



COMMISSARIO DI GOVERNO

PER IL CONTRASTO DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO
NELLA REGIONE PUGLIA



INTERVENTO 16IR847/G1 "MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NELL'ABITATO DI SECLÌ - COMPLETAMENTO"

CUP: B27H21004930001
CIG 9101884848

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Raffaele SANNICANDRO

RTP INCARICATO

Capogruppo Mandatario



Dott. Ing.
Michele DE MARCO

Mandanti

Dott. Arch. Giampiero PORTULANO

Dott. Geol. Rita AMATI

CONSULENTI SPECIALISTICI

Dott. Agr. Saverio INTERNÒ

Dott. Patrizia GUASTELLA

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO N

R02

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA
E SISMICA

0	EMISSIONE	Dicembre 2023
Rev.	Descrizione	Data



INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA D'INTERVENTO E INQUADRAMENTO CON IL PGRA	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
3.1 Litostratigrafia	8
4. GEOMORFOLOGIA	13
5. IDROGEOLOGIA	17
5.1 PERMEABILITA' DELLE ROCCE AFFIORANTI	18
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE	20
6.1 Perforazione di sondaggio e prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc	21
6.1. Indagini Geofisiche: tomografia elettrica e indagine Masw	26
6.2. Indagini di laboratorio geotecnico	30
7. STIMA DEL VSEQU DA INDAGINI MASW E DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO (NTC 2018)	31
8. GEOLOGIA DI DETTAGLIO	33
8.1. Modello geologico di sottosuolo	33
9. CARATTERI GEOTECNICI	34
10. MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA "PERICOLOSITA' DI BASE" DEL SITO	36
11. CONSIDERAZIONI FINALI	39

Allegati:

ALLEGATO 1- Planimetria con ubicazione delle indagini

ALLEGATO 2- Carta geolitologica

ALLEGATO 3- Pozzi Ente irrigazione per lo sviluppo dell'Irrigazione e la trasformazione fondiaria in Puglia- Lucania e Irpinia-Bari

Elaborato a corredo della presente relazione:

R02a: RELAZIONE SULE INDAGINI



PROGETTO DEFINITIVO

1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di definire il modello geologico, la modellazione sismica e gli aspetti geotecnici del sito interessato da Progetto Definitivo relativo agli interventi di "Mitigazione del rischio idraulico nell'abitato di Seclì - Completamento" (Codice ReNDis 16IR847/G1), che prevede il **completamento** di un'opera già realizzata, denominata LE45A/, mediante la realizzazione di una **vasca di laminazione** ed un **sistema disperdente** in grado di contenere il volume di piena con un franco di sicurezza idraulico pari almeno ad 1 m, onde evitare esondazioni dal Canale "Coltura" già esistente.

Al fine di redigere la presente relazione in conformità a quanto previsto dalle Norme tecniche per le costruzioni **D.M. 17/01/2018** e dalla Circolare Ministeriale (Circolare MIT n.7/2019) è stato eseguito:

- un rilevamento geologico e geomorfologico di superficie;
- una raccolta di cartografia e informazioni di letteratura scientifica relative all'area in parola;
- una raccolta di dati derivanti da campagne di indagini geognostiche pregresse eseguite nell'ambito del "Progetto per il risanamento idraulico della rete pluviale del centro abitato (importo lavori Euro 200.000,00)" – Studio geologico a firma del Dott. Geol. Donato A. Stifani (datato 2010) a corredo del Progetto Preliminare del II stralcio (Elaborato "446.34 -28 Studi di conoscenza" e del Progetto Esecutivo per "Interventi di Mitigazione del rischio idraulico dell'abitato di Seclì" cod. intervento LE045A/10 (campagna d'indagini, eseguite in febbraio 2015- predisposta con tavolo tecnico del 7.10.2014 e approvata con nota del Commissario Delegato Straordinario n. 2983/14 del 17.11.2014). In APPENDICE alla "Relazione sulle indagini" sono riportate stralci delle risultanze di tali indagini pregresse, prese in considerazione nel presente Progetto;
- una campagna di indagini geognostiche eseguite nell'area di sedime della vasca di laminazione in Progetto, sia di tipo diretto che indiretto, meglio descritte nel seguito e le cui risultanze sono riportate nell'elaborato specialistico "Relazione sulle indagini geognostiche" (elaborato R02a.) che è parte integrante della presente relazione geologica;
- una raccolta di dati stratigrafici, derivanti da perforazioni di pozzi per acqua realizzati dall'Ente per lo sviluppo dell'Irrigazione e la trasformazione fondiaria in Puglia- Lucania e Irpinia-Bari nell'ambito delle ricerche delle acque sotterranee in Provincia di Lecce (ALLEGATO 3, come anche riportato in allegato alla Relazione sulle indagini geognostiche).

Nello specifico, la campagna geognostica è consistita nell'esecuzione di indagini di tipo diretto e indiretto, ubicate come in planimetria in ALLEGATO 1 e come riportato nell'elaborato "Relazione sulle indagini" e di seguito descritte:

- n. 1 perforazione di sondaggio geognostico eseguita nell'area di sedime della vasca di laminazione di nuova realizzazione (p.lla 1021), terebrato fino al rinvenimento del calcare costituente il substrato (stratigrafia del sondaggio e documentazione fotografica sulle indagini si riportano in ALLEGATO 2 ed ALLEGATO 3 della "Relazione sulle indagini"), con prelievo di campioni per le prove di laboratorio geotecnico (ALLEGATO 5 della "Relazione sulle indagini"); nello specifico si sono prelevati n. 2 campioni indisturbati (C1 e C2) e n. 1 campione rimaneggiato nei calcari del substrato (CR1);
- n. 2 prove di permeabilità in foro di sondaggio di tipo LeFranc, a carico variabile, a varie profondità (da 2 a 3 m di profondità dal p.c. e da 4 a 5,50 m di profondità dal p.c.) per caratterizzare la permeabilità dei litotipi presenti ai fini dello smaltimento di acque piovane negli strati superficiali di sottosuolo;
- n. 1 stendimento di tomografia elettrica con misure multielettrodo di resistività, in configurazione dipolo-dipolo e Wenner, al fine di determinare le caratteristiche elettriche dei litotipi indagati e il loro stato di saturazione (ALLEGATO 4 della "Relazione sulle indagini");
- n. 1 prospezione di sismica con tecnica MASW per la determinazione delle onde di taglio (S), ubicato lungo la tomografia elettrica; tale tecnica, che misura il tempo di propagazione delle onde elastiche nel sottosuolo, ha consentito di rilevare il dato sismico a maggiori profondità per la stima del $V_{s,eq}$ al fine di attribuire al sottosuolo in esame una delle categorie di suolo ai sensi delle NTC2018 (ALLEGATO 4 della "Relazione sulle indagini").

La perforazione di sondaggio e le prove di laboratorio Geotecnico sui campioni sono state condotte dalla ditta Geoprove s.r.l di Ruffano (LE) mentre le indagini indirette a carattere geofisico dalla Laborgeo S.r.l. di Matera, e coadiuvate dalla scrivente Dott. Geol Rita Amati, mandante dell'RTP incaricata per la Progettazione in oggetto.



PROGETTO DEFINITIVO

Sulla base delle conoscenze acquisite si sono definiti i caratteri geologici, idrogeologici, geotecnici e sismici del sito così come descritti nel seguito.



2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA D'INTERVENTO E INQUADRAMENTO CON IL PGRA

L'area oggetto del presente intervento ricade nella porzione nord-ovest del territorio comunale di Seclì, immediatamente sud della vora "Le Rose" e prossima alla strada vicinale Spartifeudo Galatone che, come dice il toponimo, rappresenta il limite amministrativo con il territorio comunale di Galatone. La zona interessata dall'intervento è coltivata ma priva di insediamenti residenziali consistenti (Fig. 1 e Fig. 2).

Topograficamente l'area di sedime della vasca di laminazione in progetto è situata a circa 66 m s.l.m e ricade nella tavoletta Tav. III N.E. del F.214 della Carta d'Italia IGM (Fig. 1) nel punto baricentrico di coordinate: UTM33 763689,823 m E 4447476,097 m N (WGS 84: 40,136368 18,095256) .

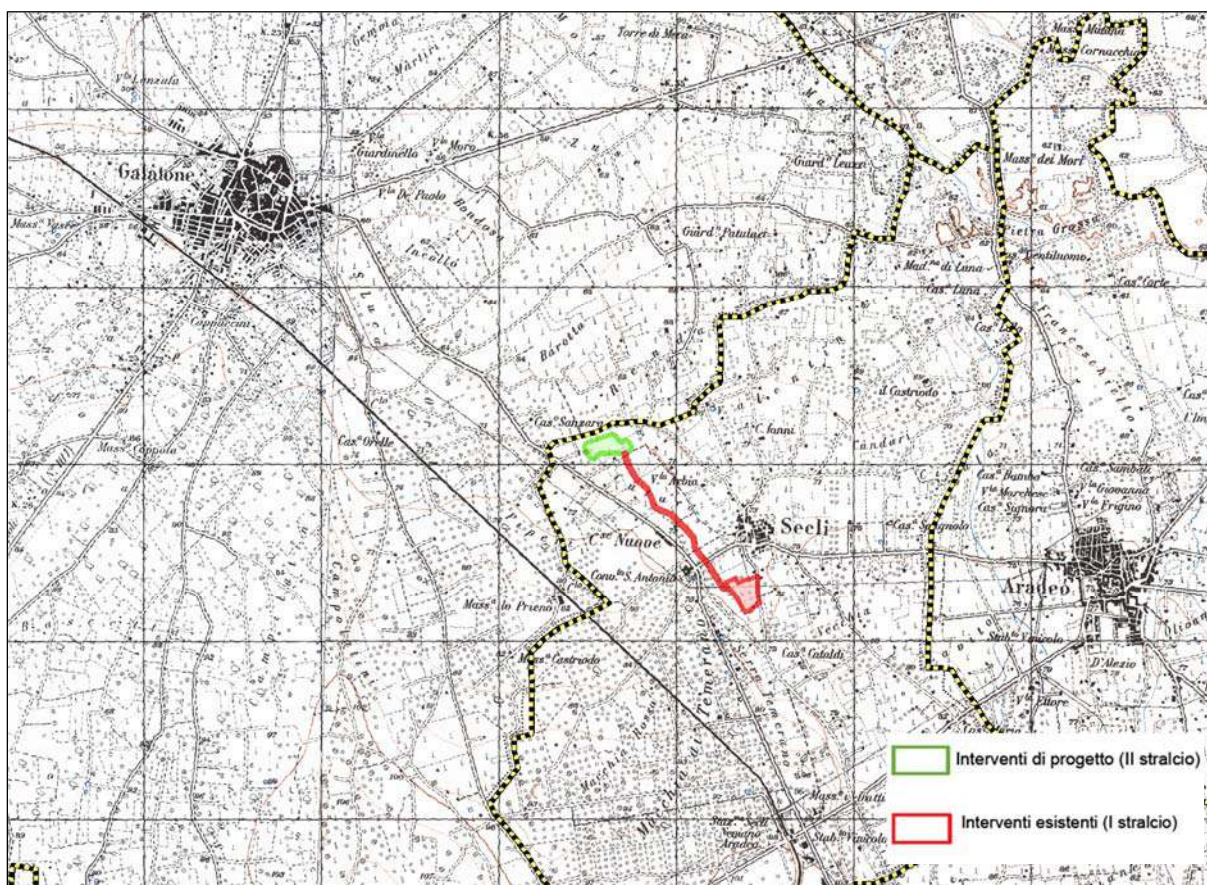


Figura 1 – Ubicazione degli interventi sulla cartografia IGM serie 25v



PROGETTO DEFINITIVO

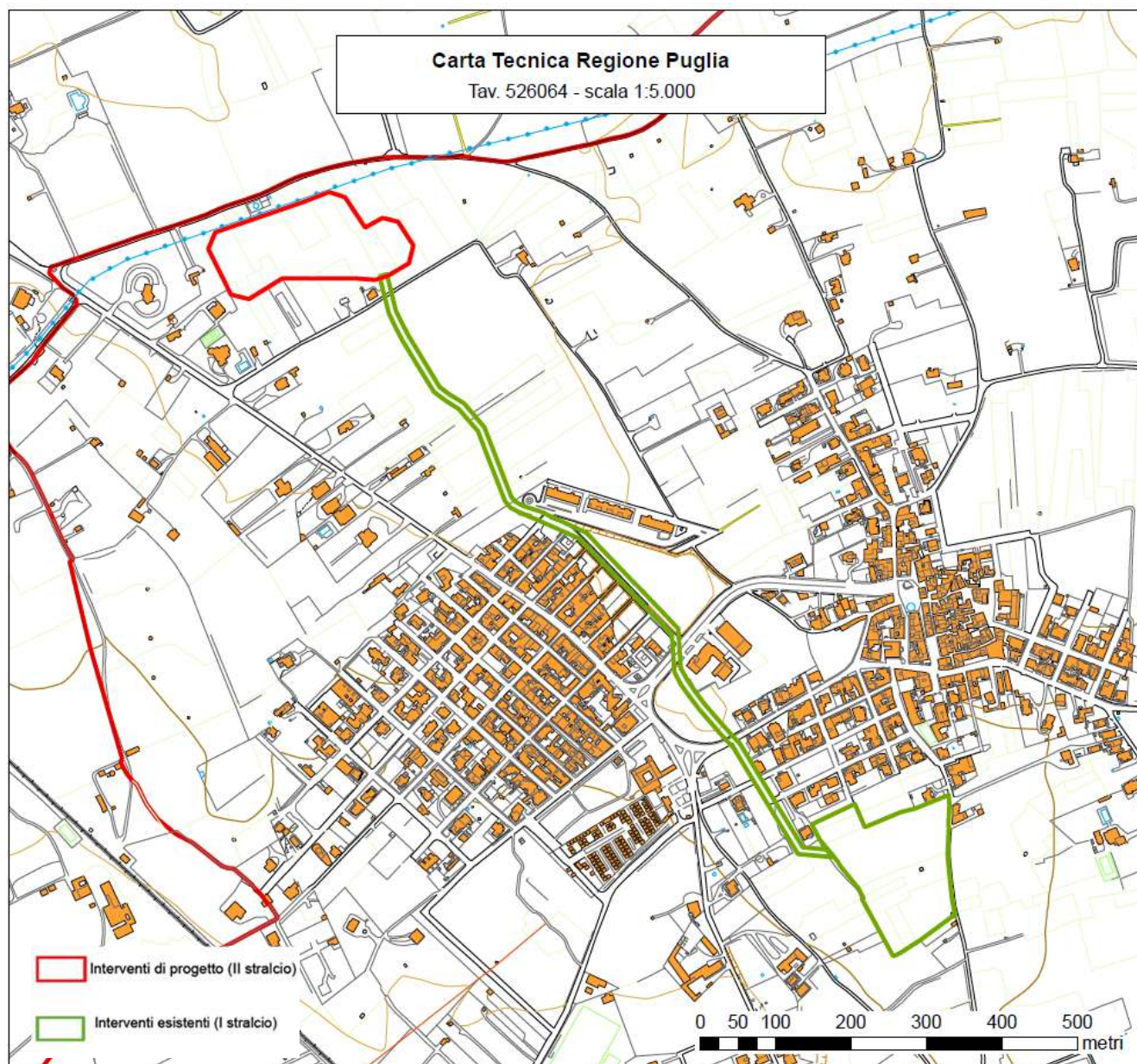


Figura 2 – Ubicazione degli interventi su CTR

Con riferimento al PGRA (Piano di Gestione Rischio Alluvioni) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale l'area di indagine è caratterizzata da perimetrazioni di alta, media e bassa pericolosità idraulica, nello specifico le aree perimetrate (con aggiornamento del febbraio 2022) sono quelle di Figura 3 e 4.

Tali aree pertanto necessitano di interventi di mitigazione del Rischio idraulico, che è proprio riguardante il Progetto definitivo in oggetto.



PROGETTO DEFINITIVO

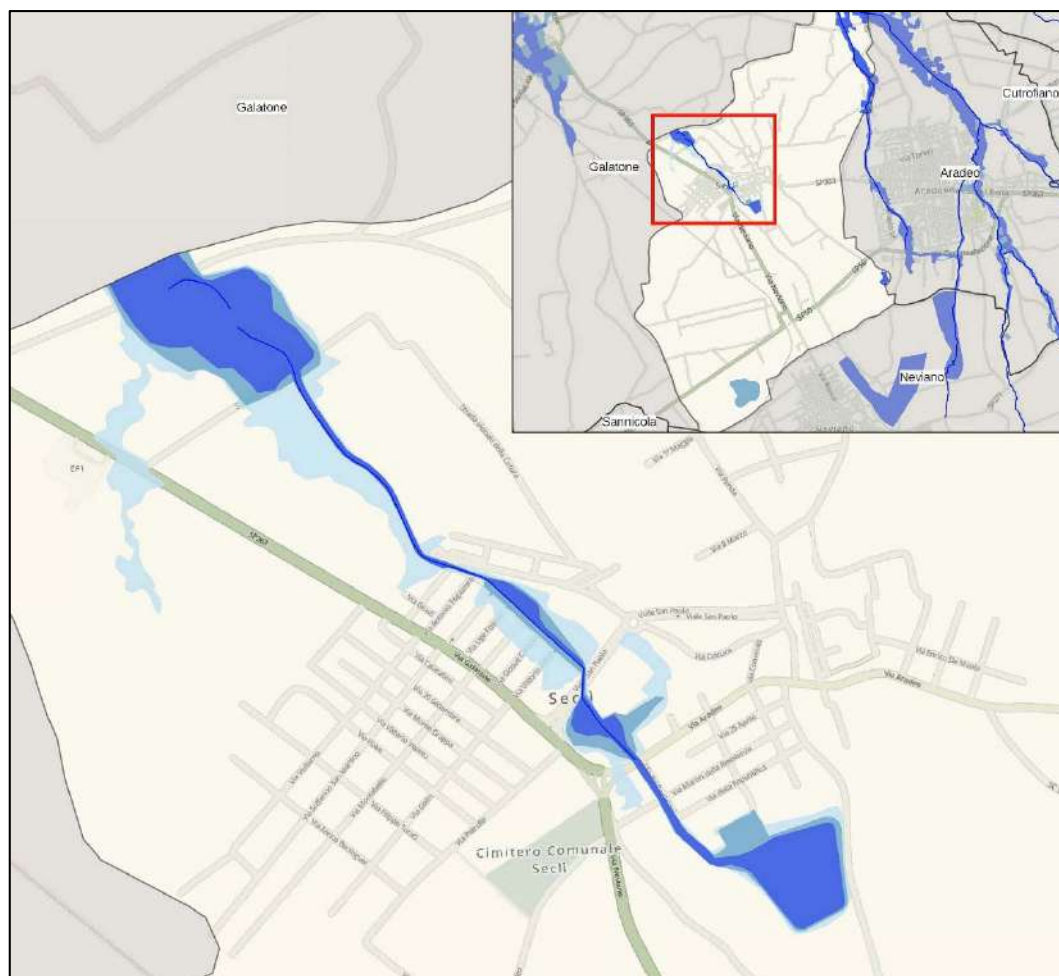


Figura 3 – Nuove perimetrazioni approvate con Decreto del Segretario Generale 760 del 02.11.2022



Figura 4 – Perimetrazioni idrauliche in corrispondenza della vasca di laminazione in progetto



PROGETTO DEFINITIVO

Con riferimento al Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia risulta che la zona di intervento ricade nella zona D - "Zone di protezione speciale idrogeologica", e in area a "tutela quali-quantitativa" dell'acquifero carsico, come raffigurato in fig. 5

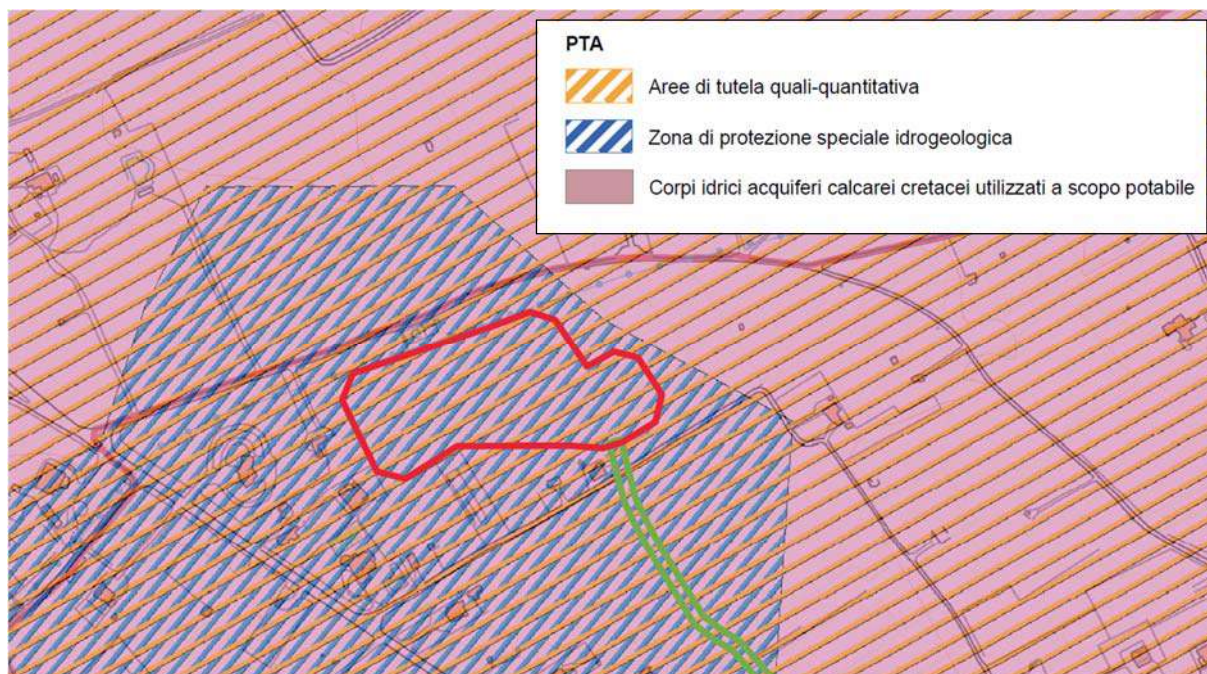


Figura 5 – Piano di Tutela delle Acque



3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 Litostratigrafia

Con riferimento alla carta geologica d'Italia in scala 1:100000 Fg 214 "Gallipoli", l'area del territorio comunale di Seclì, è geologicamente caratterizzata da un potente basamento carbonatico cretaceo (calcari della piattaforma Apula), affiorante in nel settore occidentale tra l'abitato di Seclì e Galatone, sovrastato in trasgressione da sequenze sedimentarie marine plio - pleistoceniche ("Calcareniti del Salento" e "Formazione di Gallipoli").

Nel territorio Comunale di Seclì e nei suoi dintorni affiorano le seguenti unità litostratigrafiche, dalla più antica alla più recente (Fig.6), che si descrivono brevemente qui di seguito:

- Calcari di Melissano (C ¹¹⁻⁷);
- Calcarenite del Salento (QP)
- Formazione di Gallipoli Qc1 e (Qs1)

Calcari di Melissano (C ¹¹⁻⁷) si tratta di calcari e calcari dolomitici. I calcari sono in genere bioclastici di colore biancastro, compatti ed a frattura irregolare ad essi si intercalano calcari porcellanacei ed a frattura concoide e calcari detritici o leggermente marnosi. A questi si intercalano calcari dolomitici, e raramente dolomie vacuolari nocciola. Lo spessore di questa formazione non è determinabile con precisione sebbene si aggiri sicuramente intorno a diverse migliaia di metri. A tal riguardo, va segnalato che la perforazione più profonda eseguita nel Salento (il pozzo Agip per ricerche petrolifere "Ugento 1") ha raggiunto la profondità di 4.535 metri sotto il piano campagna attraversando praticamente sempre gli stessi litotipi. Affiorano nel settore occidentale del Comune di Seclì, a costituire la dorsale avente allineamento Galatone-Casarano e si rinvengono nel sottosuolo, in corrispondenza della vasca di laminazione in progetto, ad una profondità di 9 m dal p.c.. Questa formazione ha molte analogie con il Calcare di Altamura del Gruppo dei Calcari delle Murge, studi geologici successivi, ai rilievi condotti per la redazione della Carta Geologica d'Italia (oramai obsoleta) hanno infatti correlato le due formazioni identificandola come Calcare di Altamura ("Carta Geologica delle Murge e del Salento", Ciaranfi, Pieri, Ricchetti, 1988).

Calcareniti del Salento (QP). Sono riunite in tali unità calcareniti, calcari grossolani tipo "Panchina" e sabbioni calcarei del Quaternario. Esse affiorano estesamente in corrispondenza delle aree morfologicamente depresse rispetto alle "Serre" salentine (serre di Campilatini, di Masseria Mosco e di Torre d'Alto). Litologicamente sono molto eterogenee risultano variamente compatte e grana da fine a media, dal tipico colore giallastro o grigio o rossastre, e talora argillosi, possono avere un grado di compattezza variabile dal tenace al friabile. Alla base presentano a luoghi un livello conglomeratico costituito da ciottoli di natura calcarea ben elaborati, immersi in matrice sabbiosa. Anche tale formazione geologica, per una migliore correlazione con gli omologhi depositi della zona murgiana, è identificabile come "Calcarenite di Gravina" ben osservabile nelle cave nei pressi di Galatone.

Formazione di Gallipoli (Qc1 e Qs1) sabbie argillose giallastre che passano inferiormente a marne argillose grigio azzurrastre (Qs1) con intercalate calcareniti ben cementate di età Calabrianica. Esse poggiano sulle calcareniti del Salento e a volte ad essi eteropici, affiorano nell'area sud orientale del territorio Secliota ed in particolare tra l'abitato di Seclì e Aradeo, Formazione geologica correlabile alle cosiddette " Argille subappennine " della zona Murgiana. Essa non è presente nell'area di ampliamento della vasca (loc. "Le Rose"), dove invece affiora la sola Calcarenite del Salento.

Non mancano in varie aree del territorio secliota **"Depositi colluviali recenti ed attuali"** Si tratta di depositi di facies continentale, accumulati ad opera delle acque correnti superficiali, colmano le depressioni percorse da fossi, canali e scoline, con spessori variabili sino ad un massimo di alcuni metri. Gli accumuli sono costituiti da sedimenti sciolti sabbioso-pelitici, dalla tipica colorazione rosso-brunastra ("terra rossa").



PROGETTO DEFINITIVO

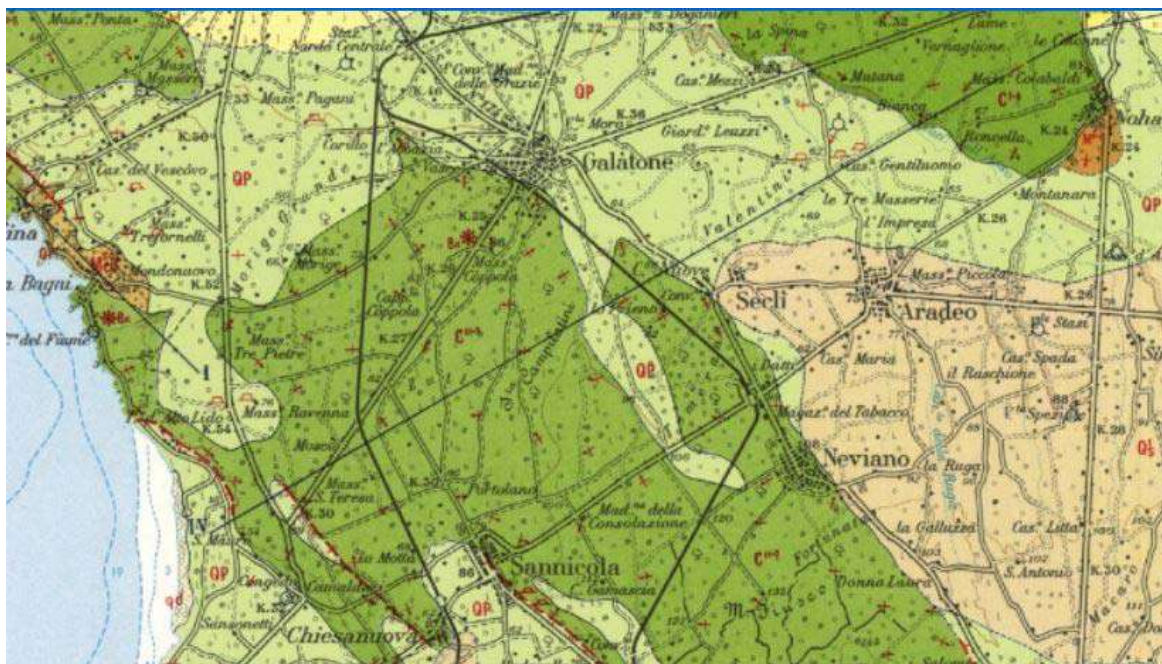
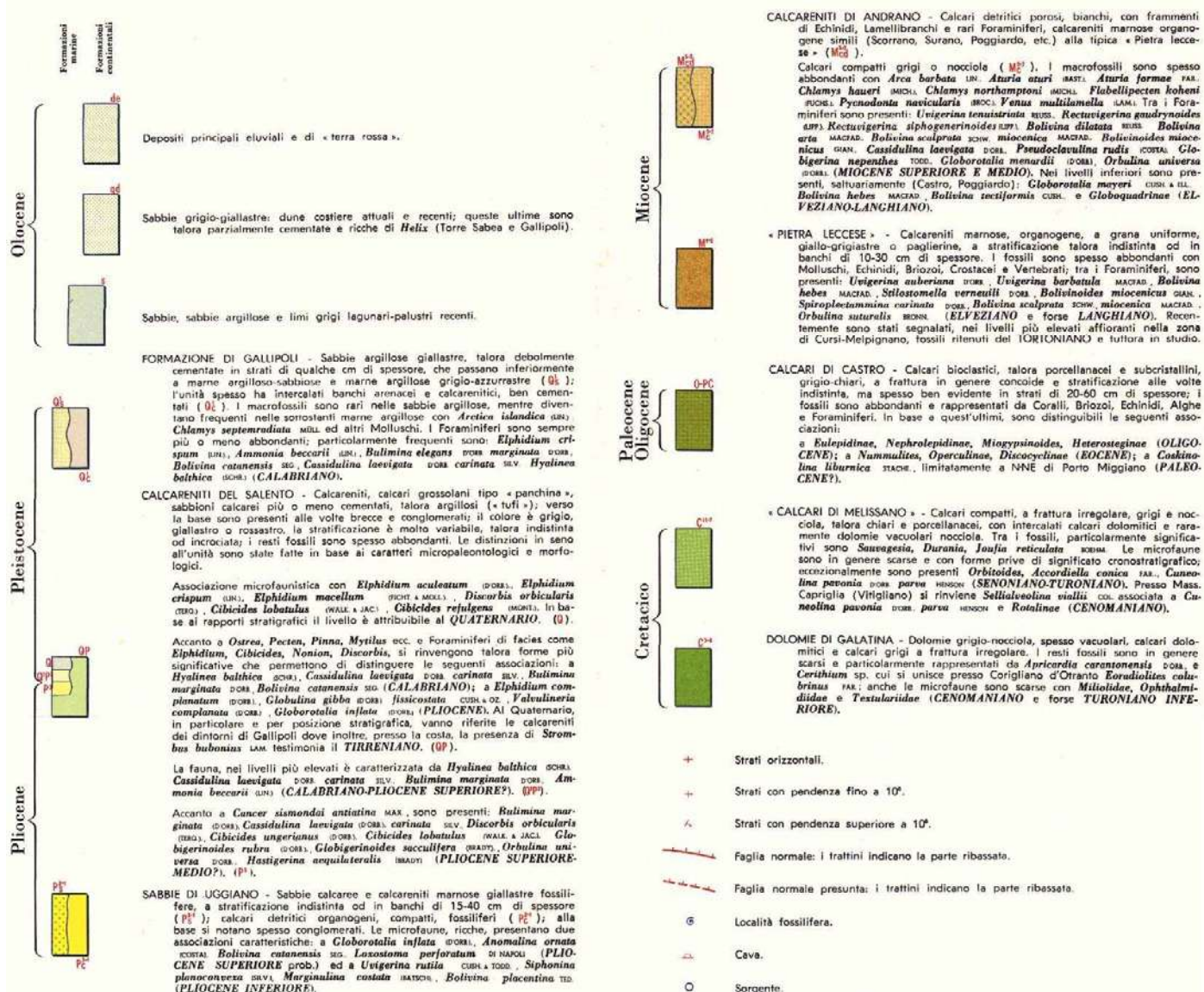


Figura 6- Stralcio della Carta Geologica d'Italia . F. 214 "Gallipoli"



PROGETTO DEFINITIVO

LEGENDA



Nello stralcio cartografico di Fig. 7 si riporta la carta geologica tratta dalla Pubblicazione ISPRA - Volume n. 92 "LE ACQUE SOTTERRANEE E L'INTRUSIONE MARINA IN PUGLIA - AREA IDROGEOLOGICA DEL SALENTO" (fonte ISPRA: https://www.isprambiente.gov.it/files2017/pubblicazioni/periodici-tecnici/memorie-descrittive-della-carta-geologica-ditalia/volume-92/memdes_92_2_18_area_idro_salento.pdf) in fig.8 si riportano le sezioni geologiche (C-C' e D-D') relative all'area compresa tra Galatone, Neviano e Cutrofiano dove ben si evidenzia che nel sito di intervento affiorano le sole Calcareniti plio-pleistoceniche che giacciono in trasgressione sui calcari, mentre litotipi argillosi sono presenti più a sud- Est rispetto alla vasca, tra Neviano e Cutrofiano che potrebbero sostenere falde superficiali.



PROGETTO DEFINITIVO

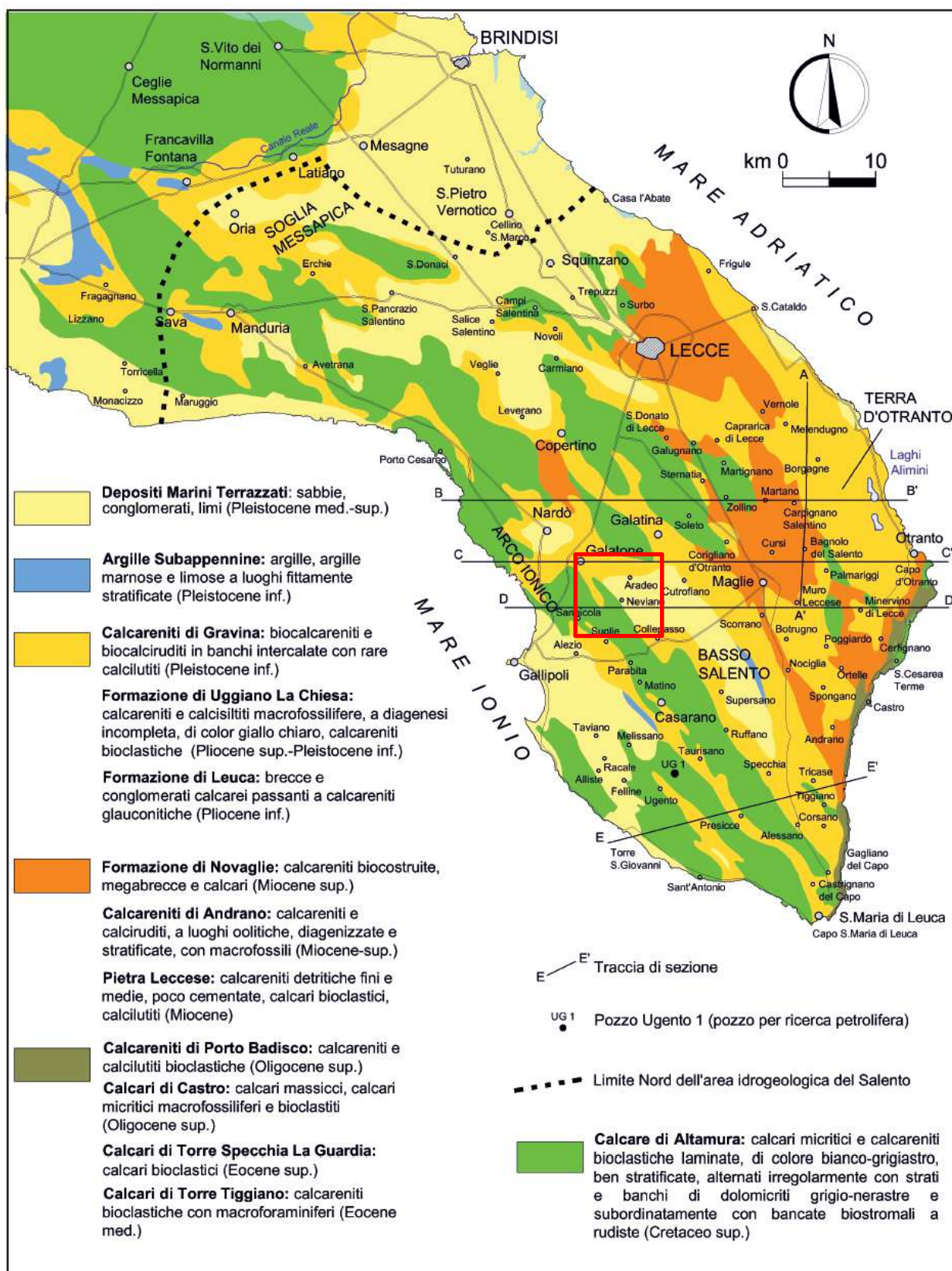


Figura 7- Carta Geologica da studi successivi (tratta da Pubblicazione ISPRA - Volume n. 92 "LE ACQUE SOTTERRANEE E L'INTRUSIONE MARINA IN PUGLIA - AREA IDROGEOLOGICA DEL SALENTO) e tracce di sezioni geologiche



PROGETTO DEFINITIVO

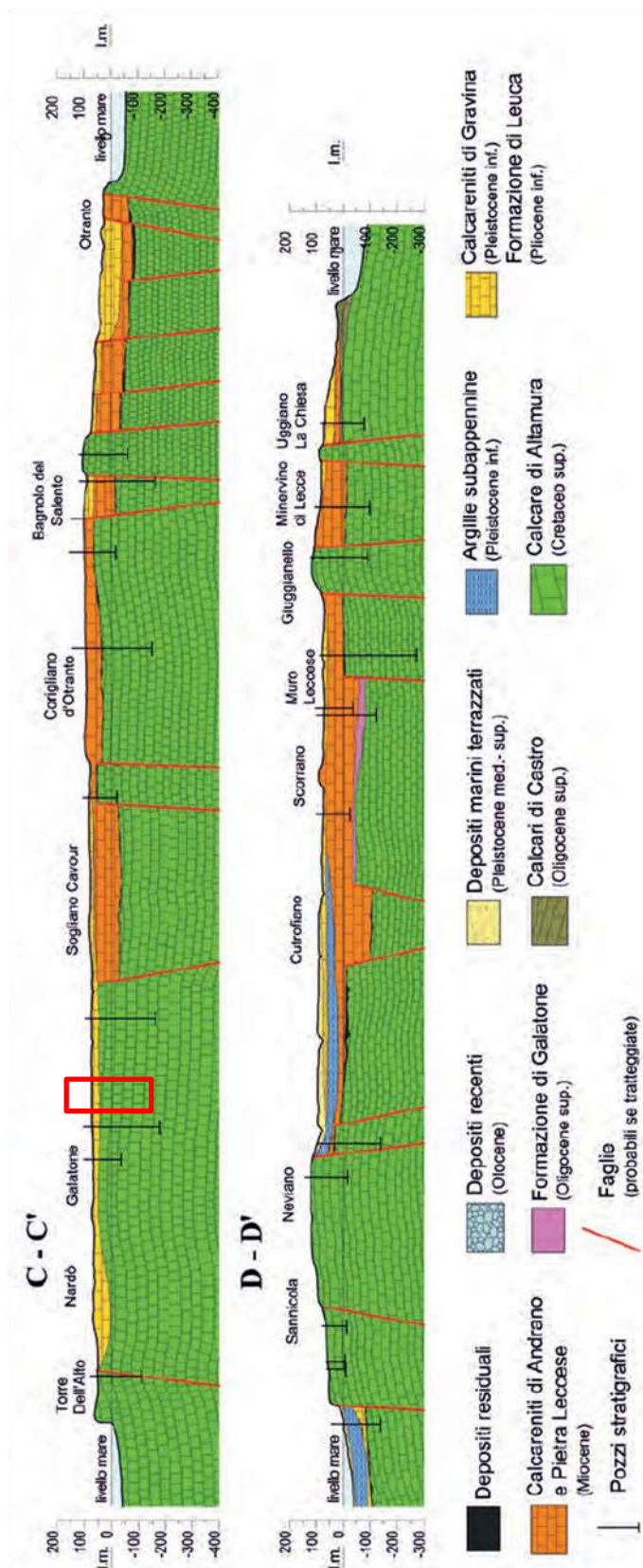


Fig. 8- Sezioni geologiche le cui tracce sono in Fig. 6



4. GEOMORFOLOGIA

La morfologia del territorio in cui ricade il sito di interesse risulta sub-pianeggiante. Nel sito di progetto le quote topografiche si pongono attorno ai 66 metri s.l.m.. Nelle linee generali, vi è corrispondenza tra tettonica e geomorfologia infatti tale assetto sub-tabulare si movimenta in corrispondenza degli affioramenti calcarei mesozoici i quali corrispondono ad alti strutturali ("Horst", costituendo le serre di Campilatini, di Masseria Mosco e di Torre d'Alto Lido) generatisi a seguito di una tettonica di tipo fragile che si è esplicitata attraverso sistemi coniugati di faglie di distensione, dislocando il basamento carbonatico e suddividendolo in blocchi ognuno dei quali ha subito nel tempo una propria evoluzione geomorfologica.

Altri settori strutturalmente depressi ("Graben") si sono invece ritrovati ribassati al di sotto del livello mare e interessati da successivi cicli sedimentari che hanno colmato tali depressioni con depositi calcarenitici e sabbioso-calcarenitici quaternari, come è avvenuto nell'area di stretto interesse di Progetto. Entrambi gli elementi strutturali risultano allungati in direzione "appenninica", cioè con assi orientati secondo direttrici NW-SE.

La grande diffusione in affioramento di rocce calcaree e calcarenitiche ha consentito lo sviluppo di manifestazioni carsiche e paracarsiche: a causa della loro composizione prettamente carbonatica, un pò tutti i litotipi affioranti nell'area si sono trovati inevitabilmente esposti, nel tempo, all'attacco acido delle acque meteoriche ricche in anidride carbonica.

Diffuse sono le "doline" e gli inghottitoi, forme carsiche sia superficiali che ipogee; le doline sono ben sviluppate soprattutto in corrispondenza del settore posto a nord-est del centro urbano di Seclì, in particolare lungo la strada che collega Galatone a Galatina nei pressi di Mass. Vola e Mass. Vernaglione come mostrato nello stralcio della Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia (Figura 9), redatta dall'Autorità di Bacino su commissione della Giunta Regionale con delibera n. 1792 del 2007, consultabile sul sito dell'A.d.B.. Si evidenzia inoltre nel territorio comunale di Seclì (LE) la Vora "Le Rose" (inghiottitoio carsico sistemato artificialmente) e sono presenti due aree depresse (*recapito finale di bacino endoreico*) posizionate a monte e a valle dell'abitato (identificate con i n. 387 e 418) collegate da un corso d'acqua episodico identificato con il n. 2398 (Canale "Coltura") che è stato oggetto di interventi (I stralcio).

L'alveo del "corso d'acqua episodico", denominato "Coltura", prima degli interventi realizzati con il I Stralcio, si presentava come un canale in terra di modeste dimensioni, che partendo da via Aradeo, attraversava il centro abitato con apposite opere d'arte (tubazioni) e terminava in un'area depressa in prossimità della vora denominata "Le Rose".

Il fondo rustico ubicato in Località "Le Rose" è stato oggetto di uno studio idrogeologico, nel 1983, ad opera del Geologo Giovanni Mele (iscrizione all'Ordine Nazionale dei Geologi in data 11/05/68 al n. 728) a corredo del "Progetto di una voragine artificiale per lo smaltimento sotterraneo delle pluviali urbane", in quanto si "*riteneva sussistere le condizioni idrogeologiche più favorevoli per lo smaltimento sotterraneo delle pluviali urbane*". L'incarico conferitogli dalla amministrazione comunale di Seclì, con lettera del 9/12/1983 prot. 40001 e Delibera n. 36 del 9/2/1983, hanno portato a dettagliare meglio le caratteristiche geologiche e idrogeologiche dell'area e hanno condotto l'amministrazione comunale alla *decisione di costruire un recapito finale che, assumendo i caratteri di un'efficace opera assorbente, potesse garantire l'assorbimento rapido e totale delle masse pluviali*. Lo studio idrogeologico succitato è stato fornito alla scrivente dalla amministrazione comunale di Seclì, esso riporta una descrizione dei luoghi e della voragine naturale apertasi nella località Le Rose (pag. 7 della relazione a firma del Geologo Mele). In particolare, il fondo rustico le Rose viene descritta come un'area particolarmente depressa che "*richiama le pluviali provenienti dall'abitato e le trasferisce nel sottosuolo attraverso il tortuoso tramite di un inghiottitoio di recente apertura. Nella zona, infatti, in seguito ad una campagna di prospezioni microsismiche ed elettriche, si sono riscontrati i segni di un processo carsico attivo, che si concretizza con la presenza di un piccolo cratere apertosi istantaneamente in seguito all'imbibizione del manto terroso, sottoposto ai forti risucchi di un reticolo carsico ipogeo. In fase d'indagine, però è stato appurato che la capacità assorbente del campo ricettore, nonostante la presenza della "grava" carsica, è in gran parte compromessa da una spessa coltre terrosa in forte stato di consolidamento che, occludendo gli inghiottitoi ivi presenti, preclude alle acque il loro libero sfogo.*"



PROGETTO DEFINITIVO

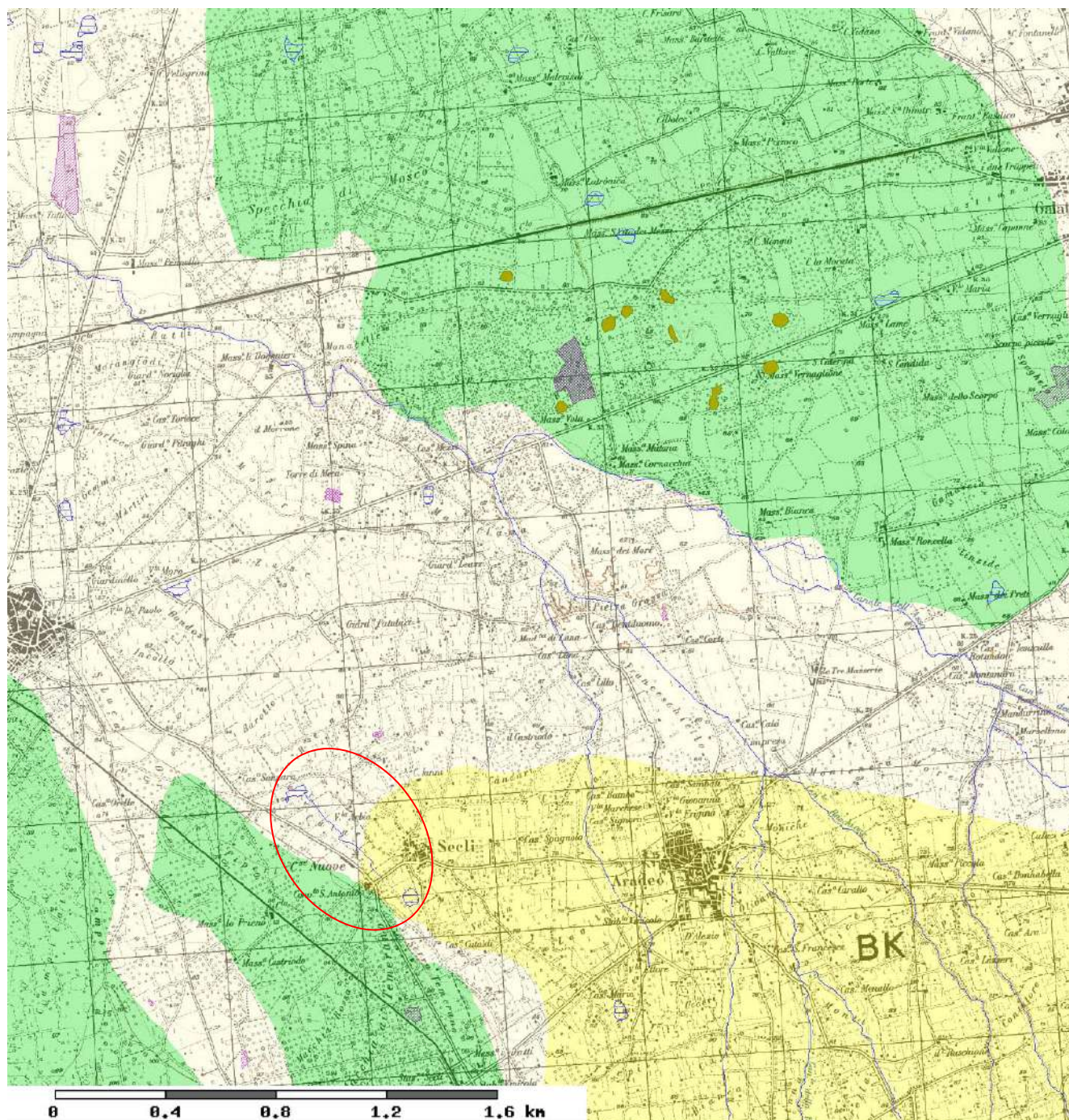


Figura 9 – Stralcio della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia su IGM



PROGETTO DEFINITIVO

LEGENDA

Elementi Geostrutturali

Litologia substr.

- | | |
|---|--|
| Unità prevalentemente calcarea o dolomitica | Unità a prevalente componente argillosa |
| Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica | Unità a prevalente componente arenitica |
| Unità a prevalente componente ruditica | Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile |
| Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico | Depositi sciolti a prevalente componente pelitica |
| Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa | |

Forme di versante

Linee

- | | |
|---|-------------------|
| Orlo di scarpata delimitante forme semispianate | Cresta affilata |
| Cresta smussata | Asse di displuvio |
| Nicchia di distacco | |

Forme di modellamento di corso d'acqua

Cigli e ripe

- | | |
|------------------|------------------|
| Ciglio di sponda | Ripa di erosione |
|------------------|------------------|

Forme ed elementi legati all'idrografia superficiale

Corsi di acqua

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Corso d'acqua | Corso d'acqua episodico |
| Corso d'acqua obliterato | Corso d'acqua tombato |
| Recapito finale di bacino endoreico | |

Forme Carsiche

- | |
|-----------------------------|
| Doline |
| Grotte naturali |
| Orlo di depressione carsica |
| Voragini |



PROGETTO DEFINITIVO



Foto 1 - Sistemazione esterna della vora "Le Rose"



5. IDROGEOLOGIA

Nell'ambito dell'area esaminata, l'idrografia superficiale ha un modesto sviluppo a causa dell'elevata permeabilità dei terreni affioranti e dei bacini endoreici. Noto è invece la circolazione idrica sotterranea.

Nel territorio del Comune di Seclì interessato dalla realizzazione della vasca di laminazione è presente la **falda Profonda** detta anche "falda carsica" che ha sede nei calcari cretacei fratturati e carsificati e il cui livello piezometrico è a circa 2,5 m s.l.m., come si evince dalla carta dell'andamento della superficie piezometrica degli acquiferi carsici tratta dal PTA della Regione Puglia (fig. 10) e dalle stratigrafie di innumerevoli pozzi terebrati dall'Ente Irrigazione per uso irriguo le cui schede sono allegate (Allegato 2 alla presente relazione). A luoghi, si individuano anche falde superficiali che impregna i depositi calcarenitici sabbiosi e sabbioso limosi lì dove sono sostenute da argille sottostanti, impermeabili.

Per quanto riguarda la falda di base, essa circola attraverso la rete di discontinuità strutturali del calcare, a luoghi ampliate dalla dissoluzione carsica, che ha generato autentici condotti. Essa galleggia sull'acqua marina di invasione continentale più densa dell'acqua dolce di falda. Al contatto acqua dolce - acqua salata si individua una zona detta di transizione o zona di diffusione in cui si verificano fenomeni di miscelamento salino. La falda carsica ha come livello di riferimento a potenziale zero il livello medio del mare. Nell'area d'intervento la falda carsica di base è a pelo libero si rinviene a notevole profondità a vari livelli nei calcari fratturati, la quota piezometrica si stabilizza a circa 2,5 m s.l.m..

L'andamento delle isopieze evidenzia che le linee di deflusso sotterraneo sono verso ovest- sud ovest e che nei pressi di Galatina si individua uno spartiacque di direzione NW-SE.

Le falde superficiali hanno, invece, sede nei depositi calcarenitici -sabbiosi lì dove poggiano sulle Argille subappennine impermeabili, impregnano quindi complessi detritici. Nell'area di sedime della vasca di laminazione in progetto non risulta essere presente. Esse ricevono apporti legati direttamente alle precipitazioni meteoriche ricadenti in loco, in genere il loro livello piezometrico oscilla anche di un metro in base alle piogge.

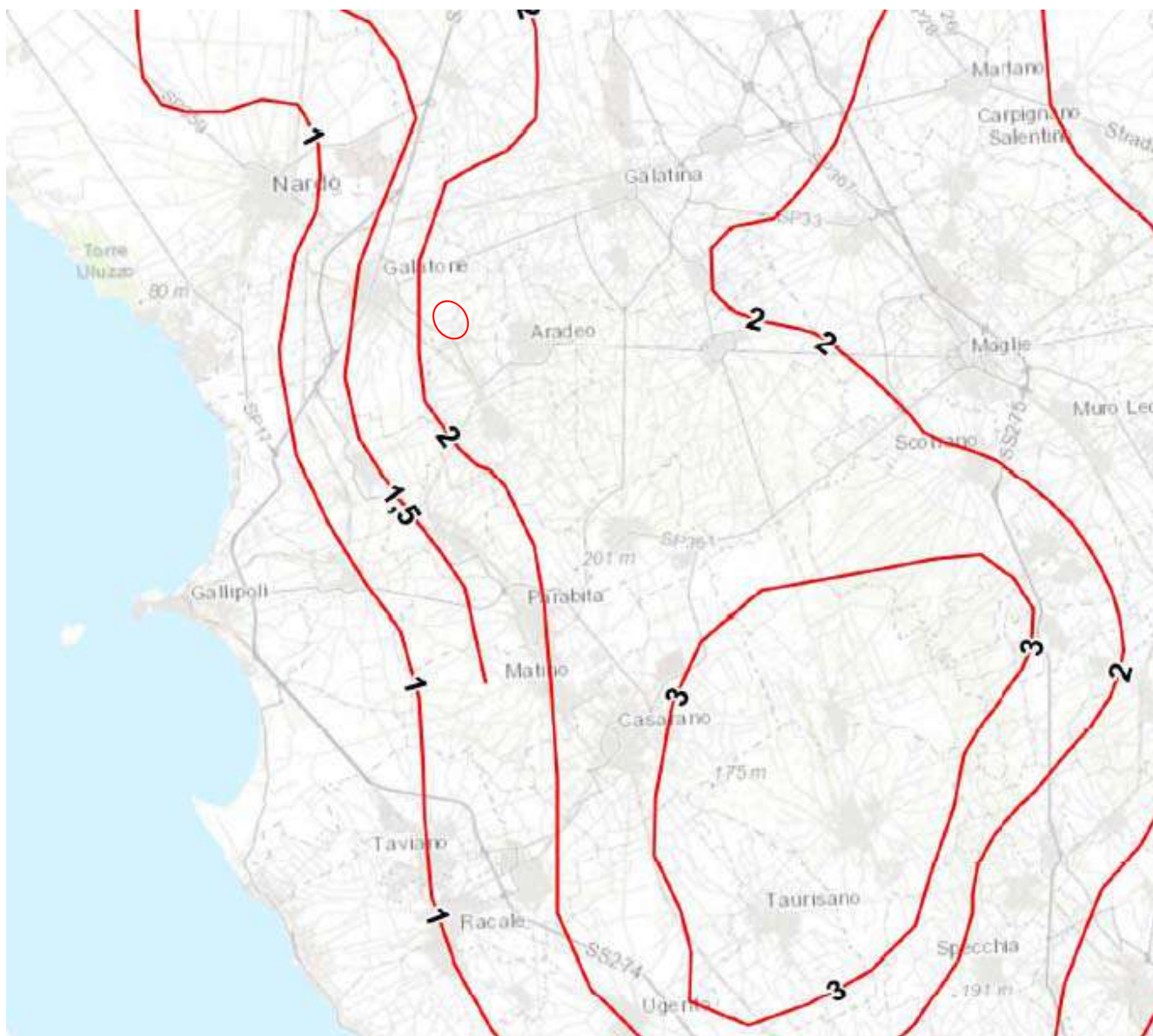


Figura 10- Stralcio della tavola sulla Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi (PTA Regione Puglia)

5.1 PERMEABILITA' DELLE ROCCE AFFIORANTI

Sulla base dei caratteri litologici osservati ed in precedenza descritti, è possibile schematizzare i caratteri di permeabilità delle rocce presenti nel sottosuolo dell'area oggetto di studio. Riguardo al tipo e al grado di permeabilità i terreni si possono suddividere in:

- permeabili per fessurazione;
- permeabili per porosità interstiziale;
- praticamente impermeabili.

Terreni permeabili per fessurazione e carsismo

La fratturazione delle rocce carbonatiche mesozoiche e l'intenso carsismo fanno sì che all'interno delle stesse rocce con continuità una cospicua falda idrica, alimentata dalle acque meteoriche che, infiltrandosi nelle fratture, percolano sino a raccogliersi sulla sottostante acqua marina di invasione continentale, in virtù della loro minore densità.

L'infiltrazione in queste rocce calcaree delle acque meteoriche avviene sia in maniera diffusa sia in forma concentrata in corrispondenza di inghiottitoi. In questa classe di rocce sono ascrivibili: i termini calcarei delle Calcareni di Andrano; per la suddetta formazione il coefficiente di permeabilità è compreso tra 10^{-1} e 10^{-2} cm/s.



Terreni permeabili per porosità interstiziale

A questa categoria appartengono gli orizzonti calcarenitici della formazione delle Calcareniti del Salento ed i livelli calcarenitici grossolani della formazione delle Calcareniti di Andrano e della Formazione di Leuca.

Le prime presentano caratteri idrogeologici generalmente uniformi con un modesto grado di permeabilità variabile e con quantità di cemento esistente tra i singoli granuli che costituiscono le rocce ed il loro coefficiente di permeabilità di circa 10^{-3} - 10^{-4} cm/s.

Le sabbie delle Calcareniti del Salento presentano una buona omogeneità litologica tanto da contenere con continuità una falda freatica dotata di un coefficiente di permeabilità compreso tra 10^{-5} - 10^{-6} cm/s.

In particolare, i sedimenti calcarenitici miocenici hanno una permeabilità variabile, in genere bassa, che aumenta in modo localizzato in corrispondenza dei livelli vacuolari e fratturati, dove, il coefficiente di permeabilità risulta estremamente elevato e paragonabile a quello dei suddetti calcari.

Terreni impermeabili

Sono da considerarsi tali i limi argillosi, debolmente marnose e sovente siltose, e i limi argillosi eluviali e alluvionali olocenici, occupanti il fondo di aree depresse o il fondovalle di modesti corsi d'acqua. La permeabilità di questi litotipi è comunque: $K > 10^{-6}$ cm/s, cioè praticamente impermeabile.



6. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per l'esplorazione dei terreni presenti nel sottosuolo del sito di intervento ai fini della ricostruzione del modello geologico e geotecnico si è proceduto all'esecuzione di indagini geognostiche, sia di tipo diretto che di tipo indiretto, inoltre si è fatto riferimento alle indagini geognostiche già eseguite per la Progettazione del I Stralcio (campagna 2015) e i dati dei Pozzi anidri realizzati in Località "Le rose" per lo smaltimento della rete di acque bianche del Comune di Seclì.

Le risultanze delle indagini geognostiche eseguite sono riportate nell'elaborato specialistico "Relazione sulle indagini geognostiche" mentre in Appendice si riportano le indagini geognostiche pregresse.

In particolare sono state eseguite :

- n. 1 perforazione di sondaggio geognostico eseguita nell'area di sedime della vasca di laminazione di nuova realizzazione (p.lla 1021), terebrato fino al rinvenimento del calcare costituente il substrato ossia fino ai 10 m di Profondità (stratigrafia del sondaggio e documentazione fotografica sulle indagini si riportano in ALLEGATO 2 ed ALLEGATO 3 della "Relazione sulle indagini"), con prelievo di campioni per le prove di laboratorio geotecnico (ALLEGATO 5 della "Relazione sulle indagini"); nello specifico si sono prelevati n. 2 campioni indisturbati (C1 e C2) e n. 1 campione rimaneggiato nei calcari del substrato (CR1);
- n. 2 prove di permeabilità in foro di sondaggio di tipo LeFranc, a carico variabile, a varie profondità (da 2 a 3 m di profondità dal p.c. e da 4 a 5,50 m di profondità dal p.c.) per caratterizzare la permeabilità dei litotipi presenti ai fini dello smaltimento di acque piovane negli strati superficiali di sottosuolo;
- n. 1 stendimento di tomografia elettrica con misure multielettrodo di resistività, in configurazione dipolo-dipolo e Wenner, al fine di determinare le caratteristiche elettriche dei litotipi indagati e il loro stato di saturazione (ALLEGATO 4 della "Relazione sulle indagini");
- n. 1 prospezione di sismica con tecnica MASW per la determinazione delle onde di taglio (S), ubicato lungo la tomografia elettrica; tale tecnica, che misura il tempo di propagazione delle onde elastiche nel sottosuolo, ha consentito di rilevare il dato sismico a maggiori profondità per la stima del $V_{s,eq}$ al fine di attribuire al sottosuolo in esame una delle categorie di suolo ai sensi delle NTC2018 (ALLEGATO 4 della "Relazione sulle indagini");

La perforazione di sondaggio è stata eseguita nel punto baricentrico della vasca di laminazione, a fine lavori è stato attrezzato a piezometro.

L'ubicazione delle indagini è riportata in fig. 10 e in allegato 1 alla presente relazione, si rimanda alla "Relazione sulle indagini" per la documentazione fotografica.

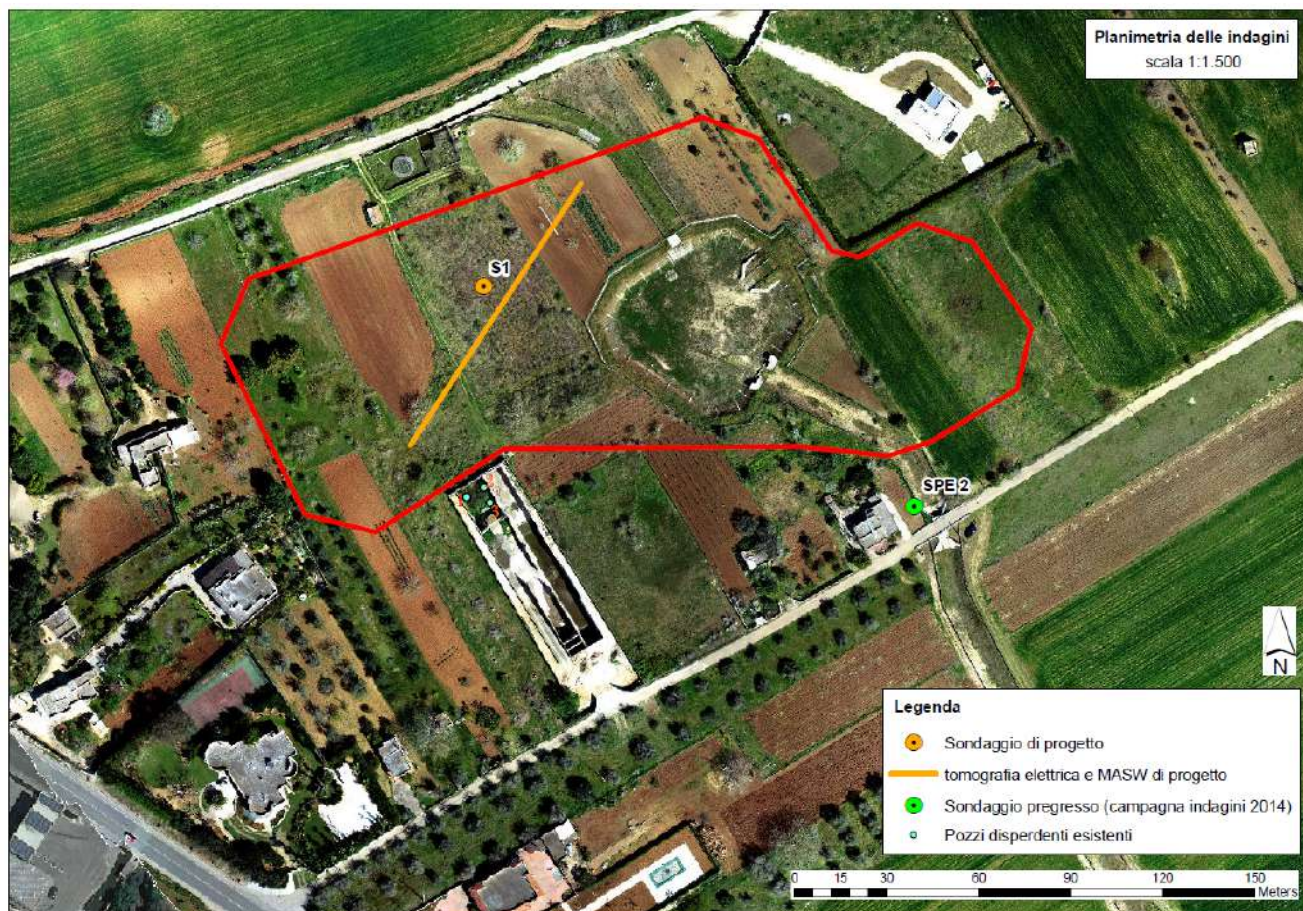


Figura 11- Planimetria delle indagini

6.1 Perforazione di sondaggio e prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc

Nel sito di intervento a completamento delle opere del I stralcio, e cioè in corrispondenza del punto baricentrico della vasca di laminazione di nuova realizzazione, è stata effettuata una perforazione di sondaggio (Fig. 10 e Allegato 1) e n. 2 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc, a carico variabile.

La stratigrafia rilevata durante la perforazione di sondaggio è raffigurata qui di seguito mentre la documentazione fotografica e le carote estratte sono riportate nella "Relazione sulle indagini" :



PROGETTO DEFINITIVO

Stratigrafia Sondaggio S1

(da 0 m a 10,00 m)

Responsabile del cantiere: Dott. Geol. Rita Amati				Regione: PUGLIA Comune: Seclì (Le)							
Oggetto: Mitigazione del rischio idraulico nell'abitato di Seclì (Le)-completamento				Ubicazione: Località La rosa							
				Coord. geografiche: 33T 763689.823 m E, 4447476.097 m N							
				Metodo di perforazione: rotazione a carotaggio continuo							
				Diametro di perforazione: 101 mm							
Ditta esecutrice: GEOPROVE S.r.l.				Quota media: 66,62 m s.l.m.							
Redattore Stratigrafia: Dott. Geol Rita Amati				Data: 26/07/2023							
p.c.	Profondità (metri da p.c.)	Colonna Stratigrafica	Spessori (metri)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carotaggio (ROD)	Tendenza a frangere	Fiducia (da p.c. attuale)	Campioni geologici (p.p.)	Prove di permeabilità (p.p.)	Rivestimento provvisorio	NOTE
0	0,40		0,4	Terreno vegetale	NO						utilizzo del carotiere semplice
1	1,30		0,9	Limo marroncino molto consistente con pochi ciottolotti calcarenitici	NO						
2			2,1	Sabbia debolmente cementata alternata al limo marroncino con ciottoli calcarenitici	NO			C1 da 1,30 m a 2,00 m			
3											
4	3,40							C2 da 4,30 m a 5,00 m			
5				Calcarenite a grana fine giallastra debolmente cementata							
6			5,0								
7											
8					NO						
9	8,50		1,0	Breccia calcarea in matrice limoso-sabbiosa	NO						
10	9,50		0,5	calcare debolmente fratturato con riempimento di calcite spatica	NO			C3 da 9,50 m a 10,00 m			
	10,00										

FONDO FORO 10 m

Durante la perforazione di sondaggio sono state eseguite n. 2 prove di permeabilità PP1 e PP2 a varie profondità (da 2 a 3 m di profondità dal p.c. e da 4 a 5,50 m di profondità dal p.c.) per caratterizzare la permeabilità dei litotipi presenti ai fini dello smaltimento di acque piovane negli strati superficiali di sottosuolo.

Le prove di permeabilità sono state eseguite secondo quanto stabilito dall'AGI- Roma 1977 "Raccomandazioni e prescrizioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" schematizzate qui di seguito:

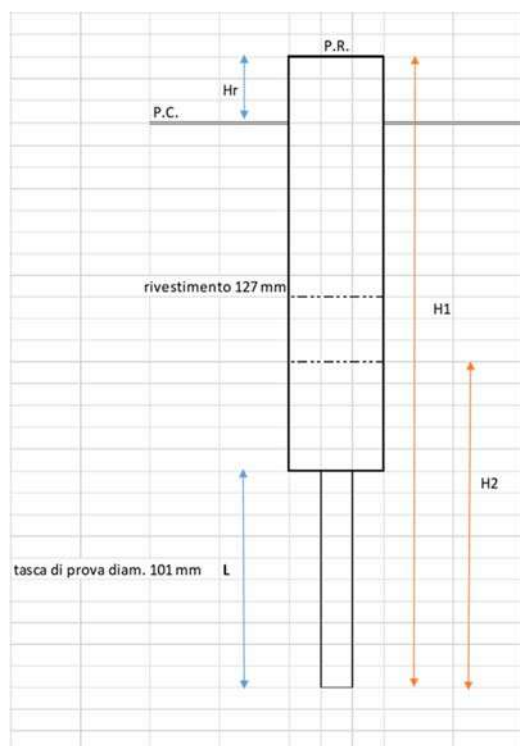


Grafico 1- schema tecnico

La formula utilizzata per il calcolo della permeabilità (K) è la seguente:

$$K(m/s) = A / C(t_2 - t_1) * \ln (h_1 / h_2)$$

Dove :

A (m²) area di base del foro

t₁ (sec) tempi ai quali si misurano h₁ e h₂

t₂ (sec)

h₁ (m) altezza del carico applicato nel centro della tasca

h₂ (m) di prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso agli istanti t₁ e t₂

C (m) Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

Il Coefficiente di forma dipende dall' area del foro di sondaggio e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto. Per il coefficiente C sono suggeriti i seguenti valori :

Se L >> Diametro foro C = L

Se L < Diametro del foro $C = (3\pi L) / \ln \{ (1,5 L/d_2) + [1 + (1,5 L/d_2)^2]^{0,5} \}$

Nel nostro caso il coefficiente di forma considerato è C=L

Le profondità indagate sono state le seguenti:

- da 2.00 a 3.00 m di profondità dal p.c.
- da 4 a 5.50 m di profondità dal p.c .



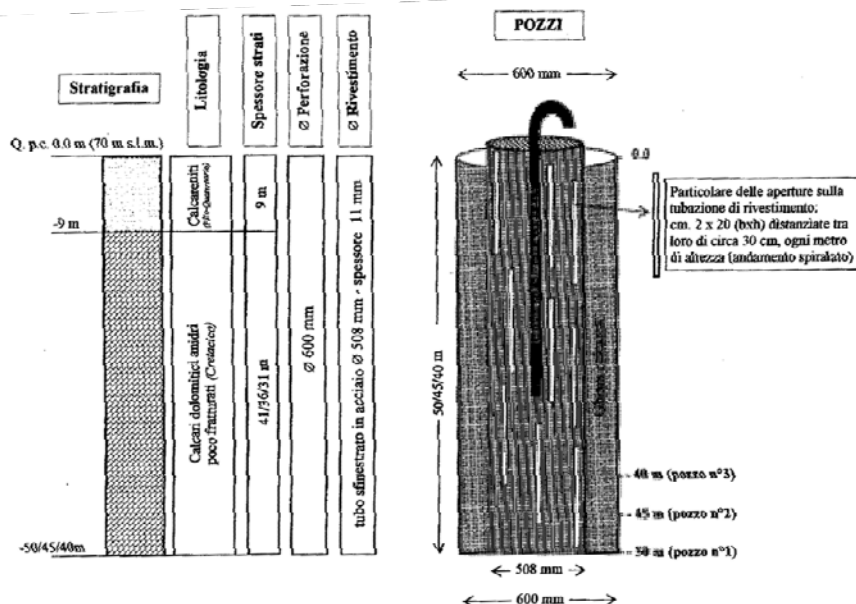
PROGETTO DEFINITIVO

Qui di seguito, le risultanze dei valori medi di permeabilità ottenuti:

Sondaggio	Profondità tratto di prova (m dal p.c.)	Litologia tasca di prova	Kmedio (m/s)
S1	PP1 2.00-3.00	SABBIA LIMOSA CON GHIAIA	$2,34 \times 10^{-6}$
S1	PP2 4.00-5.50	CALCARENITE A GRANA FINE POCO DIAGENIZZATA	$3,69 \times 10^{-6}$

Per quanto riguarda invece la Permeabilità del Calcere costituente il substrato, fratturato a varie profondità, che nell'area delle opere in progetto si rinviene a partire da 9.50 m dal p.c., si riportano il valore di permeabilità ottenuto durante l'esecuzione dei n. 3 pozzi disperdenti dell'impianto di trattamento per le acque meteoriche Comunali ubicato in contrada "Le Rose" di profondità rispettivamente di 50 m, 45 m e 40 m (studio geologico pregresso a firma del Dott. Geol. Stifani). Nell' anno 2009 (collaudo dei pozzi disperdenti 5/06/2009), sono state condotte prove di permeabilità di Tipo Le Franc a carico costante dalla ditta GEOPRO di Lecce, come da scheda dei certificati riportate in Appendice della "Relazione sulle Indagini"

- pozzo n.1 $K = 8,7 \cdot 10^{-4}$ m/s;
- pozzo n.2 $K = 5,8 \cdot 10^{-4}$ m/s;
- pozzo n.3 $K = 7,0 \cdot 10^{-4}$ m/s.

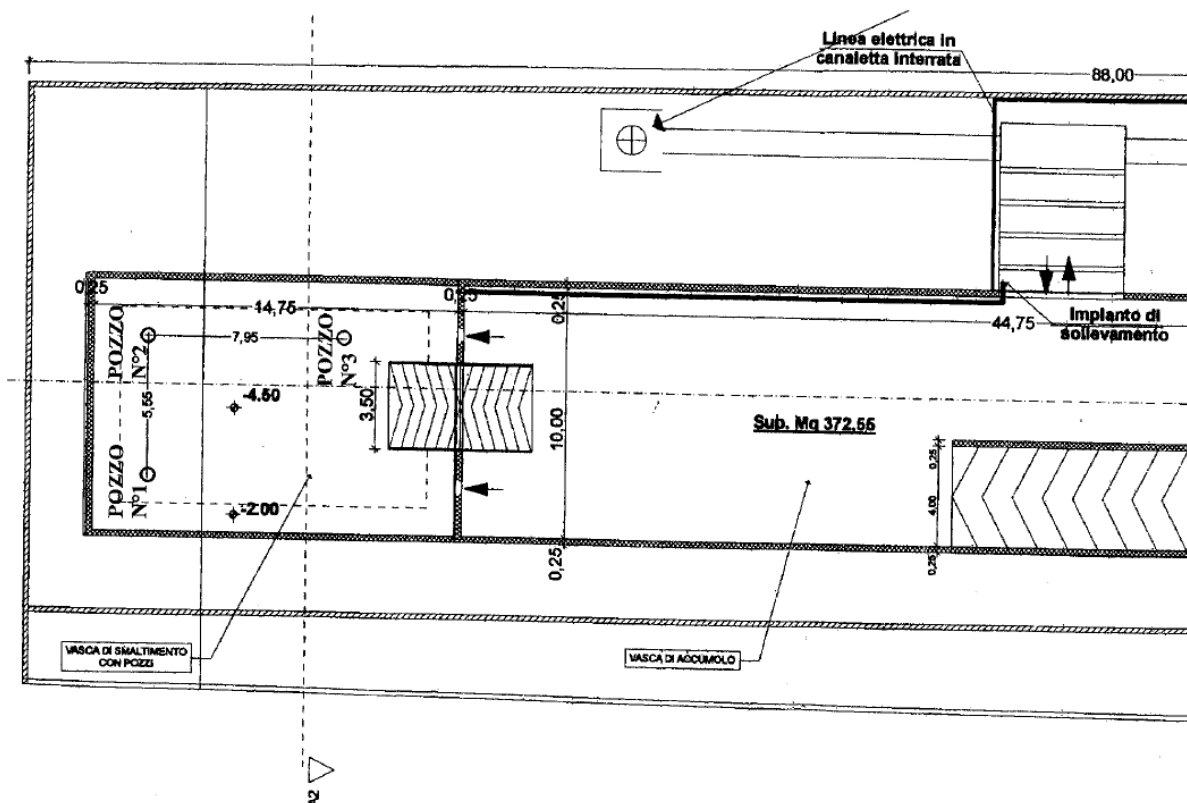


L'Impresa:





PROGETTO DEFINITIVO



PIANTA VASCA DI ACCUMULO

Dalle Prove geognostiche eseguite nell'ambito del Progetto Esecutivo per "Interventi di Mitigazione del rischio idraulico dell'abitato di Seclì" cod. intervento LE045A/10 è stato eseguito un pozzo anidro pilota (PAe1) (fig. 12) in cui sono state eseguite prove di immissione a carico variabile (campagna d'indagini, eseguite nel 2015, predisposta con tavolo tecnico del 7.10.2014 e approvata con nota del Commissario Delegato Straordinario n. 2983/14 del 7.11.2014):

- Prova a carico variabile alla profondità di -25 m
- Prova a carico variabile alla profondità di -35 m
- Prova a carico variabile alla profondità di -45 m

Le prove idrauliche eseguite nel pozzo anidro PAe1 alle profondità rispettivamente di -25, -35 e -45 m dal p.c. hanno fornito per il sito in esame un **k medio di 5,25E-06 m/s** alla profondità di -25 m, un **k medio di 1,46E-04 m/s** alla profondità di -35 m, un **k medio di 9,46E-05 m/s** alla profondità di -45 m; Mediamente il pozzo anidro risulta avere una permeabilità pari a **Kmed = 8,20E-05 m/s**.

In questa sede si è pertanto considerato il valore **K = 8,20E-05 m/s** come valore di permeabilità del calcare, più basso rispetto a quello ottenuto in contrada "Le rose" in quanto si ritiene lo stesso esser più cautelativo.



Fig. 12- Planimetria con ubicazione delle indagini del Progetto esecutivo I stralcio con ubicazione del Pozzo anidro PAe1

6.1. Indagini Geofisiche: tomografia elettrica e indagine Masw

Nell'area di sedime della vasca di laminazione sono state condotte n° 1 tomografia elettrica (profilo elettrico dipolari), denominato T1, disposta come da planimetria di Fig. 11 e ALLEGATO 1 alla "Relazione sulle indagini", in corrispondenza del quale è stata effettuata anche uno stendimento di Indagine MASW per la determinazione della velocità delle Onde S lungo la verticale di indagine, che corrisponde alla parte centrale dello stendimento.

L'indagine geoelettrica, in particolare, è stata effettuata con acquisizione multielettrodo in configurazione dipolo-dipolo e ubicata come riportato nelle ortofoto allegata. In particolare, l'indagine geoelettrica è stata effettuata con acquisizione multielettrodo in configurazione dipolo-dipolo e Wenner e ubicata come da ortofoto allegata.

La tomografia è stata effettuata mediante una spaziatura elettrodo di 2.00 m lungo un profilo avente una lunghezza complessiva di 94 m. Si è ottenuta, così, una profondità di investigazione pari a circa 14.30 m. Per i dettagli sulla strumentazione utilizzata e le elaborazioni eseguite, nonché per le risultanze di dettaglio si rimanda all'ALLEGATO 4 dell'elaborato R02, che riporta la "Relazione sulle indagini geofisiche".

Dall'elaborazione dei dati rilevati è stato possibile interpretare i risultati come segue:

TOMOGRAFIA T1: l'elaborazione della tomografia, mette in risalto, la presenza di una zona conduttiva superficiale, caratterizzata da valori di resistività compresi fra 10 e 30 ohm*m (colore blu intenso), associabile a terreno limoso e sabbioso non consolidato (talora umido).

A circa 3.40 m di profondità si riscontrano valori di resistività superiori ai 100 ohm*m (colore verde chiaro), associabili a terreno sabbioso incoerente fino a circa 12.5 m di profondità, evidente nella parte centrale della sezione.

Infine, si osserva una zona resistiva, di spessore non definibile, con valori di resistività maggiori di 500 ohm*m, associabile alla presenza del substrato lapideo costituito da rocce calcaree, talora fratturate. Nella parte destra della sezione è ben evidente una zona molto resistiva, caratterizzata da valori di resistività superiori ai 3000 ohm*m,

associabile o 1) alla presenza del substrato roccioso o 2) ad eventuali sottoservizi presenti al di sotto della coltre limo-sabbiosa superficiale



Foto 2- Esecuzione della Tomografia elettrica

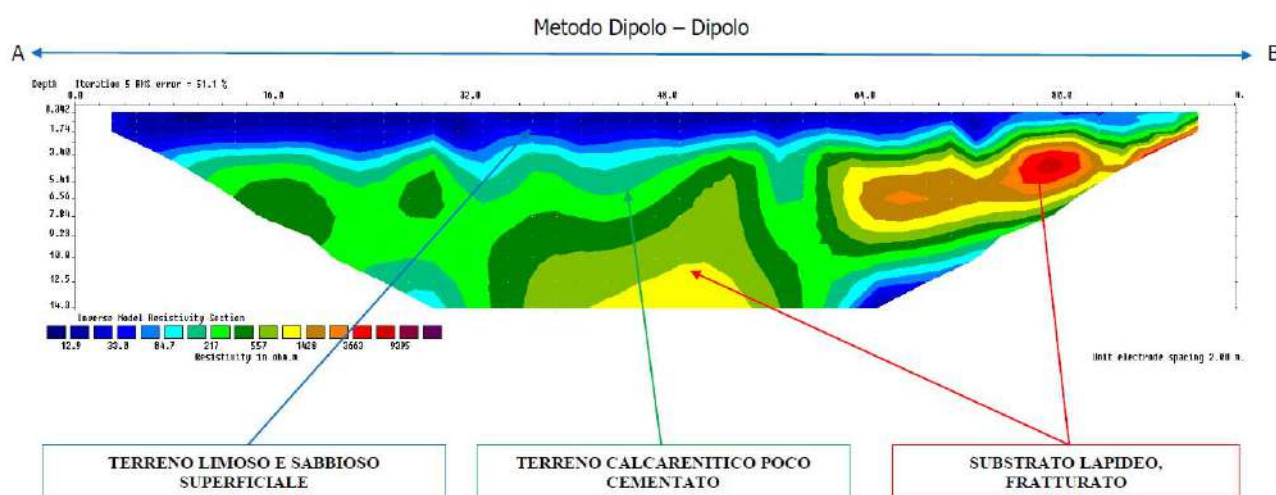


Fig. 13- Elaborazione della Tomografia elettrica T1

Dal rilevamento geologico di superficie si è potuto constatare che in corrispondenza della parte estrema B dello stendimento si ha uno scavo poco esteso (probabile cava di prestito) colmata di detriti di riporto di natura calcarea e residui dell'edilizia, risulta pertanto essersi verificato negli anni un abbandono di Rifiuti che dovranno essere caratterizzati e smaltiti secondo Norma in fase esecutiva.

Indagine MASW: Lo stendimento sismico masw realizzato in corrispondenza della stessa stesa tomografica, ha avuto lunghezza massima 52.00 m, così suddivisa:

- 46.00 m stendimento geofonico;
- energizzazioni eseguite a 2.0 m, 4.0 m e 6.0 m dal primo geofono.

L'elaborazione dei dati acquisiti in campagna è stata effettuata con il software winMASW 2018 Standard della Elicosoft.



Foto 3 e 4

Risultati della Masw

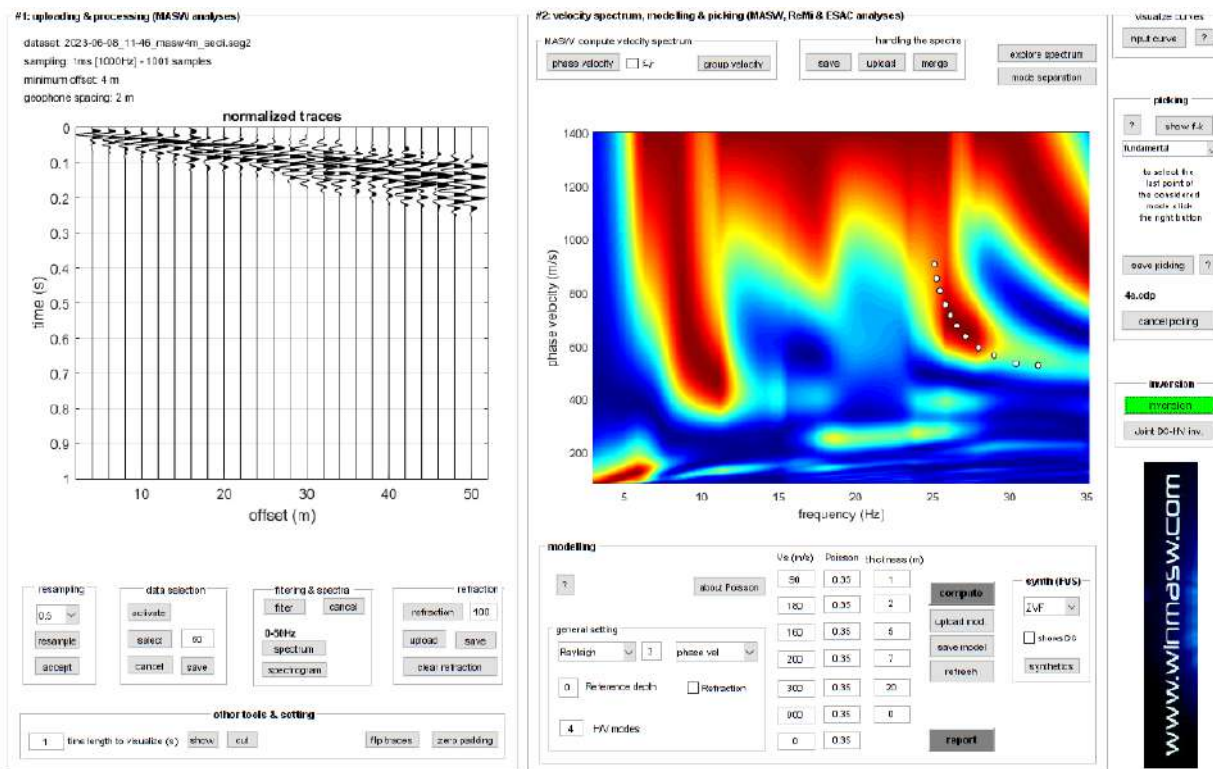
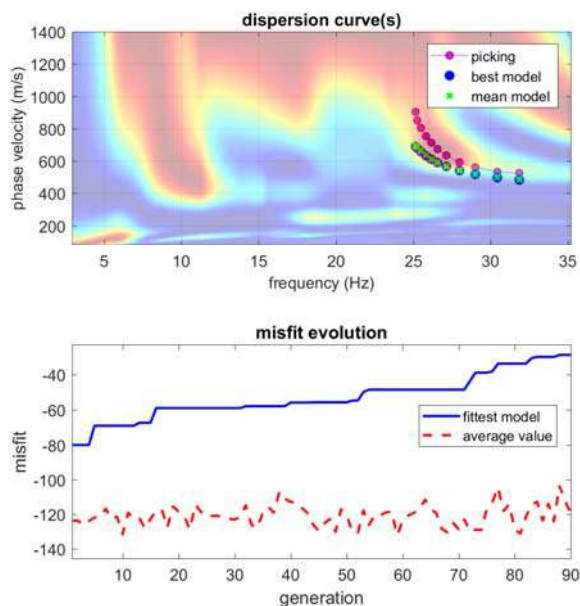


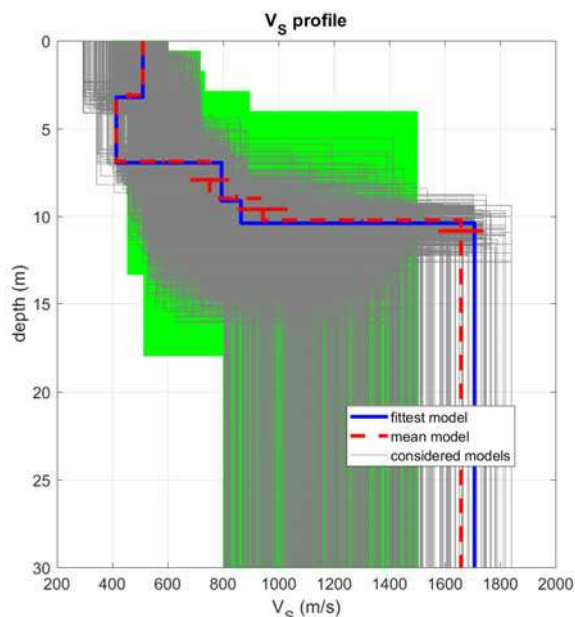
Fig. 14- Sulla sinistra i dati di campagna e, sulla destra, lo spettro di velocità con la curva di dispersione



PROGETTO DEFINITIVO



www.winmasw.com



dataset: 2023-06-08_11-46_masw4m_secli.seg2
dispersion curve: 4a.cdp
Vs30 & VsE (best model): 967 505 m/s
Vs30 & VsE (mean model): 961 499 m/s

Fig. 15- In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale VS identificato

Vs (m/s)	Vp (m/s)	Spessore (m)	Densità (g/cm ³)	Poisson	Modulo di Young (MPa)
510	1062	3.2	2.07	0.35	538
414	862	3.7	2.02	0.35	346
794	1653	2.2	2.18	0.35	1372
864	1799	1.3	2.20	0.35	1640
1707	3194	semispazio	2.34	0.30	6809

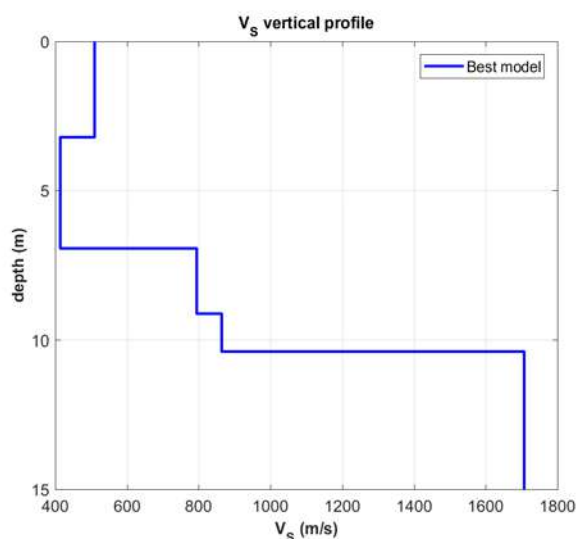


Fig. 16 Profilo verticale delle Vs



PROGETTO DEFINITIVO

6.2. Indagini di laboratorio geotecnico

Durante la perforazione di sondaggio sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati (C1 e C2) rispettivamente prelevati a profondità da 1.50 a 2.00 m dal p.c. e da 4.50 m a 5.00 m dal p.c. mediane fustella campionatrice Shelby (Foto3) e n. 1 campione rimaneggiato nei calcari del substrato (CR1) a profondità da 9.85 a 10.00 m dal p.c.. per le prove di laboratorio geotecnico.

Sulle Terre sono state effettuate prove di laboratorio consistite nella determinazione delle caratteristiche generali (caratteristiche fisiche, peso specifico dei grani o reale, granulometria per setacciatura e sedimentazione, parametri indice e limiti di Atterberg (LL e LP)), e prove meccaniche consistite nella esecuzione della prova di Taglio e nella esecuzione delle prove edometriche. Per il campione di Roccia (CR1) calcarea si è determinato il Peso di volume, il contenuto d'acqua, la massa volumica e la porosità e la Resistenza a compressione uniassiale.

Le analisi e le prove geotecniche di laboratorio, sui campioni prelevati, sono state effettuate presso il Laboratorio Geotecnico Geoprobe S.r.l. di Ruffano (LE), le risultanze delle prove sono riportate in ALLEGATO 5 "alla Relazione sulle indagini", nell'elaborato specifico riportante i certificati di analisi di laboratorio geotecnico, parte integrante della presente relazione.

Qui di seguito in tabella si riassumono tali risultati (per quanto non specificato si rimanda al singolo certificato di ciascuna prova):

QUADRO RIASSUNTIVO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

COMMITTENTE: INGEGNERE MICHELE DE MARCO

RIFERIMENTO: Progettazione definitiva ed esecutiva dell'intervento - Mitigazione del rischio idraulico nell'abitato di Seclì

Riferimento			Caratteristiche fisiche								Limiti di consistenza				Granulometria				Classificazione	Taglio diretto		Edometrica				
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	γ kN/m³	γ_{sec} kN/m³	γ_{sat} kN/m³	γ_s kN/m³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	LL %	LP %	IP %	IC %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	CNR-UNI	ϕ °	c kPa	25.0 kPa	50.0 kPa	100.0 kPa	200.0 kPa	400.0 kPa
S1	C1	1.50 - 2.00	10.6	14.5	13.1	18.0	25.8	0.97	49.2	28.8	43.6	27.7	15.9	2.08	22.2	54.5	14.0	9.3	A2-7 - I.G. = 1	34.4	22.4	959	1232	1700	2577	4561
S1	C2	4.50 - 5.00	8.3	15.4	14.2	18.6	25.8	0.81	44.8	26.7	39.3	27.8	11.5	2.70	27.0	55.4	7.4	10.2	A2-6 - I.G. = 0	36.6	12.5	2381	3207	4831	6918	10753

Campione in roccia calcarea (CR1)

RIFERIMENTO: Progettazione definitiva ed esecutiva dell'intervento - Mitigazione del rischio idraulico.

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: CR1 PROFONDITA': m 9.85 - 10.00

MODULO RIASSUNTIVO

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Umidità media (%): 0.9

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Peso di volume (kg/m³): 2653.55

MASSA VOLUMICA APPARENTE E REALE - POROSITA'

Massa volumica apparente (kg/m³): 2629.0

Massa volumica reale (kg/m³): 2735.8

Porosità aperta (%): 3.4

Porosità totale (%): 3.9

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Resistenza a compressione (MPa): 28.23



7. STIMA DEL VSEQU DA INDAGINI MASW E DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO (NTC 2018)

Dalle risultanze delle indagini geofisiche (vedi relazione specialistica “*Relazione sulle indagini geognostiche*”) ed in particolare dalla indagine MASW è stato calcolato il parametro **Vsequ** utile ad individuare la categoria di sottosuolo ai sensi della Normativa sulle Costruzioni 2018.

La normativa in materia di costruzioni NTC 2018 ha introdotto il calcolo di un nuovo parametro, il $V_{s,eq}$, in sostituzione del V_{s30} .

Pertanto dalle indagini sismiche svolte è stato calcolato il **Vsequ** utilizzando la seguente formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato

N = Numero di strati

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec

In tale formula appare evidente come il calcolo delle velocità sismiche di taglio non si riferisce più necessariamente alla profondità di 30m, ma alla reale profondità del bedrock, ovvero, alla profondità di quella formazione rocciosa o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800m/s, pertanto la profondità del **bedrock** varia di volta in volta.

Nel nostro caso le caratteristiche geofisiche del sito, in termini di velocità delle onde S, sono tali da dedurre che il substrato si trova ad una profondità inferiore a 30 m (a circa 9.10 m), pertanto, la velocità equivalente $V_{s,eq}$ delle onde di taglio non coincide con la velocità delle stesse onde definita dal parametro V_{s30} .

Nel nostro caso si è ottenuto:

PROFILO SISMICO	BEDROCK SISMICO H (m dal p.c.)	VELOCITA' DI PROPAGAZIONE ONDE S- $V_{s,EQU}$	CATEGORIA DI SUOLO NTC 2018
MASW 01	9,10	505 m/s	B

Da tale stima il sottosuolo investigato rientra nella categoria di suolo di classe “**B**” avendo ottenuto in valore del $360\text{m/s} < V_{s,eq} < 800\text{m/s}$ che viene nuovamente così definita (NTC 2018) :



PROGETTO DEFINITIVO

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>



8. GEOLOGIA DI DETTAGLIO

8.1. Modello geologico di sottosuolo

Sulla base delle informazioni acquisite nel corso del rilievo sopralluogo e sulla base delle indagini geognostiche effettuate (perforazione di sondaggio con prelievo campioni e indagini geofisiche) è stato possibile ricostruire il modello geologico che caratterizza il sottosuolo dell'area in esame ai sensi del D.M. 17.01.18 che è stato definito schematicamente qui di seguito.

Dalla tomografia elettrica inoltre si rileva che andando dall'area centrale (punto del sondaggio S1) verso il canale di convogliamento delle acque alla "VORA" (posta a Nord est rispetto ad S1) lo spessore del materiale limoso -sabbioso superficiale aumenta. Mentre dal lato opposto in direzione

Stratigrafia di riferimento Loc. "Le rose"

0,00 m p.c. spessore descrizione (quota 67 m s.l.m.)

0,40m	0,40-0,60	0	terreno vegetale
3,40-3,80	3,00-4,40 m	1	Limo e sabbie limose con ciottoli calcarenitici, di colore marroncino, da poco a mediamente consistenti
8,50-9,50	4,70-6,10	2	Calcarenite a grana fine giallastra debolmente cementata
	> 100m	3	Breccia calcarea al passaggio (1 m) e calcare fratturato con riempimento di calcite spatica
falda profonda (+2,50 m s.l.m)			

In Località "Le Rose" durante la perforazione di sondaggio (S1) avvenuta a Luglio 2023 non è stata individuata alcuna falda freatica nei terreni limoso-sabbiosi superficiali, data l'assenza di argille impermeabili sottostanti la coltre superficiale.



9. CARATTERI GEOTECNICI

Sulla base delle indagini sismiche eseguite, da cui si sono desunti alcuni parametri geotecnici e calcolati i moduli elastici del terreno, confrontati con dati geotecnici derivanti da studi geologici pregressi eseguiti per la Progettazione esecutiva in località, nonché dalle indagini dirette eseguite e dalle prove di laboratorio geotecnico eseguite su campioni nell'ambito della progettazione esecutiva del I Stralcio si è potuto definire i valori medi dei parametri geotecnici delle unità litotecniche presenti :

Unità litotecnica 0: terreno vegetale

Peso naturale	$\gamma = 1,78-1,9 \text{ g/cm}^3$
Peso saturo	$\gamma = 1,92 \text{ g/cm}^3$
Angolo di attrito	$\phi = 27^\circ-32^\circ$
Coesione	$c' = 0,1 \text{ kg/cm}^2$
Coeff. poisson	$n = 0,35$

Unità litotecnica 1: limo sabbioso con ciottolotti calcarenitici millimetrici

Peso naturale	$\gamma = 1,45 \text{ g/cm}^3$
Peso saturo	$\gamma = 1,8 \text{ g/cm}^3$
Angolo di attrito	$\phi = 34,4^\circ$
Coesione efficace	$c' = 0,228 \text{ kg/cm}^2$
Coesione non drenata	$c_u = 2,21 \text{ kg/cm}^2$
Coeff. poisson	$\nu = 0,35$
Modulo di Young	$E = 346-538 \text{ MPa}$
Modulo edometrico	$M = 1700-2577 \text{ KPa}$

Unità litotecnica 2: calcarenite, debolmente cementata

Peso naturale	$\gamma = 1,54- 1,90 \text{ g/cm}^3$
Peso saturo	$\gamma = 18,6-2,01 \text{ g/cm}^3$
Angolo di attrito	$\phi = 36,6^\circ$
Coesione	$c' = 0,125- 0,36 \text{ kg/cm}^2$
Modulo di Poisson	$\nu = 0,35$
Modulo di Young	$E = 1372 \text{ MPa}$
Resistenza a compressione	$\sigma_c = 2,5 \div 5,0 \text{ kg/cm}^2$

Unità litotecnica 3: calcare fratturato

Peso naturale	$\gamma = 2,65 \text{ g/cm}^3$
Angolo di attrito (ammasso roccioso)	$\phi = 31^\circ$
Coesione (ammasso roccioso)	$c' = 3,0 \text{ kg/cm}^2$
Modulo di Poisson	$\nu = 0,30$
Modulo di Young	$E = 1640- 6809 \text{ MPa}$
Resistenza a compressione	$\sigma_c = 28,23 \text{ MPa}$

Profilo geotecnico



PROGETTO DEFINITIVO

0,00 m p.c.	spessore		descrizione e parametri geotecnici	(quota 67 m s.l.m.)
0,40m	0,40-0,60	0	<u>Unità litotecnica 0: terreno vegetale</u> Peso naturale $\gamma = 1,78-1,9 \text{ g/cm}^3$ Peso saturo $\gamma = 1,92 \text{ g/cm}^3$ Angolo di attrito $\varphi = 27^\circ-32^\circ$ Coesione $c' = 0,1 \text{ kg/cm}^2$ Coeff. poisson $\nu = 0,35$	
3,40-3,80	3,00-4,40 m	1	<u>Unità litotecnica 1: limo sabbioso con ciottolotti calcarenitici millimetrici</u> Peso naturale $\gamma = 1,45 \text{ g/cm}^3$ Peso saturo $\gamma = 1,8 \text{ g/cm}^3$ Angolo di attrito $\varphi = 34,4^\circ$ Coesione efficace $c' = 0,228 \text{ kg/cm}^2$ Coesione non drenata $c_u = 2,21 \text{ kg/cm}^2$ Coeff. poisson $\nu = 0,35$ Modulo di Young $E = 346-538 \text{ MPa}$ Modulo edometrico $M = 1700-2577 \text{ KPa}$	
8,50-9,50	4,70-6,10	2	<u>Unità litotecnica 2: calcarenite, debolmente cementata</u> Peso naturale $\gamma = 1,54-1,90 \text{ g/cm}^3$ Peso saturo $\gamma = 18,6-2,01 \text{ g/cm}^3$ Angolo di attrito $\varphi = 36,6^\circ$ Coesione $c' = 0,125-0,36 \text{ kg/cm}^2$ Modulo di Poisson $\nu = 0,35$ Modulo di Young $E = 1372 \text{ MPa}$ Resistenza a compressione $\sigma_c = 2,5 \div 5,0 \text{ kg/cm}^2$	
	> 100m	3	<u>Unità litotecnica 3: calcare fratturato</u> Peso naturale $\gamma = 2,65 \text{ g/cm}^3$ Angolo di attrito (ammasso roccioso) $\varphi = 31^\circ$ Coesione (ammasso roccioso) $c' = 3,0 \text{ kg/cm}^2$ Modulo di Poisson $\nu = 0,30$ Modulo di Young $E = 1640-6809 \text{ MPa}$ Resistenza a compressione $\sigma_c = 28,23 \text{ MPa}$	



10. MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA "PERICOLOSITA' DI BASE" DEL SITO

Le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 superano il concetto della classificazione del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*C).

Dalla mappa della pericolosità sismica (INGV- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) di seguito riportata (Fig. 17), risulta che il territorio comunale di Seclì è caratterizzato da un'accelerazione compresa tra 0.050-0.075 g (riferita a suoli rigidi - categoria A $V_{s30} > 800$ m/sec) con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

I nuovi criteri di caratterizzazione sismica locale (NTC 2018) implicano la necessità di caratterizzare il sito in funzione degli spettri di risposta sismica delle componenti orizzontali e verticali del suolo. Gli spettri di risposta sismica vanno stimati in relazione ai differenti Stati Limite a cui un manufatto è potenzialmente sottoposto ("SLO" (Stato Limite Operativo); "SLD" (Stato Limite di Danno); "SLV" (Stato Limite di Salvaguardia della Vita); "SLC" (Stato Limite di Collasso)).

Tale stima va effettuata per ogni progetto di intervento ed è possibile ottenerlo mediante il software "Spettri" fornito dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (www.cslp.it) inserendo le coordinate geografiche del sito. Si considera, inoltre, nei calcoli: la categoria topografica, ai sensi delle Tabb. 3.2.III e 3.2.V del DM/18 (parametro ricavato dalla morfologia del sito ed un coefficiente di amplificazione stratigrafica SS funzione della categoria di sottosuolo, e dei parametri F_0 ed a_g).

Mappe interattive di pericolosità

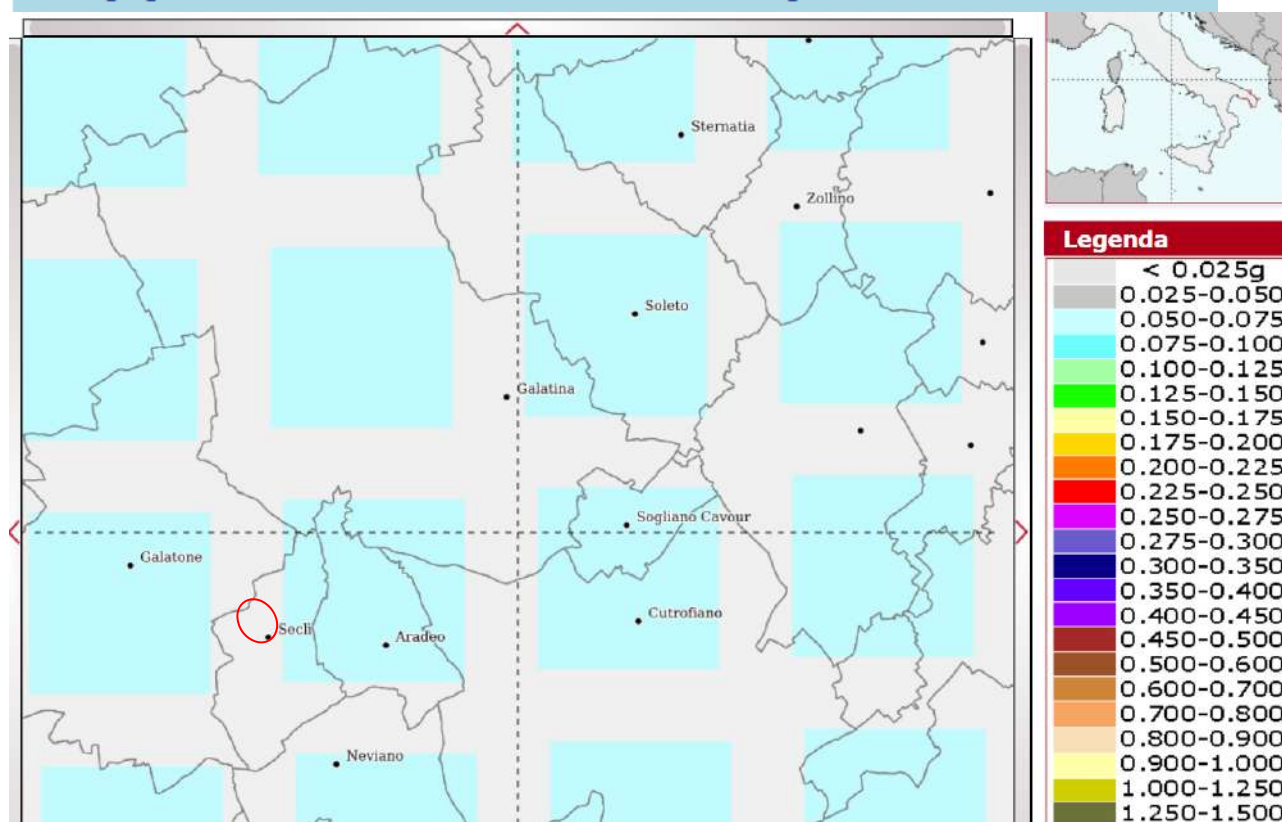


Fig 17



PROGETTO DEFINITIVO

Dai dati derivanti dalle indagini MASW effettuate è stato possibile determinare il V_s equ (505 m/s) che ha permesso di definire la categoria di suolo di appartenenza del profilo stratigrafico rinvenuto, ai sensi delle NTC2018. Il sito in oggetto ha una categoria di sottosuolo "B", pertanto il coefficiente $S_s = 1,2$

Nel seguito si riportano i risultati dell'analisi di Risposta Sismica Locale (ai sensi delle NTC 2018), eseguita nel sito in cui è ubicata la struttura oggetto degli interventi di progetto.

Data la tipologia strutturale dell'intervento, l'assetto tabulare dell'area e data la omogenea situazione lito-stratigrafica, è stata utilizzata la procedura semplificata indicata nel DM/18.

La strategia progettuale considerata è stata quindi:

Coordinate sistema WGS84 Comune di Seclì- Vasca loc. "Le Rose"

40,136368 18,095256

- Classe costruzione: II
- Coefficiente d'uso: $CU = 1,0$
- Vita Nominale: $VN = 50$ anni
- Periodo di riferimento: $VR = VN \cdot CU = 50$ anni
- Stati Limite considerati: "SLO" (Stato Limite Operativo) "SLD" (Stato Limite di Danno);

"SLV" (Stato Limite di Salvaguardia della Vita), "SLC" (Stato Limite di Collasso).

La categoria topografica, ai sensi delle Tabb. 3.2.III e 3.2.V del DM/18, è la "T1" con $St=1,0$ (parametro ricavato dalla morfologia del sito).

Attraverso il programma fornito dal Ministero delle infrastrutture ("Spettri") sono stati valutati i 3 parametri di riferimento per diversi tempi di ritorno. I risultati sono di seguito riportati:

Tr (anni)	a_g (g)	F_0	T_c'
30	0,015	2,389	0,160
50	0,020	2,390	0,221
72	0,025	2,301	0,282
101	0,029	2,324	0,319
140	0,034	2,385	0,346
201	0,038	2,448	0,373
475	0,054	2,414	0,511
975	0,069	2,525	0,545
2475	0,091	2,652	0,579

Considerando la Vita nominale, il coeff. d'uso e il periodo di riferimento suindicati per i vari stati limite si ottiene un valore di a_{max} (g) di seguito calcolato:

Stato limite	Tr (anni)	a_g (g)	F_0	T_c'	S_s	a_{max} (g)
Operatività (SLO)	30	0,015	2,389	0,160	1,2	0,018
Danno (SLD)	50	0,020	2,389	0,222	1,2	0,024



PROGETTO DEFINITIVO

Salvaguardia vita (SLV)	475	0,054	2,414	0,511	1,2	0,0648
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,069	2,525	0,545	1,2	0,0828

$$a_{\max} (g) = a_g * S_s * S_T$$



11. CONSIDERAZIONI FINALI

In relazione a quanto precedentemente illustrato ed ai risultati ottenuti dalle indagini svolte, è stato possibile pervenire ad una serie di considerazioni qui di seguito esposte.

È stato accertato che nel sito in cui sono previsti gli interventi di realizzazione della vasca di laminazione per la mitigazione del Rischio idraulico dell'abitato di Seclì è stato accertato, da indagini geognostiche eseguite, che è presente una coltre limosa sabbiosa con ciottoli calcarenitici, marroncina, di spessore di 3,00-4,00 m poggiante su calcareniti debolmente cementate a grana fine, a loro volta trasgressive sul calcare Cretaceo, che si rinviene a 9.50 m dal p.c. nel sondaggio S1.

Le indagini eseguite hanno accertato l'assenza di falda idrica superficiale, i depositi della coltre terrosa superficiale risultano talora umidi quando si instaurano condizioni di allagamento che caratterizza questa area depressa. Nel sito di intervento sussiste, pertanto, la sola Falda profonda che circola nei calcari cretacei, tale falda, detta "falda carsica", circola, a pelo libero, nelle fratture e cunicoli del calcare cretaceo. Intercettata la falda il livello dell'acqua (livello piezometrico) si stabilizza a quota media di 2.50 m s.l.m.; l'andamento delle isopieze evidenzia che le linee di deflusso sotterraneo sono verso ovest- sud ovest e che nei pressi di Galatina si individua uno spartiacque di direzione NW-SE.

In base ai risultati della campagna di indagine geofisica eseguita (mediante indagini Masw) è stato determinato il $V_{s,eq}$ ai sensi delle NTC2018, che è risultato essere $V_{s,eq} = 505 \text{ m/s}$, di conseguenza si può caratterizzare il sito in esame corrispondente ad un suolo di categoria "B".

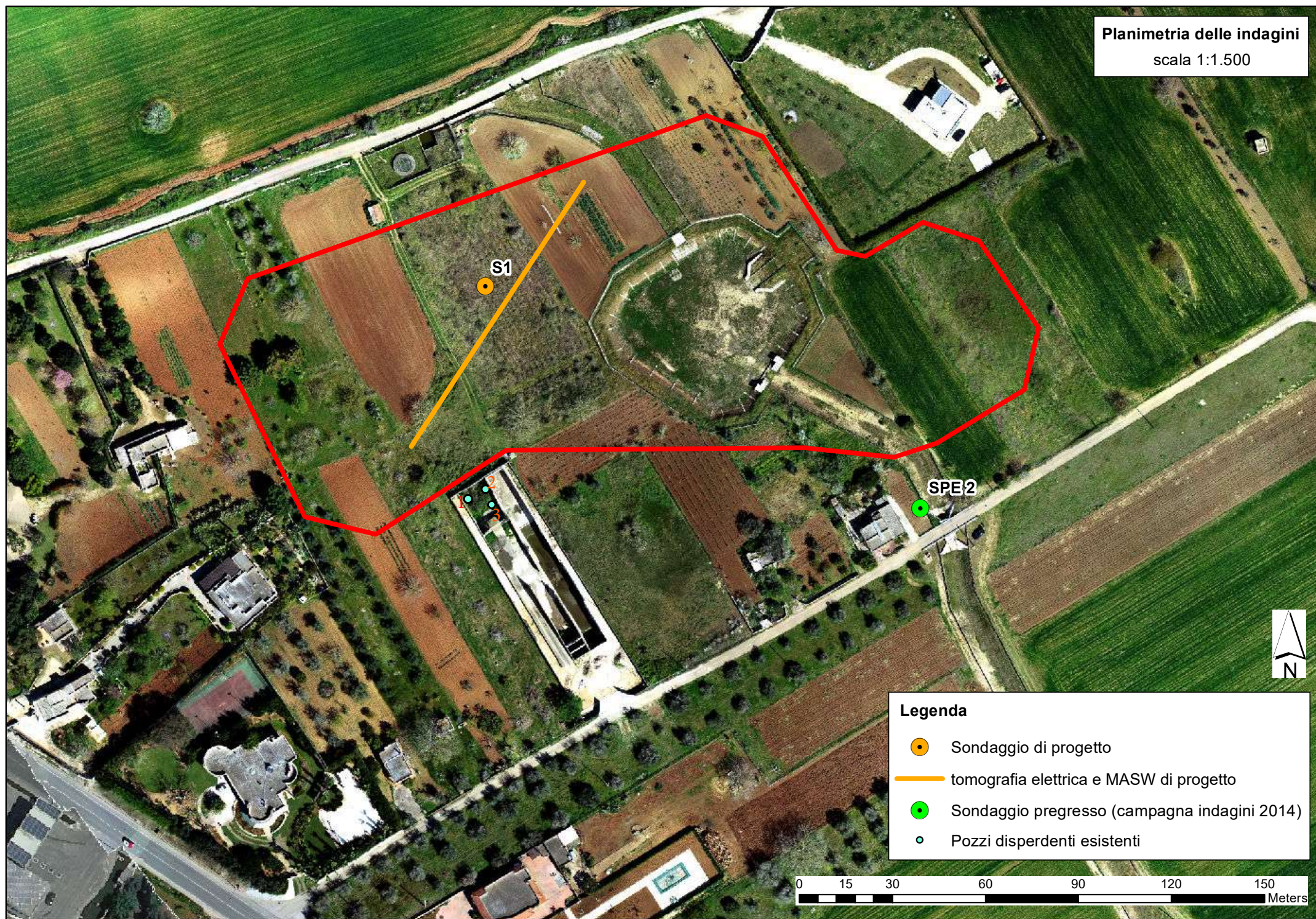
Taranto, lì Dicembre 2023

Il GEOLOGO
Dott.ssa Rita Amati



ALLEGATI

ALLEGATO 1

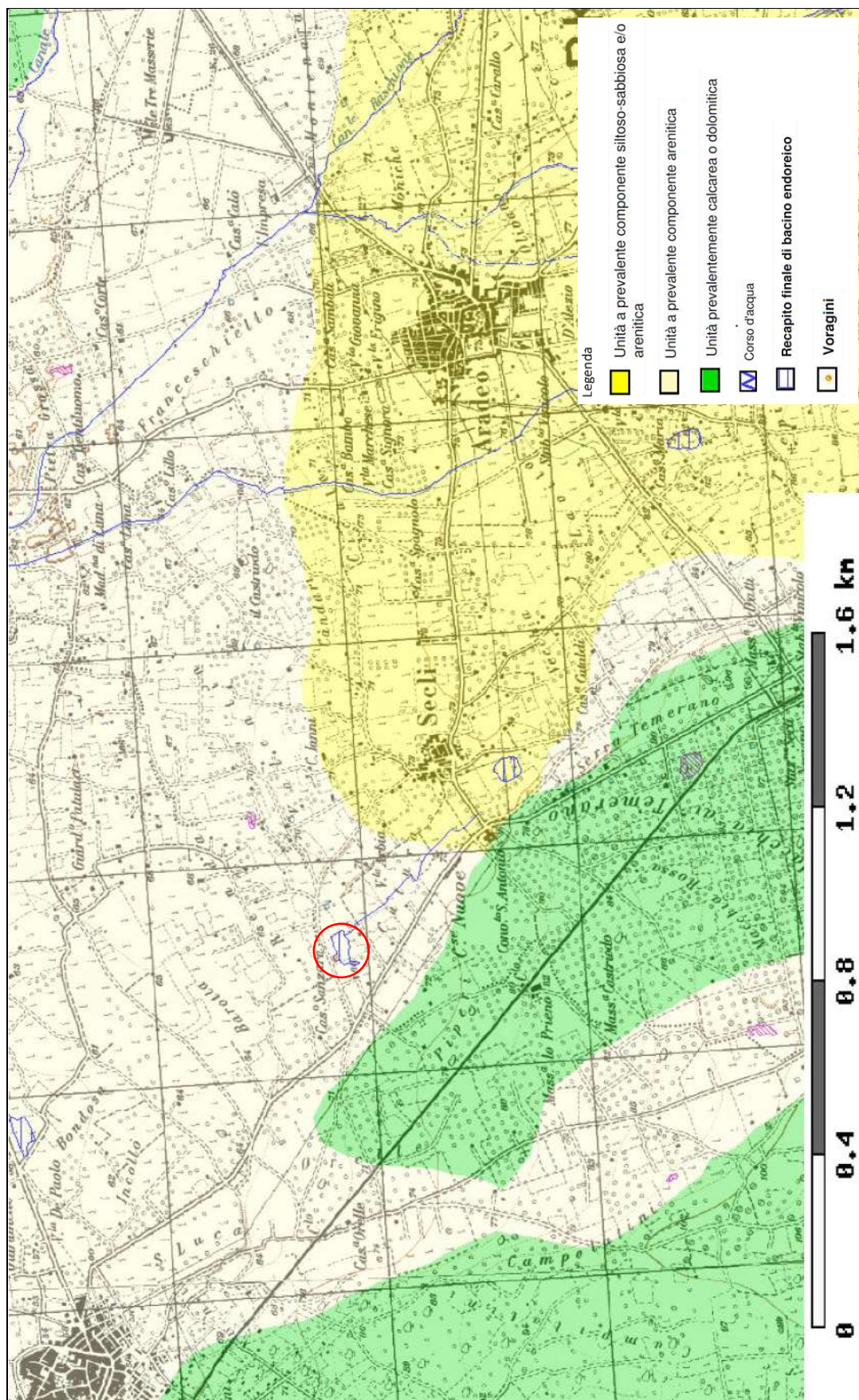


Legenda

- Sondaggio di progetto
- tomografia elettrica e MASW di progetto
- Sondaggio pregresso (campagna indagini 2014)
- Pozzi disperdenti esistenti

0 15 30 60 90 120 150
Meters

ALLEGATO 2



CARTA GEOLITOLOGICA CON UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

ALLEGATO 3



Planimetria con ubicazione dei pozzi Ente Irrigazione

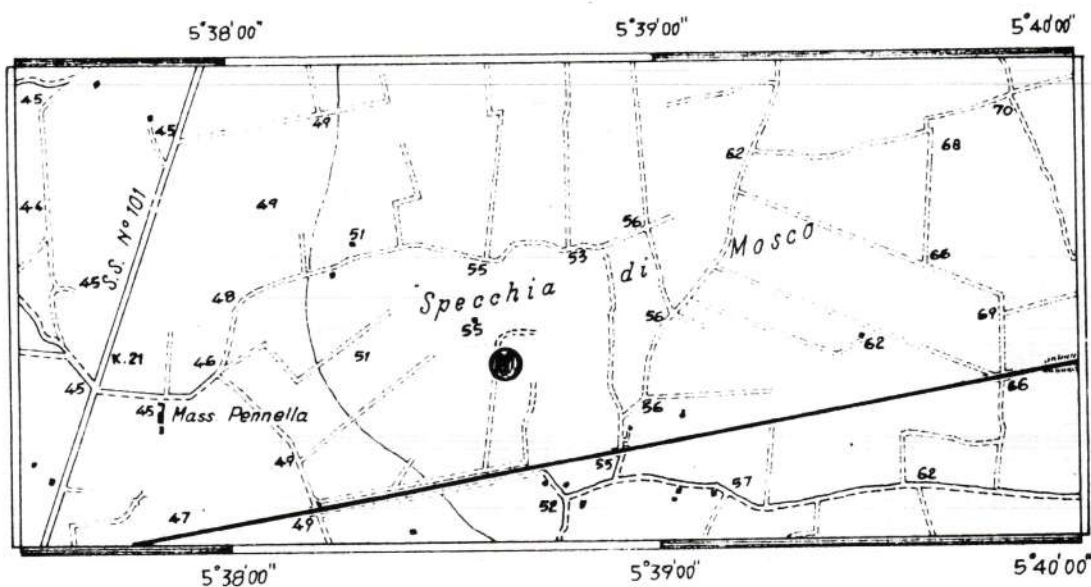
RICERCHE DI ACQUE SOTTERRANEE in provincia di **LECCE**

POZZO n° 2 (Progetto F.E.O.G.A. n° 10)

Posizione topografica

Foglio I.G.M. n° 214 - **IV** S.E. (Galatina)

Scala 1:25.000



Il pozzo è stato eseguito in località "Specchia di Mosco" in agro di Galatina (Lecce), nel punto di coordinate geografiche $40^{\circ}10'19''$ di latitudine e $5^{\circ}38'38''$ di longitudine.

Trovasi a Nord-Est dell'abitato di Galatone e dista dal mare Jonio circa Km. 10.

La quota altimetrica del caposaldo, corrispondente al p.c. adiacente al boccapozzo, è di mt. 52,964 sul livello del mare.

Il caposaldo è costituito da una borchia in ottone dello Ente Irrigazione contraddistinta col n. B/95.

SEZIONE STRATIGRAFICA DEL POZZO n° 2 / PROGETTO F.E.O.G.A. n° 10

località "SPECCHIA DI MOSCO", - AGRO DI GALATINA (LECCE)

a quota + 52,964

s. l. m.

Livelli d'Acqua				Caratteristiche della Trivellazione						Rivestimento						
falda di fondo	acque superficiali	Riferimento		Sistema	Calibro	Quote metri		parziali	Sezione	Stratigrafia	Campioni	Zona cement.	Descrizione elementi	Diametri	Quota rit.	
		livello mare	piano campag			livello mare	piano campag								livello mare	piano campag

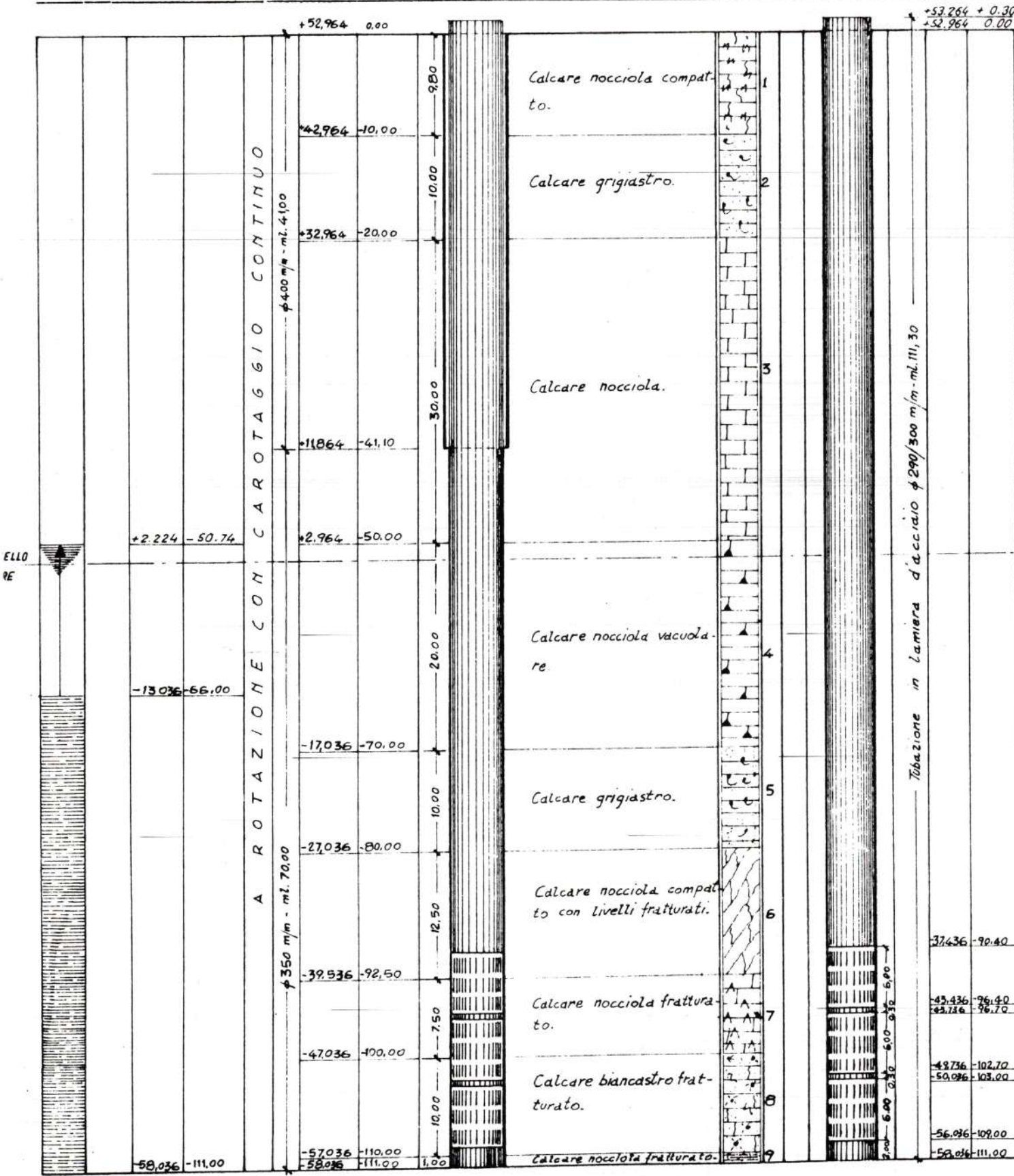
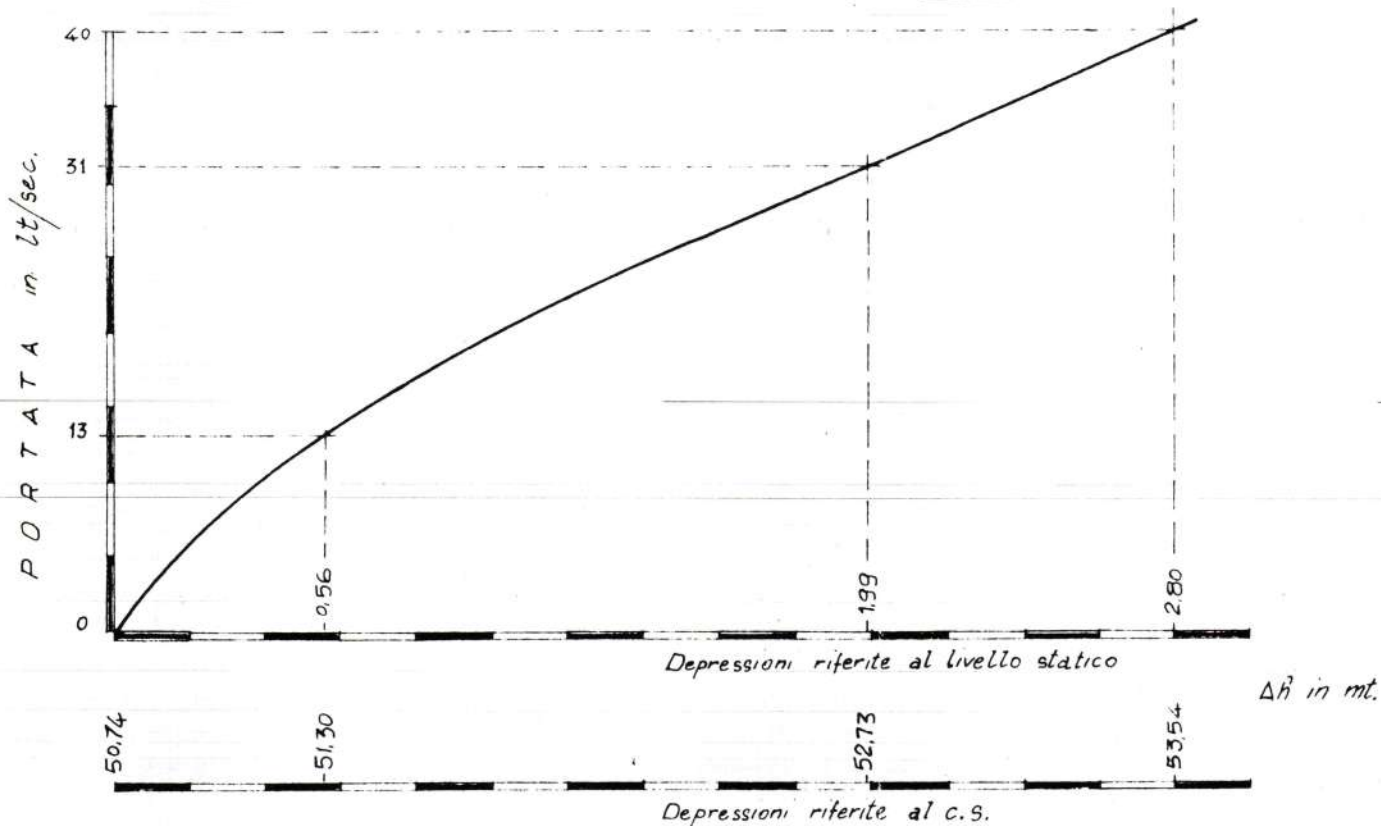


DIAGRAMMA : *PORTATE - DEPRESSIONI*



RISULTATI DELLE ANALISI DEI CAMPIONI D'ACQUA

Eseguite dall'ISTITUTO DI GEOLOGIA APPLICATA - BARI

CAMPIONE N.	PRELEVAMENTO		Residuo salino Totale a 110° C (g/l)	Cloroione (g/l)	NOTE
	DATA	ORA			
1	16-12-69	9,15	0,512	0,115	
2	16-12-69	12,30	0,504	0,109	
3/2	16-12-69	17,15	0,496	0,100	

Eseguita dall'ISTITUTO DI CHIMICA AGRARIA - BARI

CAMPIONE N.	Prelevamento		Residuo salino totale (g/l)		pH	I O N E						Non determ. e perdite (g/l)	
	data	ora	110° C	180° C		Sodio (Na ⁺) (g/l)	Potassio (K ⁺) (g/l)	Calcio (Ca ⁺⁺) (g/l)	Magnesio (Mg ⁺⁺) (g/l)	Cloro (Cl ⁻) (g/l)	Idrocarb. (HCO ₃ ⁻) (g/l)		Solfonico (SO ₄ ⁻) (g/l)
3/B	16-12-69	17.15	0,490	0,466	7,80	0,061	0,006	0,066	0,041	0,117	0,342	0,024	

ENTE PER LO SVILUPPO DELL'IRRIGAZIONE E LA TRASFORMAZIONE FONDARIA
IN PUGLIA - LUCANIA E IRPINIA - BARI

RICERCHE DI ACQUE SOTTERRANEE in provincia di LECCE

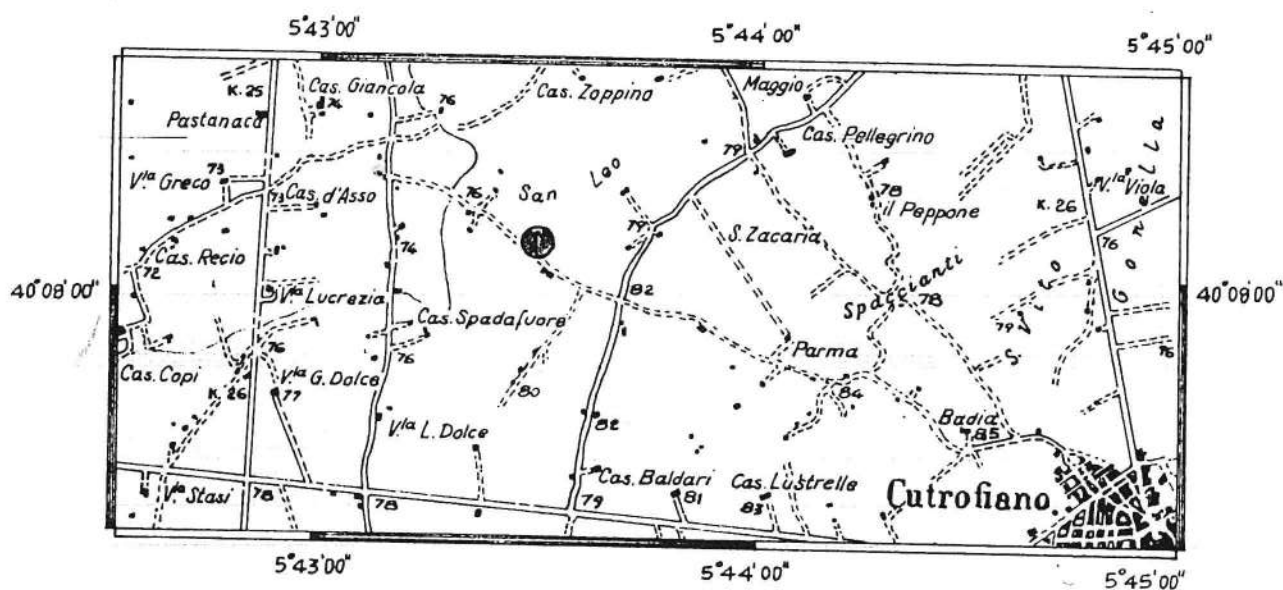
Progetto FEOGA n°6

POZZO n° 7

Posizione topografica

Foglio IGM n°214-III-NE(Neviano)

Scala 1:25.000



Il pozzo è stato eseguito in località "S. Leo" in agro di Cutrofiano (Lecce), nel punto di coordinate geografiche $40^{\circ}08'03''$ di latitudine e $5^{\circ}43'31''$ di longitudine.

Trovasi a 2 Km. a Nord-Ovest dell'abitato di Cutrofiano e dista dal mare Jonio circa Km. 14,5.

La quota altimetrica del caposaldo, corrispondente al p.c. adiacente al boccapozzo, è di mt. 77,807 sul livello del mare.

Il caposaldo è costituito da una borchia in ottone dell'Ente Irrigazione contraddistinta col n. B/96.

n° 7-PROGETTO F.E.O.G.A. n° 6

(LECCE)

a quota **+77.807**

s. l. m.

ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO		TUBAZIONE IN LAMIERA D'ACCIAIO	
+77,807	0.00	+78.307	+0.50
+77,207	-0.60	+77,807	0.00
+73,807	-4.00		
+63,307	-14.50		
+55,807	-22.00		
+50,307	-27.50		
+47,307	-30.50		
+35,807	-42.00		
+35,307	-42.50		
+2,307	-74.90		
-42,193	120.00		
-67,193	-145.00		

TERRENO VEGETALE

Argilla giallastra.

Argilla grigio azzurra.

Tufo.

Terra rossa mista a noduli tufacei.

Pietra leccese.

Calcare grigiastro fratturato.

1

2

3

4

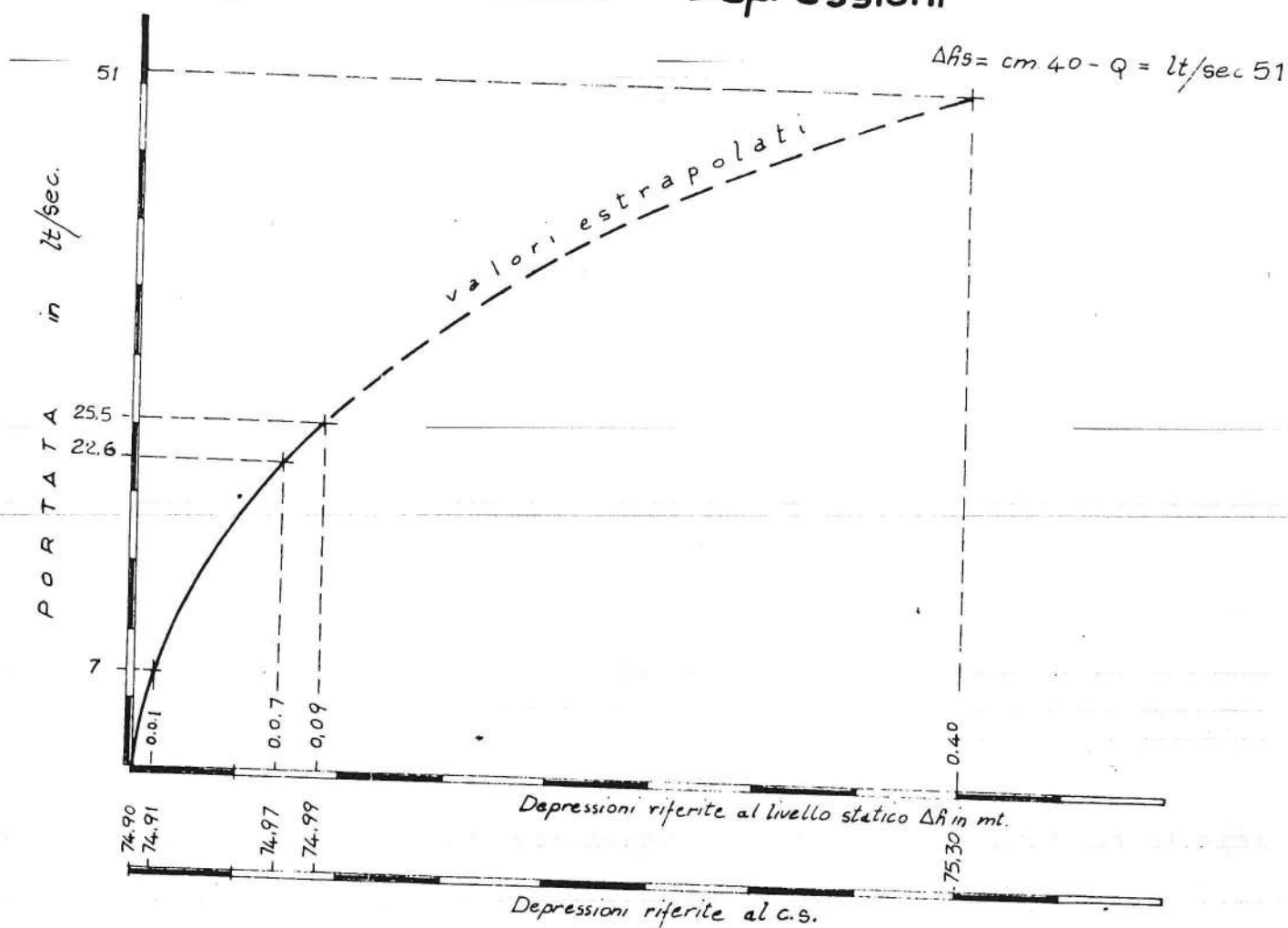
5

6

7

ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO		TUBAZIONE IN LAMIERA D'ACCIAIO	
+77,807	0.00	+78.307	+0.50
+77,207	-0.60	+77,807	0.00
+73,807	-4.00		
+63,307	-14.50		
+55,807	-22.00		
+50,307	-27.50		
+47,307	-30.50		
+35,807	-42.00		
+35,307	-42.50		
+2,307	-74.90		
-42,193	120.00		
-67,193	-145.00		

Diagramma: Portate - Depressioni



RISULTATI DELLE ANALISI DEI CAMPIONI D'ACQUA

Eseguite dall'ISTITUTO DI GEOLOGIA APPLICATA - BARI

CAMPIONE N.	PRELEVAMENTO		Residuo salino Totale a 110°C (g/l)	Cloroione (g/l)	NOTE
	DATA	ORA			
1	26-11-69	9,00	0,455	0,092	
2	26-11-69	12,00	0,450	0,092	
3/a	26-11-69	16,15	0,447	0,092	

Eseguita dall'ISTITUTO DI CHIMICA AGRARIA - BARI

CAMPIONE N.	Prelevamento		Residuo salino totale (g/l)		pH	J O N E							Non determ. e perdite (g/l)
	data	ora	110°C	180°C		Sodio (Na ⁺) (g/l)	Potassio (K ⁺) (g/l)	Calcio (Ca ⁺⁺) (g/l)	Magnesio (Mg ⁺⁺) (g/l)	Cloro (Cl ⁻) (g/l)	Idrocarb. (HCO ₃ ⁻) (g/l)	Solfonico (SO ₄ ⁻) (g/l)	
/B	26-11-69	16,15	0,520	0,504	7,60	0,106	0,006	0,046	0,035	0,117	0,384	0,016	