



Denominazione progetto	Progetto N°
Accordo quadro per interventi manutentivi vari presso il patrimonio immobiliare di Ateneo - Contratto applicativo per l'intervento di " <i>Ristrutturazione e ampliamento di due laboratori presso l'Edificio Bioscientifico (B8)</i> "	09-24

Coordinamento della progettazione:

ing. A.G. Nigro

Antonio
Giuseppe
Nigro
26.09.2024
13:34:04
GMT+02:00

visto il R.U.P.:

dott. geol. S. Maugeri

SALVATORE MAUGERI
26.09.2024 13:59:16
GMT+02:00

visto il Coordinatore A.P.S.E.Ma.:

ing. A. Pappalardo

PROGETTISTI:

Aspetti strutturali:

ing. A.G. Nigro

Coordinatore sicurezza in fase di progettazione:

ing. S. Pulvirenti

Aspetti edili /tecnico ammin.:

ing. G.L. Iacona

Aspetti edili:

arch. E. Porto

Aspetti geologici:

geol. S. Maugeri

PROGETTO ESECUTIVO

Progetto Strutture

Titolo elaborato		Documento / Tavola N°	Scala
Relazione geologica		ST_02	-
		Data	Revisione
		Settembre 2024	0

Nome file 09-24_ST_02_relazione geologica_0.docx

Tabella revisioni			
Rev.	Data	Descrizione	Redatto
0	Settembre 2024	Emissione progetto esecutivo	geol. S. Maugeri
1			
2			
3			

Pagina lasciata intenzionalmente bianca



INDICE

1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-GEOMORFOLOGICO	7
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, TETTONICO E SISMICO	10
4. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA	12
5. IDROGEOLOGIA	15
6. INDAGINI	17
6.1 SONDAGGI MECCANICI.....	17
6.2 PROVE GEOFISICHE	17
6.3 PROVE DI LABORATORIO.....	23
7. PARAMETRI DI RESISTENZA DEI MATERIALI.....	24
8. MODELLO GEOLOGICO.....	26
9. PERICOLOSITÀ SISMICA	28
10. CONCLUSIONI	30

1. PREMESSA

Il presente studio è stato redatto a supporto del progetto ristrutturazione e ampliamento di due laboratori mediante realizzazione di una struttura in acciaio in due esemplari sostanzialmente identici (laboratori A e B), all'interno del Dipartimento Bioscientifico (B8) dell'Università degli Studi di Catania, sito in via S. Sofia n. 98 – Catania (Fig. 1).



Fig. 1 - Ripresa dell'area d'intervento tratta da Google Earth con cerchiare in rosso le aree di intervento.

La nuova struttura in progetto possiede forma rettangolare, ad una elevazione fuori terra, di dimensioni in pianta di circa 12,50 x 6 m (nel caso del laboratorio B, la dimensione maggiore si riduce a 11,50 m; tutte le rimanenti dimensioni si mantengono uguali), per un'altezza di circa 3,30 m dal piano di calpestio.

La struttura portante è costituita da profilati in acciaio (per le colonne profili HEA280 e per le travi profili IPE270 mentre la struttura di fondazione è costituita da travi a sezione rettangolare di sezione 40x30 cm.

L'impalcato di copertura superiore (non calpestabile se non per manutenzione) è costituito da un solaio in lamiera grecata e cls ed è tessuto trasversalmente su travi tipo IPE270 disposte con un interasse di circa 120 cm.



Fig. 2 - Particolare delle aree su cui saranno edificati i corpi di fabbrica in progetto A (in basso, sito sud) e B (in alto, sito nord).

L'area oggetto di studio ricade all'interno della tavoletta a scala 1:25.000 dall'I.G.M.I. denominata "Mascalucia" (F° 270 IV SO) e della Sezione N. 634050 della Carta Tecnica Regionale (CTR) scala 1:10.000.

Le coordinate baricentrali del sito di progetto, espresse in gradi decimali e riferite al sistema WGS84 (EPSG 4326) sono le seguenti:

- Lat. = 37,53727°;

- Long. = 15,06895°.



Il presente studio è stato sviluppato sulla scorta di una dettagliata analisi geologica e geomorfologica dell'area in esame e delle zone circostanti, unitamente all'utilizzo di dati afferenti indagini appositamente eseguite nonché delle indagini e prove di laboratorio eseguite in occasione di altri interventi progettuali in terreni limitrofi (con particolare riferimento al Polo Tecnologico, cfr. Fig. 1) secondo le fasi di seguito sinteticamente descritte:

- *prima fase* - rilievi di diversa natura (geologici, geomorfologici, strutturali ed idrogeologici) che hanno consentito di avere contezza delle caratteristiche geologiche s.l. dell'area in progetto e di un suo significativo intorno;
- *seconda fase* – acquisizione e analisi delle indagini geognostiche e prove di laboratorio, disponibili, relative all'areale in studio;
- *terza fase* – definizione del modello geologico, caratterizzazione dei terreni interessati dalle opere in progetto e verifica di stabilità del fronte di scavo sulla scorta delle indagini acquisite/analizzate.
- *quarta fase* - valutazione dell'effetto della risposta sismica locale, con riferimento all'approccio semplificato basato sull'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento (rif. NTC 2018), sulla scorta delle già citate indagini.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-GEOMORFOLOGICO

L'area considerata è ubicata subito a nord della culminazione data della collina di S. Sofia, che a sua volta è ricompresa nel sistema di basse colline di località Fasano - Barriera del Bosco, su cui si sviluppa parte del tessuto urbano di Catania (Fig. 3).

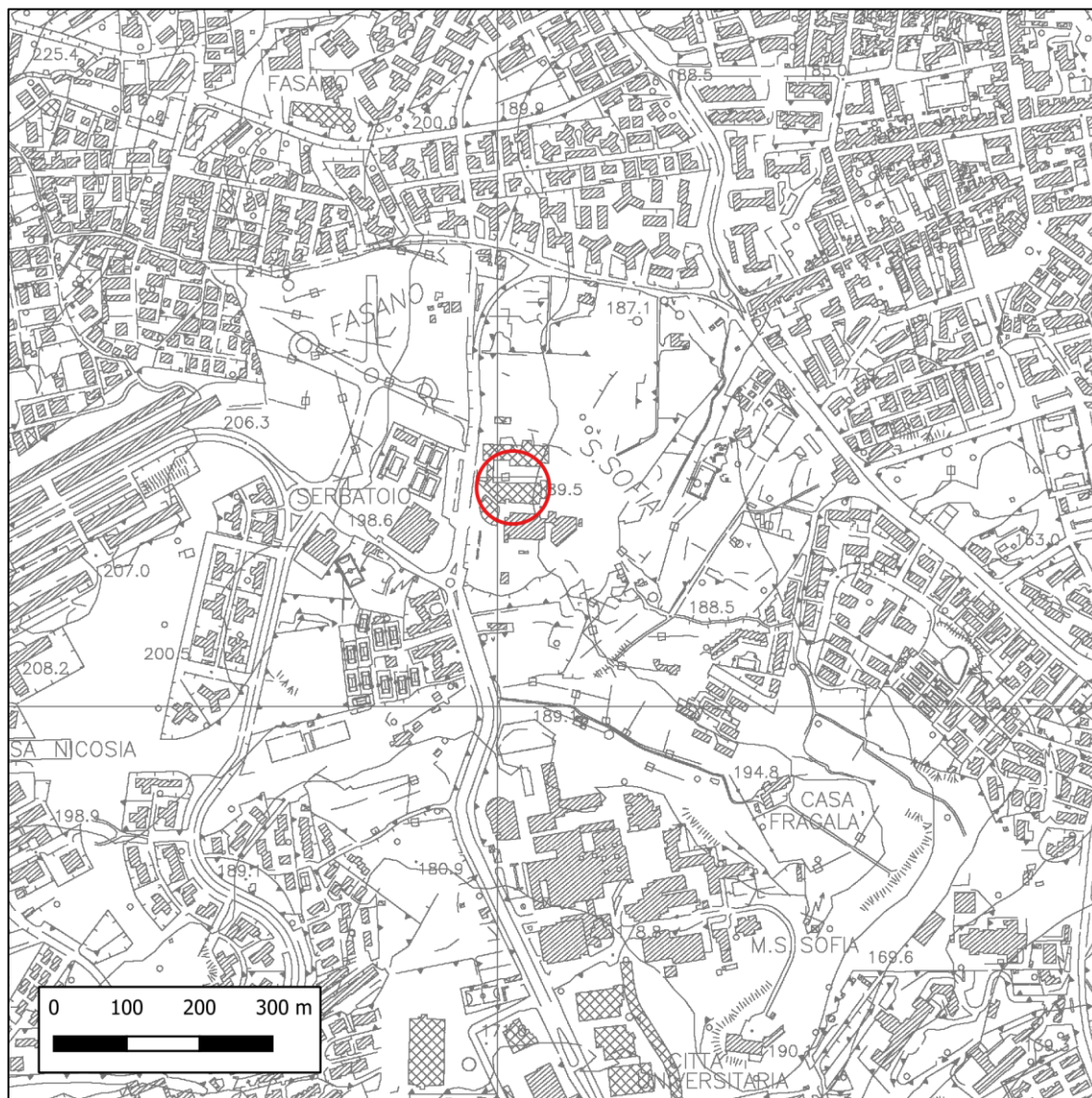


Fig. 3 - Stralcio della sezione CTR n. 634050 con delimitazione dell'area (tratto rosso) in cui ricadono gli interventi.

La collina di S. Sofia costituisce un alto morfologico con prodotti vulcanici antichi al top e termini argillosi lungo i versanti; la presenza dei termini della copertura lavica è testimoniata dalla diffusa presenza in superficie, ed a modesta profondità, di blocchi lavici compatti poco vacuolari, inglobati nei termini coesivi del Pleistocene.

Nel complesso il versante sud-orientale presenta una morfologia ondulata, con evidenze di plasticizzazione superficiale dei terreni argillosi laddove affioranti, contornata dai prodotti vulcanici etnei.

Negli immediati dintorni dell'area in esame l'originale morfologia è stata parzialmente obliterata nel corso degli anni in seguito agli intensi processi di urbanizzazione.

L'intensa urbanizzazione di tale territorio ha in parte o del tutto mascherato la morfologia superficiale tipica dei terreni vulcanici; solo in corrispondenza di limitati lembi di colate più recenti, non interessate dall'edificato, si riconoscono elementi caratteristici, costituiti da gradini e spuntoni di roccia lavica solo in parte degradati.

Sono riscontrabili delle interruzioni di pendio con modeste scarpate al passaggio tra vulcaniti e argille per erosione selettiva nonché per limitati processi morfodinamici superficiali che interessano la coltre detritica riscontrabile alle maggiori quote del citato versante.

Dissesti di maggiore rilevanza sono osservabili a nord e nord ovest del sito di stretto interesse, così come riscontrabile anche nella Carta dei dissesti n. 26 a corredo del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Area Territoriale tra i bacini del F. Simeto e del F. Alcantara (Fig. 4).

Si tratta di fenomeni di crollo e di deformazione superficiale lenta che, principalmente, interessano in più punti rispettivamente il coronamento lavico della collina di S. Sofia e i termini plastici immediatamente sottostanti.

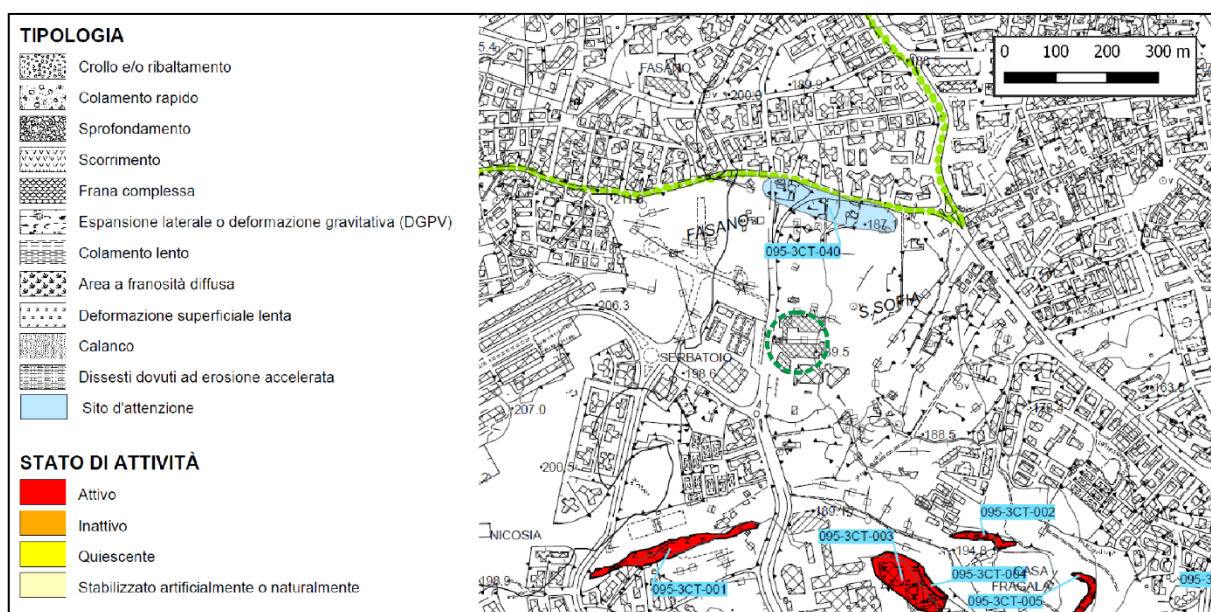


Fig. 4 - PAI: stralcio della carta dei dissesti (sito di progetto cerchiato in verde).

Così come riportato nella Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico n. 26 del P.A.I., i dissesti in questione comportano apprezzabili/sensibili livelli di pericolosità/rischio geomorfologico (Fig. 5).

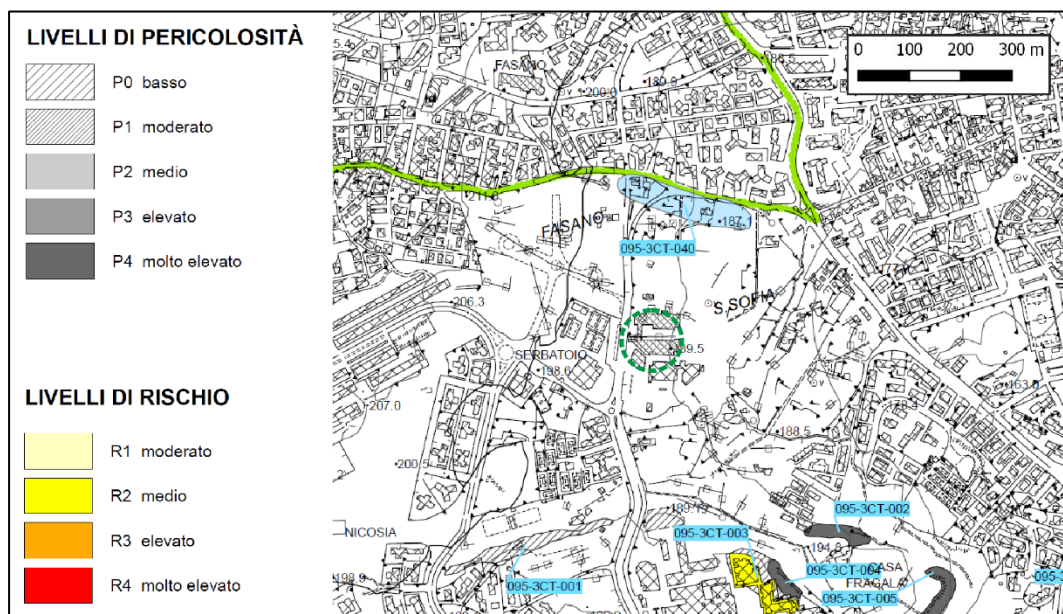


Fig. 5 - PAI: stralcio della carta della pericolosità e del rischio geomorfologico (sito di progetto cerchiato in verde).

Si evidenzia comunque che il sito di progetto ricade oltre 400 m a NE del dissesto più prossimo (deformazione superficiale lenta indicata con il codice 095-3CT-001, caratterizzato da un basso livello di pericolosità) e circa 200 m a sud di un sito di attenzione (095-3CT-040), in una zona dove la pendenza complessiva del versante è più che modesta.

Dette condizioni assicurano che la realizzazione delle opere in progetto non potranno influire sull'evoluzione del dissesto e del sito di attenzione sopra indicati nonché del versante nel suo complesso.



3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, TETTONICO E SISMICO

L'area in esame ricade sui bassi versanti meridionali dell'apparato etneo, interessati nel corso del Pleistocene da una complessa evoluzione caratterizzata prima da sedimentazione marina e successivamente da depositi di ambiente di transizione, su cui sono depositi i prodotti del vulcanismo subaereo.

Gli effetti di tale evoluzione si riconoscono lungo l'intero sviluppo del versante ionico etneo attraverso elementi originati da condizioni litostratigrafiche e strutturali.

I terreni più antichi, affioranti generalmente ai margini dell'apparato vulcanico, sono rappresentati dalle Argille marnose grigio-azzurre ed in parte da Sabbie giallastre del Pleistocene medio.

Ai sedimenti argillosi si intercalano localmente prodotti vulcanici di ambiente sottomarino, costituiti da lave a pillows e da ialoclastiti, nonché livelli di materiali piroclastici riconducibili alle prime fasi del vulcanismo etneo.

I prodotti vulcanici subaerei, rappresentati da lave e da piroclastiti, si sono depositi dopo l'emersione di gran parte del territorio. Questi costituiscono i terreni più diffusamente in affioranti, la cui età varia dal Pleistocene superiore ad epoca storica.

Dal punto di vista tettonico, l'area studiata è compresa nel dominio strutturale del versante sud-orientale etneo, caratterizzato dalla presenza di frequenti strutture in parte attive.

I tratti fondamentali della tettonica etnea consistono in due principali sistemi di discontinuità di tipo distensivo: il primo riconducibile al sistema regionale orientato NE-SW o NNE-SSW e l'altro a carattere locale con direzione NW-SE o NNW-SSE.

Elementi strutturali riconducibili ad entrambi i suddetti sistemi si osservano a nord del sito di progetto, nelle località Fasano - Barriera del Bosco – Leucatia; detti elementi sono rappresentati da alcune faglie con rigetto spesso notevole, le quali danno origine a scarpate con dislivelli dell'ordine delle decine di metri (timpe).

L'area di stretto interesse non risulta comunque direttamente interessata da linee di faglia.

Per quanto attiene il rischio sismico del territorio in esame, oltre ad essere legato ai grossi eventi sismici a carattere regionale, va anche valutato in termini di sismicità locale, dovuta all'attività vulcanica dell'Etna.



L'area etnea è caratterizzata da elevata attività sismica che deriva dalla coesistenza di una frequente sismicità connessa al vulcanesimo e di una sismicità più intensa ma meno frequente connessa agli stress tettonici regionali.

I terremoti etnei si manifestano con sciame sismici, raggiungendo talvolta intensità distruttive ma fortemente localizzate, dovute a grandi fratture del suolo ed a movimenti differenziati dipendenti dall'eterogeneità dei materiali.



4. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Il rilevamento geologico è stato esteso ad un intorno significativo rispetto al sito di progetto al fine di meglio definire i rapporti litostratigrafici tra le varie formazioni; nell'area considerata affiorano esclusivamente i prodotti lavici riferibili all'attività del centro eruttivo del "Mongibello recente", nel dettaglio si tratta delle lave denominate di Cibali datate 252 d.C. sovrapposte a quelle del Larmisi riferibili al 4-5.000 a.C. (Fig. 6).

Le lave denominate di Cibali (datate 252 d.C.) affiorano nel quadrante SW dell'area in studio e lambiscono il sito di stretto interesse.

Da documenti dell'epoca risulta che la lava giunta presso il Poggio di Cibali si divise in due rami: uno occupò la superficie compresa tra gli attuali quartieri di Cibali e Borgo, l'altro giunse fino ai quartieri Fortino e Acquicella.

In affioramento si notano, nella porzione superficiale, lave bollose e scoriacee con intercalazioni di materiali vulcanoclastici, mentre la parte interna è più compatta, poco alterata ed in generale attraversata da fratture.

Le lave del Larmisi sono rinvenibili diffusamente nell'area in esame nonché nella zona di stretto interesse; questa è la più antica e vasta colata dell'area urbana di Catania, estendendosi dal quartiere di "Barriera" fino al mare, per una lunghezza di 2 km ed un'altezza in corrispondenza della scogliera di 10 – 15 m (scogliera Larmisi).

Dal punto di vista cristallografico si tratta in entrambi i casi di alcali basalti di colore grigio chiaro, a tipica struttura massiva, con fenocristalli di plagioclasi e pirosseni; tali basalti nella porzione inferiore si presentano scarsamente fratturati e interessati da fessurazioni da contrazione termica o di adattamento del flusso lavico, mentre verso l'alto presentano una diminuzione sensibile delle fratture ed un diffuso aumento della bollosità (Fig. 7).

Come riscontrabile dai sondaggi geognostici più profondi eseguiti per il progetto del Polo Medico – Biologico (Torre Biologica), sebbene non affioranti nell'area di studio, i termini lavici esaminati insistono sui terreni sedimentari rappresentati dalle argille marnose grigio azzurre del Pleistocene inferiore - medio.

Tale formazione sedimentaria, rappresentante il substrato sedimentario su cui si sono sovrapposte le colate laviche etnee, è costituita da termini argilloso-marnosi grigio azzurri contenenti rare intercalazioni di sabbie fini che diventano più frequenti verso l'alto al passaggio con la formazione sovrastante.

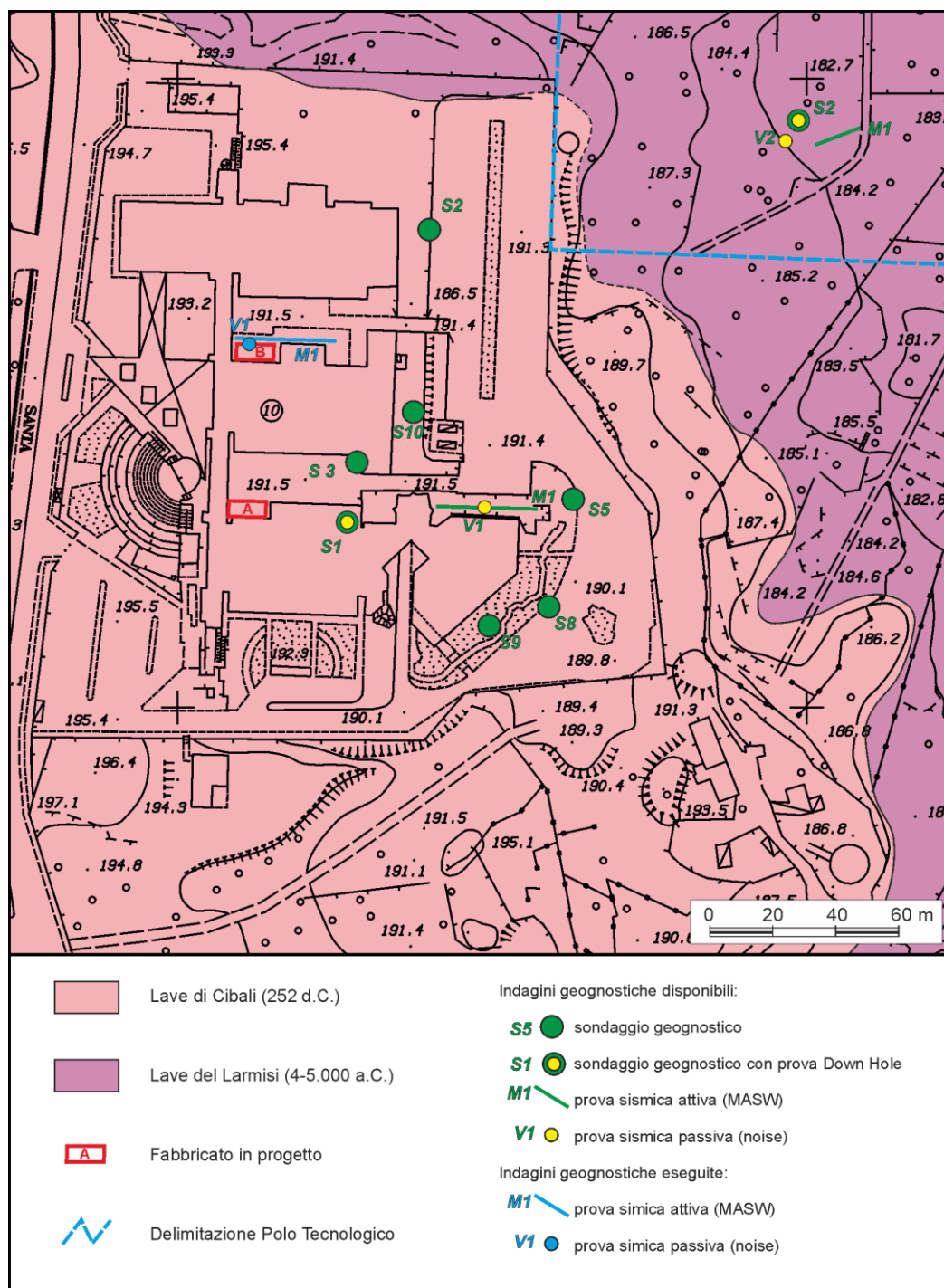


Fig. 6 - Carta geologica dell'area esaminata scala 1:2.000 con localizzazione dei fabbricati in progetto e delle indagini geognostiche considerate.



Fig. 7 – Affioramenti lavici visibili circa 50 m ad est dell'area d'intervento: a sinistra lave scoriacee poste alla base della colata (rifusa), a destra lave prevalentemente massive passanti verso l'alto a lave vacuolari e brecce.



5. IDROGEOLOGIA

L'area esaminata è inquadrabile nell'ambito dell'unità idrogeologica del Monte Etna; le modalità di infiltrazione e circolazione delle acque sotterranee sono una diretta conseguenza delle caratteristiche litologiche e strutturali dell'edificio vulcanico, nonché del rapporto fra quest'ultimo e il substrato sedimentario.

Dal punto di vista geolitologico, l'idrologia degli espandimenti lavici è da porre in relazione con la permeabilità "in grande" dei litotipi vulcanici e/o vulcanoclastici, la cui giacitura irregolare con banchi lavici a fessurazione subverticale, favorisce la dispersione delle acque attraverso sistemi di fratture e di discontinuità presenti in seno all'ammasso roccioso; ciò implica necessariamente l'esistenza di un importante circolazione idrica sotterranea.

Gli elementi fondamentali dell'idrogeologia della zona etnea sono schematicamente riconducibili all'esistenza di una potente successione di prodotti eruttivi, altamente permeabili, che si sovrappone a terreni sedimentari prettamente impermeabili.

Le linee di deflusso preferenziale si localizzano lungo gli assi delle principali depressioni del substrato impermeabile, coincidenti generalmente con le linee tettoniche principali. Tali depressioni sono separate dai rilievi del substrato che si comportano da veri e propri spartiacque idrogeologici.

Circa la permeabilità dei terreni, i litotipi lavici recenti sono interessati da frequenti discontinuità prevalenti in senso verticale, generatesi in parte a causa dei fenomeni di contrazione della lava in raffreddamento ed in parte a causa delle deformazioni tettoniche che hanno caratterizzato l'area meridionale etnea. Ciò implica elevati valori della permeabilità, se pur variabili in funzione della distribuzione e della frequenza delle discontinuità.

I livelli scoriacei presenti al tetto ed alla base dei banconi lavici fratturati hanno una porosità molto elevata che si traduce in valori molto alti della permeabilità; in questo caso i pori sono dati dai vuoti, anche di notevole luce, presenti tra gli elementi di forma irregolare, caoticamente accumulatisi durante il movimento delle colate.

Nell'insieme le rocce laviche ed i prodotti scoriacei ad esse strettamente associate sono caratterizzati da un tipo di permeabilità "in grande" generalmente elevata, che consente una rapida circolazione delle acque di infiltrazione.

Le argille siltoso-marnose grigio-azzurre sono caratterizzate da un grado di permeabilità da basso a molto basso in funzione della granulometria, svolgendo così la funzione di substrato pressoché impermeabile rispetto ai soprastanti termini vulcanici.



Per quanto attiene la circolazione idrica sotterranea, a causa dell'elevata permeabilità complessiva dei prodotti vulcanici, le acque di precipitazione si infiltrano rapidamente nel sottosuolo, alimentando corpi idrici sotterranei consistenti in falde di diversa potenzialità. La conformazione del substrato impermeabile, unitamente alle frequenti variazioni di litologia e di struttura dei prodotti vulcanici, determinano una forte influenza sulle modalità di deflusso e sulla potenzialità di tali corpi idrici.

Nell'area esaminata e subito a sud si riconoscono condizioni litologiche e strutturali tali da determinare l'esistenza di deflussi sotterranei diretti da NNW a SEE, riconducibili alla presenza della già descritta antica depressione del substrato impermeabile colmata da lave recenti e storiche.

Quanto suddetto è suffragato dall'esistenza in zona di alcuni pozzi scavati a largo diametro, fra cui quelli utilizzati ai fini irrigui dalla stessa Università degli Studi di Catania.

In corrispondenza del sito di progetto, sebbene non si riscontri la presenza di alcun punto di accesso alla falda, è ragionevole ipotizzare che quest'ultima, qualora effettivamente presente, possa essere riscontrabile ad una profondità superiore a 35 m dal piano campagna.



6. INDAGINI

Sono state considerate le informazioni acquisite nel corso di una campagna di indagini appositamente eseguita nonché i dati relativi alle indagini effettuate nell'ambito delle progettazioni degli edifici afferenti il Polo Tecnologico (Comparto 10), l'Edificio Bioscientifico nonché alcune recenti indagini eseguite nell'ambito di quest'ultimo plesso.

Nei paragrafi che seguono sono descritte quota parte delle indagini in argomento, vale a dire quelle effettivamente considerate/utilizzate per la redazione del presente studio.

6.1 Sondaggi meccanici

Si tratta nel complesso di n. 8 sondaggi meccanici a carotaggio continuo, con profondità compresa tra 12 e 19 m dal piano campagna per quelli relativi all'Edificio Bioscientifico (S1, S2, S3, S5, S8, S9 e S10 - eseguiti tra il 1996 ed i primi anni 2000) e con profondità pari a 30 m per quanto riguarda quello eseguiti nel 2012 per il Polo Tecnologico (S2).

Le stratigrafie di sintesi dei primi sette, tratte dallo studio geologico eseguito per il Polo Tecnologico ed ivi riportate come documentazione acquisita, sono riportate in Fig. 8, quella relativa all'ultimo sondaggio considerato, tratta sempre dallo studio geologico redatto per il progetto del Polo Tecnologico – Comparto 10, è riportata nelle Figg. 9÷10.

Nella suddetta ultima prospezione nonché in S1 delle precedenti sono state eseguite prove di simica in foro (*down hole*); in S2 del Polo Tecnologico (Comparto 10) e in altri due sondaggi della medesima campagna - S1 e S3, ubicati appena a NE dell'area di studio di cui carta geologica di Fig. 6 - sono stati prelevati dei campioni di lave da sottoporre a prove di laboratorio.

6.2 Prove geofisiche

Oltre alla prova MASW ed alla prova di simica passiva appositamente eseguite per il presente progetto (vedasi report di prova allegato in progetto, elaborato STR_03), sono state considerate le risultanze delle prove MASW e vibrazionali relative alla campagna di indagini geognostiche eseguita per il progetto del Polo Tecnologico - Comparto 10, i risultati delle prove geofisiche in foro (*down hole*) eseguite nel sondaggio meccanico S2 nella medesima campagna (Figg. 11÷12) ed in S1 negli anni novanta e, sempre con riferimento all'Edificio Bioscientifico, i risultati di una prova MASW e di una prova di simica passiva eseguite nel 2022 a poca distanza dai fabbricati in progetto (Figg. 13÷14).

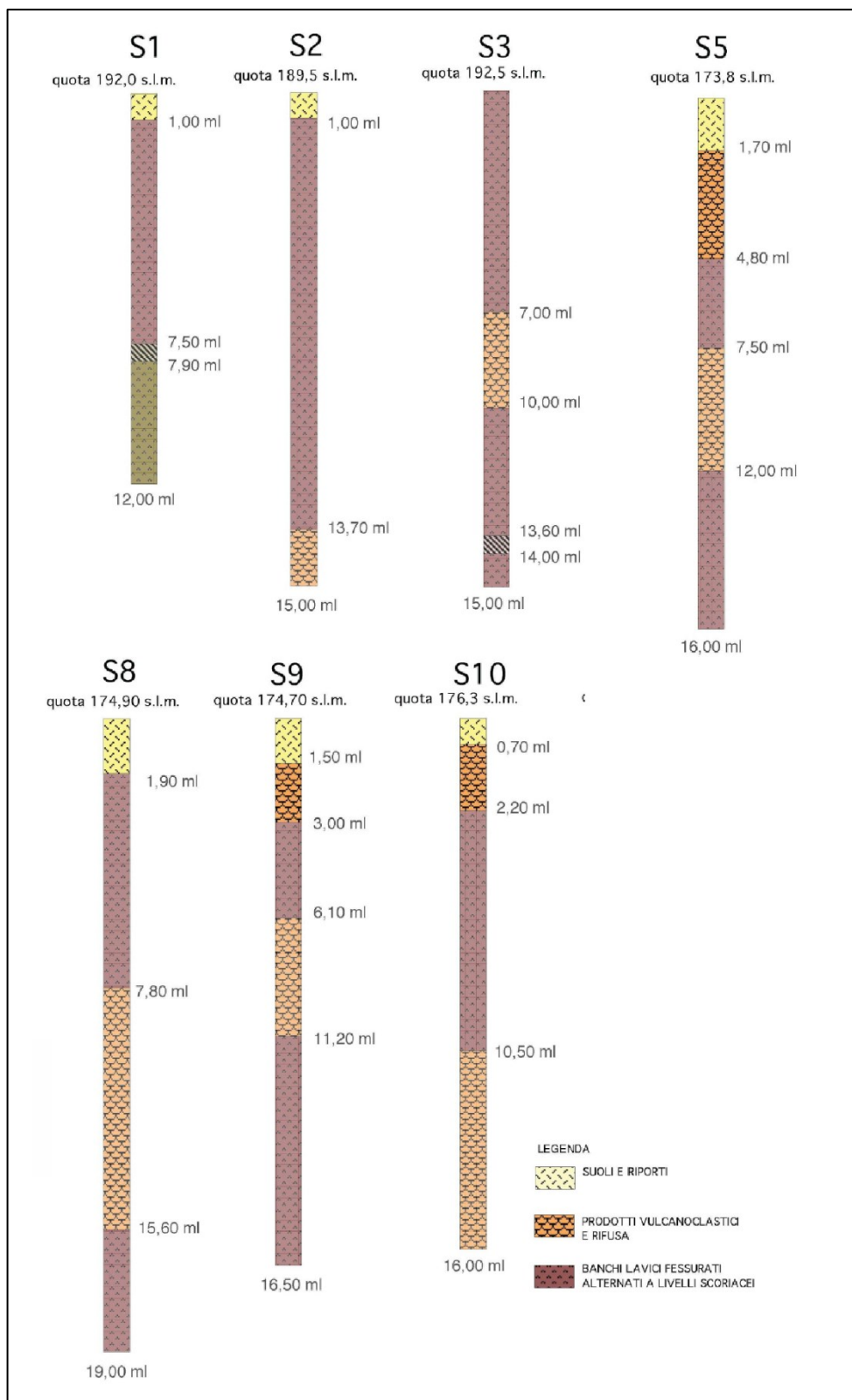


Fig. 8 – Stratigrafie di sintesi dei sondaggi presi in considerazione ubicati intorno il sito di progetto.

Ionica Geoservice		Committente: SACAIM Lavoro: C.U. S. SOFIA COMPARTO 10 - CATANIA			
		Esecuzione: 21/12/2010 - 23/12/2010			
Perforatrice: CMV 420		SONDAGGIO N. S2	Osservazioni:		
Prof. (m)	STRATIGRAFIA	Descrizione Litologica	Carotaggio %	R.Q.D. %	SPT
1		Suolo agrario			
2		Lava basaltica bollosa di aspetto vacuolare di colore grigio scuro mediamente fratturata		70	
3			80		
4		Basalto lavico di aspetto cristallino di colore grigio chiaro con evidenti fenocristalli di plagioclasio l'ammasso si presenta massivo e poco fratturato			
5					
6					
7			90		
8				90	
9					
10		Lava basaltica bollosa di aspetto vacuolare di colore grigio scuro mediamente fratturata	80	20	
11				70	
12					
13		Lava basaltica di aspetto cristallino di colore grigio scuro mediamente fratturata			
14			70		
15				40	
16		Basalto lavico di aspetto cristallino di colore grigio chiaro si presenta massivo e poco fratturato			
17			80		
18				70	
19		Sabbia vulcanica a granulometria grossolana con ciottoli vulcanici centimetrici di colore rossastro (Rifusa)			

Fig. 9 - Stratigrafia S2 - Comparto 10 – da 0,00 a 20,00 m da p.c..



Ionica Geoservice		Committente: SACAIM Lavoro: C.U. S. SOFIA COMPARTO 10 - CATANIA			
		Esecuzione: 21/12/2010 - 23/12/2010			
Perforatrice: CMV 420		SONDAGGIO N. S2	Osservazioni:		
Prof. (m)	STRATIGRAFIA	Descrizione Litologica	Carotaggio %	R.Q.D. %	SPT
20		Sabbia vulcanica a granulometria grossolana con ciottoli vulcanici centimetrici di colore rossastro (Rifusa) Livello lavico boloso intercalato Livello lavico boloso intercalato	50		
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Fig. 10 - Stratigrafia S2 - Comparto 10 – da 20,00 a 30,00 m da p.c..

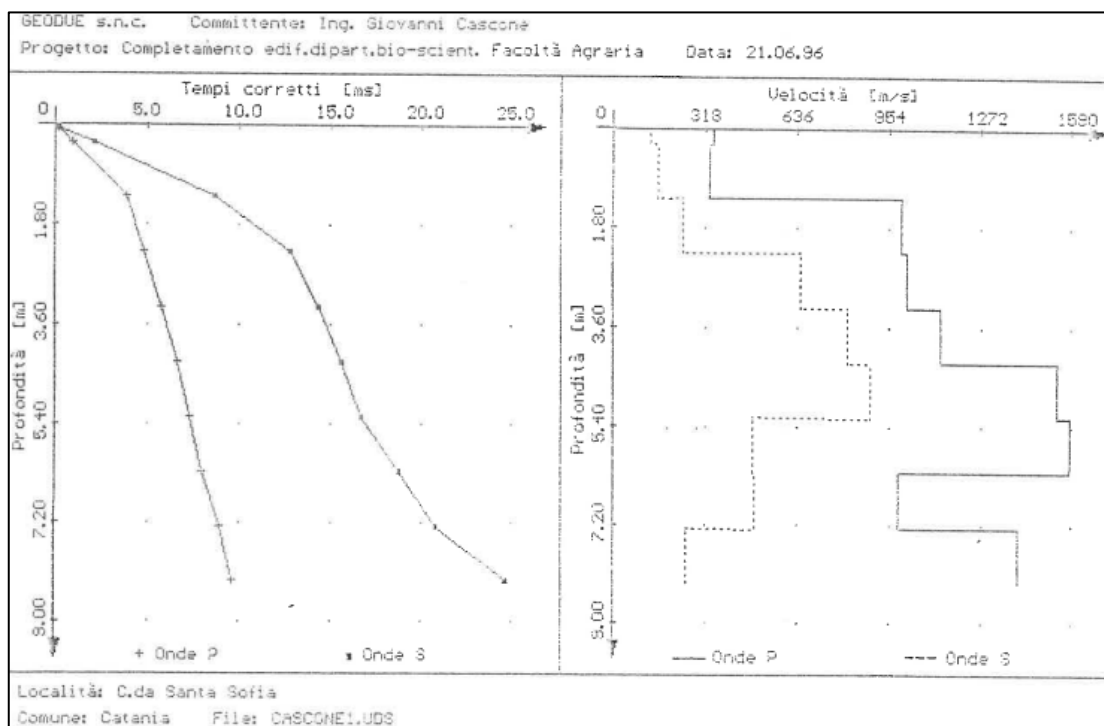


Fig. 12 - Risultati delle prova down hole eseguita in S1.

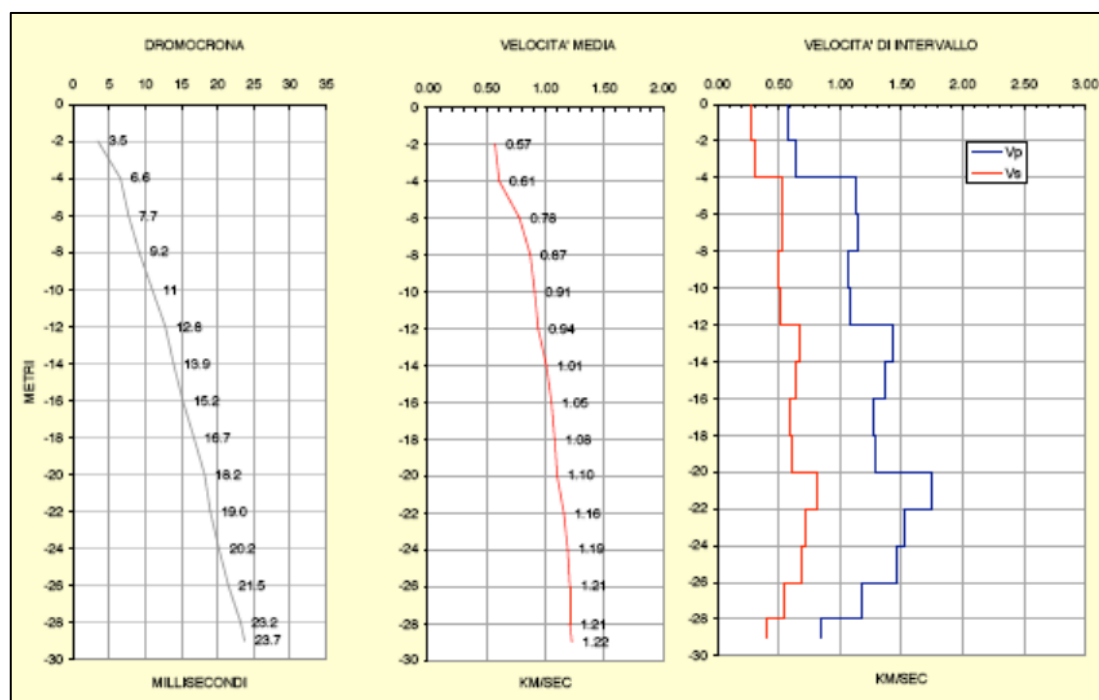


Fig. 11 - Risultati della prova down hole eseguita in S2 per l'iniziativa progettuale Polo Tecnologico - Comparto 10.

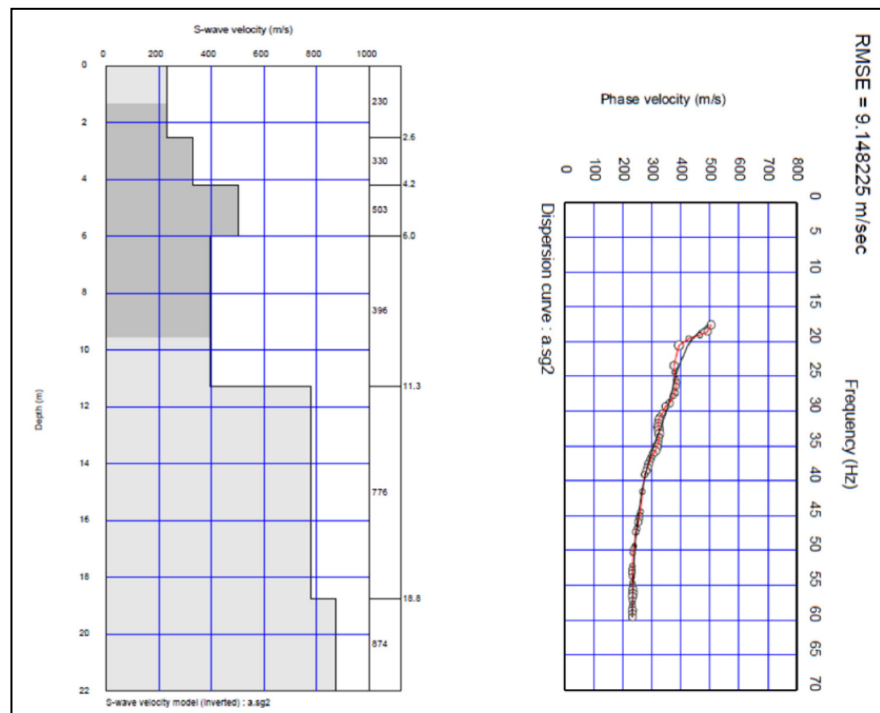


Fig. 14 - Risultati della prova MASW M1 eseguita subito ad est del sito di progetto: a sinistra il modello di velocità del sottosuolo (categoria B), a destra il confronto tra curva di dispersione teorica calcolata attraverso il modello di velocità teorico del sottosuolo (curva nera) con la curva sperimentale (curva rossa).

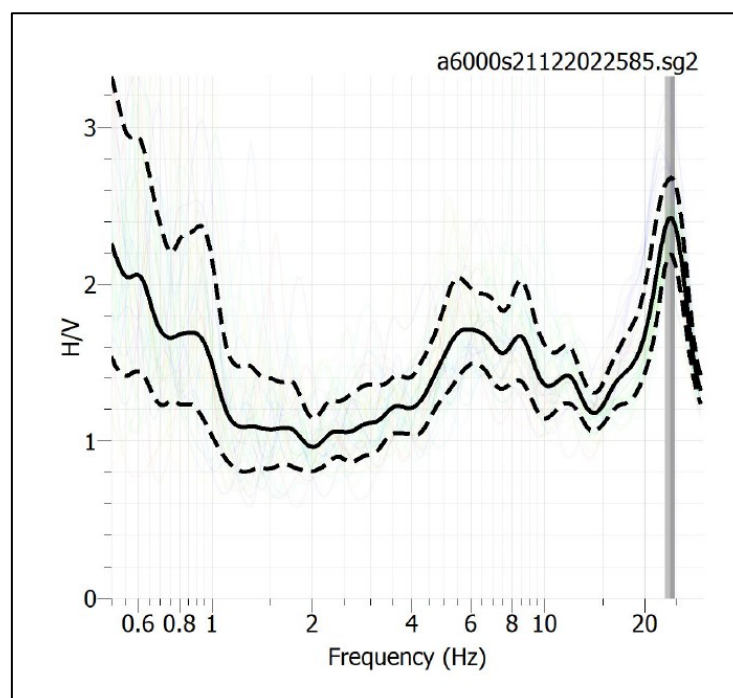


Fig. 13 – Curva H/V delle prove vibrazionali V1 eseguite in prossimità della prova MASW di cui alla precedente figura (picco di frequenza mediamente centrato a 24,17 Hz con ampiezza A_0 pari a 2,41).



Le prove appositamente eseguite per gli interventi oggetto del presente studio consistono in 1 MASW e in n. 1 prova di sismica passiva (cfr. Cap. 4, Fig. 6).

Rimandando al report di prova allegato al progetto per una più estensiva trattazione (elaborato *STR_03*) e come in seguito meglio esplicitato nel capitolo 9, dette indagini hanno consentito di ricondurre i terreni interessati dalle opere ad una categoria di sottosuolo di riferimento ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (NTC2018, 3.2.2 - approccio semplificato).

6.3 Prove di laboratorio

Nel corso della già citata campagna di indagini eseguita per il Polo Tecnologico, su alcuni campioni ottenuti da spezzoni di carota di roccia intatta sono state calcolate le masse volumetriche con il metodo della pesata idrostatica e sono state effettuate delle prove di schiacciamento.

I provini sottoposti alla compressione monoassiale hanno mostrato valori di rottura compresi fra 650 Kg/cm² – 937 Kg/cm².

Per quanto riguarda il peso di volume, sono riportati valori pari a 2,4 t/mc per le lave massive poco fratturate e 2,0 t/mc per le lave vacuolari e scoriacee.



7. PARAMETRI DI RESISTENZA DEI MATERIALI

Le fondazioni dei fabbricati in progetto saranno ammorsate nelle vulcaniti e più dettagliatamente nell'alternanza di lave compatte e lave vacuolari/scoriacee (spessore complessivo non inferiore a circa 30 m).

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

I caratteri geotecnici dei materiali incontrati e riportati nella litostratigrafia allegata raggruppandoli schematicamente in più gruppi: *materiali lavici scoriacei e vacuolari* (Unità A), *materiali lavici litoidi poco fratturati* (Unità B).

Per quanto attiene i *materiali lavici scoriacei e vacuolari* (Unità A), questi consistono in 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'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.

Per quanto sopra i parametri geomeccanici caratteristici possono essere così definiti:

Peso di volume	$\gamma = 2,0 \text{ g/cm}^3$
Angolo di attrito	$\phi = 35^\circ$
Coesione	$C = 0,0 \text{ kg/cm}^2$
Resistenza alla compressione semplice	$R = 200-750 \text{ kg/cm}^2$

I *materiali lavici litoidi poco fratturati* (Unità B) sono riferibili alle stesse colate laviche in banchi, spesso distinti dai precedenti ai fini della ricostruzione dei livelli litologici in funzione 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 di determinare terreni a velocità minore sottostanti bancate laviche.

Concordemente alle direttrici tettoniche principali, fra sistemi di discontinuità rilevati si ha prevalenza relativa dei sistemi di fratture orientate fra NNW - SSE e secondariamente NW – SE; sono invece nettamente subordinati, per rappresentatività e consistenza numerica, gli allineamenti N - S.

Facendo riferimento e condividendo i dati dello studio geologico eseguito per il Polo Tecnologico, dove la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso in esame è stata ottenuta attraverso l'applicazione della classificazione RMR System (Beniawski), si arriva a determinare un valore medio dell'indice RMR pari a 56, che permette di attribuire l'ammasso alla III classe - qualità discreta (Fig. 15).

N = $\sum n_i$	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°

Fig. 15 – Classificazione degli ammassi rocciosi secondo l'indice RMR (Beniawski, 1979).

Alla luce della suddetta caratterizzazione, i parametri geomeccanici adottabili in via prudenziale per l'Unità B sono di seguito riportati:

Peso di volume	$\gamma = 2,4 \text{ g/cm}^3$
Angolo di attrito	$\phi = 35^\circ$
Coesione	$C = 1,5 \text{ kg/cm}^2$
Resistenza alla compressione semplice	$R = 750-1100 \text{ kg/cm}^2$

8. MODELLO GEOLOGICO

La modellazione in argomento è stata condotta tenendo conto dei vari caratteri salienti dell'area (litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici) desumibili anche dall'analisi dei dati ottenuti dalle indagini reperite.

Quale utile elemento di riferimento per inquadrare gli aspetti geotecnici e/o per definire quali siano gli elementi che potrebbero concorrere all'insorgenza di un determinato fenomeno, il modello geologico da tenere in considerazione è di seguito sintetizzato:

- si riscontra una variabile alternanza di lave compatte, bollose e scoriacee, con spessore complessivo accertato non inferiore a circa 30 m e caratterizzata, presumibilmente, da una maggiore presenza di elementi scoriacei in corrispondenza del sito di progetto in virtù della vicinanza del medesimo al fronte della colata;
- vista la suddetta variabilità litologica, per la caratterizzazione dei terreni di fondazione sarà opportuno riferirsi ai parametri geomeccanici dei *materiali lavici scoriacei e vacuolari* (Unità A);
- la porzione di territorio relativa al sito di progetto e l'areale circostante nel suo complesso, significativamente edificato, non sono interessati da dissesti di alcun genere.

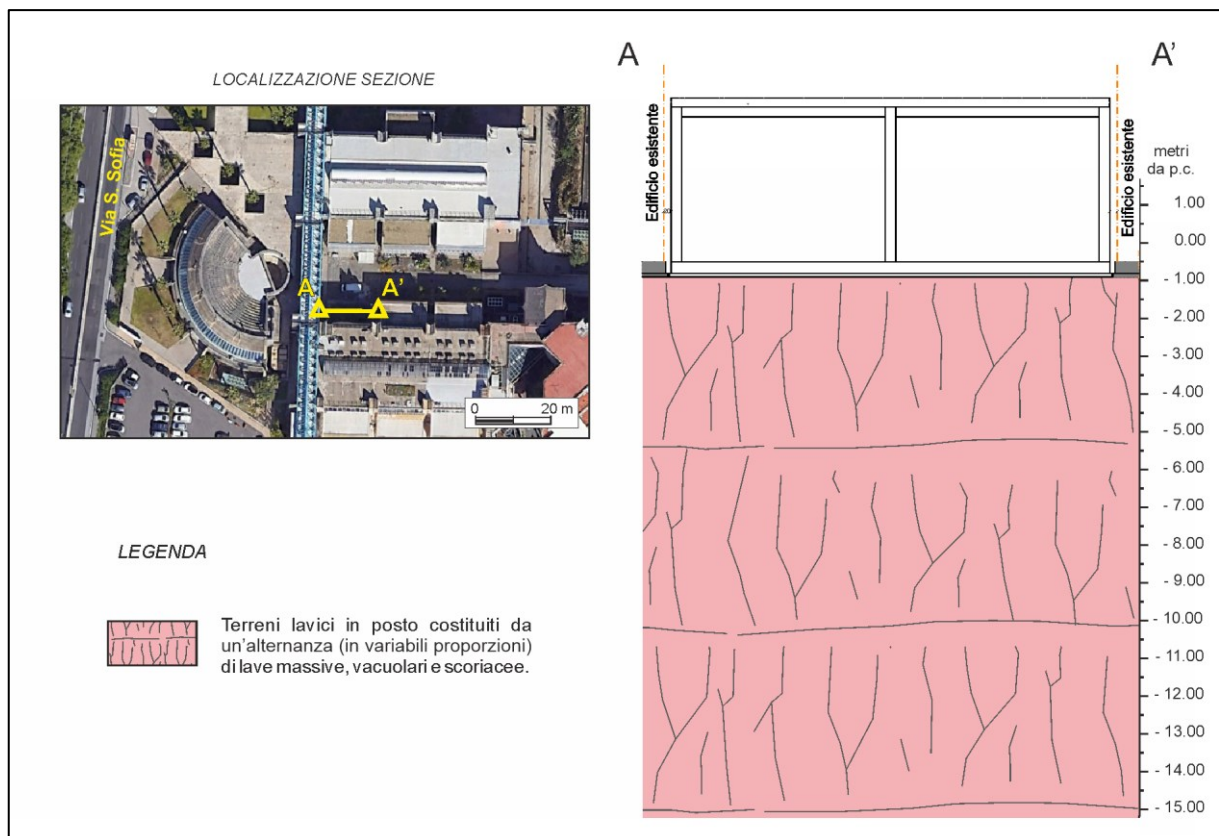


Fig. 16 - Sezione geologica scala 1:200 in corrispondenza del sito sud (Laboratorio A).

Lo sviluppo in profondità del modello geologico prima descritto in corrispondenza dei siti di progetto è stato restituito nelle sezioni di cui alle Figg. 16 e 17.

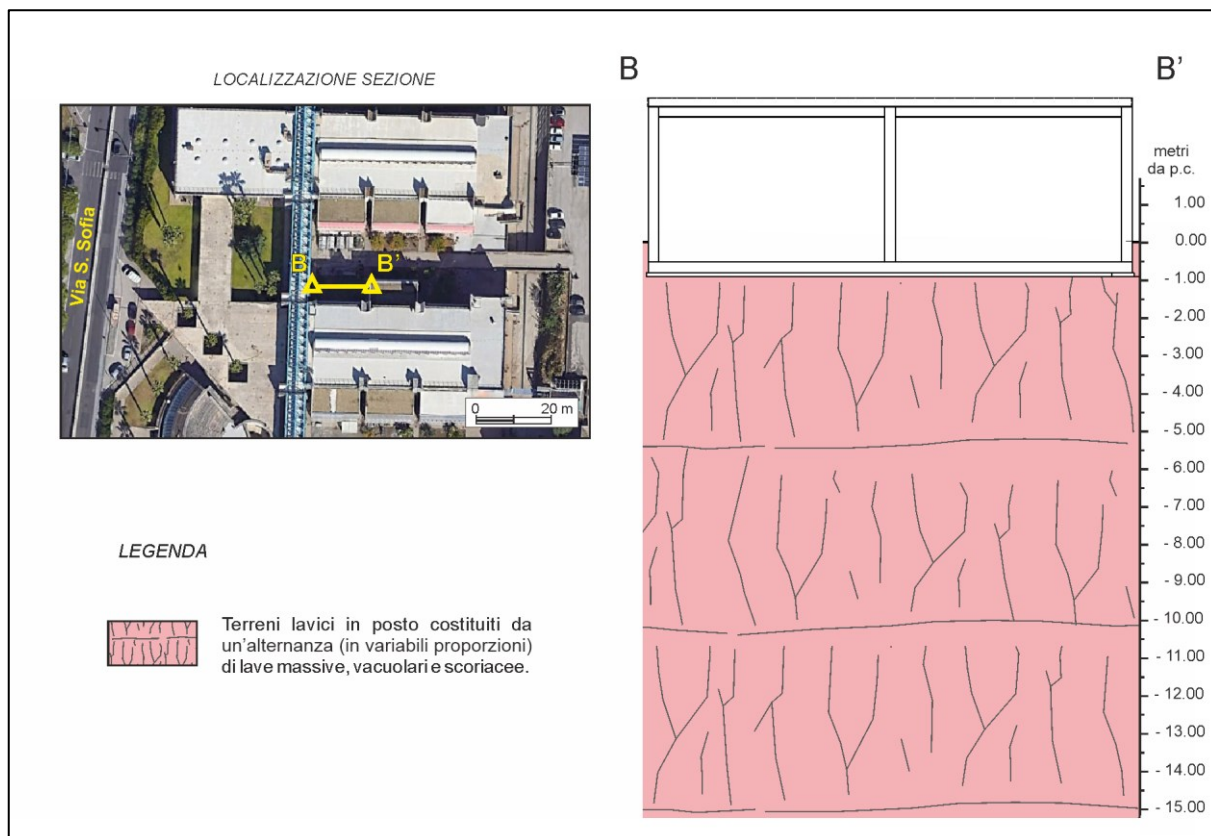


Fig. 17 - Sezione geologica scala 1:200 in corrispondenza del sito nord (laboratorio B).

9. PERICOLOSITÀ SISMICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la normativa prevede la possibilità di individuare una categoria di sottosuolo di riferimento (NTC 2018, cap. 3.2.2). Detta classificazione 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:

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

con:

h_i spessore dell' i -esimo strato;

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

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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.

Le categorie di sottosuolo di riferimento previste dall'approccio semplificato sono le seguenti.

Categorie di sottosuolo	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 – Depositati 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 – Depositati 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.

Tab. 1 - Categorie di sottosuolo previste dalle NTC 2018.



In riferimento al sito nord dove è prevista l'edificazione del laboratorio B, durante la prova di sismica attiva MASW all'uopo eseguita non è stato intercettato il bedrock con V_s non inferiore a 800 m/s entro i 30 m dal p.c..

Tenendo conto di quanto sopra riportato, è stato calcolato un valore di $V_{s,eq}$ pari a 438,00 m/s e pertanto è possibile classificare il sottosuolo come appartenente alla categoria B.

In relazione alla risposta sismica del sito HVSR (*horizontal/vertical spectral ratio*), la prova di sismica passiva appositamente eseguita ha evidenziato un picco di frequenza mediamente centrato a 14,40 Hz con ampiezza A_0 pari a 2,20.

Considerate le caratteristiche geologiche dell'area, quanto sopra è ragionevolmente estendibile al sito sud del laboratorio A.



10. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato redatto a supporto del progetto ristrutturazione e ampliamento di due laboratori mediante realizzazione di una struttura in acciaio in due esemplari sostanzialmente identici (laboratori A e B), all'interno del Dipartimento Bioscientifico (B8) dell'Università degli Studi di Catania, sito in via S. Sofia n. 98.

Dal punto di vista geologico nell'area si riscontra in affioramento la presenza di vulcaniti ascrivibili alle colate laviche denominate lave di Cibali (252 d.C.) e lave del Larmisi (4-5.000 a.C.).

Sulla scorta delle informazioni acquisite nel corso delle campagne di indagini geognostiche eseguite in passato per la progettazione degli edifici circostanti di pertinenza dell'Università degli Studi di Catania, è stato sintetizzato l'andamento stratigrafico dell'area nonché realizzata una sezione geologica dove è possibile osservare che il piano di sedime a cui riferire le fondazioni dei manufatti in progetto è caratterizzato dalla presenza di un'alternanza di lave compatte, lave vacuolari e lave scoriacee.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, secondo l'approccio semplificato previsto dalle NTC 2018, in corrispondenza dei siti di progetto e anche considerando una quota di riferimento pari a quella del piano di fondazione esistente, i dati acquisiti grazie alla prova di sismica attiva MASW all'uopo eseguita, hanno permesso di determinare un valore di $V_{s,eq}$ pari a 438,00 m/s e pertanto di poter classificare il sottosuolo come appartenente alla categoria B.

Facendo riferimento ai dati acquisiti nel corso delle prima citate indagini, sono stati determinati i valori caratteristici dei parametri geotecnici dei terreni, questi ultimi cautelativamente riassumibili in: peso di volume $2,0 \text{ g/cm}^3$, angolo di attrito 35° e coesione $0,0 \text{ kPa}$.