

**ARKISTUDIO**  
SOCIETA' DI PROGETTAZIONE s.r.l.

VERCELLI - Via Viganotti, 2  
tel.: 0161259088 - fax.: 0161602132  
e-mail: info@arkistudio.eu  
www.arkistudio.eu

AMMINISTRATORE E DIRETTORE TECNICO

**TULLIO TOSELLI**

ARCHITETTO  
N. 72 ORDINE ARCHITETTI  
DI VERCELLI

Dr. PAOLO MOMO GEOLOGO



PROVINCIA DI VERCELLI

**COMUNE DI  
SALUGGIA**

**RIQUALIFICAZIONE EDIFICIO  
IN VIA DON CARRA PER  
REALIZZAZIONE POLO  
SOCIO SANITARIO**

NUMERO: 236

COMMITTENTE:

COMUNE DI SALUGGIA  
Piazza del Municipio, 16 - 13040 Saluggia

FASE PROGETTUALE: PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

TAVOLA:

TIPOLOGIA: EDILE

ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA E  
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

SCALA:

N° EDIZIONE	REDAZIONE		VERIFICA		VALIDAZIONE		CONSEGNA
	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:
PRIMA EDIZIONE	30/09/2021	G.G.	30/09/2021	T.T.	30/09/2021	T.T.	SETTEMBRE 2021
SECONDA EDIZIONE							
TERZA EDIZIONE							
QUARTA EDIZIONE							
QUINTA EDIZIONE							

PATH: 236-Saluggia Centro Servizi Sociali\VERIFICATO\definitivo-esecutivo

FILE: Testa.dwg  
Relazione Geologica.pdf

LAYOUT:  
Relaz Geo

PATH: 236-Saluggia Centro Servizi Sociali\USCITA\PDF\definitivo-esecutivo

FILE: Relazione Geologica e Caratterizzazione Geotecnica.pdf

**Comune di Saluggia**

**RIQUALIFICAZIONE EDIFICIO IN VIA DON CARRA PER REALIZZAZIONE  
DI POLO SOCIO SANITARIO**

**Relazione geologica e di caratterizzazione geotecnica**

*Committente:*  
*Comune di Saluggia*  
*Piazza Municipio, 15*  
*Saluggia*

**Paolo Momo GEOLOGO**

**Settembre 2021**

## **.PREMESSA**

Su incarico della committenza ed in adempimento al D.M. 17/01/2018, si predispone la presente relazione geologica e di caratterizzazione geotecnica sul progetto di riqualificazione edificio in Via Don Carra per realizzazione di polo socio sanitario.

In considerazione del fatto che l'intervento prevede la realizzazione di nuovi fabbricati per il rimessaggio di autoambulanze, con lo scopo di caratterizzare dal punto di vista geomeccanico i terreni di fondazione, è stato realizzato un pozzetto geognostico finalizzato a verificare in sito informazioni geognostiche acquisite nell'immediato intorno del luogo di intervento.

Allo scopo di valutare le caratteristiche sismostratigrafiche del sito, è stata utilizzata una registrazione del rumore sismico di fondo acquisita in prossimità al sito considerato.

In adempimento al D.M. 17/01/2018 ed in particolare con l'applicazione dell'approccio 2 (A1 + M1 + R3) è stata definita Rd (forza massima applicabile per ogni fondazione) per alcune ipotesi di opere di fondazione relative ai nuovi fabbricati.



**Figura 1** – Corografia su basa BDTRE (scala 1:10000).

## **.IL QUADRO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE**

L'area oggetto della presente indagine è caratterizzata, dal punto di vista della geologia di superficie, dai depositi alluvionali quaternari del settore di pianura ubicato ad est del corso della Dora Baltea.

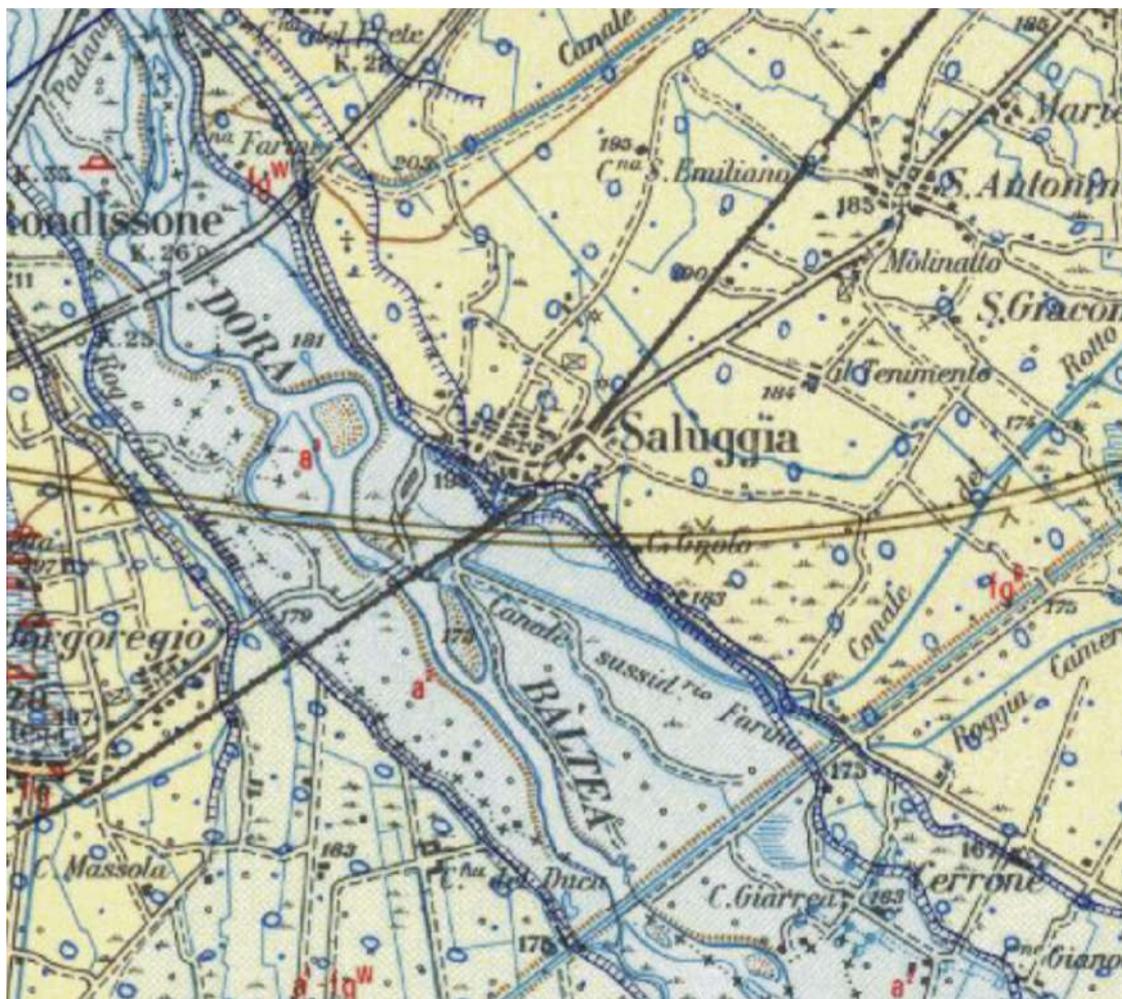
Le principali informazioni di carattere generale, riguardanti l'assetto geologico dell'area in esame, sono state desunte dal Foglio n° 57 "Vercelli" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000), dalle sezioni in esso riportate e dalle relative note illustrative. In particolare i terreni che interessano l'opera in progetto sono costituiti da depositi alluvionali antichi, caratterizzati da ghiaie e subordinati livelli sabbioso-argillosi con un suolo di colore rosso-arancio (FLUVIOGLACIALE E FLUVIALE RISS – Fg<sup>R</sup>).

Nel settore di pianura in oggetto, terreni prevalentemente ghiaiosi con subordinati livelli sabbioso-limosi si riscontrano fino a profondità superiori a 40 metri dal piano campagna; sotto a tale profondità è presente, infatti, il passaggio a depositi a granulometria prevalentemente limoso-argillosa con intercalazioni sabbiose. Questi sedimenti sono diagnostici di un ambiente di sedimentazione continentale a bassa energia (ambiente palustre o lacustre).

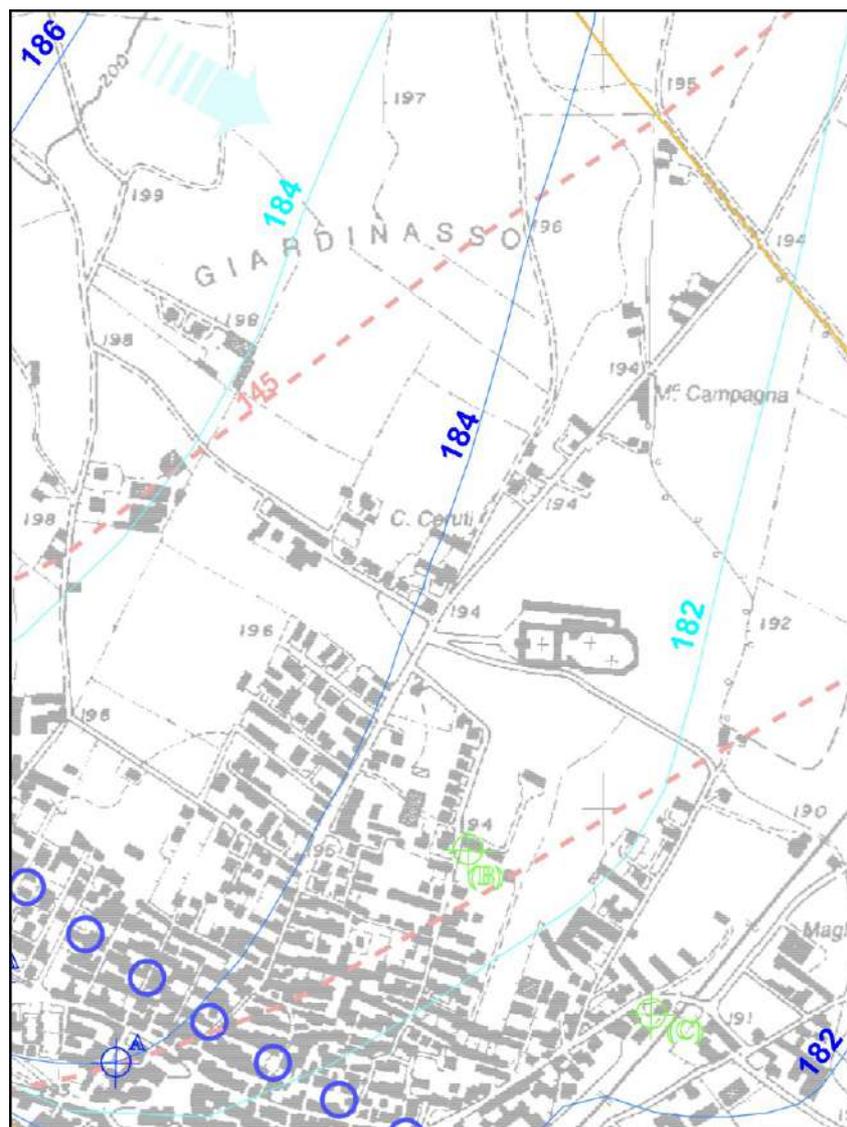
Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, dall'analisi della carta geoidrologica relativa al Comune di Saluggia (figura 3), redatta dal Dott. Geol. Roberto Lesca e dal Dott. Geol. Fabio Lamanna, si desume che in corrispondenza al sito indagato la falda freatica presenta una direzione di deflusso circa ONO-ESE ed una soggiacenza minima di circa 10 metri dal piano campagna. La falda freatica, in diretta connessione con la superficie topografica, è ospitata nei depositi alluvionali a

granulometria ghiaiosa che costituiscono la porzione superficiale della colonna stratigrafica.

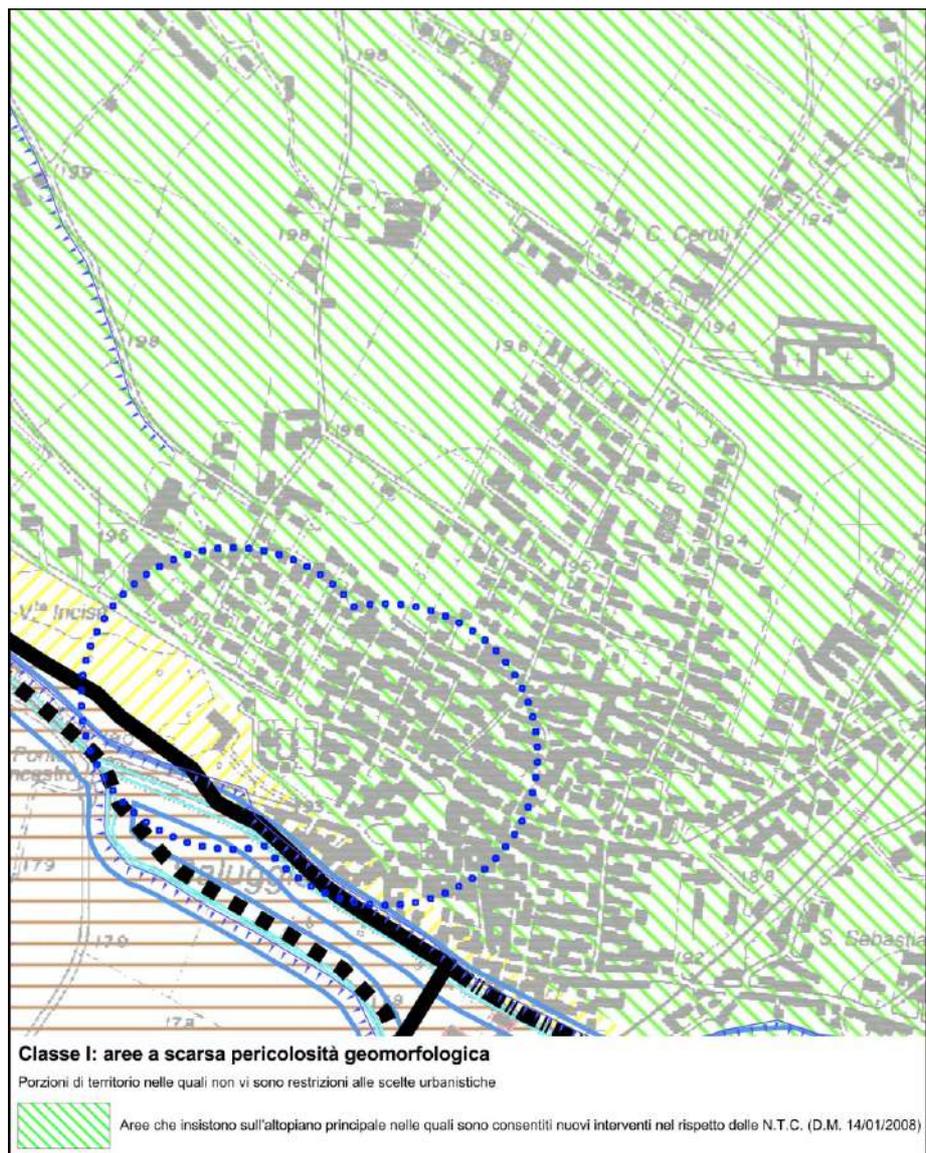
In merito alla pericolosità geomorfologica, la carta di sintesi (figura 4), redatta dal Dott. Geol. Roberto Lesca e dal Dott. Geol. Fabio Lamanna, inserisce il sito in esame in classe I, in condizioni, quindi, di pericolosità da bassa a limitata.



**Figura 2** – Inquadramento geologico su stralcio del foglio 57 “Vercelli” della Carta Geologica d’Italia.



**Figura 3** – Stralcio della Carta Geoidrologica relativa al Comune di Saluggia (Dott. Geol. Roberto Lesca, Dott. Geol. Fabio Lamanna – scala 1:10000).



**Figura 4** – Stralcio della Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica relativa al Comune di Saluggia (Dott. Geol. Roberto Lesca, Dott. Geol. Fabio Lamanna – scala 1:10000).

## **.L'ASSETTO GEOLOGICO-TECNICO DI DETTAGLIO**

Al fine di confermare in sito le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche definite con indagini geognostiche effettuate nell'immediato intorno dell'ambito di intervento, è stato eseguito un pozzetto esplorativo.

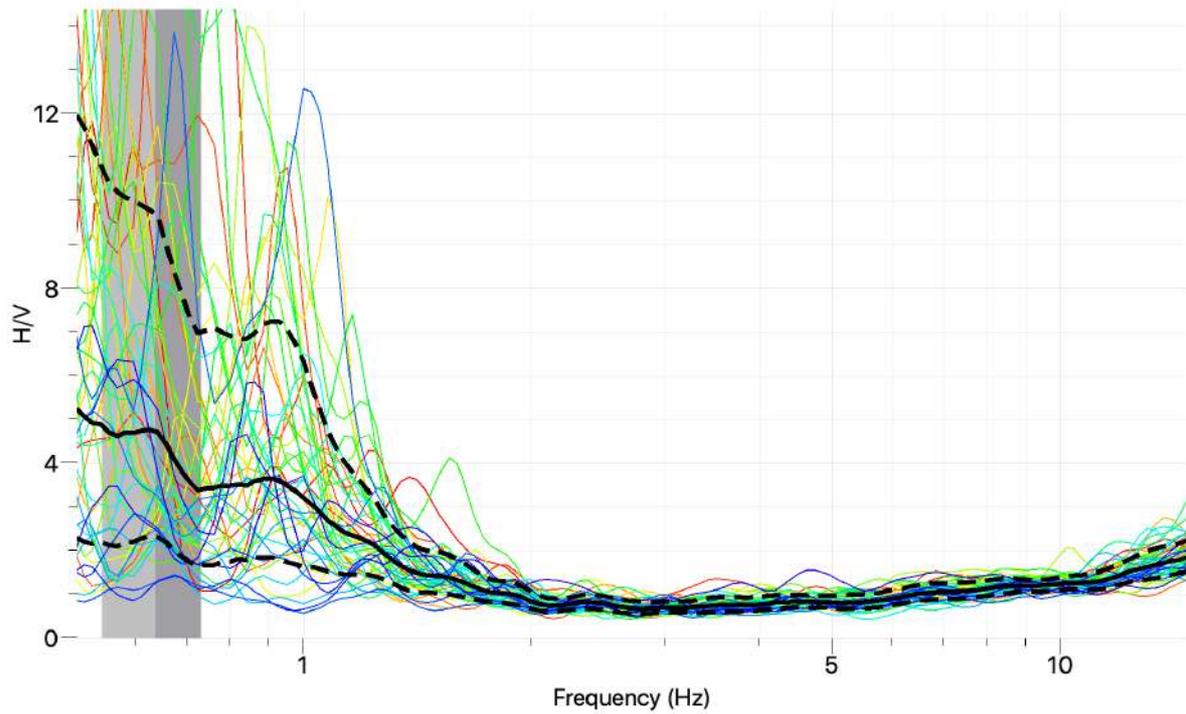
Lo scavo ha evidenziato la presenza di materiali di riporto da piano campagna fino alla profondità di 0,70 m. Alla base sono presenti ciottoli e ghiaie ad elevato grado di addensamento; sulla base delle prove penetrometriche effettuate in prossimità del sito di intervento, è possibile evidenziare come tali termini siano continui in profondità fino ad oltre 3,00 m da p. c.

In merito alle caratteristiche geotecniche, i materiali ghiaiosi e ciottolosi riscontrati a partire da 0,70 m da p. c. sono analizzabili in termini di sforzi efficaci (condizioni drenate); agli stessi è attribuibile un valore caratteristico dell'angolo di resistenza al taglio efficace pari a  $34^\circ$ .

## **.CARATTERIZZAZIONE SISMICA – DEFINIZIONE DEL DELLA CATEGORIA DI SUOLO SISMICO**

Con lo scopo di individuare la categoria di suolo sismico che caratterizza il sito in esame, è stata utilizzata la registrazione del rapporto spettrale tra la componente orizzontale e la componente verticale dei microtremori (HVSR), acquisita in prossimità al luogo considerato.

La registrazione dei microtremori, protratta per 20 minuti, è stata condotta con una terna triassiale da 2 Hz di frequenza propria. La costruzione del diagramma frequenze/rapporto HV (figura 5) ha permesso l'individuazione di un spettro "piatto", compatibile con un assetto sismo-stratigrafico privo di significativi contrasti di impedenza sismica. In considerazione del fatto che il sito in esame risulta contraddistinto da prevalenti termini ghiaiosi molto addensati fino a profondità di circa 40 m da p. c., si ritiene che al sito stesso sia attribuibile un suolo sismico di categoria B (VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s).



**Figura 5** – Diagramma frequenza/rapporto HV relativo all'acquisizione effettuata presso il sito in esame

## **.DEFINIZIONE DEGLI STATI LIMITE PER AZIONI SISMICHE E COSTRUZIONE DEI RELATIVI SPETTRI DI RISPOSTA**

Le azioni sismiche di progetto con le quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica viene definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2);
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  (§ 3.2.1) nella vita di riferimento  $V_R$  (§ 2.4)

Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima in superficie;

$S_{e,max}$  risposta spettrale massima in accelerazione;

$S_{Ve,max}$  risposta spettrale massima in velocità.

Questi parametri si ricavano a partire dagli spettri di risposta a pericolosità uniforme disponibili sul sito INGV ([Http://esse1.mi.ingv.it/](http://esse1.mi.ingv.it/)).

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5% moltiplicata per il valore della accelerazione massima convenzionale  $a_g$  su sottosuolo di categoria A che caratterizza il sito.

Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$ .

Per i 4 stati limite:

#### STATI LIMITE DI ESERCIZIO

- Stato limite di operatività (SLO) -  $P_{VR} = 81\%$  (TR = 68 anni)
- Stato limite di danno (SLD) -  $P_{VR} = 63\%$  (TR = 113 anni)

#### STATI LIMITE DI ULTIMI

- Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) -  $P_{VR} = 10\%$  (TR = 1068 anni)
- Stato limite di prevenzione del collasso (SLC) -  $P_{VR} = 5\%$  (TR = 2193 anni)

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente  $c_u$ : 1,5 (valido per edifici con affollamento significativo)

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.005	0.006	0.010	0.012
kv	0.002	0.003	0.005	0.006
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.269	0.321	0.563	0.651
Beta	0.180	0.180	0.180	0.180

**Tabella 1 – coefficienti sismici**

La tabella 1 mostra i coefficienti sismici relativi ai 4 stati limite:

Kh: coefficiente sismico orizzontale

Kv: coefficiente sismico verticale

Amax: accelerazione massima al suolo

Si precisa che non vengono valutate situazioni di liquefazione delle sabbie in quanto in sito non sono ipotizzabili accelerazioni massime in superficie superiori a 0.1g ( $A_{max} SLV = 0,56 \text{ m/sec}^2$ ).

## **.CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

In riferimento alle nuove autorimesse, si definiscono con l'applicazione dell'approccio 2 (A1 + M1 + R3) i valori di Rd per le seguenti geometrie di fondazione nastriforme: fondazione nastriforme con larghezza pari a 0,50 m, fondazione nastriforme con larghezza pari a 0,70 m, fondazione nastriforme con larghezza pari a 0,90 m.

I calcoli sono effettuati applicando la formula di Brinch – Hansen (1970); il piano di appoggio è stato considerato a 0,70 m da p. c. (profondità alla quale si rinvencono i materiali ciottolosi e ghiaiosi ad elevata resistenza); ai terreni di fondazione si attribuisce il valore di angolo di resistenza al taglio efficace di 34°. Non viene considerato il sovraccarico laterale.

### **APPROCCIO 2 (A1 + M1 + R3)**

34° = valore caratteristico angolo di resistenza al taglio efficace

Formula di Brinch – Hansen:

$$q_{lim} = 1/2 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot z_{\gamma}$$

dove:

$\gamma'$  = peso per unità di volume

B = larghezza fondazione

$N_{\gamma}$  fattore di capacità portante (dipendente da  $\Phi'$  – angolo di resistenza al taglio efficace)

$z_{\gamma}$  = fattore correttivo per effetti inerziali dovuti al sisma  $z_{\gamma} = (1 - K_h / \tan \Phi')^{0,35}$

$s_{\gamma}$  = fattore di forma

				CONDIZIONI DRENATE		
				Approccio 2 (A1 – M1 – R3)		
cod	B (m)	d (m da p. c.)	sovraccarico laterale	qlim (kPa)	Qlim (kN)	Rd (kN)
opzione 1	0,50	0,70 m	no	183	92	40
opzione 2	0,70	0,70 m	no	257	180	78
opzione 3	0,90	0,70 m	no	330	297	129

**Tabella 2** – Intervento 1 – capacità portante di fondazioni nastriformi

Al fine della quantificazione della costante di sottofondo è stata utilizzata la metodologia proposta da Terzaghi che consente di derivare il parametro in oggetto dalla densità relativa con l'applicazione del metodo grafico di Gibbs e Holtz (1957). Sempre considerando l'appoggio in corrispondenza ai terreni grossolani presenti a partire da 0,70 m da p. c., è stato ottenuto un valore di  $K_{s1} = 8000 \text{ t/mc}$  e, quindi, per ciascuna fondazione simulata si derivano i seguenti valori di  $K_s$ :

fondazione nastriforme da 0,50 m = 5100 t/mc

fondazione nastriforme da 0,70 m = 4100 t/mc

fondazione nastriforme da 0,90 m = 3600 t/mc

## **.CONCLUSIONI**

In sintesi, il quadro geologico e geomorfologico del sito analizzato appare compatibile con le opere previste, dal momento che non si sono riscontrate situazioni di dissesto o di potenziale dissesto in corrispondenza all'area analizzata.

Per quanto riguarda gli aspetti connessi alla pericolosità geomorfologica, gli interventi in progetto risultano compatibile con la normativa geologica comunale in quanto la Carta di Sintesi redatta dal Dott. Geol. Roberto Lesca e dal Dott. Geol. Fabio Lamanna (figura 4) inserisce il sito in esame in classe I, in condizioni, quindi, di pericolosità bassa o limitata.

In relazione agli aspetti geotecnici ed in particolare alle nuove autorimesse, con l'appoggio delle opere di fondazione in corrispondenza ai terreni ghiaiosi con ciottoli, riscontrati a profondità superiori a 0,70 m da p. c., si ritengono poco probabili fenomeni di consolidazione indotti dai carichi delle strutture in progetto.

## Documentazione fotografica



**Foto 1** – Particolare del pozzetto esplorativo realizzato