

COMUNE DI BERGAMO

Provincia di Bergamo



RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA FINALIZZATA ALLA REALIZZAZIONE DI UN LOCALE TECNICO INTERRATO AREA EX CONVENTO S. AGOSTINO (BG)

COMMITTENTE: Studio Tecnico dr. ing. Ezio Goggia
Via G. D'Annunzio 19, – 24128 BERGAMO

Firma

Progettista:
dr. geol. Paolo Locatelli



Note

Data
Maggio 2014

Studio Geologia Applicata
Via Partigiani n. 08 - 24121 BERGAMO
Tel/fax 035/224120
e-mail: pa.locatelli@tiscali.it

INDICE

1.0 PREMESSA	pag. 3
2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	pag. 5
3.0 METODOLOGIA DELL'INDAGINE GEOGNOSTICA	pag. 10
4.0 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA ..	pag. 11
5.0 CONCLUSIONI E INDICAZIONI PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO.....	pag. 14
3.1 Considerazioni conclusive	pag. 14
3.2 Indicazioni per la realizzazione dell'intervento	pag. 15
ALLEGATI:	pag. 19
- INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO C.T.R Scala 1:10.000	
- UBICAZIONE SONDAGGI Scala 1:250	
- FOTOGRAFIE SONDAGGIE E STRATIGRAFIE	

1.0 PREMESSA

Lo scrivente è stato incaricato dal dr. Ing. Ezio Goggia, con studio Tecnico a Bergamo via G. D'Annunzio 19, di seguire un'indagine geognostica in corso di realizzazione finalizzata all'identificazione geotecnica del substrato di fondazione per la formazione di un locale tecnico interrato, che comporta la realizzazione di uno scavo di dimensioni 20 x 10 m profondità -6.00 m dal p.c. Si rimanda agli elaborati tecnici dei singoli Professionisti per ogni ulteriore informazione sul progetto da realizzarsi.

Il dr. ing. Ezio Goggia aveva programmato un piano di indagine consistente nella esecuzione di n.1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo da eseguirsi immediatamente a Sud della ex chiesa di S. Agostino. Successivamente si è concordato di eseguire un'ulteriore sondaggio S2 da posizionarsi lungo il lato Sud dello scavo per una migliore valutazione dell'andamento e delle caratteristiche stratigrafiche del substrato

Le prove geognostiche di campagna sono state eseguite in data 29/04/2014.

All'esecuzione delle indagini geognostiche hanno in parte presenziato:

- il dr. ing. Ezio Goggia
- la drssa. arch. Gerbelli (Studio Sita)

Le operazioni di campagna sono iniziate alle ore 08.30 e si sono concluse intorno alle ore 17.00

Si rimanda alla allegata planimetria per l'esatta ubicazione dei sondaggi.

I risultati emersi dell'indagine geognostica sono stati elaborati ed interpretati, ed i risultati sono dati in annesso alla presente relazione.

2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio della città di Bergamo è formato da tre ambiti fisiografici principali: i colli, la fascia pedecollinare e la pianura.

Entro i confini comunali, possiamo distinguere due tipi di sedimenti affioranti: quelli di origine marina, che occupano in prevalenza la metà settentrionale del territorio e costituiscono le aree collinari; e quelli di origine continentale (fluviale e fluvioglaciale) della pianura che occupano soprattutto la parte meridionale.

I sedimenti marini costituiscono l'ultimo lembo affiorante delle Alpi Meridionali (Sudalpino) affacciato alla Pianura Padana, prima che esso si immerga sotto i sedimenti miocenico-quadernari della stessa.

Le rocce marine che costituiscono i colli di Bergamo sono formate prevalentemente da flysch (torbiditi).

Le torbiditi sono rocce sedimentarie prodotte dalle "correnti di torbidità" che si formano da movimenti franosi sottomarini. Queste correnti sono più dense del mezzo acquoso in cui si muovono e spesso riportano in sospensione i sedimenti sciolti dei fondali. Talvolta derivano da immissione di materiale sospeso nelle acque fluviali e possono esercitare anche un'azione erosiva sul fondo.

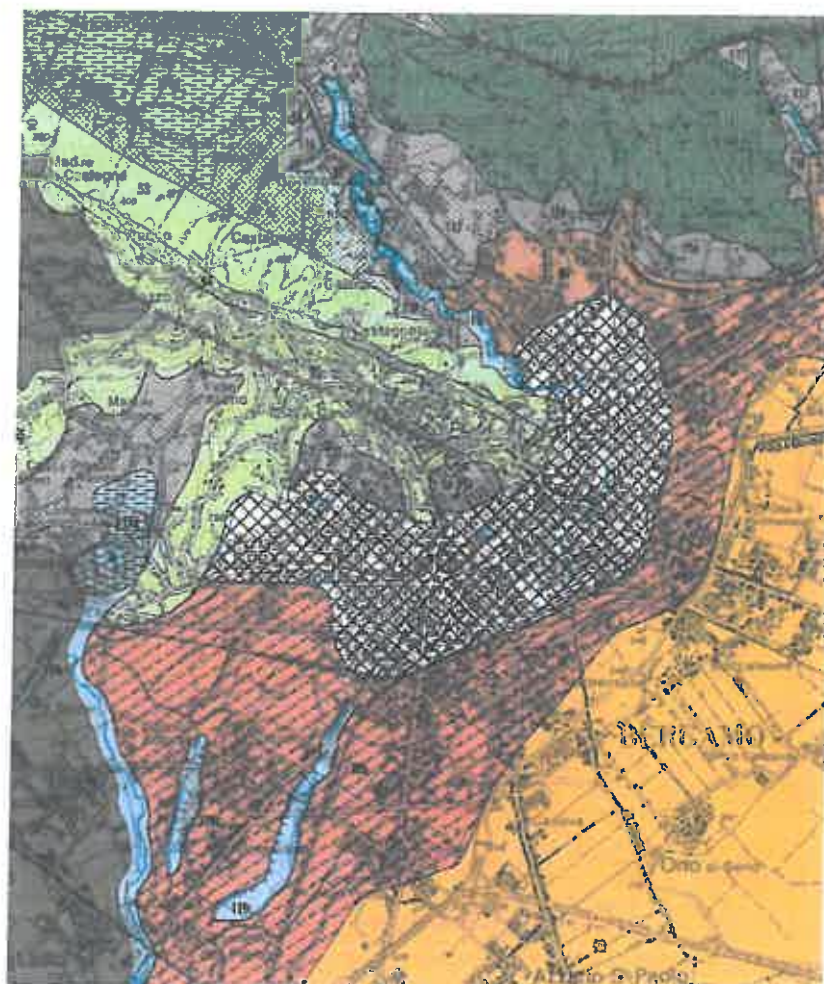


Fig. 1 Estratto carta geologica Provincia di Bergamo

La percorrenza di queste correnti può essere anche di centinaia di chilometri; esse si incanalano lungo canyons sottomarini che solcano le piattaforme e sboccano nelle piane abissali. Le torbiditi sono deposte da episodi di sedimentazione che si susseguono ad intervalli per lo più improvvisi e rapidi.

Nella zona collinare il substrato roccioso è spesso affiorante o subaffiorante. La copertura eluviale presenta caratteristiche tessiturali omogenee in quanto proviene dall'alterazione fisico chimica di litologie simili.

L'area in esame si inserisce, come si può osservare dallo stralcio della carta geologica del territorio di Bergamo (fig2), in un area di affioramento del substrato cretaceo nel dettaglio noto come Flysch di Bergamo.

Flysch di Bergamo - (Campaniano): quest'unità costituisce gran parte della collina bergamasca e le due propaggini di San Vigilio e San Sebastiano. Si tratta di alternanze di peliti ed arenarie, di colore da grigio chiaro a giallastro, in strati da sottili a spessi, di origine torbitidica. Il limite inferiore, con il Conglomerato di Sirone, nell'area delle città, si presenta in modo evidente pur se non completamente osservabile è chiaramente intuibile percorrendo il lato nord-est delle mura di Città Alta (N-E): la tipica alternanza di strati arenacei e livelli pelitici della base della formazione è in contatto ed in apparente continuità, con uno strato conglomeratico di circa un metro di spessore.

Il Flysch di Bergamo presenta al suo interno una serie di associazioni di facies.

Le facies che affiorano nella città di Bergamo sono:

- A) Alternanze di peliti e di arenarie fini e medie, in strati da centimentrici a decimetrici, con superfici di stratificazione piano-parallele; frequentemente si rilevano impronte di fondo e bioturbazioni. Si riconoscono sequenze verticali di tipo *thickening*

upward. Questa associazione è la più rappresentata a Bergamo.

B) Orizzonti di spessore decametrico formati da arenarie medie e grossolane, massive o in strati molto spessi, con intercalati sottili livelli pelitici; le superfici di stratificazione sono irregolari ed in genere non parallele.

A livello fossilifero si osservano piccoli gusci di bivalvi e di gasteropodi

I Flysch di Bergamo possono essere interpretati come depositi marini profondi appartenenti ad un vasto sistema torbidity. Si riconoscono associazioni di facies tipiche di piana bacinale e di lobo deposizionale. Tale ambiente deposizionale può essersi sviluppato nell'avanfossa prospiciente la catena alpina nel Cretacico superiore, ed essere alimentato dall'erosione di tale catena. Le paleocorrenti evidenziano apporti provenienti da nord e da nord-est.



Fig. 2 Stralcio carta geologica pgt



Depositi alluvionali Unità postglaciale. Pleistocene sup. Olocene



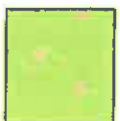
Complesso di Palazzago

Depositi di versante. Clasti carbonatici e terrigeni delle formazioni locali con matrice derivante anche dal rimaneggiamento di suoli preesistenti.



Unità di Comun Nuovo

Depositi fluvioglaciali. Superficie limite superiore: suoli di spessore massimo 1 m copertura loessica assente.



Flysch di Bergamo

Alternanza di arenarie, calcareniti e peliti di origine torbiditica con stratificazione da centimetrica a metrica



Sinclinale con piano assiale fortemente inclinato e coricato

3.0 METODOLOGIA DELL'INDAGINE GEOGNOSTICA

Per poter verificare la composizione e le caratteristiche geotecniche del substrato, nonché per valutarne la variazione stratigrafica al variare della profondità, si è optato per l'esecuzione di n. 2 sondaggi a carotaggio continuo.

I sondaggi sono stati eseguiti dalla Ditta S.G.B. PERFORAZIONI S.r.l. con sede legale in via Goldoni snc - 24128 Bergamo, e sede operativa in via Monte Misma n. 43 - 24050 Grassobbio (BG), mediante l'impiego di sonda modello Boart Longyear Db 7520 da 60 ql.

Per l'esatto posizionamento del sondaggio, si rimanda alla allegata planimetria.

I risultati del sondaggio sono stati riassunti in una scheda stratigrafica che riporta:

- posizione e documentazione fotografica carotaggio;
- spessore, natura e descrizione degli strati;

4.0 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA

Le indagini geognostiche eseguite consentono una ricostruzione stratigrafica del sottosuolo che evidenzia caratteristiche eterogenee dovute soprattutto a variazioni granulometriche e di addensamento per quanto riguarda il deposito superficiale; ed a variazioni intrinseche dei depositi torbiditici per quanto riguarda il substrato roccioso.

La successione stratigrafica, sottostante l'area in esame, può essere di seguito così schematizzata:

Livello [0]: dal piano campagna fino alla profondità di circa - 0.40 m dal p.c.

Si tratta di uno strato di ghiaia e sabbia che costituisce il sottofondo del parcheggio.

Livello [1]: dalla base dello strato precedente fino alla profondità variabile di - 3.80 m del sondaggio S1 a - 1.20 m del sondaggio S2

Si tratta di un deposito superficiale di origine eluvio-colluviale, rimaneggiato nel corso dei secoli da attività antropica.

Granulometricamente si distinguono ghiaie, sabbie, limi e percentuali variabili di frammenti del sottostante

Studio

GEOLOGIA APPLICATA

dr. Paolo Locatelli

substrato roccioso, inglobati abbondanti ciottoli e blocchi di origine pelitico arenacea.

Le principali caratteristiche geotecniche sono:

- peso di volume: 19.4
- coesione: 0.00 KPa
- angolo d'attrito: 30-32°
- grado di addensamento: buono/ottimo

Livello [2]: dalla base dello strato precedente fino alla massima profondità investigata (-10.00 m dal p.c.)

Si tratta del substrato roccioso che nella zona in esame è costituito unicamente dal Flysch di Bergamo. Per la descrizione della formazione si rimanda al capitolo "3.0 Inquadramento geologico". Di seguito si descrivono gli aspetti geomeccanici relativi allo spessore di roccia carotato.

La formazione si presenta come una successione di strati, ritmicamente ripetuti, di spessore centimetrico, solo occasionalmente si sono evidenziati strati decametrici. Il coefficiente di scabrezza delle discontinuità JRC è stato valutato, tramite pettine di Barton, pari a JRC=8,

Le caratteristiche di classificazione geomeccanica sono le seguenti:

Resistenza della matrice rocciosa 10 MPa

RQD = 0%

Spaziatura discontinuità < 0.06 m

Condizioni delle discontinuità:

GEOLOGIA APPLICATA

dr. Paolo Locatelli

superfici debolmente rugose, pareti da non alterate a leggermente alterate, riempimento assente e/o presenza di materiale limoso argilloso interstrato, completa assenza di acqua.

Giacitura prevalente:

- immersione 220°-240°
- pendenza tra 40° e 60° gradi

Le principali caratteristiche geotecniche emerse dal sondaggio geognostico e dal rilievo eseguito sui limitati affioramenti rocciosi presenti in zona posso essere riassunte nella seguente tabella:

Stratificazione	Coesione (kPa)	Angolo d'attrito interno	Peso di volume (kN/m ³)
Favorevole reggipoggio/orizz.	20-30	30°-32°	21/23
Sfavorevole franappoggio	15-20	15°	21/23

Si precisa che per giacitura favorevole si intende quella da reggipoggio a suborizzontale, per giacitura sfavorevole si intende quella a franappoggio (immersione degli strati verso la parete dello scavo)

5.0 CONCLUSIONI E INDICAZIONE PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

5.1 Considerazioni conclusive

Su incarico del dr. ing. Ezio Goggia è stato redatto il presente studio geologico e geotecnico, a supporto del progetto relativo alla realizzazione di un nuovo locale tecnico interrato nell'area dell'ex convento S. Agostino. Dall'indagine geognostica, dai rilievi eseguiti, e sulla base di tutto quanto precedentemente esposto è possibile riassumere le seguenti considerazioni:

- al disotto di un primo orizzonte sabbioso ghiaioso che costituisce lo strato di sottofondo del parcheggio si ritrova un orizzonte rimaneggiato di natura terrigena di spessore assai variabile, compreso fra - 1.20 e - 3.80 m dal p.c., con inglobati abbondanti ciottoli e blocchi di natura pelitico arenacea. Al disotto di questo orizzonte, fino alla massima profondità investigata -10.00 m dal p.c. si ritrova una formazione rocciosa denominata Flysch di Bergamo;
- il piano di posa delle fondazioni, previste di tipo nastriforme/plinto, è posizionato a circa -6.00 m dal p.c. ed è costituito dalla formazione flysciode. I parametri geomeccanici precedentemente esposti indicano discrete possibilità di carico, compatibili

con la tipologia costruttiva di progetto, senza l'insorgenza di particolari problematiche connesse con i cedimenti. E' opportuno inoltre un'accurata "pulizia" dello scavo nei tratti dove verranno impostate le fondazioni.

- Durante l'indagine geognostica non è stata riscontrata presenza di acqua.

4.2 indicazioni per la realizzazione dell'intervento

L'intervento in oggetto consiste nella realizzazione di un locale tecnico interrato da realizzarsi nell'area attualmente adibita a parcheggio posta immediatamente a Sud dell'ex edificio ecclesiastico. Lo scavo in progetto, come si può osservare dall'allegato schema planimetrico, presenta le seguenti dimensioni: lunghezza 20 m, larghezza 10 m, profondità -6.00 m. dall'attuale p.c.

Realizzazione fronti di scavo

- per le scarpate interessate da materiale incoerente e/o rimaneggiato la pendenza massima non dovrà superare gradi 30. Considerato comunque il buon grado di addensamento del deposito, in condizioni di scavo controllato, localmente per altezze contenute e per limitati intervallo di tempo, la pendenza del fronte può essere conseguentemente aumentata fino a valori di 40-45° gradi;

*Studio***GEOLOGIA APPLICATA***dr. Paolo Locatelli*

- per le scarpate interessate dal flysch la pendenza non dovrà essere superiore a 45° , nei tratti dove la formazione risulti sufficientemente compatta la pendenza del fronte potrà essere conseguentemente aumentata anche fino a pendenze subverticali;
- laddove lo scavo debba essere realizzato verticalmente dovranno essere previste opportune opere di contenimento del fronte stesso. Nel caso specifico, in considerazione della natura litologica del substrato e delle condizioni logistiche si consiglia la realizzazione di una barriera di micropali. Per il dimensionamento della berlinese si potrà fare riferimento al capitolo 4.0 "caratterizzazione geotecnica e geomeccanica". Nel dettaglio, particolare attenzione andrà posta lungo il lato e lo spigolo nord dello scavo in quanto, la roccia presenta una giacitura sfavorevole a franappoggio. Lo scavo comportando un rilascio tensionale all'interno dell'ammasso stesso può innescare fenomeni di franamento per scivolamento lungo i piani di discontinuità. Per quanto riguarda il lato Sud, dello scavo, il fronte roccioso risulta nel suo complesso stabile, ma in considerazione alla natura della roccia al suo elevato grado di fratturazione e di abbondante riempimento di materiale terrigeno fine interstrato il fronte di scavo dovrà comunque essere opportunamente protetto

da probabili distacchi di massi e blocchi di roccia, nonché da contenuti franamenti di frazioni fini interstrato. In questo caso se necessario si dovrà prevedere eventuale posa di rete elettrosaldata di protezione fra i micropali per prevenire locali distacchi;

- in relazione al fatto che la formazione rocciosa presenta bassa permeabilità (limitata filtrazione solo lungo le discontinuità) al fine di evitare fenomeni di ristagno idrico dovuto all'accumulo di acqua per infiltrazione e/o percolazione dall'alto, con conseguenti fenomeni di umidità, è necessario prevedere adeguato drenaggio perimetrale con raccolta ed adduzione a idoneo recapito dell'acqua, in alternativa, sarà necessario impermeabilizzare le strutture controterra;
- lo scavo non protetto o frazioni di esso dovrà essere lasciato "aperto" il minor tempo possibile, sono da evitare fermi cantiere a scavo aperto, i fronti dovranno essere opportunamente riparati da eventi meteorici.

Si consiglia un sopralluogo tecnico durante l'esecuzione dei lavori al fine di valutare eventuali difformità geomeccaniche rispetto a quelle previste in fase

*Studio***GEOLOGIA APPLICATA***dr. Paolo Locatelli*

geognostica, onde se necessario procedere ad una revisione e/o aggiornamento di quanto previsto.

Si rimane a disposizione per qualsiasi ulteriore integrazione chiarimento e/o necessità.



ALLEGATI

- **INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO C.T.R. Scala 1:10.000**
- **PLANIMETRIA UBICAZIONE SONDAGGI Scala 1:250**
- **FOTOGRAFIE SONDAGGI CAROTAGGI E STARTIGRAFIE**

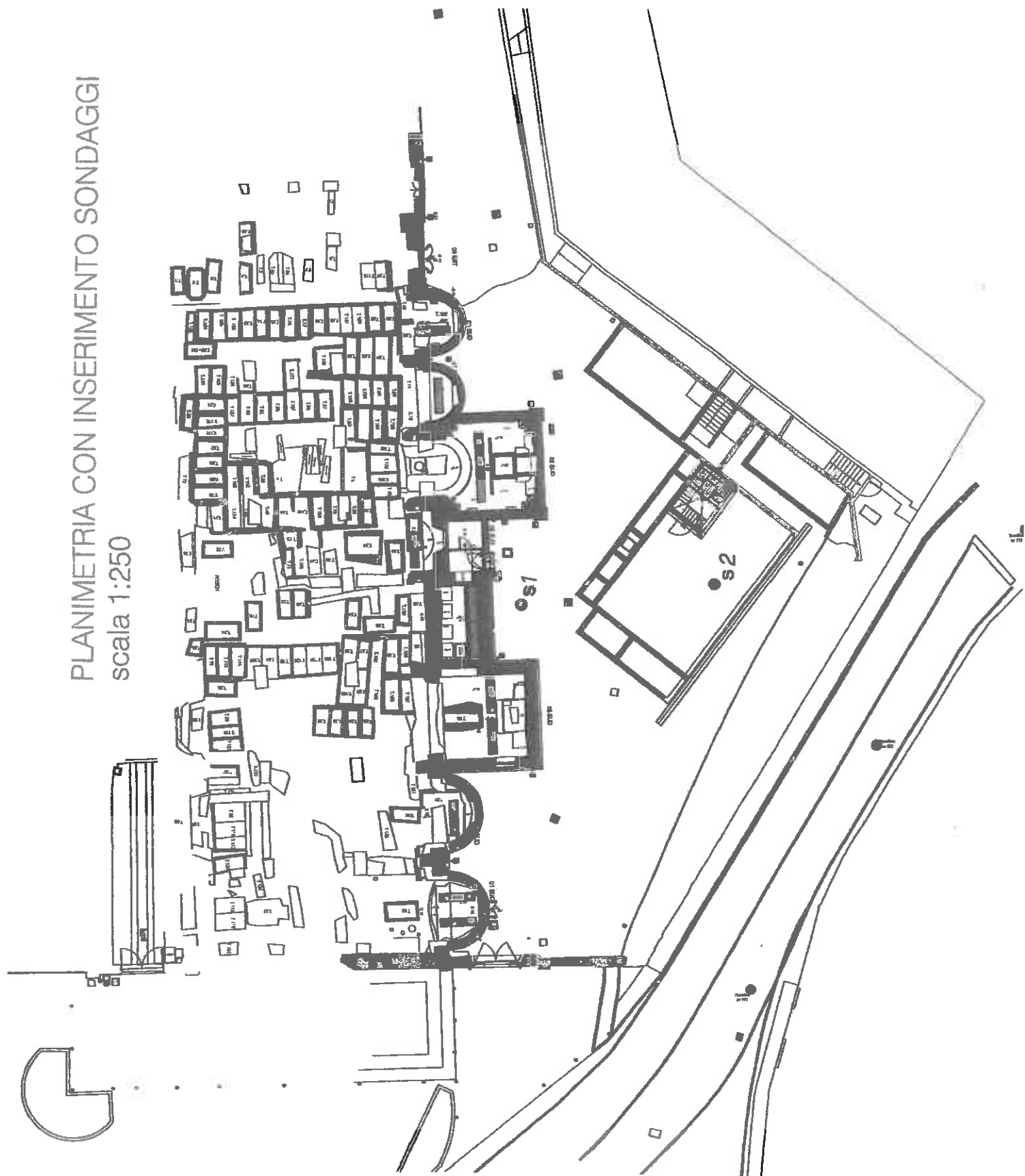


COMUNE DI BERGAMO
Provincia di Bergamo

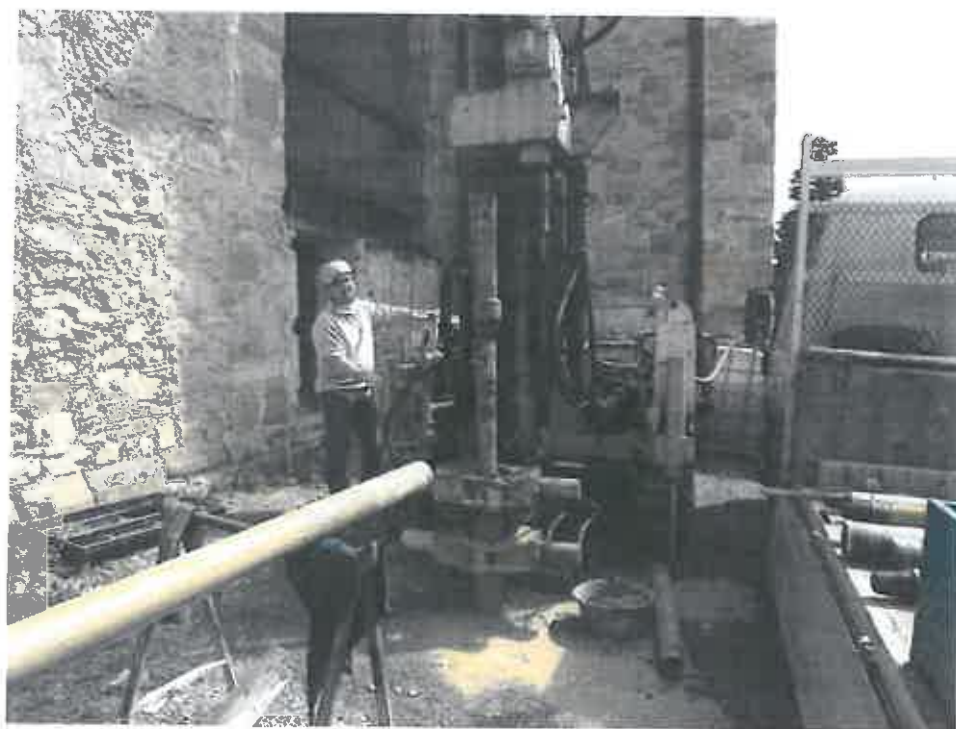
**INQUADRAMENTO
TOPOGRAFICO**

Su C.T.R.
Scala 1:10.000

PLANIMETRIA CON INSERIMENTO SONDAGGI
scala 1:250



SONDAGGIO S 1



Ubicazione sondaggio S 1

FOTOGRAFIE



Sondaggio S 1 carota da 0.00 a -3.00 m dal p.c.



Sondaggio S 1 carota da -3.00 a -6.00 m dal p.c.

FOTOGRAFIE



Sondaggio S 1 carota da -6.00 a -9.00 m dal p.c.



Sondaggio S 1 carota da -9.00 a -10.00 m dal p.c.

Dott. Paolo Locatelli

Via Partigiani, 08
24121 BERGAMO
tel. 035-224120

e-mail: pa.locatelli@tiscali.it

Committente: Studio Tecnico ing. Ezio Goggia

Località: Bergamo ex convento S. Agostino

Data inizio/fine: 24-04-2014

Attrezzatura: Sonda Boart Longyear Db 7520

Lunghezza perforazione (m): 10.0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m):

Sigla: S 1

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	R.Q.D. %	Falda
0.40	0.40			Sottofondo parcheggio: ghiaia sabbia e limo		
3.40				Terreno di riporto e/o rimaneggiato costituito da ghiaia sabbia limo con diffusi ciottoli e blocchi rocciosi. Frequenti frammenti di flysch.		
3.80						
5.20				Substrato roccioso costituito dal flysch di Bergamo. Strati centimetrici fratturati e falcemente sfaldabili. Scarsa resistenza alla compressione Interstrti limoso argillosi RQD=0%	0	
9.00					0	
1.00				Flysch di Bergamo con caratteristiche simile allo strato precedente aumento della ercentuali d strati di spessore maggiore, (decimetrici)	0	
10.00						

SONDAGGIO S 2



Ubicazione sondaggio S 2

FOTOGRAFIE

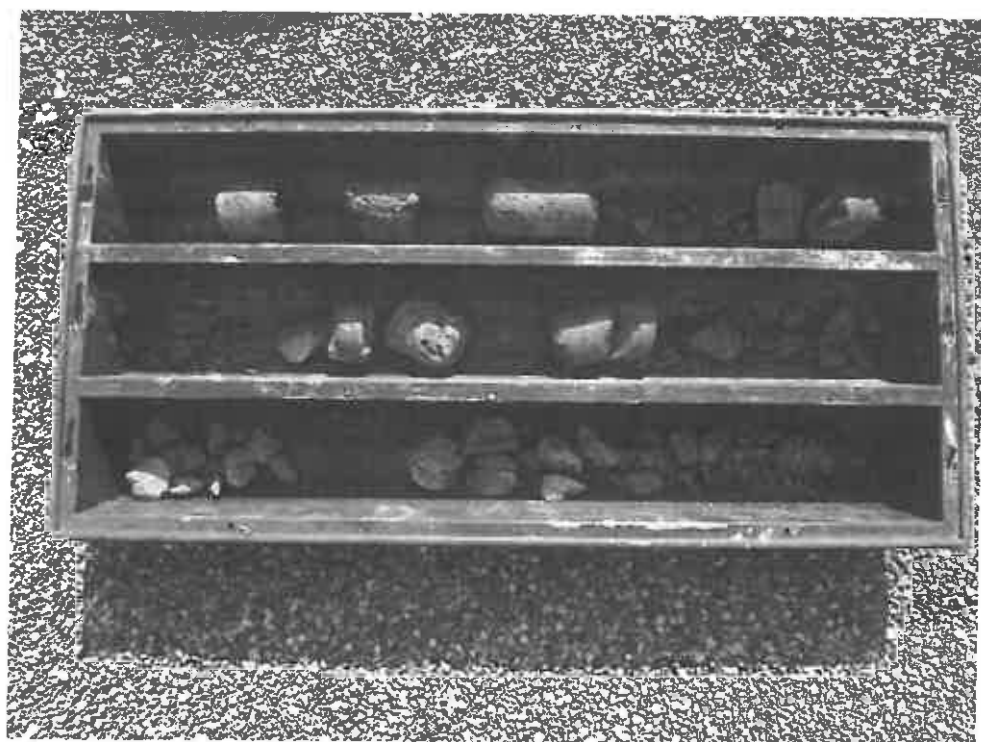


Sondaggio S 2 carota da 0.00 a -3.00 m dal p.c.



Sondaggio S 2 carota da -3.00 a -6.00 m dal p.c.

FOTOGRAFIE



Sondaggio S 2 carota da -6.00 a -9.00 m dal p.c.

Dott. Pablo Locatelli

Committente: Studio Tecnico ing. Ezio Goggia

Via Partigiani, 08
24121 BERGAMO
tel. 035-224120

Località: Bergamo ex convento S. Agostino

e-mail: pa.locatelli@tiscali.it

Data inizio/fine: 24-04-2014

Attrezzatura: Sonda Boart Longyear Db 7520

Lunghezza perforazione (m): 9.0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m):

Sigla: S 2

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE	R.Q.D. %	Falda
0.40	0.40			Cassonetto parcheggio		
0.40	0.80			Terreno di riporto e/o rimaneggiato costituito da ghiaia sabbia limo con diffusi ciottoli e blocchi rocciosi. Frequenti frammenti di flysch.		
5.20				Substrato roccioso costituito dal flysch di Bergamo. Strati centimetrici fratturati e falcemente sfaldabili. Scarsa resistenza alla compressione presenza di interstrati limoso argillosi RQD=0%	0	
6.00					0	
9.00				Flysch di Bergamo con caratteristiche simile allo strato precedente aumento della percentuale di strati di spessore maggiore, (decimetrici)	0	
9.00					0	