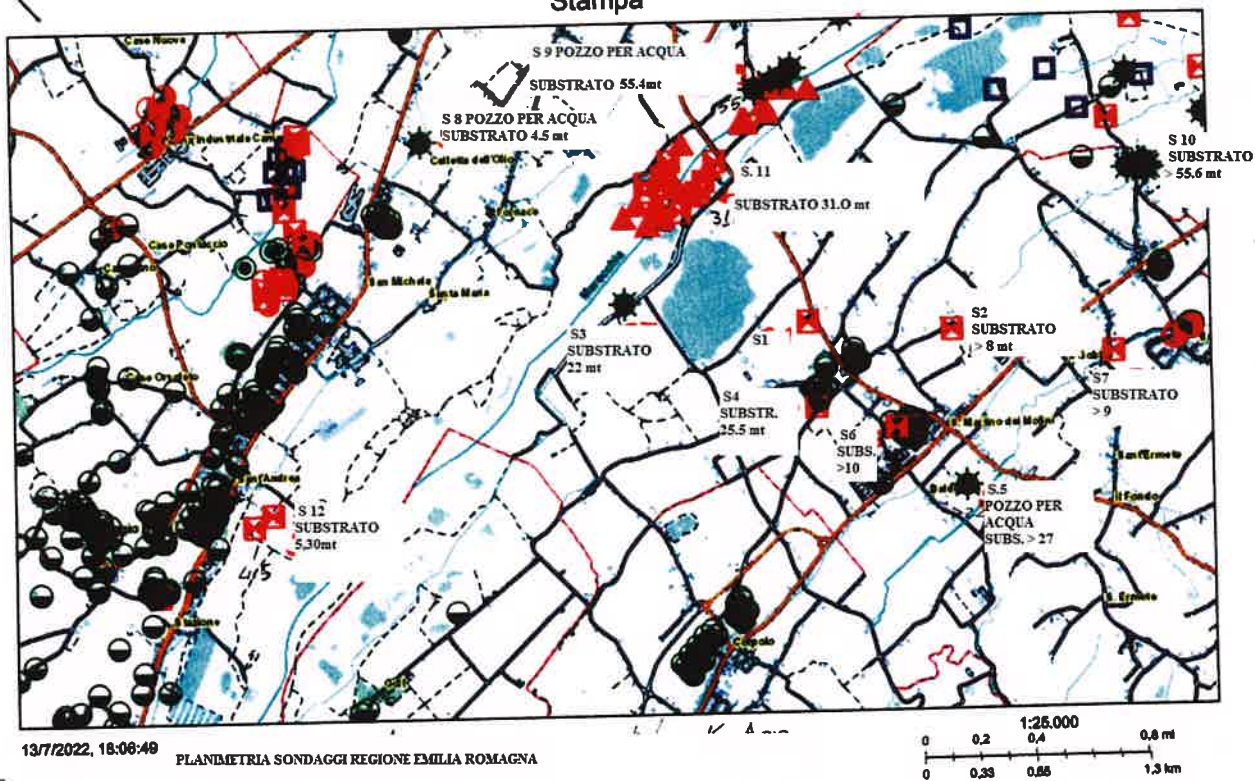
1.04E-06

m/sec

APPENDICE – C–

DATI BIBLIOGRAFICI

Stampa



PROFILO RIASSUNTIVO DEL SONDAGGIO STRATIGRAFICO

San Martina (nitrate)

SCALA 1:100

0000000000 Identificazione Spazio Dati Geografici

PROVINCIA: Roma
COMUNE: Santhodagione di Rorogno

**S 2
CAROTAGGIO
CONTINUO**

SEDE EIA: 01400
PUBBL. C. 01400
FIDEL. 01400

DATA DI C.A.: 02
PUBBLICAZIONE: 02/02
COMPLETAMENTO: 02/02/02

COMPAGNIA: ROMANA ACQUE S.P.A.

MODALITÀ: Prola Smeri (Regione Emilia-Romagna)
AUTORE: Stefano Guarguaglini (Regione Emilia-Romagna)
USO: Società Perforazioni Geotecniche

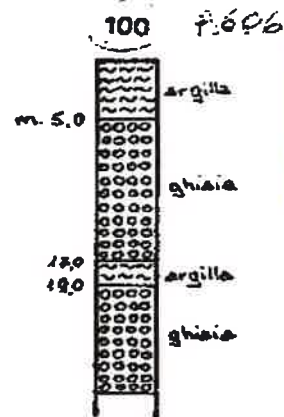
APPROVATO E CONFERMATO: Paolo Savari
DATA PERFORAZIONE: 06/12/2005
FIDEL. PERFORAZIONE: 06/12/2005

ALLEGATO: Tabella 2005



Realizzato nell'ambito dello studio
Studio della qualità chimica del fiume Marecchia: analisi qualitativa
a supporto della gestione sostenibile delle risorse idriche

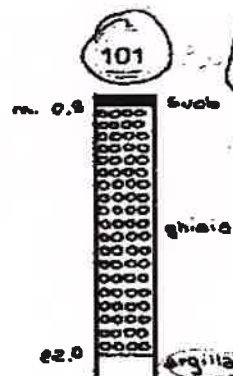
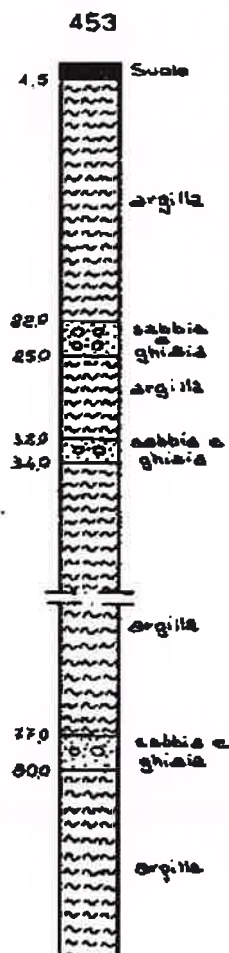
PROFONDITÀ	TRATTO SONDAGGIO	CAMPIONI	azoto nitrico mg/kg ST	azoto ammoniacale mg/kg ST	PROFONDITÀ	LITOLOGIA PER BANCA DATI	PROFONDITÀ STRATI (S.D.)	DESCRIZIONE PER BANCA DATI	MODALITÀ DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO PROVVISORIO	FAIDA	PROFONDITÀ
0	0				0		0.00	0.00				0
1	1				1		1.00	1.00				1
2	2				2		2.00	2.00				2
3	3				3		3.00	3.00				3
4	4				4		4.00	4.00				4
5	5				5		5.00	5.00				5
6	6				6		6.00	6.00				6
7	7				7		7.00	7.00				7
8	8				8		8.00	8.00				8
9	9				9		9.00	9.00				9
10	10				10		10.00	10.00				10
11	11				11		11.00	11.00				11
12	12				12		12.00	12.00				12
13	13				13		13.00	13.00				13
14	14				14		14.00	14.00				14
15	15				15		15.00	15.00				15
16	16				16		16.00	16.00				16
17	17				17		17.00	17.00				17
18	18				18		18.00	18.00				18
19	19				19		19.00	19.00				19
20	20				20		20.00	20.00				20
21	21				21		21.00	21.00				21
22	22				22		22.00	22.00				22
23	23				23		23.00	23.00				23
24	24				24		24.00	24.00				24
25	25				25		25.00	25.00				25
26	26				26		26.00	26.00				26
27	27				27		27.00	27.00				27
28	28				28		28.00	28.00				28
29	29				29		29.00	29.00				29
30	30				30		30.00	30.00				30
31	31				31		31.00	31.00				31
32	32				32		32.00	32.00				32
33	33				33		33.00	33.00				33
34	34				34		34.00	34.00				34
35	35				35		35.00	35.00				35
36	36				36		36.00	36.00				36
37	37				37		37.00	37.00				37
38	38				38		38.00	38.00				38
39	39				39		39.00	39.00				39
40	40				40		40.00	40.00				40
41	41				41		41.00	41.00				41
42	42				42		42.00	42.00				42
43	43				43		43.00	43.00				43
44	44				44		44.00	44.00				44
45	45				45		45.00	45.00				45
46	46				46		46.00	46.00				46
47	47				47		47.00	47.00				47
48	48				48		48.00	48.00				48
49	49				49		49.00	49.00				49
50	50				50		50.00	50.00				50
51	51				51		51.00	51.00				51
52	52				52		52.00	52.00				52
53	53				53		53.00	53.00				53
54	54				54		54.00	54.00				54
55	55				55		55.00	55.00				55
56	56				56		56.00	56.00				56
57	57				57		57.00	57.00				57
58	58				58		58.00	58.00				58
59	59				59		59.00	59.00				59
60	60				60		60.00	60.00				60
61	61				61		61.00	61.00				61
62	62				62		62.00	62.00				62
63	63				63		63.00	63.00				63
64	64				64		64.00	64.00				64
65	65				65		65.00	65.00				65
66	66				66		66.00	66.00				66
67	67				67		67.00	67.00				67
68	68				68		68.00	68.00				68
69	69				69		69.00	69.00				69
70	70				70		70.00	70.00				70
71	71				71		71.00	71.00				71
72	72				72		72.00	72.00				72
73	73				73		73.00	73.00				73
74	74				74		74.00	74.00				74
75	75				75		75.00	75.00				75
76	76				76		76.00	76.00				76
77	77				77		77.00	77.00				77
78	78				78		78.00	78.00				78
79	79				79		79.00	79.00				79
80	80				80		80.00	80.00				80
81	81				81		81.00	81.00				81
82	82				82		82.00	82.00				82
83	83				83		83.00	83.00				83
84	84				84		84.00	84.00				84
85	85				85		85.00	85.00				85
86	86				86		86.00	86.00				86
87	87				87		87.00	87.00				87
88	88				88		88.00	88.00				88
89	89				89		89.00	89.00				89
90	90				90		90.00	90.00				90
91	91				91		91.00	91.00				91
92	92				92		92.00	92.00				92
93	93				93		93.00	93.00				93
94	94				94		94.00	94.00				94
95	95				95		95.00	95.00				95
96	96				96		96.00	96.00				96
97	97				97		97.00	97.00				97
98	98				98		98.00	98.00				98
99	99				99		99.00	99.00				99
100	100				100		100.00	100.00				100



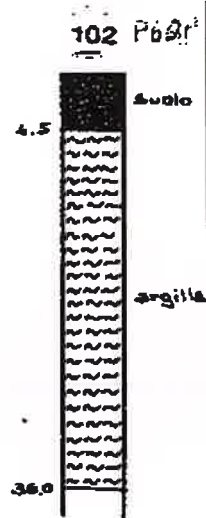
S5
POZZO PER ACQUA
SUBSTRATO >28 MT

POZZI PER ACQUA

S3, S5, S8



S3
POZZO PER
ACQUA
PROF.
SUBSTRATO
22 MT



S8
POZZO PER ACQUA
PROF. SUBSTRATO
4.5 MT

2014-2015 **2015-2016** **2016-2017** **2017-2018** **2018-2019**

RESEARCH DESIGN

[illegible]

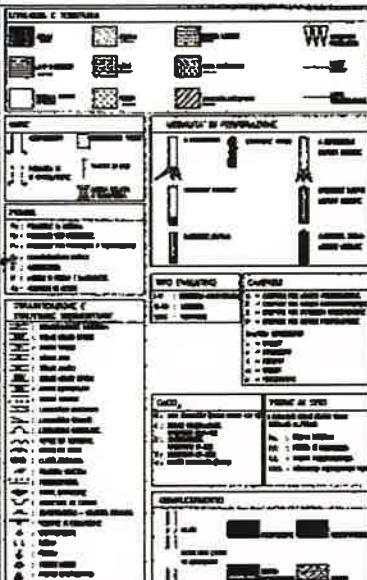
check call center: 216-711-
VISA card:
card number:

Order: 240

the others

[illegible]

Revised version of the French CARS 0-30-4000 Copyright by SAGE & CC-BY



100% POLYMER-PA, 4 FT. TYPICAL

1 - 100% PA _____
- 100% PA (10) _____
- 100% PA _____

2 - 100% PA _____
- 100% PA (10) _____
- 100% PA _____

3 - 100% PA _____
- 100% PA (10) _____
- 100% PA _____

4 - 100% PA _____
- 100% PA (10) _____
- 100% PA _____

5 - 100% PA _____
- 100% PA (10) _____
- 100% PA _____

6 - 100% PA _____
- 100% PA (10) _____
- 100% PA _____

WFO: 1/1/82

AREA: WFO

- Investigation (1/1/82)
- Control
- Master's Room
- Signs-Out
- Remarks

AREA: WFO

- Investigation (1/1/82)
- Control
- Master's Room
- Signs-Out
- Remarks

WFO: 1/1/82

- Investigation (1/1/82)
- Control
- Master's Room
- Signs-Out
- Remarks

AREA: WFO

- Investigation (1/1/82)
- Control
- Master's Room
- Signs-Out
- Remarks

PHONE IN STUD		
NAME		
ADDRESS		
CITY		
STATE		
ZIP		
PHONE		

§ 4

CAROTAGGIO CONTINUO

SUBSTRATO A 25.5 MT

[illegible]

Committente Ing. BERTI		S. Martino del Mulini		Rif. 93002		S. 6 CAROTAGGIO CONTINUO		GEOEMME 2 SERVIZI GEOLOGICI E GEOTECNICI	
Cantiere SANTARCANGELO R.		Data GEN. 83		Quota p.c.				VIA CECCHARELLI 29/A 47037 RAVENNA - TEL. 0541/779215	
SOND. N. 1				sistema di perforazione: ROTAZIONE diametro 101 mm rivestimento: Diametro 127 mm					
PROF. DAL P. C.	SPESSORE STRATI		DESCRIZIONI	PERCENT. CAROTAGG.	S.P.T.				
					Pro x 10 cm.	N x 10 cm.			
1.80			1.80-2.00: LIMO MOLLASSO FINEGGIATO SABBOSO MARRONE-GRIGIO CON FREQUENTI NODI CALCIARI E CRISTALLI, ARGENTIFERI.						
1.3			2.00-2.20: SABBIA MEDIO-FINE IN PREVALENZA CALCIARIA IN MATRICE SABBIA SABBIA GRIGIA-LIMOSA GRIGIO-NUCCOLA, FINE-MED.						
1.30									
2.5			2.20-2.40: SABBIA MEDIO-GRASSOLANA IN MATRICE SABBIA FINE-MED.			22	34 48 50		
2.3									
1.3			2.40-2.60: SABBIA FINE-MED. ARGENTIFERA, CALCIARIA IN MATRICE SABBIA GRIGIO-NUCCOLA ARGENTIFERA. LA MATRICE TONDE A DIVENTARE FIN LIMOSA NEGLI STRATI PIU' DELL'INTERVALLO.						
1.80									
5.0			2.60-2.80: SABBIA FINE-MED. ARGENTIFERA, DI NATURA CALCIARIA IN MATRICE SABBIA GRIGIO-LIMOSA FINE, DI COLORE NUCCOLA-GRIGIO.			22	28 34 48		
5.0									
5.8			2.80-3.00: SABBIA MEDIO-GRASSOLANA CON FREQUENTE QUANTITA' CALCIARI E MESSAGGIO CRISTALLI MIO. 1 CM.						
5.2			3.00-3.20: SABBIA MEDIO-FINE IN MATRICE SABBIA DI COLORE NUCCOLA-GRIGIO.						
2.80									
8.7			3.20-3.40: SABBIA MEDIO-GRASSOLANA IN SCARSA MATRICE SABBIA.						
8.7									
8.4			3.40-3.60: SABBIA MEDIO-FINE IN MATRICE SABBIA FINE-GRASSOLANTE LIMOSA.						
10									
			n. 2 cassette catalografici						

UBICAZIONE 434-435

P434

S 7
CAROTAGGIO
CONTINUO

**PROFILO RIASSUNTIVO
DEL SONDAGGIO STRATIGRAFICO**

Prati Casare (nitrati)

SCALA 1:100

05003392 Identificazione bene del Campione

PROVINCIA: Firenze
COMUNE: Santarcangelo di Romagna

SECONDA CILIA: 05003392
PRIMA CILIA: 05003392
TERZA CILIA: 05003392

QUOTA: 10
MONTAGNA: 05003392
COORDINATE: 770000, 000000

COMITATO: ROMAGNA ACQUE S.P.A.

PROGETTO: Paolo Sordi (Regione Emilia-Romagna)
REALIZZAZIONE: Stefano Giuseppe (Regione Emilia-Romagna)
AUTORE: Scatellato Perforazione Geologica

RESPONSABILE DI CANTIERE: Paolo Sordi
DATA REALIZZAZIONE: 16/12/2005
DATA APPROVAZIONE: 05/12/2005

APPROVAZIONE: febbraio 2006



Realizzato nell'ambito della attività
Studio della qualità chimica del fiume Marecchia: analisi qualitativa
a supporto della gestione sostenibile delle risorse idriche

PROFONDITA'	PROFONDITA' campion	azoto nitroso mg/kg ST	azoto ammoniacale mg/kg ST	PROFONDITA'	LITOLOGIE PER BANCA DATI	PROFONDITA' STRAT. (S.D.)	DESCRIZIONE PER BANCA DATI	MODALITA' DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO PROVVISORIO	FALDA	PROFONDITA'
0				0		0.00	terra				0
1				1		0.01	terra				1
2				2		0.02	terra				2
3				3		0.03	terra				3
4				4		0.04	terra				4
5				5		0.05	terra				5
6				6		0.06	terra				6
7				7		0.07	terra				7
8				8		0.08	terra				8
9				9		0.09	terra				9
10				10		0.10	terra				10
11				11		0.11	terra				11
12				12		0.12	terra				12
13				13		0.13	terra				13
14				14		0.14	terra				14
15				15		0.15	terra				15
16				16		0.16	terra				16
17				17		0.17	terra				17
18				18		0.18	terra				18
19				19		0.19	terra				19
20				20		0.20	terra				20
21				21		0.21	terra				21
22				22		0.22	terra				22
23				23		0.23	terra				23
24				24		0.24	terra				24
25				25		0.25	terra				25
26				26		0.26	terra				26
27				27		0.27	terra				27
28				28		0.28	terra				28
29				29		0.29	terra				29
30				30		0.30	terra				30
31				31		0.31	terra				31
32				32		0.32	terra				32
33				33		0.33	terra				33
34				34		0.34	terra				34
35				35		0.35	terra				35
36				36		0.36	terra				36
37				37		0.37	terra				37
38				38		0.38	terra				38
39				39		0.39	terra				39
40				40		0.40	terra				40
41				41		0.41	terra				41
42				42		0.42	terra				42
43				43		0.43	terra				43
44				44		0.44	terra				44
45				45		0.45	terra				45
46				46		0.46	terra				46
47				47		0.47	terra				47
48				48		0.48	terra				48
49				49		0.49	terra				49
50				50		0.50	terra				50
51				51		0.51	terra				51
52				52		0.52	terra				52
53				53		0.53	terra				53
54				54		0.54	terra				54
55				55		0.55	terra				55
56				56		0.56	terra				56
57				57		0.57	terra				57
58				58		0.58	terra				58
59				59		0.59	terra				59
60				60		0.60	terra				60
61				61		0.61	terra				61
62				62		0.62	terra				62
63				63		0.63	terra				63
64				64		0.64	terra				64
65				65		0.65	terra				65
66				66		0.66	terra				66
67				67		0.67	terra				67
68				68		0.68	terra				68
69				69		0.69	terra				69
70				70		0.70	terra				70
71				71		0.71	terra				71
72				72		0.72	terra				72
73				73		0.73	terra				73
74				74		0.74	terra				74
75				75		0.75	terra				75
76				76		0.76	terra				76
77				77		0.77	terra				77
78				78		0.78	terra				78
79				79		0.79	terra				79
80				80		0.80	terra				80
81				81		0.81	terra				81
82				82		0.82	terra				82
83				83		0.83	terra				83
84				84		0.84	terra				84
85				85		0.85	terra				85
86				86		0.86	terra				86
87				87		0.87	terra				87
88				88		0.88	terra				88
89				89		0.89	terra				89
90				90		0.90	terra				90
91				91		0.91	terra				91
92				92		0.92	terra				92
93				93		0.93	terra				93
94				94		0.94	terra				94
95				95		0.95	terra				95
96				96		0.96	terra				96
97				97		0.97	terra				97
98				98		0.98	terra				98
99				99		0.99	terra				99
100				100		1.00	terra				100

P613

STRATIGRAFIE DEI POZZI CAMPIONE 23288

POZZO MA1 146

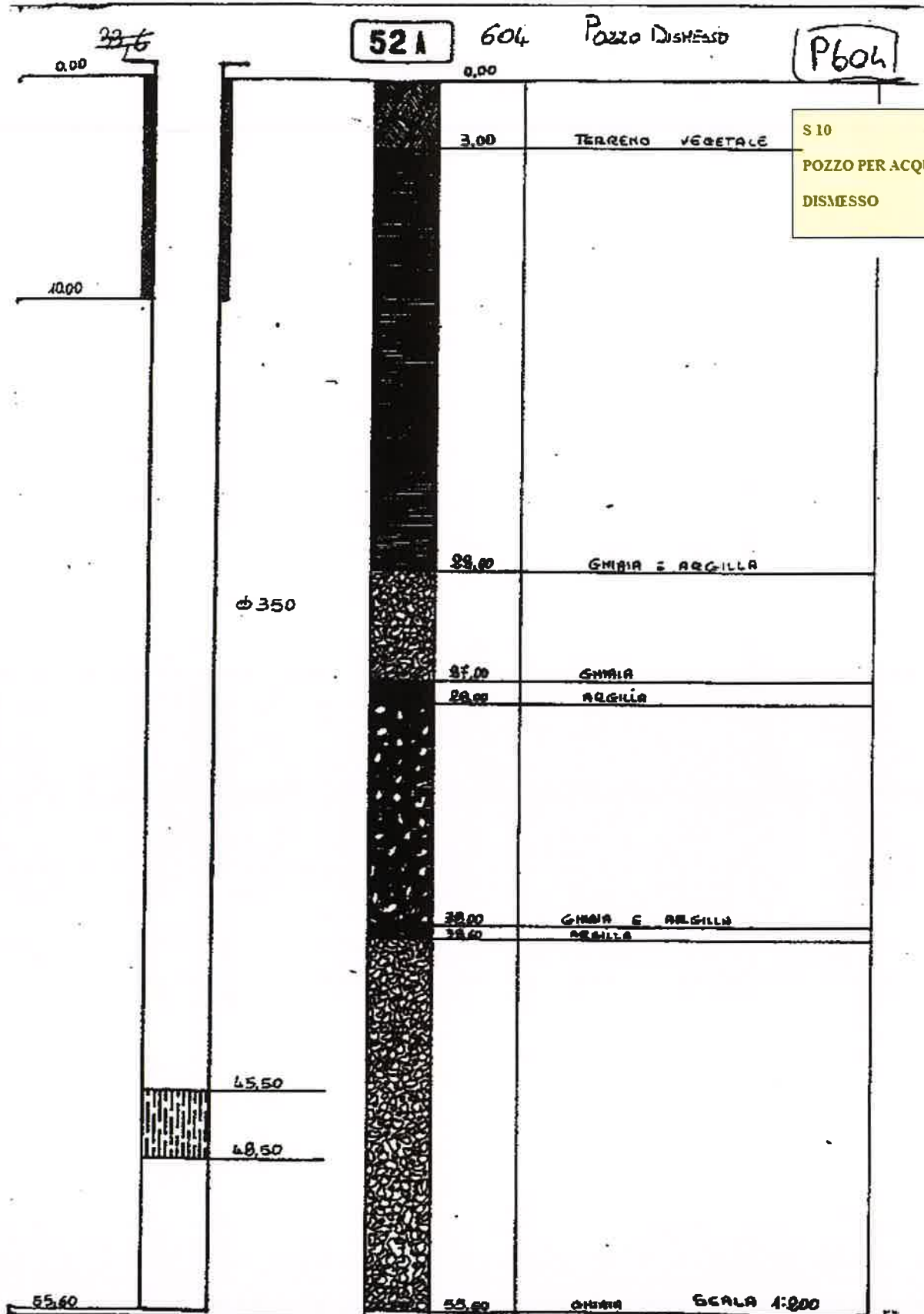
CONSORZIO USO - CONCA - AGRO RIMINESE

QUOTA P.C. 40,10

Quota s.l.m.	Profondità in mt.	Colonna stratigrafica	Descrizione del terreno	N. stat.	lit. dia.
					S 9
					POZZO PER ACQUA
					SUBSTRATO
					55.40 mt
	5		Ghiaia con ciottoli, sabbia molto argillosa giallastra		
	10				
	15				
	20				
	20.80		Argilla gialla sabbiosa		
	22.40		Ghiaia con ciottoli ed argilla sabbiosa giallastra		
	28.30		Argilla sabbiosa		
	30.15		Ghiaia		
	34.20		Argilla grigia plastica molto sabbiosa		
	41.40		Ghiaia e ciottoli in sabbia argillosa		
	45.40		Argilla giallastra limosa con qualche residuo ghiaioso		
	55.40		Argilla limosa grigia compattata		
	60.00				
	65				
	70				
	75				
	80				
	85				
	90				
	95				
	100				
	105				
	110				
	115				
	120				

— Cementazione

--- Tubo fessurato



10 melle
concrete
Piano capogno 65m

3° - Incongruenza

Consulente Cantiere Localita' Data		AMAR. ROMA S. Martino del M. Mar. SE		RS. Q. 00070 Q. 000		GEODINAM. 2 AZIONE SISMICA E APPENDICI CONSOLIDAMENTI ROMA	
SOND. N. 6		Sistema di perforazione: SONDAGGIO ROTATIVO CON SONDAGGIO ROTATIVO CON SONDAGGIO ROTATIVO					
Profondità m	Intervallo m	Descrizione	Resistenza MPa	Resistenza MPa/cm	Resistenza MPa/cm	Resistenza MPa/cm	Resistenza MPa/cm
0.0	0.5						
0.5	1.0						
1.0	1.5						
1.5	2.0						
2.0	2.5						
2.5	3.0						
3.0	3.5						
3.5	4.0						
4.0	4.5						
4.5	5.0						
5.0	5.5						
5.5	6.0						
6.0	6.5						
6.5	7.0						
7.0	7.5						
7.5	8.0						
8.0	8.5						
8.5	9.0						
9.0	9.5						
9.5	10.0						
10.0	10.5						
10.5	11.0						
11.0	11.5						
11.5	12.0						
12.0	12.5						
12.5	13.0						
13.0	13.5						
13.5	14.0						
14.0	14.5						
14.5	15.0						
15.0	15.5						
15.5	16.0						
16.0	16.5						
16.5	17.0						
17.0	17.5						
17.5	18.0						
18.0	18.5						
18.5	19.0						
19.0	19.5						
19.5	20.0						
20.0	20.5						
20.5	21.0						
21.0	21.5						
21.5	22.0						
22.0	22.5						
22.5	23.0						
23.0	23.5						
23.5	24.0						
24.0	24.5						
24.5	25.0						
25.0	25.5						
25.5	26.0						
26.0	26.5						
26.5	27.0						
27.0	27.5						
27.5	28.0						
28.0	28.5						
28.5	29.0						
29.0	29.5						
29.5	30.0						
30.0	30.5						
30.5	31.0						
31.0	31.5						
31.5	32.0						
32.0	32.5						
32.5	33.0						
33.0	33.5						
33.5	34.0						
34.0	34.5						
34.5	35.0						
35.0	35.5						
35.5	36.0						
36.0	36.5						
36.5	37.0						
37.0	37.5						
37.5	38.0						
38.0	38.5						
38.5	39.0						
39.0	39.5						
39.5	40.0						
40.0	40.5						
40.5	41.0						
41.0	41.5						
41.5	42.0						
42.0	42.5						
42.5	43.0						
43.0	43.5						
43.5	44.0						
44.0	44.5						
44.5	45.0						
45.0	45.5						
45.5	46.0						
46.0	46.5						
46.5	47.0						
47.0	47.5						
47.5	48.0						
48.0	48.5						
48.5	49.0						
49.0	49.5						
49.5	50.0						
50.0	50.5						
50.5	51.0						
51.0	51.5						
51.5	52.0						
52.0	52.5						
52.5	53.0						
53.0	53.5						
53.5	54.0						
54.0	54.5						
54.5	55.0						
55.0	55.5						
55.5	56.0						
56.0	56.5						
56.5	57.0						
57.0	57.5						
57.5	58.0						
58.0	58.5						
58.5	59.0						
59.0	59.5						
59.5	60.0						
60.0	60.5						
60.5	61.0						
61.0	61.5						
61.5	62.0						
62.0	62.5						
62.5	63.0						
63.0	63.5						
63.5	64.0						
64.0	64.5						
64.5	65.0						
65.0	65.5						
65.5	66.0						
66.0	66.5						
66.5	67.0						
67.0	67.5						
67.5	68.0						
68.0	68.5						
68.5	69.0						
69.0	69.5						
69.5	70.0						
70.0	70.5						
70.5	71.0						
71.0	71.5						
71.5	72.0						
72.0	72.5						
72.5	73.0						
73.0	73.5						
73.5	74.0						
74.0	74.5						
74.5	75.0						
75.0	75.5						
75.5	76.0						
76.0	76.5						
76.5	77.0						
77.0	77.5						
77.5	78.0						
78.0	78.5						
78.5	79.0						
79.0	79.5						
79.5	80.0						
80.0	80.5						
80.5	81.0						
81.0	81.5						
81.5	82.0						
82.0	82.5						
82.5	83.0						
83.0	83.5						
83.5	84.0						
84.0	84.5						
84.5	85.0						
85.0	85.5						
85.5	86.0						
86.0	86.5						
86.5	87.0						
87.0	87.5						
87.5	88.0						
88.0	88.5						
88.5	89.0						
89.0	89.5						
89.5	90.0						
90.0	90.5						
90.5	91.0						
91.0	91.5						
91.5	92.0						
92.0	92.5						
92.5	93.0						
93.0	93.5						
93.5	94.0						
94.0	94.5						
94.5	95.0						
95.0	95.5						
95.5	96.0						
96.0	96.5						
96.5	97.0						
97.0	97.5						
97.5	98.0						
98.0	98.5						
98.5	99.0						
99.0	99.5						
99.5	100.0						

N. 8
 SONDAGGIO
 SONDAGGIO A ROTAZIONE CON SONDAGGIO ROTATIVO CON SONDAGGIO ROTATIVO
 SONDAGGIO A ROTAZIONE CON SONDAGGIO ROTATIVO CON SONDAGGIO ROTATIVO
 SONDAGGIO A ROTAZIONE CON SONDAGGIO ROTATIVO CON SONDAGGIO ROTATIVO
 SONDAGGIO A ROTAZIONE CON SONDAGGIO ROTATIVO CON SONDAGGIO ROTATIVO

S 11
CAROTAGGIO CONTINUO
SUBSTRATO A 31.0 mt



STUDIO T.I.

SOCIETA' DI ENGINEERING
STUDI E RICERCHE
PROGETTI
DIREZIONI LAVORI
CONSULENZE

Committente: E.L.M.I. Srl

Localita': MOLINO MORONI

Sondaggio n.: 1

Data : 15/05/93 Quota p.c.: 65.9 Rep. : 161

P431

STUDIO T.I. s.r.l. Viale Pascoli 174 47037 Rimini Tel. 0541-384000 Fax 0541-382292

note lm	Profondita' in mt.	Colonna stratigr.	Descrizione del terreno	Pocket	Vane	NOTE
1	0.40		terreno agricolo di colore marrone argillo-sabbioso			
2						
3						
4						
5	1.80 liv. stat.					
6	5.30					
7	7.20		Argilla di colore grigio, compatta, torosa debolmente limosa			
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

S 12

CAROTAGGIO CONTINUO

PROFONDITA' SUBSTRATO 5.30 MT

UBICAZIONE

431-432

S.12

CAROTAGGIO

CONTINUO

SUBSTRATO

5.30 mt