

PROGETTO DI DERIVAZIONE IDROELETTRICA PER LA  
VALORIZZAZIONE ENERGETICA DEL SALTO IDRAULICO  
DELLA TRAVERSA ESISTENTE SUL FIUME TANARO  
A VALLE DEL PONTE DELLA SP39

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

**Capellino**  
Studio di Ingegneria

STUDIO DI INGEGNERIA

Dott. Ing. ANTONIO CAPELLINO

Via Rosa Bianca, 18  
12084 Mondovì - (CN)

☎ 0174/551247

✉ info@studiocapellino.it

✉ antonio.capellino@ingpec.eu

Dott. Arch. DANIELE BORGNA

Via G. Pascoli, 39/6 - 12084 Mondovì (CN)

☎ 339-3131477

✉ daniele.borgna@studiocapellino.it

Dott. Ing. ALBERTO BONELLO

Strada di Pascomonti - 12084 Mondovì (CN)

☎ 328-4541205

✉ alberto.bonello@studiocapellino.it

Geom. ALBERTO BALSAMO

S.S. 28 Nord, 81 - 12084 Mondovì (CN)

☎ 347-4097196

✉ alberto.balsamo@studiocapellino.it

Dott. Arch. IVANO GARELLI

Via Sacheri 191 - 12080 Pianfei (CN)

☎ 331-8459912

✉ ivano.garelli@studiocapellino.it

Dott. Geol. LUCA ARIONE

Via Principe Tommaso, 39

10125 Torino

☎ 011/6599131

✉ luca.arione@igeo.it



RELAZIONE GEOLOGICA



IDENTIFICATORE:

RICHIEDENTE

**B. Energie S.r.l.**

Via Venezia 2, Mondovì (CN)

DATA PROGETTO

**Dicembre 2020**

LAVORO

**CDA 001/01**

DATA

SCALA

DATA

Elaborato

**5**

## INDICE

1. Premessa .....	2
2. Normativa di riferimento .....	2
3. Inquadramento morfologico e geologico .....	2
4. Caratteristiche morfologiche e granulometriche dell'alveo .....	7
5. Vincoli di pianificazione .....	7
6. Assetto litologico .....	10
7. Caratteristiche idrogeologiche .....	13
8. Caratteristiche geotecniche .....	14
9. Caratterizzazione sismica .....	16
10. Interventi in progetto e problematiche geotecniche .....	17
10.1 Fronti di scavo .....	17
10.2 Interferenza con la falda .....	17
10.3 Definizione delle opere di fondazione .....	18
11. Conclusioni .....	18

## **1. Premessa**

La presente relazione geologica è redatta a corredo del “Progetto di derivazione idroelettrica per la valorizzazione energetica del salto idraulico della traversa esistente sul Fiume Tanaro a valle del Ponte della SP39”, richiedente B Energie S.r.l.

Lo studio, realizzato mediante sopralluoghi, rilievi sul terreno, esame dei dati disponibili di bibliografia tecnica, ha permesso di:

- definire l’assetto del territorio sotto l’aspetto geomorfologico, geologico e idrogeologico;
- definire la stratigrafia di riferimento dei terreni;
- caratterizzare sotto l’aspetto geotecnico i litotipi presenti;
- definire la categoria sismica dei terreni di fondazione;
- valutare le problematiche geotecniche legate all’inserimento delle nuove opere;
- valutare la compatibilità dell’intervento con l’assetto del sito.

Le attività sul terreno e in studio sono state finalizzate, in particolare, a:

- acquisizione e revisione critica della cartografia e della bibliografia geologica disponibile per l’area;
- esame con i metodi dell’interpretazione aerofotogeologica delle riprese aeree disponibili;
- svolgimento di rilievi geologici e geomorfologici di terreno nell’intorno del sito;
- schematizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica dei materiali presenti nell’area in esame.

## **2. Normativa di riferimento**

La presente relazione è redatta nel rispetto delle prescrizioni contenute nella normativa vigente:

- **D.M. 17/1/2018** - *Aggiornamento Norme Tecniche per le costruzioni*
- **D.P.G.R. 29/7/2003 n. 10/R** - *Regolamento regionale recante: “Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)”*.

## **3. Inquadramento morfologico e geologico**

L’area in esame è situata nel territorio comunale di Castello di Annone, nella valle del fiume Tanaro, a una quota di circa 100 - 105 metri s.l.m. (Figura 1 - estratto da BDTRE Piemonte scala 1 : 10.000).

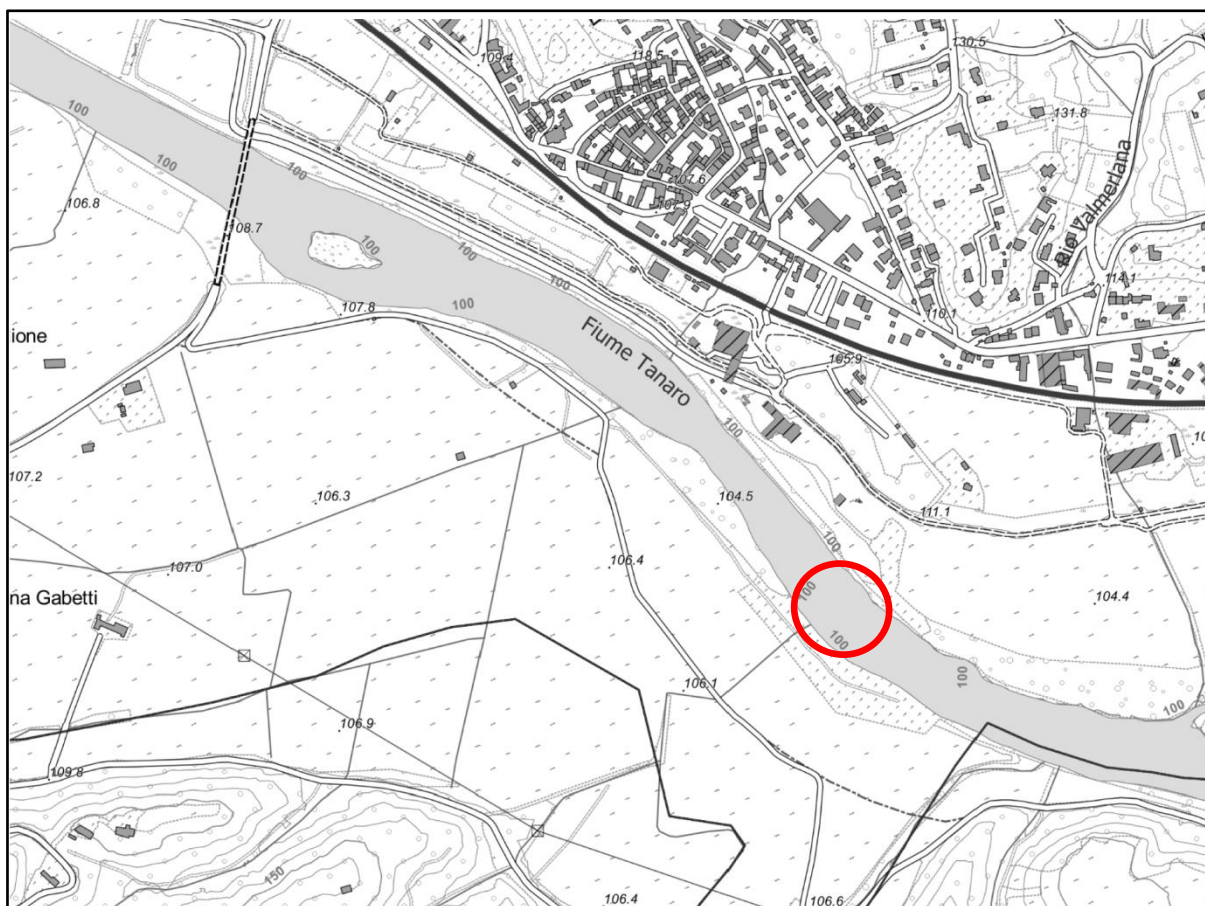


Figura 1 - estratto BDTRE Piemonte scala 1 : 10.000

Nel dettaglio l'area d'intervento si colloca in sponda sinistra del corso d'acqua, in corrispondenza di una traversa esistente, in un territorio di pianura alluvionale caratterizzata da un terrazzo olocenico sopraelevato di circa 5 m sull'alveo attuale del corso d'acqua.

L'assetto geologico generale del territorio è da ricondursi al Bacino Terziario Ligure-Piemontese, che strutturalmente si può considerare composto da tre grandi Unità:

- l'Unità del Basso Monferrato posta a nord, costituita da terreni e rocce prevalentemente sedimentari, che formano i rilievi collinari che si estendono da Torino a Casale-Voghera (Collina Torino - Casale);
- l'Unità della Sinclinale (o Bacino) di Asti, posta al centro (entro cui ricade il sito di intervento), costituita da una successione di terreni sedimentari marnosi e arenacei nelle formazioni più profonde; argillosi e sabbiosi nelle formazioni più superficiali (Argille Azzurre del Lugagnano e Sabbie di Asti e Villafranchiano);
- l'Unità delle Langhe, posta a sud quindi al margine del Bacino Terziario stesso, costituita da successioni di alternanze di sedimenti marnosi e arenaceo-sabbiosi.

Con riferimento all'assetto strutturale, l'area è dunque caratterizzata da un substrato costituito da sedimenti appartenenti al Bacino Terziario Ligure-Piemontese e da una copertura quaternaria arealmente diffusa, ma di ridotto spessore. I dati forniti dai sondaggi profondi e dai rilievi sismici (Cassano et alii, 1986) hanno contribuito negli ultimi anni a meglio delineare i modelli geodinamici che sintetizzano l'evoluzione complessiva dell'area. Sulla base di queste conoscenze l'evoluzione del Bacino Terziario Ligure-Piemontese è schematizzabile nelle sue linee principali come segue.

Su rocce pre-cenozoiche già deformate da almeno una precedente fase tettonica inizia, a partire dall'Oligocene inferiore, una fase di trasgressione marina proveniente da Nord-Est a cui sono riferibili depositi prevalentemente di fan-delta e torbiditici, la cui sedimentazione è fortemente condizionata dalla tettonica connessa alla collisione fra le placche paleo-europea ed adriatica.

Nell'Oligocene superiore si assiste all'instaurarsi di spinte compressive verso Nord-Est, che proseguono durante tutto il Miocene: queste sono legate alla probabile creazione di crosta oceanica a Sud del golfo di Genova ed alla rotazione del blocco Sardo-Corso. La sedimentazione di età miocenica risulta costituita da formazioni originariamente a carattere torbiditico in prossimità del margine meridionale del bacino, in fase di sollevamento, mentre nel settore centrale va prevalendo una sedimentazione di emipelagiti (Marne di S. Agata Fossili) connessa ad importanti fenomeni di subsidenza. I depositi evaporitici di mare basso e di ambiente lagunare (Formazione Gessoso-solfifera) terminano il ciclo miocenico.

Una nuova fase trasgressiva ha inizio a partire dal Pliocene inferiore ed è contraddistinta dalla presenza, alla base, di una formazione arenaceo-conglomeratica conosciuta come Conglomerati di Cassano Spinola a cui fa seguito una sedimentazione tipica di mare aperto (Argille di Lugagnano). Il ciclo sedimentario si chiude infine con una sedimentazione prevalentemente sabbiosa (Sabbie di Asti) di ambiente litorale, in parte eteropica con depositi alluvionali e deltizi nella parte più occidentale e lacustri costituiti da ghiaie e peliti nella parte orientale ("Villafranchiano").

La sequenza deposizionale pliocenica risulta controllata da una fase deformativa legata a sforzi compressivi verso Nord in conseguenza dell'espansione del fondo del Mar Ligure. Queste condizioni tensionali determinano nel settore orientale del bacino, da Nord verso Sud, la definitiva emersione del Monferrato, la nascita e l'evoluzione della sinclinale di Asti e della struttura a monoclinale delle Langhe, oltre all'inarcamento del settore corrispondente al Golfo di Genova.

L'area d'interesse è compresa nella Carta Geologica d'Italia a scala 1 : 100.000 nel Foglio 69 "Asti" (un estratto è riportato in Figura 2).



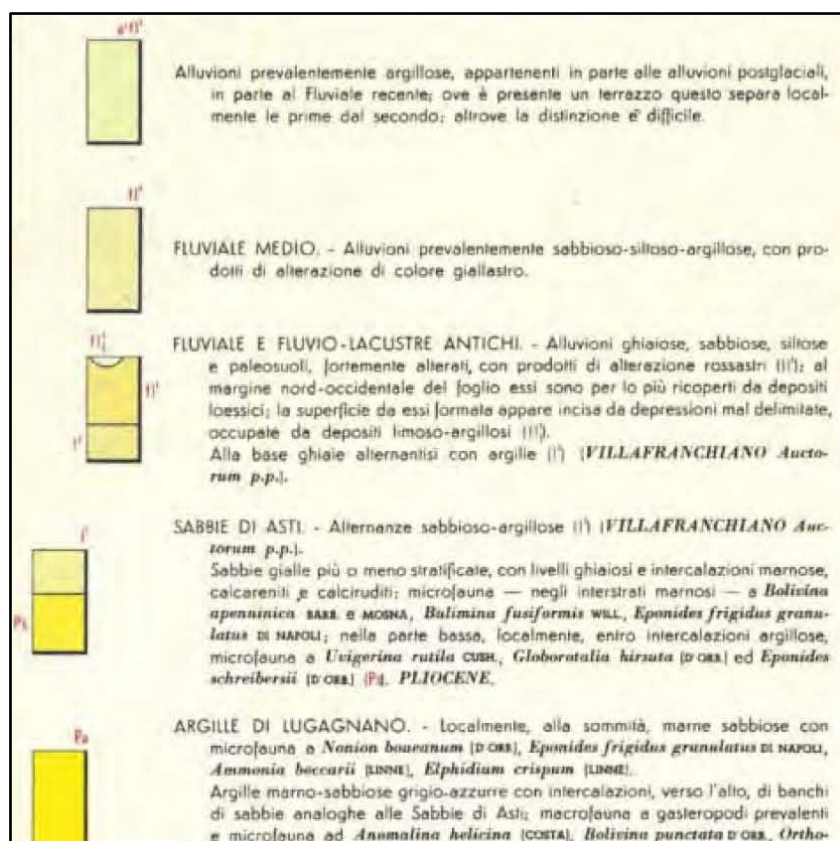


Figura 2 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia – F. 69 “Asti (fuori scala)

In accordo con la cartografia geologica ufficiale, nel territorio d'intervento sono presenti terreni appartenenti alle seguenti formazioni (dal basso verso l'alto):

- Argille di Lugagnano
- Sabbie di Asti
- Depositi alluvionali

#### Argille di Lugagnano

I depositi della formazione delle Argille di Lugagnano (età Pliocene inferiore) sono costituiti prevalentemente da argille marnose e siltose grigio-azzurre, con locali intercalazioni sabbiose di colore grigio o giallastro più frequenti verso il tetto della formazione. Lungo la valle del Tanaro la giacitura dei banchi risulta da suborizzontale a debolmente inclinato ( $10 \div 15^\circ$ ) verso O-NO. Lo spessore complessivo raggiunge i 150 m. All'interno della successione argilloso marnosa sono presenti livelli di sabbie limose da medio-grossolane a fini con spessori variabili da alcuni centimetri a vari metri.

#### Sabbie di Asti

Le Sabbie di Asti si sovrappongono all'unità precedente generalmente in modo graduale, con ripetute alternanze di facies. Nella parte superiore delle Argille di Lugagnano compaiono con sempre maggiore frequenza intercalazioni grossolane sotto forma di livelli e orizzonti sabbioso-limosi anche con spessori di alcuni metri. Analogamente, l'intervallo basale delle Sabbie di Asti è caratterizzato ancora da una presenza rilevante di corpi sedimentari limoso-argillosi e argilloso-marnosi. L'unità comprende sabbie da fini a grossolane, limose o debolmente limose di colore giallastro a cui sono frequentemente intercalati livelli e lenti di ghiaie fini. Età Pliocene medio. La stratificazione è, di regola, poco definita e l'assetto giaciturale è da suborizzontale a debolmente inclinata ( $5^\circ \div 8^\circ$ ) verso i quadranti settentrionali.

#### Depositi alluvionali

I depositi alluvionali, di età olocenica, sono legati alla dinamica fluviale del fiume Tanaro e corrispondono a prevalente sabbia e ghiaia, con locali lenti da sabbiose a limoso argillose.

#### **4. Caratteristiche morfologiche e granulometriche dell'alveo**

L'evoluzione morfologica dell'alveo, nonché le forme fluviali con eventuali criticità, è stata esaminata con riferimento a quanto bibliograficamente disponibile presso gli archivi degli Enti pubblici territoriali e da quanto osservabile sul terreno e mediante l'esame di fotografie aeree.

La morfologia dell'alveo è strettamente condizionata dal bordo collinare, sia in destra che in sinistra idrografica, e ne deriva un corso irregolare, con meandri ampi a monte del sito di intervento dove il fondovalle è più largo, e un tratto subrettilineo nell'area di interesse dove questo si restringe.

Non si segnalano processi significativi di erosione di fondo e delle sponde dell'alveo inciso, e dunque nella sua configurazione attuale l'alveo nel tratto di interesse risulta stabile, con assenza di indizi di tendenza significativa all'approfondimento o al sovrizzo della quota di fondo, anche per la presenza dell'esistente traversa.

Per quanto concerne la granulometria dei depositi in alveo, da quanto emerso dalle osservazioni effettuate in loco si è potuto evincere come nell'areale indagato siano presenti principalmente sedimenti con granulometria grossolana (ghiaia e ciottoli con subordinata sabbia).

#### **5. Vincoli di pianificazione**

E' stata esaminata la classificazione dell'area rispetto alla presenza di vincoli di carattere geomorfologico o idrogeologico legati alla pianificazione del territorio.

##### Piano Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), predisposto dall'Autorità di Bacino del fiume Po e adottato con D.P.C.M. in data 24 maggio 2001, costituisce uno strumento funzionale a garantire al territorio del bacino del fiume Po ed ai suoi affluenti un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, definendo le fasce di pertinenza fluviale della rete idrografica principale.

L'impianto in progetto ricade in fascia A (Figura 3 - fasce PAI).



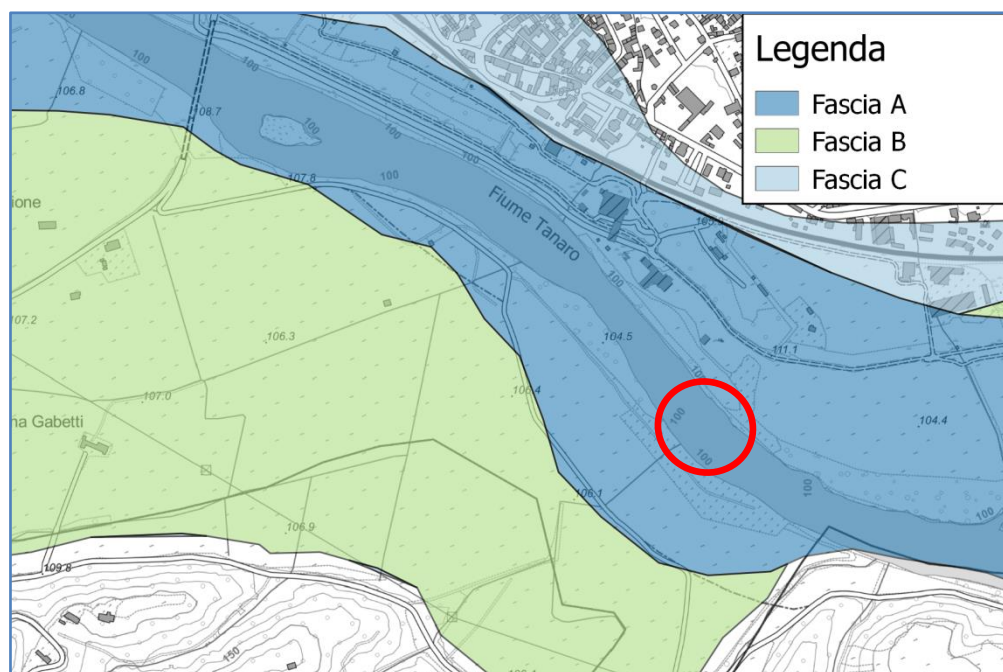


Figura 3 - fasce PAI

### Piano Gestione Rischio Alluvioni

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) attua la Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, con strumento per la valutazione e la gestione del rischio rappresentato dalle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (art. 6 del D.Lgs. 49/2010 e art. 6 del Dir. 2007/60/CE), approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po nella seduta del 23 Dicembre 2013.

Le mappe di pericolosità, secondo le specifiche della Commissione Europea, riportano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari di probabilità di accadimento dell'evento alluvionale (alluvioni rare – Low probability L, poco frequenti – Medium probability M, frequenti – High probability H).

Le mappe del rischio, secondo le indicazioni del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, segnalano la presenza di elementi potenzialmente esposti agli allagamenti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, eccetera) e il corrispondente livello di rischio, distinto in 4 classi: R1 – Rischio moderato o nullo, R2 – Rischio medio, R3 – Rischio elevato, R4 – Rischio molto elevato.

Per quanto concerne il territorio di intervento, la Carta Pericolosità da Alluvione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (estratto in Figura 4) evidenzia che il sito ricade in scenario di alluvione L - probabilità di alluvione media (TR = 100 - 200).

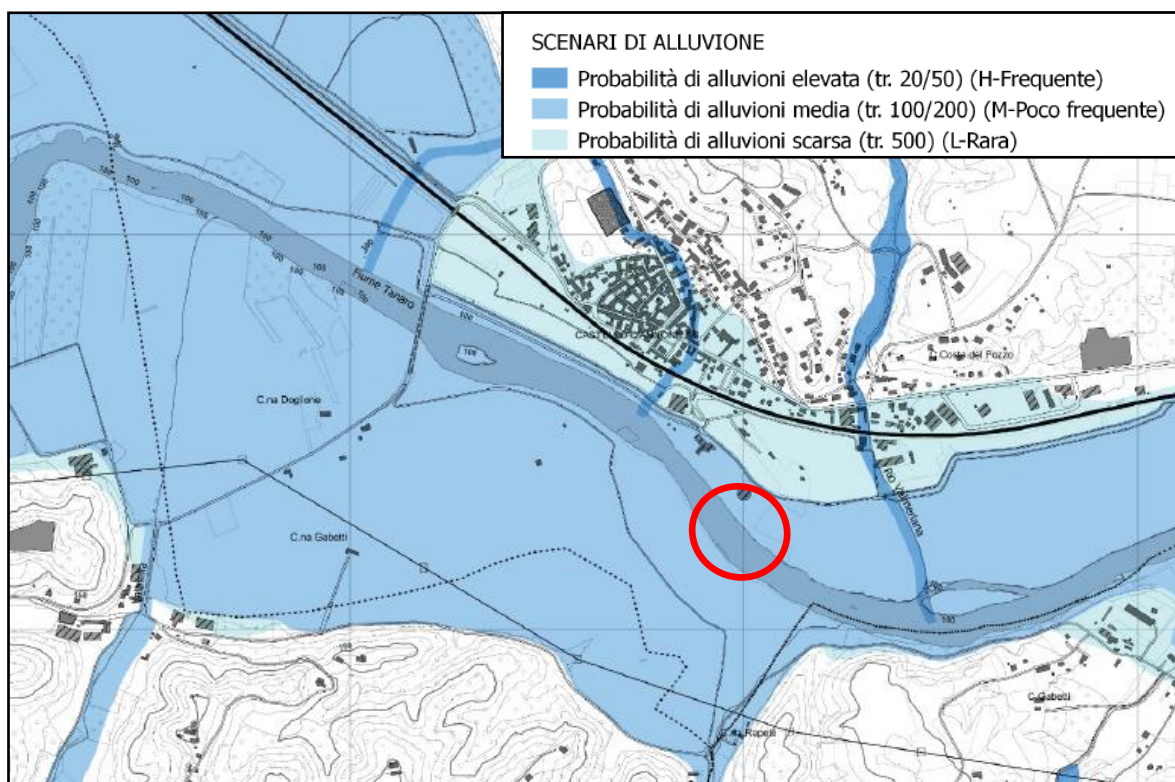


Figura 4 – Estratto da PGRA - Carta pericolosità da alluvione - Tav. 175SE

#### Piano Regolatore Generale Comunale

La sponda sinistra del fiume Tanaro presso il sito di intervento è classificata nella “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica” del P.R.G. di Castello di Annone in Classe IIIc, definita come *“Porzioni di territorio edificate, ad alta pericolosità geomorfologica e ad alto rischio, per le quali non è proponibile un’ulteriore utilizzazione urbanistica, neppure per il patrimonio esistente, rispetto al quale dovranno essere adottati i provvedimenti di cui alla legge 09/07/1908 n.445.”*.

Un estratto della Carta di sintesi è riportato in Figura 5.

Il fattore condizionante è da riferirsi all’inserimento in Fascia A del PAI.

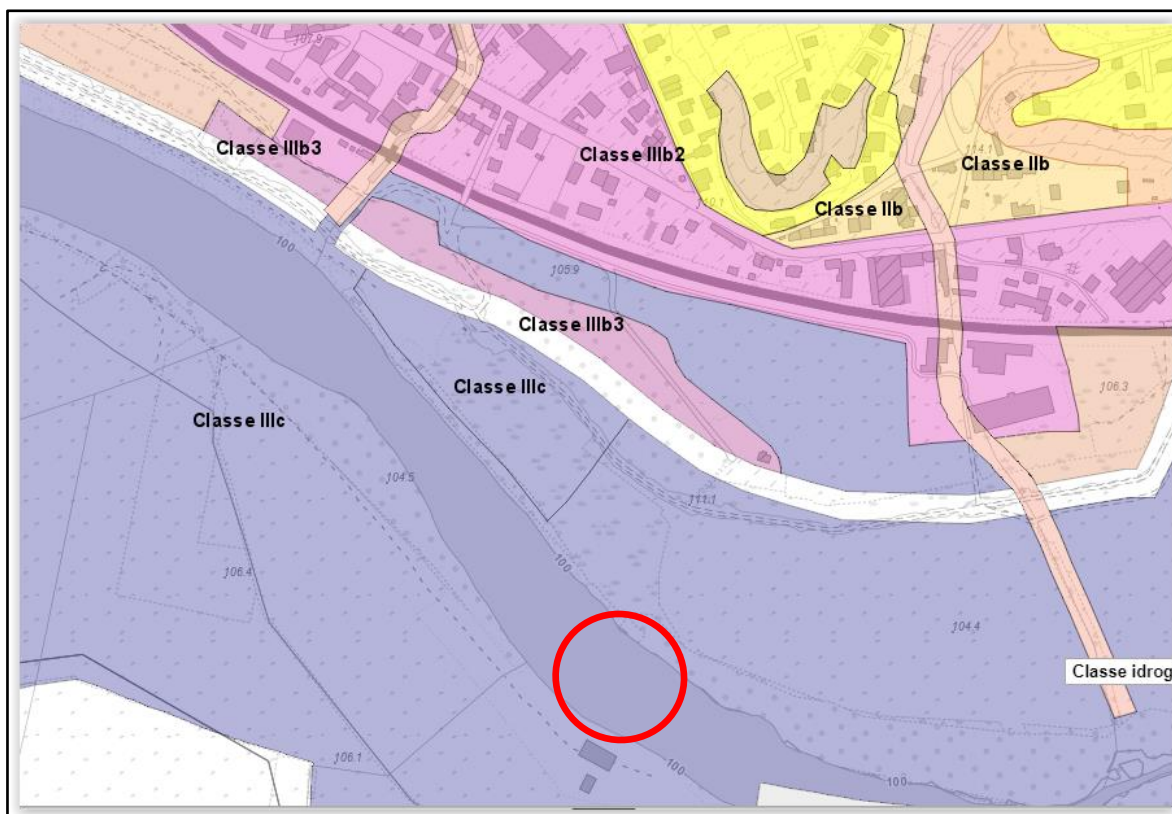


Figura 5 - Estratto da “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica” del P.R.G. (fuori scala), tratto da SIT Comune di Castello di Annone

## 6. Assetto litologico

La ricostruzione dell’assetto litologico dell’area è stata realizzata sulla base dei dati geologici di bibliografia disponibili sul territorio e dei rilievi eseguiti in sito.

Nelle successive fasi progettuali e amministrative è prevista la realizzazione di una campagna di indagine geognostica al fine del controllo dell’assetto litologico locale.

La Banca Dati Geotecnica dell’Arpa Piemonte riporta la stratigrafia di sondaggi a carotaggio continuo realizzati presso il ponte a monte del sito, a circa 1 km di distanza nel medesimo ambiente geologico ( l’ubicazione dei punti di indagine è riportata in Figura 6 mentre le stratigrafie sono in Figura 7).





Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S3	Castello di Annone	AT	Castello Di Annone - seconda pila in alveo
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
0/8/1998	0/8/1998	16.50	Viabilità: Indagine geognostica ponte sul Tanaro
Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione	
103367	1.50	vuoto e/o cavità	
103367	4.50	sabbia medio grossolana con ciottoli e ghiaia	
103367	10.50	ciottoli e ghiaia in matrice sabbioso marnosa	
103367	16.50	marna limosa	

Figura 7 – Stratigrafie sondaggi a carotaggio da Banca Dati Geotecnica Arpa Piemonte

L'analisi delle stratigrafie evidenzia la presenza di due unità litologiche sovrapposte:

- sabbia: in superficie, con spessore dell'ordine di 16 m presso il ponte, è presente della sabbia medio grossolana con intercalazioni di ghiaia con sabbia, corrispondente ai depositi alluvionali;
- marna limosa: inferiormente alla sabbia segue della marna limosa, corrispondente ai terreni pliocenici della formazione delle Argille Azzurre. Il tetto della formazione si colloca a circa 16 m di profondità presso il ponte ma, in considerazione della stretta del fondovalle, è ipotizzabile che nel sito di intervento sia più superficiale.

In conclusione la stratigrafia dei terreni, ricavata dai dati stratigrafici disponibili sul territorio, è così sintetizzabile:

Profondità da p.c. [m]	Litologia
0 - 12 / 14	sabbia con intercalazioni di ghiaia con sabbia
12 / 14 - 30	marna limosa



## 7. Caratteristiche idrogeologiche

La condizione idrogeologica dell'area di interesse è subordinata alle caratteristiche di permeabilità, decisamente differenziate, delle tipologie di materiali presenti in sito:

1. marna limosa di substrato, che nel complesso può essere considerata il substrato impermeabile dell'area.
2. terreni fluviali di copertura, con buona permeabilità per porosità in funzione della granulometria sabbiosa ( $k = 10^{-4} - 10^{-5}$  m/s).

I depositi fluviali sabbiosi costituiscono l'acquifero superficiale, sede della falda libera in diretta connessione coi corsi d'acqua, delimitato inferiormente dal tetto dei livelli marnoso limosi pliocenici.

La falda libera è caratterizzata, secondo i dati di bibliografia disponibile (Regione Piemonte - Carta delle isopiezometriche della falda idrica a superficie libera relativa al territorio di pianura della Regione Piemonte, 2002, un estratto è riportato in Figura 8) da forte azione drenante esercitata dal fiume Tanaro.

Il livello piezometrico si colloca a quote prossime al pelo libero del corso d'acqua, cui corrisponde una soggiacenza da p.c. sul terrazzo olocenico dell'ordine di 5 - 7 m.

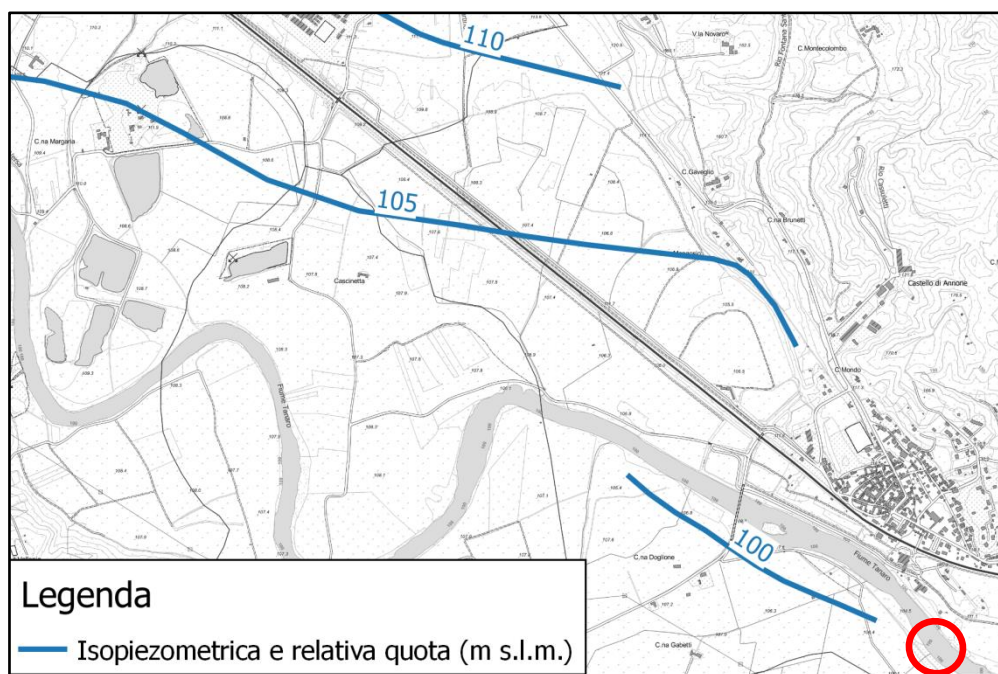


Figura 8 - estratto da Regione Piemonte - Carta delle isopiezometriche della falda idrica a superficie libera relativa al territorio di pianura della Regione Piemonte, 2002

## 8. Caratteristiche geotecniche

E' stata eseguita la caratterizzazione geotecnica dei terreni sulla base dei dati di letteratura disponibili e della nostra esperienza su materiali analoghi.


Nelle successive fasi progettuali e amministrative è prevista la realizzazione di una campagna di indagine geognostica con sondaggi a carotaggio, al fine della verifica locale dei più appropriati modelli geologici e geotecnici di sottosuolo e dei valori caratteristici dei parametri geotecnici ad essi correlati.

Dal punto di vista geotecnico è possibile caratterizzare i depositi distinguendoli in due unità, in accordo con la ricostruzione dell'assetto litostratigrafico:

- 1) depositi sabbiosi superficiali
- 2) depositi marnoso limosi di substrato

### Depositi sabbiosi (0 - 12 / 14 m da p.c.)

La caratterizzazione geotecnica dei terreni sabbiosi è stata effettuata sulla base dei risultati delle prove SPT effettuate nel corso dei sondaggi presso il ponte e consultabili nella Banca Dati Geotecnica Arpa Piemonte (in Fig. 9 sono riportati i risultati delle prove SPT).



## Prove SPT in foro

I dati contenuti in questo servizio hanno finalità unicamente divulgativa e pertanto Arpa Piemonte non risponde di utilizzi impropri ad esempio derivanti da errata interpretazione o applicazione scorretta dei dati in ambiti differenti da quelli originali.

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
S2	Castello di Annone	AT	Castello Di Annone
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
0/7/1998	0/7/1998	25.00	Viabilità: Indagine geognostica ponte sul Tanaro

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
103366	2.50	28	36	45	81
103366	5.00	8	10	13	23
103366	8.00	16	20	24	44
103366	19.00	8	11	15	26
103366	22.00	14	16	21	37

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
103367	3.00	12	13	11	24
103367	6.00	14	17	13	30
103367	9.00	19	21	22	43
103367	12.00	18	22	23	45
103367	15.00	20	21	22	43

Figura 9 – Risultati prove SPT da Banca Dati Geotecnica Arpa Piemonte

Innanzitutto i valori ottenuti dalle prove sono stati opportunamente corretti, quando presente la falda, tramite la seguente correlazione:

$$N_{SPT, corretto} = 15 + 0,5(N_{SPT} - 15) \quad \text{con } N_{SPT} > 15$$

L'angolo di attrito è stato valutato applicando le seguenti correlazioni:

- Japanese National Railway  $\varphi = 0,3 N_{SPT} + 27$
- Owasaki & Iwasaki  $\varphi = \sqrt{20N_{SPT} + 15}$
- Sowers  $\varphi = 28 + 0,28 N_{SPT}$

Per la stima del modulo di elasticità è stata utilizzata la correlazione di Bowles (1997):

$$E = 500 (N_{SPT} + 15) \quad (\text{kPa})$$

I risultati dell'applicazione delle relazioni sopra riportate sono riepilogati in tabella 1.

Sond.	Profondità [m] da p.c.	n° colpi	N <sub>SPT</sub>	N <sub>SPT</sub> corretto falda	$\varphi$ (°) (J.N.R.)	$\varphi$ (°) (Owasaki & Iwasaki)	$\varphi$ (°) (Sowers)	E (MPa) (Bowles)
S2	2,50	28-36-45	81	81	51	55	50	48
S2	5,00	8-10-13	23	23	34	36	34	19
S2	8,00	16-20-24	44	29	36	39	36	22
S2	19,00	8-11-15	26	20	33	35	34	17
S2	22,00	14-16-21	37	26	35	38	35	20
S3	3,00	12-13-11	24	19	33	35	33	17
S3	6,00	14-17-13	30	22	34	36	34	18
S3	9,00	19-21-22	43	29	36	39	36	22
S3	12,00	18-22-23	45	30	36	39	36	22
S3	15,00	20-21-22	43	29	36	39	36	22

Tabella 1 – risultati prove SPT

Sulla base dell'analisi dei risultati delle prove penetrometriche in sito e dei dati di bibliografia, è possibile giungere alla seguente definizione dei parametri geotecnici della sabbia:

- peso di volume  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- coesione  $c = 0$
- angolo di attrito  $\varphi = 35^\circ$
- modulo elastico  $E = 20 \text{ MPa}$

#### Marna limosa di substrato (> 12 / 14 m da p.c.)

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di substrato marnoso limosi, appartenenti alla formazione delle Argille Azzurre, è stata eseguita sulla base dei dati di bibliografia.

Per questi terreni sono valutabili i seguenti parametri:

- peso di volume  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- coesione  $c = 20 - 25 \text{ kPa}$
- coesione non drenata  $c_u = 150 - 250 \text{ kPa}$
- angolo di attrito  $\varphi = 24 - 28^\circ$

### **9. Caratterizzazione sismica**

In riferimento alla normativa sismica l'area di interesse ricade nella **Zona 4** della classificazione vigente.

Per ciò che concerne la categoria di suolo definita dalla normativa, in riferimento alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di interesse ed all'assetto stratigrafico, per i materiali sede del piano di fondazione è stimabile cautelativamente la seguente categoria di suolo:

Categoria di suolo B: *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”.*

Per quanto riguarda la categoria topografica il sito è inserito in: T1 - superficie pianeggiante.

## **10. Interventi in progetto e problematiche geotecniche**

Dal punto di vista geotecnico le problematiche legate all'inserimento delle nuove opere sono riferibili a:

- stabilità degli scavi
- interferenza con la falda
- definizione delle opere di fondazione

La realizzazione dei nuovi interventi non comporta la modifica delle attuali quote del pelo libero del fiume e non sono dunque da temersi effetti dell'inserimento delle nuove opere sull'andamento e quota della falda.

### 10.1 Fronti di scavo

L'inserimento delle nuove opere comporterà la realizzazione di scavi con altezza variabile in funzione dei diversi interventi, con valori massimi di circa 10 m; in tutti i casi le scarpate di scavo saranno protette al termine dei lavori da opere di contenimento delle terre e quindi la stabilità dei fronti deve essere garantita solo nella fase di cantiere durante lo scavo.

Gli scavi saranno realizzati adottando i seguenti criteri, al fine di garantirne la stabilità:

- scavo da p.c fino a profondità massima dell'ordine di 5 m: i fronti di scavo aperti temporaneamente nella fase di cantiere con altezza fino a circa 5 m saranno realizzati con inclinazione non superiore a 45° per garantirne la stabilità. Tale valore risulta cautelativo, tenuto anche conto che a breve termine la stabilità è incrementata dallo svilupparsi nel terreno di una coesione apparente che consente di eseguire gli scavi in condizione di stabilità, con inclinazione decisamente superiore all'angolo di attrito del materiale.
- scavo a profondità superiore a 5 m: a partire dalla profondità di circa 5 m, gli scavi saranno accompagnati dall'adozione di opere di contenimento provvisori, preliminari agli scavi stessi. E' prevista la messa in opera di una paratia di micropali a protezione degli scavi, il cui dimensionamento sarà definito sulla base dei risultati delle indagini geognostiche che saranno realizzate nelle successive fasi progettuali.

### 10.2 Interferenza con la falda

Localmente la falda ha una quota dell'ordine del livello del pelo libero del fiume Tanaro e dunque gli scavi più approfonditi potrebbero presentare problematiche di interferenza.

In considerazione delle modeste dimensioni areali del settore di intervento più approfondito, sarà possibile in fase di cantiere l'aggottamento delle eventuali acque con l'adozione delle normali tecniche.



### 10.3 Definizione delle opere di fondazione

Il piano di posa delle fondazioni dei manufatti è impostato sulla sabbia con buone caratteristiche di resistenza e deformazione.

In considerazione di:

- caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area
- piano di posa delle fondazioni decisamente approfondito
- tipologia strutturale dei manufatti

si ritengono idonee fondazioni dirette. Ove le ulteriori indagini geotecniche finalizzate alla definizione di dettaglio della situazione stratigrafica, riscontrassero situazioni locali di terreni particolarmente scadenti e/o fossero presenti elementi strutturali caratterizzati da limitata tolleranza nei riguardi dei cedimenti o carichi in fondazione particolarmente importanti, sarà valutata la necessità di scegliere tipologie fondazionali più idonee.

## **11. Conclusioni**

Il sito d'intervento si colloca nella piana alluvionale del fiume Tanaro, in corrispondenza di una traversa esistente.

L'assetto litologico locale è caratterizzato da una coltre di terreni alluvionali (sabbia con buone caratteristiche di resistenza e deformabilità) che ricopre i terreni pliocenici di substrato corrispondenti a marne limose.

La morfologia dell'alveo è strettamente condizionata dal bordo collinare, sia in destra che in sinistra idrografica, e ne deriva un corso irregolare, con meandri ampi a monte del sito di intervento dove il fondovalle è più largo, e un tratto subrettilineo nell'area di interesse dove questo si restringe.

Non si segnalano processi significativi di erosione di fondo e delle sponde dell'alveo inciso, e dunque nella sua configurazione attuale l'alveo nel tratto di interesse risulta stabile, con assenza di indizi di tendenza significativa all'approfondimento o al sovrizzo della quota di fondo, anche per la presenza dell'esistente traversa.

Per quanto concerne la granulometria dei depositi in alveo, da quanto emerso dalle osservazioni effettuate in loco si è potuto evincere come nell'areale indagato siano presenti principalmente sedimenti con granulometria grossolana (ghiaia e ciottoli con subordinata sabbia).

Per quanto riguarda l'aspetto fondazionale delle opere in progetto, stante il quadro conoscitivo attualmente disponibile, in considerazione della tipologia strutturale dei manufatti, della posizione del piano di posa delle fondazioni e delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area, si ritengono idonee delle fondazioni dirette.

Gli scavi di sbancamento saranno realizzati adottando i necessari accorgimenti tecnici per garantirne la stabilità: gli sbancamenti con altezza fino a 5 m saranno eseguiti con inclinazione non superiore a 45° mentre gli scavi con altezza superiore saranno accompagnati dall'adozione di opere di contenimento provvisori, messe in opera preliminarmente all'apertura degli scavi.

In conclusione, anche in considerazione del fatto che la derivazione sfrutta la traversa fluviale esistente, gli interventi in progetto risultano compatibili con l'assetto geologico e geomorfologico dell'area.