

Regione Piemonte  
Città Metropolitana di Torino



COMUNE DI NOLE

LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVA ROTATORIA SU  
VIA CIRCONVALLAZIONE - S.P. 2, INCROCIO CON VIA TORINO  
E VIA 1° MAGGIO

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA



*I progettisti:*

Dott. Ing. Bartolomeo VISCONTI  
Dott. Ing. Chiara PALESE  
Dott. Geol. Mauro CASTELLETTO

*Consulenze specialistiche:*

Dott. Ing. Fabrizio GALETTI



**EDes Ingegneri Associati** P.IVA 10759750010  
Via Postumia 49, 10142 Torino Tel. +39 011.0262900 Fax. +39 011.0262902  
www.edesconsulting.eu edes@edesconsulting.eu

Elaborato	Codice	Revisione	Data
2	20028-D22-1_GEOL	0	APR. 2022
		1	DIC. 2022
Scala	-		

COMMITTENTE: Comune di Nole



**COMUNE DI NOLE**

**LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVA ROTATORIA SU VIA  
CIRCONVALLAZIONE – S.P. 2, INCROCIO CON VIA TORINO E  
VIA I° MAGGIO**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

---

**INDICE**

1.	PREMESSA.....	1
2.	UBICAZIONE DELL'AREA.....	1
3.	OPERE IN PROGETTO.....	2
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	3
5.	ANALISI DEGLI STRUMENTI URBANISTICI.....	6
6.	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	7
6.1.	GEOMORFOLOGIA.....	7
6.2.	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE.....	8
6.3.	IDROGEOLOGIA.....	8
6.4.	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA.....	10
6.5.	PERICOLOSITA' SISMICA.....	11
6.6.	SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE.....	16
7.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO.....	17
7.1.	PARAMETRI GEOTECNICI.....	17
8.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	18



## RELAZIONE GEOLOGICA

### 1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta ai sensi del D.M. 17/01/2018: *“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”* e della Circolare C.S.LL.PP. n°7 del 21/01/2019 *“Istruzioni per l’applicazione dell’“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018”*, secondo cui le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese alle opere, dei caratteri geologici del sito, della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle condizioni ambientali.

Scopo della seguente indagine è quello di redigere uno studio rivolto alla caratterizzazione e alla modellazione geologica col fine di determinare le principali caratteristiche meccaniche dei terreni costituenti l'immediato sottosuolo e di verificare la compatibilità dell'intervento in funzione dell'equilibrio idrogeologico dell'area circostante.

Si è proceduto mediante:

- raccolta ed organizzazione dei dati geologici esistenti;
- indagini in sito mediante sopralluogo al fine di al fine di verificare l'assetto litostratigrafico e valutare la compatibilità tra l'intervento e le condizioni di rischio esistente in rapporto al condizionamento localmente presente.

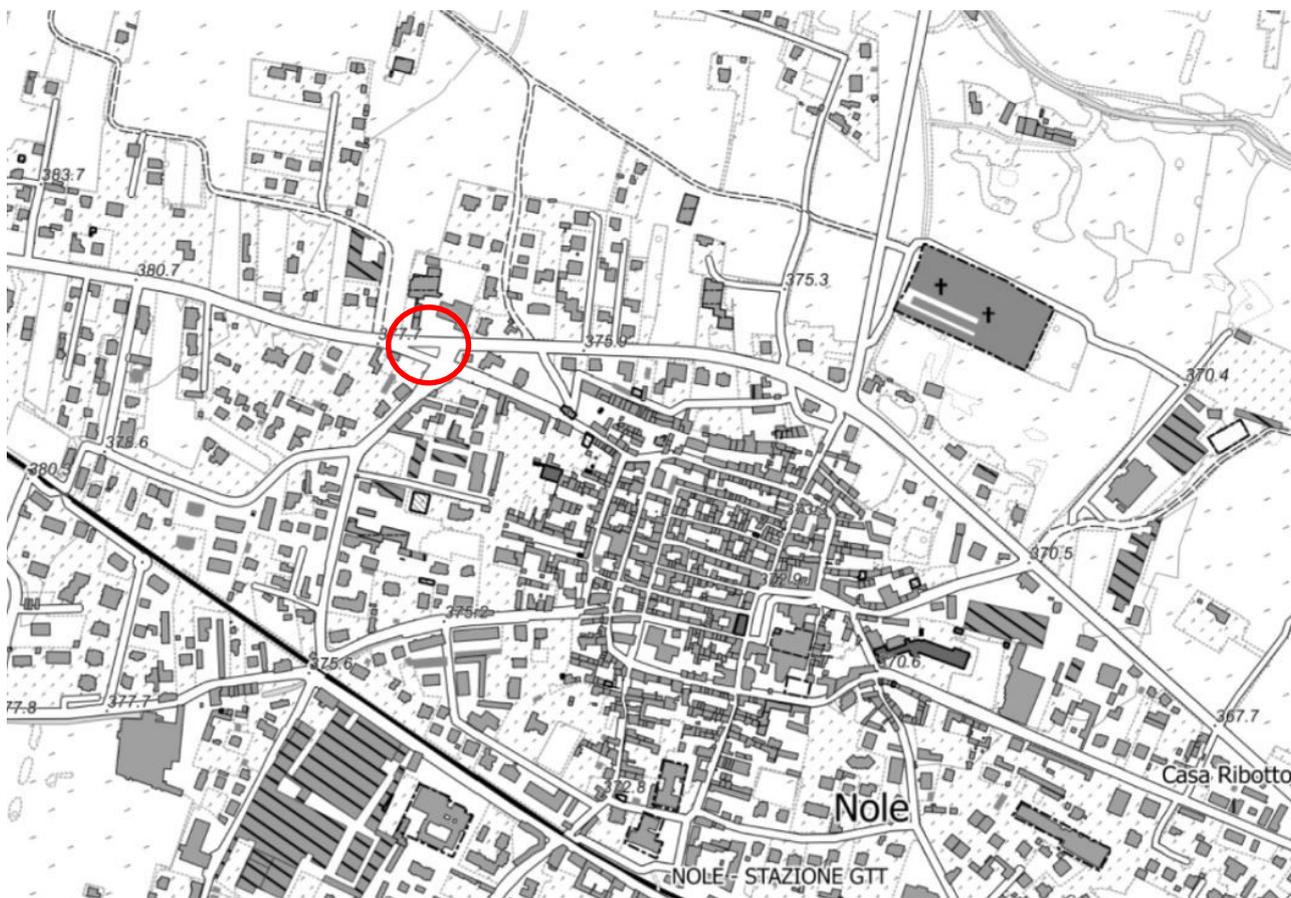
### 2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area interessata dalle opere in progetto è localizzata nel concentrico dell'abitato di Nole, all'incrocio della Strada Provinciale n°2 (S.P. n°2 o Via Circonvallazione), con la Via Torino e la Via I° Maggio, ad una quota topografica di circa 377 m slm (Figura 1 e Figura 2).



**Figura 1:** foto aerea con localizzazione dell'area interessata dalle opere in progetto

## RELAZIONE GEOLOGICA



**Figura 2:** stralci Carta Tecnica BDTRE della Regione Piemonte con indicazione dell'area interessata dalle opere in progetto

### 3. OPERE IN PROGETTO

L'area oggetto di intervento è ubicata nel comune di Nole Canavese ed interessa come indicato in precedenza l'intersezione viaria tra la S.P. n°2 e le vie Torino e I° Maggio. La S.P. 2 è caratterizzata da una viabilità ad alta intensità di traffico, essendo una delle due arterie di collegamento del basso Canavese con Torino. In particolare, la S.P. n°2 serve la porzione di territorio in sinistra orografica del Torrente Stura di Lanzo, collegando le valli di Lanzo con la città di Torino nei comuni di Lanzo, Balangero, Mathi, Nole, Ciriè San Maurizio, Caselle e Borgaro, fino a Torino.

Le opere previste consistono, come indicato in Figura 3, in:

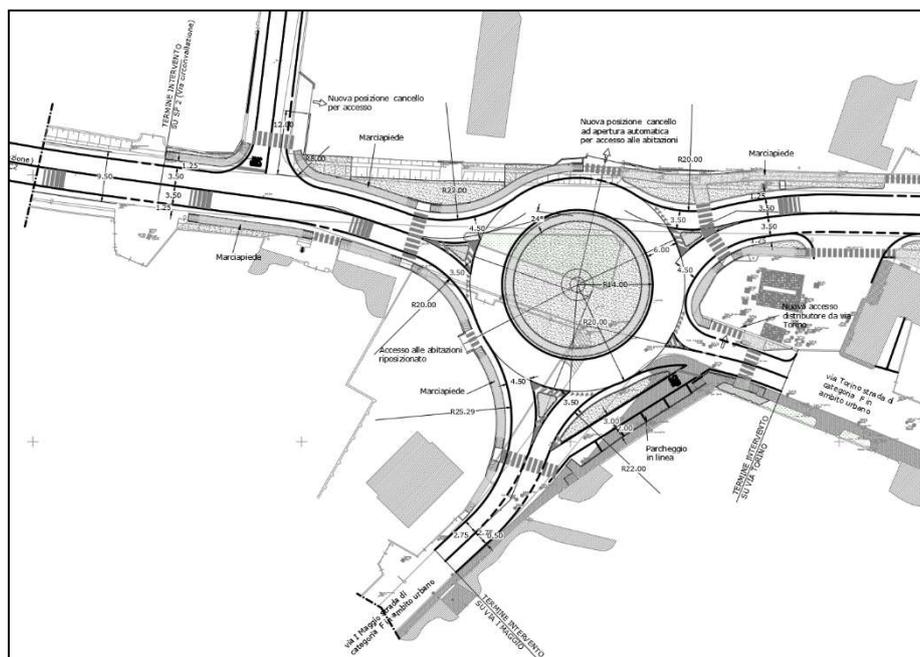
- sistemazione dell'incrocio a raso regolato con STOP tra la S.P. n°2, Via Torino e Via I° Maggio nel centro abitato di Nole;
- sistemazione e massa in sicurezza di un tratto della la S.P. n°2 in prosecuzione della sopracitata rotatoria in direzione Torino;
- realizzazione di una viabilità comunale urbana di collegamento tra Strada Camporelle e Strada Grosso.

L'area oggetto di intervento è pianeggiante, fortemente antropizzata e urbanizzata, caratterizzata per lo più da viabilità già esistente.

## RELAZIONE GEOLOGICA

L'intervento prevede un rimaneggiamento superficiale delle aree, e non sono previste, almeno in questa fase, opere che richiedano interazioni terreno-infrastrutture di particolare rilevanza.

Si rimanda alle successive fasi progettuali per i necessari approfondimenti.



**Figura 3:** stralcio cartografico con indicazione delle opere in progetto

Il sito interessato dalle opere non ricade all'interno delle aree sottoposte al vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n°3267 del 30/12/1923, della L.R. n°45 del 09/08/1989 e della Circolare P.G.R. n°3/AMB del 31/08/2018.

## 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Nole Canavese si colloca nella porzione medio-settentrionale del conoide fluvio-glaciale ed alluvionale individuato dal Torrente Stura di Lanzo allo sbocco dell'omonima Valle di Lanzo, in sinistra orografica del corso d'acqua.

Si tratta di un conoide formato da depositi terrazzati, i più recenti dei quali sono rappresentati dai sedimenti recenti degli alvei attuali, costituiti da ciottoli e blocchi in matrice ghiaiosa e sabbiosa. Tali depositi risultano ben incassati rispetto ai termini ghiaioso sabbiosi a supporto di clasti e sabbioso ghiaiosi a supporto di matrice con intercalazioni sabbiose che fiancheggiano i principali corsi d'acqua, in parte connessi direttamente ai processi deposizionali e di modellamento fluviale attuali (Figura 4).

In particolare, all'interno del territorio comunale possiamo distinguere almeno tre superfici principali di terrazzo. Nella zona le uniche evidenze morfologiche significative sono riconducibili alle scarpate che separano le superfici di terrazzo e alle incisioni lungo gli alvei dei corsi d'acqua. Diversamente l'espressione morfologica del territorio è definita da una superficie sub-pianeggiante molto uniforme, con debole inclinazione verso SE.

RELAZIONE GEOLOGICA

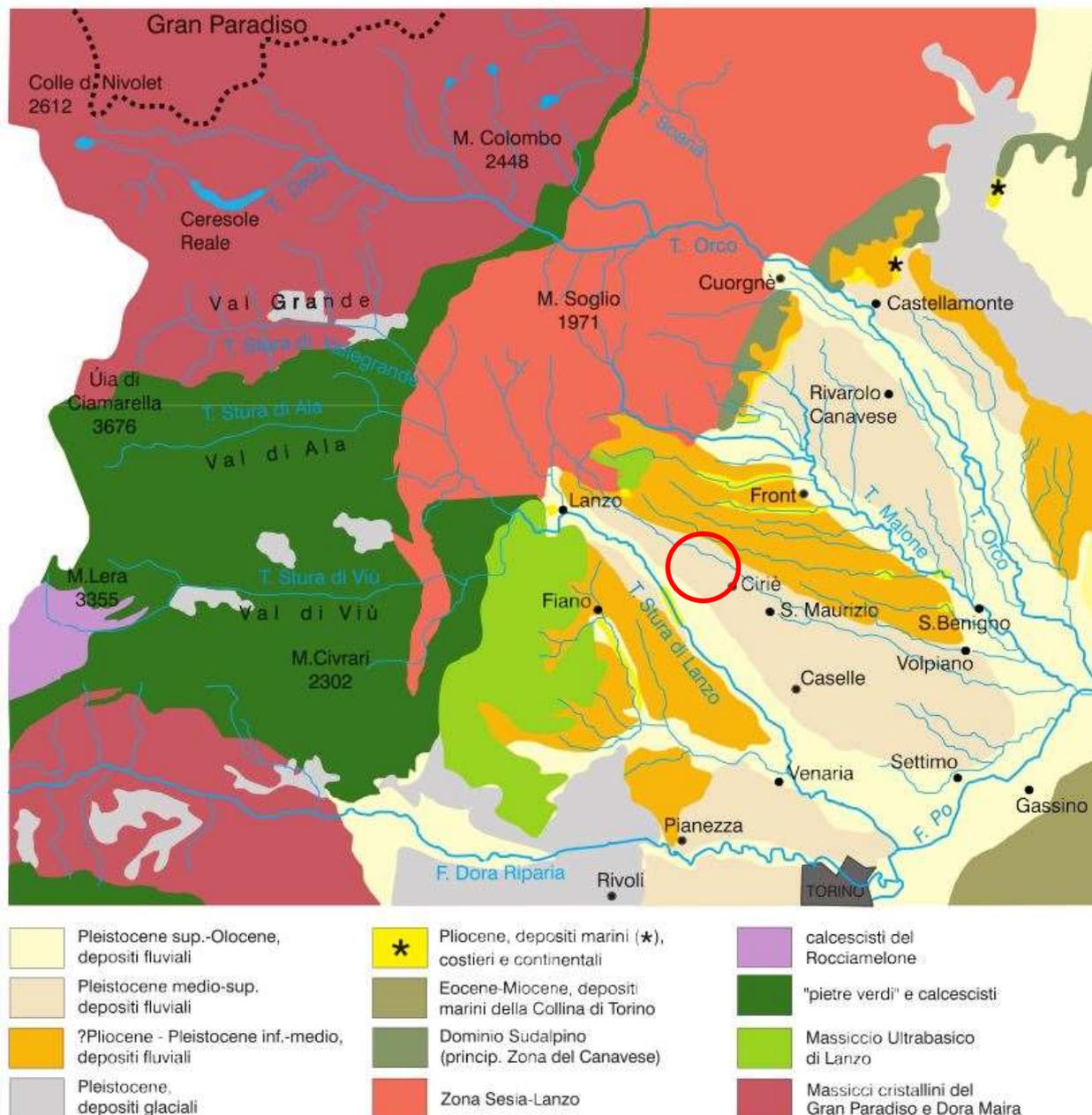


Figura 4: stralcio Carta Geologica semplificata di inquadramento del Piemonte nord-occidentale

Dal punto di vista litostratigrafico, come indicato nel Foglio Torino n°56 della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (Figura 5), all'interno del territorio comunale possiamo distinguere almeno tre superfici principali di terrazzo costituite da depositi fluviali e fluvioglaciali quaternari che poggiano su un substrato prequaternario, come di seguito indicato:

- Terrazzo superiore (depositi fluvioglaciali del Pleistocene medio-inf., *Fluvioglaciale Mindel Auct.*): il corpo terrazzato costituente la "Vauda" è costituito da depositi a pezzatura mediamente grossolana (ghiaia e ciottoli) compresi in una frazione fine di tipo sabbioso-limoso-argilloso. La porzione sommitale del corpo ghiaioso è caratterizzato da un grado di alterazione molto elevato, evidenziato

## RELAZIONE GEOLOGICA

dalla decomposizione della maggior parte dei ciottoli e dall'argillificazione della frazione fine. In superficie si estende una coltre limoso-argillosa di colore bruno rossiccio, potente alcuni metri, che costituisce il prodotto finale della trasformazione dello scheletro ghiaioso-ciottoloso, nonché dell'alterazione di un'originaria coltre limosa (limi di esondazione e probabilmente limi di natura eolica);

- Terrazzo intermedio (depositi fluvioglaciali del Pleistocene medio-sup., *Fluvioglaciale Riss Auct.*): i depositi costituenti il terrazzo intermedio sono rappresentati da ghiaie e ciottoli, con pezzatura da decimetrica a centimetrica, associate ad una matrice sabbiosa e sabbioso-limosa che a tratti diviene prevalente e determina intercalazioni lentiformi omogenee. Il grado di alterazione è modesto ed interessa in prevalenza solo i primi decimetri dei livelli sommitali. Al tetto dei depositi ghiaioso-sabbiosi con ciottoli è presente un sottile livello di spessore decimetrico a granulometria fine, di colore grigio-bruno, geneticamente riconducibile a processi di esondazione e di deposito da parte di correnti fluviali a bassa energia;
- Terrazzo inferiore (depositi fluviali olocenici): il corpo terrazzato inferiore è suddivisibile in ulteriori tre superfici poste a quote differenti, separate da scarpate con altezze comprese tra 1 e 5 metri. La superficie più antica corrisponde alle "*Alluvioni antiche*", la cui sommità si estende ad una quota significativamente più bassa rispetto alle circostanti superfici fluvioglaciali del Pleistocene medio-Sup. Le superfici più recenti costituiscono invece un'unità sedimentaria alluvionale di età da medio-recente ad attuale ("*Alluvioni medio recenti*" e "*Alluvioni recenti ed attuali*"), nell'ambito delle quali è inciso l'alveo del Torrente Stura di Lanzo e sono mediamente e potenzialmente inondabili. Litologicamente queste superfici sono costituite da depositi ghiaioso-ciottolosi, con subordinata frazione fine sabbioso-limosa. La natura dei clasti riflette strettamente la litologia dei bacini di alimentazione con netta prevalenza di litotipi ultrabasici. In superficie è rilevabile una coltre, non sempre continua di spessore metrico, di depositi fini di natura limoso-sabbiosa, in prevalenza privi di scheletro clastico, sciolti o debolmente addensati, legati ad apporti fluviali a bassa energia;
- Substrato prequaternario: l'insieme di depositi quaternari sopra indicati poggia su un substrato non affiorante nel territorio comunale di Nole Canavese, costituito da sedimenti fluvio-lacustri ascrivibili al "*Villafranchiano*" (Pliocene sup.- Pleistocene inf.) che fanno transizione con l'ambiente marino. Litologicamente sono caratterizzati da una alternanza di livelli ghiaioso-sabbiosi con altri sabbioso-limoso-argillosi, con una netta predominanza di questi ultimi. Verso il basso passano a sedimenti di tipo marino, di natura sabbioso-argillosa attribuibili al Pliocene.

L'area oggetto d'indagine ricade all'interno del terrazzo intermedio (depositi fluvioglaciali del Pleistocene medio-Sup., *Fluvioglaciale Riss Auct.*).

## RELAZIONE GEOLOGICA



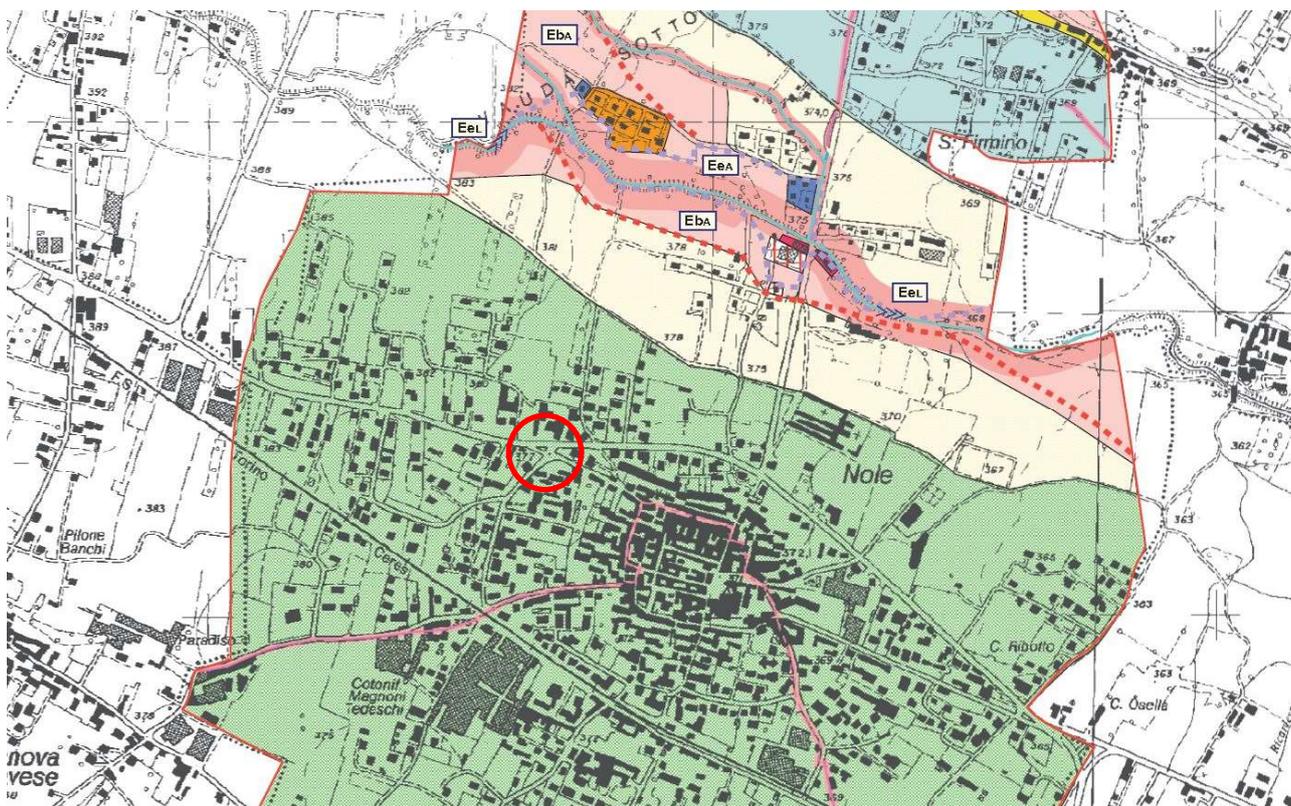
Figura 5: stralcio Carta Geologia d'Italia, alla scala 1:100.000, Foglio n°56 - Torino

## 5. ANALISI DEGLI STRUMENTI URBANISTICI

Negli elaborati geologici predisposti nello studio geologico per la “Variante Generale al P.R.G.C.” del Comune di Nole ed in particolare nell’elaborato Tavola G6 “Carta di sintesi della pericolosità geologica e della idoneità all’utilizzazione urbanistica” (Gennaio 2013), redatto ai sensi della Circolare P.G.R. 08/05/96 n°7/LAP, l’area interessata dalle opere in progetto ricade all’interno della Classe I di pericolosità geologica, come indicato nello stralcio cartografico di Figura 6.

La Classe I di pericolosità geologica indica i “Settori in cui non sussistono condizioni di pericolosità geologica”. In particolare, in tale classe “Gli interventi sia pubblici che privati sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/88 e del D.M. 14/01/2008 e della normativa vigente in materia”.

## RELAZIONE GEOLOGICA



**Figura 6:** stralcio elaborato Tavola G6 “Carta di sintesi della pericolosità geologica e della idoneità all’utilizzazione urbanistica” (Gennaio 2013) dello studio geologico per la “Variante Generale al P.R.G.C.” del Comune di Nole

## 6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Nei paragrafi seguenti saranno brevemente illustrate le principali caratteristiche geomorfologiche, litostratigrafiche, idrogeologiche e di pericolosità del sito interessato dalle opere in progetto.

### 6.1. GEOMORFOLOGIA

All’interno del territorio comunale possiamo distinguere almeno tre superfici principali di terrazzo. La più elevata e quindi la più antica, costituisce il cosiddetto piano della “Vauda Grande di Nole” e si sviluppa nel settore settentrionale del territorio comunale. Questa superficie è in parte rimodellata ad opera del reticolato idrografico minore recente ed attuale. Una scarpata ben definita, di altezza compresa tra 20 e 25 metri, separa verso Sud tale elemento dalla superficie di terrazzo intermedia, riconducibile alla “pianura principale” su cui si estende il nucleo urbano principale dell’abitato di Nole. Infine, si rileva una superficie di terrazzo più recente, legata all’attività antica ed attuale del Fiume Stura di Lanzo, che si estende lungo entrambe le sponde del corso d’acqua. Tale piano a sua volta presenta diverse superfici terrazzate di ordine inferiore, la più recente delle quali è incisa dall’alveo attuale del Torrente Stura di Lanzo.

Il sito interessato dalle opere in progetto è ubicato in sinistra orografica del Torrente Stura di Lanzo a una distanza di circa 1800 m dalla sponda del corso d’acqua.

## RELAZIONE GEOLOGICA

Da un punto di vista generale, l'area oggetto di indagine si contraddistingue per una morfologia subpianeggiante, con debole inclinazione verso SE e caratterizzata da lievi ondulazioni, tipica del settore di pianura a Nord del Torrente Stura di Lanzo. Le principali forme rilevabili sono riconducibili alla dinamica evolutiva del Torrente Stura di Lanzo; gli orli di terrazzo modellati sui sedimenti della sequenza deposizionale quaternaria sono stati pressoché completamente rimodellati, dapprima dall'attività agricola più o meno intensiva, successivamente dalla progressiva urbanizzazione. Rimangono lembi relitti e scarsamente pronunciati (altezze medie non superiori a 2÷3 m ca.) fiancheggianti la sponda sinistra del Torrente Stura.

Le uniche evidenze morfologiche significative sono riconducibili alle scarpate che separano le superfici di terrazzo e alle incisioni lungo gli alvei dei corsi d'acqua. Diversamente l'espressione morfologica del territorio è definita da una superficie sub-pianeggiante molto uniforme, con debole inclinazione verso SE.

Accanto alle forme naturali di cui si è detto sopra, non si rilevano significativi elementi morfologici di natura antropica, come rilevati stradali o ferroviari, arginature etc.

I corsi d'acqua principali in prossimità del sito oggetto di indagine, oltre al Torrente Stura di Lanzo, risultano essere il Rio Bana, che scorre circa 500 metri a Nord, e il canale artificiale in parte intubato che attraversa il concentrico cittadino ad una distanza di circa 200 metri a SE, con andamento da Ovest verso Est.

### 6.2. ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

Le informazioni di carattere litostratigrafico sono state reperite da una serie di sondaggi realizzati nel territorio comunale, le cui stratigrafie sono reperibili all'interno della Relazione Geologica Illustrativa allegata alla "Variante strutturale n°2 al P.R.G.C. (di adeguamento al P.A.I.)" del Comune di Nole Canavese redatta nel Gennaio 2005.

I dati a disposizione evidenziano che l'immediato sottosuolo in prossimità del sito oggetto di indagine risulta essere costituito, da punta di vista litostratigrafico, da:

- depositi argilloso limosi, fino a circa 0.5 m a 1.50 metri dal piano campagna (coltre vegetativa e depositi eluvio-colluviali);
- depositi ghiaiosi sabbiosi con ciottoli con presenza di matrice limoso sabbiosa talora argillosa, fino a oltre 5 metri dal p.c. (depositi fluvioglaciali del Pleistocene medio-Sup.).

In corrispondenza dei tratti stradali il livello superiore costituito da depositi argilloso limosi potrebbe essere sostituito completamente o in parte da materiale rimaneggiato e/o di riporto di varia natura, costituente lo strato di sottofondo del rilevato stradale.

### 6.3. IDROGEOLOGIA

In occasione del sopralluogo non sono state riscontrate emergenze o venute d'acqua nell'area oggetto di indagine.

I livelli piezometrici indicati nella "Carta Idrogeologica" (Tavola 5) alla scala 1:10.000 (Gennaio 2005) allegata allo studio geologico della "Variante generale al P.R.G.C." del Comune di Nole Canavese, comprendente anche l'area in esame, individuano la falda acquifera superficiale alla profondità variabile tra 4.50 e 6 metri dal piano campagna (Figura 7). Questi dati sono in accordo a quanto indicato nella cartografia del Piano di Tutela delle acque della Regione Piemonte inerente la "Piezometria dell'acquifero superficiale" e nel Geoportale web Geoviewer 2D dell'ARPA Piemonte, nei quali la soggiacenza dell'acquifero superficiale è indicata nella classe compresa tra 0÷5 m da p.c., in prossimità della classe compresa tra 5÷10 m da p.c. (Figura 8). Non si esclude che il livello della falda acquifera possa risalire, durante i mesi primaverili e autunnali o in concomitanza di elevata piovosità, di circa 1÷2 metri rispetto all'attuale profondità.

RELAZIONE GEOLOGICA

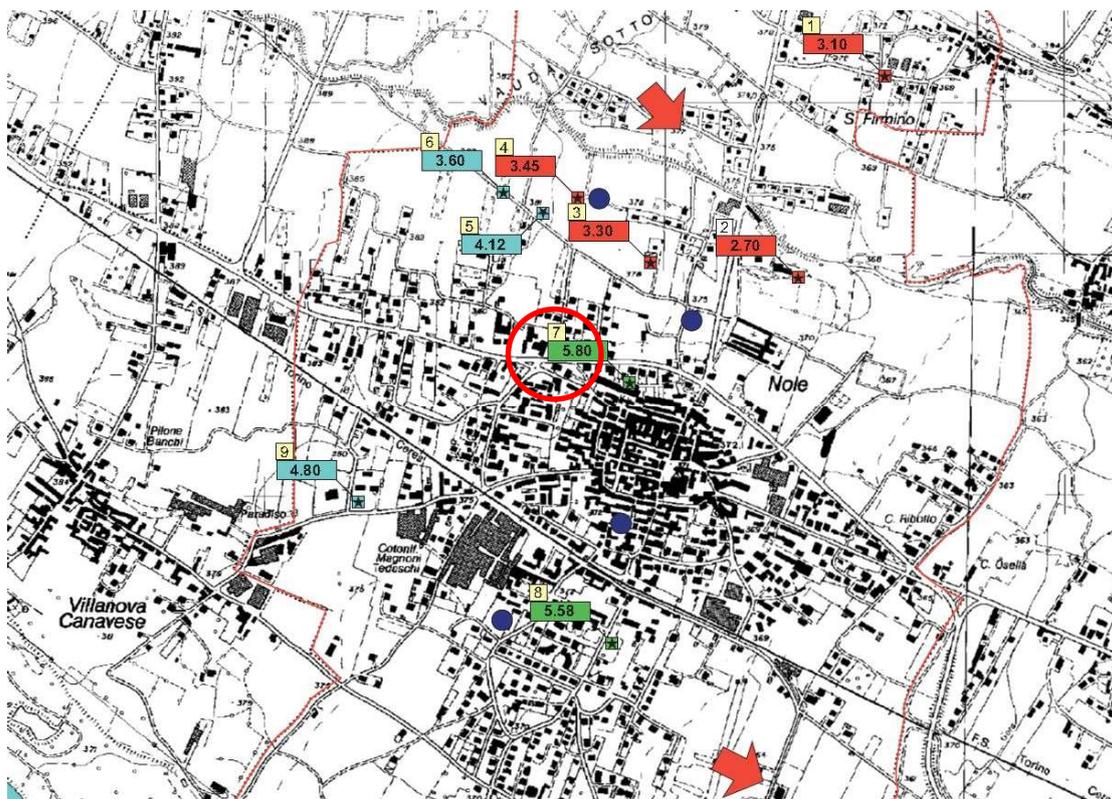


Figura 7: stralcio della “Carta Idrogeologica” (Tavola 5) alla scala 1:10.000 (Gennaio 2005) allegata allo studio geologico della “Variante generale al P.R.G.C.” del Comune di Nole Canavese

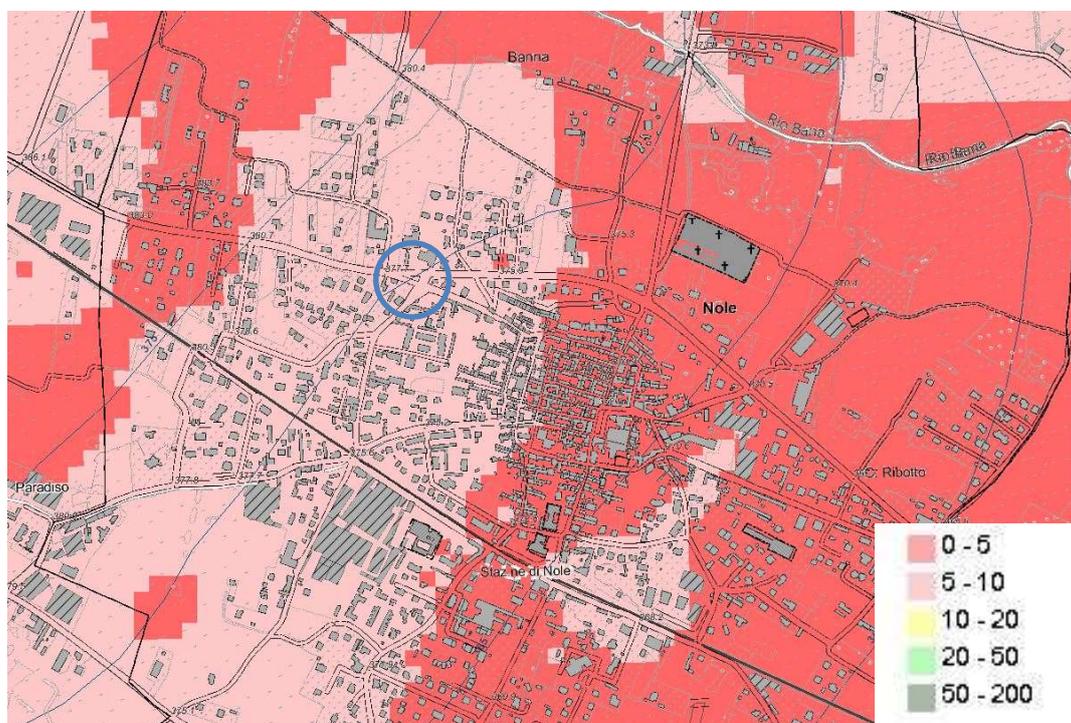


Figura 8: stralcio Carta Piezometrica dell'acquifero superficiale e delle isofreatiche. Geoportale web Geoviewer 2D dell'ARPA Piemonte

## RELAZIONE GEOLOGICA

La falda freatica superficiale presenta una direzione di scorrimento generale da N-NO verso S-SE, ossia con andamento parallelo alla direzione di deflusso del Torrente Stura di Lanzo, che costituisce l'elemento drenante principale della pianura presente a Nord di Torino.

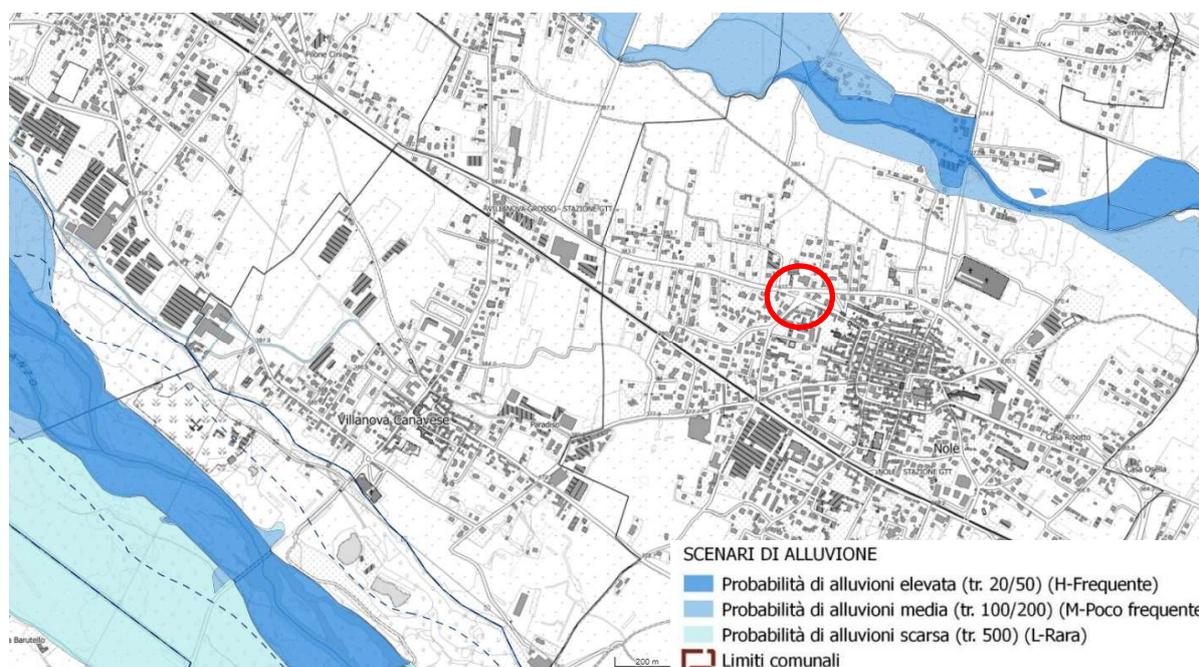
I depositi ghiaioso-sabbiosi con ciottoli, presenti a partire da circa 0.50÷1.50 metri di profondità, sono caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità mediamente alta ( $K = 10^{-2} \div 10^{-5}$  m/sec), che può diminuire o aumentare a seconda che siano presenti maggiori o minori quantità di materiale fine. Questi depositi possiedono anche una buona capacità drenante. I depositi argilloso-limosi soprastanti sono caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità medio-bassa ( $K=10^{-5} \div 10^{-7}$  m/sec) che aumenta in corrispondenza di livelli più ricchi in matrice costituita da materiale sabbioso.

### 6.4. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

In questo capitolo vengono esposte alcune considerazioni sul grado di pericolosità geomorfologica del sito.

Dalle indagini eseguite non risulta che il sito oggetto d'indagine sia stato interessato da fenomeni di allagamento o di esondazione da parte dei corsi d'acqua principali (Torrente Stura di Lanzo e Rio Bana) e secondari durante gli eventi alluvionali del novembre 1994, dell'ottobre 2000, del maggio 2008, del Giugno 2010 e del novembre 2016, che risultano gli eventi più gravosi che hanno interessato il territorio piemontese ed in particolare la Provincia di Torino in epoca recente, e da eventi alluvionali a carattere locale di minore intensità pluviometrica.

L'area oggetto d'indagine risulta esterna sia alle fasce di pericolosità geomorfologica definite dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) come approvato dalla Del. Com. Ist. dell'Autorità di Bacino del Fiume Po in data 26/04/2001 e sia alle aree di pericolosità del PGRA (Piano di Gestione dei rischi di alluvione, 2015) adottato da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione n°2 del 03/03/2016. (Figura 9).



**Figura 9:** stralcio del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) adottato con Delib. n.4 del 17/12/2015 e approvato con Delib. n. 2 del 03/03/ 2016 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po

## RELAZIONE GEOLOGICA

Come indicato in precedenza, i dati raccolti indicano la presenza della falda acquifera a una profondità variabile da 4.50 m a 6 metri circa. Si evidenzia, inoltre, che in occasione di intensi eventi meteorici o durante i periodi primaverile e autunnale è possibile riscontrare innalzamenti anche di 1÷2 metri del livello della falda acquifera.

### 6.5. PERICOLOSITA' SISMICA

Come definito nel testo unico allegato al D.M. del 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” (Capitolo 3.2 Azione Sismica), “le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag ....”.

In relazione all'aggiornamento generale apportato dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri OPCM n°3274 del 20/03/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” recepita dalla Regione Piemonte con D.G.R. n°61-11017 del 17/11/2003 “Deliberazione della Giunta della Regione Piemonte in merito alla riclassificazione a rischio sismico del territorio regionale”, con D.G.R. n°11-13058 del 19/01/2010 “Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (OPCM n°3274/2003 e OPCM n°3519/2006)” e con D.G.R. n°7-3340 del 03/02/2012 “Modifiche ed integrazioni alle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. N°4-3084 del 12/12/2011”, il **Comune di Nole Canavese (TO)** ricade all'interno della **Zona 3** nelle tabelle della zonazione sismica della Regione Piemonte (Figura 10), cui corrisponde nell'Allegato 2 “Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici” dell'OPCM n°3274, un valore del parametro  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A) pari a 0,125g (m/s<sup>2</sup>), come riportato nelle seguenti tabelle:

CRITERI NAZIONALI		Zone Piemonte	
ZONE	PGA 475 (ag)	ZONE	PGA 475 (ag)
1	0,25g < ag ≤ 0,35g	3s	0,125g < ag ≤ 0,150g
2	0,15g < ag ≤ 0,25g	3	0,05g < ag ≤ 0,125g
3	0,05g < ag ≤ 0,15g	4	≤ 0,05g
4	≤ 0,05g		

Tale criterio aveva individuato, come detto, una prima, provvisoria, classificazione del territorio nazionale suscettibile di modifiche limitate da parte delle regioni e prevedeva un aggiornamento periodico delle mappe di classificazione sismica.

La nuova mappa di pericolosità sismica predisposta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.) ha suddiviso, in seguito, il territorio nazionale in aree caratterizzate da diversa pericolosità (Figura 11).

RELAZIONE GEOLOGICA

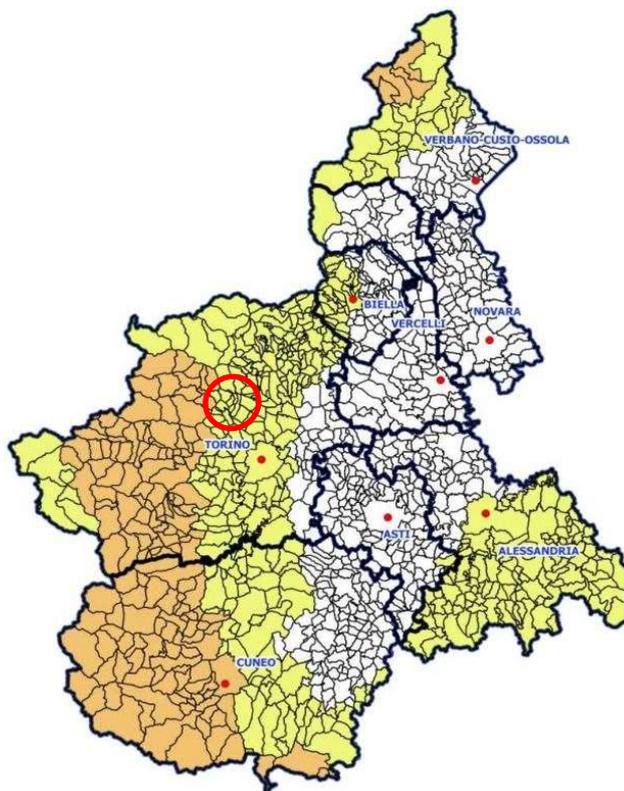


Figura 10: classificazione sismica della Regione Piemonte (D.G.R. n°6-887 del 30/12/2019)

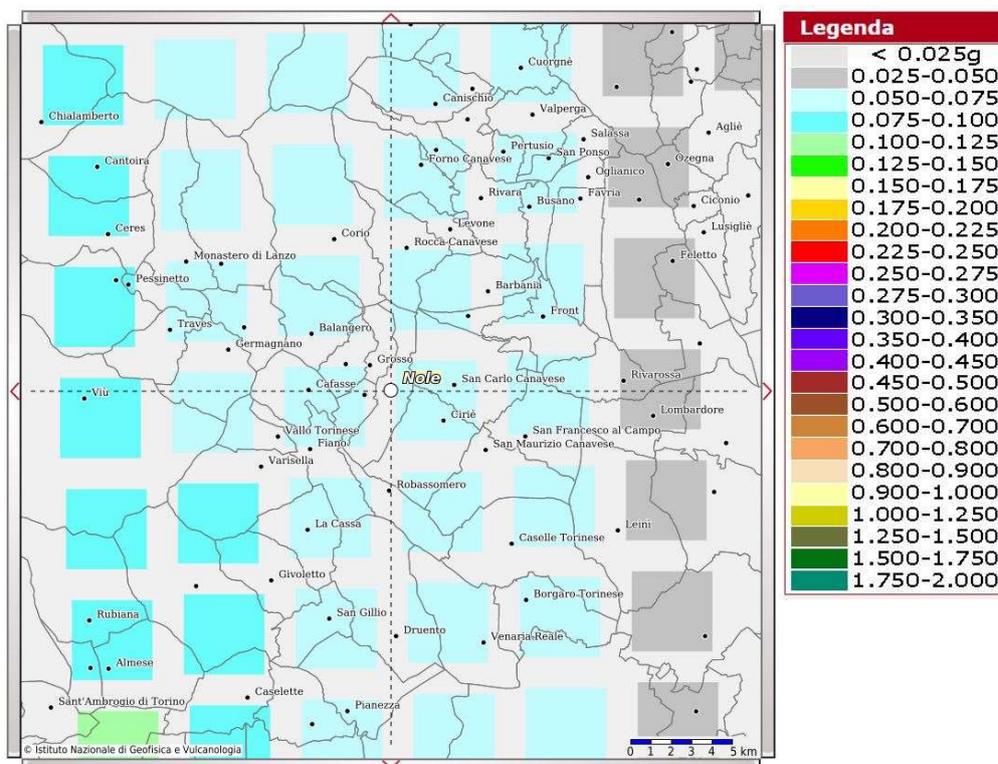


Figura 11: mappa di pericolosità sismica del comune di Nole Canavese (TO) espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi  $VS_{30} > 800$  m/s (tratto da INGV)

## RELAZIONE GEOLOGICA

Come si può notare dalla Figura 11, le opere in progetto interessano terreni che presentano un'accelerazione massima del suolo variabile da 0,050 a 0,075 g.

Quest'ultima classificazione ha rappresentato il punto di partenza per la definizione delle precedenti NTC (2008) e delle attuali NTC (2018).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle NTC del 17/01/2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II (di seguito indicata), si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo.

I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo 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:

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

nella quale:

$h_i$  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 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 che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella seguente tabella (D.M. 17/01/2018, Tabella 3.2.II).

RELAZIONE GEOLOGICA

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Anmassi 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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositi 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.</i>
D	<i>Depositi 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.</i>
E	<i>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.</i>

Sulla base esclusivamente di indagini stratigrafiche, prive di indagini sismiche dirette in sito, in questa fase è stato stimato di classificare il sito in esame, in prima approssimazione, come suolo di **categoria C**.

Sulla base della classificazione sismica ottenuta e delle coordinate geografiche del sito in esame nonché delle caratteristiche topografiche, ed altri parametri relativi alla nuova costruzione in oggetto, è possibile definire gli spettri di risposta in accelerazione per ogni stato limite (di esercizio e ultimo) considerato. In funzione dello spettro di risposta sarà quindi possibile determinare l'azione sismica, ai sensi del D.M. 17/01/2018.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. (§ 3.2 NTC-18).

Individuata la categoria del sottosuolo, si procede alla valutazione delle condizioni topografiche al fine di valutare l'amplificazione sismica locale (tabella seguente).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Il sito in esame appartiene alla **categoria T1**.

È necessario inoltre, al fine di valutare gli spettri di risposta per i diversi stati limite, fare alcune considerazioni di carattere generale sull'opera che si va a realizzare.

In primo luogo deve essere definita la vita nominale della struttura VN: "La vita nominale di un'opera strutturale VN è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché

## RELAZIONE GEOLOGICA

soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.1 (§ 2.4.1 NTC-2018)”.

Si riporta di seguito la tabella utilizzata per la definizione di  $V_N$ .

Tab. 2.4.1 – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

L’opera in progetto ricade nella seconda categoria, pertanto si considera una vita nominale pari a 50 anni.

Per valutare il periodo di riferimento per l’azione sismica è necessario definire il coefficiente d’uso funzione della classe di uso della struttura in progetto (§ 2.4.3 NTC-18).

CLASSE D’USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

L’edificio ricadrebbe in Classe d’uso II a cui corrisponde un coefficiente d’uso  $C_U = 1$ .

In relazione alle considerazioni fino ad ora esplicitate, è possibile calcolare gli spettri di risposta partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri sono forniti per una serie di punti sul territorio, e possono essere opportunamente interpolati. A tal proposito è stato utilizzato il supporto informatico denominato “Geostru PS” della Geostru Software che permette un calcolo agevole dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$  e degli stessi spettri di risposta.

Si riportano di seguito i parametri di progetto relativi all’azione sismica per i diversi stati limite, inerenti il sito indagato ubicato nel **Comune di Nole Canavese**

## RELAZIONE GEOLOGICA

**Indirizzo**  
Strada Provinciale n°2 - Comune di Nole Canavese (TO)

WGS84: Lat 45.246464 - Lng 7.568266

ED50: Lat 45.247419 - Lng 7.569357

**Stati limite**

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.024	2.565	0.179
Danno (SLD)	50	0.030	2.575	0.200
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.059	2.742	0.272
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.070	2.786	0.286
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

**Coefficienti sismici**

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1      us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,85	1,79	1,61	1,59
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.007	0.009	0.018	0.021
0.004	0.005	0.009	0.011	
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.359	0.444	0.868	1.035
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

### 6.6. SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Per liquefazione si intende un processo di accumulo della pressione del fluido interstiziale che in un terreno saturo non coesivo (sabbia, ghiaia, limo non plastico) causa la diminuzione della resistenza e/o rigidità a taglio a seguito della presenza di carichi superficiali o dello scuotimento del suolo (terremoti), potendo dar luogo a deformazioni permanenti significative. La liquefazione consiste quindi in una diminuzione della resistenza del terreno, a seguito del raggiungimento della condizione di fluidità. La perdita totale della resistenza viene raggiunta quando la pressione dell'acqua che riempie gli interstizi arriva a uguagliare la pressione di confinamento, rendendo nulle le tensioni efficaci trasmesse attraverso le particelle solide. Una volta che si è innescato il processo di liquefazione, la massa del suolo resta in movimento fino a che non raggiunge una nuova condizione di stabilità.

C'è da dire, inoltre, che tale fenomeno può manifestarsi in vari modi, principalmente:

- diffusione;
- scorrimento fluido;
- perdita di portanza.

La diffusione la si ha quando uno strato superficiale comincia a muoversi su quello sottostante a causa della liquefazione di quest'ultimo.

Lo scorrimento fluido lo si ha quando porzioni di terreno vengono letteralmente trasportati dalla massa liquefatta in movimento. E' un fenomeno che può verificarsi sovente in terreni costituiti da sabbie sciolte e, ovviamente, in siti sottofalda e sottomarini. Per quanto pericoloso, lo scorrimento fluido è un fenomeno meno devastante del precedente, dato che le forze impresse dal flusso sono minori di quelle che competono

## RELAZIONE GEOLOGICA

al terreno soggetto a diffusione.

La perdita di capacità portante è dovuta alla perdita di resistenza a taglio del terreno, la quale conduce a grandi deformazioni superficiali.

Sono suscettibili alla liquefazione:

- i suoli non coesivi e saturi (sabbie e limi, occasionalmente ghiaie) con contenuto di fini plastici relativamente basso (meno del 15%);
- i suoli costituiti da particelle relativamente uniformi (predomina una dimensione delle particelle);
- i depositi sabbiosi recenti (età Olocenica).

Le norme NTC del D.M. 17/01/2018 al Capitolo 7.11.3.4.2 indicano che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti quattro circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ . ( $U_c$  rapporto  $D_{60}/D_{10}$ , dove  $D_{60}$  e  $D_{10}$  sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa).

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

## 7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO

La caratterizzazione geomeccanica dei terreni è stata eseguita al fine di fornire dei parametri dei terreni per i calcoli geotecnici e per le verifiche strutturali delle opere in progetto.

### 7.1. PARAMETRI GEOTECNICI

I principali parametri utilizzati per caratterizzare i materiali presenti nell'area oggetto d'indagine ed interessati dalle opere fondazionali delle opere in progetto, sono stati stimati (stima cautelativa del valore del parametro appropriato) sulla base di dati della letteratura e su analisi eseguite dallo scrivente su terreni analoghi. Tali parametri caratteristici sono riassunti nella seguente tabella:

Materiali	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$\phi_{cv}$ (°)	$c'$ (kPa)	$c_u$ (kPa)
Terreno coltivo e di riporto	18	26	23	0	-
Depositi costituiti da ghiaie e sabbie con ciottoli	19	32	28	0	-

## RELAZIONE GEOLOGICA

dove:

$\gamma'$ : Peso di Volume

$\phi'$ : Angolo di resistenza al taglio

$\phi_{cv}$ : Angolo di resistenza al taglio a volume costante (Lambe & Whitman, 1969)

$c'$ : Coesione drenata

$c_u$  Coesione non drenata

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio  $\phi'$  stimato rappresenta un valore di picco che risulta non compatibile con i valori di  $Q_{limite}$  ottenibili. Infatti, secondo *Yamaguchi et al. (1977)*, il raggiungimento della  $Q_{limite}$  si ha in corrispondenza di elevate deformazioni, ovvero quando il comportamento del materiale incoerente risulta caratterizzato dall'assenza di variazioni di volume e la resistenza disponibile è quella corrispondente allo stato critico, individuato dall'angolo a volume costante ( $\phi_{cv}$ ). I valori dell'angolo a volume costante sono stati stimati sulla base di quanto indicato da *Lambe & Whitman (1969)*.

L'analisi dei parametri geotecnici caratteristici sopra indicati evidenzia che l'orizzonte di terreno coltivo e di riporto superficiale, presente fino alla profondità di circa 0.50÷1.50 metri dal piano campagna, è caratterizzato da scadenti parametri geotecnici, mentre i depositi costituiti da ghiaie e sabbie con ciottoli, presenti a profondità superiori, si presentano più compatti e caratterizzati da buoni parametri geotecnici e a parere dello scrivente dovranno essere considerati i materiali su cui intestare le fondazioni dei eventuali manufatti in cls o c.a. in progetto.

## 8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base delle indagini e dei rilievi effettuati è possibile compiere alcune considerazioni.

L'area oggetto di intervento è ubicata nel comune di Nole Canavese ed interessa come indicato in precedenza l'intersezione viaria tra la S.P. n°2 e le vie Torino e I° Maggio. La S.P. 2 è caratterizzata da una viabilità ad alta intensità di traffico, essendo una delle due arterie di collegamento del basso Canavese con Torino. In particolare, la S.P. n°2 serve la porzione di territorio in sinistra orografica del Torrente Stura di Lanzo, collegando le valli di Lanzo con la città di Torino nei comuni di Lanzo, Balangero, Mathi, Nole, Ciriè San Maurizio, Caselle e Borgaro, fino a Torino.

Le opere previste consistono, come indicato in Figura 3, in:

- sistemazione dell'incrocio a raso regolato con STOP tra la S.P. n°2, Via Torino e Via I° Maggio nel centro abitato di Nole;
- sistemazione e messa in sicurezza di un tratto della S.P. n°2 in prosecuzione della sopraelevata rotatoria in direzione Torino;
- realizzazione di una viabilità comunale urbana di collegamento tra Strada Camporelle e Strada Grosso.

L'area oggetto di intervento è pianeggiante, fortemente antropizzata e urbanizzata, caratterizzata per lo più da viabilità già esistente.

L'intervento prevede un rimaneggiamento superficiale delle aree, e non sono previste, almeno in questa fase, opere che richiedano interazioni terreno-infrastrutture di particolare rilevanza.

## RELAZIONE GEOLOGICA

Dal punto di vista litostratigrafico i dati a disposizione evidenziano che l'immediato sottosuolo in prossimità del sito oggetto di indagine risulta essere costituito, da punta di vista litostratigrafico, da:

- depositi argilloso limosi, fino a circa 0.5 m a 1.50 metri dal piano campagna (coltre vegetativa e depositi eluvio-colluviali);
- depositi ghiaiosi sabbiosi con ciottoli con presenza di matrice limoso sabbiosa talora argillosa, fino a oltre 5 metri dal p.c..

In corrispondenza dei tratti stradali il livello superiore costituito da depositi argilloso limosi potrebbe essere sostituito completamente o in parte da materiale rimaneggiato e/o di riporto di varia natura, costituente lo strato di sottofondo del rilevato stradale.

Dal punto di vista geotecnico si evidenzia che he l'orizzonte di terreno coltivo e di riporto superficiale, presente fino alla profondità di circa 0.50÷1.50 metri dal piano campagna, è caratterizzato da scadenti parametri geotecnici, mentre i depositi costituiti da ghiaie e sabbie con ciottoli, presenti a profondità superiori, si presentano più compatti e caratterizzati da buoni parametri geotecnici e a parere dello scrivente dovranno essere considerati i materiali su cui intestare le fondazioni dei eventuali manufatti in cls o c.a. in progetto.

Dal punto di vista della pericolosità geomorfologica non risulta che il sito oggetto d'indagine sia stato interessato da fenomeni di allagamento o di esondazione da parte dei corsi d'acqua principali (Torrente Stura di Lanzo e Rio Bana) e secondari durante gli eventi alluvionali del novembre 1994, dell'ottobre 2000, del maggio 2008, del Giugno 2010 e del novembre 2016, che risultano gli eventi più gravosi che hanno interessato il territorio piemontese ed in particolare la Provincia di Torino in epoca recente, e da eventi alluvionali a carattere locale di minore intensità pluviometrica.

L'area oggetto d'indagine risulta esterna sia alle fasce di pericolosità geomorfologica definite dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) come approvato dalla Del. Com. Ist. dell'Autorità di Bacino del Fiume Po in data 26/04/2001 e sia alle aree di pericolosità del PGRA (Piano di Gestione dei rischi di alluvione, 2015) adottato da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione n°2 del 03/03/2016. (Figura 9).

Come indicato in precedenza, i dati raccolti indicano la presenza della falda acquifera a una profondità variabile da 4.50 m a 6 metri circa. Si evidenzia, inoltre, che in occasione di intensi eventi meteorici o durante i periodi primaverile e autunnale è possibile riscontrare innalzamenti anche di 1÷2 metri del livello della falda acquifera.

Tenuto conto della tipologia delle opere da realizzare e del relativo impatto nel territorio si evidenzia che la consistenza delle opere che si intendono realizzare non pone particolari problemi di carattere geologico ed idrogeologico.