

FUTURA

**LA SCUOLA
PER L'ITALIA DI DOMANI**



Ministero dell'Istruzione



Italiadomani
INIZIATIVA DI COOPERAZIONE REGIONALE

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Missione 2 – Rivoluzione verde e transizione ecologica

Componente 3 – Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici

Investimento 1.1: “Costruzione di nuove scuole mediante sostituzione di edifici”

DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DI UN NUOVO EDIFICIO PUBBLICO ADIBITO AD USO SCOLASTICO

ISTITUTO ISTRUZIONE SUPERIORE

" G. BARUFFI "

Via Tortora n°48 - 12048 Mondovì (CN)

CUP I92C22000080006

Il Dirigente Settore Edilizia

dott. Fabrizio FRENI

Il RUP

Ing. Claudio DOGLIANI

Il Geologo

Dott. Paolo TIBLE

RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA: -

DATA: Gennaio 2022

TAVOLA: -

Indice

<i>Premessa.....</i>	<i>3</i>
<i>Normativa di riferimento e obiettivi del lavoro</i>	<i>6</i>
<i>Inquadramento geografico</i>	<i>9</i>
<i>Modellazione Geologica.....</i>	<i>10</i>
<i>Inquadramento idrogeologico</i>	<i>18</i>
<i>Conclusioni</i>	<i>22</i>
<i>Analisi delle pericolosità geologiche ed elementi di criticità</i>	<i>24</i>

Premessa

La presente relazione geologica fa parte di un progetto volto alla realizzazione di un nuovo complesso scolastico in luogo a quello attualmente presente, che è l'Istituto Tecnico G. Baruffi di Via Enzo Tortora 48, nel concentrico di Mondovì.

L'area in esame si colloca quindi sulla collina di Mondovì Piazza a circa 510 m s.l.m. a Ovest del nucleo abitato e a Ovest-Nord-Ovest di Piazza Maggiore che è il centro urbano della località Piazza.

Viene analizzata in questa sede, a livello di studio di fattibilità, la situazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e idrologica della zona, con particolare riferimento alla pericolosità geologica intrinseca del territorio, al fine di fornire uno strumento di aiuto per scelte progettuali più corrette.

Allo scopo è stata effettuata:

- La consultazione della Carta Geologica d'Italia Foglio 80 CUNEO, alla scala 1:100.000 con Note Illustrative, della Carte Geologique de la France Foglio GAP alla scala 1:250.000 e della Carta Geologica d'Italia Foglio 211 DEGO, unitamente al foglio 211 delle Carte Geotematiche nell'ambito del Progetto CARG (Carta delle Frane per Mobilitazione della Coltre Superficiale e Carta delle Frane per Scivolamento Planare), reperibili on-line alla scala 1:50.000 sul sito dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA.
- La consultazione della documentazione tecnica a corredo del P.R.G.C. del Comune di Mondovì, reperibile on-line sul sito istituzionale.
- La consultazione della Carta Geomorfologica della Pianura Padana, Foglio 1 alla scala 1:250.000 (Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologia. Comitato Consultivo del C.U.n: n° 4 "Scienze della Terra; gennaio 1997, autori vari).
- La consultazione della documentazione reperibile "on-line" presso il GeoPortale, a cura dell'Arpa Piemonte, riguardante i principali geoservizi disponibili nelle tematiche di *geologia e dissesto*, relativamente all'area in studio. Si sono anche consultate le Schede di II° Livello del SiFraP reperibili sul WebGis di Arpa Piemonte

- La consultazione dello “STUDIO E VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITA’ INTRINSECA DELLA ACQUE SOTTERRANEE”, - Relazione Finale - Contratto di Ricerca tra la Provincia di Cuneo e il Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Ambiente e Geotecnologie del Politecnico di Torino (DITAG), 2005.
- La consultazione delle cartografie del PAI reperibili on-line dal sito della Difesa Suolo della Regione Piemonte con rappresentato lo stato di aggiornamento delle Varianti di adeguamento dei Piani Regolatori al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) secondo le informazioni in possesso della Direzione Difesa del Suolo. Tali carte sono riviste periodicamente al pervenire di dati aggiornati.
- La consultazione delle cartografie del Progetto IFFI reperibile on line sul sito SINAnet dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), quale primo inventario omogeneo e aggiornato dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale. Si tratta di una pubblicazione Web della vecchia banca dati dell'inventario IFFI, con l'obiettivo di ampia diffusione e fruizione delle informazioni alle amministrazioni locali a cura del Dipartimento Difesa del Suolo - Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA.
- La fotointerpretazione delle riprese aeree del volo Alifoto del 1975, delle “*Riprese Aeree Alluvione 2000*” (Provincia di Cuneo), e di tutta la documentazione disponibile dal Geoportale Nazionale, reperibile “on-line”, a cura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.
- La consultazione online di softwares che generano immagini virtuali della superficie topografica utilizzando immagini satellitari, reperibili dal Sistema GIS 3D del GeoPortale Web Transfrontaliero RiskNat, dai siti di Google Maps e Google Earth e dalle Cartografie BDTRE (Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti piemontesi) disponibili sul GeoPortale della Regione Piemonte, al fine di visualizzare e l'analizzare il territorio in esame in un contesto tridimensionale fortemente realistico e dinamico, con l'obiettivo di arrivare ad una completa comprensione della geomorfologia e dei rischi naturali potenzialmente presenti sul territorio.

- La consultazione delle cartografie del Piano di Gestione del Rischio Alluvionale (PGRA) a cura della Regione Piemonte (Protezione Civile, Difesa suolo ed Opere Pubbliche, Difesa del suolo) reperibili on-line sul sito istituzionale.
- La consultazione delle cartografie del Sistema Informativo sulle Valanghe, reperibile on line sul sito ufficiale della Amministrazione Provinciale di Cuneo, all'indirizzo internet: <http://gisprociv.provincia.cuneo.it/webgis/index.html>, dove è possibile visualizzare le aree soggette a valanga e le zone di pericolo del Comune di Mondovì.
- La consultazione della documentazione di natura geologica, geotecnica e sismica in possesso a questo Ente, emersa a seguito di indagini espletate in aree limitrofe e con le stesse caratteristiche peculiari e l'analisi della documentazione fotografica prodotta durante i sopralluoghi.
- Il sopralluogo di dettaglio della zona in dissesto e delle aree limitrofe con lo scopo di rilevare tutte le caratteristiche geologiche e geomorfologiche della zona, osservabili da p.c.

Normativa di riferimento e obiettivi del lavoro

Si indica che la presente Relazione è stata redatta consultando le seguenti normative:

- D.M. 17/01/2018 *“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”* (G.U. n° 42 del 20/02/2018 – Serie generale).
- Eurocodice 8 (EC8) *“Valutazione delle azioni sismiche al suolo ed effetti sulla spinta dei terreni”* ed Eurocodice 7 (EC7) *“Progettazione geotecnica”*: UNI EN 1997-1:2005 e UNI EN 1997-2:2007; Norma europea per la progettazione strutturale.
- D.M. 31/07/2012 *“Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici”* Suppl. ordinario alla G.U. n° 73 del 27/03/2013.
- O.P.C.M. n° 3519 del 28 aprile 2006 *“Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone”*.
- D.G.R. 30 dicembre 2019, n. 6-887 *“OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656.”*.
- D.Lgs. 18/04/2016 n° 50. *“Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture”*. (16G00062) (GU Serie Generale n.91 del 19-4-2016 – Suppl. Ordinario n. 10) e s.m.i. (D.Lgs. 19/04/2017 n° 56).
- per la parte in vigore: D.P.R. 05/10/2010 n° 207 *“Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»* e s.m.i. (D.Lgs. 9 febbraio 2012, n. 5) e *“Decreto Sviluppo, D.Lgs. 70 del 2011”*.
- L. 03/02/1963 n° 112 *“Tutela del titolo e della professione di Geologo”* e tutte le s.m.i. e D.P.R. 5 giugno 2001, n. 328 e *“Codice Deontologico Riguardante l'Esercizio della Professione di Geologo in Italia”* approvato dal Consiglio Nazionale Dei Geologi con Deliberazione n° 143 del 19/12/2006 ed emendato con Deliberazione n° 65 del 24/03/2010.

L'art. n° 26 del citato D.P.R. 05/10/2010 n° 207 e s.m.i. definisce: *“relazione geologica: comprende, sulla base di specifiche indagini geologiche, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti*

stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché il conseguente livello di pericolosità geologica”.

Pertanto, anche in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 “*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*”, che prevede la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, si procederà alla ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e soprattutto di pericolosità geologica del territorio, che secondo il sottoscritto è l’argomento fondamentale di una relazione geologica. Gli argomenti saranno il più possibile sviluppati in modo tale da costituire utile elemento di riferimento per il progettista, al fine di inquadrarne le relative problematiche.

Per una completa ed esaustiva definizione del modello geologico, si cercherà di analizzare tutti gli aspetti utili alla caratterizzazione del sito (partendo da un ambito morfologico esteso di territorio), ai fini della definizione degli scenari di pericolosità geologica. Lo studio geologico sarà esteso ad una zona significativamente ampia, in relazione al tipo di opera ed al contesto geologico in cui questa si colloca.

Il modello geologico può essere pertanto definito come la ricostruzione concettuale esaustiva e rigorosa di un insieme geologico, considerato nelle tre dimensioni spaziali e soprattutto nella dimensione tempo, rendendolo così capace di descrivere compiutamente le caratteristiche geologiche del sottosuolo, le correlazioni tra i diversi elementi e i loro processi evolutivi e di valutare le interazioni tra le opere in progetto e l’insieme geologico (definizione della Commissione Tecnica della Sezione Italiana dello IAEG nel 2008: “DEFINIZIONE DI LINEE GUIDA PER LA QUANTIFICAZIONE DELL’AFFIDABILITÀ DEL MODELLO GEOLOGICO PER LA PROGETTAZIONE DI GRANDI OPERE CIVILI”: Torino, 10/06/08).

Infine, nella presente trattazione, verranno svolte delle considerazioni conclusive che terranno conto di tutti i risultati, dei riscontri, delle interpretazioni e delle analisi eseguite nella trattazione, definendo le problematiche di pericolosità, valutate secondo tutti i punti di vista.

Nel redigere tale relazione, si sono anche seguite le indicazioni contenute nelle “Linee Guida” elaborate dal *Gruppo Interregionale ORDINE DEI GEOLOGI* tese a definire “una traccia” (*linea guida* per l’appunto), per la redazione delle relazioni specialistiche per le quali il geologo è competente. Inoltre, si è cercato di seguire al meglio le indicazioni di lavoro introdotti dal documento: “RELAZIONE GEOLOGICA: STANDARD METODOLOGICI E DI LAVORO”, approvato con Deliberazione n° 209/2010 dal Consiglio

Nazionale dei Geologi. Il documento è stato usato come riferimento metodologico per gli studi specialistici e per la redazione della relazione geologica, nonché per la definizione dei criteri per l'esecuzione degli studi in questione.

Al fine di rendere più sequenziale ed armonica la trattazione di tutti gli aspetti progettuali, questo documento va considerato e letto unitamente agli altri elaboranti integranti del progetto, quest'ultimo creato dalla sinergia coordinata tra più figure professionali. D'altronde con il termine "Progetto" si intende il complesso di attività correlate tra loro, finalizzate a definire l'insieme dei processi che porteranno alla realizzazione delle opere. La definizione del modello geologico è svolta seguendo il processo continuo degli affinamenti e degli approfondimenti che avvengono in funzione dell'acquisizione di nuovi elementi conoscitivi e fondamentalmente in funzione dello sviluppo stesso del progetto, nelle sue varie fasi.

La presente trattazione è stata redatta a gennaio 2022 e contiene conoscenze e argomenti proporzionati al livello di approfondimento, al dettaglio delle analisi e delle indagini che si è potuto eseguire. Tutto questo è commisurato alla complessità geologica del sito, all'importanza dell'opera ed in linea con i tempi materiali disponibili e soprattutto proporzionato alle risorse economiche dedicabili alle conoscenze geologiche.

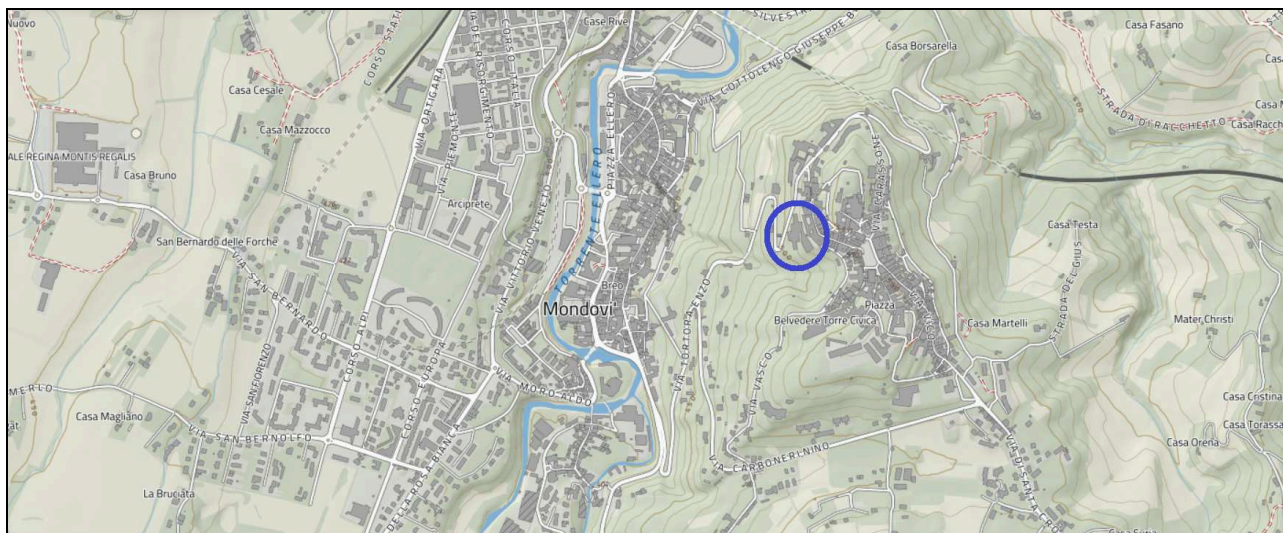
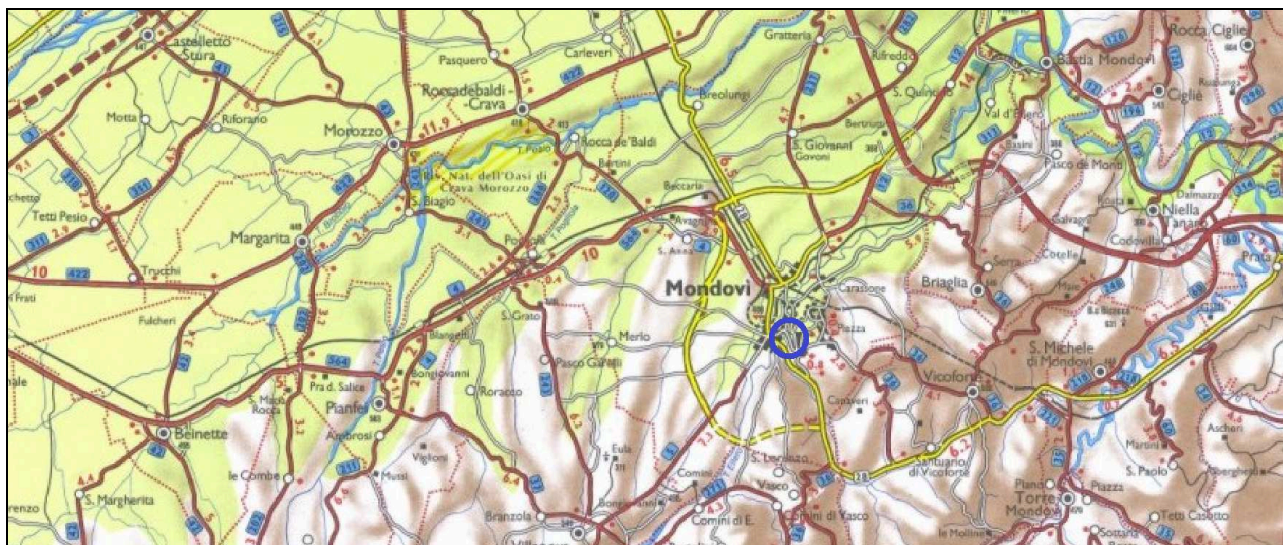
Come definisce Benson et al., 1996 (ASCE Geotechnical Special Publication N° 58): *"[...] La caratterizzazione geologica del sito è la pietra miliare della maggior parte dei progetti ambientali e geotecnici. Raggiungendo un livello sufficientemente ragionevole e accurato di caratterizzazione del sito e minimizzando le incertezze geologiche, possiamo assicurarci che le fasi di valutazione del rischio e le fasi di costruzione in progetto possano avere un ragionevole buon esito [...]"*

Il sottosuolo è generalmente caratterizzato da un'eterogeneità che crea conseguenti incertezze nei parametri meccanici e idrogeologici di interesse. Attraverso la definizione di un modello geologico si cercherà di definire il più probabile assetto geologico, stratigrafico ed idrogeologico del sito. Tutto questo in considerazione del fatto che non si riuscirà mai ad ottenere una conoscenza perfetta del sottosuolo a causa dei costi proibitivi.

Inquadramento geografico

Come detto l'area in esame si colloca nel Comune di Mondovì ed è rappresentata graficamente sulla tavoletta IGM F.80 II SE "Mondovì" e sulle carte topografiche BDTRE 2019 messe a disposizione dalla Regione Piemonte sull'apposito Geoportale.

Di seguito si allega un estratto fuori scala della Carta Stradale della Provincia di Cuneo seguito da un estratto fuori scala della carta topografica BDTRE 2021 della Regione Piemonte, su cui l'area in esame è stata evidenziata mediante cerchio colorato.



Modellazione Geologica

Il settore in esame si trova ad Ovest-Nord-Ovest del nucleo abitato di Mondovì Piazza, in corrispondenza del margine nordoccidentale del rilievo collinare posto oltre il Torrente Ellero. Questo, rilevabile alla base del rilievo, si articola con geometria meandrizzante e scorre da Sud-Ovest Verso Nord-Ovest in direzione di Bastia Mondovì dove confluisce nel Fiume Tanaro. L'intera area è stata definita come Zona di Collina Interna dalla Classificazione altimetrica ISTAT.

I materiali affioranti presso la collina di Mondovì, sono ascrivibili ai termini miocenici e pliocenici del Bacino Ligure Piemontese anche conosciuto come Bacino Terziario Piemontese (BTP), e sono dati da: marne e arenarie qua e là fossilifere, con conglomerati del monregalese (*Elveziano*), (indicati con il termine m^2 sulla Carta Geologica d'Italia Foglio 80 CUNEO), e da marne sabbiose (del Piacenziano ed indicate con il termine m^3 sulla Carta Geologica), e sabbie gialle fossilifere dell'Astiano, indicate con il termine p^2 sulla cartografia.

L'appartenenza della zona analizzata a tale paleoambiente, rende necessaria la precisazione sull'origine e sul significato di questo bacino episuturale (Bally & Snelson, 1980 in Bally et alii, 1985), o bacino satellite (Boccaletti et alii, 1985). Si tratta di un'area emersa dall'epoca Eocene medio (Gelati & Gnaccolini, 1988), a seguito della collisione tra la placca europea e la Microplacca Adria e formata da un impilamento di Unità alloctone costituite da corpi rocciosi riferibili sia al margine paleoeuropeo, che all'area oceanica piemontese-ligure (sistema Basso Monferrato-Appennino settentrionale). Tali Unità costituiscono un edificio strutturale che dall'Eocene superiore tende a sovrapporsi alla Microplacca Adria in corrispondenza di una superficie di scorrimento attualmente immersa verso Sud. Il movimento relativo lungo tale superficie controllerà l'individuazione delle aree episuturali sul dorso delle unità alloctone e dell'antistante avanfossa padana sviluppata sulla Microplacca. Sulle aree episuturali nell'Eocene superiore si realizza una rapida trasgressione documentata da depositi pelitici emipelagici, poggianti su un substrato di tipo ligure nel settore del Basso Monferrato.

Con l'Oligocene inferiore si va delineando lungo l'ossatura appenninica un bacino di sedimentazione, con le testimonianze più occidentali del bacino delle arenarie di Ranzano, tra la zona Borbera-Grue e Basso Monferrato, delimitato a Nord da un rilievo, almeno localmente emerso, parte integrante del prisma di accrezione connesso alla

subduzione di tipo "A" tra l'edificio strutturale e la microplacca citata. Forse il bacino ricopriva in parte la porzione più interna del prisma stesso, ed era limitato a Sud da un allineamento di scarpate le cui attuali evidenze sono ricostruibili all'altezza della Val Borbera (Gnaccolini, 1974).

Sulle unità piemontesi-brianzonesi si ha la sedimentazione dei depositi continentali e marini di mare basso della formazione di Molare (Oligocene), che, con il progressivo "annegamento", verranno a loro volta ricoperti fino al Tortoniano da una successione spessa a volte oltre 4 km e rappresentata dalle formazioni istituite dallo stesso Gelati nel 1967, ed indicate anche nelle note illustrative alla Carta Geologica d'Italia Foglio 81 CEVA.

Trascorso un certo intervallo di tempo dall'inizio dell'"annegamento" (parte alta dell'Oligocene inferiore), il generale collassamento dovuto alla subduzione suddetta, già causa di una rapida trasgressione nell'Oligocene superiore, intensifica i fenomeni disgiuntivi, provocando i fenomeni torbiditici responsabili delle intercalazioni arenaceo-conglomeratiche nelle peliti emibacinali (Gnaccolini & Gelati, 1980).

Mentre tra le Langhe e l'Alto Monferrato la sedimentazione torbiditica è rilevante e si estende fino al Burdigaliano, nel Basso Monferrato invece le torbiditi si situano solo nell'Oligocene superiore, e sono sostituite verso l'alto dalle marne a Pteropodi, indice di un momento di relativa stasi tettonica in corrispondenza del prisma accrezionale.

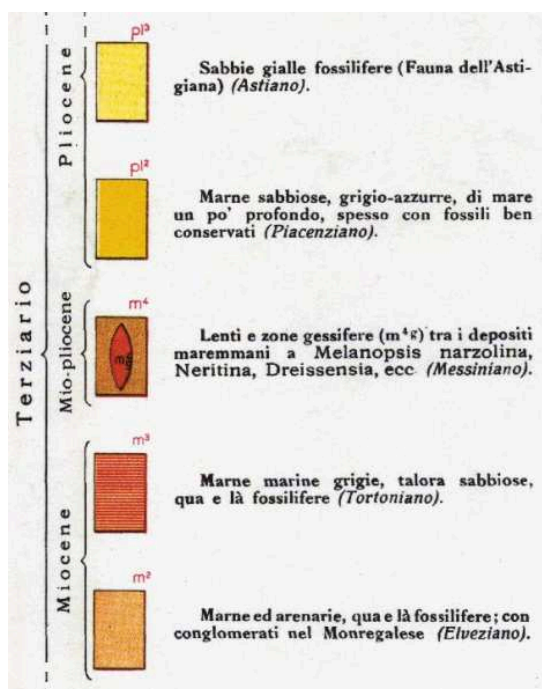
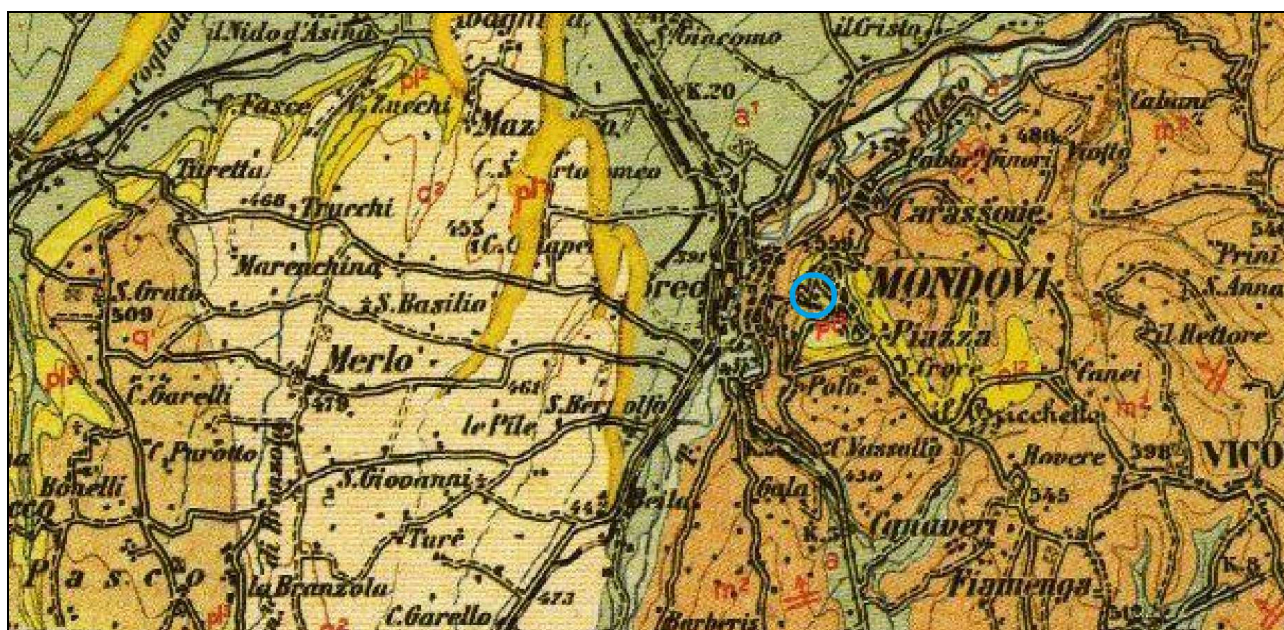
Nel Burdigaliano terminale un processo compressivo riconosciuto in tutta l'area mediterranea occidentale (Boccaletti et alii, 1987), provoca un marcato sollevamento delle aree circostanti il Bacino Ligure Piemontese, con l'inizio della deposizione di potenti successioni torbiditiche cui contribuisce tutta una serie di marcati abbassamenti del livello marino a scala globale. Nel bacino delle Langhe si hanno torbiditi arenacee provenienti dai settori sudoccidentali; in quello del Monferrato anche conglomerati risedimentati, probabilmente derivati dall'arco alpino occidentale e dal rimaneggiamento di sedimenti più antichi depositatisi sul prisma di accrezione.

Strutturalmente, queste successioni di rocce sedimentarie e questi depositi, sono caratterizzati da una giacitura isoclinale immergente verso Nord Nord Ovest, con un'inclinazione variabile di 5° e 20°. Questa tipica disposizione che ha portato alla formazione di valli asimmetriche, caratterizzate da versanti a debole inclinazione con stratificazione a franapoggio, e altri opposti, ripidi, caratterizzati da una giacitura a

reggipoggio. Tali morfologie nella Provincia di Cuneo sono ben apprezzabili lungo gli assi delle principali valli fluviali (Uzzone, Belbo, Bormida di Millesimo e Tanaro).

In dettaglio, l'area di interesse poggia sui termini più recenti affioranti nell'area, rappresentati dalle Sabbie gialle fossilifere in Facies Astiano, poste stratigraficamente al di sopra del contatto geologico con le Marne Sabbiose del Pliocene, che a loro volta poggiano sulle Marne ed Arenarie con conglomerati del Monregalese.

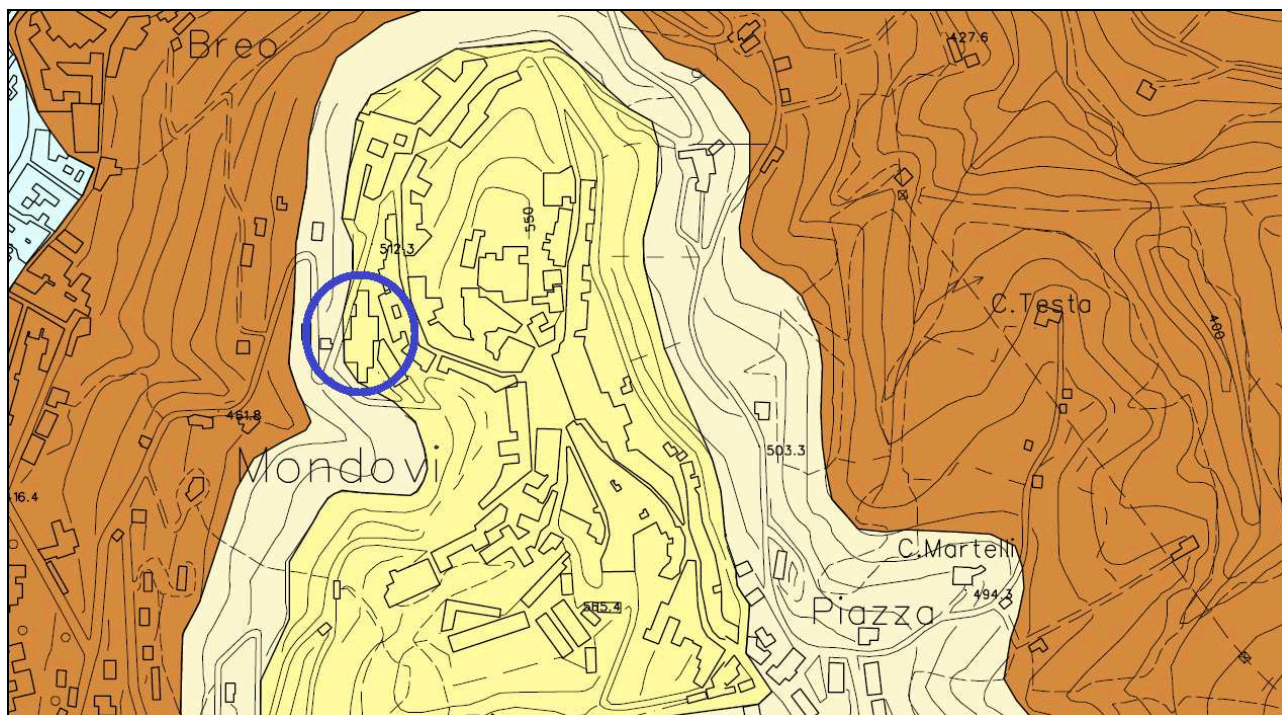
Di seguito si riporta un estratto fuori scala della Carta Geologica d'Italia Foglio 80 CUNEO, con indicata l'area in studio mediante ovale verde, seguito dalla relativa legenda ufficiale:



Inquadramento geologico locale

Per le informazioni di dettaglio sull'area in esame si è proceduto alla consultazione del P.R.G.C. del Comune di Mondovì. Sulla Carta Geologico-Strutturale (AT3.2/2), l'area in esame ricade nei depositi del Plio-Pleistocene (Villafranchiano/Astiano) quasi al contatto con i sottostanti depositi Pliocenici del Piacenziano. Seguono poi verso il basso quelli Miocenici dell'Elveziano.

Di seguito si riporta un estratto fuori scala della cartografia consultata su cui l'area in esame è stata evidenziata mediante cerchio blu.



Plio - Pleistocene

Ghiaie grossolane limose, ghiaie sabbiose, sabbie, silt (Villafranchiano); sabbie e limi (Astiano)

Pliocene

Argille grigio azzurre, sabbie (Piacenziano)

Miocene

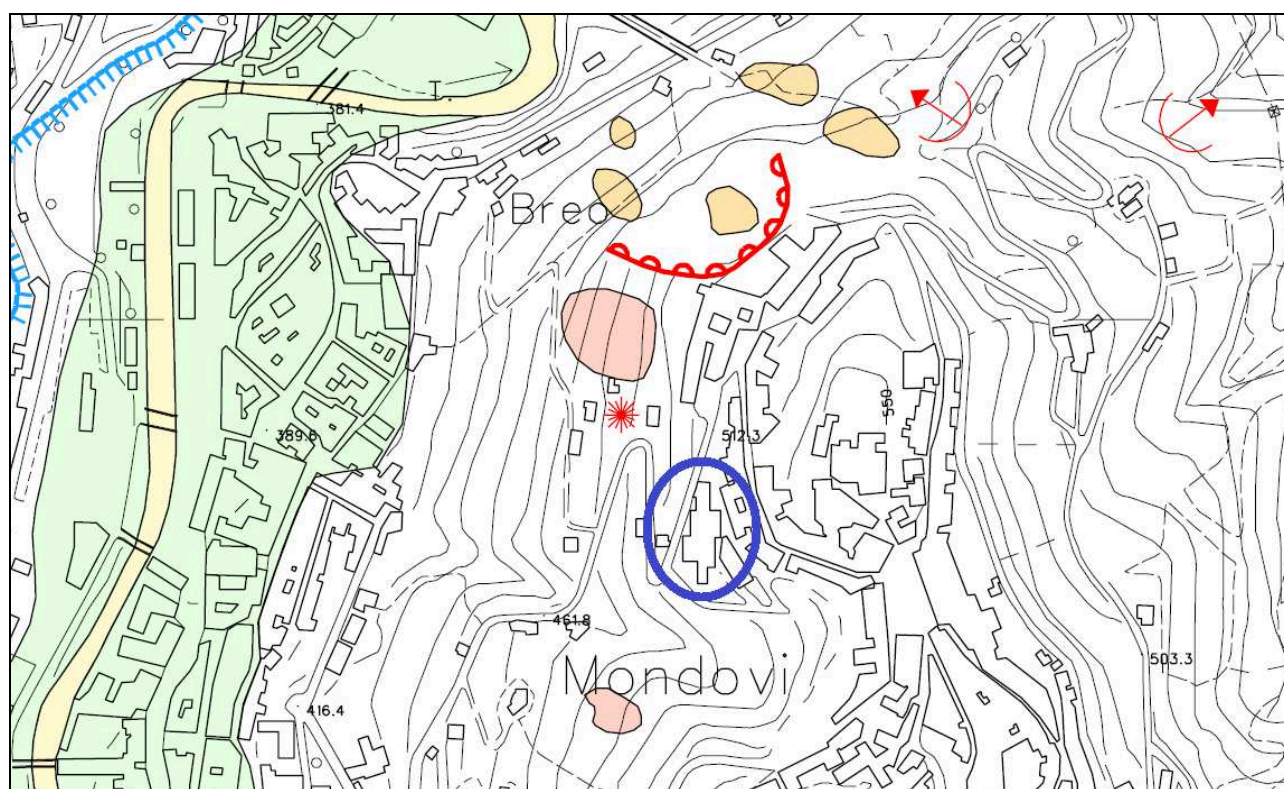
Marne di S. Agata Fossili: marne e marne sabbiose (Tortoniano)

Formazioni di Lequio: marne a grosse bancate, alternate ad arenarie e sabbie (Serravalliano/Tortoniano)

La struttura dell'attuale Istituto Baruffi, e quindi il sito delle opere in progetto, si affaccia su un pendio immergente a Ovest, che da Mondovì Piazza digrada verso l'incisione del T.Eltero. Il modellamento di questo pendio è legato essenzialmente all'azione della forza di gravità che regola tutti i processi gravitativi. È poi a seguito della consultazione delle altre cartografie di Piano che si sono ottenute informazioni più dettagliate riguardo la dinamica del versante adiacente la struttura.

Secondo l'elaborato AT3.3/2 Carta Geomorfologica, presso il pendio sono presenti una serie di dissesti e alcuni indizi morfologici riferibili a deformazioni gravitative attive e inattive, ma nessuna di queste frane interessa l'area su cui sorge la struttura scolastica.

Di seguito si riporta un estratto fuori scala della cartografia consultata su cui l'area in esame è stata evidenziata mediante cerchio blu. Segue la legenda.



Accumuli di frana



attiva



inattiva



Lesioni negli edifici e infrastrutture legate a movimenti gravitativi

Forme di degradazione dei versanti



Soliflusso

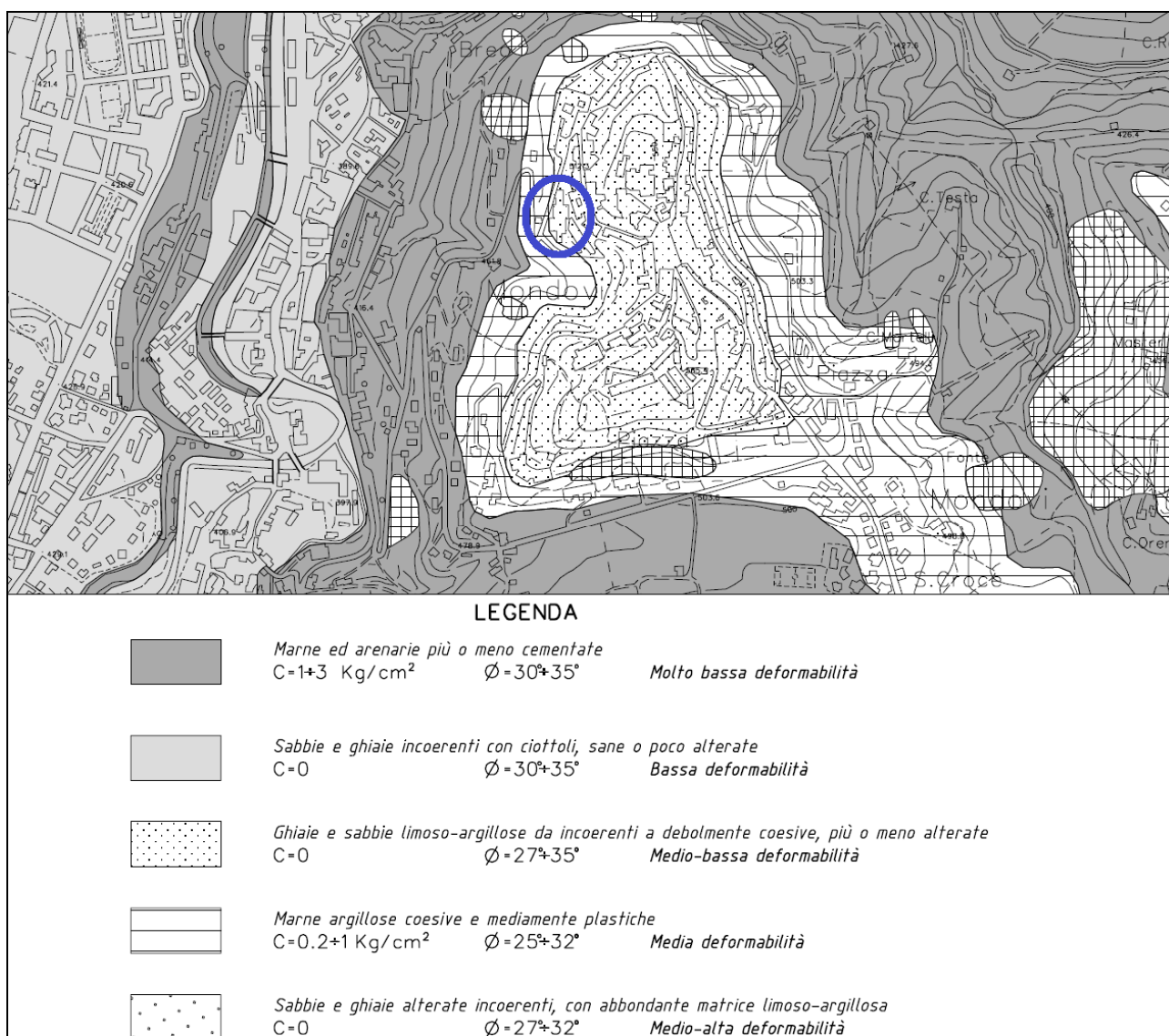


Nicchia di distacco

attiva

inattiva

Sulla Carta della Caratterizzazione Litotecnica dei Terreni (elaborato AT3.6/2 del P.R.G.C.), si apprende come i materiali che affiorano presso il sito in esame, a parte le coperture quaternarie ed i riporti artificiali, siano stati classificati come ghiaie e sabbie limoso-argillose da incoerenti a debolmente coesive più o meno alterate. Esse possiedono una medio-bassa deformabilità, coesione generica nulla e una resistenza al taglio compresa tra 27 e 35° (parametri medi indicativi di letteratura), come indicato dalla carta sottostante.

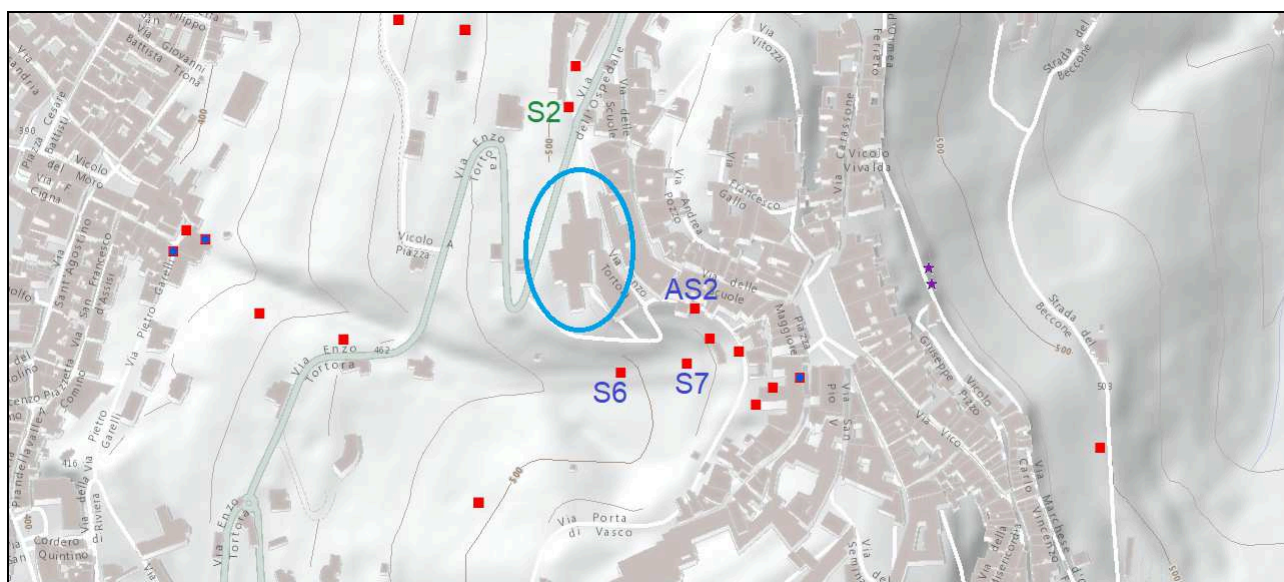


Come approfondimento sempre più di dettaglio, sulla Banca Dati Geologica della Regione Piemonte e dettagliatamente sulla “Banca Dati Geotecnica - Sondaggi geognostici, campioni di terreno e indagini geofisiche”, si possono consultare le stratigrafie

semplificate inerenti i sondaggi geognostici eseguiti all'inizio del 2000 nell'ambito del ripristino della funicolare Breo-Piazza.

Tra tutte le stratigrafie disponibili, si sono considerate quelle più prossime all'area in esame tralasciando le altre perforazioni. In tutte è stato comunque raggiunto il substrato roccioso dato da sabbie medie e fini limose, con varie potenze di coltri di copertura limose e riporti artificiali. Lo stato di addensamento del substrato roccioso aumenta con la profondità.

Di seguito un estratto fuori scala della cartografia Arpa consultata, su cui si sono indicate le sigle dei sondaggi di cui si è scaricata la stratigrafia semplificata. Inoltre si è inserito anche il sondaggio denominato S2 che è uno di quelli fatti eseguire da questa Amministrazione nel 2018 in relazione a delle situazioni di dissesto puntuale. Seguono le stratigrafie relative.



Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S6	Mondovì	CN	Lungo la via di corsa tra Breo e Piazza
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
21/2/2001	21/2/2001	20.00	Impianti: Ripristino funicolare Breo-Piazza
Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione	
103388	5.50	terreno di riporto limo sabbioso passante a sabbia limosa con ghiaia e frammenti di laterizi	
103388	12.60	sabbia media e fine da limosa a con limo moderatamente addensata da moderatamente consistente a molto consistente	
103388	13.50	sabbia media limosa con rara ghiaia eterometrica poligenica parzialmente alterata	
103388	17.50	sabbia media e fine da limosa a con limo poco addensata da moderatamente consistente a molto consistente	
103388	20.00	limo sabbioso consistente	

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S7	Mondovì	CN	Lungo la via di corsa tra Breo e Piazza
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
20/2/2001	20/2/2001	20.00	Impianti: Ripristino funicolare Breo-Piazza
Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione	
103389	6.30	terreno di riporto limo sabbioso sabbia limosa con ghiaia e frammenti di laterizi	
103389	12.00	sabbia media e fine da limosa a con limo poco addensata da moderatamente consistente a molto consistente	
103389	13.10	sabbia media limosa moderatamente addensata con ghiaia eterometrica poligenica	
103389	14.30	sabbia media e fine limosa consistente	
103389	20.00	sabbia media e fine limosa molto addensata consistente con ghiaia eterometrica poligenica localmente passante a limo sabbioso molto consistente	

Nome perforazione		Comune	Provincia	Località
AS2		Mondovì	CN	Bastioni di Piazza di Mondovì
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)		Cantiere
17/1/2001	17/1/2001	15.00		Impianti: Ripristino funicolare Breo-Piazza

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
103392	5.00	terreno di riporto frammenti di laterizi con matrice di sabbia grossolana debolmente limosa passante a limo argilloso e sabbioso plastico con ghiaia eterometrica poligenica con frammenti di laterizi
103392	7.50	limo argilloso plastico consistente
103392	15.00	limo sabbioso consistente

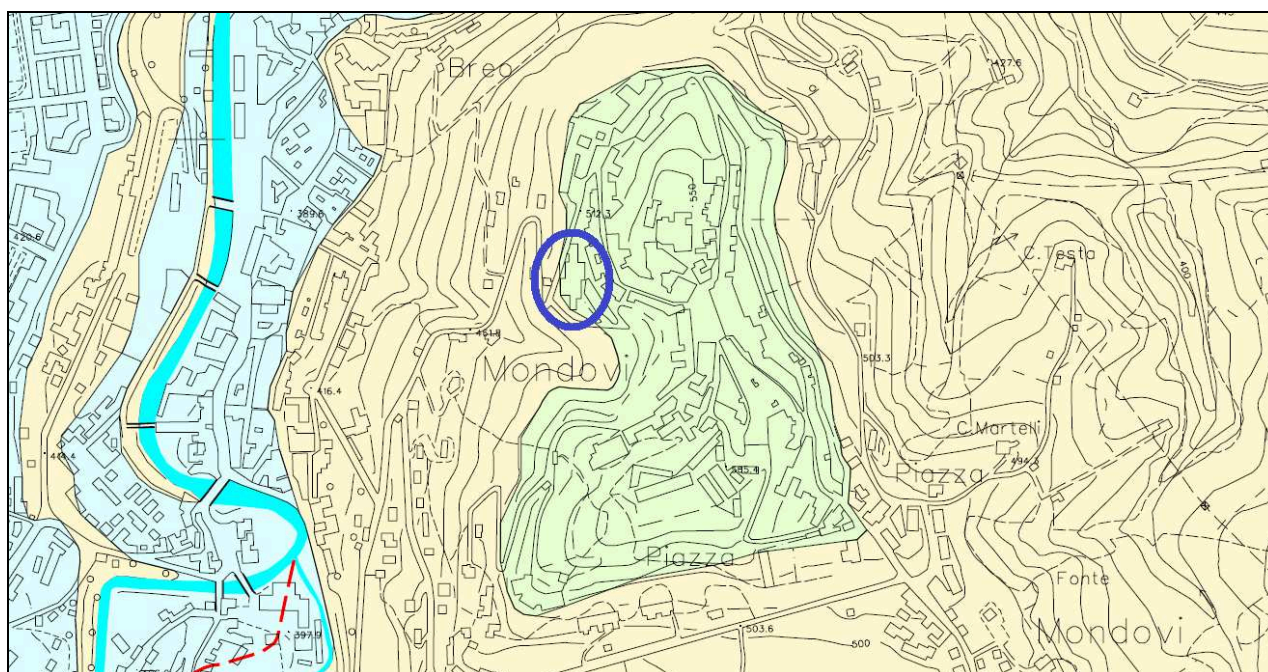
	Committente	Provincia di Cuneo		SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Ist. Alberghiero Giolitti - Via Tortora		S2	1/2
	Località	Loc. Piazza - Mondovì (CN)		Quota (p.c.)	
	Data Inizio	08/02/18	Data Fine		

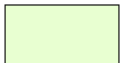
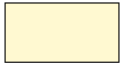
Profondità	Potenza	Scala 1:50	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD	Piezometro	Inclinometro	Prove S.P.T.	Campioni
0.30	0.30	0.30		Conglomerato bituminoso con sottofondo sabbioso ghiaioso.									
0.50	0.20	0.50		Successione di ciottoli di riporto.									
1.10	0.60	1.00		Terreno di riporto limoso sabbioso argilloso con frammenti di laterizi e sparsa ghiaia fine; colore bruno.									
1.60	0.50	1.50		Terreno parzialmente rimaneggiato limoso sabbioso ghiaioso; colore bruno giallo rossiccio.								1.50	
				Limo, limo sabbioso e limo debolmente argilloso, debolmente stratificato; colore screziato bruno grigio giallastro con presenza di piccole concrezioni nerastre.								3-4-4	
3.30	2.20	2.00										3.00	
				Sabbia fine e medio fine, moderatamente addensata, con passate pluricentriche sabbioso limose; colore giallastro rossiccio.								3-3-4	
												4.50	
												19-24-27	
5.50	0.50	5.00		Sabbia fine e molto fine limosa; colore giallo bruno rossiccio.								6.00	
6.00		6.00		Sabbia media, mediamente addensata; colore giallastro.								4-8-3	
												7.50	
												25-30-R	
7.90	1.90	7.00											
				Sabbia medio fine, addensata e con passate decimetriche debolmente cementate; colore giallo chiaro.									
10.00	2.10	10.00											

Inquadramento idrogeologico

Per consentire un inquadramento rappresentativo della circolazione idrica sotterranea, si sono consultati i dati contenuti nella relazione geologica a corredo del P.R.G.C. considerandolo come maggiore studio di dettaglio. Nell'elaborato però si trattano solo gli acquiferi delle pianure alluvionali, senza riferirsi ai materiali pliocenici.

Sulla tavola AT3.4/2, la Carta Geoidrologica del P.R.G.C. di Mondovì comunque, i terreni interessati dal progetto vengono descritti come: terreni da mediamente a poco permeabili per porosità. Ghiaie medie o grossolane, localmente alterate e cementate, limoso-sabbiose e sabbie limose. Si riporta quindi un estratto fuori scala della cartografia consultata.



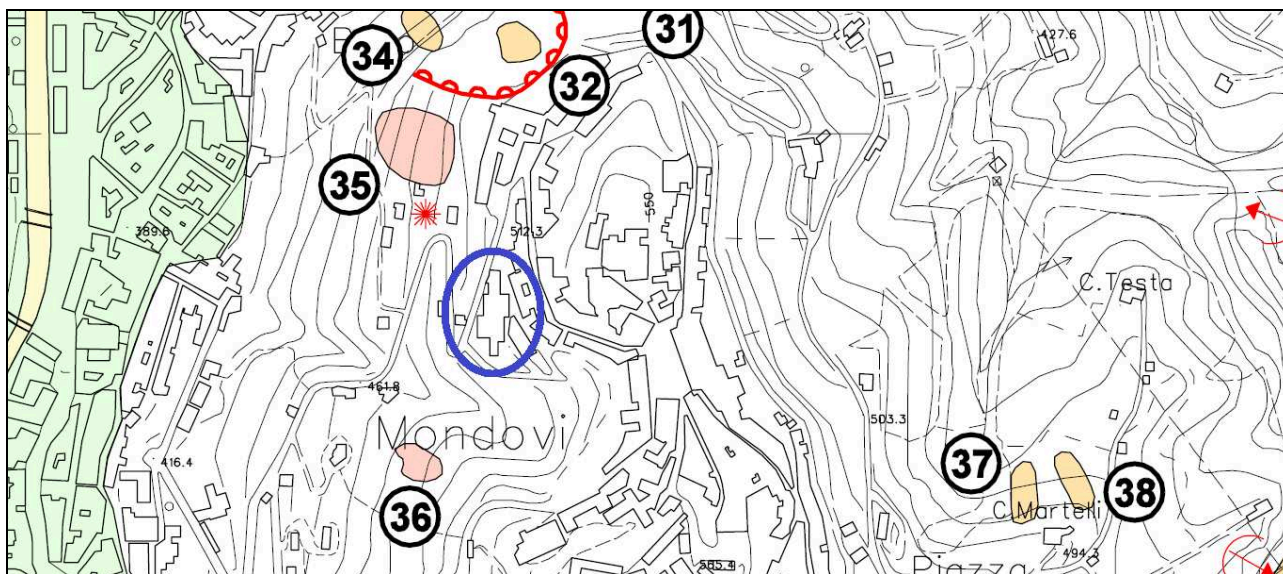
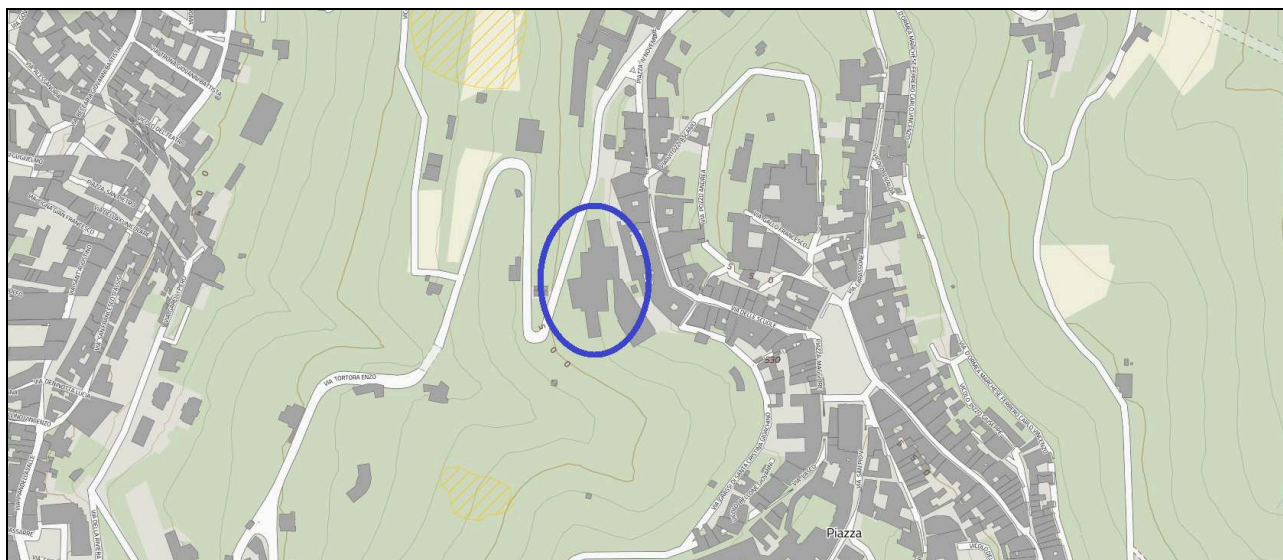
- | | |
|---|---|
|  | <i>Terreni da mediamente a poco permeabili per porosità.</i>
Ghiaie medie o grossolane, localmente alterate e cementate;
limoso-sabbiose e sabbie limose. |
|  | <i>Rocce impermeabili con locali livelli debolmente permeabili per porosità.</i>
Argille grigio azzurre con sabbie, marne e marne sabbiose
con livelli di arenarie e sabbie. |

Nelle successive fasi progettuali si dovrà procedere alla definizione di maggior dettaglio della presenza di eventuali falde permanenti o occasionali all'interno delle sabbie limose della Formazione Astiana, determinando la posizione della potenziale superficie piezometrica e soprattutto la sua oscillazione stagionale.

Analisi delle pericolosità geologiche ed elementi di criticità

Di seguito saranno descritti gli elementi di criticità che riguardano l'area in studio, che siano presenti in atto o potenzialmente attivi, essi saranno distinti per tipologia e generalità.

Dalla consultazione delle cartografie del PAI reperibili on-line al momento della stesura della presente relazione, si osserva come non siano indicati dissesti di tipo gravitativo in atto o potenziali. L'intera area della scuola attuale è esterna a qualsiasi delimitazione e, conseguentemente, ai rispettivi vincoli. La cosa è anche confermata dall'elaborato di P.R.G.C. AT3.11/2 Carta Geomorfologica con Numerazione delle Frane di cui se ne allega un estratto fuori scala, preceduto dalla cartografia del PAI, entrambe consultate on-line su cui è anche stata evidenziata l'area in esame.



Infine si è consultata la Tavola AT3.7/9 ovvero la Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica del Comune di Mondovì.

L'area in esame ricade in Classe II ovvero in una porzione di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici. Osservando la carta, nella Classe II ricadono i settori di territorio condizionati da problematiche legate alla pendenza della superficie topografica e le aree prossime ai corsi d'acqua che non ricadono in una delle Classi III.

In linea generale, andranno adottati tutti gli accorgimenti tecnici sia provvisori (durante le fasi di cantiere), che definitivi (durante tutta la vita utile dell'opera), atti all'intercettazione, all'allontanamento e allo smaltimento delle acque meteoriche e di scorrimento superficiale, da realizzarsi in corrispondenza ed in prossimità dell'area interessata dal progetto. Tali sistemi di drenaggio e smaltimento dovranno necessariamente essere sottoposti a periodica manutenzione, al fine di garantirne sempre la piena efficienza per tutta la durata utile dell'opera.

Non sono da escludere possibili ristagni d'acqua o circolazioni idriche sotterranee, localizzate a bassa profondità dal p.c., e/o incluse nei terreni e nelle coltri superficiali, data la loro bassa permeabilità soprattutto per la presenza di abbondante matrice coesiva e/o di riporti artificiali a composizione ignota. Infatti va considerato che i livelli superficiali potrebbero essere ricoperti o miscelati a varie percentuali di materiali di risulta e riporti artificiali di varia natura e pezzatura, derivanti dalle molteplici antropizzazioni ed interventi edilizi eseguiti negli anni sul sito in esame o nelle aree limitrofe.

Nelle successive fasi progettuali, dovranno pertanto essere preventivate le adeguate metodologie operative per far fronte a questa eventualità e le inclinazioni delle pareti di scavo dovranno essere realizzate e mantenute secondo pendenze stabili (sia a breve termine che a lungo termine), progettate secondo i dati emersi da una campagna d'indagine geognostica e anche adeguate in funzione delle caratteristiche proprie dei materiali che saranno rinvenuti scavando.

Il Comune di Mondovì, sotto il punto di vista sismico ed in ottemperanza alla D.G.R. 30/12/2019, n° 6-887 "*OPCM 3519/2006 Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656*", è stato classificato in Zona Sismica 3.

In funzione di quanto dettato dal D.M.17/01/2018 (aggiornamenti alle NTC), e sulla base dei dati fin d'ora disponibili, non è possibile definire la categoria dei sottosuoli a cui il sito in esame appartiene. Per avvalersi della misura della velocità media equivalente di propagazione entro 30 m o fino al sismostrato con $V_s > 800$ m/s, sarà necessario effettuare misurazioni direttamente in sito mediante apposite indagini geofisiche dedicate.

Si dovranno anche misurare le frequenze di risonanza di sito, cioè i periodi propri di vibrazione del volume di materiali compreso tra il substrato e la superficie topografica. Tale tipologia di indagine è di particolare utilità negli studi di risposta sismica locale (RSL) ossia le analisi volte a determinare l'insieme di modifiche che un moto sismico generato ad una certa profondità subisce attraversando gli strati sovrastanti fino alla superficie. Gli studi di RSL possono essere effettuati a diversa scala di approfondimento in funzione del tipo di intervento in progetto. In questa sede si ricercano informazioni di tipo quantitativo, utili come complemento e validazione della classificazione sismica effettuata per altri mezzi (MASW attiva per esempio).

Come approfondimento storico, si riportano i dati indicati negli studi reperibili online sul portale Webgis dell'Arpa Piemonte, verificati anche sulla base di quanto riportato sul sito dell'INGV per il DBMI11 e il CPTI11 (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia *"Data Base Macrosismico Italiano"* e *"Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani"* edizioni 2011). Nel sito Arpa sono evidenziati i sismi registrati dalla rete RSNi dal 1982 ad oggi. Dallo stesso dataset sono estratti gli eventi sismici occorsi negli ultimi 15 giorni che costituiscono il tematismo della sismicità recente. Inoltre, è possibile consultare la banca dati della localizzazione dei terremoti italiani storici sino al 2002, realizzata a seguito dell'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003 (Gruppo di lavoro MPS, 2004), come aggiornamento del precedente CPTI99 del 1999.

Dalle carte è possibile osservare come non siano indicate segnalazioni di sismi in corrispondenza o in prossimità dell'area in esame, se si considera un intorno significativo di territorio.

Conclusioni

Sulla base della modellazione geologica definita, della letteratura scientifica consultata, dei sopralluoghi eseguiti e delle considerazioni svolte, si riassumono i seguenti aspetti ritenuti salienti, in merito alla fattibilità geologica del progetto:

- L'area su cui sorge l'attuale fabbricato dell'Istituto Tecnico G. Baruffi di Mondovì, risulta essere caratterizzata geologicamente da materiali pliocenici (Terziario) in Facies Astiano, appartenenti al Bacino Ligure Piemontese anche conosciuto come Bacino Terziario Piemontese (BTP). Si tratta di sabbie e sabbie con limi in diverse percentuali, che poggiano, con una giacitura quasi suborizzontale, su marne piacentiane.
- Questi materiali risultano essere ricoperti da coltri superficiali che hanno comportamento riconducibile a quello coesivo, con potenze che possono variare anche notevolmente. Nel sito in esame, questi materiali sono sicuramente essere frammisti o ricoperti da variabili spessori di riporti artificiali e materiali di risulta di varia natura e varia pezzatura, impossibili da caratterizzare in questa sede. Tutti questi materiali superficiali andranno eliminati e/o attraversati al fine di trasferire i carichi strutturali al terreno granulare sottostante, ovvero al substrato roccioso del sito.
- A seguito dell'esecuzione di future indagini geognostiche specifiche sarà possibile determinare con esattezza la successione stratigrafica del sito (e quindi stabilire la profondità alla quale è possibile rinvenire i materiali del substrato roccioso in posto) e, mediante prove in sito e di laboratorio, definirne anche i parametri geotecnici caratteristici (γ_k) come dettato dal D.M. 17/01/2018 NTC.
- Tutto il sito scolastico risulta essere esterno ad interferenza diretta da parte del reticolo idrografico superficiale naturale. Inoltre, sull'area non sono attivi o quiescenti movimenti gravitativi o attività di versante.
- L'area in esame ricade in Classe II ovvero in una porzione di territorio nelle quali le condizioni di pericolosità geomorfologica sono moderate e possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici. Precisamente, in tale classe ricadono i settori di territorio la cui superficie

topografica non è orizzontale, trovandoci appunto sulle pendici dei rilievi collinari della località Mondovì Piazza.

- In merito alla circolazione idrica sotterranea si evidenzia come i materiali sabbiosi e sabbioso limosi del substrato roccioso siano permeabili per porosità primaria in funzione della quantità di materiali fini presenti. Sono comunque generalmente poco permeabili.

I terreni di copertura sono anch'essi permeabili per porosità ma essendo la quantità di matrice fine molto abbondante sono da considerarsi caratterizzati da un coefficiente di permeabilità molto basso. I riporti invece sono attualmente impossibili da caratterizzare.

- Allo stato attuale, le conoscenze acquisite sull'area d'intervento, derivano da un programma di indagine effettuato il più possibile in ottemperanza a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 *"Aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni"*. I metodi e le tecniche di studio, l'approfondimento ed il dettaglio delle analisi e delle indagini sono commisurati all'iter procedurale di sviluppo del progetto (§ 2 *Linee Guida – Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi*), alla complessità geologica del sito, all'importanza dell'opera in relazione ai tempi materiali disponibili. Inoltre nel progressivo sviluppo ed affinamento degli aspetti strutturali ed ingegneristici delle varie fasi progettuali, si è reso necessario un "allineamento" delle conoscenze e delle modellazioni geologiche con il progetto stesso.

Siccome le strutture geologiche sono generalmente molto complesse, un modello capace di prevedere in maniera completamente affidabile le condizioni geologiche, idrogeologiche, non esiste (MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA di Giulio Riga, 2010). Poiché l'eliminazione totale dell'incertezza del modello non è ragionevolmente possibile, si è cercato comunque di definire il più corretto approccio per la sua quantificazione. Pertanto, per questa fase progettuale si può valutare con un indice di livello 3 (*sufficiente*), l'attendibilità della modellazione geologica definita e più precisamente, che questa corrisponda con una precisione stimabile per il 60% con la situazione realmente esistente per la porzione di territorio analizzato.

Si dovrà ovviamente eseguire, per le successive fasi progettuali una adeguata campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche, al fine di ottenere

una modellazione geologica attendibile, accompagnata da una valutazione dei parametri geotecnici dei materiali che saranno coinvolti dal nuovo progetto, tutto in ottemperanza delle NTC 2018.

Infine si dovrà sempre procedere ad una attenta verifica delle caratteristiche e delle valutazioni svolte nelle varie sedi progettuali, al fine di avvalorare quanto dettagliato. Eventuali situazioni che si discostino da quanto descritto e previsto, dovranno essere affrontate, in corso d'opera a seguito di specifiche indagini, per poter scegliere la migliore tipologia d'intervento, ed adattare le opere di fondazione, o l'opera stessa, alla realtà riscontrata durante gli scavi.