

COMUNE DI TRECASTAGNI  
 PROVINCIA DI CATANIA

RELAZIONE GEOLOGICA FINALIZZATA ALLA RICONFERMA DI VINCOLO  
 A PARCO ZONA F3 - VERDE DI QUARTIERE E PARCHI URBANI DEI TERRENI  
 RICADENTI TRA LA VIA FRANCESCO PETRARCA E LA VIA FRANCESCO  
 GENTILE NEL COMUNE DI TRECASTAGNI - (CT)

|                                                                                                                          |                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| DATA<br>GENNAIO 2023                                                                                                     | COMMITTENTE:<br>COMUNE DI TRECASTAGNI |
| IL GEOLOGO<br>Dott. Giuseppe Astuti<br> | OGGETTO<br>RELAZIONE GEOLOGICA        |

## INDICE

|                                                   |         |
|---------------------------------------------------|---------|
| I - Premessa .....                                | pag. 1  |
| 2 - Inquadramento geografico-geomorfologico ..... | pag. 3  |
| 3 - Inquadramento geologico-strutturale .....     | pag. 5  |
| 4 - Caratteristiche idrogeologiche .....          | pag. 7  |
| 5 - Analisi del PAI .....                         | pag. 9  |
| 6 - Invarianza idraulica .....                    | pag. 9  |
| 7 - Analisi della sismicità .....                 | pag. 11 |
| 8 - Parametri di progetto .....                   | pag. 14 |
| 9 - Caratteristiche geotecniche dei terreni ..... | pag. 17 |
| 10 - Stima del potenziale di liquefazione .....   | pag. 20 |
| 11 - Conclusioni .....                            | pag. 21 |

## ALLEGATI

|                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Corografia (scala 1:10.000)                                                              |
| Carta Geologica (scala 1:10.000)                                                         |
| Carta Idrogeologica (scala 1:10.000)                                                     |
| Stralcio carta dei dissesti (scala 1:10.000)                                             |
| Stralcio carta della pericolosità e del rischio geomorfologico (scala 1:10.000)          |
| Stralcio carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione (scala 1:10.000) |
| Stralcio carta del rischio idraulico per fenomeni di esondazione (scala 1:10.000)        |
| Profilo geologico                                                                        |

## 1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Trecastagni, giusta determina n° 348 del 29/11/2022 – Settore Urbanistica e Ambiente, è stato redatto lo studio geologico - tecnico relativo finalizzato alla riconferma di vincolo a Parco (Zona F3 – Verde di quartiere e parchi urbani e suburbani) dei terreni ricadenti tra la Via Francesco Petrarca e la Via Francesco Gentile, ed in particolare ricadenti nel Foglio 18, particelle 392, 743, 363, 740, 754, 756, 3780, 3782, 3787, 3791 nel comune di Trecastagni (CT).

Lo studio è stato realizzato in ottemperanza alle disposizioni della normativa vigente in materia (D.M.11/03/1988, G.U. n. 127 dell'1 Giugno 1988, Istruzioni Circ. Min. LL.PP. N°30483 del 24/09/1988, O.P.C.M. n.3274 del 20/03/03, "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17 gennaio 2018).

Queste definiscono i principi per la realizzazione del progetto, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni e trattano tutti gli aspetti legati alla sicurezza strutturale dell'opera.

Il nuovo testo sulle norme tecniche propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque categorie di suoli (A, B, C, D, E), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi trenta metri di terreno ( $V_s$  eq).

Si è proceduto ad un rilevamento di campagna, allo scopo di accertare le caratteristiche morfologiche, litostratigrafiche, strutturali ed idrogeologiche dei terreni interessati dall'opera in oggetto, avvalendosi di dati bibliografici e di dati raccolti direttamente in campagna ed ha avuto lo scopo di:

Le osservazioni riferite sono desunte dai rilievi di dettaglio eseguiti sui luoghi d'interesse, integrandoli con i dati di letteratura esistenti, nonché con precedenti studi geologici eseguiti in aree limitrofe.

Nei paragrafi seguenti saranno trattati i seguenti argomenti:

- inquadramento geografico - geomorfologico;
- inquadramento geologico - strutturale;
- caratteristiche idrogeologiche;
- analisi del PAI;
- analisi della sismicità dell'area;
- parametri di progetto;
- caratterizzazione geotecnica;
- stima del potenziale di liquefazione;
- conclusioni.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO – GEOMORFOLOGICO

L'area in esame ricade topograficamente nella tavoletta in scala 1:25.000, edita a cura dell'Istituto Geografico Militare, denominata "Acireale", F° 270 IV NE, e nella sezione C.T.R. n° 625130 edita dalla Regione Sicilia ed è caratterizzata dalle seguenti coordinate ED 50:

**Latitudine 37.613283**      **Longitudine 15,076941**

Si tratta di una zona per lo più subpianeggiante localizzata ad una quota di circa 560 metri s.l.m., ubicata ad Ovest dell'abitato di Trecastagni.

Questa area rientra nel comprensorio delle falde meridionali dell'apparato vulcanico etneo, dove prevalgono i caratteri subpianeggianti della fascia pedemontana che possono considerarsi di transizione tra le aspre forme orografiche della parte medio-alta del vulcano ed i lineamenti tabulari che caratterizzano, più a Sud, la pianura alluvionale.

La competenza delle rocce vulcaniche e la modesta attività generale di tutto il territorio hanno quindi impedito l'esplicitarsi di quel complesso di fenomeni morfogenetici che conducono alla formazione di lineamenti orografici ed idrografici ben marcati.

L'intensa urbanizzazione oltimera totalmente la morfologia originaria, della quale si può soltanto cogliere l'andamento generale su larga scala. Né consegue che è difficoltoso individuare gli spartiacque superficiali e le linee di impluvio, poiché si riescono a percepire solo alcune tracce. La rete idrografica, anch'essa quasi inesistente, può essere individuata in alcuni impluvi secondari che sovente si interrompono.

Dall'analisi della carta della pericolosità e del rischio geomorfologico relativa allo studio inerente "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico", relativo all'area territoriale compresa tra i bacini del Fiume Simeto e del Fiume Alcantara (095), lavoro redatto dall'Assessorato al Territorio ed Ambiente "Dipartimento Territorio ed Ambiente servizio 4" in merito allo studio di "Assetto del territorio e difesa del suolo", in tale elaborato non si evincono nella stretta area di interesse problematiche di natura idrogeologica né di tipo idraulico né tantomeno geomorfologico.

Nell'ambito descritto possiamo quindi asserire che l'area in esame è contraddistinta da un contesto sostanzialmente di stabilità geomorfologica, a meno di fenomeni naturali eccezionali ed imprevedibili tali da pregiudicare gli equilibri.

Per tale situazione è esclusa nell'area di interesse ed in quelle limitrofe ogni forma di erosione diffusa o incanalata, così come qualsiasi fenomeno di instabilità di tipo gravitativo.

Le lave affioranti sono caratterizzate da bancate di basalto grigio, scoriaceo e bolloso nelle parti periferiche della colata, a variabile grado di fratturazione e fessurazione, con sistemi di fratture che conferiscono all'ammasso un aspetto caotico e/o a blocchi e con grado di alterazione crescente verso i termini più antichi della successione.

I prodotti vulcanoclastici e/o scoriacei sono rappresentati da blocchi, ciottoli e ghiaie e brandelli di lave, frammistici a ceneri vulcaniche, entro cui possono essere presenti orizzonti lavici in bancate che possono rappresentare, in qualche caso, le volte di vere e proprie cavità (con volumi variabili da qualche dm<sup>3</sup> a qualche m<sup>3</sup>). Questi materiali vengono denominati con termine locale "ritusa".

#### 4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Sulla scorta del rilevamento geologico di superficie, si possono verosimilmente identificare le caratteristiche idrogeologiche dell'area in esame. Poiché la circolazione idrica è fortemente condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione dei terreni che presentano differenti valori di permeabilità e quindi un diverso grado di trasmissività, verranno brevemente accennate le caratteristiche di permeabilità di ciascuna formazione.

In funzione delle caratteristiche dei litotipi, si possono distinguere vari **gradi di permeabilità**:

- Terreni molto permeabili;
- Terreni a permeabilità variabile;
- Terreni impermeabili.

A seconda del **tipo di permeabilità**, si possono riconoscere:

- terreni a permeabilità primaria;
- terreni a permeabilità secondaria.

Tra i **terreni permeabili** vanno ascritti tutti i terreni dotati di porosità; in questi terreni il tipo di permeabilità è secondaria, dovuta, cioè, alle porosità del sedimento al momento della sua formazione.

Per questi terreni, orientativamente, si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-3} \leq K \leq 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

Tra i **terreni a permeabilità variabile** possono essere ascritti i grossi banconi lavici, i quali presentano un tipo di permeabilità secondaria, creata successivamente alla genesi del litotipo e dovuta principalmente ad un sistema di discontinuità variamente orientato e di intensità variabile; il sistema di fratture prevalente è comunque quello ad andamento subverticale.

Complessivamente, la formazione è mediamente permeabile con una circolazione idrica influenzata dalla presenza di fratture più o meno collegate fra loro che all'interno dello stesso litotipo si comportano come vie preferenziali di circolazione.

Dare un ordine di grandezza non è semplice, riscontrandosi in natura situazioni locali differenti con permeabilità elevata dove esiste una fessurazione di tipo beante, e permeabilità più ridotta in corrispondenza dell'ammasso roccioso meno fratturato.

A titolo orientativo, si può indicare il seguente campo di variabilità:

$$10^{-4} \leq K \leq 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

Per quanto riguarda i **terreni impermeabili**, vi appartengono tutti i terreni a prevalente composizione argillosa, quali le argille pleistoceniche del substrato che presentano valori di permeabilità inferiori a  $K = 10^{-9}$  m/sec.

Con queste condizioni, la circolazione idrica superficiale e subsuperficiale (cioè a bassa profondità dal piano campagna) si esplica laddove la permeabilità delle rocce è tale da consentirne l'accumulo ed il deflusso.

Nel sito in esame, essendo affioranti terreni permeabili, quali i livelli piroclastici, la maggior parte delle acque si infiltra nel sottosuolo andando a formare le falde acquifere profonde, sostenute dal substrato argilloso impermeabile.

Quindi, le falde acquifere nell'area presa in considerazione si rinvencono a profondità superiore a quella di interesse geotecnico.

## 5. ANALISI DEL PAI

Il lotto di terreno interessato dalla realizzazione del progetto in esame, non ricade nelle aree individuate per pericolosità idraulica e di frana (P1 moderata, P2 Media, P3 elevata, P4 molto elevata) e/o rischio idraulico e di frana (R1 moderato, R2 medio, R3 elevato, R4 molto elevato), o sito di attenzione, individuate nella "Carta della pericolosità e del rischio n° 18 (rif. CTR n° 625130) relativo all'area territoriale compresa tra i bacini idrografici del Fiume Simeto ed il Bacino del Fiume Alcantara (095).

Si allegano gli stralci delle carte dei dissesti, della pericolosità e del rischio geomorfologico, e lo stralcio della carta della pericolosità idraulica per rischio di esondazione (Tav. 095 CTR. 625130 in scala 1:10.000).

## 6. INVARIANZA IDRAULICA

Le presenti note sono state redatte con riferimento all'Ordinanza Sindacale n.10/OS del 28/01/2019 del comune di Palermo ed in adempimento al "Progetto di Piano di Gestione del Rischio Alluvioni della Sicilia - Nov\_2015" (in attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi di alluvioni, ai sensi del Decreto Legislativo 49/2010 e del D.Lgs 152/2006 e s.m.i.), che stabilisce che i Comuni, nella stesura o aggiornamento dei piani urbanistici generali o attuativi, devono rispettare in ogni caso il principio di invarianza idraulica con l'intento di mettere in atto tutti quei sistemi di accumulo e/o infiltrazione delle acque meteoriche, non suscettibili di essere contaminate, per poter rendere possibile un miglior rapporto tra la città e l'acqua in un'ottica "idrosostenibile"; ciò comporta che:

"I comuni in sede di formazione e adozione degli strumenti urbanistici generali, dei loro aggiornamenti e delle varianti, generali o parziali o che, comunque, possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, stabiliscono che le trasformazioni dell'uso del suolo comportanti variazioni di permeabilità superficiale rispettino il principio di

invarianza idraulica e possibilmente idrologica, anche mediante l'applicazione dei principi e dei metodi del drenaggio urbano sostenibile. ",

Sempre all'art. 5 del Piano di Gestione Rischio Alluvioni si evincono le seguenti definizioni:

#### Invarianza idraulica

principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate, o di nuova urbanizzazione, nei ricettori naturali o artificiali di valle, non debbano essere maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.

#### Invarianza idrologica

principio in base al quale sia le portate che i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non debbano essere maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.

#### Drenaggio urbano sostenibile

sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo "alla sorgente" delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.

Dalle definizioni sopra citate, in sintesi, va determinato che le acque di pioggia, affluenti durante un evento di massima precipitazione in un terreno da urbanizzare (e/o urbanizzato) e successivamente scaricate in un ricettore a valle, a seguito dell'edificazione non devono essere maggiori di quelle precedenti all'urbanizzazione.

Nel nostro caso, non è prevista nessuna realizzazione di manufatti né trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, per cui si può affermare che il principio dell'invarianza idraulica ed idrologica è rispettato.

## 7. ANALISI DELLA SISMICITA'

Ricerche sulla sismicità della Sicilia Orientale e sui maggiori terremoti degli ultimi mille anni (Barbano & Cosentino, 1981; Lombardo, 1984) hanno mostrato che più del 48% del territorio siciliano ha subito almeno una scossa di intensità superiore al 9° di intensità M.S.K. (1964).

La distribuzione degli epicentri individua la fascia orientale della Sicilia tra le aree a più alto rischio sismico (Rizniczenko, 1964); l'area catanese è inoltre soggetta a scuotibilità provocata dall'elevata sismicità delle aree circostanti (Stretto di Messina ed Avampase Ibleo).

Per quanto riguarda la sismicità dell'area investigata, l'influenza maggiore si è avuta da alcuni eventi localizzati sul versante meridionale ed orientale dell'Etna, caratterizzati da una intensità compresa tra il 9° ed il 10° M.K.S. (1964) e da bassa profondità.

La scuotibilità è stata causata da grossi terremoti, quali quello dello stretto di Messina nel 1908 e quello degli Iblei nel 1693, che nel catanese hanno avuto intensità rispettivamente del 7° e del 10° della M.S.K. (1964).

Oltre ad essere legato a grossi eventi sismici di carattere regionale, il rischio sismico è fortemente influenzato localmente dall'attività vulcanica dell'Etna; quest'area infatti ha un'attività sismica pari a:

$$A = 3,5$$

Barbano, Carrozzo, Cosentino et Al. (1984) in accordo con la teoria di Gumbel, forniscono una tabella che lega magnitudo al periodo di ritorno, considerato come intervallo di tempo per il quale è probabile che si verifichi l'evento sismico.

Per tutto il distretto etneo forniscono i seguenti dati:

| Magnitudo | Periodo di ritorno (anni) |
|-----------|---------------------------|
| 3,0       | 0,4                       |
| 4,0       | 2,0                       |
| 5,0       | 13,0                      |
| 6,0       | 77,0                      |
| 6,6       | 221,0                     |

Quindi, si hanno periodi inferiori ad un anno per piccoli valori di magnitudo, che è una misura quantitativa della dimensione di un terremoto.

L'analisi della storia sismica dell'area in studio, eseguita con l'ausilio del "Catalogo dei terremoti" del C.N.R., mostra che dall'anno 1000, i terremoti più significativi che hanno avuto intensità superiore al IX° grado della scala M.K.S. (1964), sono quelli del 4 febbraio 1169 e dell'11 gennaio 1693, mentre numerosi sono i terremoti che hanno prodotto effetti  $\leq$  IX° grado della scala M.K.S. (1964).

L'area mesosismica dell'evento del 1693 (Barbano, 1981) evidenzia un allungamento delle isosiste in direzione NE – SW, che ben si accorda con il sistema di faglie presente nella zona.

Tale area rimane aperta per la presenza della costa, non permettendo una precisa ubicazione dell'epicentro che, tuttavia, può essere localizzato in mare in considerazione dello tsunami che interessò tutta la Sicilia orientale. Inoltre, dato che tale tsunami si è manifestato con un ritiro delle acque precedente l'invasione della costa, il terremoto può essere attribuito ad un meccanismo di faglia normale.

Il terremoto del 13 dicembre 1990 ( $M \approx 5$ ), presenta l'area mesosismica sviluppata secondo una direzione circa E – W, in accordo con le strutture del Graben del Simeto e del Graben Scordia – Lentini.

In definitiva, si può dedurre che l'evento sismico del 1693, essendo stato il massimo terremoto verificatosi nell'area in questione, deve essere considerato come il "Terremoto di progetto" e quindi, attenendosi alle normative vigenti, il massimo terremoto atteso, in funzione del quale bisogna calibrare tutta la progettazione.

Per quanto detto, *l'intensità massima attesa al sito è pari al 9°.*

La recente O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003, modificata dalla O.P.C.M. n° 3431 del 03/05/05, ha aggiornato la normativa sismica esistente suddividendo il territorio nazionale in zone sismiche, ognuna contrassegnata da un valore diverso dell'accelerazione orizzontale massima al suolo  $a_g$  (espressa come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ ); il comune di Trecastagni ricade in seconda categoria sismica con un valore di  $a_g = 0.25g$

In base ai sopralluoghi eseguiti, l'area non presenta particolari condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche in grado di modificare la risposta sismica in caso di evento tellurico, né sono state cartografate morfologie di particolare rilievo e fattori potenziali di amplificazione sismica locale tali da provocare fenomeni di liquefazione, di cedimenti e di instabilità come schematizzati nell'allegato E1 ed E2 della circolare 2222/95.

## 8. PARAMETRI DI PROGETTO

La normativa sismica recentemente promulgata (D.M. 17/01/2018) recante "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni", prescrive che le verifiche del terreno e delle strutture di fondazione vadano eseguite con i metodi ed i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni che la struttura trasmette al terreno.

Secondo tale norma, il piano di posa delle fondazioni deve essere spinto a profondità tali da non ricadere in zona dove risultino apprezzabili le variazioni stagionali del contenuto naturale d'acqua.

L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei vari stati limite, viene definita determinando la *pericolosità sismica di base*, elemento di conoscenza primario per la determinazione dell'azione sismica.

*La pericolosità sismica di base* è definita dai seguenti parametri:

- ( $V_n$ ) Vita nominale
- ( $C_u$ ) Coefficiente d'uso
- ( $V_f$ ) Vita di riferimento

parametri che dipendono sia dalla posizione geografica dell'opera che dalla destinazione d'uso della stessa ed hanno la funzione di valutare l'azione sismica di progetto in base al numero di vite umane potenzialmente a rischio o all'importanza strategica della costruzione.

Fissati detti parametri si determina il periodo di ritorno dell'evento sismico in funzione dei singoli stati limite.

*La pericolosità sismica di base* verrà quindi definita in termini di *accelerazione orizzontale massima attesa*  $a_g$  ed in funzione dei parametri necessari a definire gli spettri di risposta elastica delle componenti del moto del suolo orizzontali e verticali ( per strutture con periodo fondamentale di oscillazione  $< 4,0s$  ) in condizioni di campo libero su un bedrock di riferimento rigido (categoria A) con superficie topografica orizzontale.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 dell'N.T.C./2018 [il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sottosuolo e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi di cui è costituito. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, l'analisi della risposta sismica locale consente quindi di definire le modifiche che il segnale sismico di ingresso subisce, a causa dei suddetti fattori locali. Le analisi di risposta sismica locale richiedono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini e prove. Nelle analisi di risposta sismica locale, l'azione sismica di ingresso è descritta in termini di storia temporale dell'accelerazione (accelerogrammi) su di un sito di riferimento rigido ed affiorante con superficie topografica orizzontale (sottosuolo tipo A). Per la scelta degli accelerogrammi di ingresso, si deve fare riferimento a quanto già specificato al § 3.2.3.6 delle N.T.C./2018].

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella sottostante tabella:

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

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

Si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo. I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

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

dove:

- $h_i$  = spessore, in m, dello strato  $i$ -esimo;
- $V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo;
- $N$  = numero di strati;
- $H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

In base alle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche, ed alle risultanze ottenute da indagini eseguite in aree limitrofe e su terreni simili, si consiglia di considerare il terreno di fondazione come suolo di **CATEGORIA B**.

In relazione alle caratteristiche morfologiche del sito si consiglia di considerare la **CATEGORIA T1** (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

## 9. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Per gli aspetti inerenti i problemi del comportamento geomeccanico dei terreni interessati dall'opera in oggetto, si è proceduto ad effettuare una caratterizzazione geomeccanica, integrando i dati ricavati dalla letteratura con studi precedenti eseguiti in zona.

Nella fattispecie, si farà una descrizione delle principali proprietà fisico – meccaniche delle lave.

Il comportamento meccanico di questi terreni viene rapportato alla dislocazione spaziale delle superfici di discontinuità, facendo riferimento ai criteri che governano la meccanica delle rocce.

La massa rocciosa va intesa come un insieme di elementi giustapposti e combacianti, le cui proprietà meccaniche risultano inferiori a quelle del singolo elemento e sono strettamente dipendenti da fattori strutturali legati alla dislocazione spaziale dei sistemi di discontinuità.

Per affrontare il calcolo dei parametri geotecnici in maniera cautelativa, si è ritenuto opportuno prendere in considerazione il terreno come un insieme incoerente di elementi a spigoli vivi di varie dimensioni; tale ipotesi, se da un lato non trova un'esatta corrispondenza alla situazione reale, dall'altro può costituire un metodo sicuramente cautelativo per affrontare il problema.

Il criterio più adatto per la determinazione della resistenza al taglio in questi tipi di terreni è quello proposto da Barton (1973), con la seguente relazione:

$$T = \sigma_n \tan (\psi + i)$$

dove:

T è la resistenza al taglio mobilitata;

$\sigma_n$  è la tensione normale;

$\psi$  è l'angolo di attrito di base;

i è l'angolo di inclinazione delle asperità.

Questa relazione è valida per tensioni normali relativamente basse ( $\sigma_n \leq 50 \text{ Kg/cmq}$ ), tali comunque da non provocare la rottura delle asperità lungo i due piani che costituiscono il giunto.

L'angolo di attrito di base  $\psi$  è quello corrispondente allo scorrimento tra superfici lisce dello stesso materiale; da numerose prove condotte da Vari Autori viene assegnato, indipendentemente dal tipo di roccia, il valore di circa  $30^\circ$  in assenza di alterazioni sulle pareti del giunto.

L'angolo di inclinazione delle asperità "i" è definito dalla seguente espressione:

$$i = \text{ICR} \log (\text{ICS}/\sigma_n)$$

dove:

ICR esprime l'entità delle irregolarità delle pareti del giunto; nel caso di giunti lisci  $\text{ICR} = 5$ .

ICS rappresenta la resistenza del materiale che costituisce le pareti del giunto e viene espressa convenzionalmente con la resistenza monoassiale a compressione; questi dati sono stati ottenuti dalla media dei valori ottenuti da varie prove di compressione effettuate su provini di roccia vulcanica etnea:

$$\text{ICS} = 100 \text{ Kg/cm}^2 \text{ per lave vacuolari;}$$

$$\sigma_n = \text{tensione normale di riferimento, pari a } 10 \text{ Kg/cm}^2.$$

Sostituendo i valori precedenti si ha:

$$i \approx 5^\circ \text{ per le lave vacuolari;}$$

Poiché il criterio di rottura di Barton è simile a quello proposto da Mohr – Coulomb per i

terreni, si ritiene poter attribuire ai litotipi in questione, purché i valori delle tensioni normali siano

$$\sigma_n \leq 10 \text{ Kg/cm}^2, \text{ i seguenti valori di angolo di attrito interno:}$$

$$(\psi + i) \approx 35^\circ \text{ per le lave vacuolari;}$$

Riassumendo, i parametri che responsabilmente e cautelativamente possono essere considerati

rappresentativi di ciascuno ammasso roccioso sono:

per le lave vacuolari:

$$\phi = 35^\circ$$

$$\gamma = 2,0 \text{ t/mc}$$

$$c = 0 \text{ t/mc}$$

Considerando, invece, la parte più scoriacea di questa formazione, i parametri che responsabilmente e cautelativamente possono essere considerati rappresentativi del sedime di fondazione sono i seguenti:

$$\phi = 32^{\circ}$$

$$\gamma = 2,0 \text{ t/m}^3$$

$$c = 0 \text{ t/m}^2$$

## 10. STIMA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della *liquefazione* può verificarsi in terreni dati da sabbie fini e limi grossolani saturi nel corso di un terremoto, laddove si ha un significativo decremento della resistenza al taglio; è noto che quest'ultima è definita dall'espressione

$$\tau = (\sigma - u) \tan \varphi$$

in cui:

$\tau$  è la resistenza al taglio del terreno,  $\varphi$  è l'angolo di attrito interno (tensioni efficaci),  $\sigma$  è la tensione normale al piano di rottura ed  $u$  è la tensione dell'acqua interstiziale.

Nel caso di un terremoto (sollecitazione ciclica dovuta alle onde di taglio) può verificarsi un repentino incremento delle tensioni interstiziali ( $u$ ) sino ad un valore prossimo alla tensione normale ( $\sigma$ ), nel qual caso la resistenza al taglio  $\tau = 0$  e si verifica il fenomeno della liquefazione.

Come confermato anche dalla ingegneria geotecnica, il fenomeno della liquefazione avviene in terreni saturi, generalmente monogranulari o, al più, caratterizzati da un campo granulometrico molto ristretto e rappresentato da componenti tessiturali che interessano il campo compreso tra le sabbie fini ed i limi grossolani; in tali condizioni tessiturali, proprio in coincidenza di un sisma, esistono le condizioni di alta probabilità per liquefazione spontanea; tuttavia, in presenza anche di altre componenti tessiturali, specie se in percentuali maggiori rispetto alle precedenti ed in presenza anche di una diversa matrice più o meno abbondante i legami intergranulari sarebbero assicurati e non si avrebbe liquefazione spontanea.

I terreni sui quali insisterà l'opera in oggetto costituiti da rocce vulcaniche (lave e piroclastiti) possono essere definiti *difficilmente liquefacibili*.

## 11. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico - tecnico finalizzato alla riconferma di vincolo a Parco (Zona F3 – Verde di quartiere e parchi urbani e parchi ricadenti tra la Via Francesco Petrarca e la Via Francesco Gentile, ed in particolare ricadenti nel Foglio 18, particelle 392, 743, 363, 740, 754, 756, 3780, 3782, 3787, 3791 nel comune di Trecastagni (CT), è stato eseguito sulla scorta dei numerosi sopralluoghi sui luoghi di interesse, su precedenti studi geologici e sulla bibliografia tematica disponibile per l'area oggetto di studio.

Alla luce del lavoro svolto, si può concludere che:

- l'area in esame non presenta potenziali turbative geomorfologiche a carico dei terreni interessati dal progetto;
- dal punto di vista geologico, l'area oggetto di studio presenta in affioramento le colate laviche e piroclastiti della Formazione di Torre del Filosofo;

- dal punto di vista idrogeologico, il litotipo in esame si presenta permeabile;
- dal punto di vista sismico, l'area in oggetto ricade in II categoria sismica con un coefficiente sismico di 0,07; l'intensità massima attesa al sito è pari al 9°;

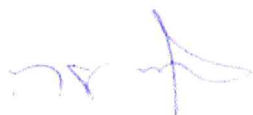
- in base alle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni di fondazione, il sito può essere considerato in **Categoria B**, in base alle caratteristiche morfologiche il sito può essere considerato in **Categoria T1** secondo quanto riportato nella tab 3.2.II del D.M. 17/01/2018;
- le caratteristiche litologiche ed idrogeologiche dei terreni in studio escludono la possibilità di liquefazione;

- dal punto di vista geotecnico, i parametri che responsabilmente possono essere presi in considerazione sono quelli discussi nei paragrafi precedenti.

In conclusione, visto la delibera del commissario ad Acta n° 01 del 22/02/2007 di adozione del P.R.G., come modificato dalla delibera consiliare n° 107 del 23/12/2009 ed aggiornato con delibera consiliare n° 69/10; visto il decreto VAS n. 486 del 25/09/2012; visto il D.D.G. condizionato n° 272 del 23/11/2012 di approvazione del P.R.G.; visti gli strumenti urbanistici e gli atti esistenti in comune, si riconferma il vincolo a Parco (Zona F3 – Verde di quartiere e parchi urbani e parchi urbani)

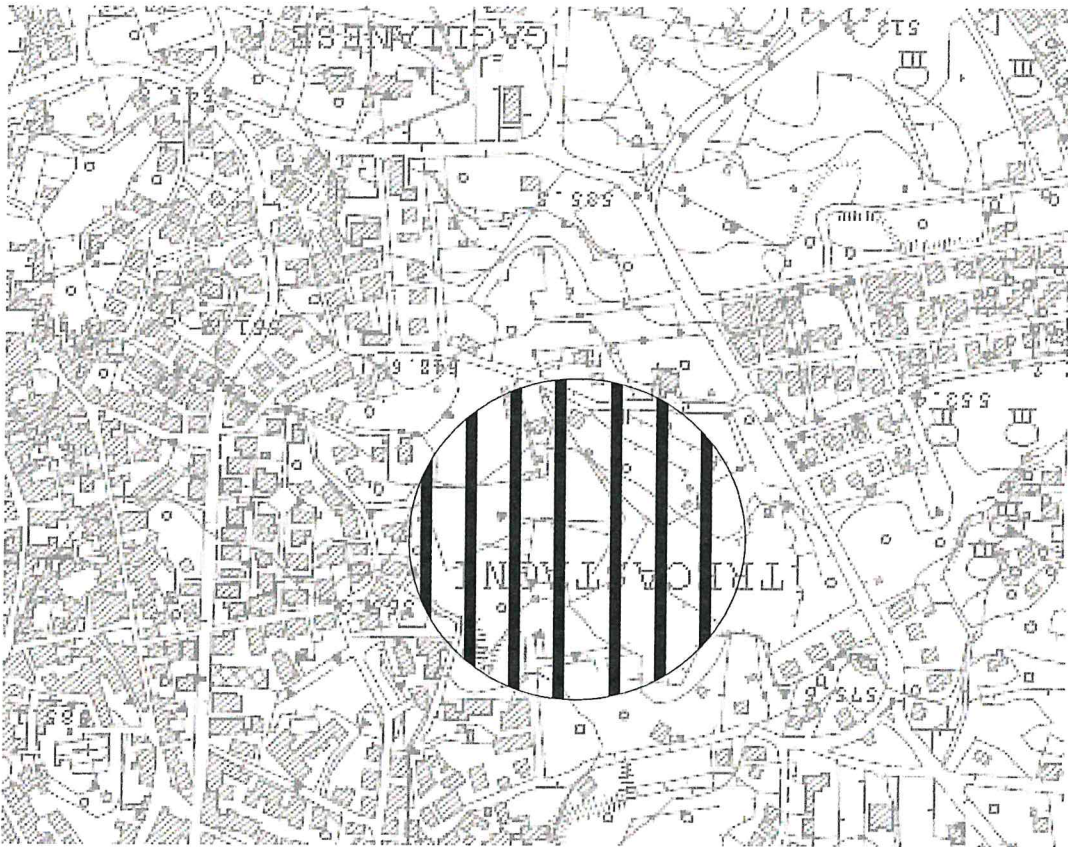
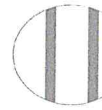
dei terreni ricadenti tra la Via Francesco Petrarca e la Via Francesco Gentile, ed in particolare  
ricadenti nel Foglio 18, particelle 392, 743, 363, 740, 754, 756, 3780, 3782, 3787, 3791 nel comune  
di Trecastagni (CT)

IL GEOLOGO  
Dott. Giuseppe Astuti



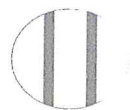
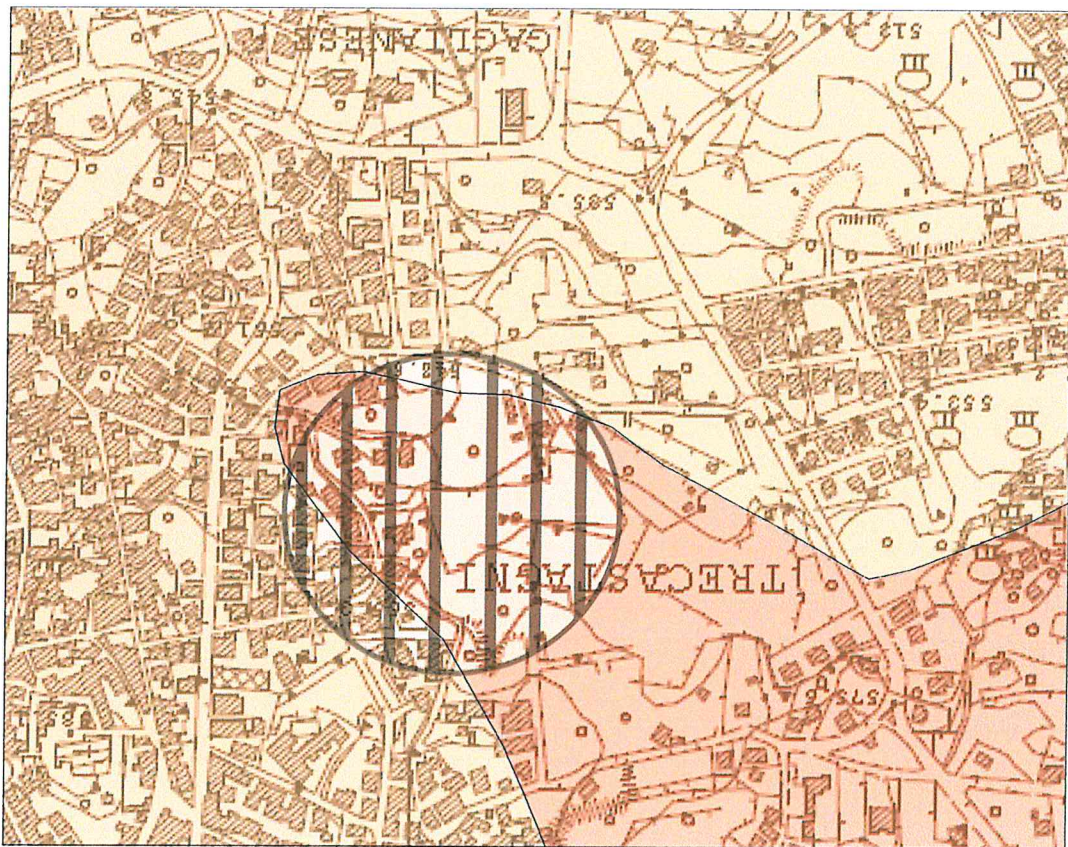
*ALLEGATI*

*Area oggetto di studio*



**COROGRAFIA**  
**(SCALA 1:10.000)**

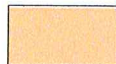
**CARTA GEOLOGICA**  
**(SCALA 1:10.000)**



*Area oggetto di studio*

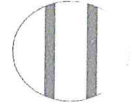
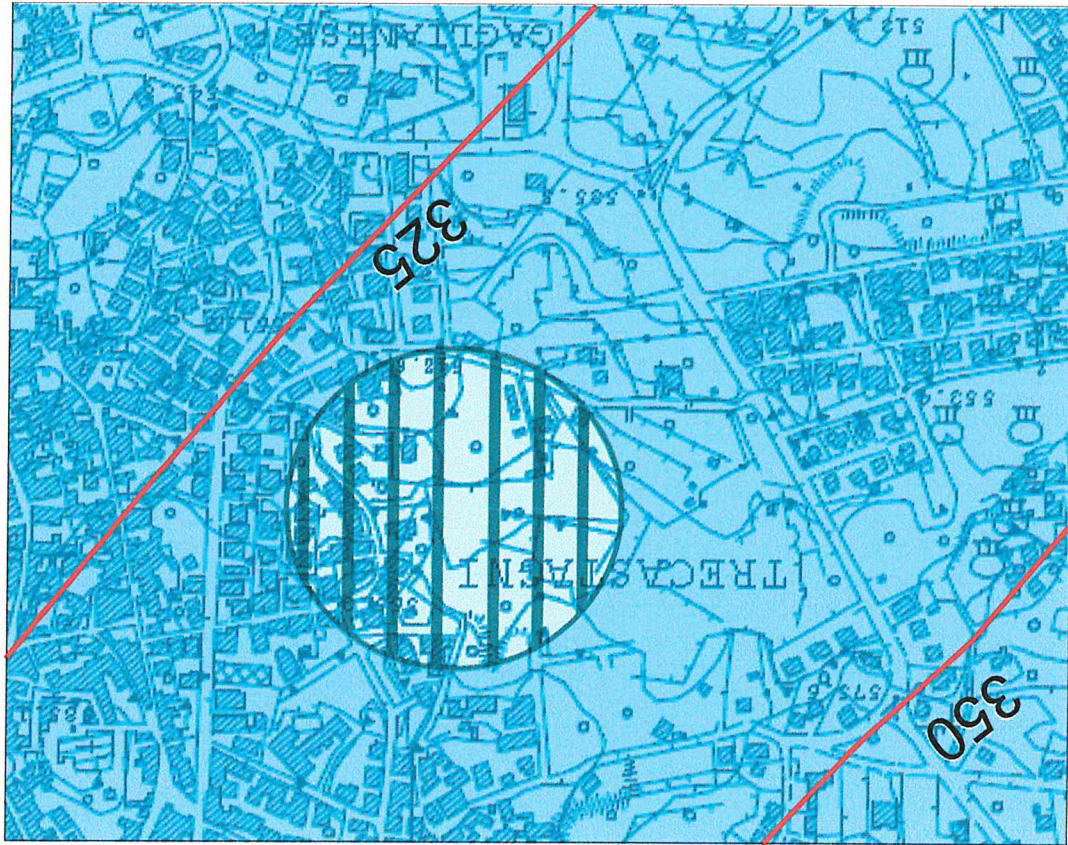


*Formazione Torre del Filosofo: Colata lavica del 1408 (122 a.C - 1669)*



*Formazione Pietracannone: Colata lavica Trecastagni (3,9 ka - 122 a.C.)*

**CARTA IDROGEOLOGICA**  
**(SCALA 1:10.000)**



*Area oggetto di studio*

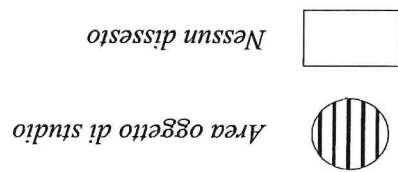
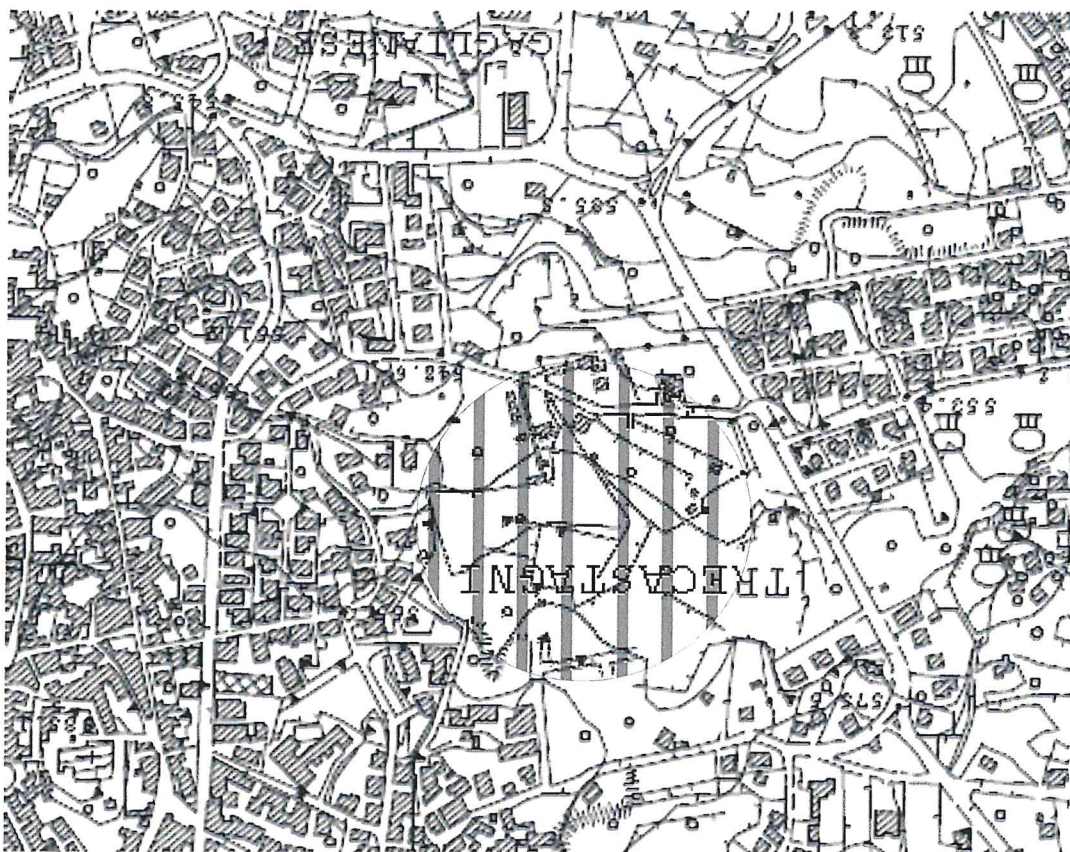


*Colate laviche storiche in livelli e banchi fessurati,  
alternati a scorie sciolte o parzialmente cementate.  
Permeabilità elevata per fessurazione e porosità*

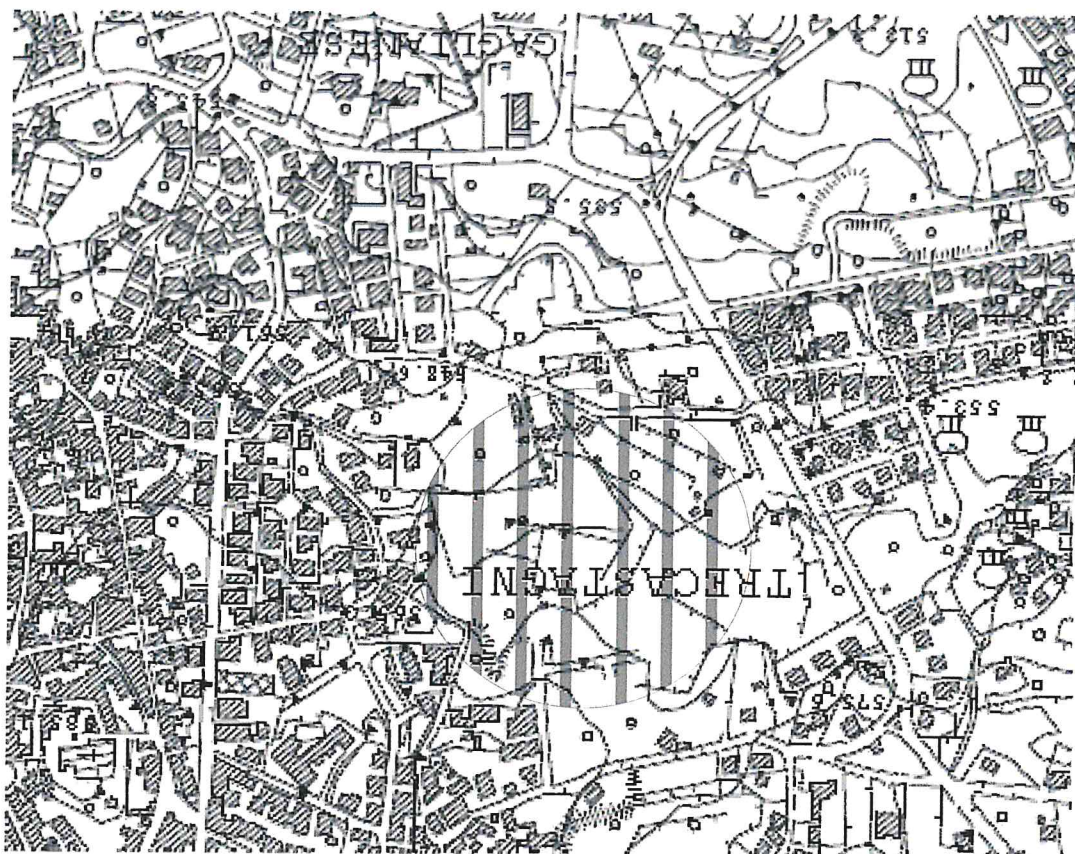


*Isopiezometrica della falda idrica e relativa quota in m.s.l.m.*

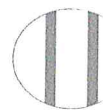
**STRALCIO CARTA DEI DISSESTI N. 18**  
**TAVOLA N° 625130 DEL PAI**  
**(Scala 1:10.000)**



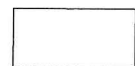
**STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA'  
E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 18  
TAVOLA 625130 DEL PAI  
(Scala 1:10.000)**



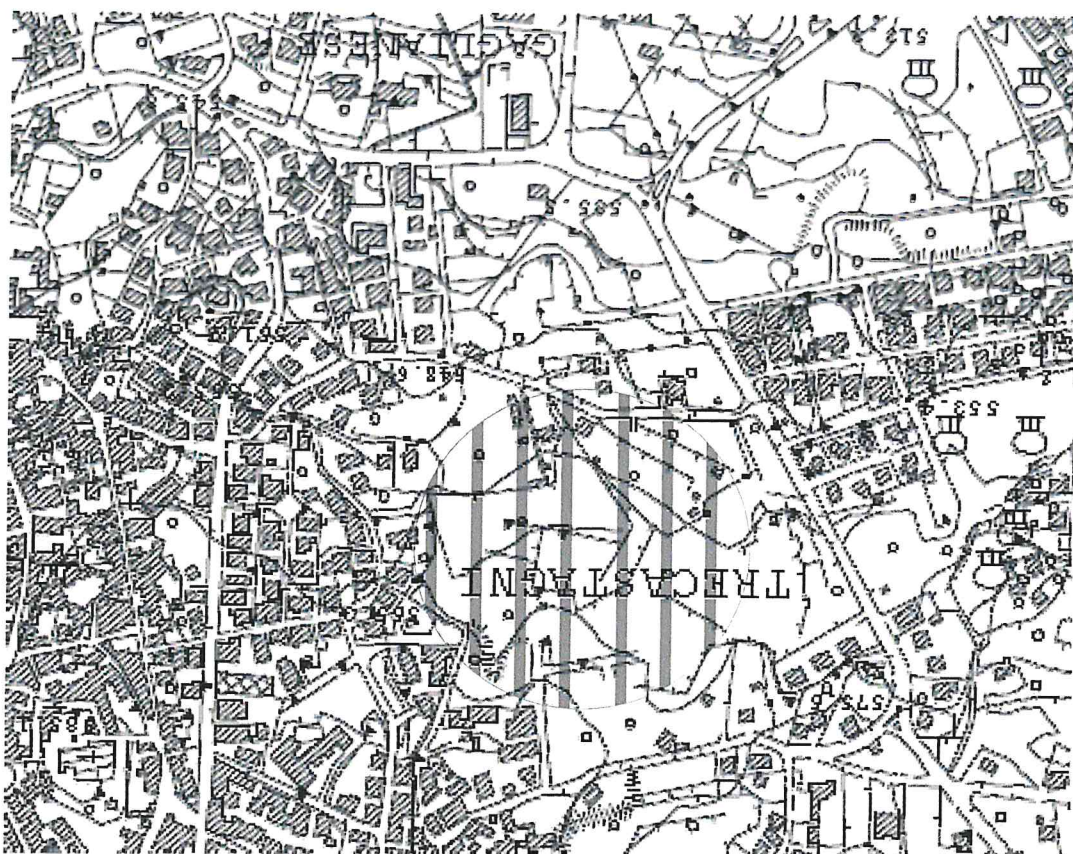
*Area oggetto di studio*



*Nessuna pericolosità né rischio geomorfologico*



**STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRALICA  
PER FENOMENI DI ESONDAZIONE N° 18  
TAVOLA 625130 DEL PAI  
(Scala 1:10.000)**



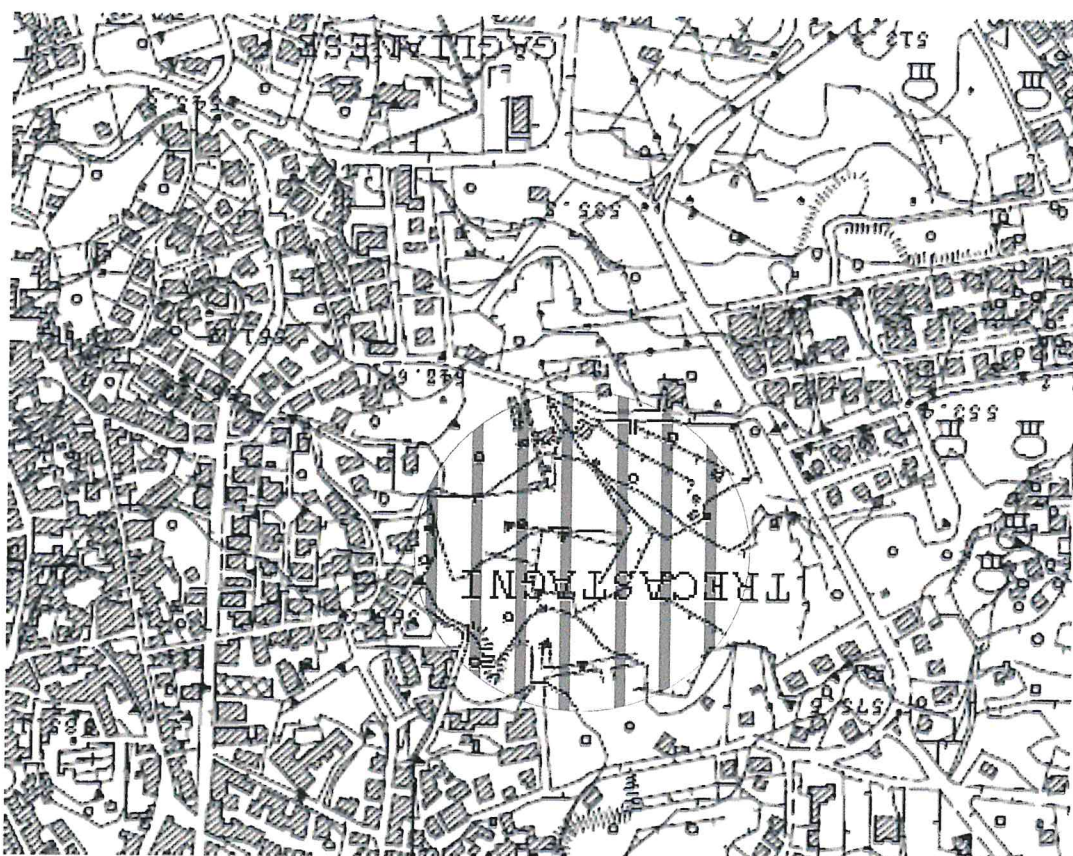
*Area oggetto di studio*



*Nessuna pericolosità idraulica*



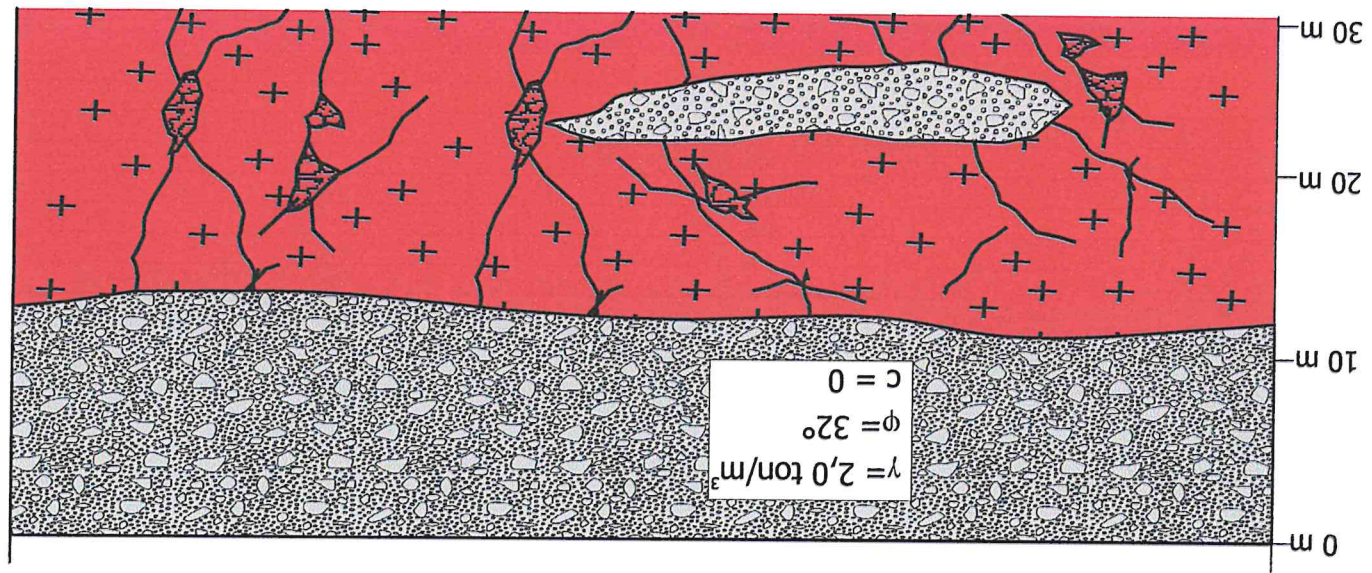
**STRALCIO CARTA DEL RISCHIO IDRULICO  
PER FENOMENI DI ESONDAZIONE N° 18  
TAVOLA 625130 DEL PAI  
(Scala 1:10.000)**



Area oggetto di studio

Nessun rischio idraulico

# SEZIONE LITOTECNICA (Scala 1:400)



Lava scoriacea e/o "rifusa".

Lave basaltiche, localmente fessurate e fratturate, associate a prodotti vulcanoclastici e/o scoriacei.

