GESTIONE ACQUA S.P.A

Sede in Cassano Spinola (AL)
15063 - Regione Scrivia
Tel. 0143 – 477577 – Fax 0143 – 478658
P.Iva/C.F. 01880180060

TITOLO DEL PROGETTO:

PNRR – AVVISO M2C.1.1 I 1.1. Linea d'Intervento C. Impianto di Depurazione di Frugarolo – Revamping volto alla realizzazione di un impianto fortemente automatizzato di recupero di rifiuti provenienti dallo spazzamento stradale e dalla pulizia delle caditoie.

GA PNRR D 2

Commessa: xxx

PROGETTO

- □ STANDARD GA
- □ FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA
- ■ DEFINITIVO
- □ ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Rev. n.	DATA	ELABORATO DA	VERIFICATO DA (RC – RESP. GEST.)	APPROVATO DA (RIEP)	Nome File
00	05/07/2023	SEAM	Geom. Mauro Siro Ing. Monica Minetti	Ing. Vittorio Risso	S472CI04001
01					
02					
			IL PROGETTISTA (Timbro e firma)		ELABORATO
			SEAM Engineering s.r.l WISE Engineering s.r.l		

INDICE

1.0 PREMESSA ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 3
2.0 CONTESTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 4
2.1 ASPETTI GEOLOGICI GENERALI E SITUAZIONE LOCALE 4
2.2 ASPETTI GEOMORFOLOGICI GENERALI E SITUAZIONE LOCALE 5
2.3 PROBLEMATICHE ED INTERAZIONI CON IL PROGETTO IN ESAME 5
3.0 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO 6
3.1 ASPETTI IDROLOGICI GENERALI E LOCALI 6
3.2 ASPETTI IDROGEOLOGICI GENERALI E SITUAZIONE LOCALE 6
3.3 SUPERFICIE PIEZOMETRICA E SUE OSCILLAZIONI 6
3.4 PROBLEMATICHE ED INTERAZIONI CON IL PROGETTO IN ESAME 7
4.0 INQUADRAMENTO SISMICO 8
4.1 ASPETTI GENERALI 8
4.2 ASPETTI LOCALI NOTI O PRESUMIBILI 8
5.0 INDAGINI E STUDI DISPONIBILI 9
5.1 STUDI SUL SITO ED INDAGINI PREGRESSE DISPONIBILI 9
6.0 MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE 11
6.1 LITOSTRATIGRAFIA ATTESA 11
6.2 FALDA ATTESA 11
6.3 MODELLO GEOLOGICO TECNICO DI CARATTERIZZAZIONE GENERALE SULLA BASE DELLE PROVE PREGRESSE 12
7.0 FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO 13
7.1 CLASSIFICAZIONE E FATTIBILITÀ DEL PRG 13
7.2 VINCOLI NOTI (IN PARTICOLARE PGRA/PAI,PTCP) 15
7.2.1 PAI 15
7.2.2 PGRA 16
7.2.3 SCENARI DI RISCHIO 17
7.2.4 PTCP 17
7.3 FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO 18
7.4 PROBLEMATICHE DA CONSIDERARE ED INDICAZIONI PER APPROFONDIMENTI DA REALIZZARSI NELLA PROSSIMA FASE PROGETTUALE 19

1.0 PREMESSA ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Su incarico di SEAM è stata redatta la presente relazione geologica a supporto del progetto di Revamping del depuratore di Frugarolo. L'impianto sorge ad Ovest del comune di Frugarolo (AL) (Figura 1) ed è stato progettato nei primi anni 2000 a servizio dei centri urbani di Bosco Marengo e Frugarolo.
Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fortemente automatizzato di recupero di rifiuti provenienti dallo spazzamento stradale e dalla pulizia delle caditoie in affiancamento all'impianto di esistente. L'impianto è caratterizzato dai seguenti elementi principali:

- sezione di pesa in ingresso e uscita dall'impianto;
- piazzola di stoccaggio temporaneo;
- sezione con tramoggia di ricezione rifiuti;
- sezione di vagliatura;
- sezione di lavaggio e classificazione sabbie;
- sistema di vagliatura fine;
- coclea di trasporto;
- package per il trattamento chimico fisico;
- sedimentatore;
- sezione di disidratazione;
- sistema di deodorizzazione con filtri chemiadsorbenti;
- filtrazione autopulente con filtri a cartuccia dell'acqua trattata.

Si prevede inoltre la realizzazione di una tettoia a protezione degli impianti sopra citati.
L'impianto sarà allocato nell'area nord del sito esistente, avente superficie di circa 3.300 m^2 (Figura 2).

Il report ha lo scopo di verificare la compatibilità delle aree con l'intervento in oggetto ed è redatta ai sensi del vigente articolo 26 comma 1 a) del DPR 207/2010 tenendo conto delle indicazioni e delle prescrizioni del D.M. 17.01.18 (Relazione geologica del progetto R1) e tiene conto:

- della normativa regionale ed in particolare di quanto previsto nella DGR IX/2616/2011 e nella DGR 2129/2014 e smi (Relazione geologica di fattibilità R3);
- della normativa sismica compreso il DPR 380/2001 e la L.R. 33/2015 (dal 10 aprile 2016) con la DGR X/5001 del 30 marzo 2016 e smi
- dell'ambito delle specifiche competenze geologiche e geotecniche definite dal DPR 328/01.

Figura 1 - ***Vista d'insieme dell'area di intervento e del comune di Frugarolo. In rosso viene evidenziata l'area d'intervento.***

Figura 2 - ***Particolare dell'area oggetto di intervento a Nord del depuratore esistente.***

2.0 CONTESTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

2.1 ASPETTI GEOLOGICI GENERALI E SITUAZIONE LOCALE

L'area in oggetto è caratterizzata dalla presenza di un suolo agrario molto potente ed a matrice argilloso-sabbiosa. Consultando la Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000, Foglio n.70 Alessandria (Figura 3), è possibile osservare che al di sotto del suolo superficiale sono presenti formazioni Quaternarie quali "Alluvioni prevalentemente argillose della superficie principale della pianura a Sud del Po, attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali e in parte al fluviale recente" e "Alluvioni postglaciali".
Queste formazioni sono costituite da materiali terrigeni a granulometria molto variabile, in cui tendono a prevalere i termini sabbioso-limoso-argillosi, con ampia presenza di ghiaie.
Il Fluviale recente è presente nella porzione orientale del territorio comunale e costituisce la parte più estesa della pianura a Sud di Alessandria. Per quanto sia prevalentemente ghiaioso, nella fascia compresa fra il Torrente Scrivia e il Torrente Orba, la natura dei terreni appare più argillosa e la colorazione delle coltri di alterazione più intensa, dal giallo al rossastro.
Le alluvioni postglaciali, prevalentemente ghiaiose, sono presenti a Ovest, verso il Torrente Orba, in ambito di interferenza fluviale pregressa e, relativamente a fenomeni alluvionali particolarmente intensi.
Nell'area oggetto del presente studio ricade il contatto fra le due Formazioni sopra citate.
Tali formazioni sono costituite da ghiaie, sabbie ed argille che si susseguono irregolarmente fino a profondità di 15 m, dove prevalgono altre ghiaie più grossolane provenienti dal bacino di erosione del torrente Orba.

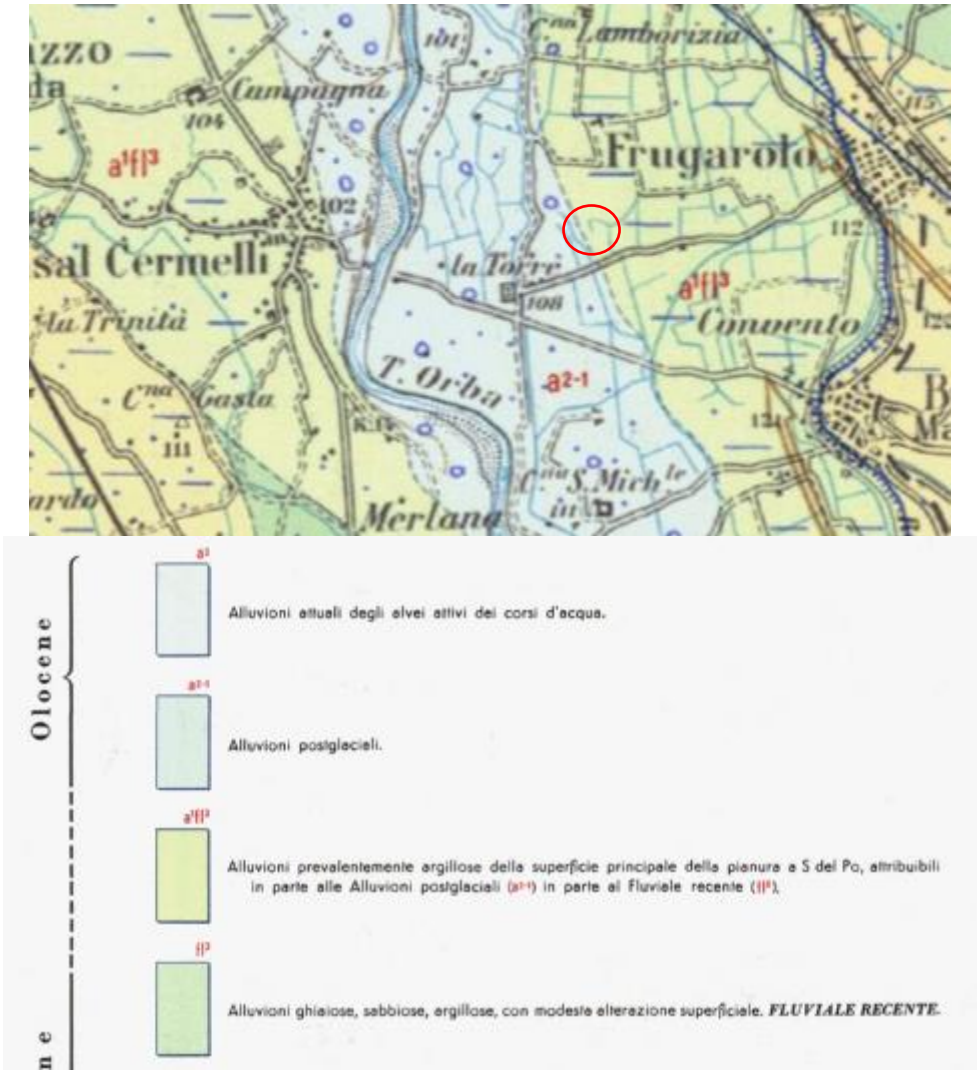


Figura 3 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000, Foglio n. 70 Alessandria. In rosso viene evidenziata l'area d'intervento. (Fonte: Isprambiente)

2.2 ASPETTI GEOMORFOLOGICI GENERALI E SITUAZIONE LOCALE

L'area oggetto del presente studio si presenta pressoché pianeggiante, trattasi infatti di una pianura terrazzata di origine alluvionale ad una quota media topografica del piano campagna di circa 103 m s.l.m e ricade in sponda destra al Rio Acquanera o Carpescio, affluente in destra del Torrente Orba. La presenza del Rio Acquanera e di una roggia, posta sul confine Nord dell'appezzamento, contribuisce al drenaggio delle acque superficiali nella zona.
L'area è costituita per la quasi totalità da terreni agricoli, fatta salva la presenza di alcune cascine e l'appezzamento sul quale sorge l'attuale impianto di depurazione di Frugarolo.

2.3 PROBLEMATICHE ED INTERAZIONI CON IL PROGETTO IN ESAME

L'area oggetto del presente studio è stata raggiunta dall'alluvione dell'ottobre 1977, come è visibile nella Carta Geomorfologica, dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore allegata alla variante generale del P.R.G.C. del Comune di Frugarolo emessa nel dicembre 2011 (Figura 4). Nella figura si osserva come l'area rientri all'interno del perimetro raggiunto dalle acque.

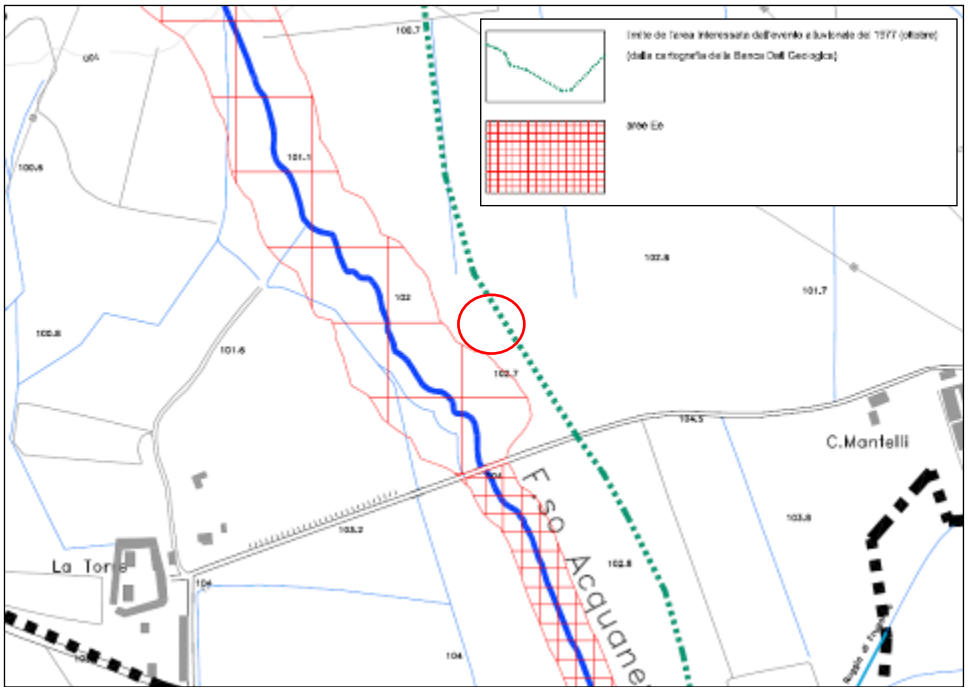


Figura 4 - Stralcio della Carta Geomorfologica, dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore allegata alla variante generale del P.R.G.C. del Comune di Frugarolo emessa nel dicembre 2011. In rosso viene evidenziata l'area d'intervento. (Fonte: P.R.G.C. Frugarolo)

3.0 **INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

3.1 ASPETTI IDROLOGICI GENERALI E LOCALI

L'idrografia di superficie è costituita dal Rio Acquanera, affluente in destra del Torrente Orba, principale torrente della zona insieme al Torrente Scrivia. La direzione principale di drenaggio delle acque superficiali è verso Nord, adducente al fiume Po. Oltre alla rete idrografica principale, nell'area è presente una serie di canali minori, uno di questi in particolare scorre a Nord dell'area in esame ed è di probabile origine antropica, realizzato al duplice scopo di condurre le acque di irrigazione e drenare le acque meteoriche provenienti dai campi coltivati nelle vicinanze.

3.2 ASPETTI IDROGEOLOGICI GENERALI E SITUAZIONE LOCALE

La falda del sistema Orba – Bormida è caratterizzata da scarse variazioni del gradiente idraulico e della direzione delle linee di flusso. La pendenza della superficie piezometrica è sempre molto bassa (in media 2‰). Le linee di flusso sono in generale parallele alla direzione dei corsi d'acqua, per quanto le isopiezometriche presentino una leggera convessità verso monte.
Una buona parte dell'alimentazione della falda probabilmente proviene dalle perdite dei fiumi Orba e Bormida. L'andamento delle linee di flusso della falda è concorde con la direzione di flusso di Orba e Bormida e le oscillazioni della superficie freatica sono legate alle loro piene.

3.3 SUPERFICIE PIEZOMETRICA E SUE OSCILLAZIONI

Al fine di indagare la profondità della falda nell'area in esame, sono stati raccolti 3 studi eseguiti in tempi differenti, di seguito menzionati:

- una pubblicazione a cura della Provincia di Alessandria nell'anno 1985 ed avente per oggetto "Catasto degli scarichi-qualità della prima falda acquifera", riporta le linee isofreatiche di buona parte della pianura alessandrina al variare delle stagioni, ottenuta

a seguito del censimento di numerosi pozzi irrigui, industriali e domestici. In questo studio si afferma che la profondità della falda nel territorio di Frugarolo oscilla fra i -6 metri e i -12 metri da piano campagna, in funzione dell'apporto meteorico stagionale.

- in uno studio più recente, datato ottobre 2001 e realizzato a cura del Dott. Geol. Cavalli Luigi a supporto della progettazione originaria del depuratore, è stata misurata, all'interno di fori ottenuti durante le prospezioni geotecniche, una profondità della falda di 9 metri dal piano campagna.
- infine, la carta geoidrologica allegata alla variante generale del P.R.G.C. del Comune di Frugarolo emessa nel novembre 2006, indica che nella zona in esame il tetto della falda si trova ad una quota di circa 96,5 metri sul livello del mare. Considerando che la quota del piano campagna è di circa 103 m. s.l.m. (Figura 5), secondo questo studio, la profondità della falda si attesterebbe attorno ai 6,5 metri.

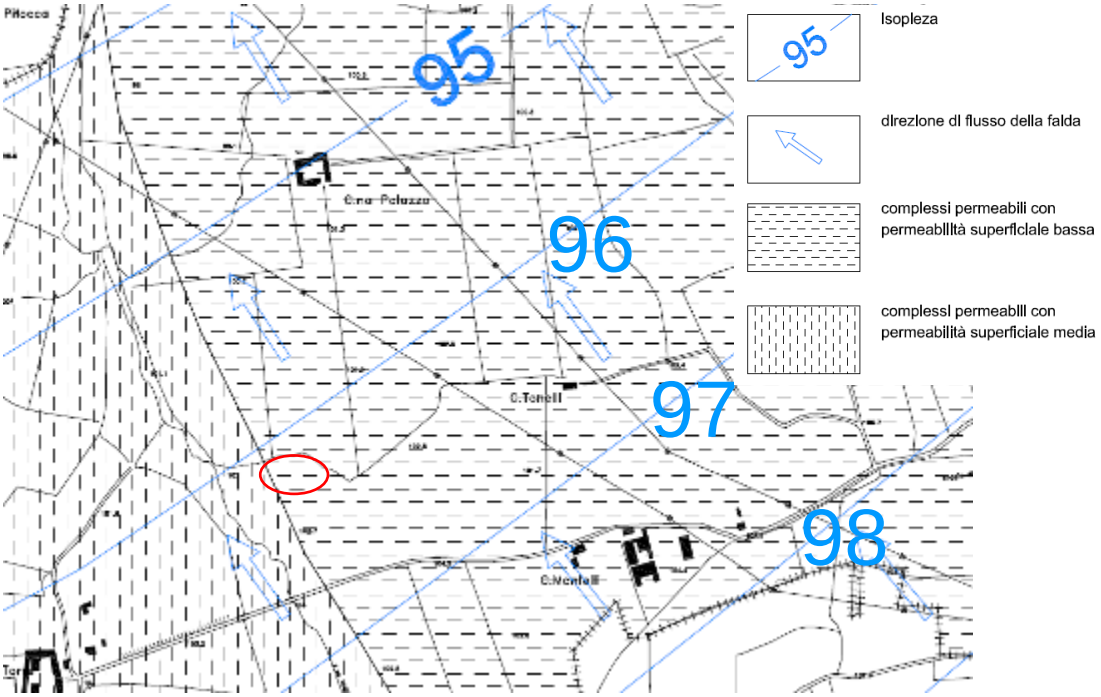


Figura 5 - Stralcio della carta geoidrologica allegata alla variante generale del P.R.G.C. del Comune di Frugarolo emessa nel novembre 2006. In rosso viene evidenziata l'area d'intervento. (Fonte: P.R.G.C. Frugarolo).

3.4 PROBLEMATICHE ED INTERAZIONI CON IL PROGETTO IN ESAME

Il piano campagna dell'area in esame ha subito una variazione positiva di quota durante i lavori di realizzazione dell'attuale depuratore di Frugarolo, vi sono infatti depositati i terreni provenienti dagli scavi. Attualmente il piano campagna si trova ad una quota di poco inferiore ai 106 m s.l.m. Secondo le linee di progetto, le strutture ospitanti il futuro impianto di vagliatura, raggiungeranno la profondità massima del piano macchine di 5 metri da piano campagna (quota pari a 101 m s.l.m.). Questa profondità sarà raggiunta solamente da un pozzetto di dimensioni 1,50 per 1,20 m all'interno del quale verrà installata una pompa. Considerando anche la maggior profondità di scavo necessaria per la realizzazione delle opere strutturali, non risulta possibile intercettare il tetto della falda, neppure qualora tali scavi venissero eseguiti nella stagione con maggiore piovosità, quando si registrano i massimi livelli piezometrici.

4.0 INQUADRAMENTO SISMICO

4.1 ASPETTI GENERALI

Il Comune di Frugarolo si trova all'interno della zona sismica 3 "zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti", così come riportato nella D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 – "Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese" e come confermato successivamente nella D.G.R. n.6-887 del 30 dicembre 2019. Le caratteristiche relative alle zone sismiche sono riportate nella tabella sottostante (Figura 6).

Zona sismica	*Descrizione*	*accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a_g]*	*accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a_g]*	*numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)*
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g	740
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g	2.367
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g	3.014
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05$ g	0,05 g	1.788

Figura 6 – Suddivisione sismica in funzione del valore di accelerazione orizzontale massima (a_g).

4.2 ASPETTI LOCALI NOTI O PRESUMIBILI

Le NTC 2018 stabiliscono che l'identificazione della categoria sismica di sottosuolo deve basarsi sulla descrizione della stratigrafia dell'area e sull'analisi di un'indagine geofisica. In particolare, devono essere analizzati i valori di velocità equivalente delle onde sismiche di tipo S (Vs), andando a considerare un valore medio ad una profondità di 30 metri da piano campagna.
Sulla base dei parametri ottenuti dalle prove penetrometriche, i terreni possono essere classificati in 5 categorie in funzione della consistenza e del grado di addensamento. In questo caso, sulla base dei risultati ottenuti dalle prove eseguite per lo studio precedente del Dott. Cavalli, il terreno può essere preliminarmente classificato come appartenente alla categoria D, che comprende "Terreni a grana grossa scarsamente addensati e terreni a grana fine scarsamente consistenti. La velocità delle onde S per la categoria D ha valori compresi fra 100 e 180 m/s. Una caratterizzazione sismica più certa dell'area dovrà essere acquisita mediante un'indagine con metodo MASW/REMI nella successiva fase progettuale.
La risposta sismica locale di un sito può risentire di un fattore di amplificazione dovuto alla morfologia superficiale. Le NTC 2018 stabiliscono che, per configurazioni superficiali semplici, le superfici possono essere classificate in 4 categorie differenti, a seconda della topografia.
Nel caso in esame, l'area rientra nella categoria T1, che comprende superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$.

5.0 INDAGINI E STUDI DISPONIBILI

5.1 STUDI SUL SITO ED INDAGINI PREGRESSE DISPONIBILI

Lo studio per la progettazione originaria del depuratore oggetto dell'attuale progetto di revamping è stato eseguito dal Dott. Geol. Cavalli ed è basato su un'indagine condotta fra il 12 e 13 ottobre 2001. Questa indagine ha previsto l'esecuzione di 5 prospezioni penetrometriche, di cui 3 di tipo dinamico e 2 di tipo parzialmente statico (primi metri coesivi) e parzialmente dinamico, spinte fino ad una profondità di 12 metri dal piano campagna. Di seguito viene riportata l'ubicazione (Figura 7) delle prove penetrometriche. Dalla planimetria si osserva come le prove denominate P1, P2 e P5 ricadano all'interno dell'area dove, da progetto originario di realizzazione del depuratore di Frugarolo, avrebbero dovuto sorgere delle strutture che però non sono mai state realizzate. L'attuale progetto di revamping del depuratore di Frugarolo intende utilizzare proprio questa porzione di terreno, già parzialmente indagata in passato.

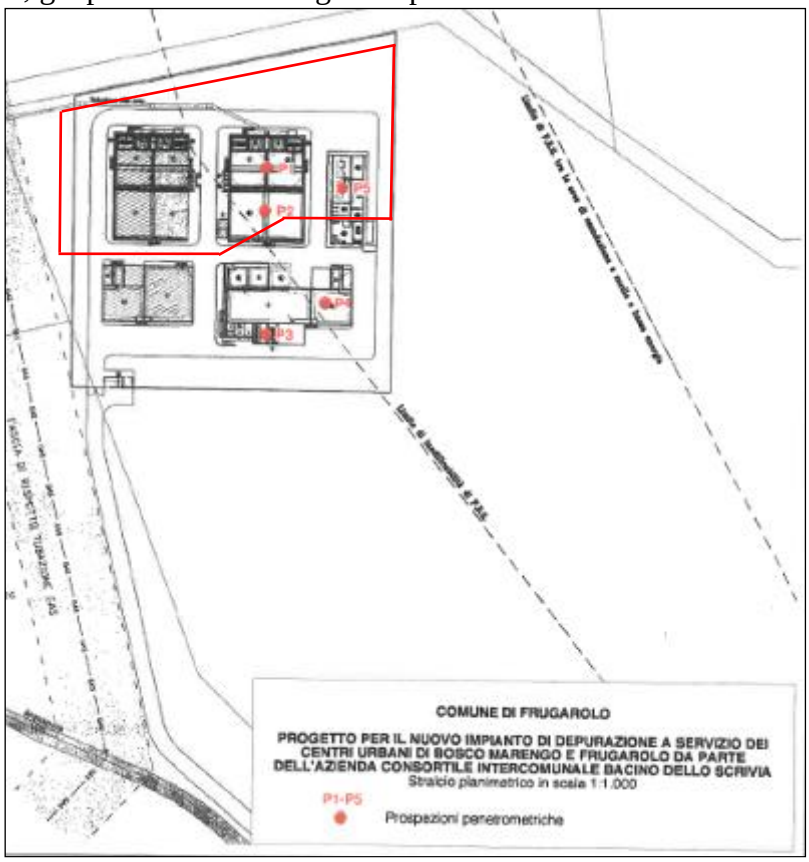


Figura 7 – Ubicazione delle prove penetrometriche eseguite dal Dott. Cavalli.

Uno studio redatto dal Dott. Geol. Luigi Priano, datato marzo 2013, condotto al fine della redazione del P.R.G.C del Comune di Frugarolo ha raccolto le stratigrafie di 5 pozzi realizzati nel territorio di Frugarolo. L'ubicazione dei pozzi è riportata nella carta geoidrologica allegata alla variante generale del P.R.G.C. del Comune di Frugarolo, Figura 8. Le stratigrafie dei pozzi vengono allegate alla presente relazione.

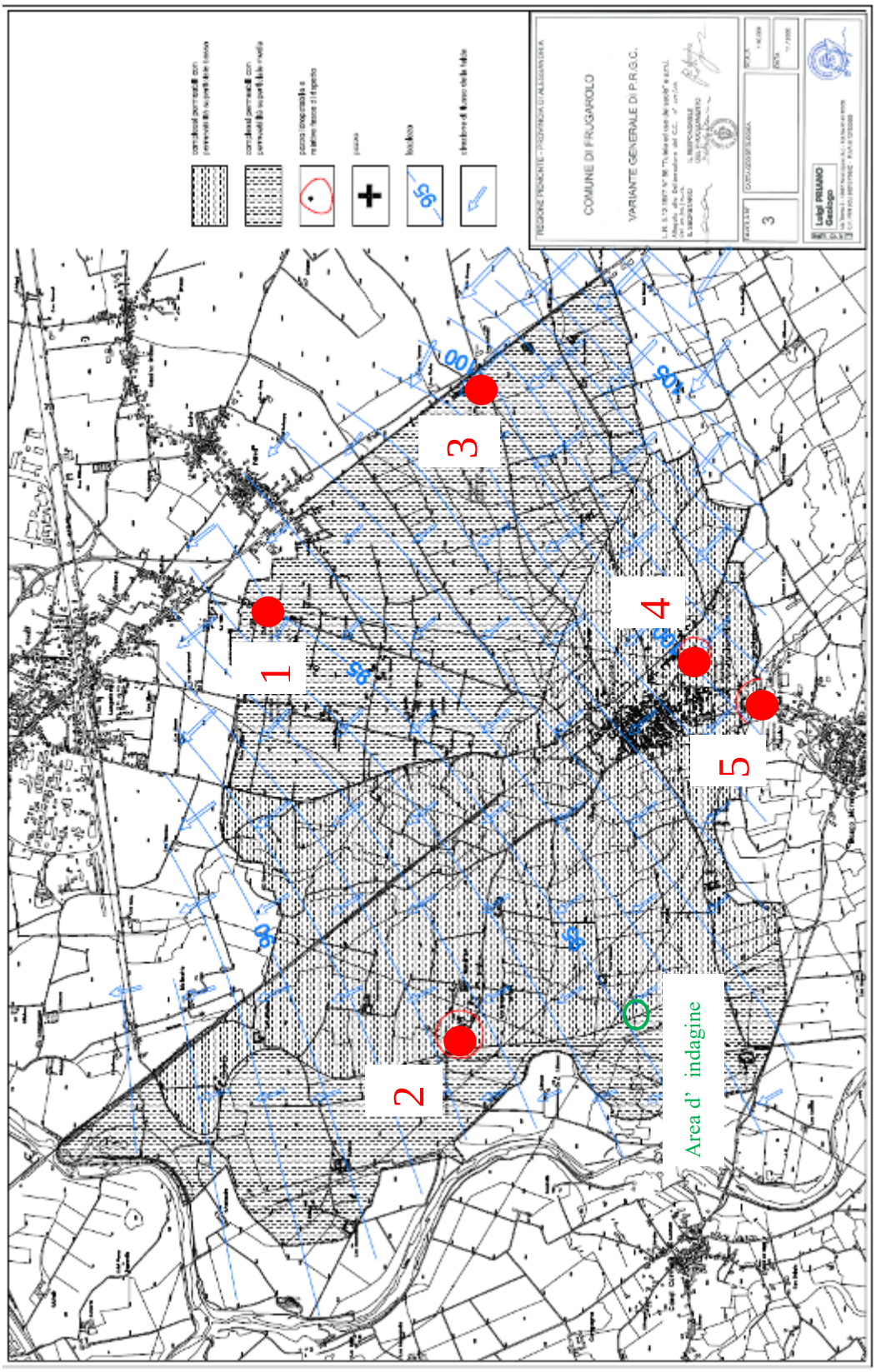


Figura 8 – Carta geoidrologica allegata alla variante generale del P.R.G.C. del Comune di Frugarolo emessa nel novembre 2006. In rosso viene evidenziata l'area d'intervento, i numeri identificano i 5 pozzi le cui stratigrafie sono state raccolte dal dott. Geol. Priano. (Fonte: P.R.G.C. Frugarolo).

6.0 **MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE**

6.1 LITOSTRATIGRAFIA ATTESA

Esaminando i 3 diagrammi ricavati dalle prove penetrometriche eseguite dal Dott. Geol. Cavalli, si distinguono caratteristiche geotecniche diverse fra l'area di esecuzione delle prove n.1 e n.2 e l'area di esecuzione della prova n.5. Osservando i diagrammi delle prove n.1 e n.2 si può infatti riconoscere un andamento simile, indice di una certa omogeneità della stratificazione. Entrambi i diagrammi riportano nei primi 2,10 – 2,40 metri da p.c. dei valori NSPT piuttosto bassi (inferiori a 10). Questi valori sono dovuti alla presenza di un terreno agrario piuttosto soffice seguito da uno strato di argille sabbioso-limose mediamente compatte. Successivamente, i diagrammi presentano due picchi nei valori NSPT superiori a 20 attorno ai 3 e 5,5 metri da p.c., intervallati da valori inferiori. Questi picchi hanno valori leggermente superiori nel diagramma relativo alla prova n.2, dovuti ad un probabile maggiore addensamento dei materiali. A seguire, entrambi i diagrammi mostrano una diminuzione dei valori NSPT a valori compresi fra 10 e 20. Attorno ai 7,5 metri si osserva un successivo picco nei valori NSPT, che supera i 50 colpi nella prova n.1 e i 35 nella prova n.2. Tale picco è probabilmente giustificato dalla presenza di materiale sabbioso- ghiaioso più addensato. Più in profondità, i diagrammi mostrano un andamento differente, quello relativo alla prova n.1 mostra una tendenza negativa nel N di colpi registrati: circa 25 a 9 metri da p.c per poi calare a meno di 10 fino a fine prova. Il diagramma relativo alla prova n.2 invece, presenta valori crescenti con un picco attorno agli 8,5 metri caratterizzato da NSPT pari a 60 e successivamente valori sempre superiori a 30 con un ultimo picco a 12 metri.
Questo diverso andamento è da imputarsi ad un diverso grado di addensamento a partire dai 9 metri da p.c. dei materiali grossolani, che sarà sicuramente maggiore per i materiali presenti nella colonna indagata dalla prova n.2.
I diagrammi relativi alla prova n.5 mostrano che la prova è stata eseguita in modalità statica nei primi 4 metri da p.c., questo indica la presenza di terreni coesivi nei primi 4 metri. I valori di resistenza alla punta indicano un grado di compattezza medio del materiale, mentre i valori di resistenza laterale indicano una discreta coesione.
Il rifiuto all'avanzamento delle aste penetrometriche dopo i 4 metri da p.c. indica una variazione granulometrica verso materiale più grossolano tale per cui, per continuare la prova è stato necessario proseguire in modalità dinamica.
Nel diagramma relativo alla prova penetrometrica dinamica n. 5 si può osservare che NSPT si mantiene su valori medio bassi per tutta la profondità indagata, tranne che per un intervallo caratterizzato da valori moderatamente superiori compreso fra i 6,5 e i 7,5 m da p.c. Questi valori possono essere attribuiti ad un basso grado di addensamento del materiale. Osservando le stratigrafie raccolte nello studio del Dott. Geol. Luigi Priano, si può osservare che tutte sono caratterizzate da un'alternanza di argille e ghiaie talvolta miste a sabbia
I diversi modelli di terreno che si deducono non sono univoci e necessitano di ulteriori approfondimenti; infatti le prove penetrometriche, in particolare quelle dinamiche, non permettono, per loro natura, un diretto riscontro litologico e vanno quindi integrate con prove litostratigrafiche dirette, quali sondaggi geognostici a carotaggio e/o pozzetti esplorativi con escavatore meccanico (trial pits); anche in questo caso sarà necessario realizzare nell'ambito della successiva fase progettuale una campagna geognostica che integri i dati disponibili.

6.2 FALDA ATTESA

Osservando i dati disponibili si può affermare che le oscillazioni della falda rispetto al piano campagna circostante l'area di intervento (posto a 103 m s.l.m.) siano comprese fra i 6 e i 12 metri di profondità.

Prendendo in considerazione lo studio più recente (carta geoidrologica allegata alla variante generale del P.R.G.C. del Comune di Frugarolo emessa nel novembre 2006), la situazione di massimo livello piezometrico (minima profondità della falda), si può affermare che la quota massima raggiunta dalla falda (minima profondità da p.c.) sia di 96,5 m s.l.m. (-6,5 m da p.c.).
Va tuttavia considerato che nell'area di intervento, il piano di campagna è stata elevata depositandovi i terreni provenienti dagli scavi eseguiti in occasione della realizzazione delle strutture originarie del depuratore di Frugarolo. La quota attuale dell'area è pari a 106 m. s.l.m. La profondità della falda, si attesterebbe pertanto ad una profondità di circa 9,5 m da p.c., con un'oscillazione stagionale valutabile indicativamente nell'ordine metrico.
Dati più recenti relativi alla soggiacenza della falda sitospecifica potranno essere acquisiti nell'ambito delle indagini geognostiche citate nel paragrafo precedente da prevedere nella prossima fase progettuale.

6.3 MODELLO GEOLOGICO TECNICO DI CARATTERIZZAZIONE GENERALE SULLA BASE DELLE PROVE PREGRESSE

Sulla base delle indicazioni raccolto nelle indagini geognostiche pregresse, in attesa dell'apposita campagna sito specifica che verrà eseguita nella successiva fase progettuale, si può schematizzare il seguente modello geologico di riferimento.

Unità geologica	**Profondità [m] rispetto a p.c.**	**Litologia**	**Falda**
R	variabile , circa 1,5 m	Suolo, e terreni di riporto con spessori variabili, eterogenei	
I	fino a ≈ 2,5 m (4,0 m nel settore E)	Terreni limoso argillosi mediamente consistenti e poco permeabili	
II	fino a ≈ 5,0 m (solo settore W)	Terreni prevalentemente limoso sabbioso ghiaiosi ; permeabilità da media ad elevata; addensamento medio elevato	
III	f> 12,5 m	Terreni con alternanze di sabbie e ghiaie con argille limose e limi sabbiosi	falda > 6,5 m dal pc originario

Tabella 9 : modello geologico indicativo del primo sottosuolo

Due notazioni :

- la quota di riferimento considerata è relativa alla quota di esecuzione delle prove penetrometriche pregresse, per cui si potrebbe avere un primo livello di riporto, non considerato, con spessori fino a tre metri
- come si evince dalle prove pregresse in realtà presumibilmente il modello geologico andrà suddiviso in due parti; la porzione orientale (P5) con terreni terrazzati più antichi e con maggior sviluppo del livello superficiale a composizione argillosa ed una porzione occidentale P1 e P2) con terreni alluvionali più recenti a minor copertura coesiva.

Il modello proposto è valido su tutta l'area in oggetto; per quanto riguarda le numerose variazioni locali dei litotipi, collegati alla presenza di terrazzamenti con diverse età e litologie e le relative eterogeneità a piccola scala anche in senso orizzontale si rimanda alle considerazioni riportate nei capitoli successivi.

7.0 FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO

7.1 CLASSIFICAZIONE E FATTIBILITÀ DEL PRG

All'interno della Figura 10 'Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica' si osserva che l'area oggetto di intervento ricade in un'area a cavallo del perimetro di separazione tra le due classi seguenti:

- Classe II (area ad est);
- Classe IIIa (area ad ovest).

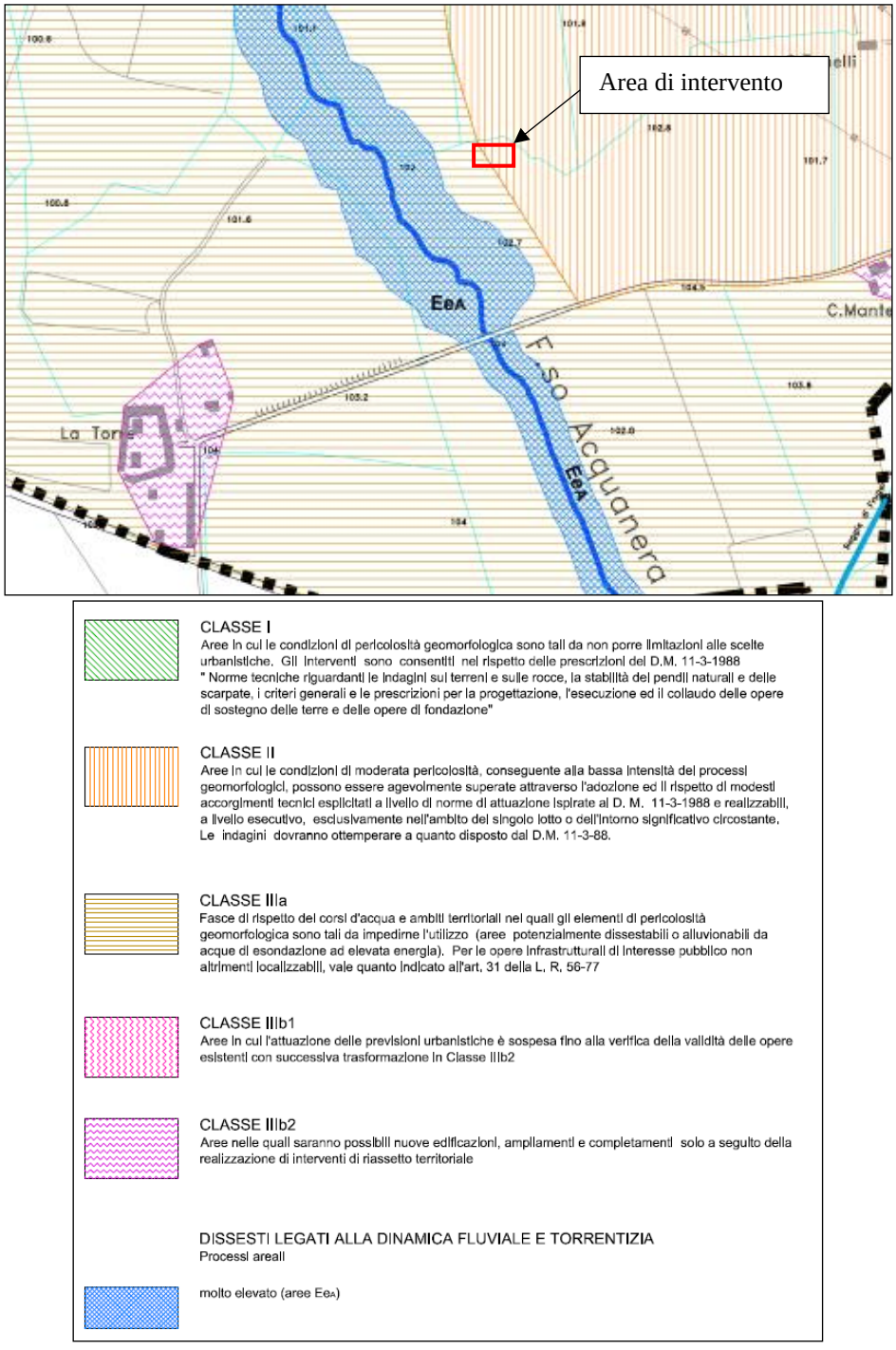


Figura 10 - Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica' del PRGC del Comune di Frugarolo, con indicazione dell'area di intervento. (Fonte: P.R.G.C. Frugarolo).

L’art 25 delle Norme Tecniche di Attuazione del PRGC del Comune di Frugarolo riporta le seguenti prescrizioni per le due classi sopracitate.

− Classe II

Aree in cui le condizioni di moderata pericolosità, conseguente alla bassa intensità dei processi geomorfologici, possono essere agevolmente superate attraverso l’adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 14/01/2008 e realizzabili a livello esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto o dell'intorno significativo circostante, definiti dall’elaborazione di adeguati studi geologici-geotecnici.
Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe né condizionarne la propensione all'edificabilità.
L'esecuzione di quanto consegue dai risultati delle indagini di dettaglio e dalle prescrizioni geologiche in termini di interventi di bonifica, e/o tecniche di fondazione particolari, costituisce un vincolo specifico per il rilascio del permesso di costruire.
Le aree Em (aree a pericolosità media/moderata, inondabili da acque con bassa energia e/o tiranti modesti, inferiori a 40 cm.), sono state considerate in Classe II poiché l'energia delle acque di potenziale esondazione è decisamente modesta ed i tiranti relativi sono decisamente inferiori a 40 cm.
In tali aree è vietata la realizzazione di locali interrati e seminterrati.

− CLASSE IIIa: Aree che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia).
Il limite di tale classe è definito dal limite della zona interessata dall'evento alluvionale del 1977 e, a Sud della S.P. 182, dal punto dove la Roggia di Frugarolo incontra una piccola presa che può fungere da modesto scolmatore.
In tali aree, per edifici isolati esterni a perimetrazioni di dissesto gli interventi edilizi ammissibili consistono in:
1. manutenzione ordinaria
2. manutenzione straordinaria ed adeguamento igienico-funzionale
3. restauro e risanamento conservativo
4. ristrutturazione edilizia

Viene, inoltre, ammessa la realizzazione di nuove pertinenze rurali non residenziali, unitamente ad un limitato incremento di carico antropico solo se strettamente legato all'attività agricola.
Non è ammessa la trasformazione di volumi non residenziali in residenza.
Nelle aree Ee (aree potenzialmente coinvolte dai fenomeni di dissesto con pericolosità molto elevata o elevata) gli interventi ammissibili sono quelli indicati dall'art. 9 delle N.T.A. P.A.I. e cioè:
1. gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
2. gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell’art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
3. gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d’uso che comportino aumento del carico insediativo;

4. gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
5. i cambi colturali, purché non interessanti una ampiezza di 4 m. dal ciglio della sponda;
6. gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, pe quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
7. le opere di difesa e di sistemazione idraulica;
8. la realizzazione di nuovi interventi infrastrutturali e nuove opere pubbliche a condizione che sia dimostrata l'assenza di alternative di localizzazione.
Dovrà essere prevista la manutenzione delle opere di riassetto eseguite

7.2 VINCOLI NOTI (IN PARTICOLARE PGRA/PAI,PTCP)

7.2.1 PAI

Nella Figura 11 si riporta la posizione dell'esistente impianto di depurazione e dell'area di intervento rispetto alle fasce definite dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del fiume Po. Si può vedere come l'area di intervento ricada all'interno della fascia C. All'interno di tali fasce, le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI demandano agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica la regolamentazione delle attività consentite. Di seguito sono riportate le seguenti prescrizioni all'interno delle Norme Tecniche di Attuazione del PRGC del Comune di Frugarolo:

Art. 26 - Fasce fluviali
Fascia C
• Poiché la Fascia C è a ridosso di un "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", vengono applicati gli articoli di norma relativi alla Fascia B in via transitoria fino alla avvenuta realizzazione delle opere programmate. In ogni caso, gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.
Inoltre, deve essere garantita la compatibilità delle coltivazioni arboree da legno ad alto fusto con il regime idraulico del corso d'acqua con specifico riferimento allo stato di piena.
In tutto il territorio comunale non è ammessa in nessun caso la copertura dei corsi d'acqua principali o del reticolato minore, mediante tubi o scatolari, anche di ampia sezione.
Le opere di attraversamento stradale dei corsi d'acqua dovranno essere realizzate mediante ponti, in maniera tale che la larghezza della sezione di deflusso non vada in modo alcuno a ridurre la larghezza 30 dell'alveo "a rive piene" misurata a monte dell'opera; questo indipendentemente dalle risultanze della verifica delle portate.
Non sono ammesse occlusioni, anche parziali, dei corsi d'acqua incluse le zone di testata tramite riporti vari.
Nel caso di corsi d'acqua arginati e di opere idrauliche dev'essere garantita la percorribilità, possibilmente veicolare, delle sponde a fini ispettivi e manutentivi.
Sono soggetti ai disposti della legge 431/85 i seguenti ambiti: ai sensi dell'art. 1 ,comma 1, lettera c) della L. 431/85, il torrente Orba, il fiume Bormida, nonché alcuni rii minori (Lovassina, della Bolla, Acquanera) e le relative sponde per una fascia di 150 metri ciascuna, ai sensi dell'art. 1, comma 1, lettera b) della L.431/85 le zone gravate da usi civici.

L'intervento in progetto consente il mantenimento delle attuali condizioni di drenaggio superficiale, per cui rientra tra le opere ammissibili in Fascia C.
La modesta entità dell'intervento in termini plano-volumetrici non costituiscono significativo ostacolo al deflusso, non limitano in modo significativo la capacità di invaso e non concorrono ad incrementare il carico insediativo.

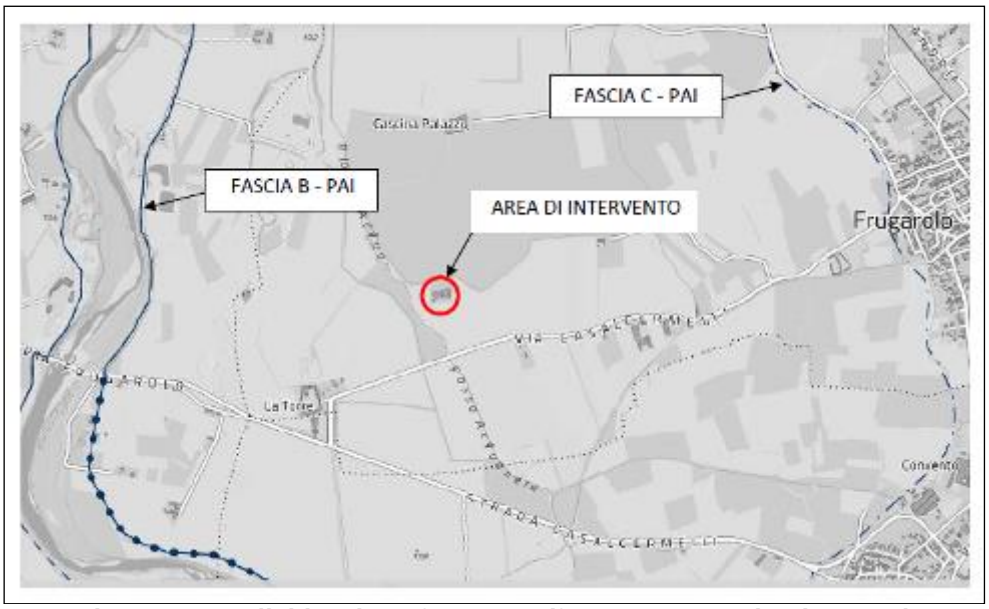


Figura 11 – Individuazione fasce PAI (fonte: Geoportale Piemonte)

7.2.2 PGRA

Nella Figura 12 si riporta la posizione dell'esistente impianto di depurazione ripresa dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PRGA).
L'area ricade all'interno della fascia che identifica le aree di inondazione per piena catastrofica, ossia con tempo di ritorno pari a 500 anni e probabilità di accadimento scarsa.

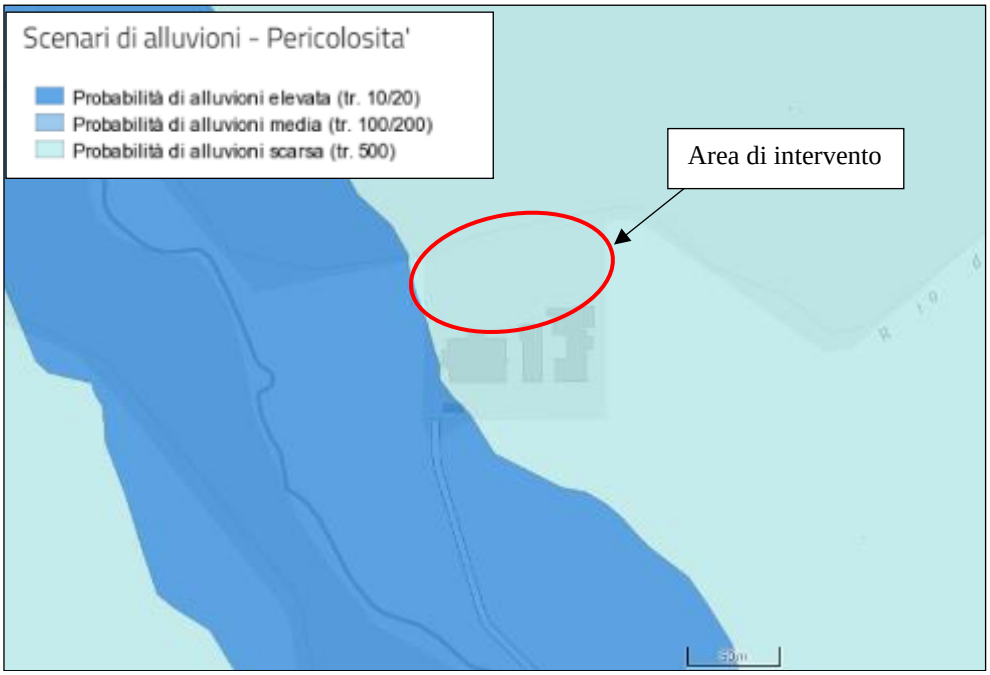


Figura 12 – Individuazione fasce PGRA (fonte: Geoportale Piemonte)

7.2.3 Scenari di rischio

Le mappe di rischio, di cui si riporta di seguito uno stralcio sull'area di intervento (Figura 13), classificano secondo 4 gradi di rischio crescente (R1 - rischio moderato o nullo, R2 - rischio medio, R3 - rischio elevato, R4 - rischio molto elevato) gli elementi che ricadono entro le aree allagabili.

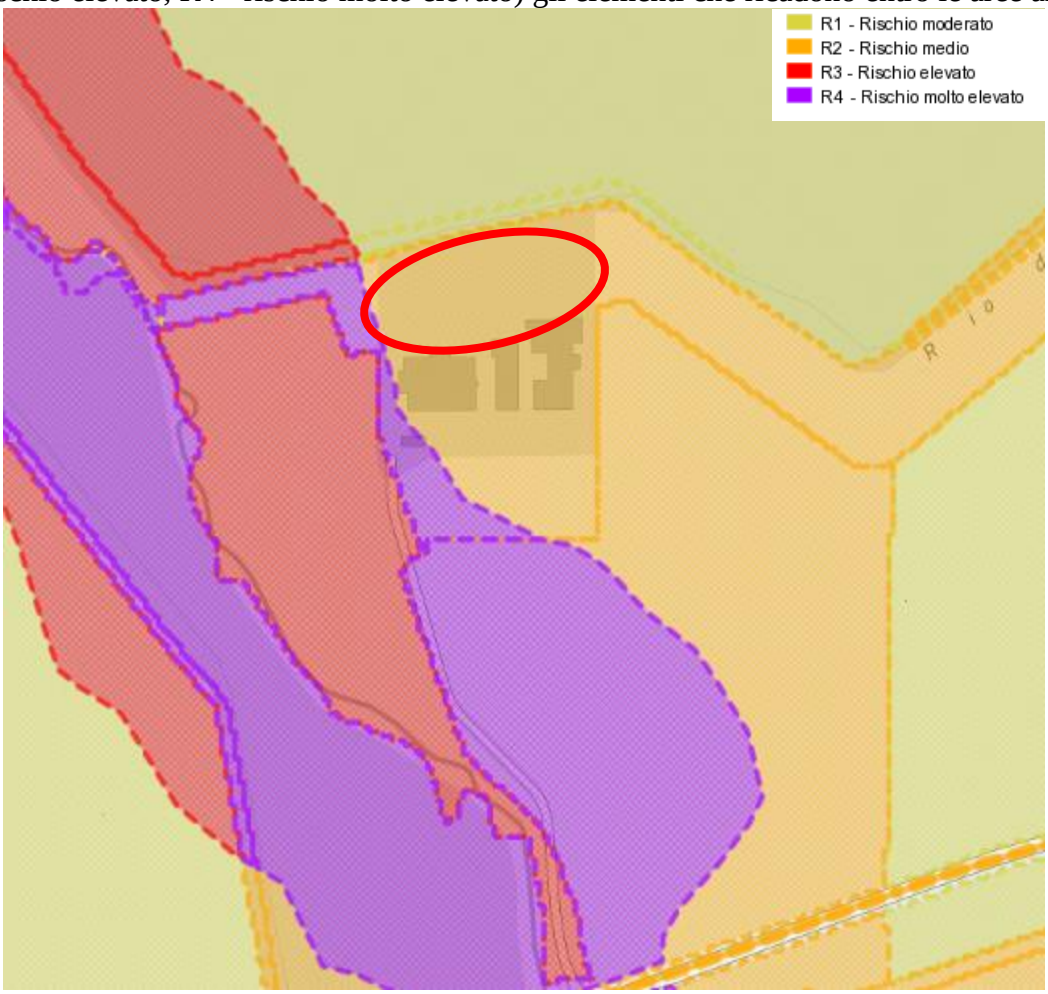


Figura 13 - Estratto cartografico con scenari di rischio (fonte: Geoportale Piemonte)

Le aree di intervento ricadono all'interno dello scenario di rischio idraulico medio.
Per quanto attiene il drenaggio delle acque meteoriche generate dalle superfici stesse del depuratore gli interventi in progetto non modificano l'assetto attuale; le opere ricadono infatti per lo più all'interno di parti di impianto già in essere, che vengono adeguate funzionalmente, senza creazione di nuove superfici impermeabili né azioni sulla rete di drenaggio esistente, che mantiene la sua piena funzionalità e capacità di risposta agli eventi.

7.2.4 PTCP

Il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Alessandria è stato approvato con Deliberazione n. 223-5714 del 19/02/2002: l'ultima variante è stata approvata con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 11 del 16/05/2016.
Come evidenziato nella successiva Figura 14, l'area di impianto non ricade in nessuno dei vincoli ambientali e paesaggistici definiti dal PTCP.
L'area è classificata come "suoli ad eccellente produttività", in ambito agricolo: in tali aree l'articolo 21.3 delle NTA prescrive, a livello di pianificazione locale, di non effettuare variazioni di destinazioni d'uso in grado di compromettere o ridurre la capacità produttiva dei suoli.

Nel caso specifico, tuttavia, l'area è già destinata a servizi tecnologici e non è pertanto un'area agricola.

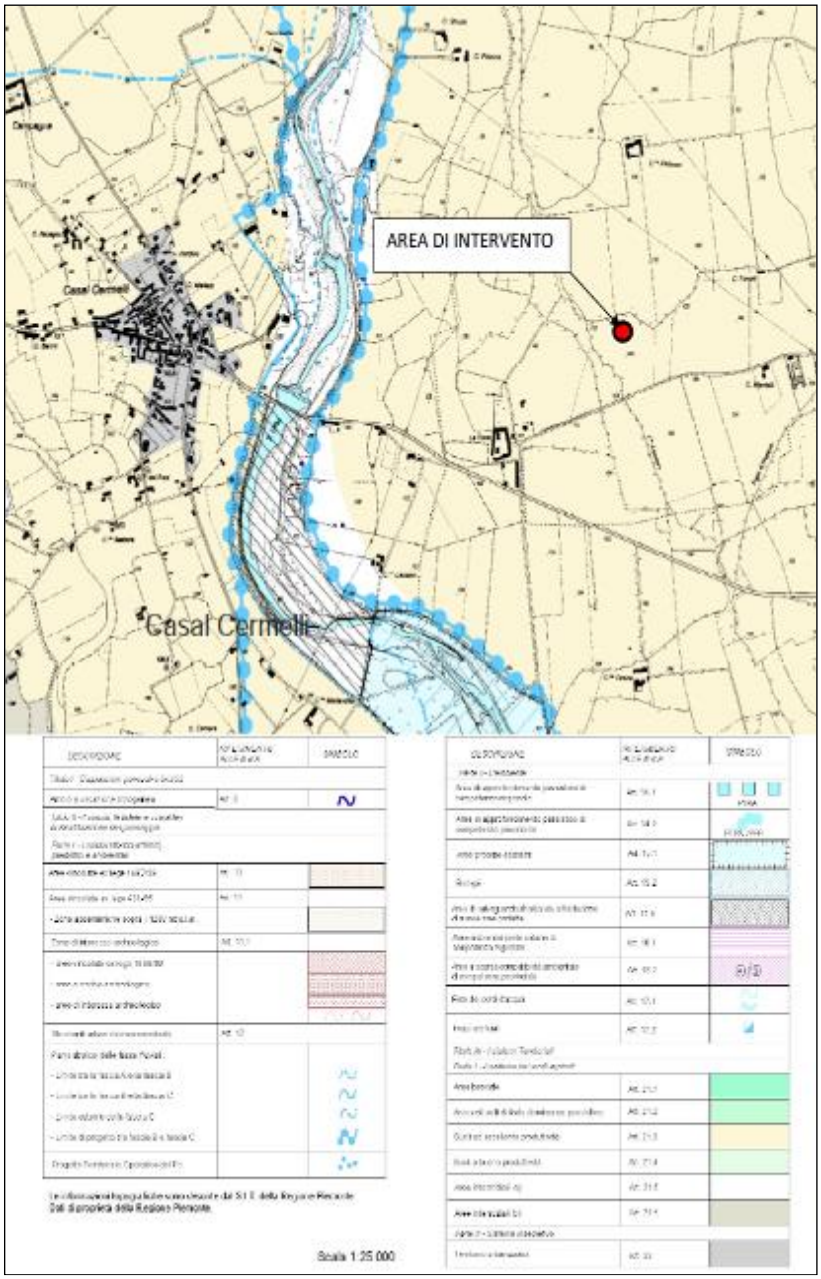


Figura 14 – Estratto tavola 1 del PTCP di Alessandria e relativa legenda. (Fonte: PTCP Alessandria)

7.3 FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO

Come analizzato nei paragrafi precedenti il sito in oggetto è stato inserito dallo studio geologico vigente per una parte in classe di fattibilità 2, e per una parte in classe di fattibilità 3a, a causa del rischio di esondazioni. .

Si rimanda per le prescrizioni alle Norme Tecniche di Attuazione per le prescrizioni sommariamente riportate nel precedente paragrafo 7.1.

In particolare, si ricorda la possibilità di realizzare in zone con classe di fattibilità 3a "*nuovi interventi infrastrutturali e nuove opere pubbliche a condizione che sia dimostrata l'assenza di alternative di localizzazione*" ; nel caso in esame, vista la presenza consolidata e non delocalizzabile dell'Impianto di Depurazione in oggetto, si rientra in questa ipotesi.

Il progetto dovrà tenere adeguatamente conto di questo aspetto sia in sede progettuale , che esecutiva che di esercizio, ad esempio indicando quote di soglia adeguate al rischio evidenziato e procedure di emergenza in caso di episodi esornativi di piene con TR 500 anni.

Si dovranno inoltre adottare tutti gli accorgimenti relativi alla preservazione della falda in merito alla sua vulnerabilità, con adeguati presidi di difesa ed accorgimenti esecutivi.

Sulla base di quanto finora constatato nei capitoli precedenti, si conferma la fattibilità del progetto in oggetto in riferimento alle condizioni geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e sismiche del sito a patto che si tengano presenti le prescrizioni indicate e quelle che verranno riportate nella fase progettuale successiva

7.4 PROBLEMATICHE DA CONSIDERARE ED INDICAZIONI PER APPROFONDIMENTI DA REALIZZARSI NELLA PROSSIMA FASE PROGETTUALE

Nel presente rapporto, sulla base delle informazioni pregresse disponibili si è descritto il contesto geologico, idrogeologico, geomorfologico e sismico di riferimento per le opere in progetto, comprese alcune criticità ed alcuni necessari approfondimenti che dovranno essere necessariamente svolti nella successiva fase progettuale.

In particolare :

- è necessario approfondire il contesto litostratigrafico locale che si presenta come disomogeneo sia in senso orizzontale che verticale, per la presenza di due diversi elementi deposizionali per età e caratteristiche; va definito il limite fra le due parti e verificata direttamente la successione litologica nell'ambito del volume geologico ai sensi delle NTC 2018
- analogamente va definito un modello geotecnico di maggior dettaglio relativo al volume geotecnico ai sensi delle NTC 2018, per tutte le specifiche aree che saranno interessate dalle opere in progetto in merito in particolare alla valutazione della capacità portante e dei cedimenti attesi nelle aree finora mai indagate
- va definita con la maggiore precisione possibile, aggiornandola all'anno corrente la profondità della superficie piezometrica, valutandone per quanto possibile anche le sue variazioni e le possibili interazioni dirette od indirette con i manufatti in progetto
- va verificata la categoria di suolo sitospecifica con una adeguata ed affidabile campagna sismica secondo le indicazioni normative vigenti
- va valutata la reale condizione topografica e morfologica del sito, anche in riferimento alla validazione delle informazioni geognostiche pregresse in modo da poter meglio inquadrare e giudicare il reale rischio di esondazione, segnalato nella classificazione geologica di fattibilità in categoria 3a della parte occidentale del sito

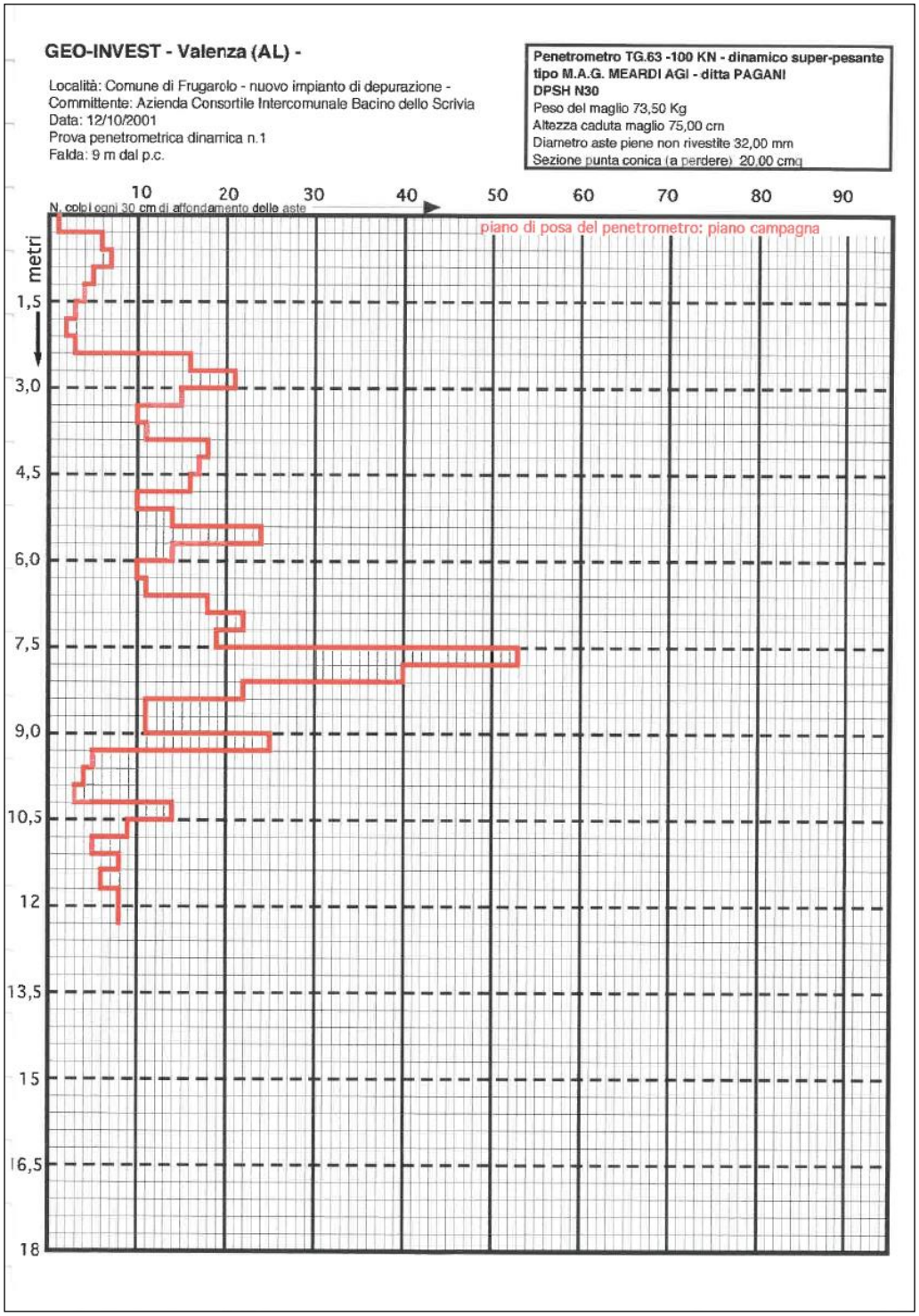
Pertanto, come già indicato nei capitoli precedenti sarà necessario programmare nella successiva fase progettuale un'adeguata campagna geognostica che dovrà comprendere :

- indagini geognostiche dirette quali sondaggi a carotaggio continuo con prove SPT in foro e/o prelievo di campioni da sottoporre ad indagini di laboratorio e/o sondaggi eesplorativi con escavatore abbinate a nuove prove penetrometriche per completare il quadro di caratterizzazione geologica (modello geologico) e geotecnica (modello geotecnico) del sito, in riferimento alle opere in progetto
- misurazione nell'ambito di queste indagini dirette degli attuali livelli della superficie piezometriche e valutazione della sua prevedibile evoluzione, anche mediante l'installazione di tubi piezometrici
- esecuzione di prove sismiche sito specifiche, quali almeno uno stendimento tipo MASW/REMI per la verifica attiva e passiva della categoria di suolo

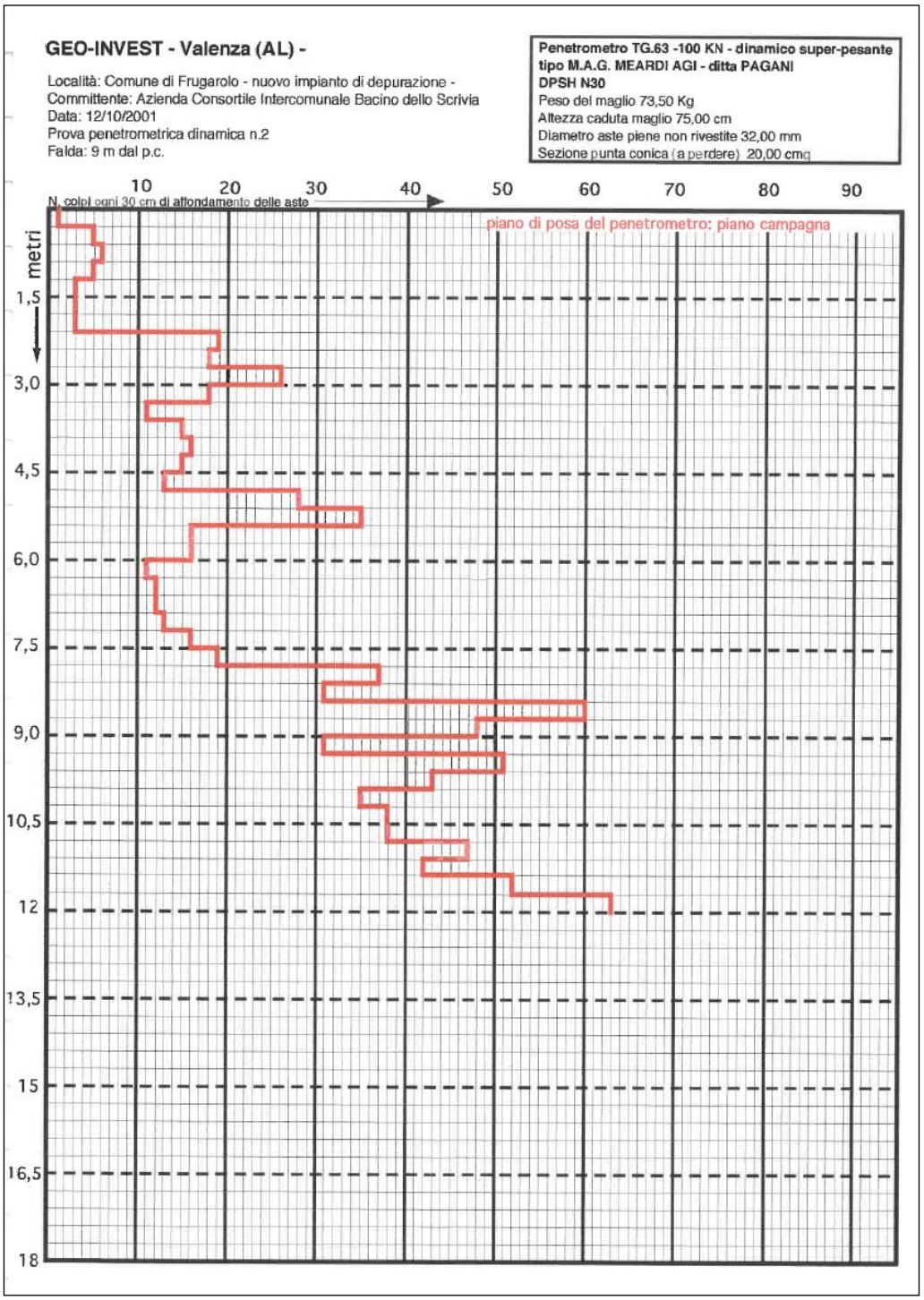
- individuazione del contesto morfologico e topografico per l'eventuale indicazione di una soglia di riferimento per le opere potenzialmente a rischio in caso di esondazioni TR500

La campagna potrà subire variazioni ed approfondimenti in corso d'opera nel caso si evidenziassero particolari situazioni locali o nuove criticità o in riferimento a specifiche necessità progettuali.

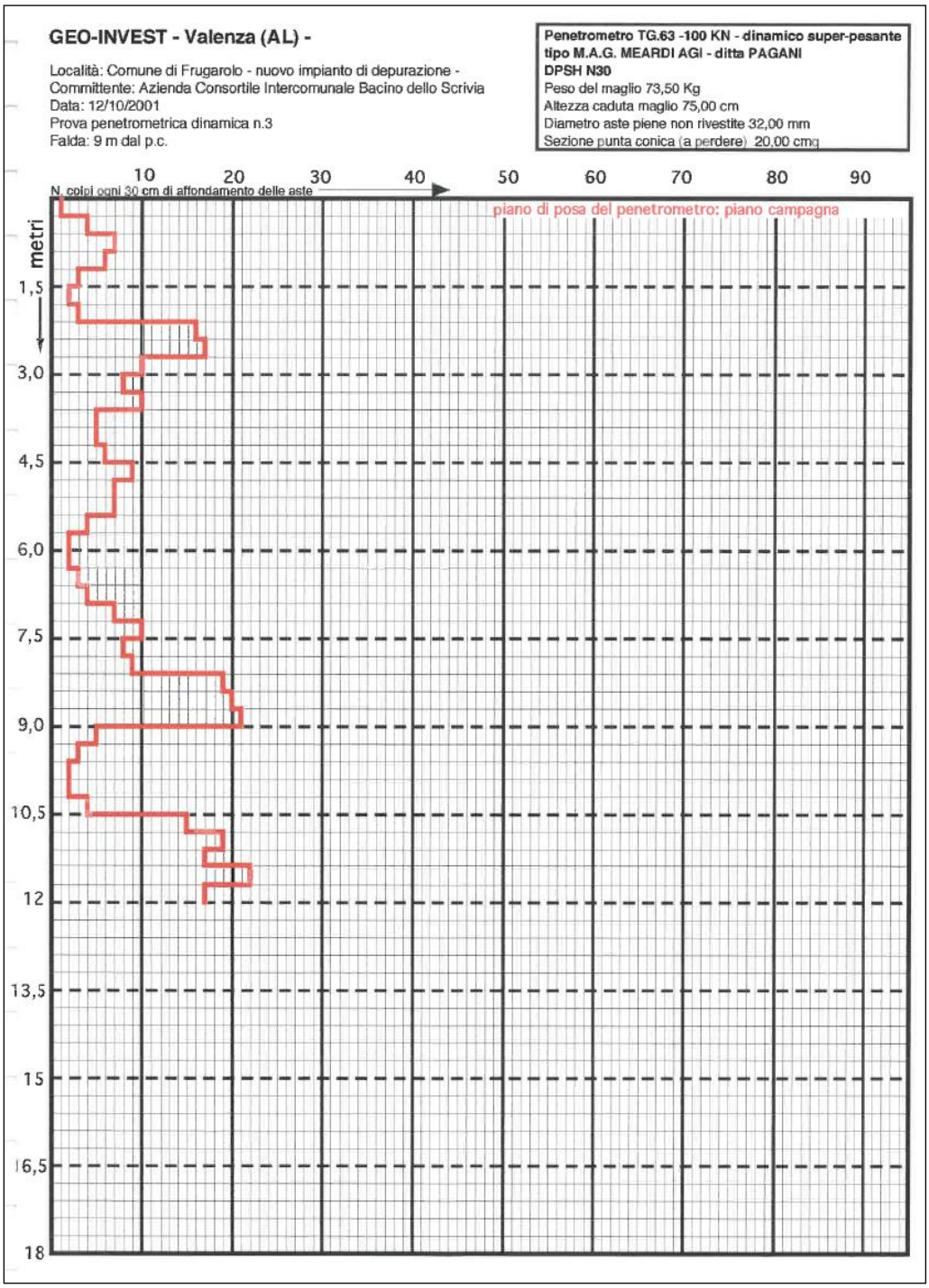
ALLEGATI



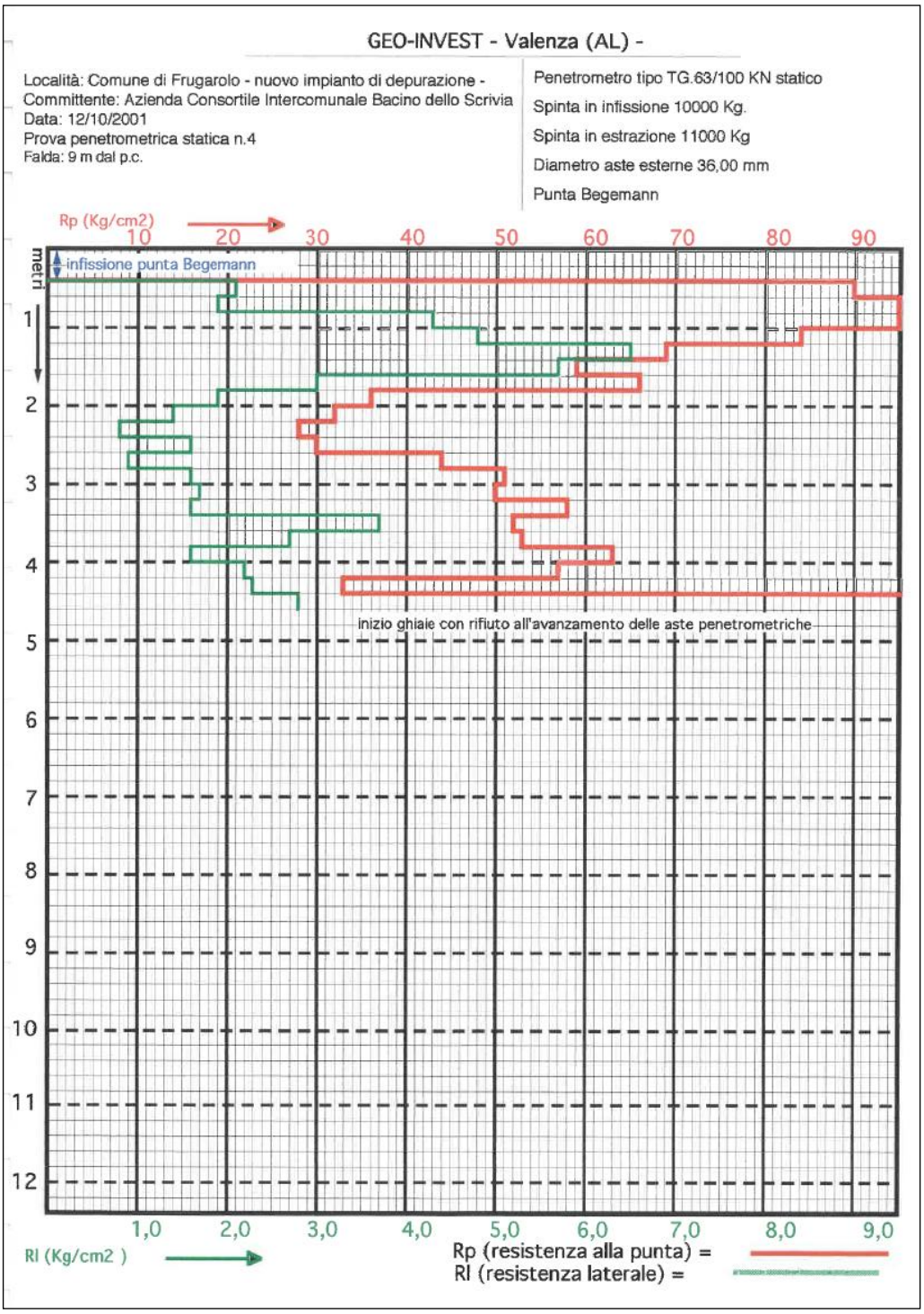
Allegato 1 – Diagramma della prova penetrometrica dinamica n.1 eseguita a supporto dello studio del Dott. Geol. Cavalli.



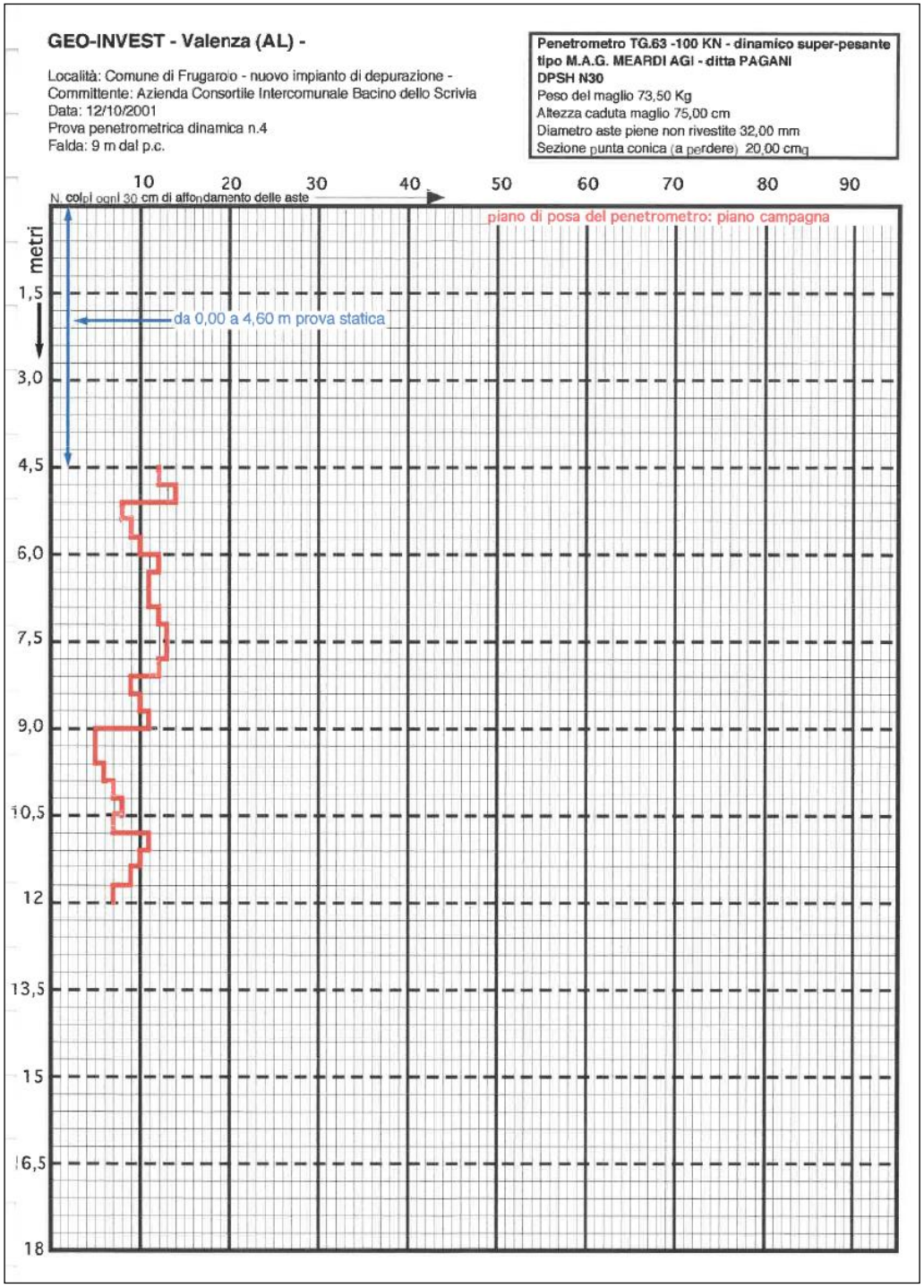
Allegato 2 – Diagramma della prova penetrometrica dinamica n.2 eseguita a supporto dello studio del Dott. Geol. Cavalli.



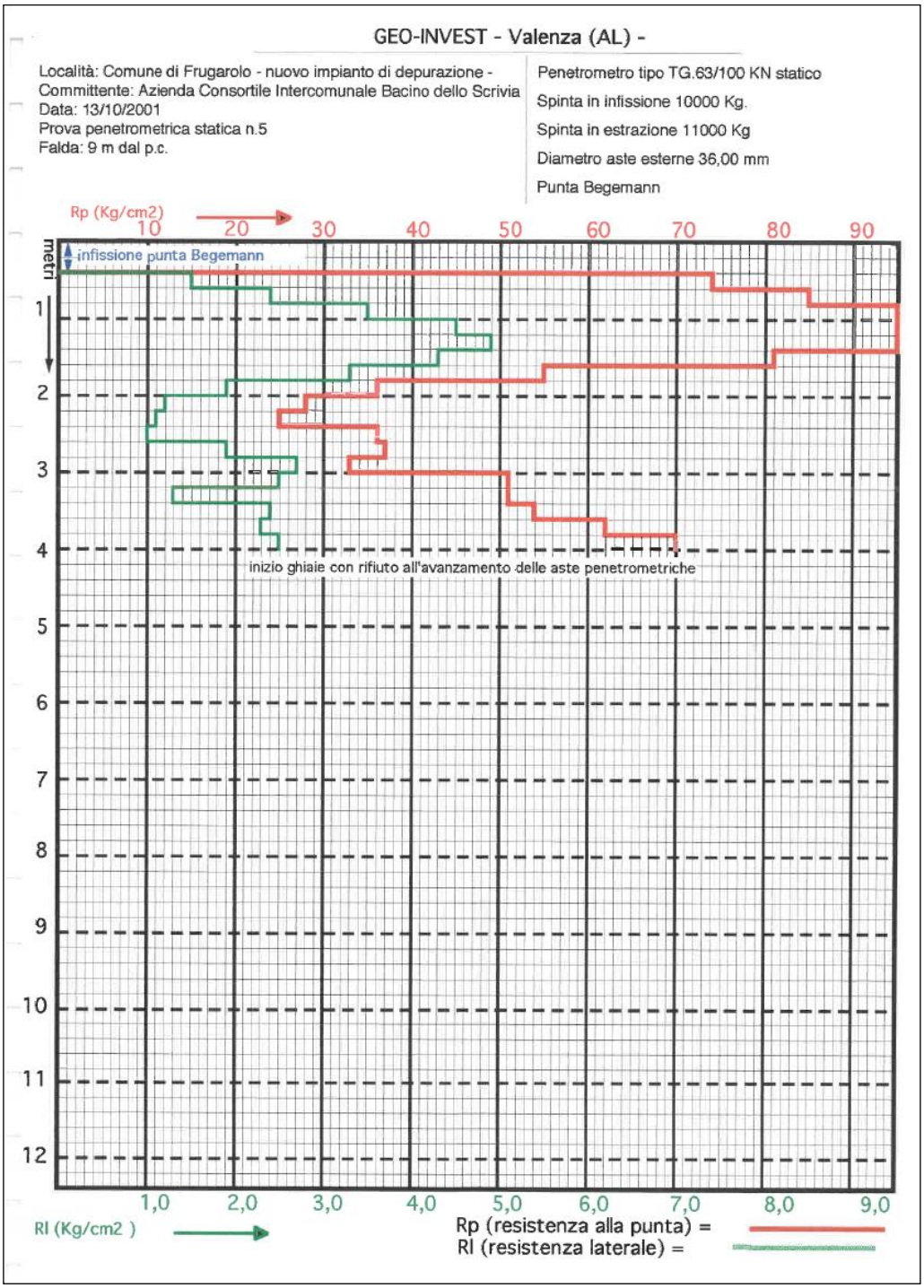
Allegato 3 – Diagramma della prova penetrometrica dinamica n.3 eseguita a supporto dello studio del Dott. Geol. Cavalli.



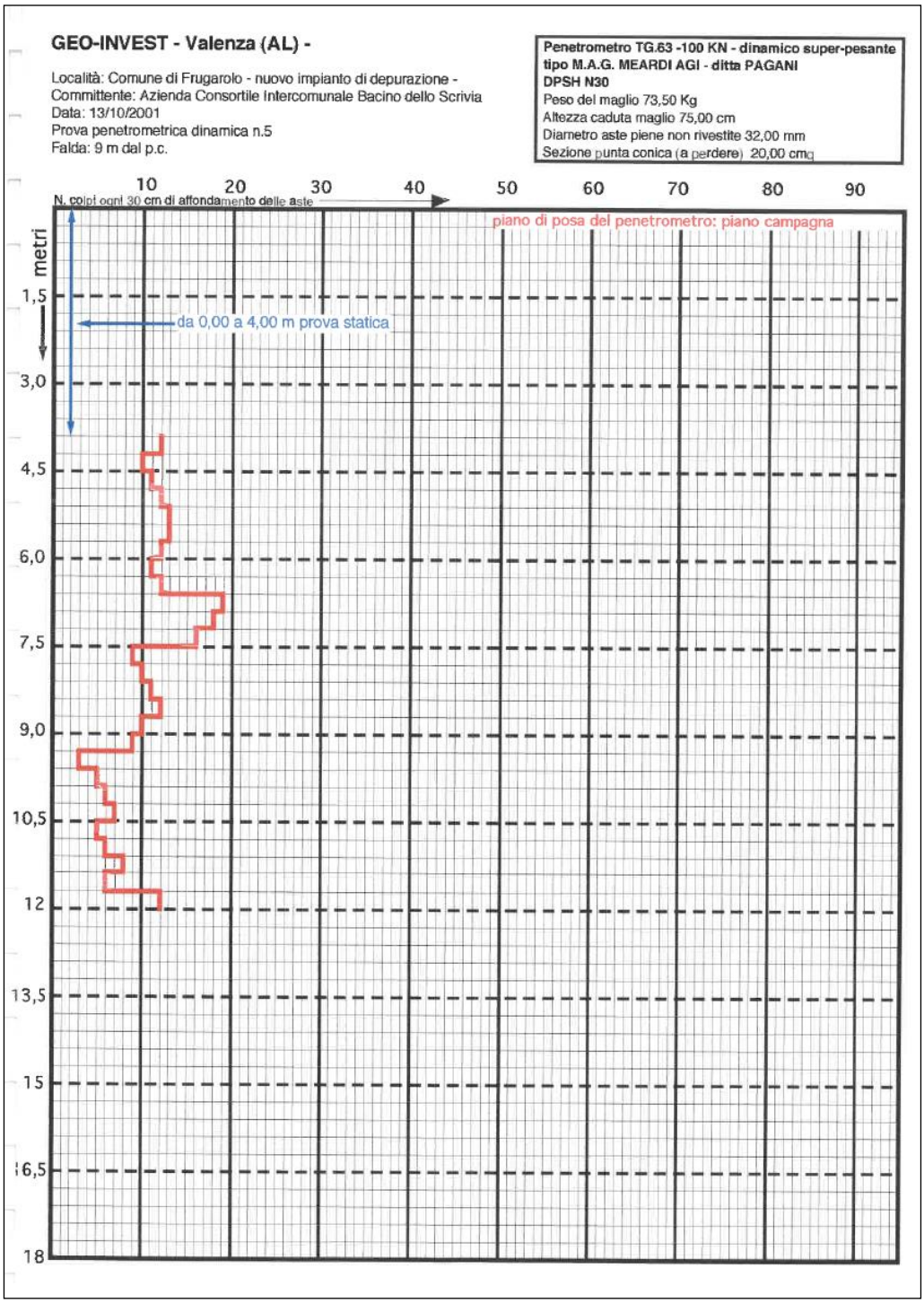
Allegato 4 – Diagramma della prova penetrometrica statica n.4 eseguita a supporto dello studio del Dott. Geol. Cavalli.



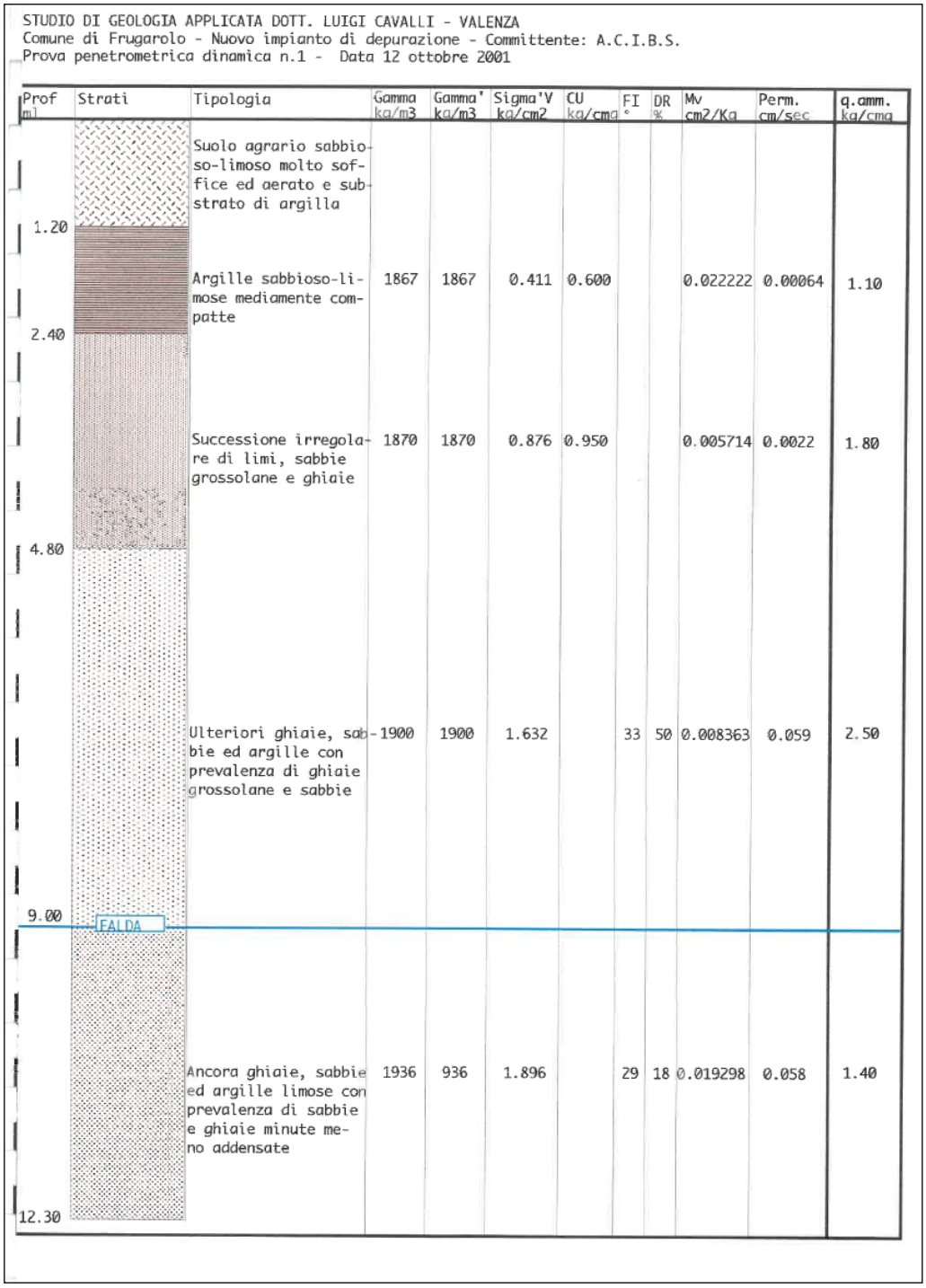
Allegato 5 – Diagramma della prova penetrometrica dinamica n.4 eseguita a supporto dello studio del Dott. Geol. Cavalli.



Allegato 6 – Diagramma della prova penetrometrica statica n.5 eseguita a supporto dello studio del Dott. Geol. Cavalli.



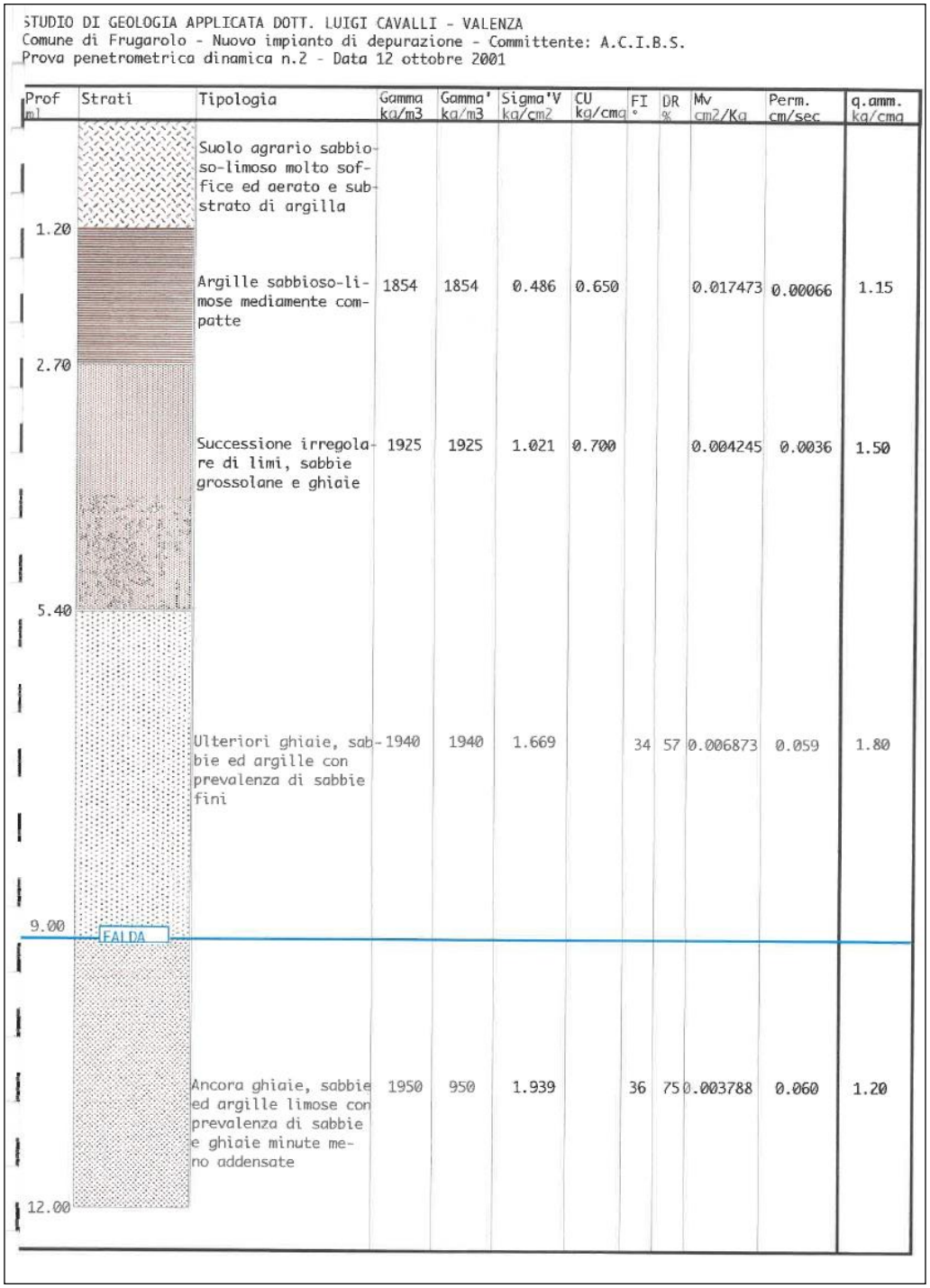
Allegato 7 – Diagramma della prova penetrometrica dinamica n.5 eseguita a supporto dello studio del Dott. Geol. Cavalli.



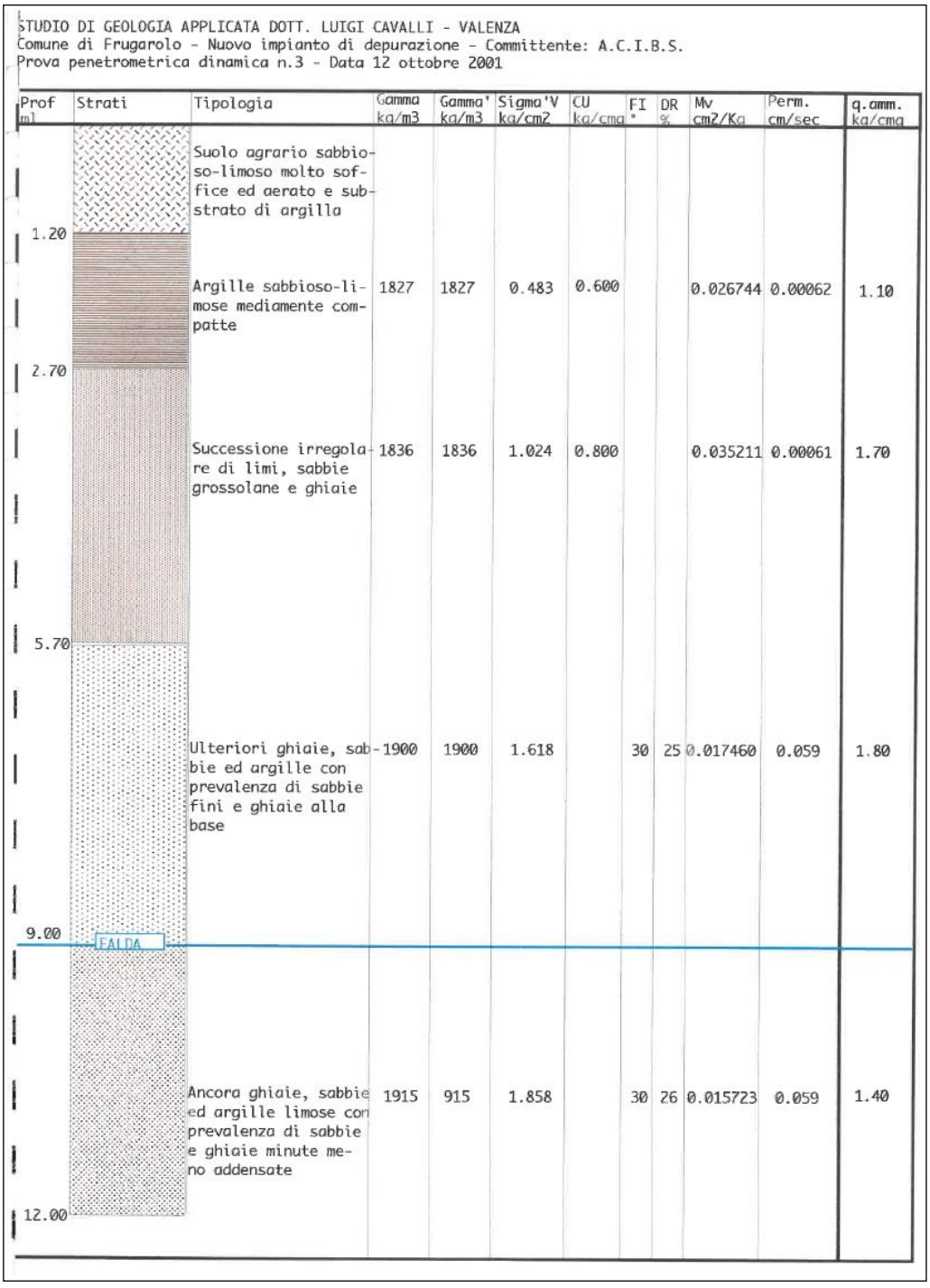
STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA DOTT. LUIGI CAVALLI - VALENZA
Comune di Frugarolo - Nuovo impianto di depurazione - Committente: A.C.I.B.S.
Prova penetrometrica dinamica n.1 - Data 12 ottobre 2001

Prof ml	Strati	Tipologia	Gamma kg/m3	Gamma' kg/m3	Sigma'V kg/cm2	CU kg/cmq	FI °	DR %	Mv cm2/Kg	Perm. cm/sec	q.amm. kg/cmq
1.20		Suolo agrario sabbioso-limoso molto soffice ed aerato e substrato di argilla									
2.40		Argille sabbioso-limose mediamente compatte	1867	1867	0.411	0.600			0.022222	0.00064	1.10
4.80		Successione irregolare di limi, sabbie grossolane e ghiaie	1870	1870	0.876	0.950			0.005714	0.0022	1.80
9.00	FALDA	Ulteriori ghiaie, sabbie ed argille con prevalenza di ghiaie grossolane e sabbie	1900	1900	1.632		33	50	0.008363	0.059	2.50
12.30		Ancora ghiaie, sabbie ed argille limose con prevalenza di sabbie e ghiaie minute meno addensate	1936	936	1.896		29	18	0.019298	0.058	1.40

Allegato 8 – Colonna stratigrafica ricavata dall'indagine penetrometrica dinamica n.1 eseguita a supporto dello studio del Dott. Geol. Cavalli.



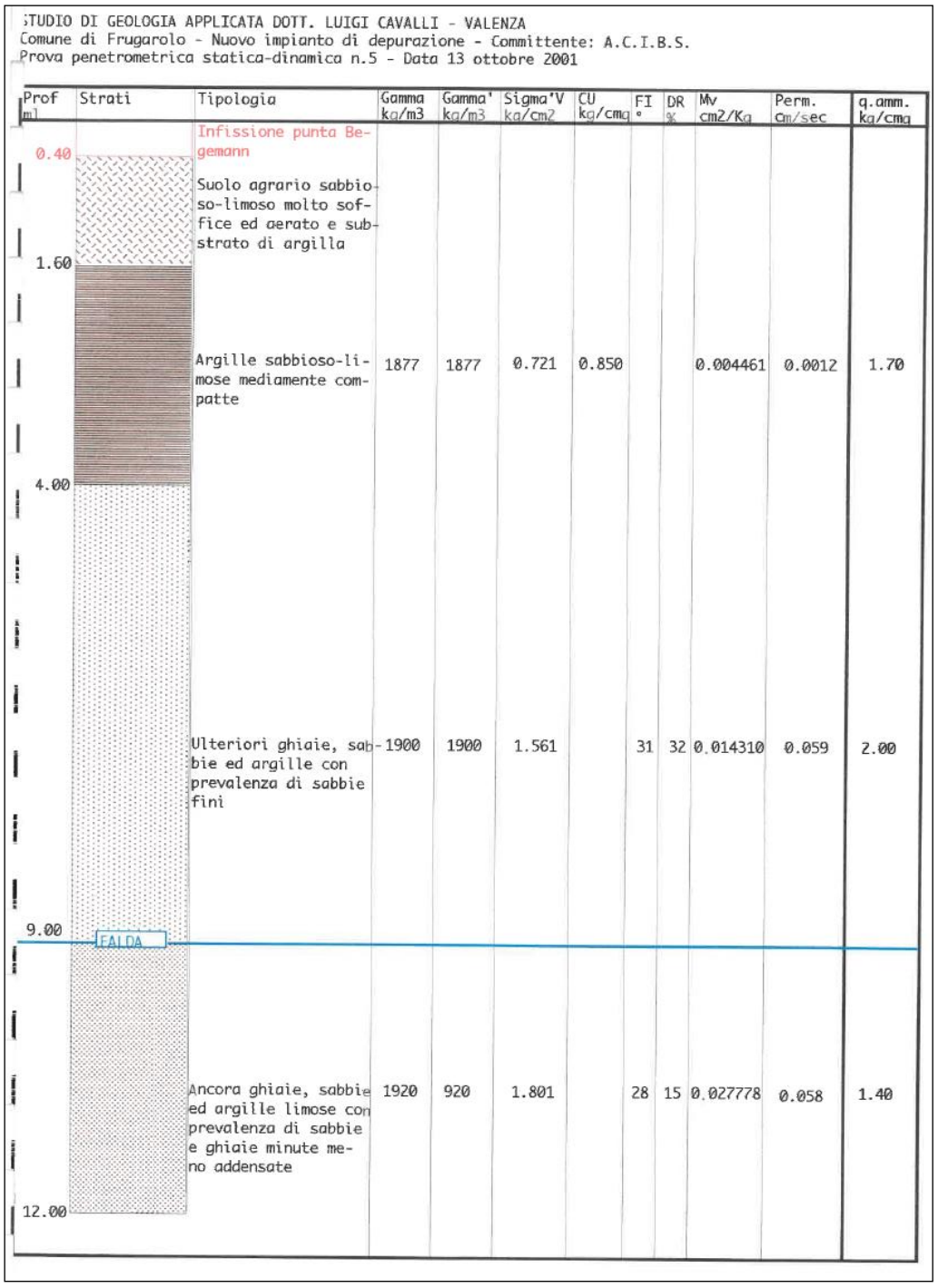
Allegato 9 – Colonna stratigrafica ricavata dall'indagine penetrometrica dinamica n.2 eseguita a supporto dello studio del Dott. Geol. Cavalli.



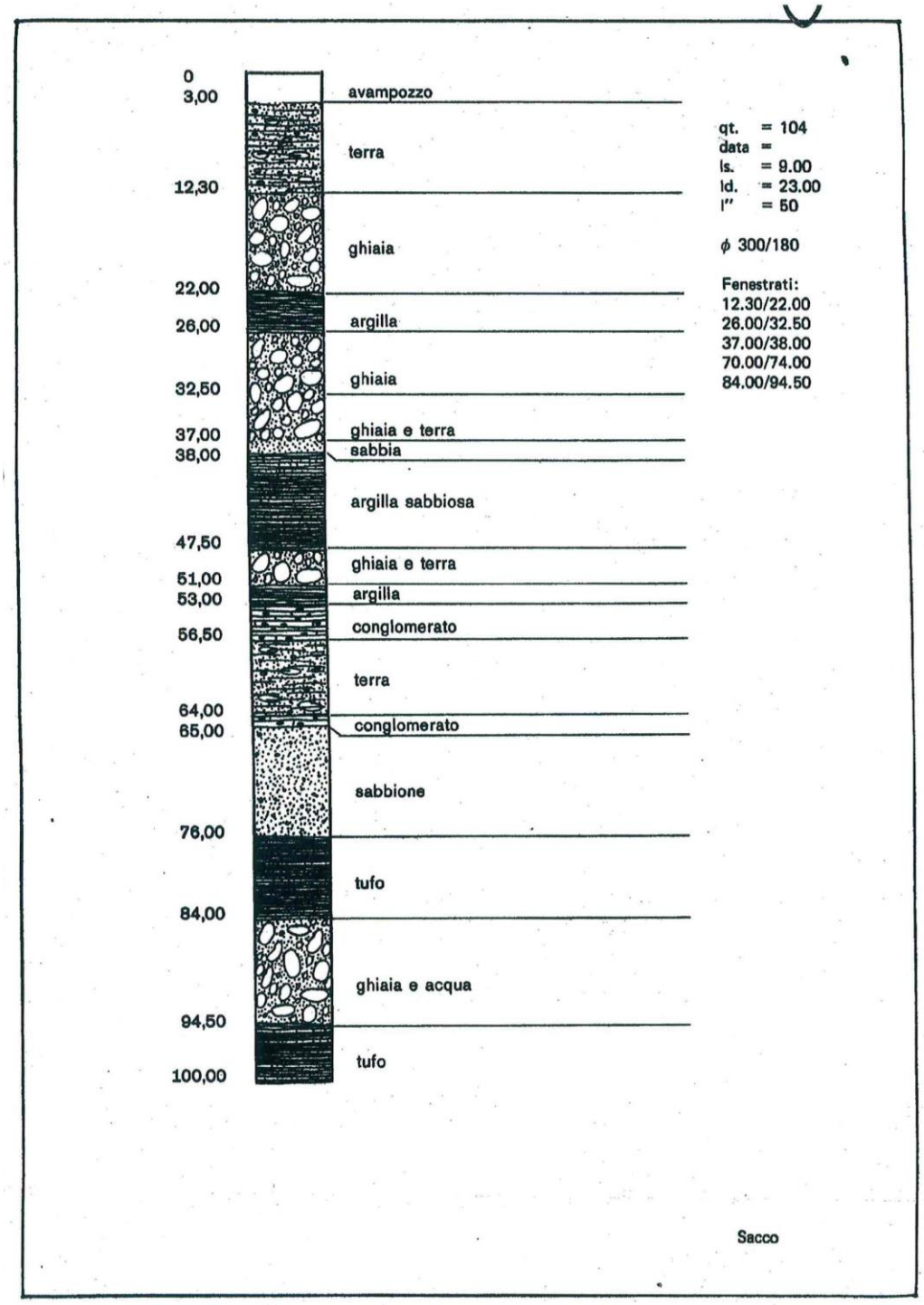
STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA DOTT. LUIGI CAVALLI - VALENZA
Comune di Frugarolo - Nuovo impianto di depurazione - Committente: A.C.I.B.S.
Prova penetrometrica dinamica n.3 - Data 12 ottobre 2001

Prof m	Strati	Tipologia	Gamma kg/m3	Gamma' kg/m3	Sigma'V kg/cm2	CU kg/cmq	FI °	DR %	Mv cm2/Kg	Perm. cm/sec	q.amm. kg/cmq
1.20		Suolo agrario sabbioso-limoso molto soffice ed aerato e substrato di argilla									
2.70		Argille sabbioso-limose mediamente compatte	1827	1827	0.483	0.600			0.026744	0.00062	1.10
5.70		Successione irregolare di limi, sabbie grossolane e ghiaie	1836	1836	1.024	0.800			0.035211	0.00061	1.70
9.00	FALDA	Ulteriori ghiaie, sabbie ed argille con prevalenza di sabbie fini e ghiaie alla base	1900	1900	1.618		30	25	0.017460	0.059	1.80
12.00		Ancora ghiaie, sabbie ed argille limose con prevalenza di sabbie e ghiaie minute meno addensate	1915	915	1.858		30	26	0.015723	0.059	1.40

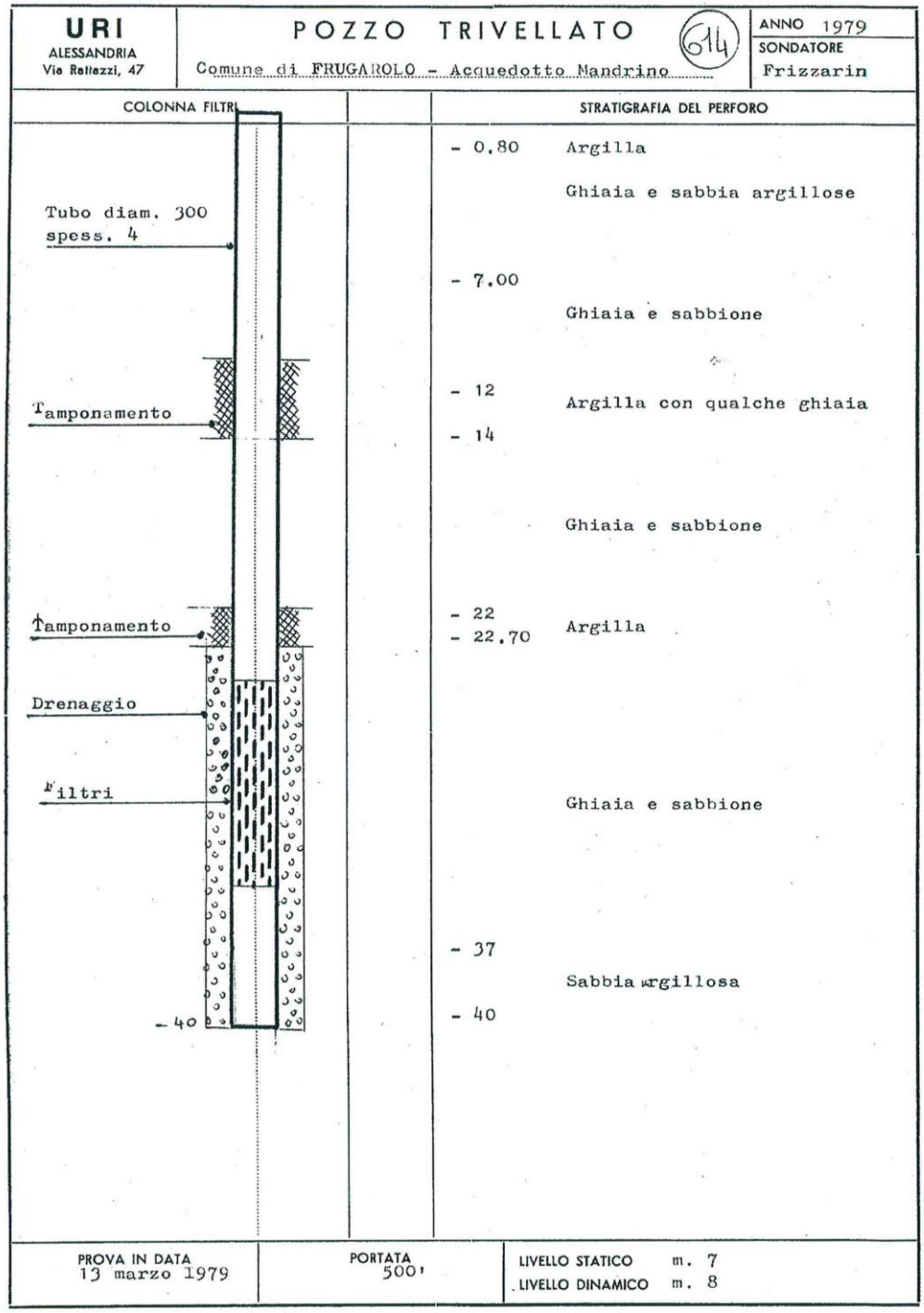
Allegato 10 – Colonna stratigrafica ricavata dall'indagine penetrometrica dinamica n.3 eseguita a supporto dello studio del Dott. Geol. Cavalli.



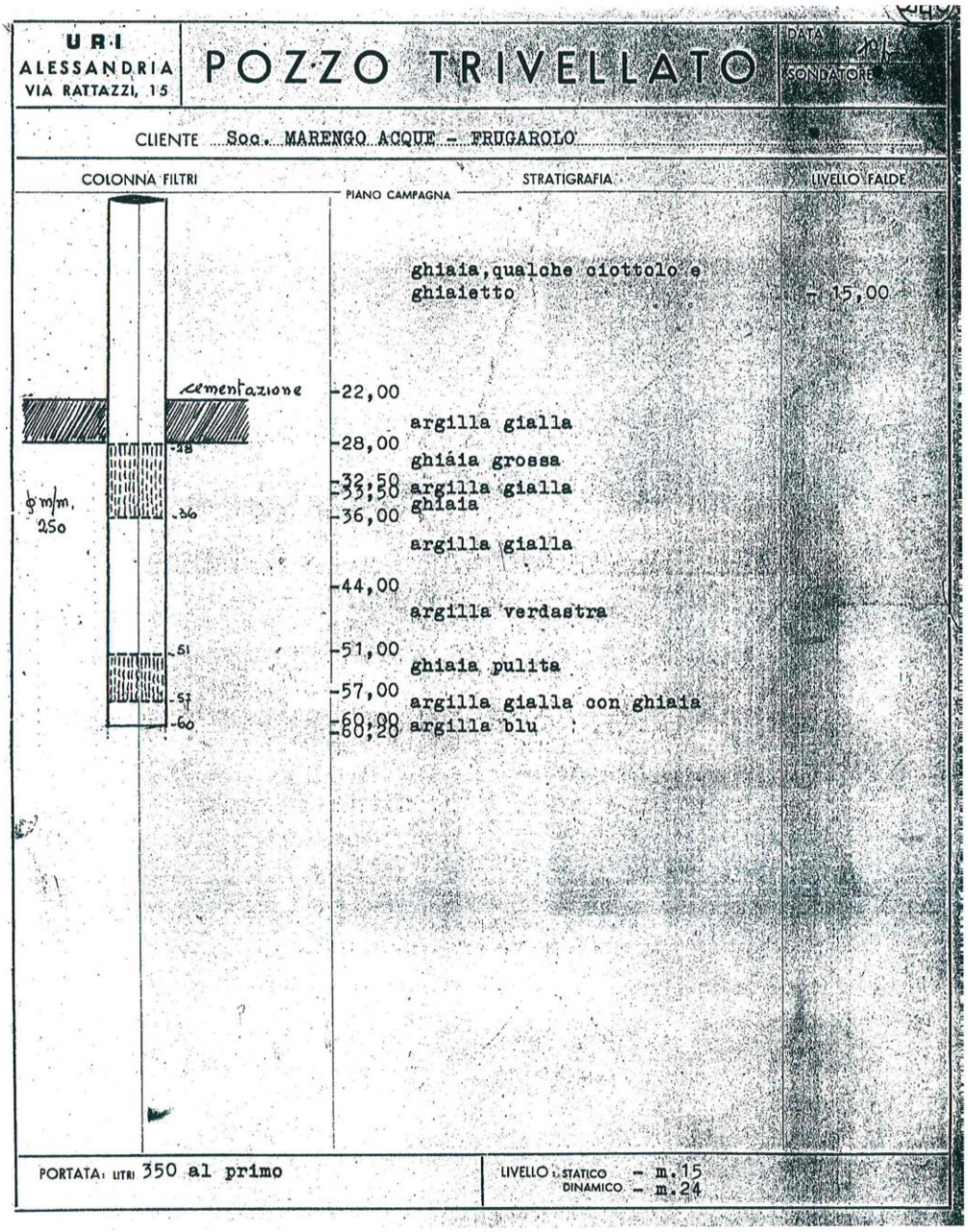
Allegato 11 – Colonna stratigrafica ricavata dall'indagine penetrometrica statica-dinamica n.5 eseguita a supporto dello studio del Dott. Geol. Cavalli.



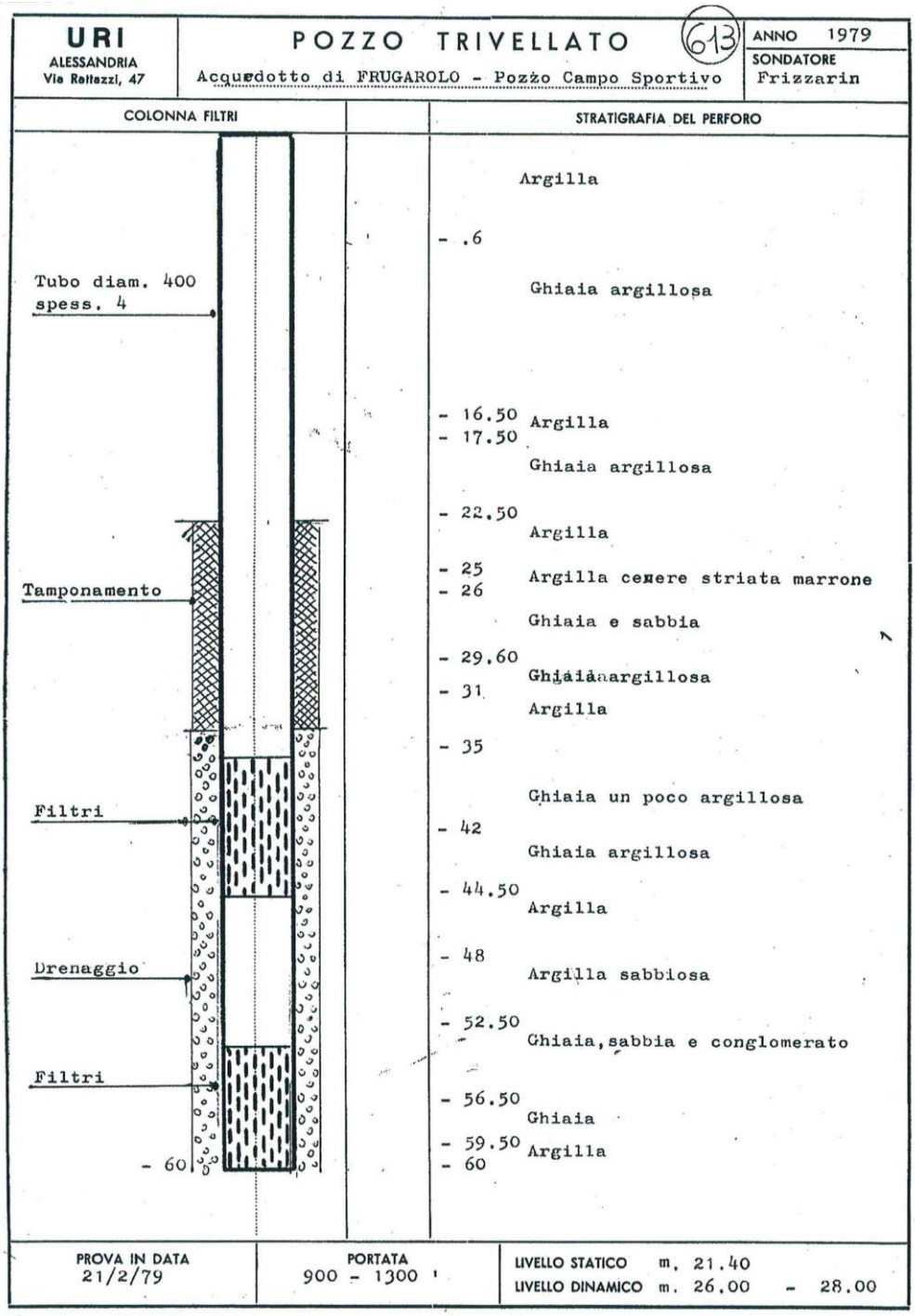
Allegato 12 – Stratigrafia Pozzo n.1 (Pozzo di Cabannoni). Da "Analisi ambientale dell'area di Novi Ligure" ripresa nello studio del dott. Geol. Priano condotto al fine della redazione del P.R.G.C del Comune di Frugarolo.



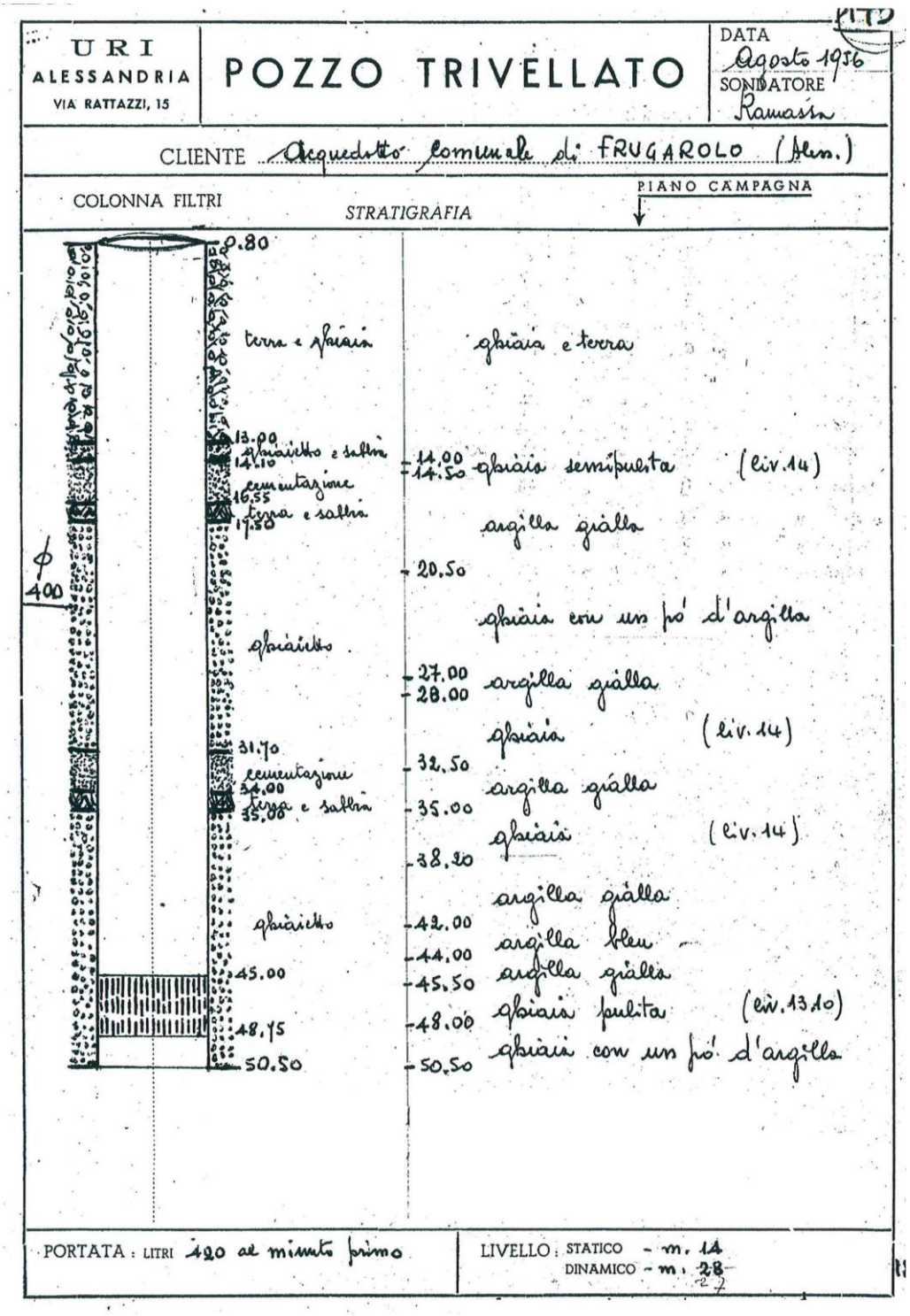
Allegato 13 – Stratigrafia Pozzo n.2. Dallo studio del dott. Geol. Priano condotto al fine della redazione del P.R.G.C del Comune di Frugarolo.



Allegato 14 – Stratigrafia Pozzo n.3. Dallo studio del dott. Geol. Priano condotto al fine della redazione del P.R.G.C del Comune di Frugarolo.



Allegato 15 – Stratigrafia Pozzo n.4. Dallo studio del dott. Geol. Priano condotto al fine della redazione del P.R.G.C del Comune di Frugarolo.



Allegato 16 – Stratigrafia Pozzo n.5. Dallo studio del dott. Geol. Priano condotto al fine della redazione del P.R.G.C del Comune di Frugarolo.