

**PSRN 2014-2020 - Mis. 4.3.1 - Misure per Investimenti Infrastrutture Irrigue**

**OGGETTO:** Progetto per il ripristino ed adeguamento funzionale della condotta principale ubicata tra c.da "Sigona", nel comune di Lentini e c.da "Grotta S.Giorgio" nel comune di Catania

# PROGETTO ESECUTIVO 1° STRALCIO FUNZIONALE

0	0	1	1	7	C	T	S	R	16	
Codice Lavoro					Anno				Provincia	ALLEGATO

## RELAZIONE GEOLOGICA

Il Geologo:



*Andrea Lo Turco*  
Dott. Geol. Andrea Lo Turco

Il R.U.P.:



*Vito D'Angelo*  
Dott. Ing. Vito D'Angelo

Visto: Il Dirigente Tecnico:



*Massimo Paterna*  
Dott. Ing. Massimo Paterna

REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	ANNOTAZIONI
0	Giugno 2017	LNG	DNG	DNG	
1					
2					



*INDICE*

**Parte Prima**

- Par. 1.0** Introduzione.
- Par. 2.0** Inquadramento Geografico e Geomorfologico.
  - 2.1** Contenuti del P.A.I. di competenza.
- Par. 3.0** Assetto idrografico e idrogeologico del territorio.
  - 3.1** Caratteristiche degli acquiferi nell'area di progetto.
- Par. 4.0** Inquadramento geologico strutturale regionale.
- Par. 5.0** Inquadramento geologico dell'area di progetto.
- Par. 6.0** Indagini geognostiche, sismiche in situ e prove di laboratorio.
  - 6.1** Indagini preliminari (Report Prove Geotecniche di laboratorio).
  - 6.2** Indagini esecutive: Perforazioni di sondaggio e Prove di laboratorio.
  - 6.3** Indagine geofisica: Sismica a rifrazione.
  - 6.4** Indagine geofisica: MASW.
- Par. 7.0** Interventi di Geologia Applicata.
- Par. 8.0** Conclusioni.

**Parte Seconda**

- Tav. 1** Carta Corografica con ubicazione delle indagini eseguite (scala 1:25.000).
- Tav. 2** Stralci PAI delle Carte dei dissesti n° 112 e n° 113 scala (1:10.000).
- Tav. 3** Stralci PAI delle Carte della pericolosità e del rischio geomorfologico n° 112 e n° 113 (scala 1:10.000).
- Tav.4** Stralci PAI delle Carte della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione n° 112 e n° 113 (scala 1:10.000).
- Tav. 5** Stralci PAI delle Carte del rischio idraulico per fenomeni di esondazione n° 112 e n° 113 (scala 1:10.000).
- Tav. 6** Carta Geologica (Scala 1:10.000).
- Tav. 7** Sezioni geologiche rappresentative.



## **1.0 Introduzione**

A supporto del progetto esecutivo indicato al titolo, viene redatto il presente studio geologico corredato da indagini geognostiche e geofisiche eseguite in situ e da specifiche prove geotecniche di laboratorio realizzate su vari campioni rappresentativi dei vari litotipi attraversati durante le perforazioni di sondaggio.

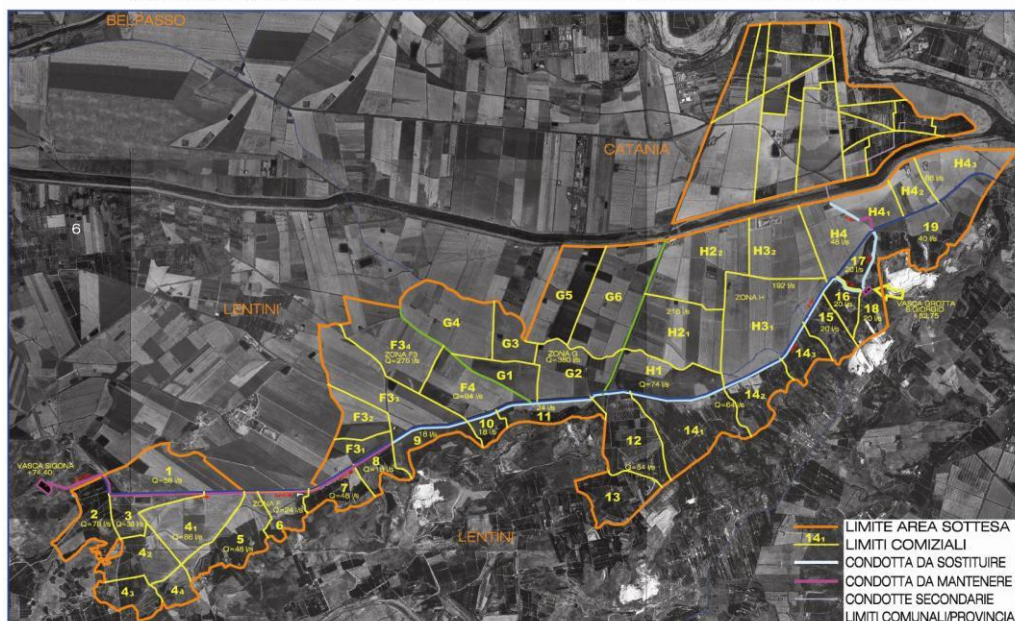
Come richiesto dalla vigente normativa di settore, le suddette indagini oltre a contribuire alla coerente definizione del modello geologico di riferimento caratterizzante l'area d'interesse progettuale, hanno consentito la definizione dei principali parametri fisico-meccanici e sismo-elastici dei litotipi ivi presenti.

Con l'entrata in vigore delle nuove "Norme tecniche per le Costruzioni", di cui al D.M.14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture, nella progettazione di carattere geologico diventa imprescindibile la definizione del suddetto modello, da intendersi quale preliminare schema progettuale utile ad approfondire aspetti e peculiarità che possano influire direttamente o indirettamente sulla realizzazione e sulla vita dell'opera in studio.

Pertanto, tale modellazione deve porsi come fine la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del contesto areale ove si sviluppa il tracciato dello schema irriguo progettuale.

L'intervento in studio, ponendosi come principali obiettivi la diminuzione delle perdite idriche e l'adeguamento dell'esercizio irriguo a tecniche più moderne e produttive, in estrema sintesi, consiste nella sostituzione delle esistenti e obsolete condotte di adduzione principale in CAP e PRFV (schema irriguo consortile "Gerbini 1" - sub-schemi, F, G, e H) con altrettante di ghisa sferoidale di vario diametro (da DN 1000 a DN 600) e nella realizzazione delle connesse opere d'arte atte a garantire e permettere il controllo e la regolazione della portata defluente.

SCHEMA IRRIGUO SOTTESO DALLA CONDOTTA OGGETTO DI INTERVENTO



Per la redazione del presente studio ci si è avvalsi delle seguenti fasi di studio, le quali, hanno progressivamente consentito l'ottimizzazione e il confronto delle nozioni man mano acquisite:

**a) Disamina della cartografia di settore:**

- Carta della Vulnerabilità delle falde idriche. Settore Nord-Orientale Ibleo. (Sicilia S.E.). Scala 1:50.000, (Aureli et.alii 1989).
- Carta Idrogeologica del Bacino del Fiume S. Leonardo (Sicilia Sud Orientale). Scala 1:50.000, (Ferrara).
- Cartografia P.A.I. del Bacino Idrografico Fiume Simeto (094) area tra i bacini del Simeto e del S. Leonardo (094 A). Regione Siciliana A.R.T.A. 2005:
  - Carta Litologica Tav. n° 06 scala 1:50.000.
  - Carte dei dissesti n° 112 e n° 113 scala 1:10.000.
  - Carte della pericolosità e del rischio geomorfologico n° 112 e n° 113 scala 1:10.000.
  - Carte della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione n° 112 e n° 113 scala 1:10.000.



- Carte del rischio idraulico per fenomeni di esondazione n° 112 e n° 113 scala 1:10.000.

**b) Rilievo geologico - morfologico di campagna:**

il rilievo di campagna è stata effettuato lungo il tracciato interessato dalla posa della condotta di progetto ed ampliato ad una fascia di rispetto di circa 100 mt per lato.

**c) Indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche:**

in fase preliminare di studio, e' stato realizzato un pozzetto geognostico (PG) di forma pressoché rettangolare (3,00 x 4,00 e profondità dal p.c. di circa 4,00 mt) all'interno del quale è stato prelevato (3.50 ÷ 4.00 al p.c.) n° 1 campione di terreno rappresentativo del piano di fondazione.

Tale campione è stato sottoposto a specifiche analisi e prove geotecniche di laboratorio eseguite dal Dr. Mario Incatasciato (*Delibera consortile d'incarico n° 753 del 30.11.2006*) i cui certificati dei prova costituiscono parte integrante della presente relazione.

In fase progettuale esecutiva, è stata programmata ed effettuata un adeguata campagna d'indagini geognostiche e sismiche in situ, integrata da ulteriori prove geotecniche di laboratorio, eseguite a cura della ditta specializzata Geoscheck s.r.l. aggiudicataria del servizio (*giusta Determina consortile n. 223 del 29/06/2012*).

I certificati di prova, le metodologie adottate e le valutazioni quantitative delle suddette indagini esecutive vengono rappresentate in apposito "Report di Prova" (All. 18.1).

Infine, fanno parte integrante della presente relazione gli elaborati grafici tematici di utile riferimento, che riprodotti in opportuna scala, sono costituiti da:

**Tav. 1** Carta Corografica con ubicazione delle indagini eseguite (scala 1:25.000).

**Tav. 2** Stralci PAI delle Carte dei dissesti n° 112 e n° 113 scala (1:10.000).

**Tav. 3** Stralci PAI delle Carte della pericolosità e del rischio geomorfologico n° 112 e n° 113 (scala 1:10.000).



**Tav. 4** Stralci PAI delle Carte della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione n° 112 e n° 113 (scala 1:10.000).

**Tav. 5** Stralci PAI delle Carte del rischio idraulico per fenomeni di esondazione n° 112 e n° 113 (scala 1:10.000).

**Tav. 6** Carta Geologica (Scala 1:10.000).

**Tav. 7** Sezioni Geologiche rappresentative



## **2.0 Inquadramento Geografico e Geomorfologico**

Il tracciato d'interesse progettuale, come rappresentato nella allegata carta corografica (Tav. 1), estendendosi con una prevalente direttrice orientata in direzione Est - Ovest per circa 9.185,00 ml, si sviluppa parallelamente al contiguo canale di scolo delle acque pubbliche "Benante".

Dal punto di vista geografico, tale tracciato ricade solo in parte nel tratto terminale nel quadrante sud-orientale del territorio extraurbano del comune di Catania, mentre per il resto rientra nel distretto territoriale comunale di Lentini in Provincia di Siracusa.

Tale area d'interesse progettuale rientra nella Tavoleta (scala 1:25.000) denominata "Villaggio Delfino" di cui al Foglio 270, III Quadrante S.O. della Carta D'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare.

Per la redazione della cartografia tematica allegata al presente studio, (utilizzata sia in fase di rilievo di campagna che per la successiva redazione degli elaborati), sono state utilizzate, come cartografia di base, le sezioni C.T.R. n° 640040 e n° 641010 (scala 1:10.000) della "Carta Tecnica Regionale", poiché in esse ricade interamente il tracciato d'interesse progettuale.

L'osservazione d'insieme consente di collocare tale area tra le propaggini più settentrionali del plateau ibleo e il margine meridionale della vasta e fertile "Piana di Catania", quest'ultima, caratterizzata da rigogliosi agrumeti intervallati da campi coltivati ad ortaggi e foraggiere.

Tale peculiarità geografica di raccordo, trova valido riscontro anche nell'eterogeneo assetto altimetrico poiché si passa da una quota media di 10 mt. s.l.m. nell'area ove si snoda il tracciato progettuale ai 90 e più mt s.l.m. in corrispondenza dei contigui poggi lavici costituiti principalmente da tufi, brecce e basalti ricoperti localmente dalle calcareniti.

Inevitabilmente anche l'assetto geomorfologico risulta influenzato da tale evidente disomogeneità altimetrica;



ed infatti alla potente copertura alluvionale, connessa agli eventi deposizionali del limitrofo fiume Gornalunga, che conferisce al paesaggio (ove si sviluppa il tracciato progettuale) un assetto pianeggiante, si contrappone verso sud, un altro paesaggio più aspro, morfologicamente caratterizzato da alti strutturali di natura calcarenitica ed eruttiva.

Ne consegue, pertanto, la presenza di un vero e proprio gradino morfologico (Horst) caratterizzato dalla presenza di forme erosive generate dall'incessante scorrimento superficiale delle acque meteoriche ove prevalgono i termini calcarenitici mentre al piede dei fronti più acclivi sussistono accumuli e depositi, granulometricamente eterogenei.

2.1 *Contenuti del PAI del Bacino Idrografico Fiume Simeto (094) area tra i bacini del Simeto e del S. Leonardo (094 A).*

Per una compiuta analisi di eventuali "dissesti" potenziali e/o in atto che potessero interferire con l'intervento di progetto, oltre alla osservazione diretta sui luoghi d'interesse, si è fatto utile riferimento alla specifica cartografia di settore del P.A.I. indicato in epigrafe, ove risultano censite le aree a rischio "elevate" o "molto elevate" per frana e per inondazione.

Tale importante strumento programmatico, conoscitivo, normativo e tecnico mediante il quale vengono programmate e pianificate azioni, norme d'uso ed interventi riguardanti l'assetto idrogeologico è stato approvato, ai sensi dell'art. 130 della L.R. n° 6/2001, con D.P.R.S. n. 538 del 20/09/06.

Si rileva che dalla disamina del predetto documento, così come dalla diretta osservazione lungo il tracciato di progetto e nelle sue immediate vicinanze, non sono stati rilevati eventi morfodinamici in atto e/o potenziali che possano interferire negativamente con il realizzando intervento.

Pur tuttavia, così come risulta censito nella carta dei dissesti n° 112 del P.A.I. ( Tav. 2), nel costone roccioso parallelo al tracciato progettuale in dx idraulica, si



rileva la presenza di un fronte semicircolare le cui pareti acclivi ed intensamente fratturate favoriscono il distacco improvviso di blocchi rocciosi di dimensioni variabili con conseguenti accumuli al piede.



L'osservazione diretta ha mostrato che a fronte di una stabilità globale, le pareti presentano sistemi di discontinuità tali da isolare blocchi di dimensione variabili la cui possibile caduta è associata a fenomeni misti di crollo e ribaltamento ed a distacco per trazione.

Tale dissesto attivo, codificato con n° 094A-8LE-001, anche se caratterizzato da un livello di pericolosità elevata (P3), non interferisce in alcun modo con le opere di progetto poiché si individua a notevole distanza dal tracciato d'interesse progettuale (> 400 ml).

Dal punto di vista "idraulico", dalla disamina delle carte del PAI n° 112 e n° 113 della "pericolosità idraulica" per fenomeni di esondazione (Tav. 4), tutta l'area d'interesse progettuale viene classificata a "pericolosità alta" (P3) con tempi di ritorno variabili tra 20÷50 anni.

Mentre dal punto di vista del connesso rischio idraulico, dalla disamina delle relative carte del PAI n° 112 e n° 113 (Tav. 5) tutta l'area d'interesse progettuale viene classificata a "rischio medio" (R2).

Il basso grado di rischio idraulico (R2), rispetto al più alto grado di pericolosità (P3) precedentemente citato, è dovuto alla scarsa presenza, nell'area in studio, dei fattori di amplificazione del rischio quali: persone, beni localizzati, patrimonio ambientale essendo, questi elementi, molto ridotti.

Va rilevato altresì, che la suddetta codifica, viene giustificata sia dalla presenza del fiume Gornalunga che dal carattere poco permeabile dei terreni ivi presenti che inducono ad una coerente delimitazione delle aree a rischio esondazione coinvolgente, seppur parzialmente, il tracciato d'interesse progettuale.

In stretta relazione con l'intervento in studio si è comunque del parere, che i limitati fattori di amplificazione di rischio e la contigua presenza del canale di scolo Benante, assolvono alla fondamentale funzione di raccolta e drenaggio di eventuali eccedenze idriche, mitigando ancor più i predetti gradi di pericolosità e rischio codificati nel P.A.I.



Per le suddette motivazioni il buon stato manutentivo del canale Benante si giudica condizione imprescindibile per assolvere alla importante funzione di sgrondo delle acque eccedenti.



### *3.0 Assetto idrografico e idrogeologico del territorio*

L'osservazione d'insieme consente di collocare tutta l'area in studio nell'ambito della parte terminale del bacino del fiume Simeto rientrando territorialmente all'interno dei comprensori comunali di Catania e Lentini (SR).

Il Bacino del basso Simeto, si estende dalla confluenza del Salso alla foce comprendendo il tronco vallivo del Simeto il quale, attraversando la Piana di Catania, riceve le acque dei suoi principali due affluenti in destra idrografica, nell'ordine rispettivamente il fiume Dittaino e successivamente il fiume Gornalunga.

L'andamento dei tre fiumi, nei tratti medio - alti, è all'incirca N-S per il Simeto, NO-SE per il Dittaino, E-O per il Gornalunga, mentre, nelle aree di confluenza, prossima a quella in studio, i tre fiumi assumono andamento prevalente in direzione E-O.

L'area interessata dalla foce del fiume Simeto ed il relativo regime idrografico hanno subito negli ultimi decenni profonde trasformazioni dovute sia alle sistemazioni dell'alveo che ad ulteriori interventi di sistemazione idraulica operate, sia in sx che in dx idrografica, dai competenti Consorzi di Bonifica e dal Consorzio per l'Area di Sviluppo Industriale di Catania A.S.I.

Nello specifico gli interventi di bonifica eseguiti in dx idraulica hanno distaccato il canale Benante che non confluisce più nel Gornalunga ma perviene ora direttamente al mare autonomamente.

I tributari minori sono rappresentati da torrenti a breve corso, e sono caratterizzati da fenomeni di erosione più diffusi rispetto a quelli di deposizione, che risultano quindi limitati, nei tratti a minore acclività, a modeste coperture alluvionali.

Si tratta di corsi a regime torrentizio con elevato potere erosionale e di trasporto nei periodi di piena e in conseguenza di precipitazioni eccezionali.



Il tracciato della condotta irrigua di progetto, sviluppandosi quasi parallelamente in dx idraulica al fiume Gornalunga, appartiene al distretto idrografico di quest'ultimo il cui bacino esteso circa 1000 Km<sup>2</sup> ha origine dai Monti Erei.

Dal punto di vista idrogeologico, nel settore in studio, gli acquiferi di maggior interesse sono rappresentati dai depositi alluvionali della piana di Catania e dai termini vulcanici e calcarenitici dell'alto strutturale settentrionale (rilievo di S. Demetrio) ivi presente.

Originariamente queste alluvioni risultavano interessate da pantani che furono bonificati per la lotta antimalarica tramite la realizzazione di canali drenanti, come il Benante, e corsi minori ivi affluenti facenti parte della rete scolante consortile (Panebianco, Carmito, Casalino, Moncada etc.).

Si presentano pianeggianti con modestissime pendenze verso Est ove si raccordano con i cordoni dunali, posti lungo la linea di costa, che costituiscono in alcune zone barriera allo sgrondo delle acque superficiali.

Il parametro della "permeabilità", ossia della capacità che possiede un litotipo a lasciarsi attraversare dall'acqua, si ritiene in questa fase di studio sufficiente e propedeutico per la caratterizzazione idrogeologica dei terreni affioranti nel territorio in studio.

### 3.1 Caratteristiche degli acquiferi nell'area d'interesse progettuale

#### a) Falda libera in materiale alluvionale senza alcuna protezione:

Le "alluvioni", presenti lungo il tracciato progettuale, sono costituite da materiale sabbioso – limoso, da medio a fine, con variazioni verticali ed orizzontali della granulometria.

Presentano un tipo di permeabilità primaria per porosità con un valore indicativamente compreso tra:  $K = 10^{-3} \div 10^{-5}$  cm/s.



Il substrato è costituito da “argille” praticamente impermeabili di spessore molto variabile da 5 ad oltre 200 mt, perché poggianti su formazioni fortemente tettonizzate con strutture ad horst e graben.

*b) Falda libera in calcareniti e sabbie fossilifere senza lacuna protezione:*

Si tratta di sedimenti costituiti da calcareniti e sabbie giallastre fossilifere massive affiorano estesamente lungo il rilievo in dx idraulica rispetto al tracciato della condotta di progetto, sovrapposte alle vulcaniti pliopleistoceniche con le quali sono in continuità idraulica.

Presentano una permeabilità sia di tipo primario che secondario con un valore indicativamente compreso tra:  $K = 10^{-2} \div 10^{-3}$  cm/s.

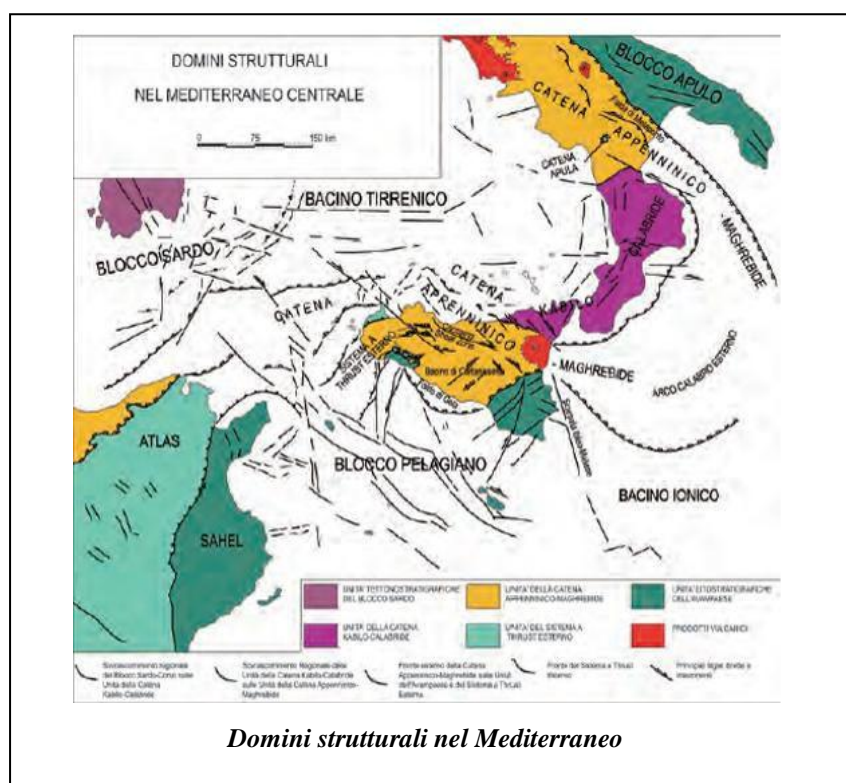
*c) Zone di bassa vulnerabilità:*

Si tratta degli affioramenti di vulcaniti mioceniche costituite da prodotti basici a carattere prettamente esplosivo mista a matrice carbonatica fortemente alterati per argillificazione.

Presentano una permeabilità da moderata a lenta compresa tra:  $K = 10^{-4} \div 10^{-5}$  cm/s.

#### 4.0 Inquadramento geologico - strutturale regionale

Il quadro geologico-strutturale siciliano appare molto articolato sia per la sua posizione in una porzione del Mediterraneo caratterizzata da un'estrema mobilità, che per le alterne vicende sedimentarie e tettoniche che si sono svolte sin dal Paleozoico sup. fino al Quaternario.



A scala regionale, pertanto, la struttura geologica della Sicilia viene schematicamente suddivisa in tre settori, che da Nord verso Sud sono rappresentati da:

**a) settore di "Catena":** (elemento deformato) con vergenza verso Est e Sud-Est costituita dalle Unità Kabilo – Calabridi e dalle Unità Siculo – Maghrebidi.

Le unità stratigrafico-strutturali che formano la catena hanno raggiunto gli attuali rapporti reciproci nell'intervallo temporale compreso tra l'inizio del

Miocene e l'inizio del Pleistocene conseguentemente a processi tettonici di collisione continentale.

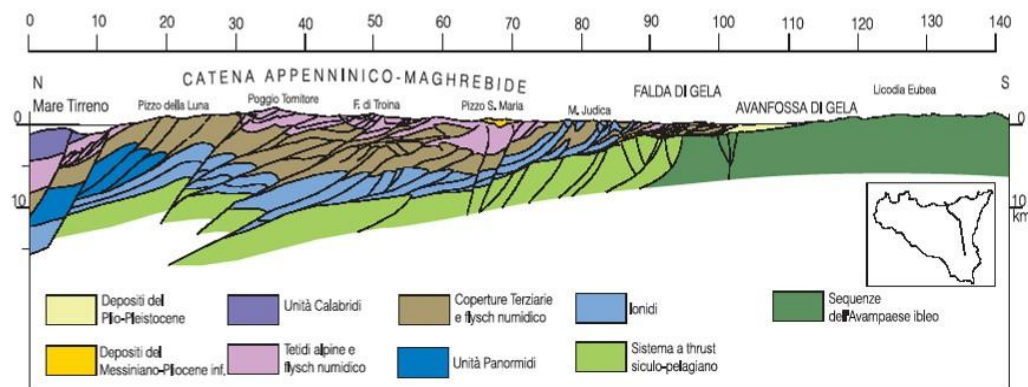
b) **settore di "Avanfossa"**: localizzata nell'offshore meridionale della Sicilia e nell'altipiano Ibleo, lungo il margine settentrionale dell'avampaese.

Essa è in parte sepolta dal fronte della catena nella Sicilia meridionale e nei Bacini di Gela.

c) **settore di "Avampaese"**: (elemento indeformato) affiorante nella Sicilia sud-orientale e presente nel canale di Sicilia.

Il settore di Avanfossa ha origine durante il Plio-Pleistocene nell'ambito di un complesso sistema geodinamico (Grasso & La Manna 1982, Grasso et al. 1995, Lickorish et al. 1999) dovuto all'inflessione e al collasso del margine settentrionale dell'Avampaese Ibleo, come risposta alla progressiva migrazione verso sud del fronte sepolto della catena Maghrebide, sviluppatasi dal Cenozoico lungo i limiti di placca del sistema convergente Africa –Europa.

Quanto detto viene rappresentato nel seguente profilo crostale della Sicilia Orientale di utile riferimento:



Il dominio di Avampaese, invece, rappresentato dal Plateau Ibleo, è caratterizzato da una potente successione mesozoico-terziaria prevalentemente carbonatica, con ripetute intercalazioni di vulcaniti basiche (Patacca et alii, 1979; Lentini, 1984).



Questo dominio costituisce una porzione emersa del Blocco Pelagiano come definito da Burolet et alii (1978) quale promontorio più settentrionale della crosta continentale africana, cui esso è fisicamente collegato attraverso il Canale di Sicilia (Boccaletti et alii, 1987), dove emerge in corrispondenza delle isole maltesi e pelagie.

Verso est la continuità fisica del Blocco Pelagiano, è interrotta dalla Scarpata di Malta, generata da un sistema di faglie normali di età mesozoica che delimita il Bacino Ionico.

Verso nord e nord-ovest il dominio di Avampaese ibleo si flette al di sotto della catena a formare una depressione strutturale denominata "Avanfossa Gela-Catania" (Di Geronimo et alii, 1978; Lentini, 1982; Cogan et alii, 1989; Torelli et alii, 1998).

Nel settore settentrionale verso la Piana di Catania, il plateau carbonatico è delimitato dal sistema di faglie normali, neogenico-quadernarie, Pedagaggi-Lentini-Agnone, che ne ha accomodato la flessurazione e attraverso il quale passa ad una zona di transizione all'avanfossa vera e propria, comprendente il graben di Scordia-Lentini (Carbone et alii, 1982) e l'alto strutturale di San Demetrio (Torelli et alii, 1998).

In tale quadro strutturale si colloca il contesto territoriale in studio.

L'Avanfossa Gela-Catania fortemente subsidente durante la migrazione plio-pleistocenica della catena, è stata sede della deposizione di sedimenti clastici di provenienza sia dalle aree esterne di Avampaese che dal fronte avanzante della catena stessa.

Parte della successione plio-pleistocenica dell'Avanfossa siciliana è dunque sepolta sotto le coltri alloctone del sistema frontale della catena, denominato "Falda di Gela" (Beneo, 1958; Ogniben, 1969; Di Geronimo et alii, 1978; Lickorish et alii, 1999), mentre parte si è depositata al tetto dell'alloctono durante le fasi finali della migrazione verso sud, suturandone la porzione più avanzata .





Al di sotto della catena il tetto dei carbonati neogenici iblei è stato raggiunto dai pozzi fino a profondità di oltre 3000 metri (Bianchi et alii, 1987; Lickorish et alii, 1999; Bello et alii, 2000), mentre attraverso dati geofisici si suppone che sotto l'edificio vulcanico etneo esso raggiunga una profondità di circa 5 km (Cristofolini et alii, 1979).

Nell'ambito territoriale del comune di Catania, i sedimenti d'Avanfossa sono rappresentati da una successione infra-mediopleistocenica (Wezel 1967; Di Stefano & Branca, 2002) costituita da una spessa sequenza di argille marnose passanti a loro volta ad alcune decine di metri di sabbie costiere e conglomerati fluvio-deltaici .

Questa successione è ricoperta in discordanza da una serie di depositi terrazzati costituiti da sabbie e conglomerati fluvio-costieri (Kieffer, 1971; Chester & Duncan, 1982; Monaco, 1997; Monaco et alii, 2002).



## 5.0 Inquadramento geologico dell'area progettuale

Sulla scorta del rilievo eseguito lungo il tracciato di progetto e nei suoi immediati dintorni, supportato dalla cartografia ufficiale di settore disponibile e dalle indagini geognostiche eseguite, è stato possibile ricostruire l'assetto geologico - stratigrafico caratterizzante la fascia di terreno interessata dalla posa in opera della condotta irrigua di progetto e dalla realizzazione delle connesse opere d'arte.

Pertanto è possibile distinguere le seguenti formazioni caratterizzanti una successione litostratigrafica, che dal basso verso l'alto, è così riassumibile:

- a) *Formazione Carlentini.*
- b) *Vulcaniti plio-pleistoceniche.*
- c) *Calcareniti bianco-giallastre.*
- d) *Argille grigio-azzurre.*
- e) *Depositi Alluvionali.*

a) *Formazione Carlentini (Tortoniano)*: si tratta di una successione vulcano-sedimentaria con caratteristiche di sedimentazione marina di acque basse.

Le vulcaniti sono costituite prevalentemente da depositi di origine idromagmatica rappresentati da breccie d'esplosione a clasti calcarei e basaltici e livelli cineritici, e da più rare colate basaltiche.

Affiorano in circoscritti lembi a nord-est, senza intersecare il tracciato di progetto, in corrispondenza del rilievo di S. Demetrio con spessore variabile da 80 a 100 mt.

b) *Vulcaniti Plio-pleistoceniche*: poggiano in discordanza sui termini precedentemente descritti e risultano costituiti da una successione di prodotti



vulcanici basici prevalentemente sottomarini, caratterizzata da lave compatte e subordinatamente da vulcanoclastiti.

I termini più antichi possono presentare fenomeni di alterazione con accenni di argillificazione che si fanno più consistenti e marcati nelle sottostanti vulcaniti mioceniche che, localmente, costituiscono il substrato impermeabile della falda.

*c) Calcareniti bianco-giallastre infrapleistoceniche*: affiorano estesamente lungo il rilievo in dx idraulica rispetto al tracciato di progetto risultando sovrapposte alle vulcaniti pliopleistoceniche o in discordanza sui termini più antichi.

Si tratta di sedimenti costituiti da calcareniti e sabbie giallastre fossilifere massive o a stratificazione incrociata con livelli e lenti di conglomerati poligenici più frequenti alla base e con la presenza, sempre alla base, di livelli limosi di ambiente lagunare.

*d) Argille grigio azzurre (Pleistocene inferiore)*: poggiano in discordanza sulle calcareniti e sui terreni più antichi e sono caratterizzati da uno spessore medio di circa 100 metri.

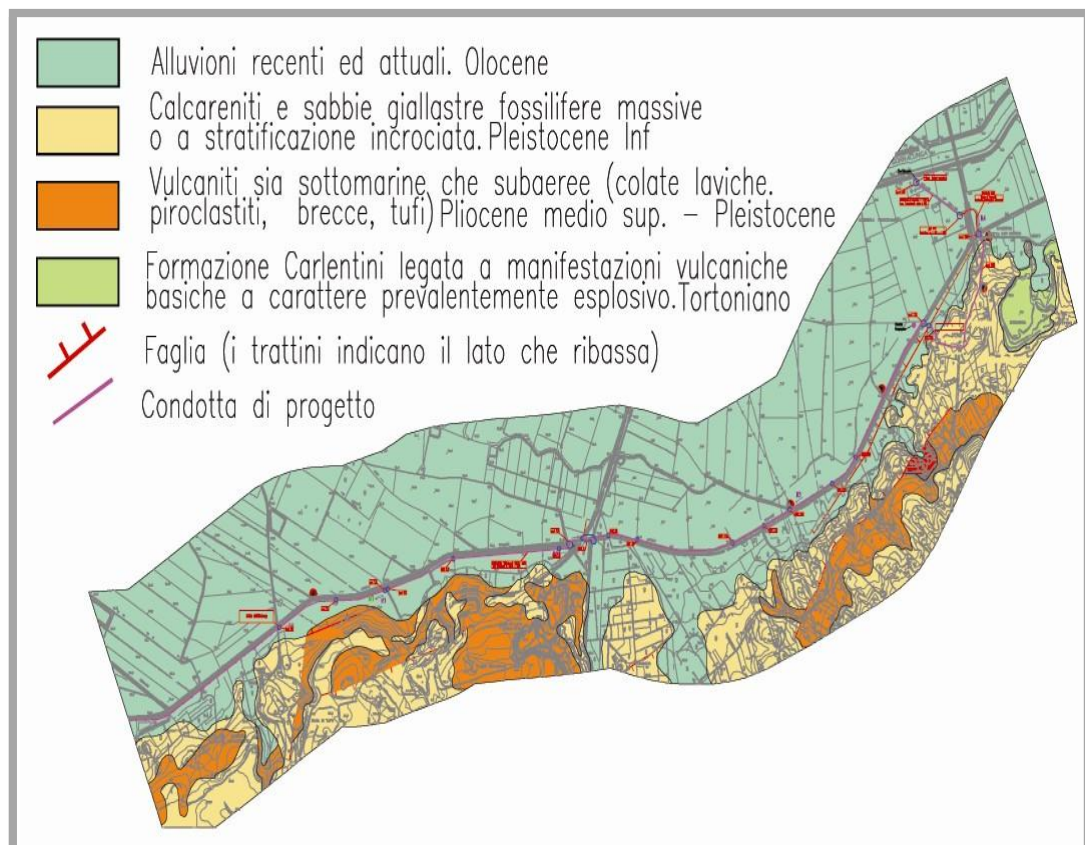
Rappresentano una facies di ambiente marino profondo o protetto e costituiscono il substrato impermeabile dell'acquifero superiore.

*e) Depositi alluvionali (Olocene)*: Alluvioni recenti e attuali costituiti da limi argillosi, sabbie, ghiaie e conglomerati talora terrazzati in lembi costeggiano il fiume Gornalunga con spessori di pochi metri variabile da luogo a luogo.

Tali depositi alluvionali affiorano lungo tutto il tracciato di progetto e risultano prevalentemente costituiti da limi argillosi mediamente consistenti di colore bruno giallastro e spessore variabile.

Il substrato è costituito da argille di spessore molto variabile da 5 a 200 mt perché poggianti su formazioni permeabili fortemente tettonizzate con strutture ad horst e graben.

Si riporta di seguito lo stralcio della carta geologica di progetto:



## 6.0 Indagini geognostiche e sismiche in situ e prove di laboratorio.

### 6.1 - Indagini eseguite in fase preliminare di studio

Al fine di procedere ad una iniziale comprensione dell'assetto stratigrafico presente lungo il tracciato di progetto, già nella fase di studio preliminare è stato eseguito, con l'utilizzo di escavatore a braccio rovescio, un pozzetto geognostico di forma rettangolare delle seguenti dimensioni: 3,00 x 4,00 mt e  $h \approx 4,00$  mt.



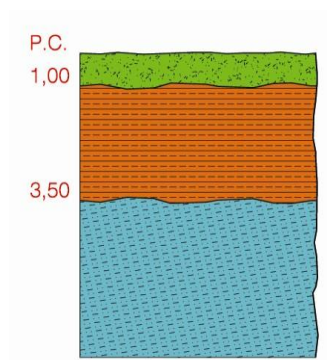
Come si osserva nello stralcio corografico, tale pozzetto esplorativo è stato realizzato nel contesto areale ove il tracciato della condotta progettuale in ghisa

DN 700 attraversa, (con pezzo speciale in acciaio di pari diametro), per la 2° volta il canale di scolo Benante per poi risalire lungo il pendio verso la vasca di Grotta S.Giorgio.

La diretta osservazione dei parametri tessiturali (dimensioni delle particelle, tessitura, struttura etc.) delle pareti dello scavo ha consentito di evidenziare la presenza di terreni a grana fine, la cui sequenza stratigrafica dal basso verso l'alto è schematizzata di seguito:



- a) Terreno vegetale da p.c. a 1.0 m
- b) Limo argilloso da 1.00 m a 3.50 m
- c) Argille limose da 3.50 m





Altresi, è stato prelevato (3,50 ÷ 4,00 mt dal p.c.) un campione di terreno i cui provini sono stati sottoposti a specifiche prove geotecniche di laboratorio, eseguite dal Dr. Mario Incatasciato (*Delibera consortile n° 753 del 30.11.2006*), i cui certificati di prova costituiscono parte integrante del presente studio.

Sul predetto campione sono state eseguite a) *prove di classificazione* atte a definire e classificare meglio il terreno e b) *prove di compressibilità e deformabilità*.

L'analisi granulometrica ha permesso di caratterizzare il provino come: "Limo argilloso coesivo di colore bruno a media consistenza", mentre le ulteriori prove di classificazione hanno mostrato soprattutto un elevato grado di saturazione (rapporto volume dell'acqua e volume dei vuoti)  $S = 91,23 \%$  che identifica un terreno saturo.

Per quanto concerne le prove di compressibilità, il provino è stato sottoposto alla "*prova edometrica ad incremento di carico*" (IL).

La prova in estrema sintesi è consistita nell'applicare una sequenza di carichi con progressione geometrica al provino confinato lateralmente, in modo che le deformazioni ed il flusso dell'acqua avvengono solo in direzione verticale.

Ogni incremento di carico è mantenuto costante per un certo intervallo di tempo (24 h) sufficiente a garantire la completa dissipazione delle sovrappressioni d'acqua interstiziale generate dal carico stesso.

Pertanto man mano che l'incremento di pressione verticale è trasferito allo scheletro solido, il provino subisce dei cedimenti con conseguente riduzione dell'indice dei vuoti e drenaggio del fluido interstiziale.

Si rileva che dopo il raggiungimento di una certa pressione  $\sigma_p$  il terreno diventa molto più cedevole.

Tale limite è definito pressione di preconsolidazione e rappresenta la massima tensione di consolidazione a cui è stato sottoposto il terreno.

Le informazioni che si possono desumere dalla prova edometrica attengono:



- la pressione di preconsolidazione  $\sigma_p$  che si ritiene rappresenti la massima tensione verticale mai sperimentata dal provino durante la sua storia geologica.
- parametri di compressibilità: RR, CR, SR ed il coefficiente di compressibilità:

$$m_v = 1 / M_t$$

che per valori incrementali delle tensioni e delle deformazioni sufficientemente piccoli rappresenta l'inverso del modulo edometrico tangente  $M_t$ .

- parametri di permeabilità orizzontale: coefficiente di consolidazione  $C_v$ , e di permeabilità  $K_v$ .
- parametro di compressibilità secondaria  $C_{\alpha\varepsilon}$ .

Per le valutazioni quantitative della prova edometrica eseguita si rimanda al relativo report di seguito riportato.

Altresì è stata eseguita la "prova triassiale non consolidata non drenata" (UU) condotta con una fase di compressione isotropa ed una di rottura, entrambe in condizioni non drenate.

Con questo metodo di prova la resistenza al taglio è stata misurata in termini di tensioni totali.

Il provino di terreno (assunto saturo) non viene consolidato e, mantenendo inalterata la struttura originale del terreno e il contenuto d'acqua, si ottiene un valore di resistenza che dipende solo dal livello delle tensioni geostatiche in cui è sottoposto il sito.

La prova è stata eseguita su n. 3 provini ricavati dallo stesso campione e sottoposti a tre livelli di pressione di confinamento.

Nell'ipotesi che il terreno sia completamente saturo, le tensioni efficaci a rottura sono indipendenti dalla pressione in cella e quindi uguali per i tre provini.





L'involuppo di Mohr , in termini di tensioni totali, è orizzontale e la resistenza al taglio è costante e pari a  $C_u$  (resistenza al taglio non drenata).

I valori fisico-meccanici del campione di terreno desunti dalla prova argomentata sono così riassumibili valori fisico-meccanici:

Peso di volume	$\gamma=1,85 \text{ T/mc}$
Coesione non drenata	$C_u = 88 \text{ KN/mq}$
Angolo di resistenza al taglio	$\Phi = 22^\circ - 25^\circ$

Si riporta di seguito il relativo Report delle analisi e prove geotecniche di laboratorio eseguite dal Dr. Mario Incatasciato:

***Dr. Geo/Mario Incatasciato***

Vin Leucntln, 131 int. 10 - 95125 Cntanln  
Tcl. 095 222 051

## **ANALISI E PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO**

**CANTIERE:**

Ristrutturazione ed adeguamento funzionale delle condotte della rete irrigua in dx  
Gornalunga (Lodigianj).

Del. N. 753 del 30/11/2006 - Prove geotecniche di laboratorio

**COMMITTENTE:**

Consorzio di Bonifica 9 Catania

Dr. Geol. Mario Incatasciato



The stamp is circular and contains the following text: 'ORDINE REGIONALE DEGLI INGEGNERI DELLA SICILIA' around the perimeter, 'Dr. Geol. MARIO INCATASCIATO' in the center, and 'n. 505' below the name. There is a handwritten signature in blue ink over the stamp.

Il Consorzio di Bonifica 9 con Delibera N.753 del 30/11/2006 ha dato incarico al sottoscritto Dr. Geol. Mario Incatasciato, con sede in Via Leucatia n. 131 int. 10 Catania, ad eseguire prove di laboratorio geotecnico sul campione indisturbato prelevato nel corso delle indagini geognostiche e per la realizzazione della Ristrutturazione ed adeguamento funzionale delle condotte della rete irrigua in Gomalunga (Lodigiani).

Su tale campione, in ottemperanza a quanto impartito dalla Direzione Lavori, sono state eseguite le analisi e prove geotecniche riportate in Tab. I.

Le modalità di analisi e di prova sono state effettuate secondo le più recenti normative ASTM, UNI, CNR, AGI.

Le relative risultanze sono riportate nelle schede allegate.

CATANIA, 27/12/2006

Dr. Geol. Mario Incatasciato



Committente : Consorzio di Bonifica 9 - CATANIA  
Cantiere : Ristrutturazione ed adeguamento funzionale delle condotte della rete Irrigua in dx Gornalunga (Lodigiani)  
Sondaggio : 1      Campione : 3      di tipo indisturbato      Profondità di prelievo dal p.c. (m) : -3.50+4.00

## CARATTERISTICHE GENERALI

Descrizione : campione omogeneo limoso-argilloso coesivo di colore bruno  
a media consistenza

	min	max	media	
w : contenuto in acqua [% J	= 27.67	28.43	28.04	n. 4 determinazioni
Yn : peso di volume umido [kN/mc]	= 18.22	18.83	18.59	n.4 determinazioni
Ys : peso sifico dei grani [kN/mc ]	= 26.62	26.67	26.65	n. 2 determinazioni
Yd : peso di volume secco [kN/mc]	= 14.19	14.73	14.52	
Ysat : peso di volume saturo [kN/mc J	= 18.77	19.12	18.98	
e : indice dei vuoti [-/-]	= 0.809	0.879	0.836	
n : porosità [-% J	= 44.72	46.77	45.52	
Sr : saturazione [%]	= 87.93	93.42	91.23	

L'Analista e Responsabile di laboratorio  
( Dr. Mario ncatasciato )



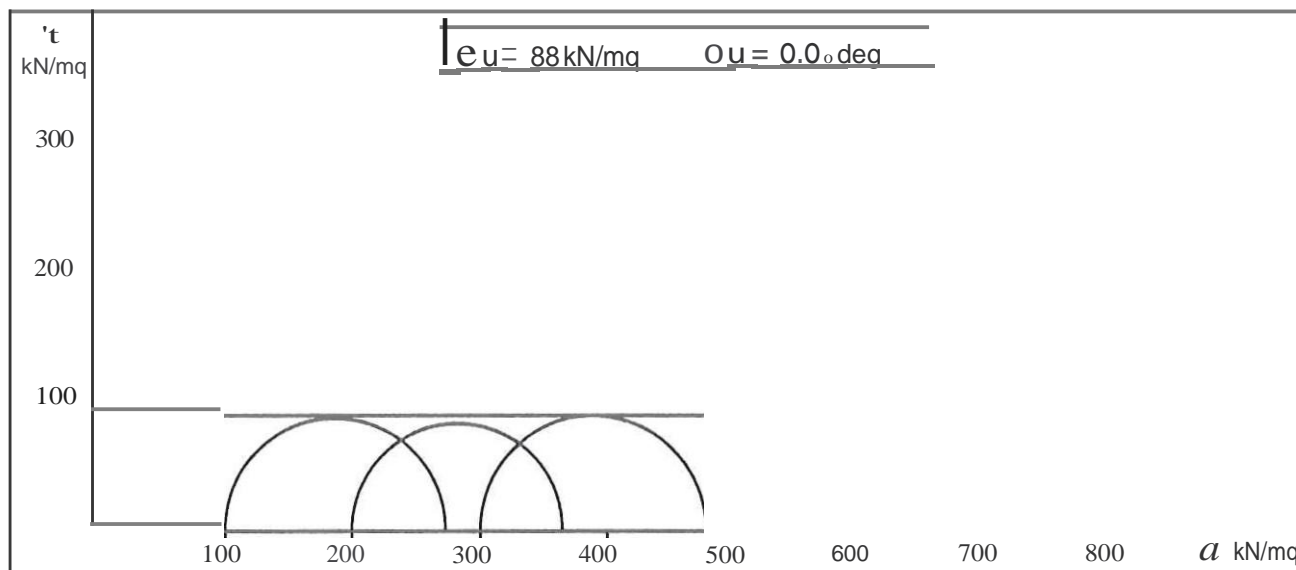
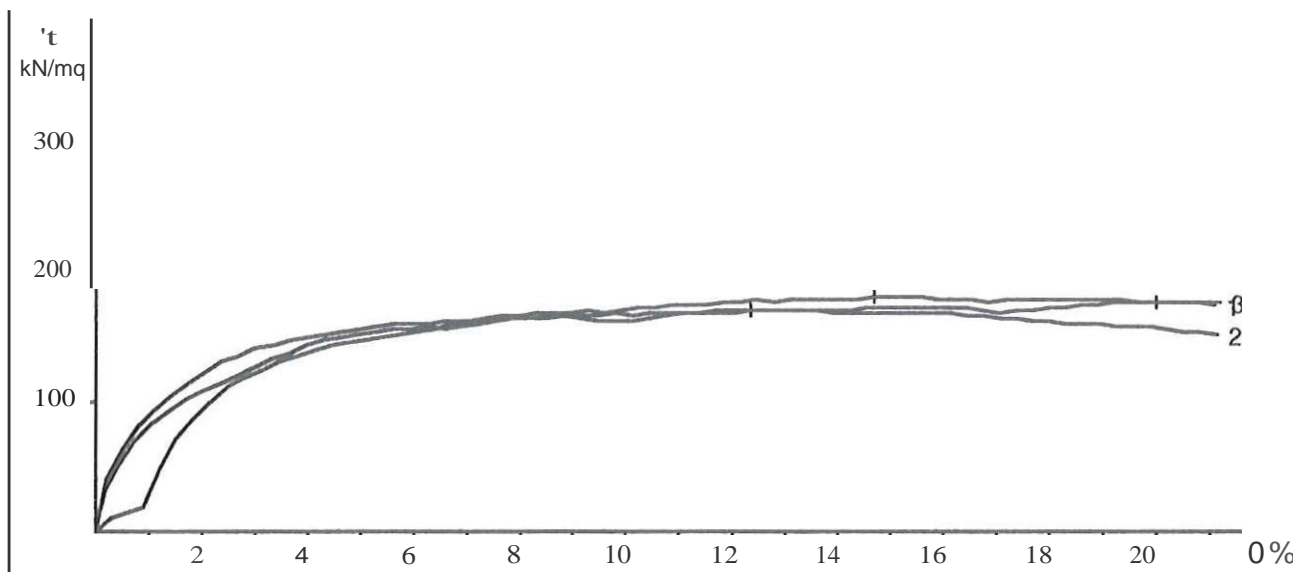
Committente : Consorzi di Bonifica 9 • CATANIA  
 Cantiere : Ristrutturazione ed adeguamento funzionale delle condotte della rete Irrigua in dx Gornalunga (Lodigiani)  
 Sondaggio : 1      Campione : 3      di tipo indisturbato      Profondità di prelievo dal p.c. (m) : 3.50 ; - 4.00

### PROVA TRIASSIALE U. U. con saturazione preliminare

Provini: diametro  $\phi = 38.1$  mm    altezza  $h = 76.2$  mm    Velocità di rottura = 0.5000 mm/min

Provino n.	=	1	2	3
Contenuto in acqua I%	=	27.81	28.27	27.67
Peso di volume naturale [kN/mc]	=	18.83	18.73	18.58
Peso specifico dei grani [kN/mc]	=	26.65	26.65	26.65
Peso di volume secco [kN/mc]	=	14.73	14.60	14.55
Peso di volume saturo [kN/mc]	=	19.12	19.04	19.00
Indice dei vuoti I/I	=	0.809	0.825	0.831
Porosità I%	=	44.72	45.21	45.39
Saturazione I%	=	93.42	93.10	90.45
Pressione di cella [kN/mq]	=	100	200	300
Tensione deviatorica a rottura [kN/mq]	=	175	171	180
Deformazione a rottura [%]	=	20.00	12.38	14.70

• valore in corrispondenza al 20% di deformazione



L'Analista e Responsabile di laboratorio  
 Dr. M. Incatasciato

Committente : Consorzio di Bonnica 9 - CATANIA  
 Cantiere : Ristrutturazione ed adeguamento funzionale delle condotte della rete irrigua In dx Gornalunga (Lodigiani)  
 Sondaggio:1 Campione :3 di tipo indisturbato Profondità di prelievo dal p.c. (m) : 3.50+4.00

### PROVA EDOMETRICA I.L.

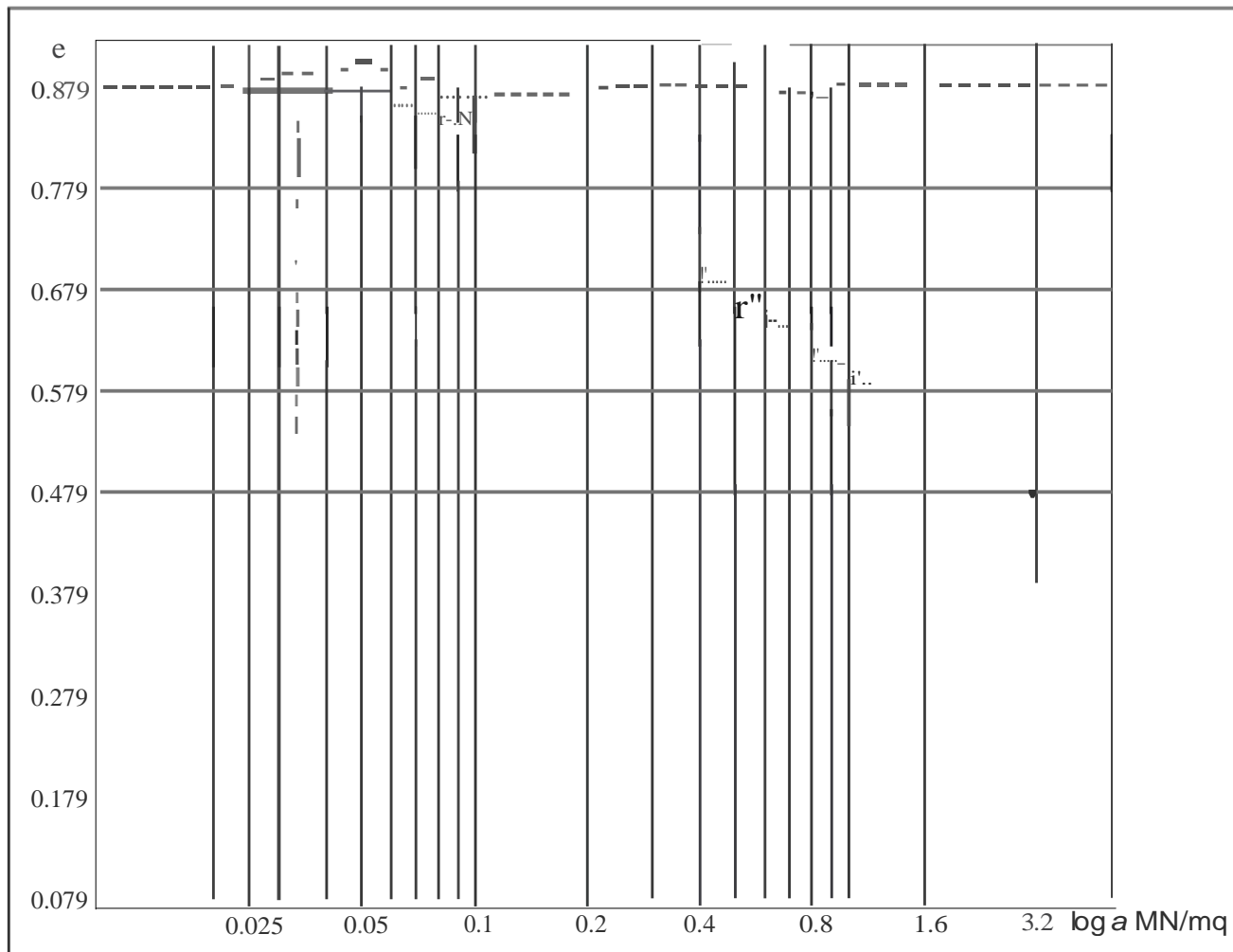
Provino: diametro Ø: 50.47 mm altezza h=20.00 mm						
a	llh	e	E	Cv	K	Cae
MN/mq	mm	/-	MN/mq	cmq/sec	cm/sec	/-
0.000	0.000	0.879				
0.025	0.048	0.874	8.495	$5.45 \cdot 10^3$	$5.09 \cdot 10^6$	0.0166
0.050	0.130	0.866	1056	$8.80 \cdot 10^{-4}$	$9.39 \cdot 10^{-9}$	0.0332
0.100	0.420	0.839		$5.78 \cdot 10^3$	$1.65 \cdot 10^6$	0.1886
0.200	1.042	0.781	146	$4.23 \cdot 10^{-4}$	$1.32 \cdot 10^6$	0.1988
0.400	1.872	0.703	4,571	$8.90 \cdot 10^{-5}$	$1.91 \cdot 10^6$	0.3181
0.800	2.722	0.623	8,533	$6.12 \cdot 10^{-6}$	$7.03 \cdot 10^{10}$	0.4827
1.600	3.590	0.541	15,924	$4.54 \cdot 10^{-6}$	$2.40 \cdot 10^{10}$	0.4543
3.200	4.443	0.461	30,777	$3.95 \cdot 10^{-5}$	$1.26 \cdot 10^{10}$	0.4259

w	: contenuto in acqua [%] = 28.43
Yn	: peso di volume umido [kN/mc] = 18.22
Ys	: peso specifico dei grani [kN/mc] = 26.65
Yd	: peso di volume secco [kN/mc] = 14.19
Ysai	: peso di volume saturo [kN/mc] = 18.77
eo	: indice dei vuoti [ / ] = 0.879
n	: porosità [%] = 46.77
Sr	: saturazione 1, % = 87.93

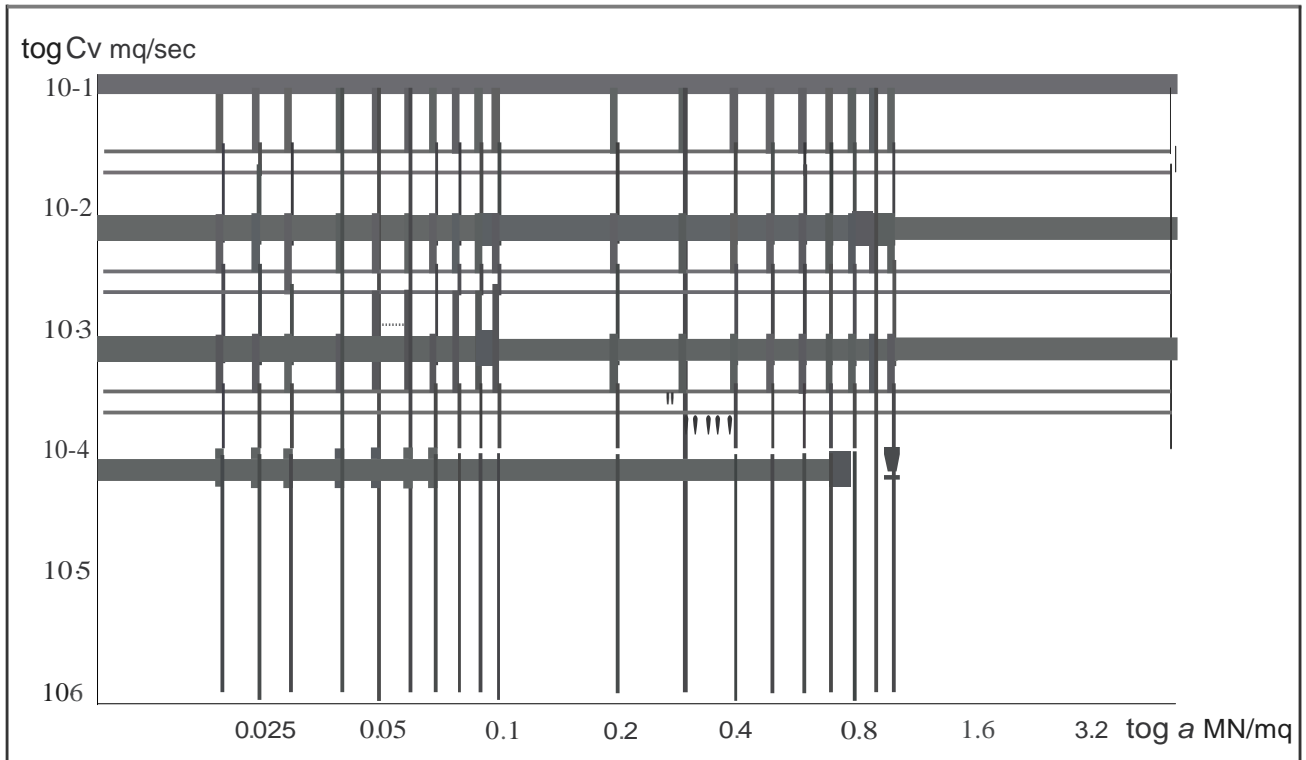
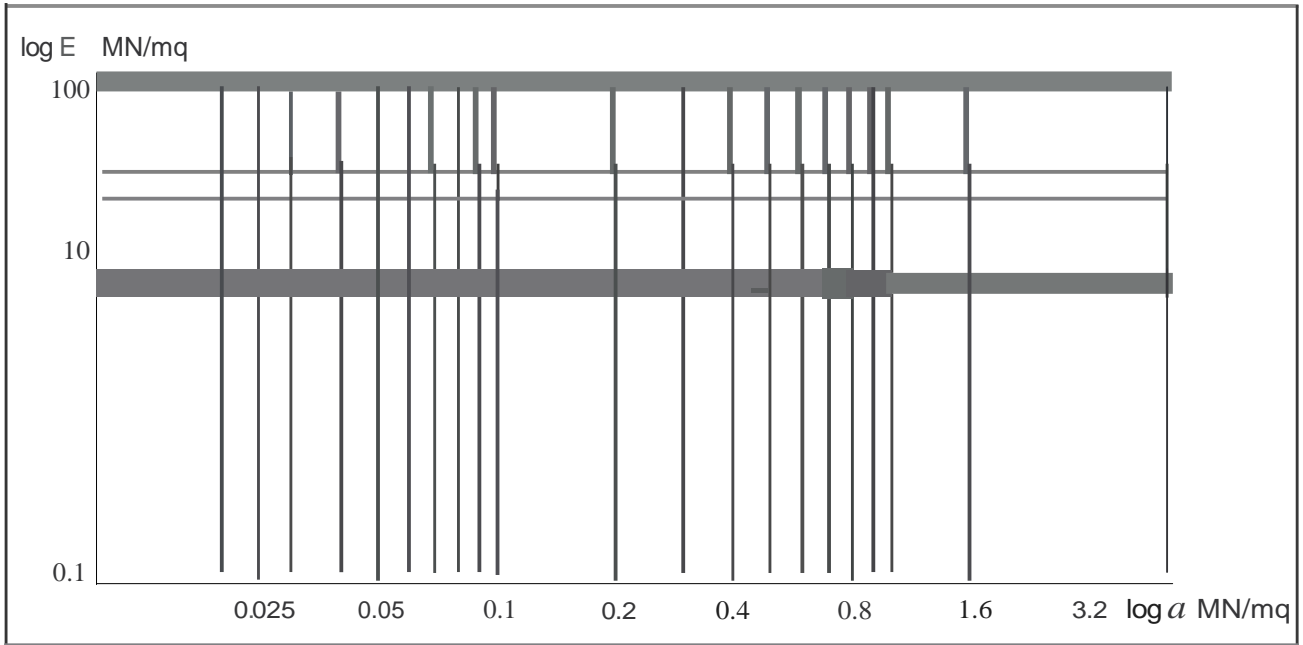
  

a	= carico
h	= cedimento
E	= modulo di compressibilità edometrica
Cv	= coefficiente di consolidazione
K	= coefficiente di permeabilità
Cat	= coefficiente di compressibilità secondaria



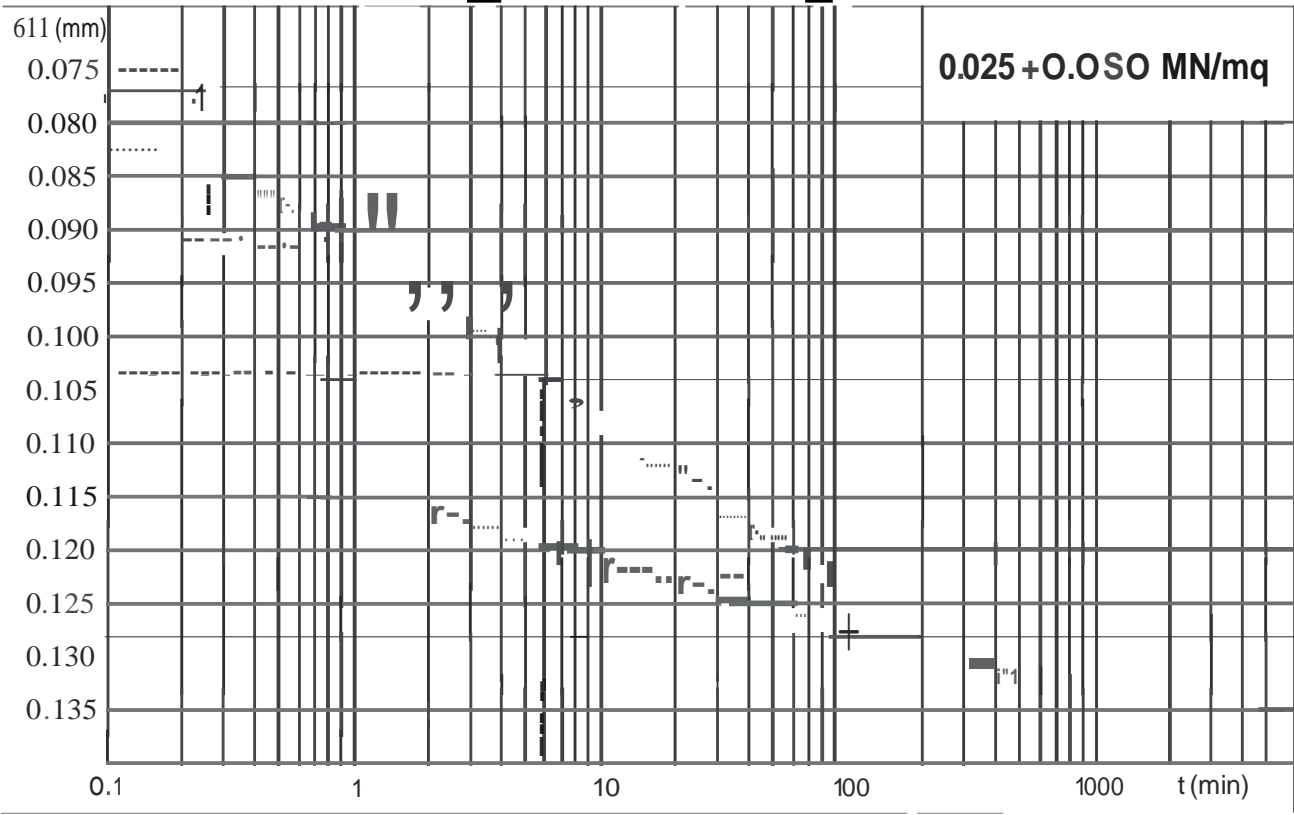
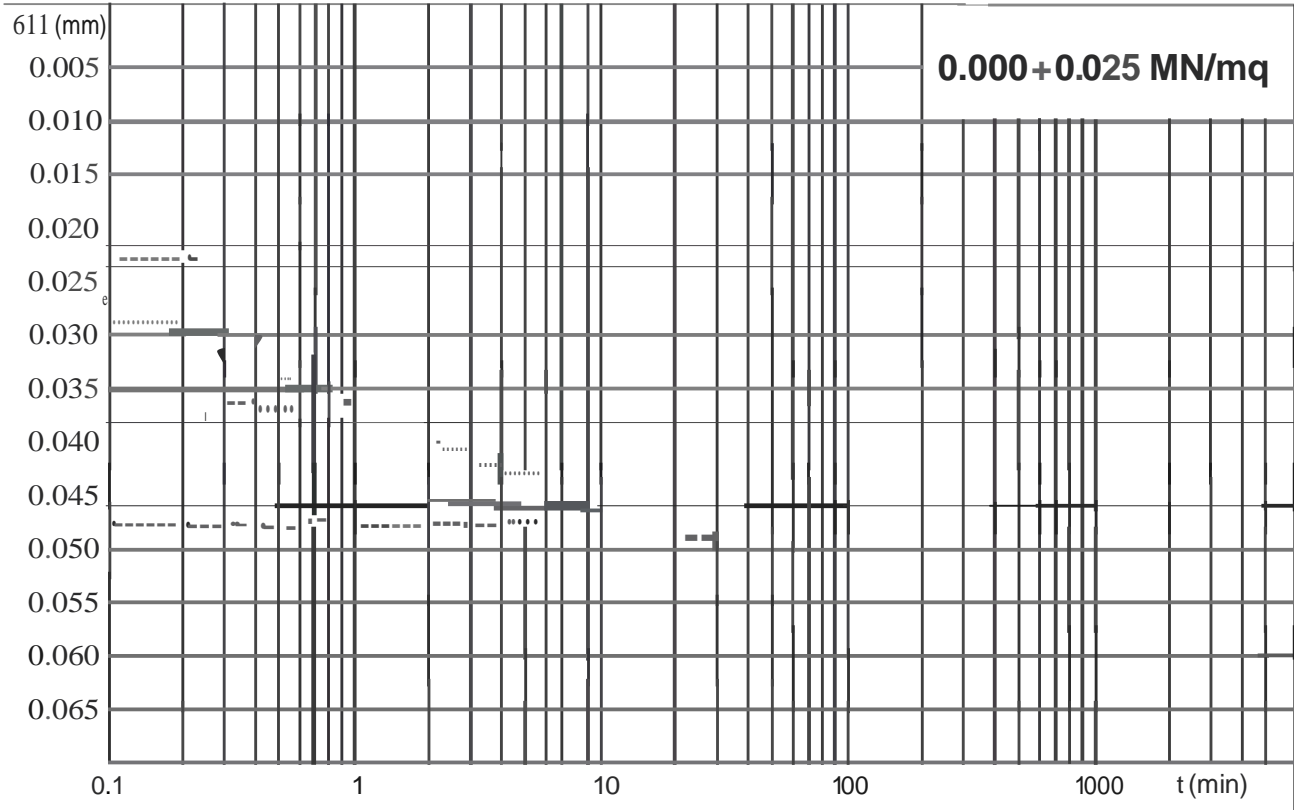
L'Analista e Responsabile di laboratorio  
 r ( Dr. Mario I. catasciato )

Committente : Consorzi di Bonica 9-CATANIA  
 cantiere : Ristrutturazione ed adeguamento funzionale delle condotte della rete irrigua Indx Gornalunga (Lodigiani)  
 Sondaggio : 1      campione : 3      di tipo indisturbato      Profondità di prelievo dal p.c. (m) : 3.50+4.00



L'Analista e Responsabile di laboratorio  
 / (Dr. Mari Incatasciato)

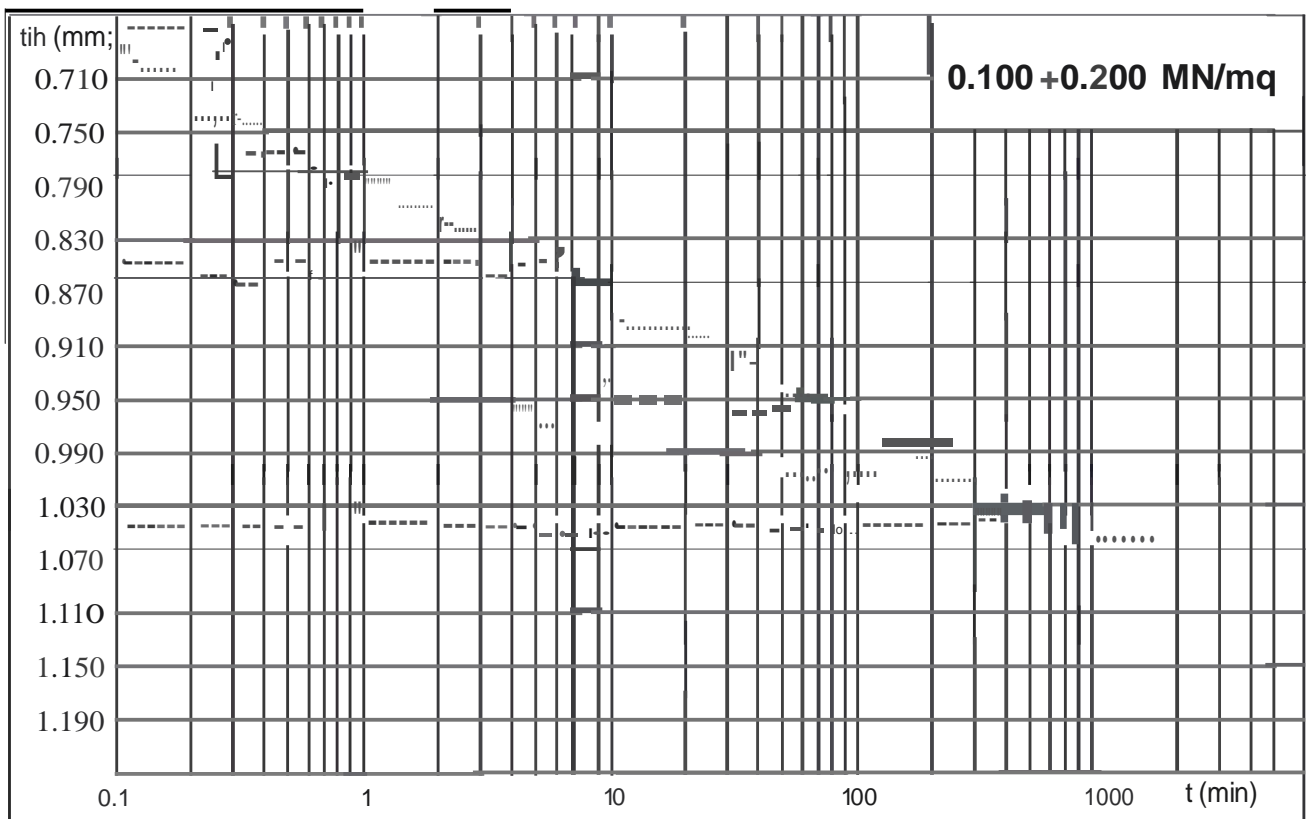
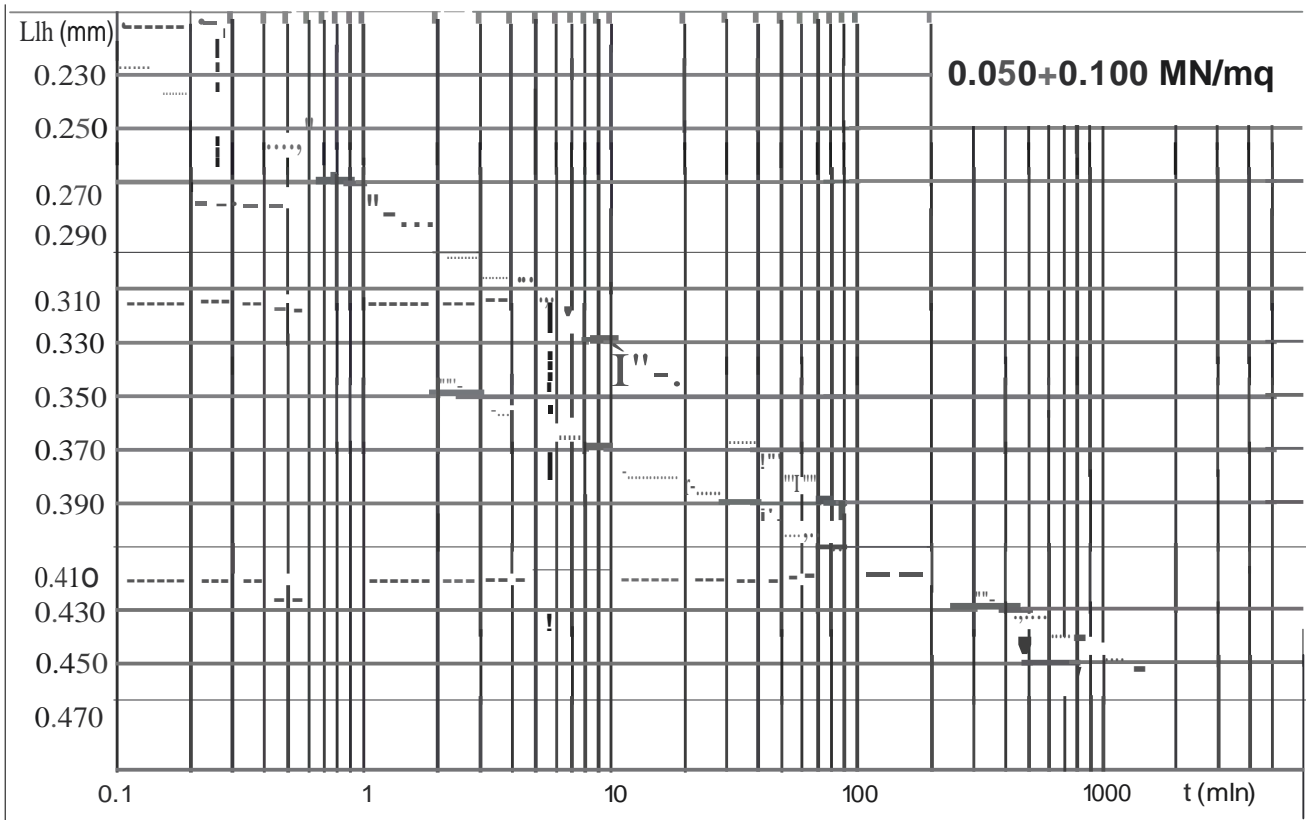
Committente : Consorzio di Bonticca 9 - CATANIA  
Cantiere : Ristrutturazione ed adeguamento funzionale delle condotte della rete irrigua In dx Gornalunga (Lodigiani)  
Sondaggio :1      Campione :3      di tipo indisturbato      Profondità di prelievo dal p.c. (m) : 3.50+4.00



L'AJJalista e Responsabile di laboratorio  
( Dr. Mario focatasciato )



Committente : Consorzio di Bonnlca 9 - CATANIA  
Cantiere : Ristrutturazione ed adeguamento funzionale delle condott e della rete irrigua Indx Gomalunga (Lodigiani)  
Sondaggio : 1      Campione : 3      di tipo indisturbato      Profondità di diprelievo dalp.c. (m) : 3.50 + 4.00



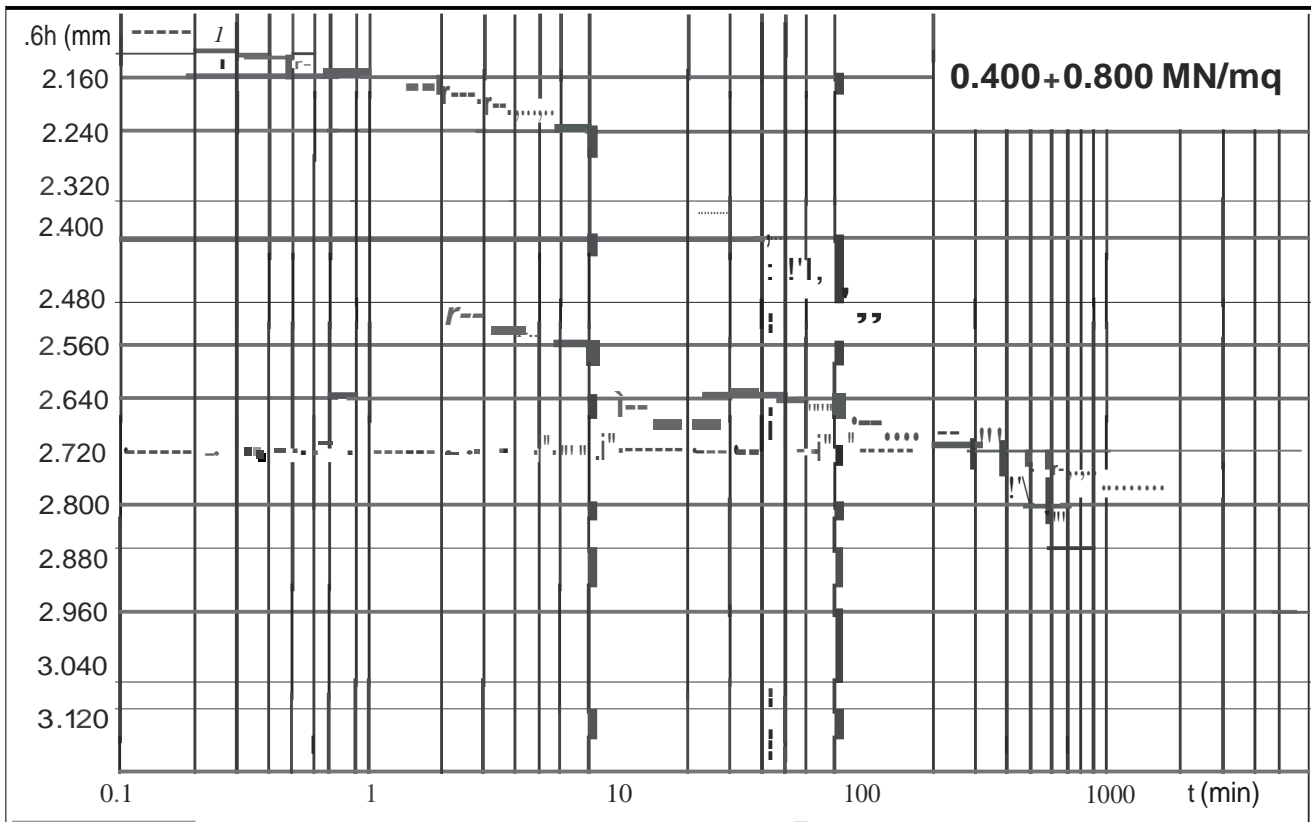
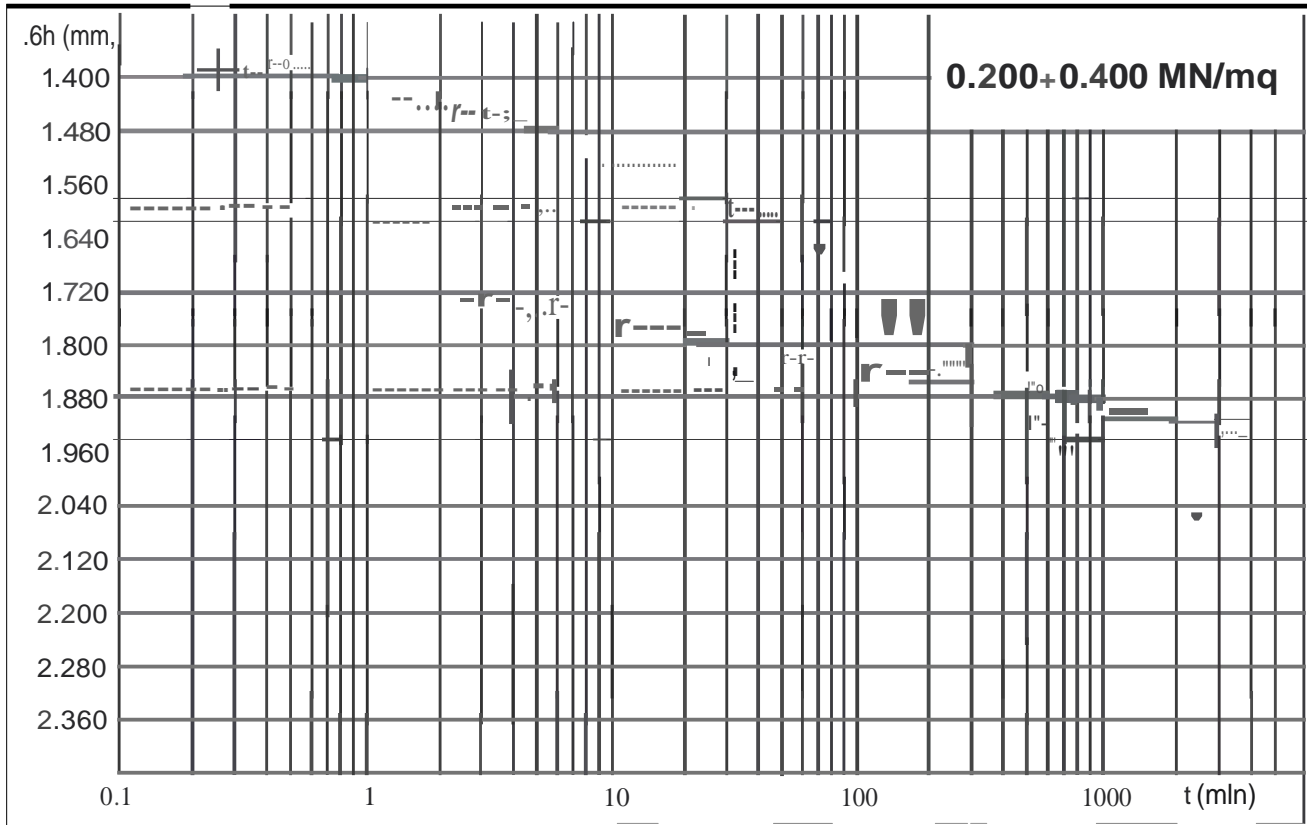
L'Analista e Responsabile di laboratorio  
/ (Dr. Mari Incatasciato)



Committente : Consorzio di Bonifica 9 -CATANIA

Cantiere : Ristrutturazione ed adeguamento funzionale delle condotte della rete irrigua Indx Gornalunga (Lodigiani)

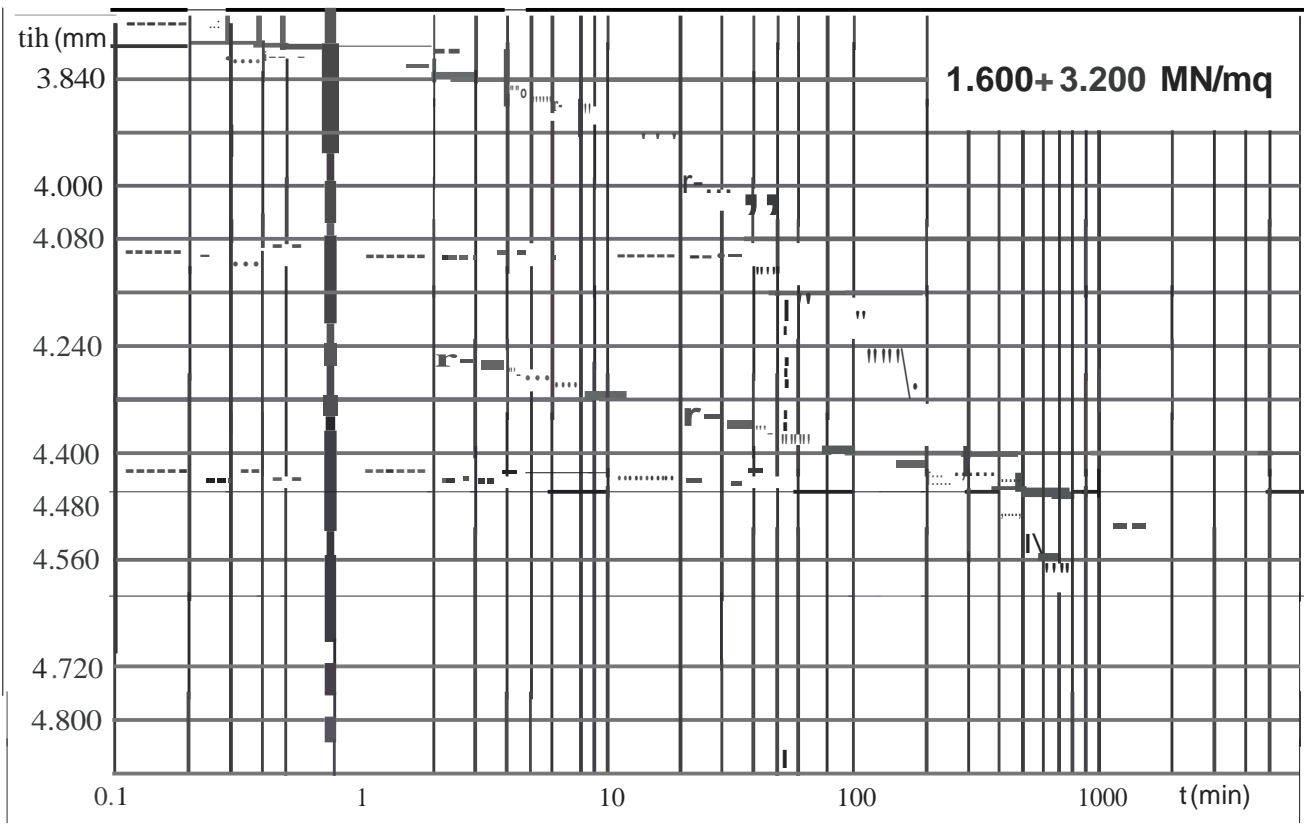
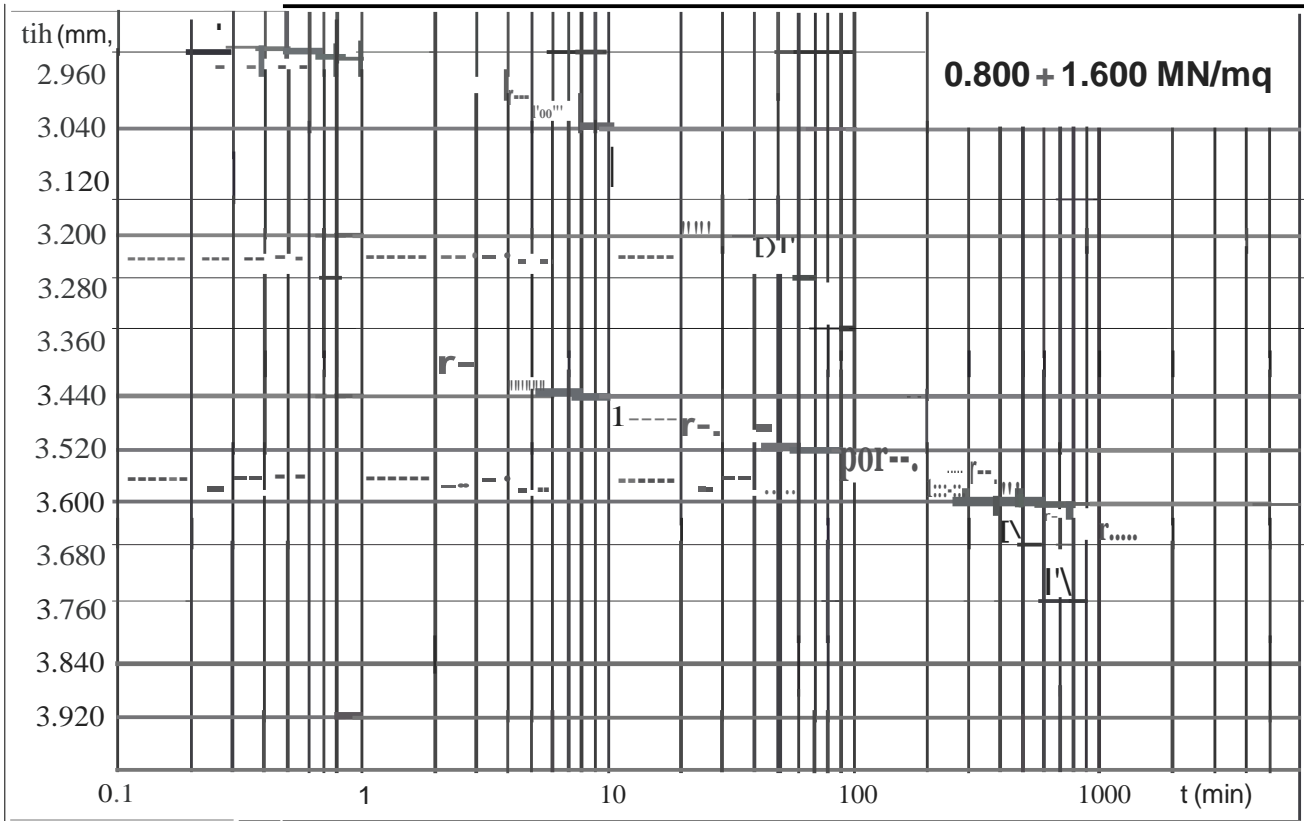
Sondaggio : 1      Campione : 3      di tipo indisturbato      Profondità di prelievo dal p.c. (m) : 3.50+4.00



L'Analista e Responsabile di laboratorio

(n. t. asciato)

Committente : Consorzio di Bonca 9 • CATANIA  
Cantiere : Ristrutturazione ed adeguamento funzionale delle condotte della rete Irrigua in dx Gornalunga (Lodigiani)  
Sondaggio : 1      Call'ione : 3      di tipo indisturbato      Profondità di prelievo dal p.c. (m) : 3.50+4.00



L'Analista e Responsabile di laboratorio  
( Dr. Mario Incatasciato )



## 6.2 - Indagini eseguite in fase esecutiva di studio

In adempienza alla vigente normativa di settore, in fase esecutiva di progettazione si è proceduto all'effettuazione di una adeguata campagna di indagini geognostiche e sismiche eseguite in situ e ad ulteriori prove geotecniche di laboratorio, utili a meglio definire sia l'assetto geologico-stratigrafico dell'area d'intervento che la parametrizzazione geotecnica dei principali litotipi rilevati.

Il programma operativo d'indagine, concepito e diretto in fase esecutiva dallo scrivente, è stato eseguito nel Luglio 2012 dalla ditta affidataria Geocheck s.r.l. (*Determina consortile n. 223 del 29/06/2012*).

La suddetta campagna d'indagine è consistita nella effettuazione di:

- a) n° 6 sondaggi meccanici a carotaggio continuo
- b) n° 3 prove SPT
- c) prove geotecniche di laboratorio su n°4 campioni indisturbati
- d) n° 4 traverse sismiche a rifrazione
- e) n° 2 prove sismiche di tipo Masw

Tale campagna d'indagini, è stata condotta sul cosiddetto "volume significativo" da intendersi come quella parte di sottosuolo che viene direttamente influenzata dalla posa in opera della nuova condotta irrigua di ghisa sferoidale di vario diametro (da DN 1000 a DN 600) e dalla realizzazione delle connesse opere d'arte.

Tale volume è stato perciò definito con riferimento alla natura ed ai requisiti funzionali del progetto, nonché della morfologia locale, della geologia dell'area e delle condizioni idrauliche.

Per la descrizione operativa delle indagini eseguite e per il dettaglio quantitativo e qualitativo dei risultati conseguiti si rimanda all'allegato Rapporto di Prova di cui all'allegato progettuale n° 18.1.



Di seguito, viene schematizzata una tabella riepilogativa con ivi elencato, per ogni singola perforazione di sondaggio: la natura dei campioni di terreno prelevati, la loro codifica, la profondità di prelievo (mt) dal piano campagna, la tipologia di indagine eseguita in foro ed i valori quantitativi di essa.

<i>Riepilogo Indagini</i>							
<i>Sondaggio</i>	<i>Litotipo</i>	<i>Campione</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Litotipo</i>	<i>SPT</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Valori</i>
S1	-	-	-	Limi Argillosi	SPT 1	4,0	4-7-9
S2	Limi Argillosi	C1	3,0-3,5	Marna	SPT 1	6,0	13-28-39
S3	-	-	-	Argille limose	SPT 1	4,0	4-5-6
S4	Argille limose	C1	4,4-4,6	-	-	-	-
S5	Sabbia con argilla e limo	C1	3,0-3,2	-	-	-	-
S6	Calcareniti	C1	2,8-3,0	-	-	-	-

All'interno dei fori di sondaggio ( $S_1 - S_2 - S_3$ ), a varie profondità, sono state eseguite le prove penetrometriche dinamiche S.P.T. per la cui descrizione dell'attrezzatura utilizzata e della prova si rimanda all'allegato Report.

Come è noto, la prova S.P.T. consiste nell'infissione a percussione di uno speciale camponatore che, penetrando nel terreno, consente di valutarne la resistenza meccanica alla penetrazione (come numero N di colpi di un apposito maglio per un dato avanzamento).

Altresi, come documentato nelle successive tabelle riepilogative, si dispone di correlazioni empiriche largamente verificate ed affidabili tra i risultati di tale prova e i principali parametri meccanici del terreno indagato.

Per i livelli stratigrafici indagati, si è ottenuta in tal modo una parametrizzazione geotecnica "indiretta" i cui valori possono compararsi con quelli ottenuti per via "diretta" attraverso l'effettuazione di specifiche prove geotecniche di laboratorio in campioni di pari natura e tipologia.



**SONDAGGIO S<sub>1</sub> – SPT 1**

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA N° 1

<b>TERRENI COESIVI</b>				
<b>Coesione non drenata</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	16	4,45	Terzaghi-Peck	1,08
<b>Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	16	4,45	Robertson (1983)	32,00
<b>Modulo Edometrico</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	16	4,45	Stroud e Butler (1975)	73,41
<b>Classificazione AGI</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	16	4,45	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**SONDAGGIO S<sub>2</sub> – SPT 1**

<b>TERRENI COESIVI</b>				
<b>Coesione non drenata</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	67	6,45	U.S.D.M.S.M.	2,2
<b>Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	67	6,45	Robertson (1983)	134,00
<b>Modulo Edometrico</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	67	6,45	Stroud e Butler (1975)	307,4
<b>Classificazione AGI</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	67	6,45	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE



**SONDAGGIO S<sub>3</sub> – SPT 1**

<b>TERRENI COESIVI</b>				
<b>Coesione non drenata</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato I	11	4,45	Terzaghi-Peck	0,74
<b>Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato I	11	4,45	Robertson (1983)	22,00
<b>Modulo Edometrico</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato I	11	4,45	Stroud e Butler (1975)	50,47
<b>Classificazione AGI</b>				
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato I	11	4,45	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Per definire compiutamente i valori dei principali parametri fisico – meccanici dei litotipi caratterizzanti il piano fondazionale delle varie opere di progetto, in ognuno dei seguenti sondaggi (S<sub>2</sub> – S<sub>4</sub> – S<sub>5</sub> – S<sub>6</sub>) e a varie profondità, è stato prelevato n° 1 campione indisturbato (totale n° 4 campioni) per i quali sono state effettuate le seguenti specifiche prove di laboratorio:

- Prove di classificazione e di determinazione delle caratteristiche fisiche del campione: analisi granulometrica, misura del contenuto d'acqua (W), misura del peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ), misura del peso specifico dei grani ( $\gamma_s$ ), misura dell'indice dei vuoti iniziale ( $e_0$ ), misura del grado di saturazione iniziale ( $S_r$ ).
- Prova di compressione triassiale non consolidata non drenata (UU).
- Prova di taglio diretto.

Nella tabella di seguito vengono riassunti i principali parametri fisico-meccanici dei campioni di terreno sottoposti alle predette prove geotecniche di laboratorio, utili al progettista per supportare i calcoli e le verifiche di propria competenza:



Tabella Prove Geotecniche								Analisi Granulometrica				Prova Taglio		Prova Triassiale
Sond.	Camp.	Quota (mt)	W (%)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_s$	$e_o$	$S_r$ (%)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	$C'$ Kn/m <sup>2</sup>	$\phi$ (°)	$C_u$ Kn/m <sup>2</sup>
S <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	3.00÷3.50	25,68	1,98	2,76	0,72	98,47	-	-	-	-	-	-	90
S <sub>4</sub>	C <sub>1</sub>	4.40÷4.70	32,30	1,81	2,71	0,94	93,19	-	-	-	-	-	-	79
S <sub>5</sub>	C <sub>1</sub>	3.00÷3.30	23,44	1,86	-	-	-	10,20	35,99	26,79	27,03	15,63	33	-
S <sub>6</sub>	C <sub>1</sub>	2.80÷3.10	18,84	1,78	-	-	-	-	-	-	-	0	31	-

Definizione Campioni:

**S<sub>2</sub>/C<sub>1</sub>:** Limo argilloso poco sabbioso con sporadici inclusi carbonatici di colore nocciola a media consistenza (descrizione visiva).

**S<sub>4</sub>/C<sub>1</sub>:** Argilla limosa di colore grigio-bruno a media consistenza (descrizione visiva).

**S<sub>5</sub>/C<sub>1</sub>:** Sabbia con argilla e limo ghiaiosa (descrizione granulometrica AGI).

**S<sub>6</sub>/C<sub>1</sub>:** Sabbia limosa di colore giallastro a medio addensamento (descrizione visiva).

6.3 - Sismica a rifrazione

Ad integrazione della predetta campagna d'indagine, si è approfondito lo studio del sottosuolo lungo il tracciato di progetto, con l'utilizzo della prospezione geofisica della "sismica a rifrazione".

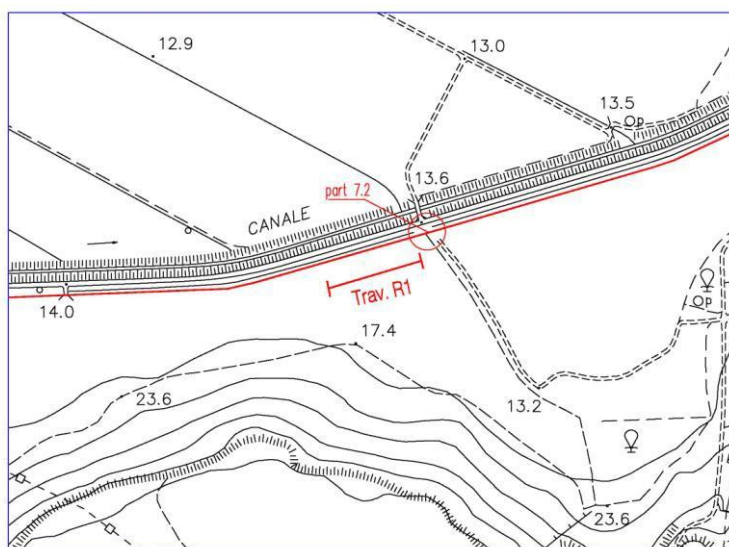
In sintesi, tale tecnica consiste nel generare onde sismiche da opportune sorgenti impulsive che abbinate ad apparecchiature e sensori ad alta risoluzione,



consentono l'analisi delle proprietà elastiche del sottosuolo e l'individuazione degli orizzonti rifrattori (sismostrati) dovuti a discontinuità stratigrafiche o fratture.

Nello specifico sono state eseguite n° 4 traverse (Trav. R<sub>1</sub> – Trav. R<sub>2</sub> – Trav. R<sub>3</sub> – Trav. R<sub>4</sub>) le cui sezioni sismostratigrafiche e le connesse indicazioni quantitative e qualitative, in termini di velocità sismiche longitudinali dei sismostrati e degli spessori si rimanda all'allegato rapporto di prova.

### Ubicazione Traversa R<sub>1</sub>

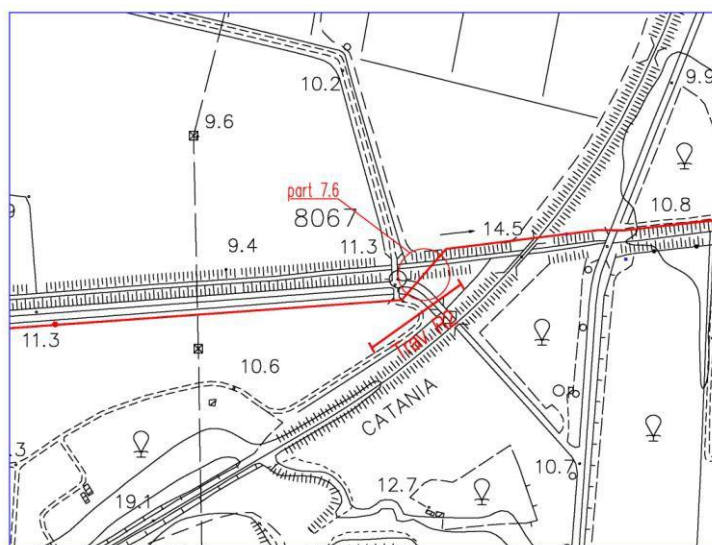


### Tabella Trav. R<sub>1</sub>

	<b>V<sub>P</sub> medio (m/s)</b>	<b>Spessore (m)</b>
<b>1° Strato "aerato"</b>	<b>300</b>	<b>2.13</b>
<b>2° Strato</b>	<b>1.000.17</b>	<b>5.12</b>
<b>3° Strato</b>	<b>1.500</b>	<b>6.1</b>
<b>4° Strato</b>	<b>2.500</b>	<b>19.5</b>

L'analisi dei risultati relativamente alla traversa  $R_2$  ha permesso di differenziare cinque sismostrati rispettivamente "aerato", "2° sismostrato", "3° sismostrato", "4° sismostrato" e "5° sismostrato" la cui variazione è verticale.

### Ubicazione Traversa $R_2$

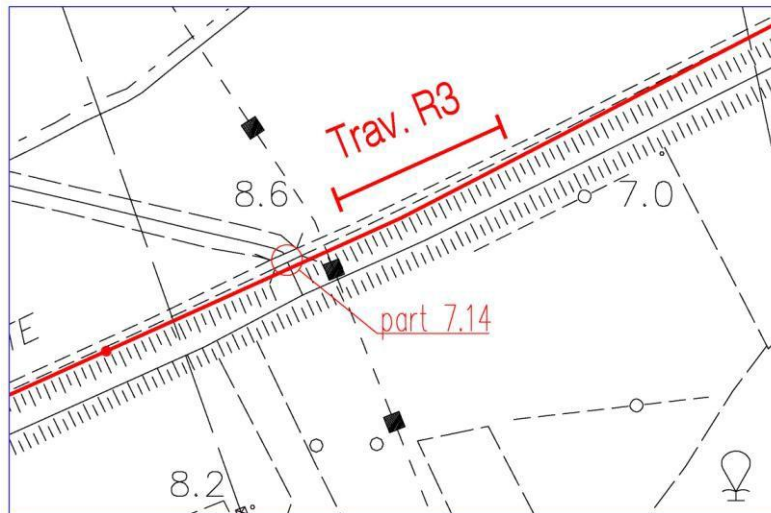


### Traversa $R_2$

	$V_P$ medio (m/s)	Spessore (m)
1° Strato "aerato"	330	3.00
2° Strato	800	3.40
3° Strato	1.750	4.00
4° Strato	1.750	6.00
5° Strato	2.500	16.5

L'analisi dei risultati relativamente alla traversa  $R_3$  ha permesso di differenziare quattro sismostrati rispettivamente "aerato", "2° sismostrato", "3° sismostrato" e "4° sismostrato" la cui variazione è verticale.

### Ubicazione Traversa R<sub>3</sub>



### Traversa R<sub>3</sub>

	$V_{P \text{ medio}} \text{ (m/s)}$	Spessore (m)
1° Strato "aerato"	350	2.00
2° Strato	1.000	4.00
3° Strato	1.600	18.00
4° Strato	2.300	25.50

L'analisi dei risultati relativamente alla traversa **R<sub>4</sub>** ha permesso di differenziare tre sismostrati rispettivamente "aerato", "2° sismostrato" e "3° sismostrato" la cui variazione è verticale.

### Ubicazione Traversa R<sub>4</sub>



#### Traversa R<sub>4</sub>

	$V_{P \text{ medio}} \text{ (m/s)}$	Spessore (m)
1° Strato "aerato"	380	2.60
2° Strato	1.000	8.00
3° Strato	2.000	18.00

#### 6.4 - Indagini geofisiche: MASW

La caratterizzazione del terreno dal punto di vista sismico richiede come elemento indispensabile la conoscenza del profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  degli strati di terreno presenti lungo il tracciato di progetto, fino alla profondità di 30 m dal piano di campagna.

Tale profilo delle onde di taglio  $V_s$  nei primi 30 m di profondità risulta indispensabile per la valutazione dell'azione sismica di progetto.

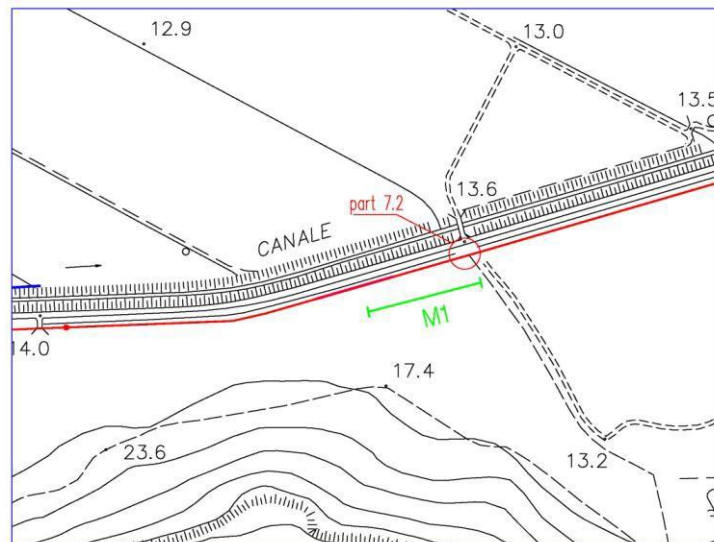
Nello specifico sono state eseguite n° 2 prove di tipo MASW ( $M_1$  e  $M_2$ ) ove per le connesse indicazioni quantitative e qualitative, si rimanda all'allegato rapporto di prova.

In sintesi, nella prova  $M_1$  la curva di dispersione combinata ha consentito di investigare il sottosuolo fino alla profondità di circa 32.1 metri.

Il profilo di velocità prevede la presenza di uno strato superficiale potente 4.1 m con  $V_s$  media pari a 180.49 m/s, soprastare una sequenza di sismostrati la cui velocità aumenta gradualmente con la profondità.

Un substrato relativamente è intercettato ad una profondità di 17.1 m ed ha una  $V_s$  pari a 676 m/s.

### Ubicazione MASW 1



### MASW 1

Sismostrato	Profondità (m)	Vs (m/s)	Spessore 30 (m)	h/Vs (sec)	Vs30 (m/s)
1	0.00	180.49	4.10	0.022716191	342.46
2	4.10	237.56	8.00	0.033675445	-
3	12.10	411.84	5.00	0.012140747	-
4	17.10	676.51	12.90	0.019068487	-
5	32.10	789.87	-	-	-

Il valore del VS 30, calcolato a partire dal p.c., risulta pari a **342.46 m/s** che corrisponde ad una categoria di sottosuolo prevista dalla norma pari a **C** (Tab. 3.2.II NTC) con categoria topografica **T1** (Tab. 3.2. IV NTC).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</b> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

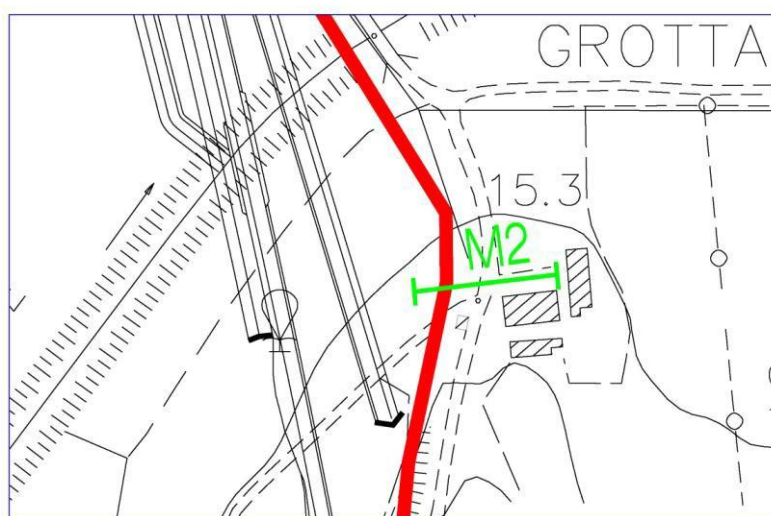
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
<b>T1</b>	<b>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></b>
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Nella prova **M<sub>2</sub>** la curva di dispersione combinata ha consentito di investigare il sottosuolo fino alla profondità di circa 25.1 metri.

Il profilo di velocità prevede la presenza di uno strato superficiale potente 8.0 m con Vs media pari a 485.32 m/s.

Il bedrock sismico è intercettato a 15 metri di profondità (Vs 887.66 m/s).

### Ubicazione MASW 2



### MASW 2

Sismostrato	Profondità (m)	Vs (m/s)	Spessore 30 (m)	h/Vs (sec)	Vs30 (m/s)
1	0.00	480.66	3.00	0.006241411	672.02
2	3.00	489.98	5.00	0.010204553	-
3	8.00	619.61	7.00	0.011297349	-
4	15.00	887.66	15.00	0.016898447	-

Il valore del VS 30, calcolato a partire dal p.c., risulta pari a **672.02 m/s** che corrisponde ad una categoria di sottosuolo prevista dalla norma pari a **B** (Tab. 3.2.II NTC) con categoria topografica **T1** (Tab. 3.2. IV NTC).

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<b>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</b> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	<b>Pendii con inclinazione media <math>i &gt; 15^\circ</math></b>
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$



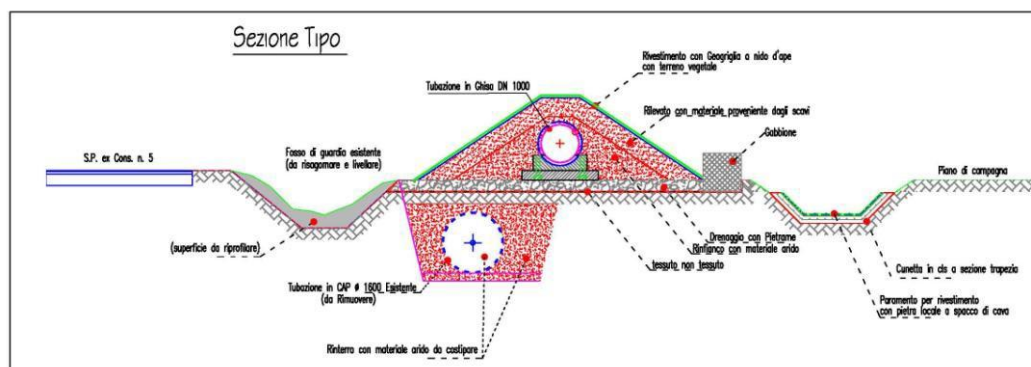
## 7.0 Interventi di Geologia Applicata lungo il tracciato di progetto

Le esperienze acquisite sulla natura e sul comportamento dei terreni della Piana di Catania in relazione ai lavori di posa di condotte irrigue e delle relative opere d'arte hanno indicato, attraverso le difficoltà e gli inconvenienti esecutivi prima e di esercizio poi, quali sono i problemi e gli aspetti da considerare nella scelta dei materiali delle tubazioni al fine di garantire la funzionalità ed efficienza dell'opera. Pertanto di seguito, vengono rappresentate le soluzioni tecniche alle problematiche di natura geologica riscontrate lungo il tracciato di progetto.

- **Sezione di posa della condotta in rilevato:**

Nel tratto compreso tra il sito di inizio intervento progettuale fino a dove il tracciato attraversa la S.P. ex consortile n° 5, si rileva la presenza in dx idraulica di un alto strutturale di natura calcarenitica e vulcanica sede di manifestazioni sorgentizie di portata apprezzabile.

Esse, congiuntamente agli apporti meteorici stagionali, alimentano il deflusso superficiale delle acque verso valle con conseguente infiltrazione all'interno del cavo di posa dell'attuale condotta interrata in CAP (DN 1600 e DN 800).



Pertanto, all'interno dei tale cavo si determina un ambiente aggressivo che, associato alle scadenti proprietà fisico-meccaniche dei terreni limo-argillosi di



fondazione e al notevole peso delle stesse tubazioni, provocano cedimenti in corrispondenza dei giunti e, dunque, onerosi interventi manutentivi da parte dell'Ente consortile per far fronte alle continue perdite idriche registrate in questi ultimi anni.

Pertanto, in tale fase di studio, si rende utile individuare ulteriori scelte tecniche, volte ad eludere l'elevata plasticità e compressibilità degli attuali terreni di fondazione.

Ciò si realizza attraverso:

- a) L'utilizzo di tubazioni in ghisa sferoidale di diametro minore rispetto alle attuali in CAP (DN 1600) posate in opera.
- b) La posa della nuova tubazione in ghisa sferoidale a quota piano campagna e ricoperta da rilevato a sezione trapezia.

Tali scelte tecniche si rendono necessarie in quanto la capacità portante dell'attuale piano di fondazione è notevolmente diminuita nel tempo a causa dall'elevato grado di saturazione del letto di posa, il quale, diventando fortemente cedevole ha determinato un appoggio, alla condotta in CAP, non più uniforme.

Pertanto, nel tratto progettuale in argomento, si prevede la posa della nuova tubazione in ghisa DN 1000 non più interrata, ma alla stessa quota piano campagna da bonificare e sistemare con apposito drenaggio di pietrame di idonea pezzatura e spessore 30 cm.

Di seguito si procede alla copertura della medesima tubazione con rilevato a sezione trapezia costituito da un primario strato di materiale arido, un successivo di terra vegetale e rivestimento finale con geosintetico che conferirà, alla siffatta struttura, migliori caratteristiche elasto-plastiche.

• **Drenaggio acque di ruscellamento superficiale:**



**c) Realizzazione di opere volte a raccogliere e regolare correttamente il deflusso superficiale della massa idrica eccedente.**

Nel tratto progettuale in argomento, in dx idraulica alla predetta sezione in rilevato, si prevede la realizzazione di apposito fossato di raccolta e convogliamento delle acque di ruscellamento superficiale.

Tale opera di drenaggio consiste nella realizzazione di una cunetta a sezione trapezia, realizzata in calcestruzzo con rete elettrosaldata e rivestimento con pietra locale a spacco di cava.

Attraverso tale opera, le acque di ruscellamento superficiale verranno opportunamente convogliate verso un pozzetto di raccolta acque e, dunque, verso il contiguo canale di scolo Benante.

**• Attraversamenti rete idrografica:**

Lungo il tracciato di progetto, la condotta in studio attraversa in tre specifici punti il contiguo canale principale di scolo Benante e in ulteriori sei punti altri fossi di scolo minori della rete idrografica.

Tali attraversamenti vengono realizzati con pezzi speciali in acciaio di pari diametro della condotta principale e connesse opere di ingegneria naturalistica.

In particolare, negli attraversamenti dei corsi d'acqua maggiori (Benante e Carmito), a protezione della condotta d'attraversamento, si prevede la realizzazione di briglia in gabbioni (2.00x1.00x1.00) posta immediatamente a valle della tubazione e rivestimento, con materasso reno, della sezione idraulica nella zona interessata dagli scavi.

**• Attraversamento con spingitubo ferrovia CT-SR e S.P. ex consortile n°4:**

Gli attraversamenti della linea ferroviaria CT-SR e della successiva S.P. ex strada consortile n° 4, entrambi incidenti trasversalmente sul tracciato della condotta



principale in ghisa DN 1000, saranno realizzati con la tecnica dello spingitubo attraverso l'infissione, sotto la sede ferroviaria e sotto quella stradale, di elementi autoportanti in calcestruzzo vibro compresso di lunghezza di m 3.30 cadauno e diametro DN 1600.

All'interno del tubo camicia in CAV così realizzato, verrà allocata la condotta progettuale in ghisa sferoidale DN 1000.

Le caratteristiche litologiche dei siti ove dovranno realizzarsi i due pozzetti spingitubo a monte degli attraversamenti, la possibile presenza di acqua di falda e soprattutto la profondità di scavo da raggiungere (> 6.00 ml) suggeriscono, a garanzia del mantenimento degli standard di sicurezza, la necessità di sostenere adeguatamente le pareti di scavo durante tutto il periodo occorrente alle lavorazioni di infissione del tubo camicia in cav.

Pertanto, in fase esecutiva si consiglia la protezione delle pareti degli scavi dei pozzetti spingitubo attraverso la preventiva infissione di palancole di tipo Larssen di acciaio laminato, da collocare in numero adeguato ai perimetri di scavo.

Attraverso la realizzazione di tali opere provvisoriale si otterrà:

- il mantenimento della stabilità dei fronti di scavo, anche in presenza di acqua, per tutto l'arco temporale occorrente all'esecuzione dei lavori di spingitubo.
- il miglioramento della capacità delle stesse pareti di scavo a sopportare le sollecitazioni dinamiche derivanti dalle operazioni di spinta del tubo camicia.
- la ripartizione omogenea dei carichi lungo tutto il fronte della parete reagente alla spinta.
- l'ottimizzazione dei necessari standard di sicurezza per il personale di cantiere adibito alle operazioni di spingitubo del tubo camicia in cav.

• **Scavo posa condotta a sezione obbligata:**

Nel restante tratto progettuale, interessato dalla posa della condotta in ghisa sferoidale da DN 1000 a DN 600, particolare attenzione, in fase esecutiva, deve



essere rivolta alla corretta inclinazione delle pareti dello scavo in trincea in relazione alla natura del terreno e tale da impedire franamenti.

Stante la natura limo-argillosa dei terreni mediamente consistenti ivi presenti l'inclinazione delle pareti deve essere conforme ai parametri geotecnici in precedenza elencati.

Altresi, le tubazioni in ghisa, ad eccezione dei tratti in presenza di acqua, deve essere adagiata su apposito letto di posa da predisporre sul fondo del cavo opportunamente spianato e livellato.

Tale letto di posa, così come il rinfiacco ed il ricoprimento di almeno 1 metro, dovrà essere costituito da materiale arido tipo sabbia o pietrisco minuto in presenza di acqua, proveniente da cava, con elementi di pezzatura non superiori a 30 mm.



## 8.0 Conclusioni

Si riassumono di seguito i punti salienti caratterizzanti l'esecutività, dal punto di vista geologico, dell'intervento di ripristino ed adeguamento funzionale della condotta principale ubicata tra c.da "Sigona" nel comune di Lentini e c.da "Grotta S. Giorgio" nel comune di Catania:

- dalle indagini in situ e dal rilievo di campagna è emerso che il tracciato d'interesse progettuale ricade prevalentemente sui depositi di natura alluvionale (Olocene) e, solo per un limitato tratto, sulle calcareniti e sabbie pleistoceniche. Così come si evince dalle risultanze dei sondaggi geognostici effettuati, il piano di posa delle tubazioni e delle opere d'arte ad esse connesse (pozzetti, sfiati etc.) risulta essere caratterizzato dalla presenza di "limi argillosi coesivi di colore bruno grigiastro a media consistenza".

Nel tratto, ove la tubazione risale verso la vasca di rilancio consortile di Grotta S. Giorgio, il piano di posa della condotta risulta essere caratterizzato dalle "calcareniti sabbiose di colore bianco giallastro pleistoceniche".

- dal punto di vista geomorfologico, l'area ove ricade il tracciato della condotta di progetto, risulta essere prevalentemente pianeggiante con quota media che si aggiora intorno ai 10 mt s.l.m. e, dunque, non interessata da dissesti in atto e/o potenziali da interferire negativamente con l'intervento in questione.

Tale connotazione geomorfologica è stata ulteriormente confermata dalla disamina delle cartografie di settore del P.A.I. di riferimento ove ricade l'area in questione ove in tal senso, non si sono rilevate prescrizioni di alcun tipo e grado.

- dal punto di vista idraulico, occorre rilevare che dalla disamina delle relative carte di pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione del citato P.A.I., il tracciato di sviluppo della condotta ricade, seppur marginalmente, in area P3 (grado di "pericolosità alta") e P2 (grado di "pericolosità moderata").



In stretta relazione all'intervento in oggetto, si è comunque del parere, che la contigua presenza del canale di scolo Benante, assolvendo alla fondamentale funzione di raccolta e drenaggio di eventuali eccedenze idriche, mitighi ancor più i predetti gradi di pericolosità e rischio codificati nel P.A.I.

Pertanto il suo buon stato manutentivo si ritiene imprescindibile per l'assolvimento alla predetta funzione.

- dal punto di vista geotecnico si può affermare che il piano di posa della tubazione in ghisa sferoidale e delle relative opere d'arte risulti, prevalentemente, costituito da depositi limoso - argillosi di origine alluvionale assimilabili, dal punto di vista geomeccanico, a materiali di tipo "pseudocoerenti" a medio valore dell'angolo di attrito.

Per tali terreni è stato fornito un modello geotecnico a cui si rimanda nel relativo paragrafo della presente e nell'allegato Report di prova per le opportune verifiche e valutazioni.

- così come risulta dalle specifiche prove geofisiche eseguite in situ, nel tracciato progettuale sono state evidenziate due distinte Categoria di Suolo:

- **Tipo C:** "Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti" con valori di  $VS_{30}$  pari a 342,46 m/s (Masw - M1).

- **Tipo B:** "Rocce tenere e depositi a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti" con valori di  $VS_{30}$  pari a 672,02 m/s (Masw - M2).

- dal punto di vista sismico il territorio ricadente nell'area progettuale, secondo il D.M. 14-09-2005 e il D.M. 14/01/2008, è stato classificato come Zona Sismica 2 ( $0.100 \leq ag \leq 0.125$ ).

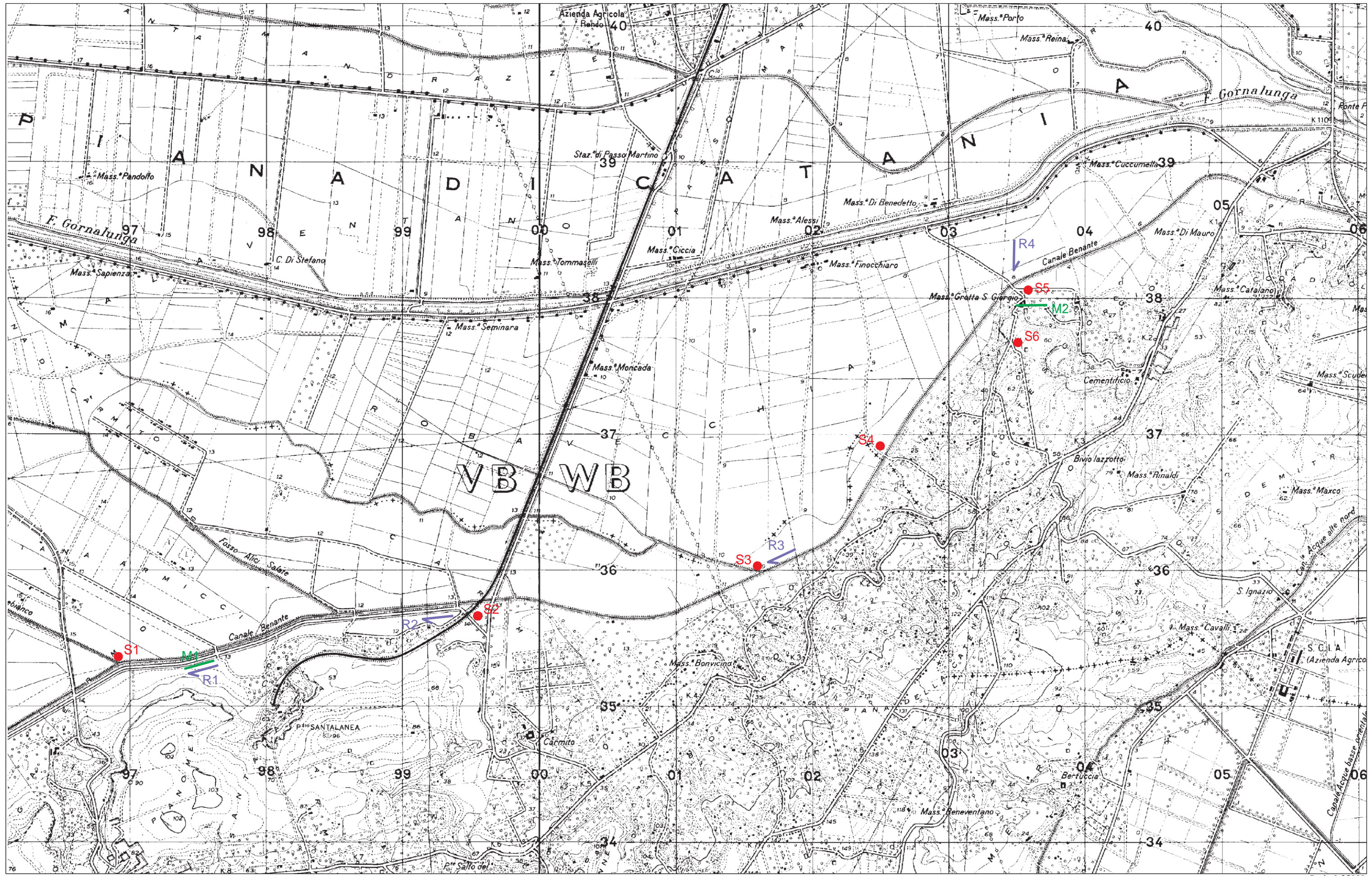


Altresi, nel paragr. 7.0 della presente relazione, sono state rappresentate le soluzioni tecniche alle problematiche di natura geologica riscontrate lungo il tracciato di progetto

Infine è da considerarsi parte integrante del presente studio geologico il “Report Indagini Geognostiche” (*Allegato Prog.le 18.1*), che riassume le modalità operative e le risultanze delle varie tipologie di indagini eseguite in situ e delle prove geotecniche di laboratorio, al quale si rimanda per i conseguenti approfondimenti.

**IL GEOLOGO**  
**(Dott. Andrea Lo Turco)**





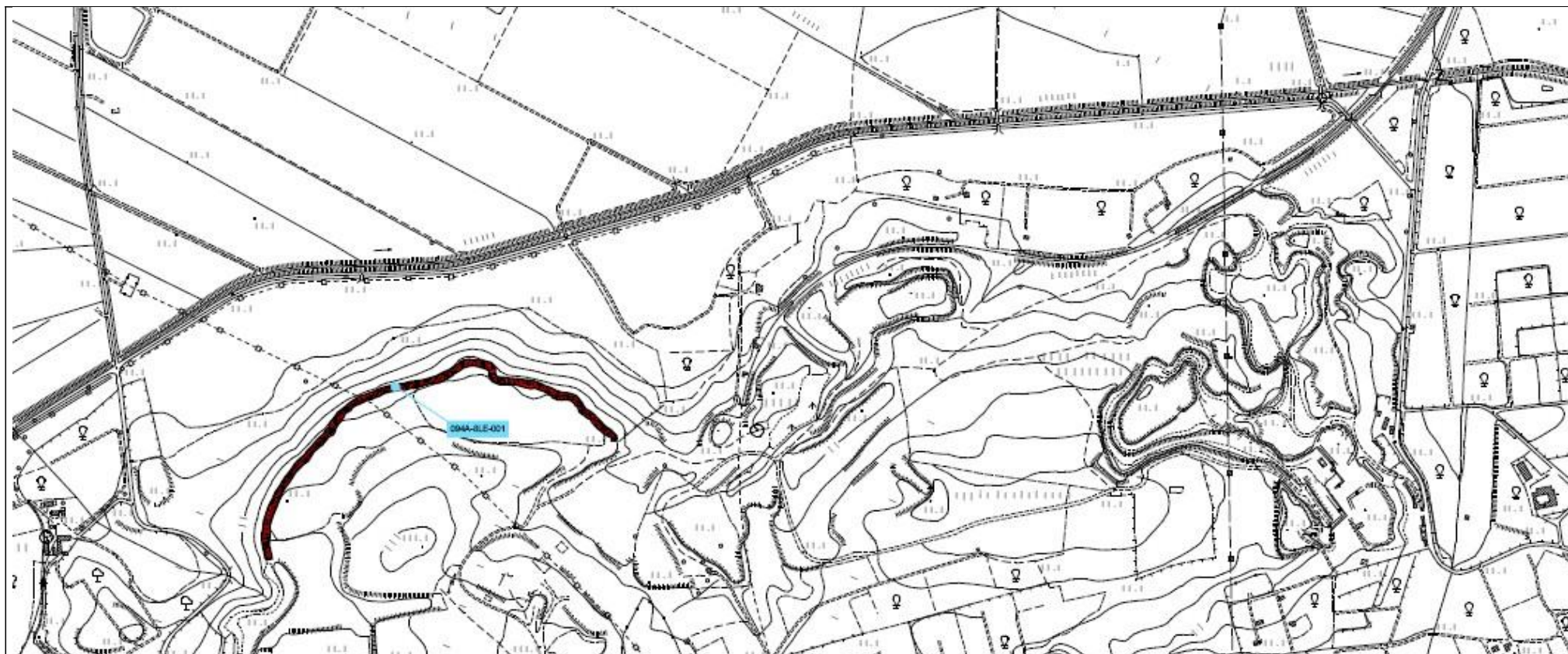
● S5 Sondaggio meccanico

← R4 Sismica a rifrazione

— M2 Masw

TAVOLA 1

## TAVOLA 2 – P.A.I. STRALCIO CARTA DEI DISSESTI n° 112



### LEGENDA

#### TIPOLOGIA

 Crollo e/o ribaltamento

#### STATO DI ATTIVITA'


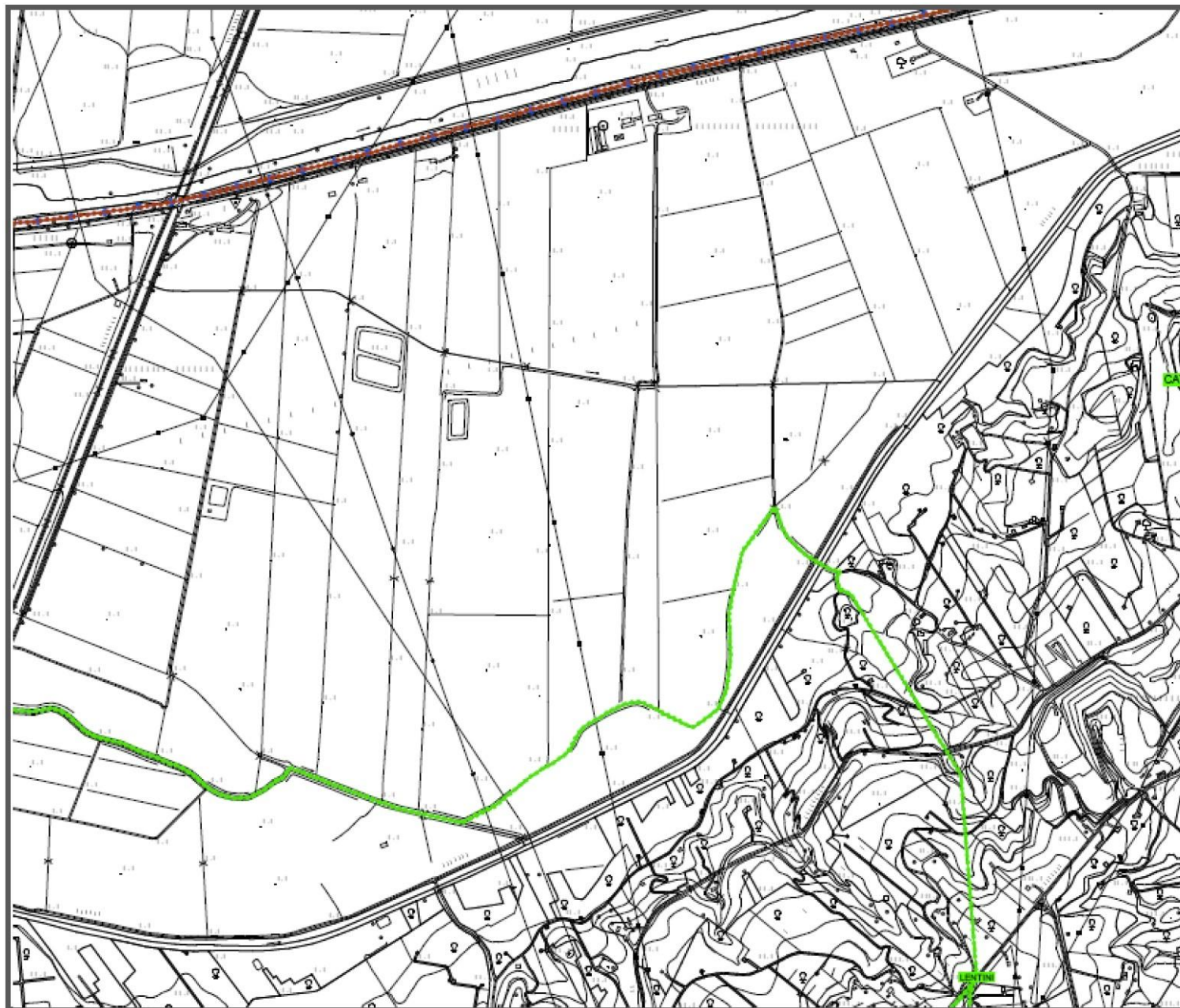
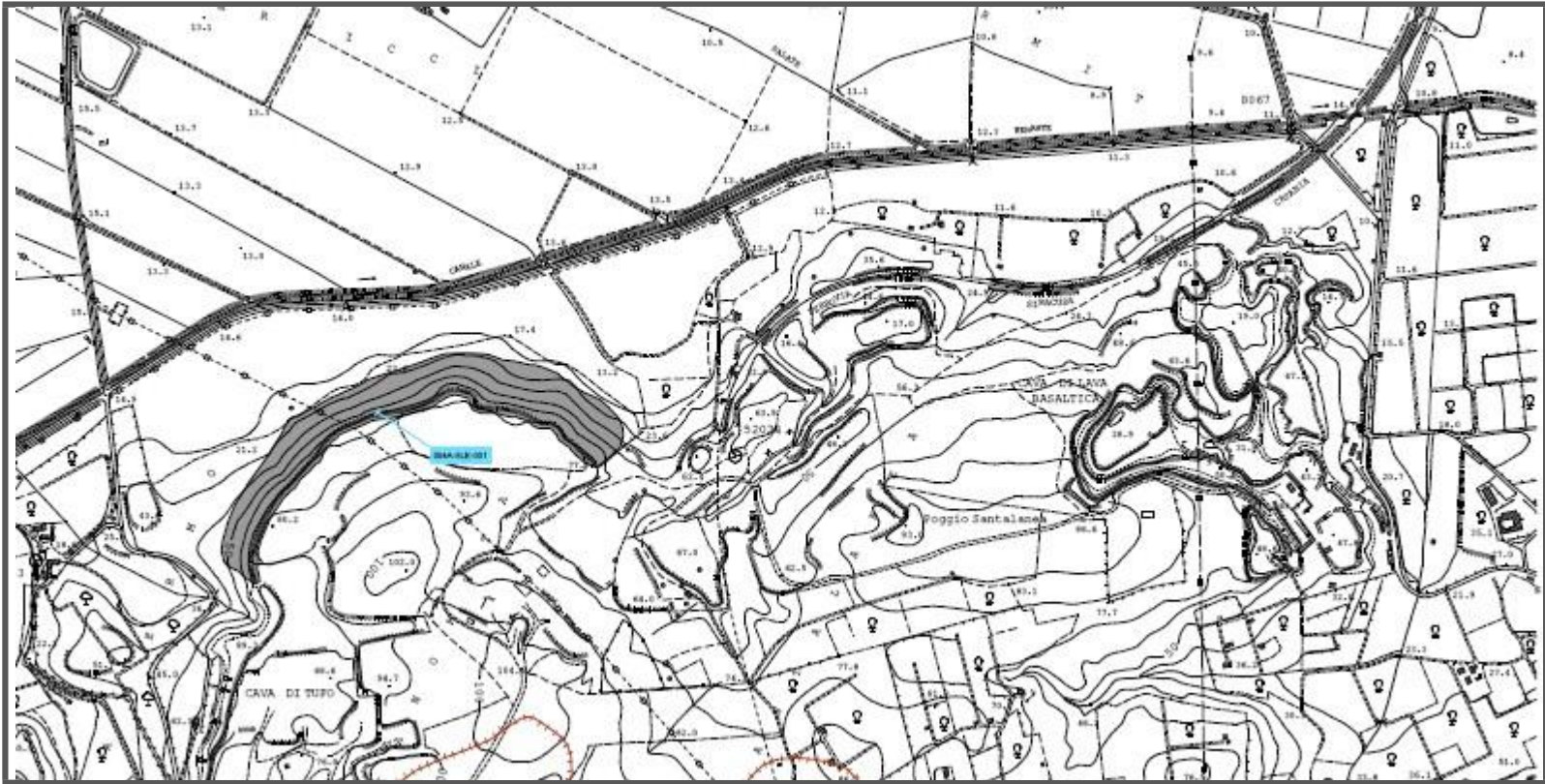
 Attivo

TAVOLA 2 – P.A.I. STRALCIO CARTA DEI DISSESTI n° 113



**TAVOLA 3 – P.A.I. STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA'  
E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO n° 112**

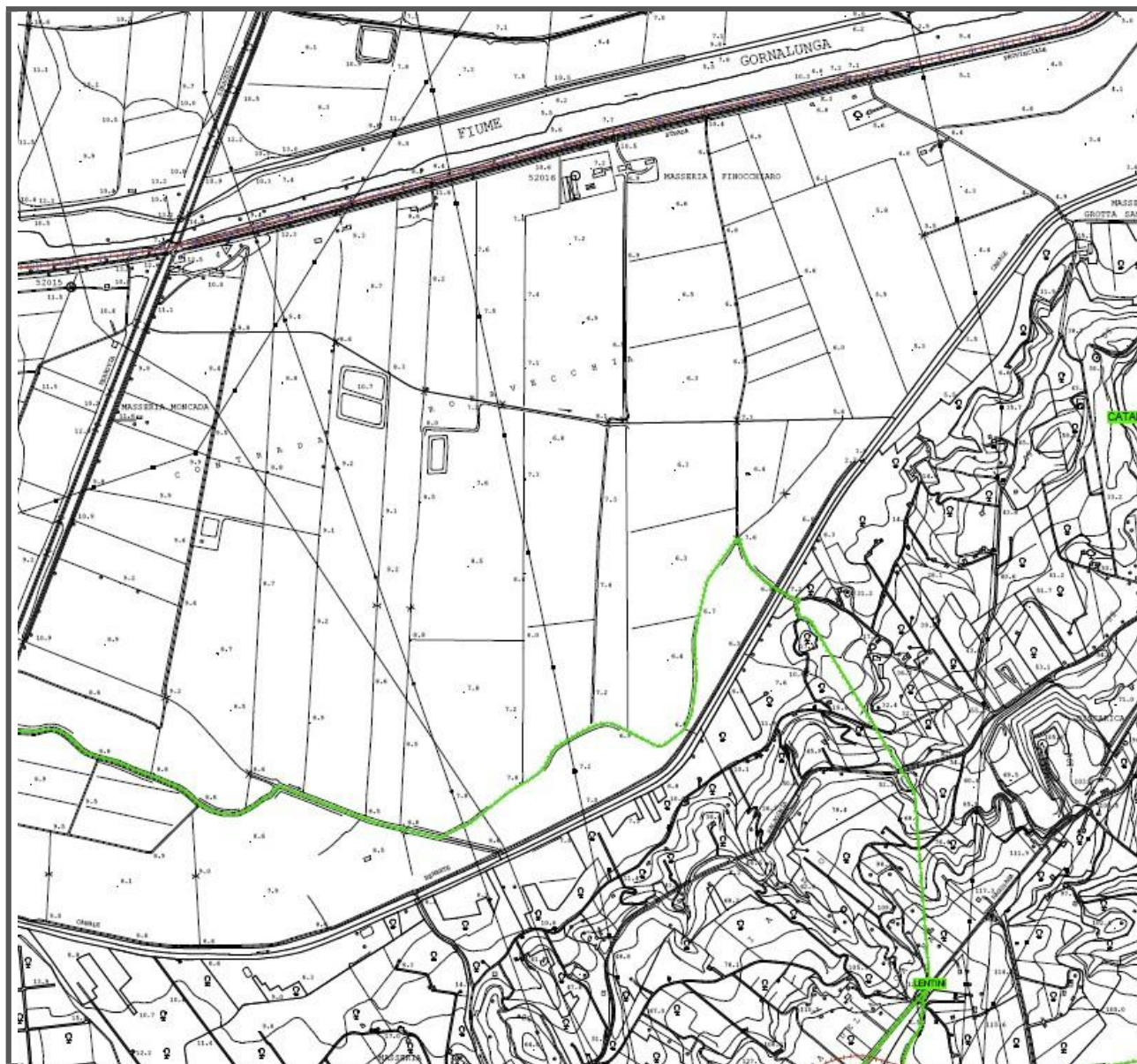


**LEGENDA**

**LIVELLI DI PERICOLOSITA'**

	P3 elevato
---	------------

**TAVOLA 3 – P.A.I. STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA'  
E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO n° 113**



**TAVOLA 4 – P.A.I. STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA'  
IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE n° 112**



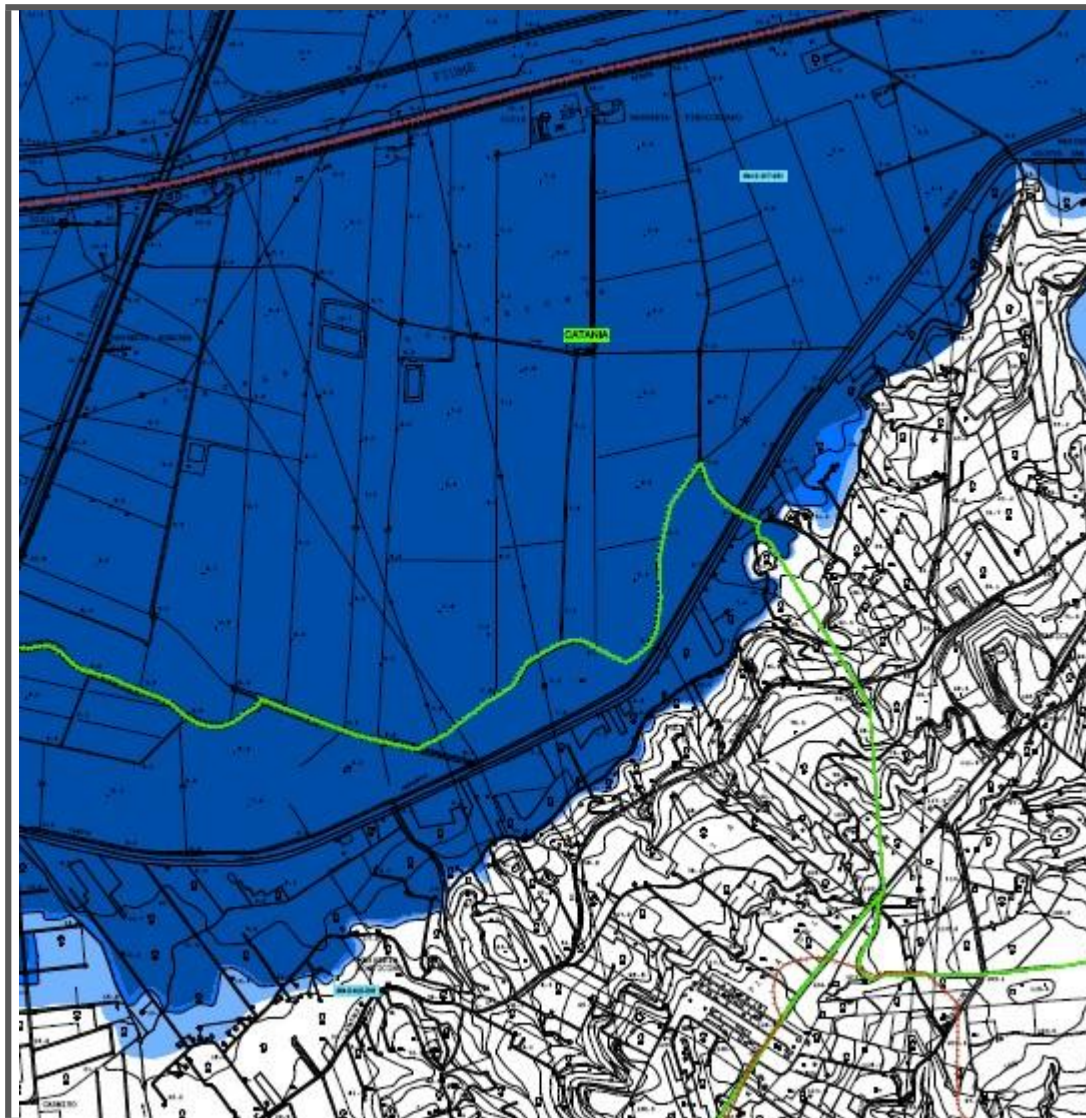
**LEGENDA**

VALORI DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA



P3 Pericolosità alta

**TAVOLA 4 – P.A.I. STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE n° 113**



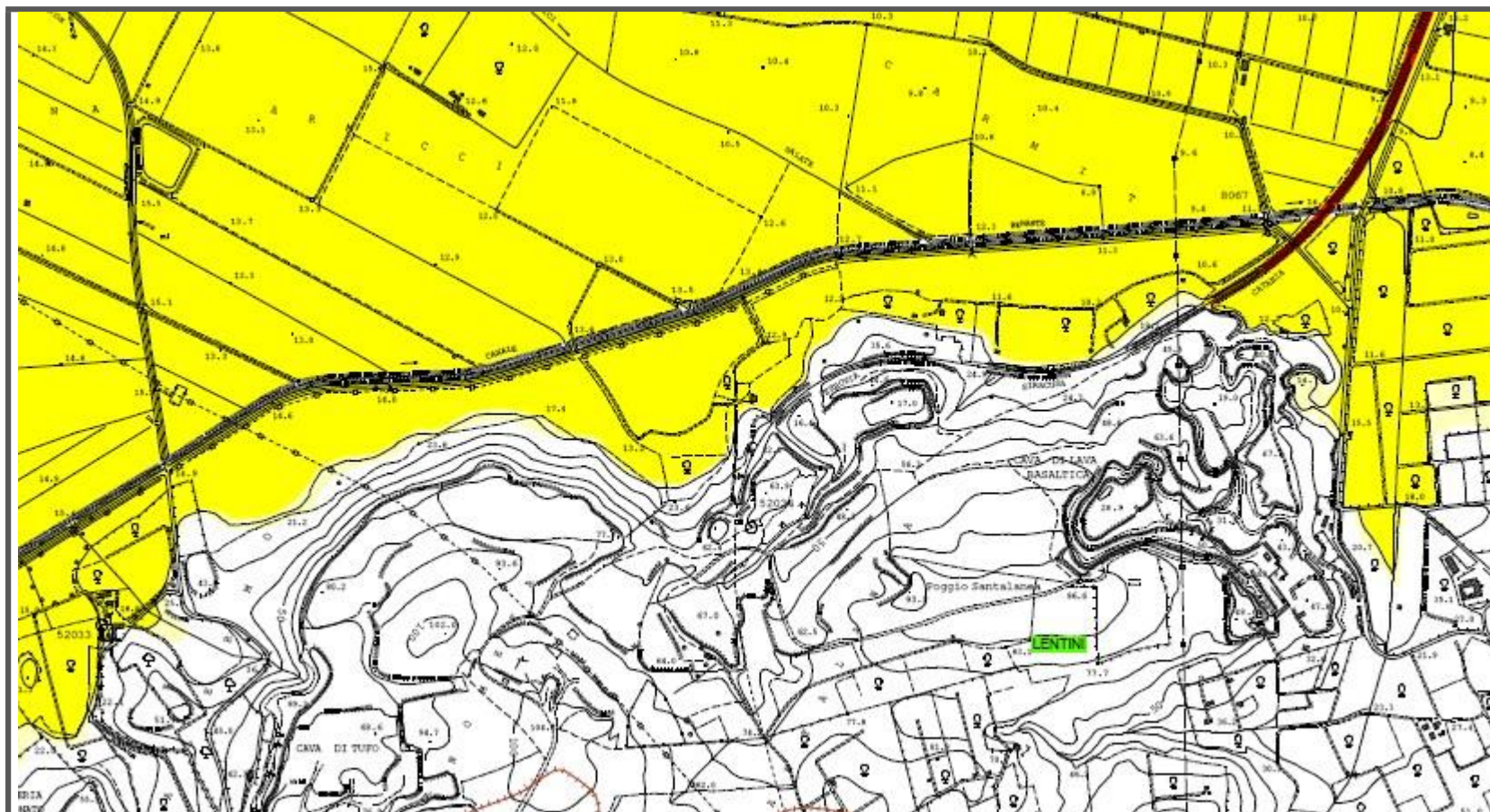
**LEGENDA**

VALORI DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA



P3 Pericolosità alta

**TAVOLA 5 – P.A.I. STRALCIO CARTA DEL RISCHIO  
IDRAULICO PER FENOMENI DI ESONDAZIONE n° 112**



**LEGENDA**

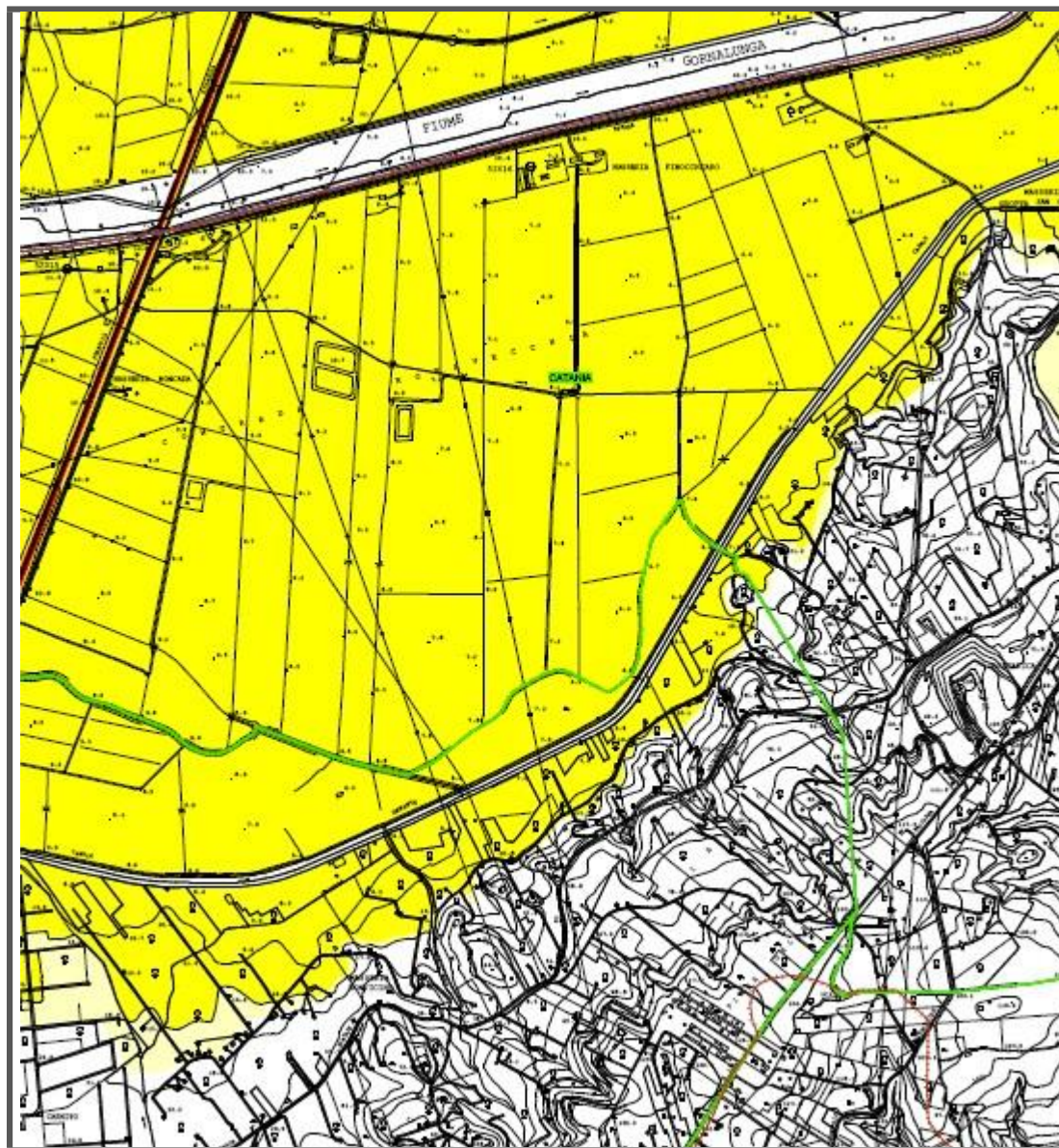
VALORI DEL RISCHIO IDRAULICO



R2 Rischio medio



**TAVOLA 5 – P.A.I. STRALCIO CARTA DEL RISCHIO  
IDRAULICO PER FENOMENI DI ESONDAZIONE n° 113**



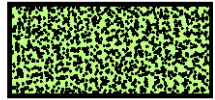
**LEGENDA**

VALORI DEL RISCHIO IDRAULICO

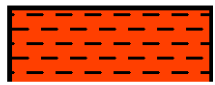


R2 Rischio medio

# Legenda



Terreno vegetale

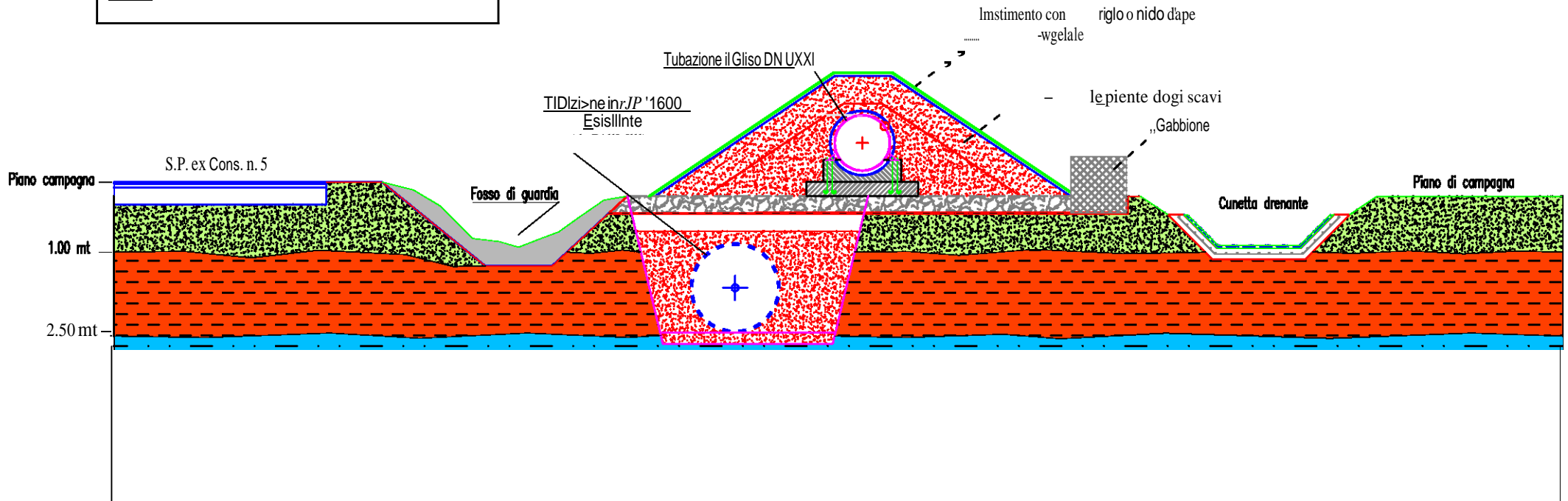


Limi argillosi



Argille

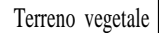

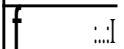
## Sezione in rilevato (scala 1:100)



ATTRAVERSAMENTO BENANTE

SEZIONE TIPO FUORISCALA

Legenda

	Terreno vegetale
	Limi argillosi
	Argille

