

COMUNE DI CAMERI PROVINCIA DI NOVARA

PROPOSTA DI AMBITO STRADA INGROVA

COMMITTENTE: **Ruspa M.G. - Gennaro P.**

ELABORATO: **Relazione geologico-tecnica**

DATA: **Novembre 2021**
AGG.:



Antonello RIVOLTA
GEOLOGO

Via S. Giovanni 27, 28047 Oleggio (NO)
antonello.rivolta@geologi piemonte.it
PEC: antonello.rivolta@epap.sicurezza postale.it
339-7783543

PREMESSA

A supporto della Proposta di Ambito nel comparto compreso tra Via Matteotti e via Neruda in Comune di Cameri, lo scrivente è stato interpellato allo scopo di valutare le caratteristiche geologiche dell'area e la stabilità complessiva dei luoghi in relazione all'opera in progetto.

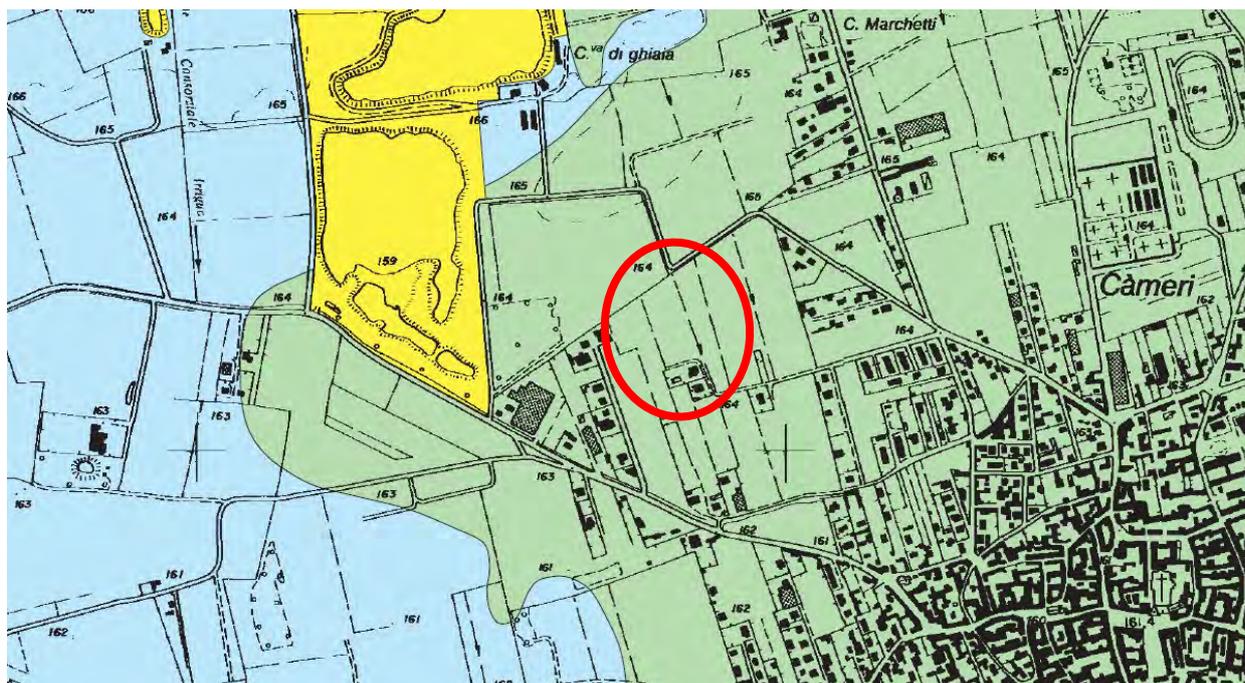
A tale scopo è stato esperito un sopralluogo in sito e sono stati esaminati i caratteri geologici e geomorfologici dell'area.

La presente relazione è redatta in ottemperanza a quanto richiesto dal Decreto Ministeriale 17.01.18 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", cap. 6.12 "Fattibilità di opere su grandi aree" e dalla L.R. 56/77 art. 14 comma 1, numero 2 lett. a) e b).

PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDONEITÀ URBANISTICA

La zona ricade in classe 1 della Carta della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, tav. 9A della Variante Generale di PRG, approvata con DGR 3-1479 del 29.11.2004 e riportata di seguito in stralcio non in scala.

Nelle aree in Classe 1 non vi sono limitazioni alle scelte urbanistiche, secondo quanto previsto dalla Circolare 7/LAP del 08.05.1996 e N.T.E./99.



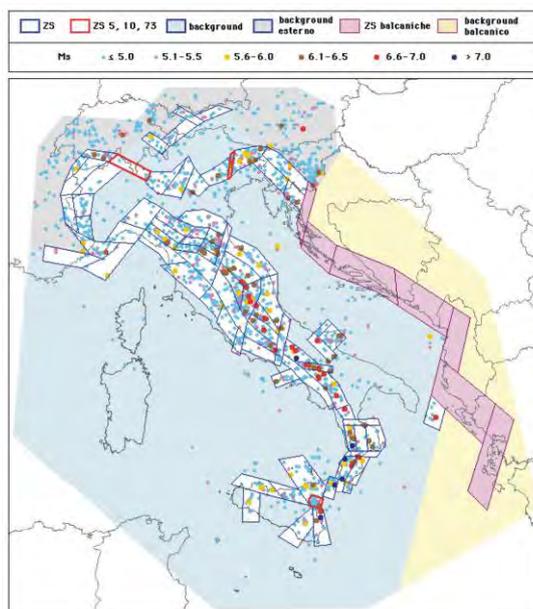
CLASSE	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	
	Agente morfogenetico prevalente	Grado di pericolosità
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; text-align: center; width: 20px; height: 20px; line-height: 20px;">I</div> <p>Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.</p>	Non sono evidenziati particolari processi morfogenetici e condizioni geotecniche penalizzanti	Irrelevante

INQUADRAMENTO SISMICO LOCALE

Il territorio di Novara nel catalogo parametrico CPTI04 degli eventi sismici storici presenta la seguente serie così rappresentata in ordine cronologico:

<i>intensità del sito</i>	<i>Data (g.m.anno)</i>	<i>ora</i>	<i>Denominazione del sisma (area epicentrale)</i>	<i>Intensità max</i>	<i>Magnitudo momento</i>
5-6	09.12.1755	13:30	vallese	8	5,90
3	22.10.1796	04:00	Emilia orientale	7	5,63
3-4	29.12.1854	01:45	Liguria occidentale	7-8	5,77
4-5	25.07.1855	12:00	Vallese	8-9	5,81
3	26.02.1885	20:48	Scandiano	6	5,22
5-6	23.02.1887	05:21	Liguria occidentale	10	6,29
4	07.06.1891	01:06	Valle d'Ilasi	9	5,71
5	30.10.1901	14:29	Salò	8	5,67
4-5	29.04.1905	01:46	Alta Savoia	7-8	5,79
F	07.12.1913	01:28	Novi Ligure	5	4,72
F	26.10.1914	03:45	Tavernette	7	5,36
3	20.04.1929	01:09	bolognese	8	5,55
2	17.02.1947	00:12	Alpi occidentali	5-6	4,90
3	15.05.1951	22:54	Iodigiano	6	5,24
4	25.10.1972	21:56	Passo Cisa	5	4,95
3-4	09.11.1983	16:29	parmense	7	5,10

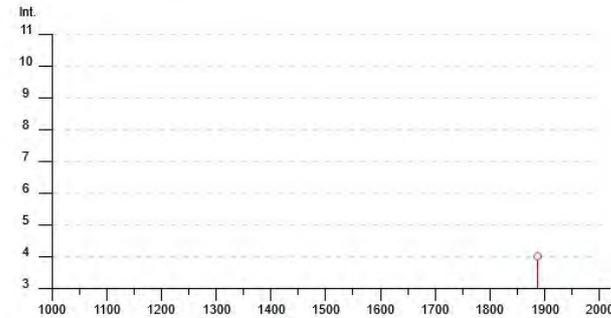
Il quadro delle zone sismogenetiche è rappresentato nella seguente carta, in riferimento alla quale la zona in esame si colloca nella zona background, con $M_s < 5.0$ (magnitudo calcolata sulle onde superficiali).



La consultazione del catalogo DBMI15, dal sito INGV, (Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>) ha fornito i seguenti dati per il Comune di Cameri:

Cameri

PlaceID IT_04025
 Coordinate (lat, lon) 45.501, 8.662
 Comune (ISTAT 2015) Cameri
 Provincia Novara
 Regione Piemonte
 Numero di eventi riportati 1



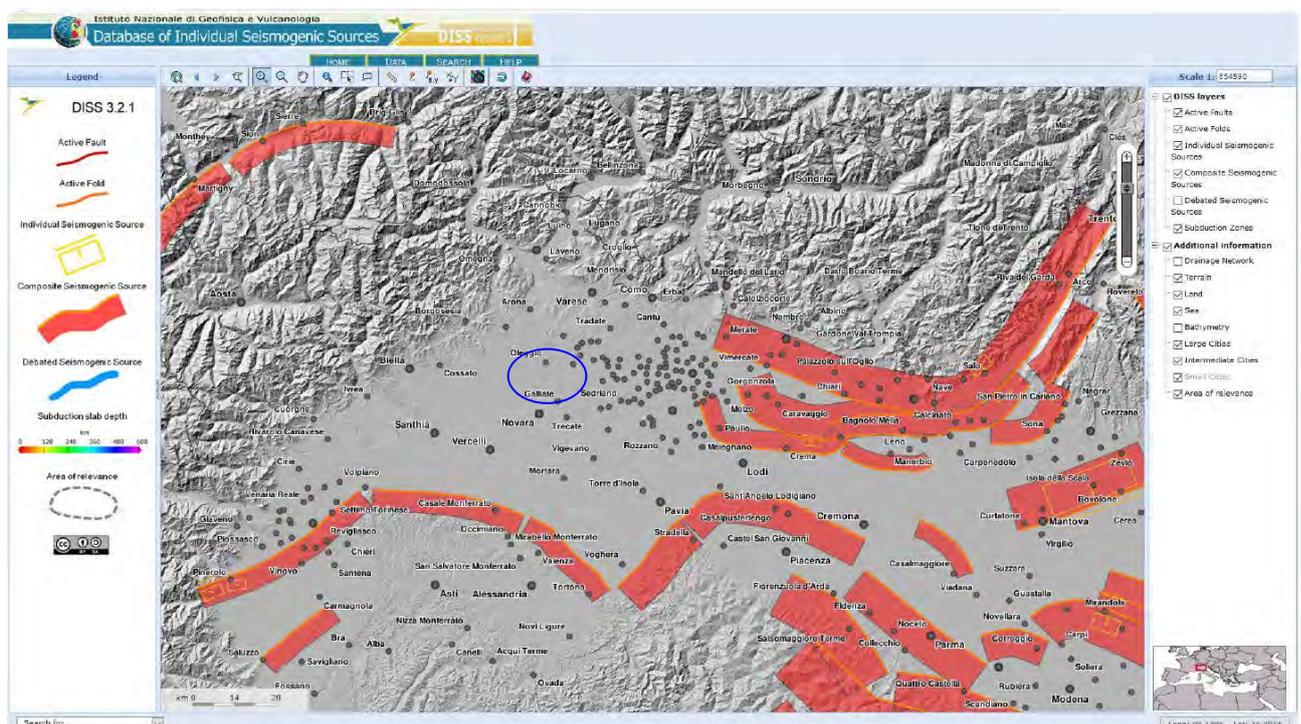
► Personalizza il diagramma

Effetti									
In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mv
4	1887	02	23	05	21	50	Liguria occidentale	1511	9 6.27

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Galliate	4	4
Caltignaga	1	6
Novara	26	7
Robecchetto Con Induno	1	9
Treocate	3	10
Tornavento	2	10

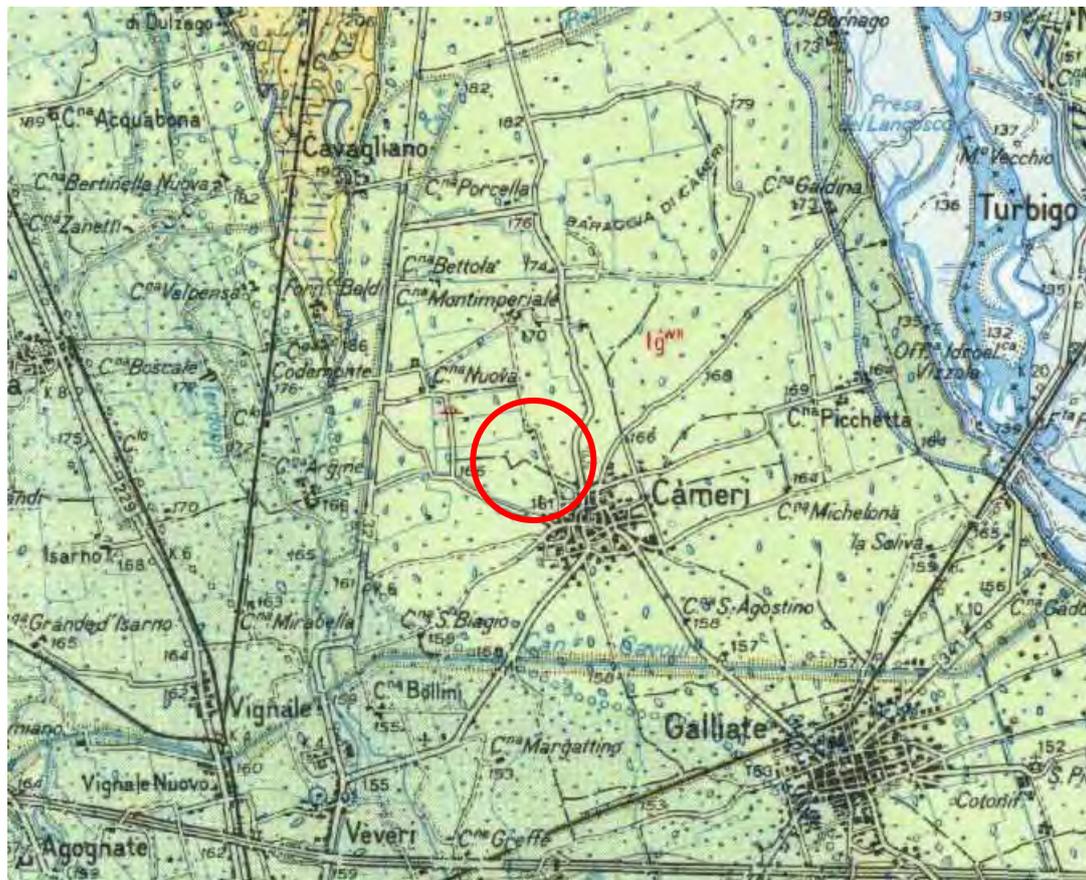
Nel catalogo DISS dell'INGV (*Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, Tectonophysics; doi:10.1016/j.tecto.2007.04.014*) sono riportati i seguenti elementi relativi alle sorgenti potenziali di terremoti con magnitudo maggiore di 5.5.



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO

Il sito in oggetto è ubicato nel comune di Cameri, rappresentato nella tavoletta I.G.M. 44 IV S.E. "Bellinzago N.se" e nella sezione n° 116080 della C.T.R. alla scala 1:10.000, nella zona nord-occidentale del concentrico comunale ad una quota di circa 164 m s.l.m..

Per quanto riguarda la cartografia geologica, è rappresentato nel Foglio n° 44 "Novara" della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100.000.



L'area novarese è compresa nel settore di media pianura situata tra i corsi dei fiumi Sesia e Ticino, con quote medie che si attestano intorno ai 160 m s.l.m.; l'aspetto fisiografico generale è caratterizzato dalla presenza di tre elementi ben riconoscibili, che riflettono la propria genesi e la propria natura geologica, riassumibili come segue:

- terrazzo fluvio-glaciale pleistocenico, indicato sulla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 come: fg^R "Alluvioni fluvio-glaciali ghiaiose, alterate in terreni argillosi giallo-ocraici per uno spessore massimo di 3 metri. RISS p.p.". Questa unità non verrà trattata in dettaglio, in quanto riguardante porzioni del territorio novarese a distanza significativa dall'area in esame.
- "Livello Fondamentale della Pianura", designato in questo settore di territorio, come: fg^{W-R} "Alluvioni fluvio-glaciali ghiaiose, localmente molto grossolane (a monte del limite settentrionale dei fontanili), con paleosuolo argilloso giallo-rossiccio di ridotto spessore, talora ricoperti da limi più recenti. WÜRM e RISS p.p."; nella porzione più occidentale dello stralcio cartografico sopra riportato, tale unità viene denominata fg^W ed è interessata dalla presenza di "alluvioni

fluvioglaciali ghiaioso-ciottolose, con debole strato di alterazione di alterazione brunastro”; le due unità sono in rapporto reciproco di eteropia, convenzionalmente distinte dalla “Linea dei fontanili”.

- alluvioni oloceniche: rappresentati sul Foglio geologico n° 44 con le sigle a¹ e a² e corrispondenti alle fasi più recenti di modellamento della Pianura Padana, il cui risultato più evidente si esplica nei terrazzi afferenti alla vallata del F. Ticino, indotte dalla dinamica fluviale a partire dall'Olocene e fino all'attuale.

Dal punto di vista fisiografico l'area è compresa nel settore di alta pianura situata in prossimità della valle del fiume Ticino, con quote medie che si attestano intorno ai 165 m s.l.m. per l'area in esame. L'aspetto generale del territorio sul quale sorge il centro storico della città è costituito dal terrazzo fluvioglaciale del Pleistocene superiore, che costituisce il cosiddetto “*livello fondamentale della pianura*” e si eleva di circa 30 m sul fondovalle fluviale, di età olocenica.

La genesi degli elementi morfologici citati è da ricondurre principalmente alle fasi di espansione glaciale verificatesi nel corso del Pleistocene: il modellamento del paesaggio avviene mediante l'azione combinata di due processi, entrambi collegati alle meccaniche deposizionali dell'ambiente glaciale. Da un lato, l'azione d'accumulo esercitata dal ghiacciaio mette in gioco enormi quantità di materiale proveniente dal proprio bacino d'alimentazione, con la conseguente formazione di anfiteatri morenici, ben evidenti a nord del territorio in esame; dall'altro, l'azione erosiva dei torrenti proglaciali, rimodellando la superficie topografica durante la fase di ritiro dei ghiacciai, comporta la formazione di morfologie pianeggianti, separate da terrazzi che, insieme ai rilievi morenici ed alle depressioni intermoreniche, caratterizzano l'aspetto del territorio.

In seguito alle fasi di ritiro dei ghiacciai, al termine del Pleistocene, le portate dei corsi d'acqua subiscono una drastica diminuzione e la pianura inizia ad assumere l'aspetto attuale. Il sistema fisiografico ed idraulico si stabilizza in un tracciato fluviale di tipo meandriforme o debolmente *braided*, incassato in un'ampia valle terrazzata, con un'asta fluviale libera di vagare entro i limiti morfologici imposti dalle scarpate dei terrazzi.

Sotto l'aspetto geologico il territorio in esame è rappresentato da depositi che, in base alla loro caratterizzazione litostratigrafica, geomorfologica e pedologica, compongono le seguenti unità:

- *Depositi fluviali (“Livello Fondamentale della Pianura” Auct., Pleistocene superiore)*;
- *Depositi alluvionali s.l. (Olocene)*
- *Depositi di barra e di canale fluviale (Olocene recente-attuale).*

Livello fondamentale della pianura (Pleistocene superiore): accezione introdotta da Petrucci e Tagliavini (1969) e perfezionata da Cremaschi (1987), per definire i depositi riferibili all'ultima fase di colmamento della pianura, avvenuta nel corso del Pleistocene superiore, ad opera di apparati fluviali di notevoli dimensioni. Studi morfologici più recenti, condotti da Marchetti (1990 e 1996), individuano i principali corsi d'acqua attuali della Pianura Padana come *underfit streams*, ovvero corsi d'acqua sotto-alimentati rispetto alle dimensioni dei corrispondenti solchi vallivi pleistocenici ed il Livello Fondamentale della Pianura come il risultato della coalescenza di conoidi alluvionali relativi ai *sandur* proglaciali; essi si identificavano, nel tardo Pleistocene, con corsi d'acqua a canali multipli intrecciati, con portate fino a venti volte maggiori rispetto a quelle attuali. L'assetto definitivo della pianura si realizza in concomitanza della messa a regime dei bacini lacustri prealpini che, riducendo la portata liquida e solida dei fiumi, comporta un'intensa fase erosiva nel

periodo pre-Atlantico, con conseguente approfondimento per incisione dei solchi vallivi attuali. La copertura pedologica è costituita da *Alfisuoli* e, in misura maggiore, da *Inceptisuoli* (secondo la classificazione USDA - Soil Taxonomy), moderatamente evoluti e di spessore generalmente non superiore a mezzo metro. Questi depositi grossolani caratterizzano la maggior parte del territorio in esame e, in particolare, il terrazzo alluvionale posto a quote topograficamente più elevate, nel settore di pianura considerato, sul quale si colloca il sito oggetto della presente relazione. Il terrazzo si eleva di circa 25-30 m rispetto alla sottostante quota della vallata del F. Ticino. La superficie di questo terrazzo è frequentemente interessata dalla presenza di paleoalvei, relativi ai corsi degli antichi corsi fluviali ad andamento *braided*, sopra citati; tali elementi morfologici sono sovente riconoscibili sul terreno a causa della presenza di aree ribassate rispetto al livello circostante.

Depositi alluvionali s.l. (Olocene): si tratta di sedimenti correlabili a facies francamente fluviali, in quanto costituiti da ghiaie con evidenze sedimentologiche riferibili a corsi d'acqua sinuosi e a meandri. Nella fattispecie si tratta di alternanze di ghiaie, per lo più a supporto clastico, prive di evidenti strutture sedimentarie o con rozza stratificazione, ben arrotondate ed embricate, alle quali si intercalano frequenti livelli sabbiosi, costituiti da sabbie medio-grossolane laminate. Sono caratterizzati dalla presenza a tetto di suoli riferibili all'ordine degli *Inceptisuoli* (secondo la classificazione della USDA – *Soil Taxonomy*), poco evoluti e di spessore generalmente moderato.

Depositi fluviali di barra e di canale fluviale (Olocene-attuale): comprendono le antiche isole fluviali e le barre di canale del Fiume Ticino; sono composte da ghiaie inalterate, selezionate e ben lavate, con ciottoli embricati e lenti di sabbia da fine a media. Comprendono inoltre i depositi che caratterizzano l'alveo attuale e le zone di golena del Fiume Ticino, costituiti da ghiaie e ciottoli inalterati, selezionati e ben lavate, con ciottoli embricati e lenti di sabbia da fine a grossolana. Questi depositi sono caratterizzati da coltre pedogenetica assente o di spessore assai limitato, in questo caso costituita da suoli dell'ordine degli Entisuoli fluviali (*Fluvents*, secondo la *Soil Taxonomy*).

Il reticolo idrografico è costituito dal fiume Ticino e dall'importante reticolo irriguo, parte del quale afferente al Torrente Terdoppio, che interessa in diversa misura (per importanza e portata addotta) la piana pleistocenica fluvioglaciale ad ovest di Cameri.

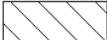
Nella zona si rileva la presenza di un fosso irriguo perimetrale lungo i lati Nord ed Ovest del lotto in esame, afferenti un cavo irriguo collocato al margine meridionale, parzialmente tombinato. I cavi irrigui risultano essere in gestione di AIES, in condizioni di asciutta all'atto del sopralluogo .

ELEMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI LOCALI

Allo scopo di incrementare il dettaglio fornito dagli elaborati geologici di PRG, redatti alla fine degli anni '90, sono stati effettuati alcuni sopralluoghi in sito che, unitamente ad indagini geognostiche condotte dallo scrivente nell'ambito di progetti di edilizia privata, hanno consentito l'elaborazione della seguente cartografia geologica e geomorfologica per la zona in esame.



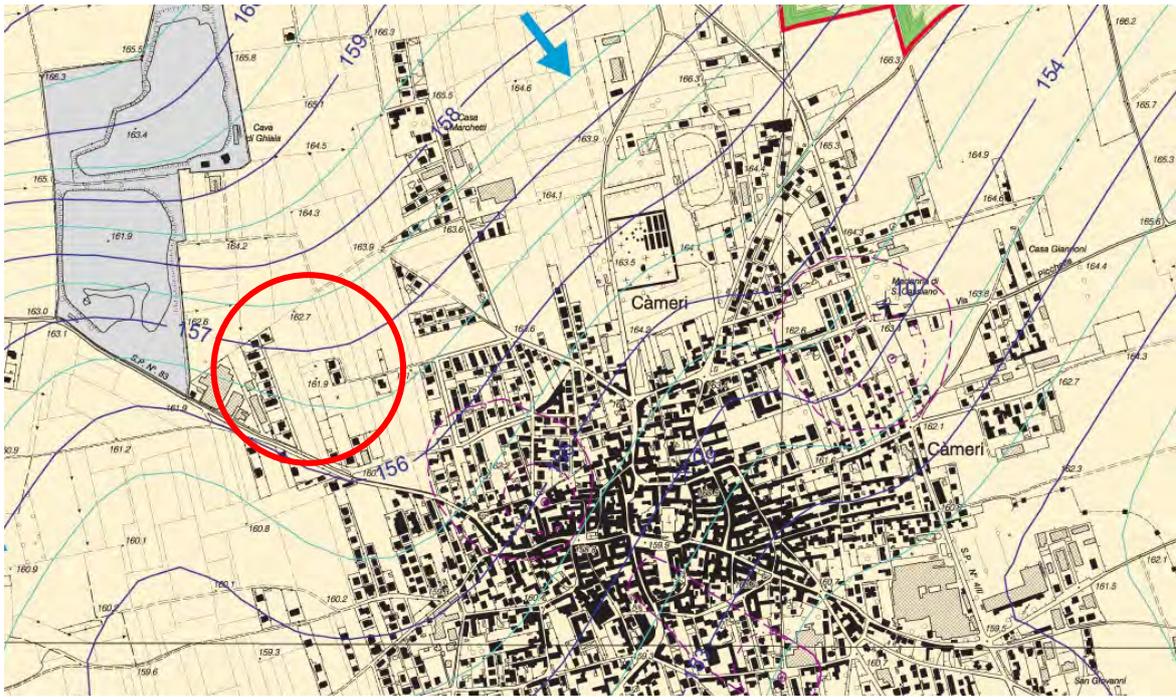
LEGENDA

- COMPLESSO DI VARALLO POMBIA (PLEISTOCENE SUPERIORE)**
-  Ghiaie di S. Gaudenzio: ghiaie e sabbie, massive o mal stratificate, giallastre, con intercalazioni di sabbie grossolane e sottili coperture pedogenetiche
 -  Altre aree soggette ad attività estrattive precedenti

Sotto l'aspetto geomorfologico, il rilievo di dettaglio non ha evidenziato elementi riferibili a dissesti potenziali o in atto, confermando dunque quanto illustrato nella Carta Geologica di PRG.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Sulla base di progetti idrogeologici effettuati dallo scrivente per committenti privati e di un'indagine redatta dal dott. Geol. Epifani nel 1999 per incarico del Comune di Cameri, relativa allo studio delle escursioni della superficie freatica nel territorio comunale, si può innanzitutto definire la direzione di deflusso della falda freatica che, per la zona in esame, è diretta verso SSE (cfr. stralci seguenti tratti da "Carta geoidrologica e della caratterizzazione litotecnica", redatta da dott. Geol. F. Epifani nel 2002 per la Variante al PRGC e dalla Carta Geoidrologica redatta dallo scrivente per l'ampliamento della limitrofa attività estrattiva, sulla base dei dati di soggiacenza del mese di maggio 2012).



COMPLESSI GEOIDROLOGICI

-  Ghiaie e sabbie con ciottoli, non alterate; permeabilità da elevata a buona ($10^3 < k < 10^1$ m/s)
-  Ghiaie e sabbie, non alterate; permeabilità da buona a bassa ($10^3 < k < 10^6$ m/s)

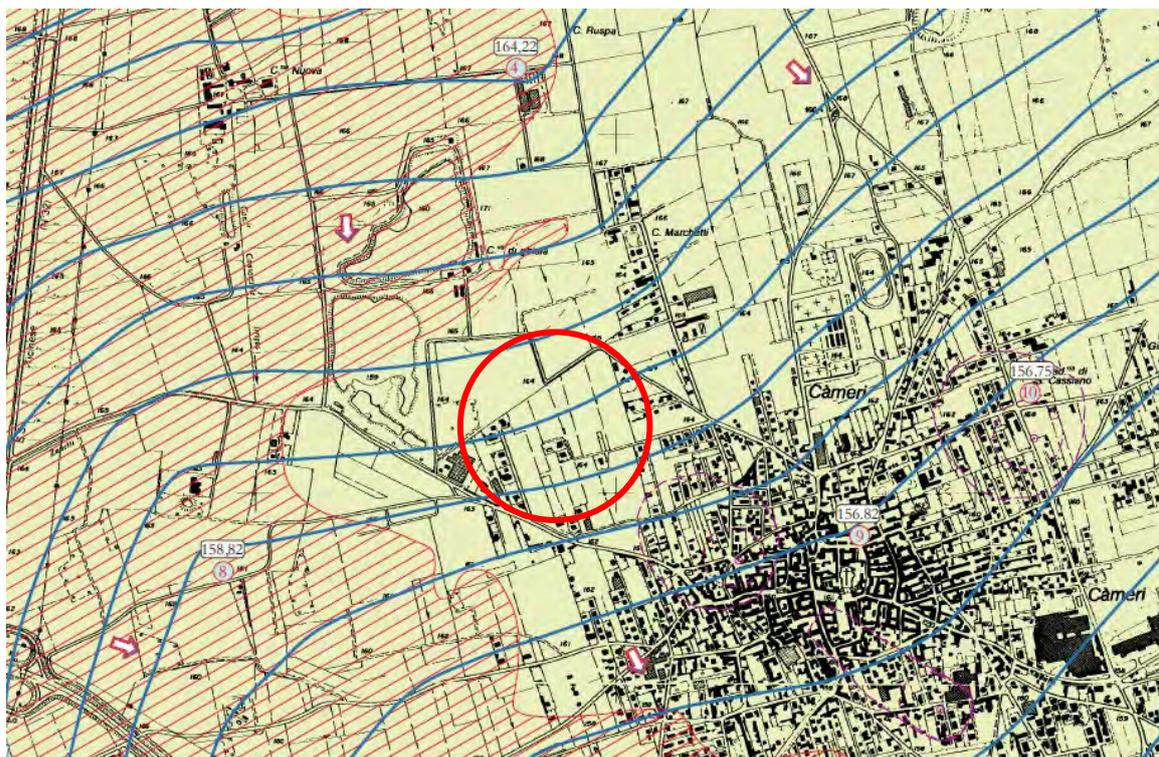
ELEMENTI IDROGEOLOGICI

-  Linee isofreatiche (equidistanza 1 m)
-  Linee isofreatiche (equidistanza 0,5 m)
-  Direzione di deflusso della falda freatica
-  Pozzi idropotabili comunali e relative fasce di rispetto

N.B.: il rilievo freaticometrico è stato redatto sulla base dei dati raccolti a cura del dott. geol. F. Epifani nel corso dell'anno solare 1999; la freaticometria rappresentata è basata sui dati di soggiacenza del mese di maggio 1999; nello stralcio cartografico a lato è riportata l'ubicazione dei punti di misura, talora esterni rispetto al territorio rappresentato sulla freaticometria. L'elaborazione è stata effettuata mediante il software ISOMAP.



Carta Geoidrologica 2012



-  Isofreatiche (m s.l.m.)
-  Pozzi e quota falda (m s.l.m.)
-  Diretrici di flusso
-  Limite dei fontanili
-  Aree a bassa soggiacenza
-  Fasce di rispetto dei pozzi comunali idropotabili ai sensi del D.P.R. 236/88 (a.Primaria - b.Secondaria)
-  Pozzi comunali idropotabili e ZTA

Complessi ideogeologici e unità litotecniche

Complesso idrogeologico 1- unità litotecnica 1

-  Ghiaie e sabbie da alterate a poco alterate con coperture eoliche e paleosuoli
permeabilità da bassa a medio bassa
angolo di attrito $\varphi = 24^{\circ}+25^{\circ}$; coesione $c = 0$ T/mq; peso di volume $\gamma = 1,6+1,8$ T/mc

Complesso idrogeologico 2- unità litotecnica 2

-  Ghiaie e sabbie non alterate con frazione limosa:
 - a) permeabilità media
 - b) permeabilità media bassa
 - a) angolo di attrito $\varphi = 26^{\circ}+30^{\circ}$; coesione $c = 0+1$ T/mq; peso di volume $\gamma = 1,8+2,0$ T/mc.
 - b) angolo di attrito $\varphi = 24^{\circ}+28^{\circ}$; coesione $c = 0+5$ T/mq; peso di volume $\gamma = 1,8+2,0$ T/mc.

Complesso idrogeologico 3- unità litotecnica 3

-  Ghiaie da poco alterate a non alterate:
permeabilità da media ad alta
angolo di attrito $\varphi = 28^{\circ}+36^{\circ}$; coesione $c = 0$ T/mq; peso di volume $\gamma = 1,8+2,0$ T/mc

Carta Geoidrologica PRG

Il deflusso sotterraneo appare chiaramente governato dall'azione drenante esplicata dall'asse fluviale del F. Ticino, che esercita un'azione di richiamo delle acque della falda freatica.

La soggiacenza media della falda freatica nell'area è pari a circa 4-5 metri, con un approfondimento in prossimità della scarpata del terrazzo; il gradiente idraulico medio è pari al 5‰.

Per quanto riguarda l'escursione dei livelli di soggiacenza della falda freatica, si richiama l'approfondito studio idrogeologico per il monitoraggio della falda superficiale sul territorio comunale, eseguito nel corso del 1999 a cura del sopra citato Studio Geologico Epifani di Arona.

In occasione di detta indagine, dal mese di febbraio sino alla fine di ottobre del 1999 stati eseguiti nove rilievi freaticometrici, corredati da rispettive restituzioni grafiche (carta freaticometrica), che hanno permesso di studiare in dettaglio le oscillazioni della falda valutandone le escursioni. Le letture sono state effettuate con cadenza per lo più mensile, intensificata nel periodo estivo interessato da maggiori problemi di risalita della falda.

Sono stati scelti 14 pozzi campione ai quali far riferimento in tutte le campagne freaticometriche, omogeneamente distribuiti sul territorio comunale; per gli scopi della presente indagine, si terrà conto dei dati emersi in corrispondenza delle tre captazioni idriche più vicine, ovvero Cascina Ruspa (n°4), Cascina Porazza (n°8) e Cameri centro (n. 9).

In particolare, si è registrato un minimo di soggiacenza nei pressi della C.na Porazza, poco a ovest rispetto alla zona in esame, di 2.18 m da p.c. con un'escursione di circa 5 m nel periodo febbraio – ottobre 1999 ed un valore massimo di 8.50 m da p.c. presso il pozzo di Cascina Ruspa, ubicato a nord dell'area, con un'escursione prossima a 5 m nel medesimo periodo.

I dettagli del rilievo freaticometrico del 26.08.99 (minimo stagionale), relativi alla quota altimetrica dei pozzi (m s.l.m.) corretti sulla base della CTR Intesa Gis, alla soggiacenza ed alla quota assoluta della falda sono indicati nel seguente tabulato:

N°	Ubicazione pozzo	Quota p.c. (m s.l.m.)	Soggiacenza (m)	Quota falda (m s.l.m.)
4	C.na Ruspa	167,80	3,58	164,22
8	C.na Porazza	161,00	2,18	158,82
9	Cameri Centro	160,70	4.18	156.52

È stata inoltre rappresentata in forma tabellare l'escursione massima registrata nel corso della suddetta indagine freaticometrica, paragonando i valori di massima e minima soggiacenza registrati per ogni stazione di misura; nel caso in esame si è ottenuto:

Pozzo	SOGG. MAX in m (data delle misure)	SOGG. MIN. in m (data delle misure)	Δ (m)
4. C.na Ruspa	8,50 (30.03.99)	3,58 (26.08.99)	4,92
8. C.na Porazza	6,14 (30.03.99)	1,29 (04.08.99)	4,85
9. Cameri centro	7,39 (30.03.99)	4,18 (26.08.99)	3,21

Quest'ultima tabella consente, in sintesi, di desumere che il valore di soggiacenza medio della falda freatica in prossimità del sito in esame si attesta su un valore intermedio di circa 4-6 m, con valori di

minima soggiacenza ipotizzabili a circa 2-3 m di profondità, riscontrabili nel periodo estivo.

Per completezza di informazione si riportano anche i dati di un piezometro AIES, sito in prossimità del centro.

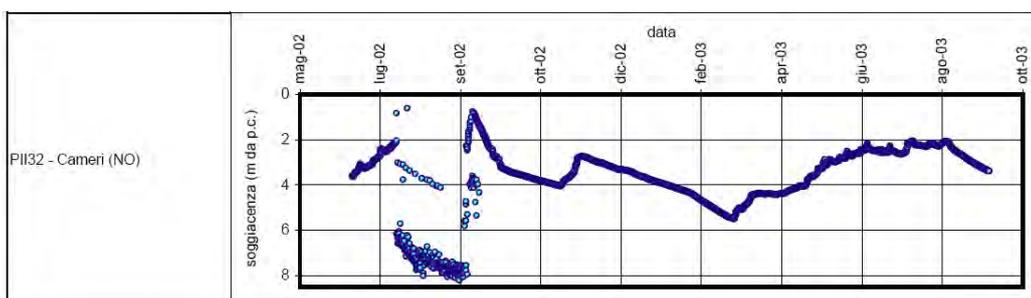
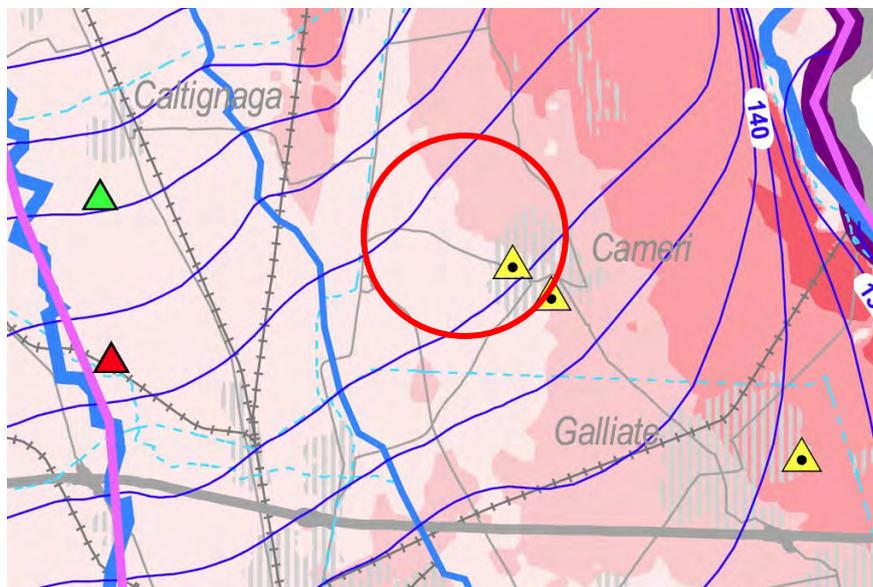
Quota terreno: 160,70 m s.l.m.
Quota punto riferimento 160,70 m s.l.m.
Altezza punto riferimento 0,00 m
Coordinate U.T.M. 473 595 E
5 038 870 N

Pozzo n° 2 D - CAMERI

Livelli massimi mensili (m s.l.m.)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Gennaio	155,35	155,06	154,85	154,88	155,54	n.p.	155,67	156,24	157,77	155,67
Febbraio	153,78	154,60	154,00	n.p.	155,37	n.p.	155,50	155,83	157,41	155,55
Marzo	153,28	154,27	153,89	154,97	155,07	155,06	155,04	155,24	156,64	155,52
Aprile	154,10	154,21	153,85	154,03	155,65	155,44	155,10	155,33	156,17	155,41
Maggio	153,77	155,18	154,72	154,80	156,58	156,18	155,47	155,79	156,30	156,72
Giugno	154,66	155,81	155,62	156,02	157,47	156,99	156,54	156,91	156,83	156,77
Luglio	156,14	156,61	156,62	157,23	157,62	157,71	157,49	157,05	157,24	158,00
Agosto	157,02	157,21	157,50	157,73	158,22	158,28	158,04	157,31	157,76	158,12
Settembre	157,25	157,69	157,62	157,79	158,15	158,93	157,96	157,37	157,73	157,95
Ottobre	157,24	156,73	156,97	156,80	157,04	157,55	157,45	158,12	157,18	157,33
Novembre	156,59	155,93	155,37	155,83	156,23	157,05	157,29	156,97	156,63	156,82
Dicembre	155,74	155,50	154,82	155,47	155,69	156,28	156,92	158,29	156,28	157,64

Vengono di seguito proposti alcuni stralci desunti dal PTA (Piano di tutela delle Acque, Regione Piemonte), che forniscono un utile riferimento per la definizione idrogeologica generale dell'area. Di seguito è riprodotta la tavola 3 recante i livelli di soggiacenza della falda freatica che, per il sito in oggetto, risulta attestarsi intorno a 156-157 m s.l.m. a fronte di quote del piano campagna pari a circa 164 m s.l.m., e la tabella relativa alle oscillazioni della falda in ambito stagionale, presso la stazione di monitoraggio di Cameri.



Il valore rappresentativo della permeabilità del primo acquifero, ottenuto mediante il confronto con dati bibliografici e in funzione dei terreni in sito, può essere considerato approssimativamente pari a $5 \cdot 10^{-2}$ cm/sec. Come si deduce dalla tabella di Casagrande e Fadum (di seguito allegata), tale valore corrisponde ad un grado di permeabilità buona, corrispondente a terreni ghiaioso-sabbiosi quali quelli che caratterizzano il sito in esame.

CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEI TERRENI

Coefficiente di permeabilità k in cm/sec (scala logaritmica)

Permeabilità	10 ²	10 ¹	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
	Buona						Scarsa		Praticamente nulla			
Tipo di terreno	Ghiaia pulita	Sabbie pulite; mescolanze di sabbia pulita e ghiaia			Sabbie molto fini; limi inorganici; mescolanze di sabbia, limo e argilla; till glaciali, depositi stratificati di argilla, ecc.			Terreni "impermeabili" modificati dell'azione della vegetazione e degli agenti atmosferici		Terreni "impermeabili", cioè argille omogenee al di sotto della zona influenzata dagli agenti atmosferici		
Determinazione diretta di k	Prova diretta sul terreno in sito mediante pompaggio, i cui risultati sono attendibili solo se propriamente eseguita. E' necessaria una considerevole esperienza.											
	Prova mediante parametro a carico costante. Non è necessaria una notevole esperienza.											
Determinazione indiretta di k				Permeametro a carico variabile. Attendibile. Non è necessaria notevole esperienza			Permeametro a carico variabile. Non attendibile. E' necessaria notevole esperienza		Permeametro a carico variabile. Abbastanza attendibile. E' necessaria notevole esperienza.			
	Calcolo in base alla distribuzione granulometrica, applicabile solo a ghiaie e sabbie pulite e incoerenti									Calcolo in base ai risultati delle prove di consolidazione. Attendibile. E' necessaria notevole esperienza		

Da Casagrande e Fadum (1940)

VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO

La valutazione della vulnerabilità delle acque degli acquiferi presenti nel sottosuolo dell'area in esame è stata eseguita attraverso il metodo GOD proposto da Foster nel 1987, che permette una valutazione numerica del livello di vulnerabilità attraverso l'interpolazione dei dati idrogeologici essenziali.

La scelta di tale metodo, rispetto ad altri che permettono una più raffinata definizione del livello di vulnerabilità, è stata condizionata dalla disponibilità dei dati richiesti dalla metodica e dalla mancanza di un numero sufficiente di parametri sperimentali certi da impiegarsi in altre metodologie di valutazione, in assenza dei quali l'introduzione arbitraria di valori stimati andrebbe automaticamente ad invalidare qualsiasi metodologia utilizzata.

Il metodo si basa sull'identificazione di tre fattori:

- Tipologia della falda: "**Groundwater Occurrence**"
- Tipologia dell'acquifero: "**Overall aquifer class**"
- Profondità del livello piezometrico (falda libera), "**Depth groundwater table**".

Il metodo assegna ad ognuno di questi fattori un valore compreso tra 0 e 1; moltiplicando tra loro i valori attribuiti alle varie categorie in cui ricade l'acquifero in esame, si ottiene un prodotto finale rappresentativo del grado di vulnerabilità dell'acquifero.

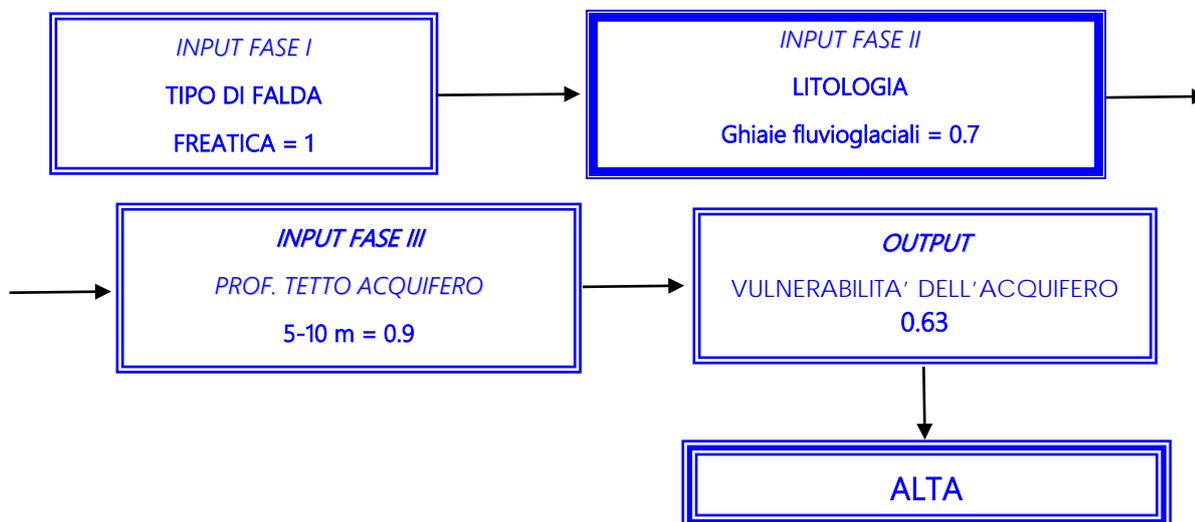
L'applicazione della metodologia si esplica attraverso tre fasi:

- ❖ **TIPO DI FALDA.** Sono previste sei diverse tipologie: falda freatica con un valore pari a 1, falda semifreatica, falda semiconfinata, falda confinata artesianica, assenza di falda, quest'ultima con valore 0.
- ❖ **TIPO DI ACQUIFERO.** Vengono previste tre classi di rocce sede dell'acquifero: non consolidate, consolidate porose, consolidate non porose. In particolare si tratta delle caratteristiche litologiche e grado di consolidazione delle rocce della zona non satura (per gli acquiferi non confinati).
- ❖ **SOGGIACENZA DELLA FALDA.** Nel caso di falda libera si considera la profondità della superficie piezometrica. La metodologia individua sette intervalli di profondità da un minimo inferiore a 2 metri ad un massimo di oltre 100 m.

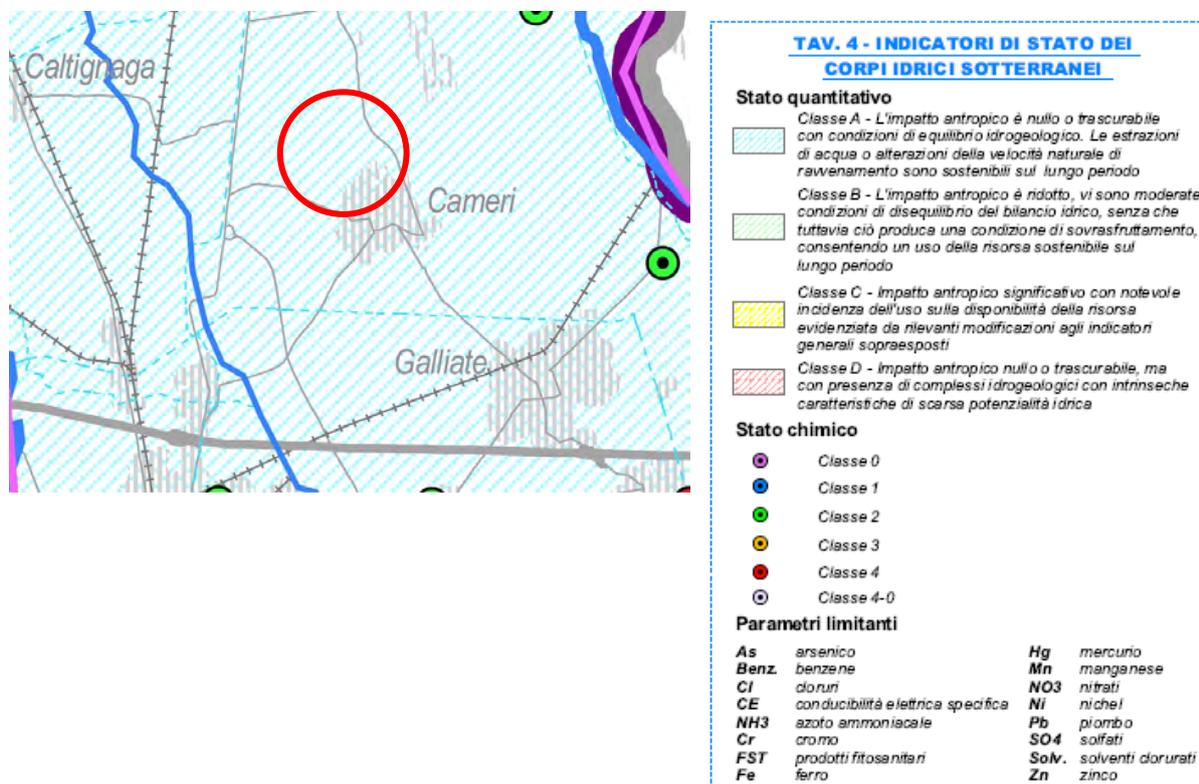
Il prodotto dei tre valori fornisce un valore di output compreso tra 0 e 1, individuando sei classi di vulnerabilità, da nulla ad elevata.

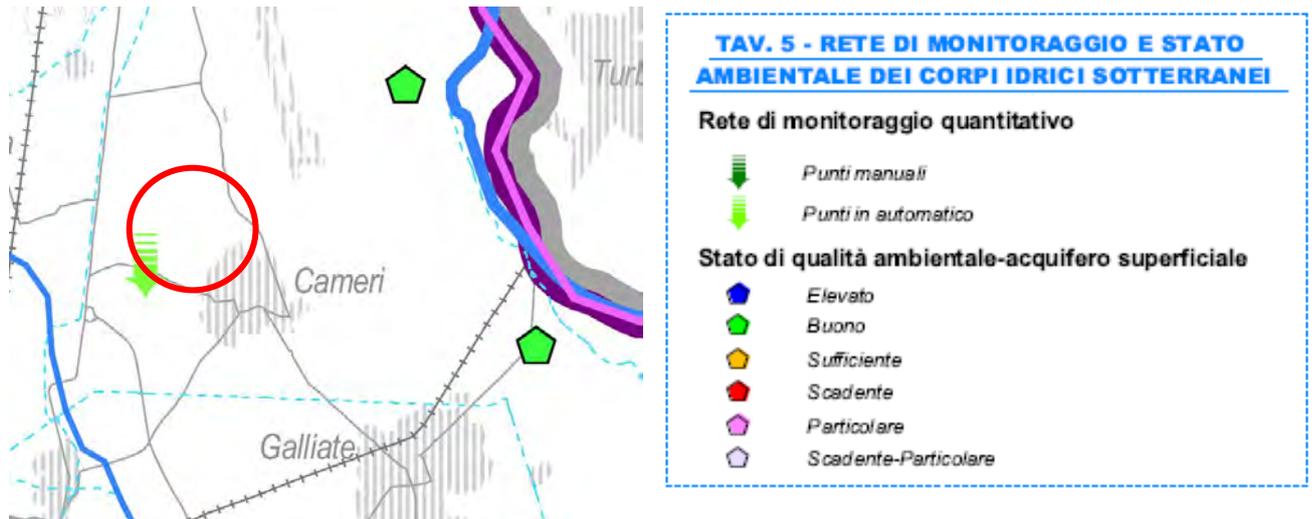
VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO CAPTATO

La verifica della vulnerabilità con l'applicazione della metodologia di Foster, descritta nel capitolo precedente, è stata applicata al solo acquifero SUPERFICIALE ed è schematicamente rappresentata nel seguente diagramma a blocchi:



Dal PTA regionale, relativamente allo stato qualitativo dell'acquifero superficiale, si ricavano le seguenti informazioni:





INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO LOCALE

Per la definizione della situazione litostratigrafica locale, si fa riferimento a delle indagini effettuate dallo scrivente negli immediati dintorni, le cui risultanze sono le seguenti.

POZZETTO STRATIGRAFICO VIA MONTE IMPERIALE:

- 0.0 - 0.6 m: suolo bruno limoso-sabbioso debolmente ghiaioso;
- 0.6 – 1.6 m: sabbia grossolana con ghiaia e ciottoli mediamente addensata.

PROVE PENETROMETRICHE VIA BARACCA

PPD 1

- da 0.0 a 1.2 m: terreno di coltura ($N_{SPT} 2\div 4$);
- da 1.2 m a 2.4 m: sabbie e ghiaie da poco a mediamente addensate ($N_{SPT} 10\div 22$)
- da 2.7 m a 4.8 m: ghiaia e sabbia da med. addensata ad addensata ($N_{SPT} 21\div 56$)

La prova ha raggiunto il valore di rifiuto strumentale

PPD 2

- da 0.0 a 0.9 m: terreno di coltura ($N_{SPT} 2\div 4$)
- da 0.9 m a 1.5 m: sabbie e ghiaie da poco a mediamente addensate ($N_{SPT} 10\div 18$)
- da 1.5 m a 3.0 m: ghiaia e sabbia da med. addensata ad addensata ($N_{SPT} 25\div 57$)

La prova ha raggiunto il valore di rifiuto strumentale

Per la classificazione delle terre sono state utilizzate le tabelle *UNI 11531-1* (derivata dalla classificazione AASHO degli U.S.A.) e Unified Soil Classification System, che consentono di classificare i terreni individuati nel seguente modo:

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA	UNI-CNR 10006	USCS
Suolo limo sabbioso	A4	ML
Sabbia con ghiaia	A1a-A1b	GW/SW
Ghiaia e ciottoli con sabbia addensata	A1a	GW

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0.063 mm ≤ 35%						Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0.063 mm > 35%					Torbe e terre organiche palustri		
	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7			AB	
Gruppo	A1-a		A1-b	A2-4			A2-5	A2-6	A2-7	A7-5		A7-6	AB	
Frazione passante allo staccio 2 mm 0.4 mm 0.063 mm	≤ 50 ≤ 30 ≤ 15	- ≤ 50 ≤ 25	- > 50 ≤ 10	- ≤ 35 ≤ 10	- ≤ 35 ≤ 10	- ≤ 35 ≤ 10	- ≤ 35 ≤ 10	- ≤ 35 ≤ 10	- ≤ 35 ≤ 10	- ≤ 35 ≤ 10	- ≤ 35 ≤ 10	- ≤ 35 ≤ 10	- ≤ 35 ≤ 10	- ≤ 35 ≤ 10
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0.4 mm LL (Limite liquido) IP (Indice di plasticità)	- ≤ 6	- ≤ 6	- N.P.	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 > 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 > 10	> 40 > 10	> 40 > 10	> 40 > 10
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		≤ 20	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa			Limi poco compres- sibili	Limi molto compres- sibili	Argille poco compres- sibili	Argille molto compres- sibili e media- mente plastiche	Argille molto compres- sibili e molto plastiche	Torbe di recente o remota formazion e, detriti organici	Torbe di recente o remota formazion e, detriti organici	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellente a buono						Da mediocre a scadente					Da scartare		
Azione del gelo sulle qualità portanti	Nessuna o lieve			Media			Molto elevata	Media	Elevata	Media				
Ritiro e rigonfiamento	Nulla			Nulla o lieve			Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elevato				
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa			Scarsa o nulla							

UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM

MAJOR DIVISIONS		GROUP SYMBOLS	TYPICAL NAMES	FIELD IDENTIFICATION PROCEDURES (excluding particles larger than 3 inches and basing fractions on estimated weights)	INFORMATION REQUIRED FOR DESCRIBING SOILS			
1	2	3	4	5	6			
Coarse-grained Soils More than half of material is larger than the No. 20 sieve size. The No. 200 sieve size is about the smallest particle visible to the naked eye.	Gravels More than half of coarse fraction is larger than No. 4 sieve size. (For visual classification, the 1/4-in. size may be used as equivalent to the No. 4 sieve)	(Clean Gravels Little or no fines)	GW	Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	Wide range in grain sizes and substantial amounts of all intermediate particle sizes	For undisturbed soils add information on stratification, degree of compactness, cementation, moisture conditions, and drainage characteristics. Give typical name: Indicate approximate percentage of sand and gravel, maximum size, angularity, surface condition, and hardness of the coarse grains, local or geologic name and other pertinent descriptive information, and symbol in parentheses.		
			GP	Poorly graded gravels or gravel-sand mixtures, little or no fines	Predominantly one size or a range of sizes with some intermediate sizes missing			
			GM	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	Nonplastic fines or fines with low plasticity (for identification procedures see ML below)			
			GC	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	Plastic fines (for identification see CL below)			
	Sands More than half of coarse fraction is smaller than No. 4 sieve size. (For visual classification, the 1/4-in. size may be used as equivalent to the No. 4 sieve)	(Clean Sands Little or no fines)	SW	Well-graded sands, gravelly sands, little or no fines	Wide range in grain sizes and substantial amounts of all intermediate sizes missing	Example: Silty sand gravelly; about 20% hard, angular gravel particles 12m, maximum size; rounded and subangular sand grains, coarse to fine; about 15% non plastic fines with low dry strength; well compacted and moist in place, alluvial sand (SM).		
			SP	Poorly graded sands or gravelly sands, little or no fines	Predominantly one size or a range of sizes with some intermediate sizes missing			
			SM	Silty sands, sand-silt mixtures	Nonplastic fines or fines with low plasticity (for identification)			
			SC	Clayey sands, sand-clay mixtures	Plastic fines (for identification procedures see CL below)			
Fine-grained Soils More than half of material is smaller than the No. 200 sieve size. The No. 200 sieve size is about the smallest particle visible to the naked eye.	Sils and Clays Liquid limit is less than 50.	(Little amount of fines)	ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands or clayey silts with slight plasticity	None to slight	Quick to slow	None	For undisturbed soils add information on structure, stratification, consistency in undisturbed and remolded states, moisture and drainage conditions. Give typical name: Indicate degree and character of plasticity, amount and maximum size of coarse grains, color in wet conditions, odor (if any), local or geologic name, and other pertinent descriptive information, and symbol in parentheses.
			CL	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays	Medium to high	None to very slow	Medium	
			OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity	Slight to medium	Slow	Slight	
	Sils and Clays Liquid limit is greater than 50.	(Appreciable amount of fines)	MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts	Slight to medium	Slow to none	Slight to medium	Example: Clayey silt, brown, slightly plastic; small percentage of fine sand; numerous vertical root holes; firm and dry and place, loess (ML).
			CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays	High to very high	None	High	
			OH	Organic clays and silts of medium to high plasticity	Medium to high	None to very slow	Slight to medium	
Highly Organic Soils		Pt	Peat and other highly organic soils	Readily identified by color, odor, spongy feel and frequently by fibrous texture				

La parametrizzazione geotecnica media dell'area può pertanto essere così schematizzata:

UNITÀ LITOLGICHE	Φ'	γ _{NAT}
1 – suolo limo sabbioso	24°	1,6 t/m ³
2 – Ghiaie e sabbie da poco a mediamente addensate	31°	1,8 t/m ³
3 – Ghiaia e ciottoli con sabbia addensata	38°	2.0 t/m ³

COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA DELL'INTERVENTO CON LA SITUAZIONE LOCALE

Come illustrato nei precedenti capitoli, l'area si presenta naturalmente stabile e priva di elementi geomorfici attivi o potenzialmente tali.

Sotto l'aspetto urbanistico (cfr. tavola 9A - Carta della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica in scala 1:10.000 della Variante di P.R.G.I approvata con DGR 3-1479 del 29.11.2004, l'area ricade nella Classe I di pericolosità geomorfologica ed idoneità all'utilizzazione urbanistica, così definita dalla Circolare P.G.R. n. 7/LAP del 08.05.1996: "Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11.03.88 (ora D.M. 14.01.08, n.d.r.)".

Per completezza di analisi sono stati verificati anche i vincoli sovraordinati dettati dall'entrata in vigore del PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Po) e del recente Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), approvato con DPCM del 27.10.2016.

Come si evince dagli stralci cartografici di seguito riportati, l'area in esame risulta esterna alle perimetrazioni del PAI (Tavola di Delimitazione delle Fasce Fluviali) e del PGRA.



Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Interventi sulla rete idrografica e sui versanti
Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter

Tavole di delimitazione delle fasce fluviali

FOGLIO 116 SEZ. I - Bellinzago Novarese
AGOGNA 10 TERDOPPIO NOVARESE 05 SEZ_II

Scala 1:25.000

Stralcio Tavole di delimitazione delle fasce fluviali, Foglio 116 sez. I - Bellinzago Novarese -

AGOGNA 10 TERDOPPIO NOVARESE 05

LEGENDA

-----	limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B
————	limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C
.....	limite (*) esterno della Fascia C
◆◆◆◆◆	limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C



Direttiva 2007/60 CE – D.Lgs 49/2010
Informazione e consultazione al pubblico

CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE

Scala 1:25.000

SCENARI DI ALLUVIONE

-  L - RARA
-  M - POCO FREQUENTE
-  H - FREQUENTE

 Limiti comunali



Localizzazione dell'area di studio nell'ambito regionale

Stralcio Carta della pericolosità da alluvione, Tavola 116 NE

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

A seguito delle indagini svolte, si possono riassumere i seguenti aspetti:

- dal punto di vista geomorfologico l'area non manifesta evidenze di fenomeni d'instabilità in atto o potenziali, si colloca all'esterno della perimetrazione delle fasce fluviali del PAI e del PGRA e risulta pertanto idonea all'utilizzo urbanistico;
- i terreni affioranti nell'area in esame sono costituiti da sedimenti fluvioglaciali, costituiti da ghiaie e ciottoli con sabbie, coperte da sedimenti limo sabbiosi di ridotto spessore;
- la falda freatica si colloca a circa 4-6 m da p.c. con possibili escursioni di circa 2-3 m; durante i mesi estivi la soggiacenza raggiunge i valori minimi, potenzialmente inferiori a 3 metri.
- è stata fornita una caratterizzazione litotecnica di massima dei terreni attraversati.

Gli accorgimenti tecnici per l'area in esame possono ricondursi alle seguenti modalità operative:

- o controllo delle acque meteoriche raccolte dalle superfici impermeabili, che devono essere opportunamente collettate e smaltite nei ricettori esistenti o nei primi strati del sottosuolo;
- o l'eventuale riquotatura delle aree dovrà essere realizzata con materiale granulare arido proveniente da cave autorizzate o da impianti di trattamento e recupero.

L'intervento in progetto risulta pertanto compatibile con lo stato geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi, confermando la classificazione di pericolosità geomorfologica individuata negli elaborati di PRG.

SCHEDA GEOLOGICO TECNICA

Proposta di ambito

località: Strada Ingrova
classe di zonizzazione geologico-tecnica: Classe I
destinazione prevista: Residenziale

Caratteristiche litostratigrafiche e geomorfologiche

Area costituita da sedimenti attribuibili a facies fluvioglaciali del Pleistocene superiore, con coperture pedogenetiche limo sabbiose.

La zona di intervento si imposta su terreni costituiti, sulla base di raccolte di dati stratigrafici e geognostici effettuati negli immediati dintorni, da ghiaie e ciottoli con sabbie mediamente addensate, con copertura pedogenetica inferiore ad 1 m. Da un punto di vista litotecnico i depositi fluvioglaciali suddetti sono caratterizzati dai seguenti parametri: angolo di attrito di picco $31^\circ < \phi < 38^\circ$; angolo di attrito caratteristico $\phi' 28^\circ - 34^\circ$; $1.8 < \gamma < 2.0$; t/m^3 ; $c = 0$ t/m^2 . Per le coperture: angolo di attrito di picco $24^\circ < \phi < 26^\circ$; angolo di attrito caratteristico $\phi' 22^\circ - 24^\circ$; $1.6 < \gamma < 1.7$; t/m^3 .

Da un punto di vista idrogeologico, la soggiacenza della superficie freatica si attesta mediamente attorno a valori compresi tra 4 e 6 m da p.c.; il valore di permeabilità attribuibile ai sedimenti in parola risulta buono e pari a $5 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Condizioni di pericolosità connesse con l'intervento

Nessuna

Modalità esecutive dell'intervento e indagini da eseguirsi a livello di progetto esecutivo

Esecuzione di indagini geognostiche puntuali per la caratterizzazione di dettaglio dei terreni dell'area in esame, nel rispetto del dettato normativo del D.M. 17.01.2018.

Regimazione delle acque meteoriche, mantenendo, ove possibile, i ricettori esistenti.

Valutazione dell'incremento dei deflussi per le aree coperte e progettazione di sistemi di immissione conformi alle caratteristiche idrologiche e idrogeologiche del territorio, privilegiando la raccolta ed il riutilizzo delle acque meteoriche e/o la restituzione nei primi strati del sottosuolo o nella rete irrigua superficiale.

Le eventuali riquotature dell'area dovranno essere realizzate con materiale granulare arido proveniente da cave autorizzate o da impianti di trattamento e recupero certificati.

Le terre e rocce da scavo prodotte nel corso dell'esecuzione dei lavori dovranno essere trattate con le modalità previste dal DPR 120/2017.

