

COMUNE DI TREMESTIERI ETNEO

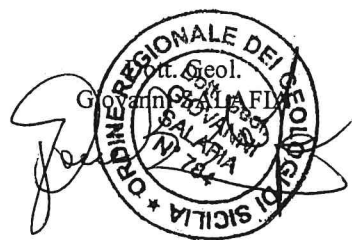
(Provincia di Catania)

PROGETTO DEFINITIVO

**REALIZZAZIONE DI TENSOSTRUTTURA PER IMPIANTO
SPORTIVO DI ESERCIZIO POLIVALENTE IN VIA DEGLI ULIVI**

RELAZIONE GEOLOGICA

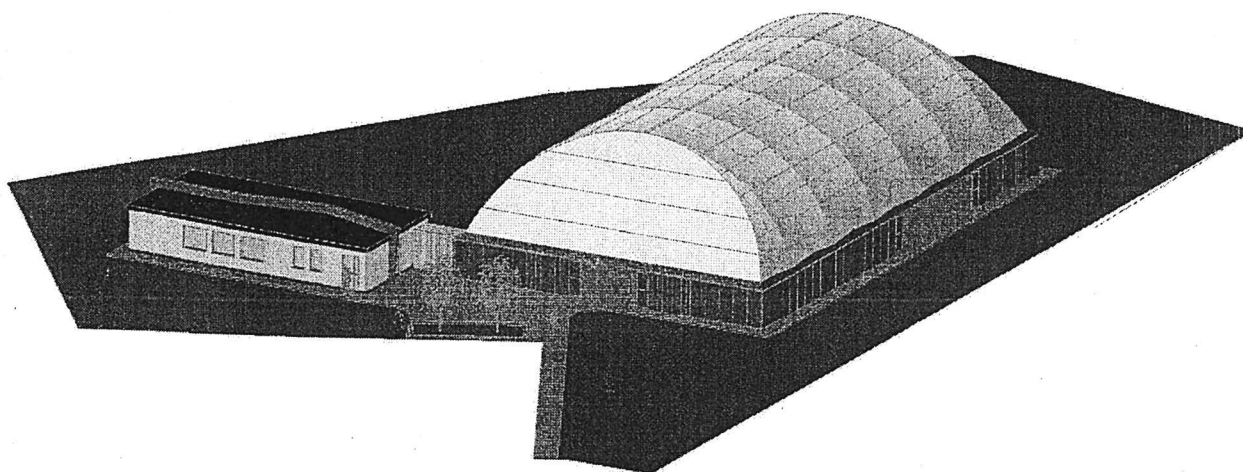
TREMESTIERI ETNEO



COMUNE DI TREMESTIERI ETNEO
(PROVINCIA DI CATANIA)

PROGETTO DEFINITIVO

REALIZZAZIONE DI TENSOSTRUTTURA PER
IMPIANTO SPORTIVO DI ESERCIZIO POLIVALENTE,
SITO IN VIA DEGLI ULIVI



RELAZIONE GEOLOGICA

allegato

C3

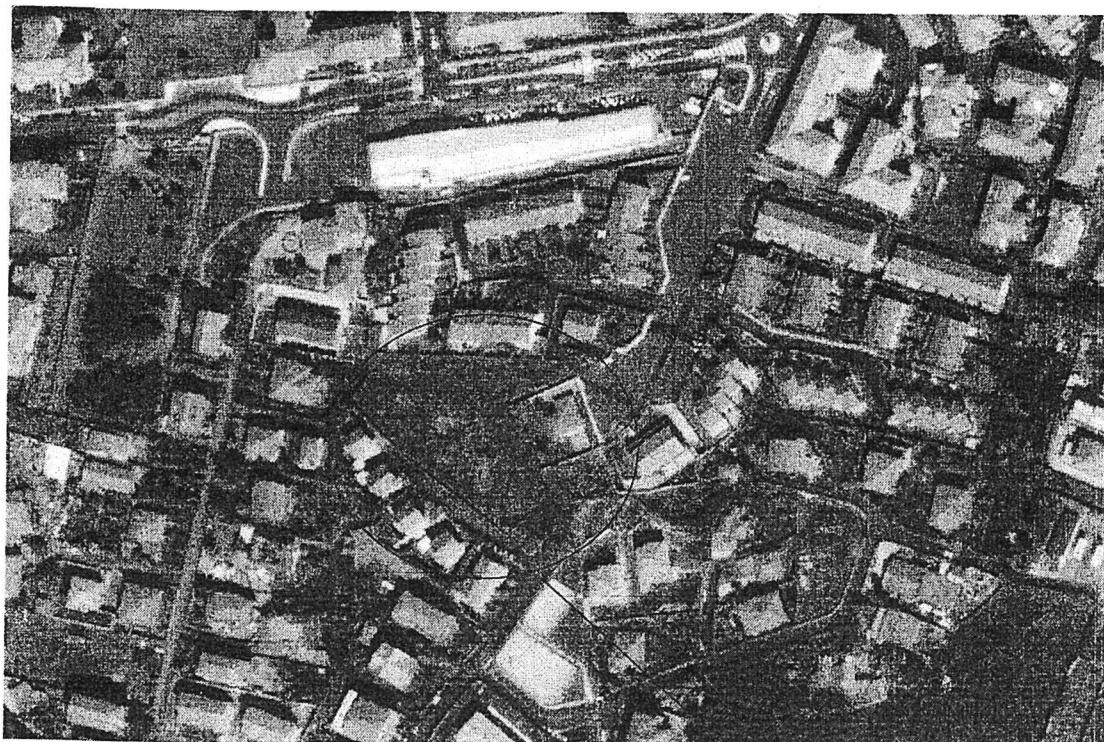
TREMESTIERI ETNEO, LI'

L'UFFICIO TECNICO COMUNALE

INDICE

1 - INTRODUZIONE	1
2 - CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	4
3 - LINEAMENTI DI IDROGEOLOGIA	7
4 - GEOLOGIA E SISMOTETTONICA DELL'AREA	15
5 - PROGRAMMAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE	24
6 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI MASSIMA	29
7 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	35

VEDUTA AEREA DELL'AREA



AREA INTERESSATA

2 - CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

La zona in questione, ubicata a nord-est dell'abitato di Catania in un'area interessata da un alto morfologico e mostra i tratti morfologici tipici delle aree vulcaniche e si caratterizza per la presenza di ampie coperture laviche, appartenenti ad eventi eruttivi succedutesi nel tempo.

L'ammasso superficiale, a parte un modesto strato, variamente spesso, di suolo agrario è rappresentato dal complesso vulcanico etneo, identificato come "colate laviche recenti" che racchiude una serie di prodotti ascrivibili al ciclo eruttivo del "Mongibello Recente".

I risultati delle indagini in nostro possesso derivanti da precedenti lavori eseguiti in zona e degli studi condotti nell'area, hanno consentito la stesura delle note di cui alla presente relazione.

Il sito in argomento è ubicato nell'estremo margine orientale della Tavoletta in scala 1:25.000 "MASCALUCIA IV - S.O." del Foglio 270 della Carta d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare, ad una quota topografica di circa 180 metri s.l.m.. Per l'esatta ubicazione si vedano le planimetrie allegate.

Le colate laviche ricoprono un substrato sedimentario di natura prevalentemente argillosa e argilloso-limosa.

Dal punto di vista morfologico il territorio presenta dei tratti tipici delle zone vulcaniche che sono naturalmente influenzati dalla natura dei terreni affioranti riferibili ad eventi eruttivi succedutesi nel tempo.

Particolarmente attivi sono i meccanismi di alterazione e pedogenesi che smantellano la parte superficiale delle coperture laviche riducendoli ad un ammasso di blocchi giustapposti.

L'area presenta un aspetto frastagliato del tipo "a gradoni", con zone pianeggianti, ubicate a quote topografiche diverse, separate da scarpate dovute alle particolari condizioni di affioramento dei terreni; infatti, esse coincidono con i limiti delle colate laviche a ridosso delle quali vengono spesso ammassati notevoli cumuli di blocchi.

Questi accumuli sono determinati dall'azione antropica che creando questi terrazzamenti ha permesso una salvaguardia ed utilizzazione del suolo connessa alle attività agricole.

In queste aree, come nelle zone laviche in generale, è abbastanza comune il ritrovamento di cavità di genesi alquanto varia. Queste cavità infatti, possono essere generate da bolle gassose nel magma, da fessure di alimentazione svuotate o da grotte di scorrimento lavico ed infine anche da particolari fenomeni denominati "ponti di lava".

Queste ultime fenomenologie si possono produrre ed evolvere nel tempo per il dilavamento delle scorie di base (rifusa) o eventualmente di paleosuoli sabbiosi isolando le bancate laviche sovrastanti.

Queste fenomenologie pur essendo prevedibili non sono sempre di facile individuazione e nell'avanzamento degli scavi è difficile prevedere con esattezza l'evenienza di questi, in genere modesti, fenomeni di instabilità.

Nel lotto in questione dai dati disponibili non è stata mai evidenziata la presenza di cavità.

Morfologia della zona

La morfologia di queste aree é costituita da una estesa copertura lavica storica con campi di lava massiva e compatta interrotti da affioramenti lavici di tipo scoriaceo e da livelli lavici di tipo vulcanoclastico.

Nell'insieme si osserva un'inclinazione generale del territorio verso sud e sud-est con locali dislivelli e rotture di pendio in stretta relazione con le caratteristiche litologiche e quindi con il diverso grado di erodibilità dei terreni affioranti, con la messa in posto delle colate laviche, e con le caratteristiche litostrutturali della zona.

Nella zona in questione non si evidenziano fenomeni di potenziale dissesto, per cui essa può considerarsi geomorfologicamente stabile sia per le caratteristiche geologiche che per l'assenza di disturbi tettonici diretti e, non ultimo, per le buone caratteristiche geomeccaniche dei terreni che agiscono a favore di una stabilità generale dell'area.

3 – LINEAMENTI DI IDROGEOLOGIA

I prodotti vulcanici etnei pur presentando, da un punto di vista idrogeologico, condizioni di permeabilità alquanto variabili, rappresentano nel complesso un unico grande acquifero vulcanico.

In effetti, i prodotti che costituiscono la successione eruttiva, proprio per le diverse e complesse condizioni di permeabilità, danno luogo a differenti e complesse modalità di circolazione idrica sotterranea.

In genere, comunque, le lave ed i prodotti piroclastici sciolti hanno una permeabilità alta, mentre i tufi compatti, le piroclastiti profondamente alterate e particolari prodotti effusivi quali "lahars", presentano valori di permeabilità ridotti.

Particolare rilievo assume la permeabilità "in grande" dovuta alla presenza di fessure e vuoti, con movimenti preferenziali delle acque sotterranee in corrispondenza e concordemente alle zone interessate maggiormente dalle lineazioni strutturali.

Infatti l'acqua delle precipitazioni efficaci, cioè al netto delle perdite per evapotraspirazione, si suddivide alla superficie del suolo in due frazioni: il ruscellamento e l'infiltrazione.

Il primo, che alimenta il deflusso superficiale convogliando le acque alla rete idrografica, è nell'area etnea in esame un fattore quasi del tutto trascurabile, in quanto la elevata permeabilità dei termini eruttivi facilita una rapida infiltrazione nel sottosuolo; ne è la prova la mancanza di un ben definito reticolo idrografico di superficie in tutto il massiccio e la presenza di una elevata circolazione sotterranea. Quest'ultima, ha sede principalmente nell'orizzonte costituito da prodotti lavici (vulcanici e vulcanoclastici) in quanto, come è già detto, tali litotipi posseggono requisiti di elevata permeabilità primaria e secondaria.

IN DEFINITIVA, Le condizioni litologiche della zona fanno sì che non possa esistere un vero e proprio sistema idrografico superficiale a causa dell'altissimo coefficiente di infiltrazione o di assorbimento delle lave dovute all'intenso reticolo di fessurazioni presenti nei livelli lavici.

All'interno dell'area, mancano quindi corsi d'acqua a carattere perenne e le poche incisioni presenti mostrano un deflusso occasionale in relazione con gli eventi piovosi più forti.

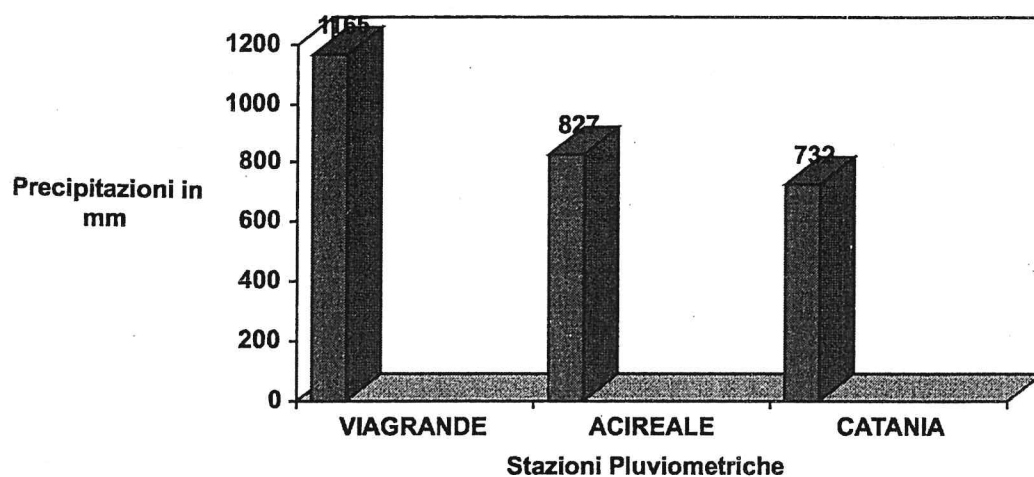
Climatologia

Pur restando nell'ambito delle caratteristiche generali di clima prettamente mediterraneo, valido per l'intera Sicilia, con precipitazioni concentrate nelle stagioni autunnali ed invernali a clima caldo arido e subarido, la posizione ed il rilievo del territorio in esame condizionano le caratteristiche climatiche dell'area.

La relativa ricchezza di precipitazioni con medie intorno ai 1000 mm/annui è dovuta oltrecchè al fatto che il Monte Etna costituisce il rilievo più alto della Sicilia, e agisce quale barriera di arresto delle nubi con conseguente condensazione e precipitazione dell'umidità atmosferica, anche alla vicinanza del mare.

Per un'analisi della distribuzione delle piogge nell'area studiata sono stati presi in considerazione i dati inerenti le stazioni pluviometriche di Viagrande, Acireale e Catania registrate nel cinquantennio da 1921 al 1970 (Annali Servizio Idrografico Italiano).

DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE



La distribuzione media annua per ognuna delle stazioni è la seguente:

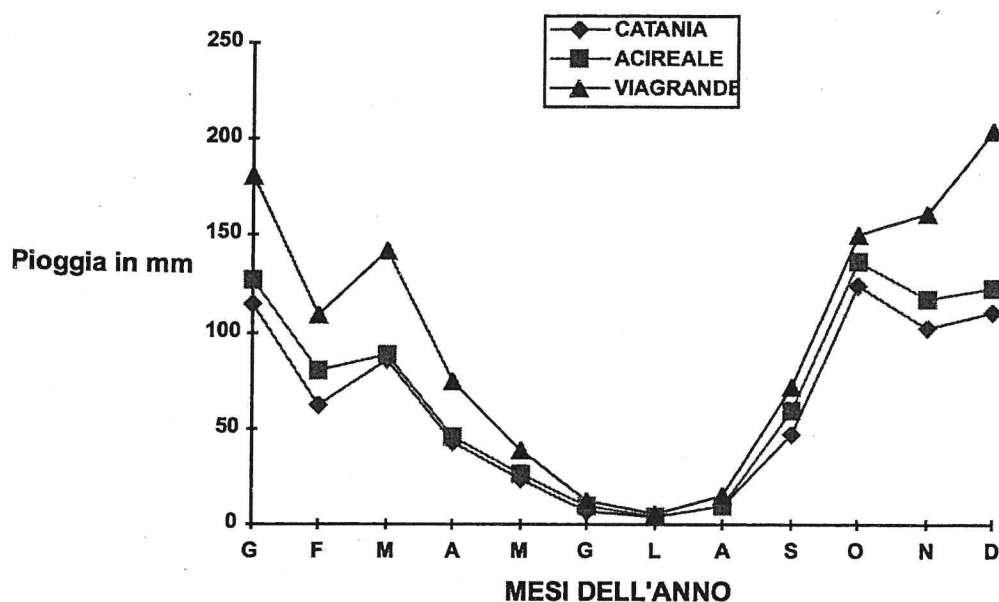
Viagrande: 1165 mm/anno

Acireale: 827 mm/anno

Catania: 732 mm/anno

In base alla media dei sudetti valori di piovosità risulta un valore di precipitazione media annua per la zona intorno a **900 mm/anno**.

PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI



L'andamento dei valori mensili, sempre relativamente allo stesso periodo, evidenzia l'irregolarità nella distribuzione delle piogge nei vari periodi dell'anno.

Frequentemente si hanno, infatti, mesi con scarsissima piovosità o addirittura di estrema siccità, seguiti da mesi con abbondanti precipitazioni.

I mesi più secchi sono giugno, luglio ed agosto mentre quelli più piovosi risultano essere i mesi invernali.

Permeabilità dei terreni

Se nel complesso si può senz'altro affermare che i terreni affioranti nell'area da un punto di vista idrogeologico, presentano una permeabilità medio-alta, particolarmente elevata in corrispondenza di fessure o cavità; si possono comunque distinguere le vulcaniti litoidi, con caratteristiche di ammasso roccioso fratturato, caratterizzati da una permeabilità "in grande" dovuta ai vuoti di varia natura presenti nell'ammasso roccioso ed il complesso brecciato ed i livelli vulcanoclastici dove la permeabilità anch'essa medio-alta è dovuta alla porosità dei terreni.

Complesso lavico prevalentemente roccioso

Le caratteristiche principali delle vulcaniti, dal lato idrogeologico, sono l'elevata permeabilità "in grande" legata ad una larga e variabile percentuale di vuoti di natura diversa.

Si va dalle bolle e vacuoli o da fessure beanti più o meno larghe, dovute a contrazione nel raffreddamento della lava, dalle cavità dovute allo svuotamento per deflusso della lava fluida al di sotto delle coperture formate da lava superficiale raffreddata e quindi consolidata, alle fessure dovute alla tettonica e spesso, in quest'ultimi casi, orientate in modo preferenziale.

Complesso vulcanico brecciato e/o vulcanoclastico

I livelli o formazioni vulcaniche frammentate in blocchi immersi in una matrice sabbiosa e soprattutto i livelli vulcanoclastici di tipo incoerente, ma sempre di granulometria grossolana, presentano una permeabilità di natura diversa legata prevalentemente alla porosità. Quindi anche se in questo caso si avrà un grado di permeabilità medio-alta, le caratteristiche di circolazione delle acque saranno alquanto diverse.

Comportamento idraulico dell'ammasso roccioso

Per la caratterizzazione di un ammasso roccioso sia da un punto di vista meccanico che idraulico è necessario richiamare le proprietà più complesse in quanto esso costituisce un mezzo discontinuo, eterogeneo ed anisotropo.

La complessità della descrizione del comportamento degli ammassi rocciosi è principalmente legata alla descrizione della loro frammentazione. Essa interviene a scala alquanto varia da quella microscopica a quella macroscopica.

Le fessure e le fratture che frammentano l'ammasso roccioso, offrono evidentemente all'acqua sotterranea dei percorsi privilegiati. La fratturazione gioca dunque un ruolo preponderante in idraulica delle rocce.

Un rapido calcolo mostra così che delle fessure anche piccole possono conferire una discreta permeabilità all'ammasso in generale.

In definitiva il comportamento idraulico dei massicci rocciosi è dunque strettamente legato alla natura, alla geometria ed alla distribuzione delle fratture.

L'approccio necessita dunque di un'analisi strutturale del mezzo che cerca di dare una descrizione spaziale della fratturazione e d'altra parte di analizzare tutti i parametri che hanno un ruolo nella circolazione delle acque sotterranee.

Le osservazioni di geologia strutturale hanno mostrato che in natura le fratture che frammentano i massicci rocciosi non hanno una orientazione arbitraria.

La loro distribuzione nello spazio è legata a fenomeni geologici e meccanici che intervengono durante la loro formazione; per cui le fratture possono essere raggruppate in famiglie.

Nel nostro caso si assiste ad una direzione di fratturazione principale di tipo subverticale legata ai meccanismi di messa in posto e di frammentazione delle colate laviche.

Mentre particolare importanza assumono le famiglie di fratturazione orientate prevalentemente NW - SE e WNW - ESE legate alla tettonica.

In pratica, l'analisi idrostrutturale dell'area ed un rilievo sistematico della fratturazione nelle zone direttamente interessate, unitamente allo studio delle lineazioni a scala più ampia dalle foto aeree, riferendosi anche a studi idrogeologici condotti da Autori vari nell'area pedemontana del massiccio etneo permettono di indicare le fratture di grande estensione e apertura ritenute idraulicamente efficaci e che quindi che sul piano idraulico hanno un ruolo importante.

In generale, queste ultime considerazioni permettono di valorizzare le famiglie più importanti sul piano idraulico, ignorando le famiglie di fratture secondarie ricche numericamente ma idraulicamente poco importanti.

In seguito a questo tipo di approccio è stato possibile determinare le direzioni di fratturazione principali da un punto di vista idraulico.

Una prima direzione di tipo subverticale assume importanza per i problemi idraulici essendo la più diffusa mentre per l'effetto scala quindi per l'estensione della fratturazione diventano particolarmente importanti le direzioni di fratturazione maggiori (NW-SE e WNW - ESE) legati alle lineazioni principali rilevate nell'area.

Circolazione idrica sotterranea

La variabilità litologica dei terreni eruttivi costituenti l'ammasso fa sì che anche il movimento delle acque ne risulti alquanto discontinuo e frazionato. Ciò non impedisce che si realizzino a grande scala condizioni di permeabilità elevata con flusso idrico verso il livello base verso cui tendono le acque di infiltrazione.

Siamo, in definitiva, in presenza di un complesso acquifero unico caratterizzato da una variabilità spiccata della permeabilità sia in senso verticale che orizzontale che, in genere, presenta una circolazione idrica di tipo basale.

Infatti, ad una infiltrazione verticale rapida in corrispondenza dei terreni lavici diffusamente fratturati o di piccole cavità, segue un'infiltrazione più articolata e lenta in corrispondenza di eventuali livelli piroclastici.

Ciò determina una circolazione idrica sotterranea alquanto complessa in cui le acque di infiltrazione raggiungono il substrato sedimentario seguendo delle linee di deflusso irregolari.

Una volta raggiunta la zona satura, le acque tendono, muovendosi lungo le linee di maggior pendenza, verso le zone più depresse del substrato con direzione generale verso la costa.

La circolazione idrica sotterranea nell'area presa in esame, avviene ad una profondità di circa 35 metri dal piano campagna, dove le acque meteoriche giungono dopo essersi infiltrate entro i termini vulcanici permeabili.

4 - GEOLOGIA E SISMOTETTONICA DELL'AREA

Per quanto riguarda l'inquadramento geologico regionale l'area in esame va inquadrata nel più ampio panorama del versante sud-orientale del M.te Etna.

L'Etna sorge in un contesto tettonico di tipo collisionale tra le placche Africana ed Europea, che a grande scala si estrinseca in quello che viene definito orogeno Alpino-Himalayano.

Più in dettaglio nel substrato etneo sono riconoscibili tre importanti elementi strutturali, che caratterizzano geologicamente la Sicilia orientale: l'Avampese ibleo, l'Avanfossa Gela-Catania e la Catena Appenninico -Magrebide.

L'edificio vulcanico etneo possiede una struttura irregolare data dalla sovrapposizione di innumerevoli mantelli lavici e tufacei attorno all'asse del cono, o meglio a più assi, al di sopra della parte basale sedimentaria.

La morfologia asimetrica del vulcano è legata al fatto che esso risulta costituito dalla giustapposizione e sovrapposizione di prodotti emessi da vari apparati eruttivi, formati in tempi diversi, ed i cui centri si spostarono da un punto a un altro, ed ebbero almeno un parziale collasso durante la loro esistenza, inoltre è complicata dalla presenza di aree con frequenti attività eruttive, come la frattura di Nordest che forma una distinta catena cosparsa di coni eruttivi.

Le litologie affioranti nelle aree indagate sono costituite essenzialmente da ampie colate laviche, mentre rari sono i livelli e le zone con prodotti vulcanici di tipo piroclastico.

Questi prodotti fanno parte delle unità vulcano-stratigrafiche appartenenti al "Mongibello recente".

Le vulcaniti affioranti nell'area possono essere distinte in base ai dati relativi alla loro posizione stratigrafica (e quindi alla loro età), allo stato di conservazione ed alla possibilità o meno di delimitare una colata in :

- a) Lave recenti e/o storiche
- b) Lave ben delimitabili
- c) Lave non delimitabili

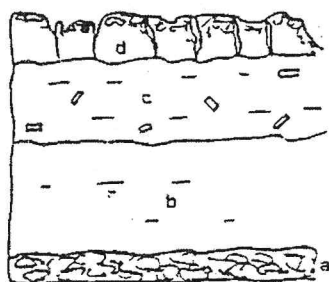
(Romano, Sturiale)

A quest'ultimo gruppo appartengono gli affioramenti lavici più antichi riferibili al passaggio fra il "Mongibello recente e antico" o come nel caso delle colate laviche dell'Ellittico riferibili direttamente al "Mongibello antico".

Le lave non delimitabili sono invece rappresentate da "dagale" risparmiate dalla sovrapposizione delle colate successive più recenti (Romano, Sturiale).

Le colate di lava sono per lo più separate fra loro da livelli scoriacei o brecciati, da livelli di alterazione, paleosuoli e livelli vulcanoclastici.

In genere molto diffuse sono nell'area le colate di lava tipo "a-a" caratterizzate da una parte centrale massiccia compresa fra due livelli di detrito scoriaceo o di breccia di flusso.



- d) *facies autobrecciata*
- c) *facies porfirica*
- b) *facies afirica*
- a) *scorie basali*

Schema di sezione tipo di colata basaltica (Metzeltin)

Particolarmente importante è il tipo di fratturazione che interessa la colata lavica; in genere si possono distinguere: giunti di raffreddamento che di solito isolano corpi prismatici irregolari, giunti tettonici e giunti sferoidali spesso dovuti all'alterazione.

Un caso importante è quello delle colate costituite da breccie autoclastiche che si formano per frammentazione di un flusso lavico in movimento e in via di raffreddamento.

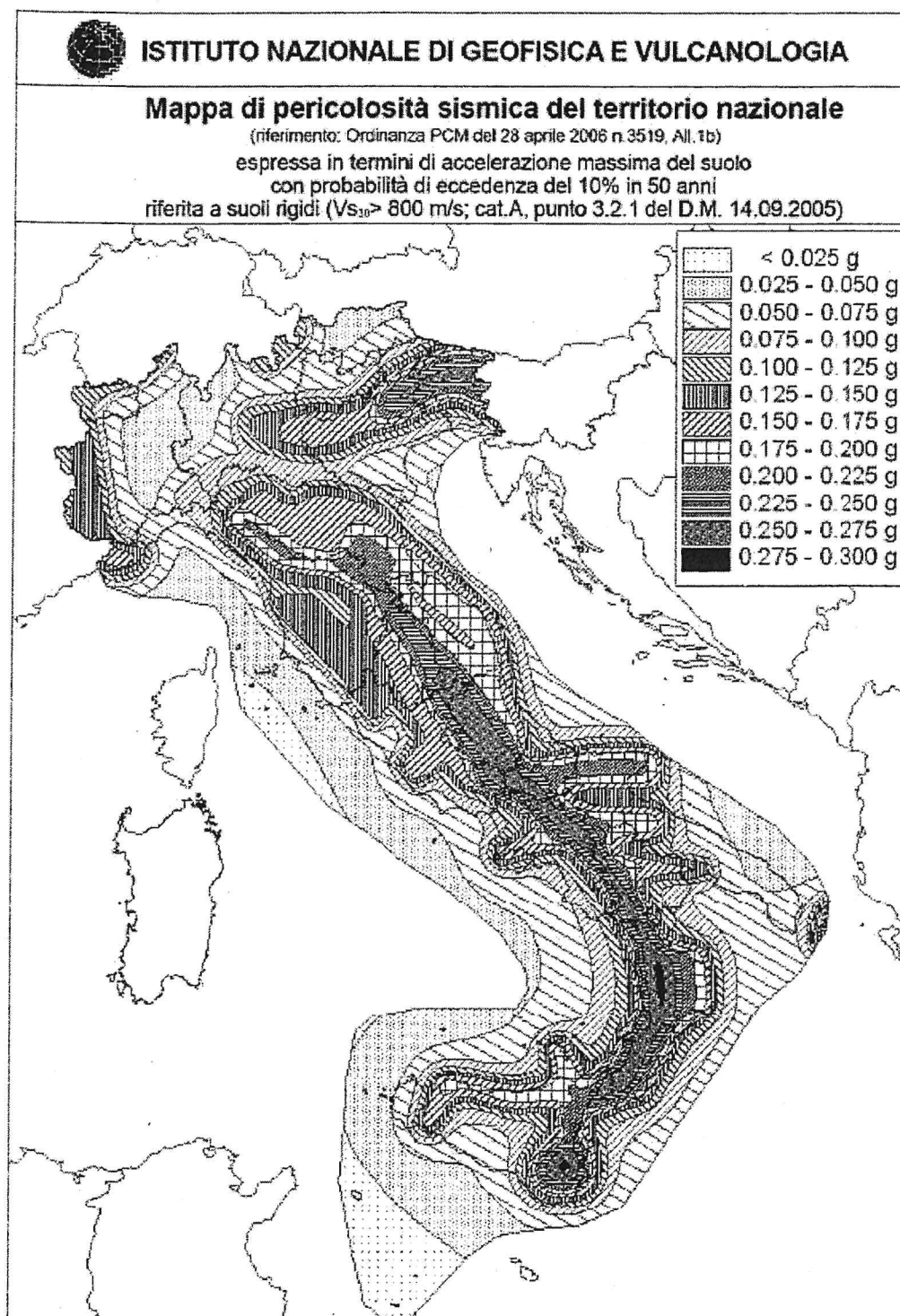
Caratteristiche sismotettoniche

L'attività del Mt. Etna si colloca in un quadro strutturale abbastanza complesso al passaggio fra l'Avampese Ibleo e la Catena settentrionale, lungo una fascia soggetta a forti tensioni che si evidenziano principalmente attraverso un sistema di linee tettoniche di tipo regionale con direzioni NE-SW e NW-SE.

L'attività sismica del versante sud-orientale dell'Etna è caratterizzata da terremoti che si verificano principalmente in connessione con l'attività eruttiva del vulcano.

Si tratta in genere di sismi superficiali di bassa magnitudo (generalmente $M \leq 4$) con caratteristiche di una elevata attenuazione e area megasismica limitata da cui derivano delle dimensioni ridotte delle aree di danneggiamento. Tra vulcanismo e tettonica intercorrono relazioni complesse.

Gli aspetti tettonici più comuni sono fratture e faglie. In generale, perlomeno in superficie, prevale la tendenza alla tettonica distensiva con faglie normali di distensione con rigetti verticali sottolineati da scarpate morfologiche associati a movimenti orizzontali.



Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale

La classificazione vista sopra, è stata successivamente integrata dall'Ordinanza PCM. n. 3519/2006, con la pubblicazione della mappa della pericolosità sismica di riferimento per tutto il territorio nazionale e della seguente tabella che attribuisce i valori di a_g orizzontale massima da utilizzarsi per la costruzione degli spettri di risposta, così come riportato nelle precedenti Norme *Tecniche per le Costruzioni del 2005* (D.M. 159/2005).

In pratica, per effetto del periodo transitorio di applicazione e delle successive proroghe, il D.M. 159/2005 è risultato vigente soltanto per pochi giorni, sostituito dall'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008). Queste ultime norme impongono nuovi e precisi criteri prestazionali di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" sopra citate e della definizione di una <<pericolosità di base>> fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*c). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV.

ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI [a_g]	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MASSIMA CONVENZIONALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO [a_p]
1	$0,25 < a_g \leq 0,35 \text{ g}$	$0,35 \text{ g}$
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	$0,25 \text{ g}$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	$0,15 \text{ g}$
4	$\leq 0,05 \text{ g}$	$0,05 \text{ g}$

Queste recenti valutazioni sui criteri per l'individuazione delle zone sismiche, formazione e aggiornamenti degli elenchi delle medesime zone, riconfermano il territorio del Comune di Catania tra le aree ricadenti in zona 2 (ex II^a categoria della classificazione di cui al D.M. 23.09.1981 "Aggiornamento delle zone sismiche della Regione Sicilia"). Per queste aree ricadenti in zona 2 si prevede una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g) = 0,25, con probabilità pari al 10% nei prossimi 50 di una accelerazione orizzontale $a_g/g = 0,15 - 0,25$.

La categoria di suolo di fondazione è presuntivamente del tipo "B" riferita a "suoli" addensati ghiaioso – sabbiosi con spessori superiori a 10 metri, caratterizzati da valori di $360 \text{ m/s} < V_{s30} < 800 \text{ m/s}$ anche in presenza di eventuali strati di alterazione superficiali aventi spessore massimo di 5.0 metri.

La normativa impone oltre alla caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo cioè di quella parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso, la identificazione della categoria di sottosuolo;

La classificazione sarà effettuata in base alla misura diretta dei valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

La realizzazione del progetto richiede una migliore e approfondita conoscenza della risposta sismica locale. ***E' necessario ed utile quindi integrare l'esplorazione di superficie con una specifica indagine geofisica.*** Si farà pertanto ricorso ad uno studio geofisico costituito dall'esecuzione di misure microvibrazionali (sismica passiva e attiva) realizzate con procedure e metodologie di esecuzione ed elaborazione che consentono di ottenere una adeguata caratterizzazione dinamica dell'area, verificare l'uniformità della risposta sismica locale e/o individuare evidenze diverse che possano richiedere un approccio ingegneristico differenziato per le diverse unità strutturali.

Definizione litostratigrafica

Alla luce delle osservazioni condotte sul terreno e dai dati disponibili in letteratura nell'area affiorano delle lave attribuibili alle colate laviche del 122 a.c.

Si tratta delle lave più diffuse sul territorio comunale, esse fanno parte della formazione dei M.ti Trigona. L'eruzione di tipo sempre Regionale eccentrica avvenne a 2Km a sud di Trecastagni ad una quota di 425 m. s.l.m., la direzione della colata era verso Sud in direzione di Catania.

In affioramento si presentano spesso brecciate ed a luoghi alterate con intercalazioni di materiali piroclastici e vulcanoclastici.

Queste colate laviche sono state oggetto di un diffuso terrazzamento antropico per cui, spesso, sono ricoperti da suolo e/o detriti superficiali.

Il carattere tipico della colata in questione, è di presentarsi in affioramento suddivisa in grossi blocchi e banchi,

Le lave si presentano in affioramenti massivi di colore grigio chiaro con cristalli di olivina, augite e plagioclasti, particolarmente evidenti sono le microfratturazioni per contrazione termica della massa durante la fase di solidificazione.

Il carattere principale che distingue questa colata dalle altre, è quello di presentarsi in grossi banchi, in alcuni punti disarticolati, con cavità di modeste entità presenti in seno al litotipo, come evidenziato in alcune sezioni di scavo; essa presenta, inoltre, un'alterazione maggiore rispetto alle altre aree di affioramento, poiché l'azione degli agenti atmosferici è stata più attiva essendo le rocce più esposte all'azione idrometeorica.

Le colate di lava sono per lo più separate fra loro da livelli scoriacei o brecciati, da livelli di alterazione, paleosuoli e livelli vulcanoclastici.

5 – PROGRAMMAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

In questa fase si è proceduto ad un'analisi d'insieme delle caratteristiche generali per accertare la fattibilità dell'opera in progetto. A tal fine, è stata valutata la stabilità di insieme della zona, prima ed a seguito della eventuale costruzione del manufatto in progetto ed i problemi specifici dell'opera. Per cui si sono raccolti i dati necessari per delineare, a grandi linee, la struttura del sottosuolo ed individuare i vari tipi di terreni.

Inoltre, sono state descritte le caratteristiche topografiche e geomorfologiche della zona, il regime delle acque sia superficiali che sotterranee, i dati geotecnici noti sull'area e deducibili dalla letteratura.

In questa fase è stata programmato uno studio geognostico attraverso una campagna d'investigazione al fine di approfondire la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo. Si tratta di una campagna d'indagini con integrate diverse metodologie con prove geofisiche e sondaggi geognostici.

L'analisi di questi dati, necessaria per la caratterizzazione litotecnica dei terreni, la definizione della successione litostratigrafica puntuale e per una parametrizzazione dei litotipi incontrati sarà utilizzata per una caratterizzazione del sito da un punto di vista sismico.

In definitiva sono stati previsti :

- N.1 Sondaggi a carotaggio continuo spinti ad una profondità di 30ml attrezzato per prove sismiche e misure in foro (con eventuali prove SPT sui livelli incoerenti sabbiosi.)
- N.1 prove sismiche tipo down-hole spinta fino alla profondità di 30ml;
- N. 2 punti di campionatura di misure microvibrazionali (sismica passiva e attiva) realizzate con procedure e metodologie di esecuzione ed elaborazione che consentono di ottenere una adeguata caratterizzazione dinamica dell'area, verificare l'uniformità della risposta sismica locale e/o individuare evidenze diverse che possano richiedere un approccio ingegneristico differenziato per le singola unità strutturali

Vista l'estrema difficoltà, anche per l'eterogeneità e variabilità latero-verticale dei terreni lavici, le indagini sul terreno si prefiggono di acquisire anche tutti quei dati necessari per lo studio della risposta sismica dei terreni e per la valutazione del comportamento sismico.

Le modalità operative delle indagini si uniformano alle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" elaborate dalla Commissione A.G.I. e pubblicate nel 1977.

Le indagini saranno condotte ai sensi del D.M. 21.01.1981 e nel rispetto delle modifiche e degli aggiornamenti dettati dal D.M. 11.03.1988 ed alla legge del 02/02/1974 n. 64 e successive integrazioni ed aggiornamenti, riguardanti rispettivamente :

- Norme tecniche riguardanti le indagini sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Inoltre, essa mira alla definizione dell'assetto geologico-stratigrafico del sito e delle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche in conformità alla nuove norme tecniche 2008

Sondaggi geognostici

Le perforazioni mediante sondaggi geognostici a rotazione ed a carotaggio continuo hanno lo scopo di ricostruire il profilo stratigrafico mediante l'esame delle carote estratte, consentire il prelievo di campioni indisturbati del terreno per la determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche.

La perforazione sarà effettuata con rivestimento a seguire tranne nei tratti lapidei compatti e quindi autoportanti. La stabilità del foro verrà assicurata sia con manovre di estrazione a bassa velocità nel tratto iniziale del foro per ridurre "l'effetto pistone" sia mantenendo il battente di fluido in colonna sempre il più alto possibile.

Nel corso della perforazione verrà rilevata la stratigrafia del terreno attraversato, oltre alle caratteristiche relative alle velocità di avanzamento, perdite di fluido di circolazione, rifluimenti in colonna, manovre di campionamento o prove non condotte a termine, rilievi della falda, etc...

In definitiva con i sondaggi si cercherà di fornire al progettista un quadro stratigrafico sufficientemente dettagliato del volume di sottosuolo interessato o interessabile dal progetto, la natura delle principali formazioni incontrate, il loro andamento plano-altimetrico nell'ambito della volumetria di interesse.

Nei sondaggi sarà, inoltre, possibile misurare il livello della falda freatica, se presente.

Il prelievo di campioni indisturbati permetterà di fornire campioni rappresentativi a varie profondità delle varie formazioni tali da consentire gli esami e le prove di laboratorio. Lo scopo delle prove di laboratorio è quello di ricavare i parametri fisici e meccanici di un terreno.

Prove penetrometriche dinamiche (S.P.T.)

La resistenza alla penetrazione è una conveniente proprietà per la classificazione dei terreni e la stima delle principali caratteristiche di resistenza meccanica.

La *Standard Penetration Test* (S.P.T.) viene eseguita nei fori di sondaggio e può sostituirsi al prelievo di campioni nei livelli vulcanici di tipo incoerente con caratteristiche granulometriche medio-grossolane come le sabbie, ghiaie fini ed i terreni con una consistente percentuale di esse.

L'esecuzione della prova consiste nel misurare il numero di colpi di NSPT necessario a far penetrare per 30 cm nel terreno un tubo campionatore dopo aver effettuato un avanzamento preliminare di 15 cm, necessario all'attraversamento di possibili detriti presenti sul fondo dello scavo.

La prova va effettuata seguendo la procedura consigliata nelle raccomandazioni dell'A.G.I. 1977.

Dall'originario scopo di risalire, in funzione del numero dei colpi, allo stato di addensamento del terreno ed alla definizione di alcuni parametri geotecnici utili alla successiva identificazione delle caratteristiche litologiche, la prova trova larga diffusione negli studi di risposta dinamica dei terreni.

INDAGINI GEOFISICHE

Lo studio tenderà alla caratterizzazione dinamica dell'area attraverso una valutazione degli effetti sismici, con le relative amplificazioni locali, attraverso un modello di calcolo della risposta sismica utilizzando dei procedimenti di simulazione.

La valutazione degli effetti dell'amplificazione superficiale sarà effettuata utilizzando i parametri elastici dei terreni compatibili con le accelerazioni di picco di progetto. Per cui si tenderà di parametrizzare il sottosuolo attraverso le caratterizzazioni geolitologiche e sismiche degli strati che lo compongono.

In particolare i dati necessari, da acquisire sperimentalmente, sono oltre alla ricostruzione litostratigrafica dettagliata dei siti, i moduli elastici dinamici principali, le densità ed i coefficienti di smorzamento dei terreni. Per ottenere questi dati saranno effettuati una prova geofisica in foro .

Prove sismiche in foro tipo Down-Hole

Il foro del sondaggi spinti a 30ml, saranno rivestiti con tubi in P.V.C. per l'esecuzione di prove sismiche tipo down-hole.

Tali prove si basano sulla determinazione dei tempi di propagazione delle onde sismiche sia di taglio che longitudinali tra una sorgente collocata in prossimità della bocca del foro ed uno o più geofoni posti a profondità diverse e fissati contro le pareti del foro; le misure saranno effettuate con un intervallo fra i geofoni di 1.5/ 2 metri.

I tempi di arrivo delle onde sismiche al geofono, posto a varie profondità, permettono di avere delle velocità intervallari che rappresentano la velocità media delle formazioni presenti fra due posizioni del geofono nel foro.

Dal confronto fra queste velocità e la stratigrafia del sondaggio è possibile associare delle velocità sismiche e quindi dei parametri elastici e geotecnici a precisi livelli litologici.

Prova sismica passiva

Prova sismica passiva per la valutazione della risposta sismica di sito mediante l'acquisizione di rumore sismico per una finestra temporale di registrazione in continuo non inferiore a 20 minuti e registrato con geofono 3D avente periodo di oscillazione non superiore a 1 Hz e collegato ad una stazione sismometrica con risoluzione 16 - 24 bit. E' compresa l'elaborazione dei dati con tecniche spettrali FFT sulle tre componenti del moto del suolo nonché la restituzione del rapporto H/V per la valutazione della frequenza del sito e di eventuali effetti di amplificazione sismica locale:

6 - DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI MASSIMA

Nel sito direttamente interessato dal tracciato affiorano in superficie prodotti lavici derivati dallo smantellamento delle colate laviche recenti sottostanti. Questo livello brecciato vulcanico è a volte surmontato da uno strato di suolo agrario di tipo sabbioso e/o da accumuli di blocchi di natura vulcanica.

Verso il basso seguono le colate laviche recenti non datate (122 a.C.), estremamente compatte e poco fratturate con sistemi di fratturazione ad andamento irregolare, con fratture più o meno larghe, legate ai processi di raffreddamento o a frammentazione in blocchi durante la colata stessa.

Essi affiorano in banchi litoidi con spessori alquanto variabili, e con la presenza all'interno della stessa colata di livelli lavici scoriacei e vacuolari o ancora di livelli autobrecciati, in funzione sia dei fenomeni di degassamento del magma che dei fenomeni di raffreddamento che naturalmente fanno sì che si abbia una estrema variabilità litologica e di conseguenza geomeccanica.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geomeccanica si sono organizzati ed elaborati i dati di sondaggi e prove, in base alle finalità previste: definizione dettagliata della stratigrafia; valutazione degli spessori delle formazioni superficiali e delle colate di lava del substrato; determinazione dei parametri geotecnici caratterizzanti le diverse unità.

Qui di seguito vengono descritti ed analizzati i caratteri geotecnici dei materiali incontrati e riportati nella litostratigrafia allegata raggruppandoli schematicamente in più gruppi:

- **Suolo agrario e/o riporti**
- ***Materiali lavici scoriacei e vacuolari***
- ***Materiali lavici litoidi poco fratturati***

1) Suolo agrario e/o riporti

Si tratta di materiali sabbiosi costituenti il suolo agrario ed il substrato delle specie vegetali. Sono di colore bruno con frammenti vegetali con scarso grado di addensamento.

Lo spessore del suolo agrario è alquanto variabile, in ogni caso compreso fra 0.0 e 2.0 metri dal p.c.

Le caratteristiche geotecniche di questi materiali sono ovviamente alquanto scadenti con coesione nulla data la natura sabbiosa e con angoli di attrito interno bassi.

Le velocità sismiche di questi terreni sono sempre inferiori ai 500m/sec, caratteristiche appunto di suoli areati superficiali con caratteristiche di addensamento scadenti.

I riporti superficiali sono costituiti da accumuli di blocchi e ciottoli lavici ammassati dall'azione antropica. Pur se scarsamente addensati quando opportunamente contenuti e distribuiti costituiscono un buon substrato.

Essi si collocano frequentemente a ridosso dei margini delle colate laviche creando delle scarpate che separano zone pianeggianti situate su livelli diversi.

Geotecnicamente sono alquanto difficili da classificare ed i loro parametri geotecnici ed il loro comportamento geomeccanico dipende molto dalle condizioni locali (incastrati dei blocchi, condizioni morfologiche del sito, etc.)

Possono essere assimilati ad un terreno granulare permeabile che pur costituendo un terreno di fondazione mediocre, necessita di una verifica puntuale e attenta della stabilità.

Materiali lavici scoriacei e vacuolari

Si tratta di lave scoriacee e vacuolari di colore grigio chiaro diffusamente fratturate con sistemi di fratturazione ad andamento irregolare, con fratture più o meno larghe, legate ai processi di raffreddamento o a frammentazione in blocchi durante la colata stessa.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni litoidi di tipo lavico appare complessa per la difficoltà di uniformare l'intera formazione a caratteristiche geomeccaniche ben definite.

L'analisi geomeccanica si è articolata su osservazioni della fratturazione condotte in corrispondenza degli affioramenti presenti nell'area.

L'elevato grado di fratturazione congiuntamente all'alterazione fanno sì che questi materiali siano assimilabili ad un insieme di frammenti a spigoli vivi giustapposti e combacianti dotati nel loro insieme di elevati valori di attrito interno e coesione nulla.

Da un punto di vista litologico si tratta di lave frastagliate spesso alterate e fratturate in superficie di colore grigio chiaro.

PARAMETRI GEOMECCANICI

C	0 – 0,5Kg/cmq	Coesione
Ø	35°- 40°	Angolo di attrito interno
R	200-750Kg/cmq	Resistenza alla compressione semplice
Y	1.9 – 2.0t/mc	Peso di volume

Il coefficiente di Winkler può essere indicativamente valutato, in funzione anche della geometria delle fondazioni, con formule empiriche in $K = 8-10 \text{ Kg/cm}^2$.

Materiali lavici litoidi poco fratturati

Si tratta delle stesse colate laviche in banchi che spesso sono distinti dai precedenti ai fini della ricostruzione dei livelli litologici delle velocità sismiche misurate sapendo che queste ultime sono collegate alle condizioni di minore fratturazione dell'ammasso. Questa classificazione risente comunque della incertezza dovuta alla incapacità delle misure sismiche a rifrazione di determinare terreni a velocità minore sottostanti bancate laviche.

I sistemi di discontinuità rilevati non presentano sostanziali differenze in termini di giacitura;

dall'esame comparato emerge la prevalenza relativa dei sistemi di fratture orientate fra NNW - SSE e secondariamente NW - SE concordemente alle direttrici tettoniche principali. Mentre nettamente subordinati per rappresentatività e consistenza numerica sono gli allineamenti N - S.

La caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso in esame è stata ottenuta attraverso l'applicazione della classificazione **RMR System** (Bieniawski).

La spaziatura delle famiglie di discontinuità individuate varia fra 0.3 e 0,7 metri; le dimensioni medie delle fratture sono in larga prevalenza comprese fra 2.0 e 3.0 metri con una persistenza lineare media (I.S.R.M. 1978).

In complesso le discontinuità si presentano generalmente accostate anche se localmente sono riscontrabili fratture beanti con aperture anche apprezzabili.

Inoltre, le discontinuità si presentano per lo più ondulate e lisce con assenza di riempimento.

Dall'insieme dei dati su esposti si è ricavato inoltre forma e dimensione del blocco rappresentativo dell'ammasso roccioso esaminato; esso assumerebbe una forma cubica di medie dimensioni con un indice volumetrico delle discontinuità

$$J_v = 14 - 18 \text{ fratture/mc.}$$

Dall'indice volumetrico delle discontinuità è possibile ricavare empiricamente il valore dell'indice R.Q.D. :

$$R.Q.D. = 115 - 3.3 * J_v = 50\%-70\% \text{ circa}$$

Tale valore empirico concorda con quello indicativo derivato dall'osservazione di una sostanziale integrità dell'ammasso roccioso.

I valori di compressione monoassiale noti sui materiali basaltici del genere sono superiori a 750Kg/cmq.

La classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso studiato è stata condotta adottando la *Geomechanics Classification di Bieniawski (1973)*. Come è noto la Geomechanics Classification utilizza i parametri fondamentali precedentemente descritti, ai quali viene assegnato un indice numerico :

PARAMETRI GEOMECCANICI E CLASSI DI QUALITA'

<i>Parametri</i>	<i>Stazione di misura</i>
Resistenza alla compressione	7
Indice R.Q.D.	13
Spaziatura	15
Condizioni discontinuità	15
Condizioni idrauliche	15
<i>Indice RMR</i>	61
<i>Markland test</i>	-5
RMR corretto	56
Classe di qualità	III

BIENIAWSKI modificato (1985)

La classificazione geotecnica può essere effettuata utilizzando le tabelle fornite da Bieniawski :

Proprietà meccaniche e comportamento degli ammassi rocciosi

N = Σn_i	0-25	25-50	50-70	70-90	90-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITA' DELL'AMMASSO	molto scadente	scadente	Discreta	buona	ottima
C (Kg/cm ²)	>1	1-1.5	1.5-2.0	2.0-3.0	>3.0
φ (°)	<30°	30°-35°	35°-40°	40°-45°	>45°

CLASSIFICAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI
Indice RMR (Rock Mass Rating)
Bieniawski 1979

Sulla base dei valori degli indici parziali assegnati ai sei parametri di base, si è ricavato un valore medio dell'indice RMR di 56 che permette di attribuire l'ammasso alla III classe di qualità indicata come discreta e caratterizzabile con i seguenti parametri geotecnici :

C	1.5 Kg/cm ²	Coesione
\varnothing	35°	Angolo di attrito interno
R	750-1100Kg/cm ²	Resistenza alla compressione semplice
Y	2.4-2.6 t/mc	Peso di volume

In definitiva, da un punto di vista geomeccanico, questi materiali possono essere assimilati ad un ammasso roccioso compatto e poco fratturato a banchi medi e grossi stabile. La leggera instabilità può in genere manifestarsi limitatamente a pochi blocchi o lastre di lava disgiunti localmente dall'insieme.

Il coefficiente di Winkler può essere indicativamente valutato, in funzione anche della geometria delle fondazioni, con formule empiriche in $K = 20-30 \text{ Kg/cm}^2$.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella presente relazione vengono illustrati, dal punto di vista geomorfologico e geologico, le condizioni della fascia di terreno interessata dal progetto di realizzazione di una tensostruttura per impianto sportivo di esercizio polivalente in via degli ulivi nel territorio del Comune di Tremestieri Etneo.

L'indagine geologica svolta nell'area ha evidenziato la presenza di materiali di natura vulcanica riferibili alle colate laviche del 122. Le litologie affioranti nelle aree indagate sono costituite essenzialmente da ampie colate laviche, mentre rari sono i livelli e le zone con prodotti vulcanici di tipo piroclastico. Questi prodotti fanno parte delle unità vulcano-stratigrafiche appartenenti al "Mongibello recente".

Le lave non delimitabili sono invece rappresentate da "dagale" risparmiate dalla sovrapposizione delle colate successive più recenti (Romano, Sturiale). Le colate di lava sono per lo più separate fra loro da livelli scoriacei o brecciati, da livelli di alterazione, paleosuoli e livelli vulcanoclastici.

In genere molto diffuse sono nell'area le colate di lava tipo "a-a" caratterizzate da una parte centrale massiccia compresa fra due livelli di detrito scoriaceo o di breccia di lava.

Dall'analisi dei dati noti, si sono rilevate successioni estremamente irregolari di spessori di lava a diverso livello di fratturazione, a volte intercalati da passaggi assimilabili a rifusa o a lava estremamente fratturata.

Le fondazioni dell'opera insistono sulla parte sommitale dei corpi lavici costituiti da un insieme di elementi lapidei a spigoli vivi, combacianti e giustapposti immersi in una matrice sabbiosa

Questi materiali presentano complessivamente buone caratteristiche geomeccaniche, l'area interessata dagli edifici in progetto è, inoltre, inserita in un contesto geomorfologicamente stabile.

Le fondazioni previste saranno di tipo diretto e strutturalmente conformi alle norme che la legge antisismica contempla avendo cura che il piano di posa sia sostanzialmente omogeneo secondo le norme del buon costruire.

In detto contesto i cedimenti attesi saranno del tutto trascurabili ed in ogni caso considerata la natura dei materiali essi saranno di tipo immediato e si esplicheranno contemporaneamente all'applicazione dei carichi.

A tal riguardo sarà opportuno eseguire le opere fondazionali sempre su livelli litologici omogenei.

I dati morfologici e le caratteristiche geomeccaniche, nonché i dati strutturali, indicano che non si pongono particolari problemi, da un punto di vista geologico e geotecnico alla realizzazione delle opere.

Le previsioni progettuali indicano spessori dei livelli lavici, costituiti da sovrapposizioni di lave e rifusa, superiori a 100 metri dal piano campagna.

Ai fini comunque della definizione delle condizioni litologiche e litostratigrafiche del sito, nonché dell'esatta caratterizzazione geomeccanica dei terreni interessati, così come previsto dalle norme vigenti, in fase esecutiva saranno eseguite delle indagini in situ la cui programmazione è stata precedentemente esposta.

In fase esecutiva sulla base dei risultati delle indagini verranno quindi affrontate le problematiche relative alla caratterizzazione del sito da un punto di vista sismico


Dott. Giovanni SALERIA
N° 784
36

SCHEMA GEOLITOLOGICO DELL'AREA

Scala 1/10000



LEGENDA

Elementi litologici



COLATE LAVICHE DEL 1408



COLATE LAVICHE DEL 1381



COLATE LAVICHE DEL 122 a. C.



LAVE A MORFOLOGIA DEGRADATA

Elementi morfo-strutturali



SCARPATE DI FAGLIA
sismogenetiche e/o attive



LINEE DI FAGLIA
presunte se tratteggiate



LINEE STRUTTURALI
interessate da creeping



FESSURA ERUTTIVA

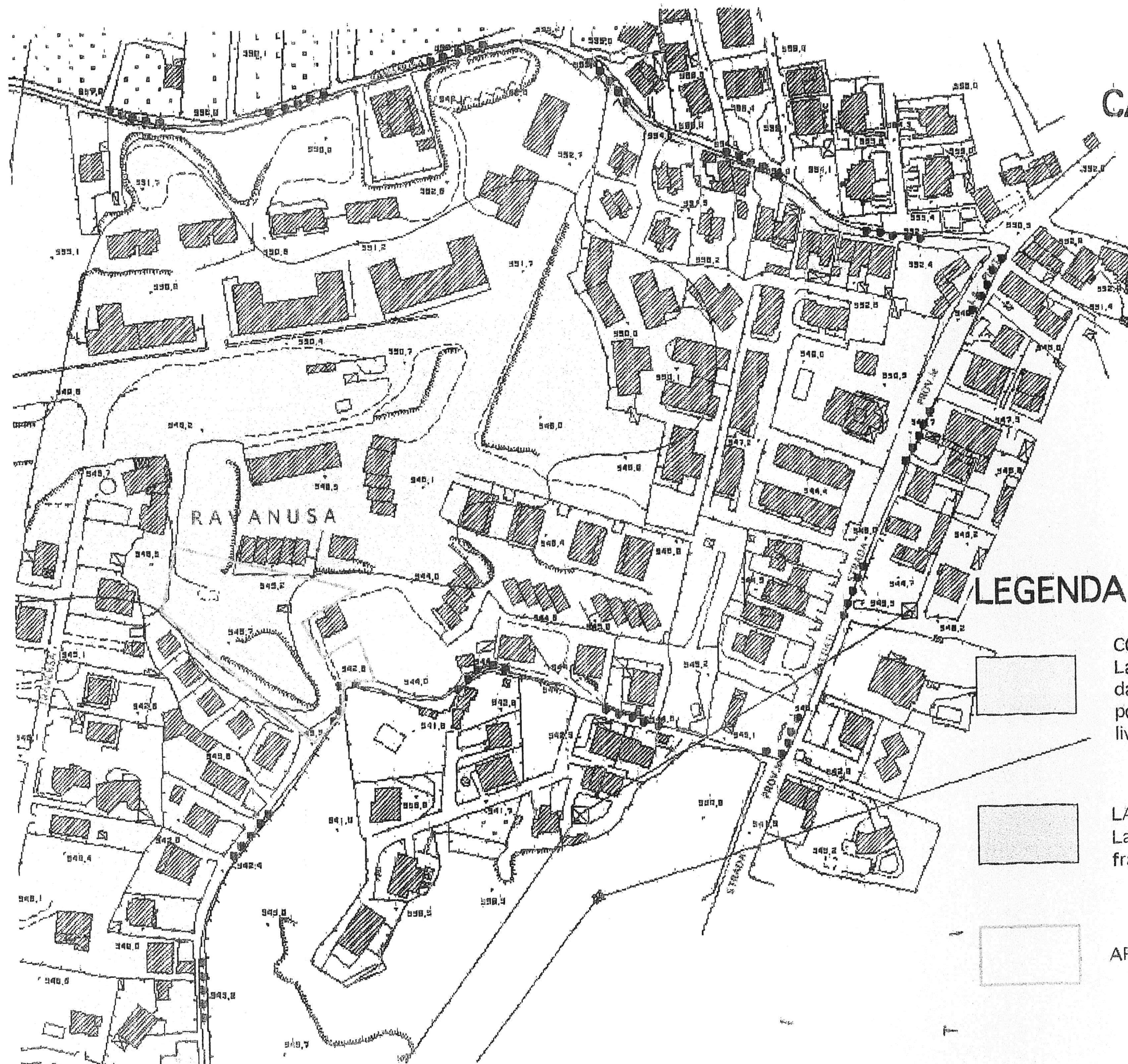


UBICAZIONE DELL'AREA

COMUNE DI TREMESTIERI ETNEO

CARTA GEOLITOLOGICA

SCALA 1/2000



CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA 1 / 2000

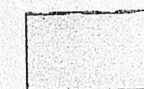
LEGENDA

ELEMENTI LITOLOGICI

MATERIALI DI COPERTURA
Suoli vulcanici superficiali della coltra detritica superficiale. Si tratta di materiali fortemente alterati e pedogenizzati, che ricoprono in maniera discontinua le unità del substrato vulcanico litoidi e/o incoerente.



Substrato vulcanico



MATERIALI VULCANICI LITOIDI
Lava scoriacea estremamente frantumata e frammentata, prodotti di tipo vulcanoclastico e rifusa alternate a bancate laviche recenti e storiche fessurate di colore grigiastro

ELEMENTI MORFOLOGICI

SCARPATE



AFFIORAMENTI ROCCIOSI



DAGALE



ELEMENTI ANTROPICI

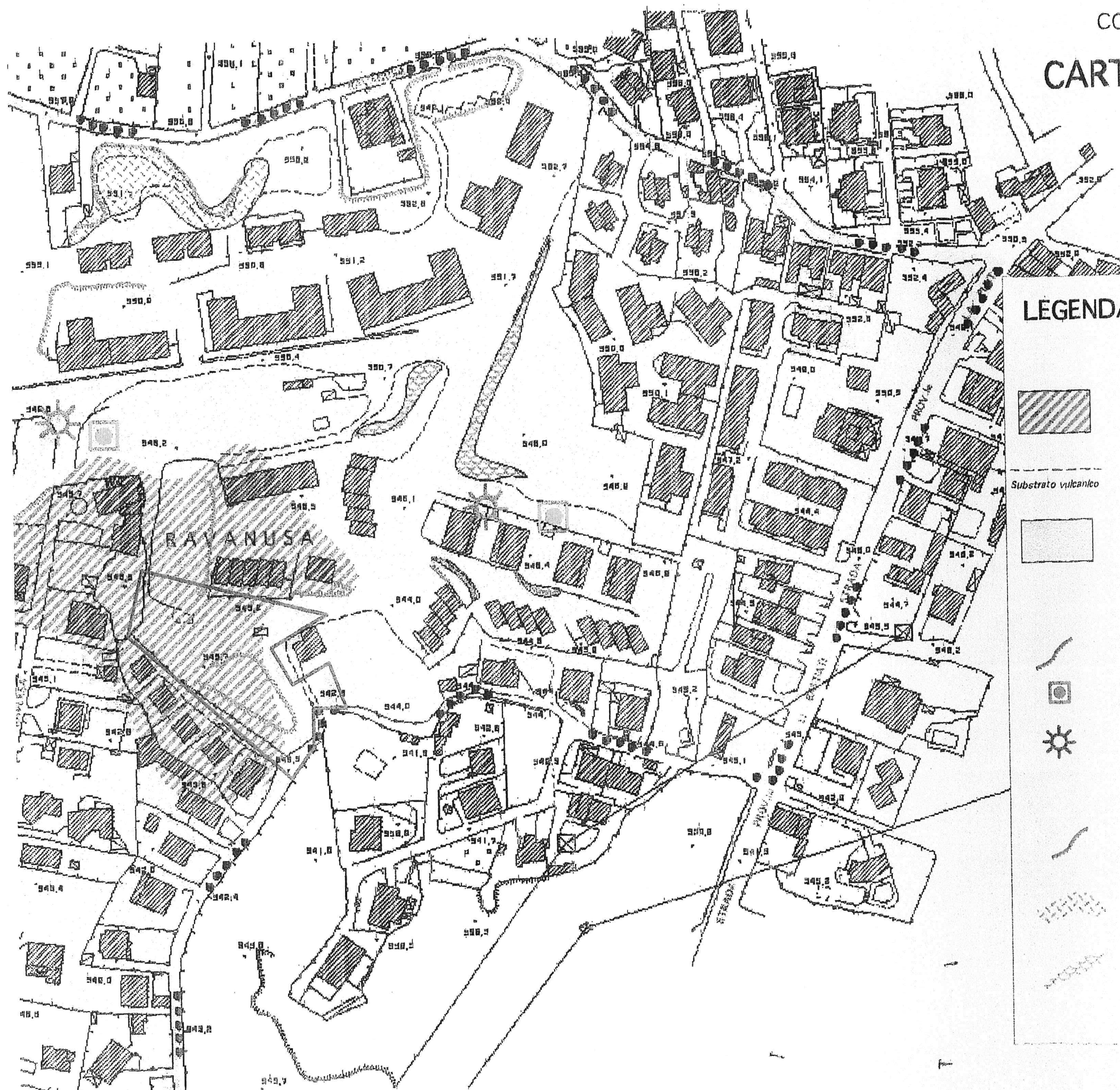
SBANCAMENTI

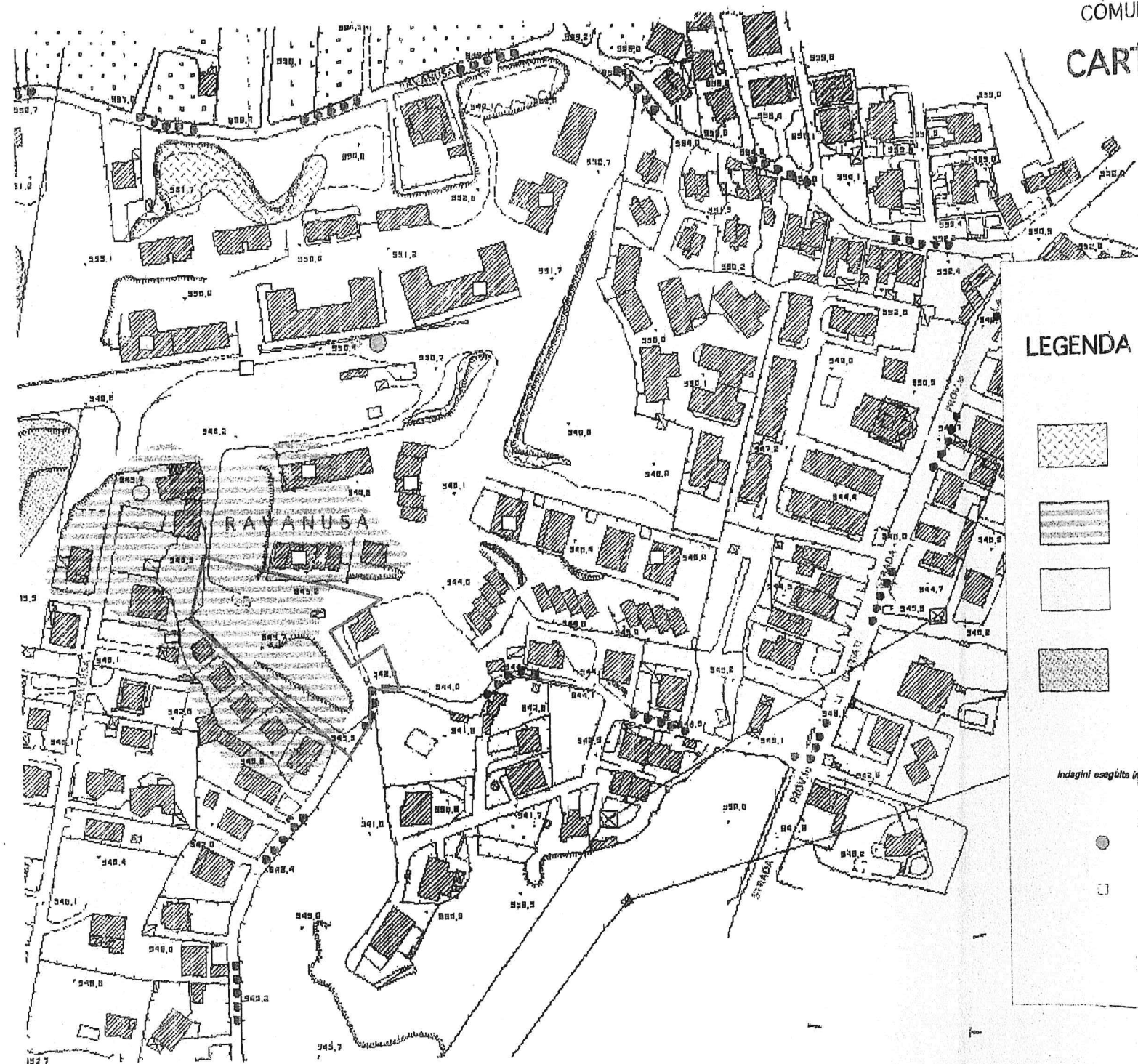


DETRITI, RIPORTI ED ACCUMULI DI ORIGINE ANTROPICA



ACCUMULI E BASTIONI DI SCORIE



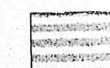


LEGENDA

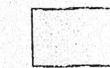
UNITA' LITOTECNICHE



DETRITI E/O RIPORTI
Materiali incoerenti eterogenei costituiti da riporti, accumuli di blocchi e scorie di natura antropica



SUOLI VULCANICI
Sabbie vulcaniche e ciottoli lavici, fortemente alterati e pedogenizzati, suoli maturi con spessori compresi fra 1 e 2 metri



LAVE FESSURATE
Substrato lavico in banchi fessurati, a fratturazione diffusa, da media ad elevata di colore grigiastro alterati in superficie



PIROCLASTITI
Materiale vulcanoclastico incoerente a granulometria fine, costituito da ghiaie, sabbie e silts, a stratificazione incrociata

INDAGINI

Indagini eseguite in studi precedenti da autori vari



SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

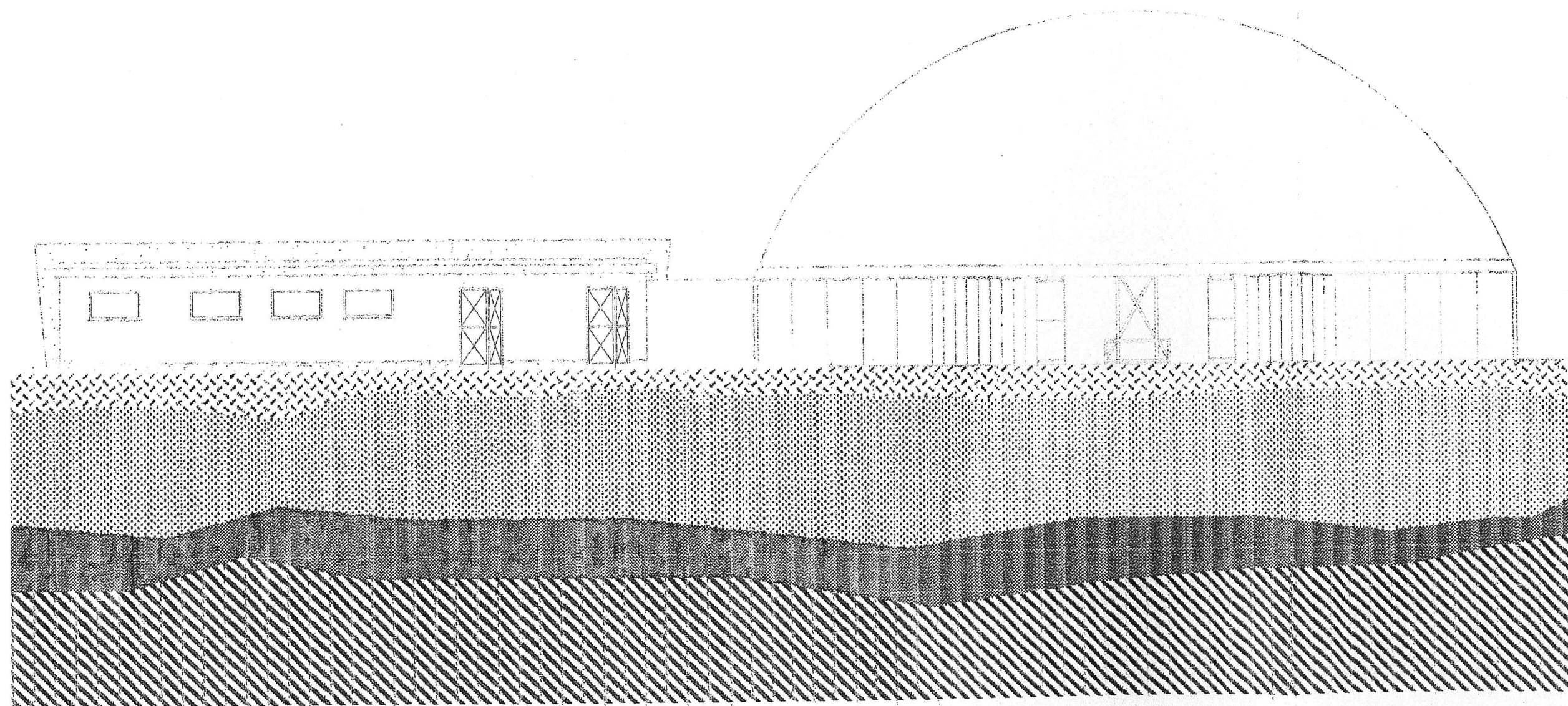


INDAGINI GEOFISICHE

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA INTERPRETATIVA

COMUNE DI TREMESTIERI ETNEO

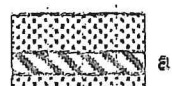
SCALA APPROSSIMATA 1/150



LEGENDA



SUOLI VULCANICI
Sabbie vulcaniche e ciottoli lavici fortemente alterati
e pedogenizzati, con spessori compresi fra 1 e 2 metri



COLATE LAVICHE
Substrato lavico costituito da livelli vulcanoclastici scoriacei
alternati a banchi lavici fessurati (a), alterati in superficie
a fratturazione diffusa e di colore grigiastro

LITOSTRATIGRAFIA SCHEMATICA DELL'AREA
SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Suoli e/o materiali di riporto
di natura sabbiosa vulcanica

Materiali vulcanici di tipo vulcanoclastico
costituiti da un insieme di blocchi e ciottoli
lavici immersi in una matrice sabbiosa

Lave alterate e fratturate vacuolari
a banchi con spessore massimo intorno ai 3m
di colore grigiastro