Comune di Isola del Cantone

STUDIO TECNICO ASSOCIATO
ING. SERGIO BRIZZOLARA & ING. STEFANO STURLA
via Cap. Renato Orsi, 31/20
16043 Chiavari (GE)
P.I.V.A. e C.F.: 01455710994
☎ +39 0185 370127
+39 0185 368280
b3s@b3s.it – b3s@pec.b3s.it
dott. ing. Sergio Brizzolara – sergio@b3s.it
dott. ing. Stefano Sturla – stefano@b3s.it



interventi di mitigazione del rischio idraulico lungo il corso del torrente Vobbia in località Vobbietta

(Piano Assetto Idrogeologico fiume Po – L. 183/89 e ss.mm.ii.)

PROGETTO DEFINITIVO – PRIMO LOTTO

(D.Lgs. n° 50/2016 – art. 23 – comma 7)

STUDIO IDRAULICO GENERALE

RELAZIONE IDRAULICA GENERALE

TAV. SI–05

SCALA

STABS 0789

REV.	data	motivazione
	settembre 2020	prima emissione

il Responsabile del Procedimento

questo documento è di proprietà esclusiva – è proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza specifica autorizzazione

Indice

Premessa 3
Cronologia progettuale 4
Valutazione criticità in atto 6
Analisi cartografica 6
Descrizione rilievo topografico 11
Criticità in atto 12
Aspetti morfodinamici 16
Analisi storica esondazioni 33
Analisi idraulica stato attuale 36
Software utilizzato 36
Portate, coefficienti di scabrezza e condizioni al contorno 37
Modello idraulico di stato attuale 42
Preliminari ipotesi progettuali 49
Alternative progettuali analizzate 49
Ipotesi progettuale per la messa in sicurezza globale dell'area 53
Suddivisione intervento in lotti 61
Effetto idraulico solo lotto 1 62
Ulteriori considerazioni idrauliche 63
Aspetti ambientali 69

Premessa

Il presente elaborato (relazione idraulica generale - tavola SI-05) costituisce parte integrante dello **studio idraulico** redatto a corredo del progetto definitivo inerente le opere di primo lotto (di seguito chiamato per semplicità progetto definitivo) per gli "*interventi di mitigazione del rischio idraulico lungo il corso del torrente Vobbia in località Vobbietta – Piano Assetto Idrogeologico fiume Po – L. 183/89 e ss.mm.ii.*".

La progettazione di cui sopra, in ragione delle risorse economiche ad oggi disponibili, riguarda la mitigazione del rischio inerente il tratto ritenuto ad oggi maggiormente critico del torrente Vobbia in località Vobbietta; al fine però sia di individuare le criticità effettivamente in atto, sia di progettare un'opera (primo lotto) che fosse già idraulicamente e strutturalmente adatta in caso di ulteriori interventi (lotti successivi) finalizzati alla definitiva messa in sicurezza delle aree, si è reso necessario lo studio idraulico di un tratto ben più ampio del torrente Vobbia.

Il presente studio idraulico si pone pertanto un duplice obiettivo:

1) analizzare la capacità di deflusso idraulico del torrente Vobbia nel tratto prossimo all'abitato di Vobbietta e individuarne le principali criticità (per una rappresentazione planimetrica vedere tavola SI-01) e di conseguenza il tratto ove intervenire in ragione delle risorse economiche ad oggi disponibili;
2) individuare una preliminare soluzione per la messa in sicurezza globale delle aree al fine di rendere il tratto interessato dalla progettazione definitiva (opere di primo lotto) di cui alla presente **pienamente compatibile** con la futura messa in sicurezza.

Cronologia progettuale

La progettazione definitiva delle opere di primo lotto- di cui peraltro il presente studio idraulico è parte integrante -costituisce il compendio del percorso tecnico effettuato sino ad ora, come di seguito descritto.

Il comune di Isola del Cantone ha ricevuto dalla Regione Liguria un finanziamento per 600.000,00 € tramite il Fondo di Solidarietà Alluvione 2014 – O.C.D.P.C. 349/2016 - D.G.R. n°321 del 28/04/2017 - DDG/OCDPC304 N°16/2017 del 31/05/2017.

Lo scrivente Studio Tecnico nel dicembre 2017 è stato incaricato di valutare la capacità di deflusso idraulico del torrente Vobbia nel tratto in prossimità del nucleo abitato di Vobbietta, nonché le possibili soluzioni progettuali atte quantomeno a mitigare la condizione di rischio esistente.

Le prime analisi progettuali hanno fatto emergere come la **criticità principale** del tratto preso in considerazione fosse costituito dal forte sovralluvionamento, quest'ultimo presumibilmente causato dalla presenza poco a valle dello sbarramento del lago Savio (o lago di Vobbietta), sbarramento costruito attorno al 1930/1935.

In accordo con i Tecnici Regionali, nel maggio 2018 si è redatta una documentazione denominata "scenari progettuali" descrivendo le possibili soluzioni progettuali atte quantomeno a mitigare la condizione di rischio esistente.

A seguito delle riunioni effettuate in Regione Liguria è dunque emersa dunque la necessità di effettuare uno studio morfodinamico del tratto di torrente Vobbia a monte della diga del Lago Savio; tale studio è stato commissionato all'Università di Genova - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (DICCA).

Nel maggio 2019 l'Università di Genova nelle persone del Prof. Ing. Marco Colombini e del Prof. Ing. Michele Bolla Pittaluga, ha fornito il proprio "rapporto finale" dello Studio idraulico e morfodinamico del torrente Vobbia, nell'ambito del quale si confermava che "*il processo di interramento della diga di Vobbietta appare inarrestabile e solo limitabile attraverso ripetuti prelievi di sedimenti, che asportino periodicamente i sedimenti depositati*".

A seguito di ulteriori confronti con il comune di Isola del Cantone e con la Regione Liguria è emersa la necessità di un ulteriore contributo dell'Università di Genova, finalizzato alla stima dei profili di equilibrio del torrente sia nella condizione attuale sia a seguito di eventuali interventi di abbassamento della diga esistente.

Tale ulteriore studio, commissionato dagli scriventi progettisti all'Università di Genova - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (DICCA) ha avuto come risultato il "rapporto finale" a firma del Prof. Ing. Michele Bolla Pittaluga e datato marzo 2020.

I due studi di cui sopra sono allegati come parte integrante alla presente documentazione.

Il presente studio idraulico recepisce dunque tutto quanto sopra, andando ad individuare la condizione attuale del torrente Vobbia, la sua tendenza futura se non si effettuasse nessun intervento, nonché, seppur in forma del tutto preliminare, le opere che risulterebbero necessarie alla definitiva messa in sicurezza delle aree prossime al corso d'acqua.

Valutazione criticità in atto

Analisi cartografica

Nell'ambito del presente studio idraulico si è analizzato un tratto del torrente Vobbia all'interno del comune di Isola del Cantone, tratto esteso a partire dal lago di Vobbietta (anche denominato Lago Savio), per circa un chilometro verso monte. All'interno di questo tratto, circa 750 ml di torrente e le aree limitrofe sono state oggetto di un nuovo rilievo topografico (rilievo poi ancora esteso ai fini dell'analisi morfodinamica effettuata dall'Università di Genova). L'analisi (e conseguentemente il rilievo topografico) è stata estesa anche al tratto terminale del principale affluente al torrente Vobbia esistente nell'area oggetto di esame, il rio Lavaggio.

La suddetta progettazione risulta necessaria al fine di valutare gli interventi necessari a ripristinare le condizioni di sicurezza idro-geologica: diverse aree abitate (nucleo di Vobbietta) risultano infatti ad oggi potenzialmente interessate da fuoriuscite del torrente Vobbia anche per tempi di ritorno estremamente ridotti. All'interno del tratto analizzato risulta peraltro presente anche un ponte con pile in alveo, ponte che garantisce l'unico collegamento a diverse abitazioni ubicate lungo la sponda destra del torrente Vobbia.

Il torrente Vobbia (affluente in destra idraulica del torrente Scrivia, a sua volta affluente del fiume Po) è ricompreso all'interno del PAI - fiume Po; trattandosi di un torrente Ligure, esso risulta indagato in maniera più approfondita all'interno della VBP - Variante Bacini Padani.

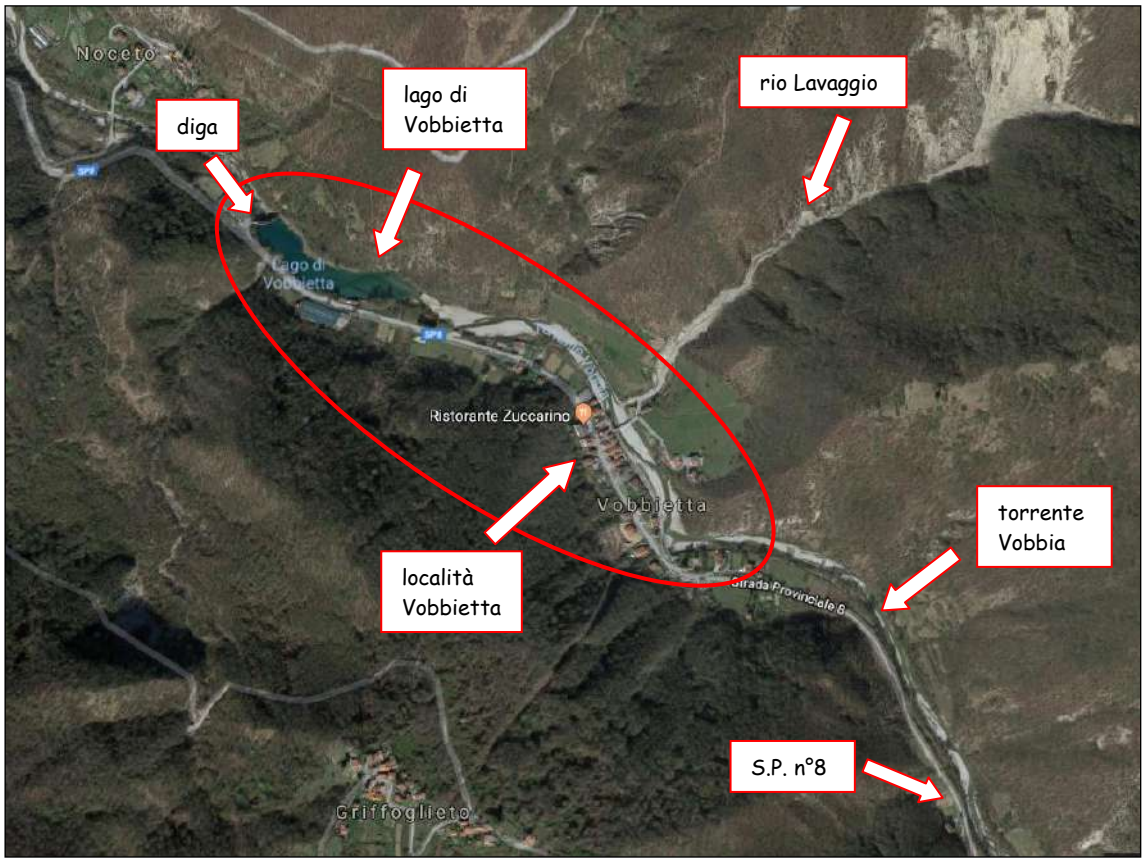


figura 1: *immagine aerea tratto oggetto di esame*

Oltre ai due corsi d'acqua già citati (torrente Vobbia e rio Lavaggio) sono presenti nel tratto anche altri affluenti minori (rio Pursi, rio della Rue e altri rivi senza nome).

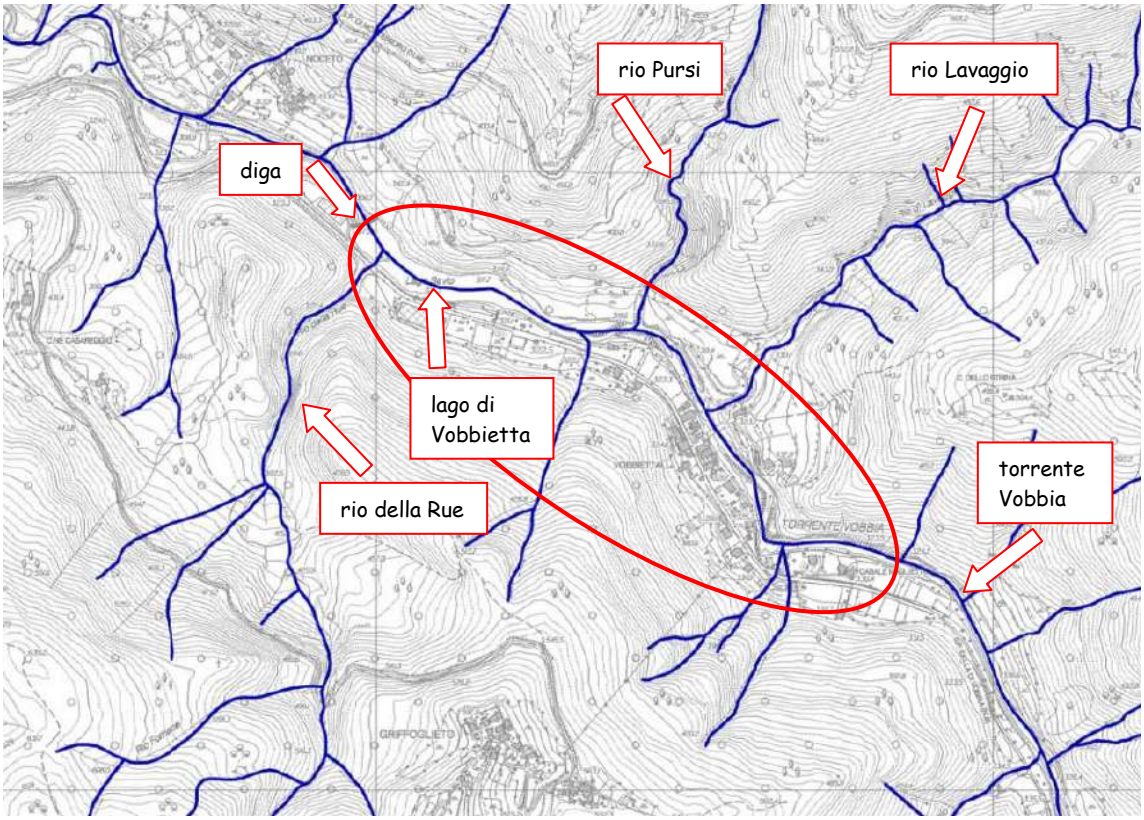


figura 2: *carta del reticolo idrografico regionale – D.G.R. n° 507 del 21/06/2019 – fuori scala*

Il tratto in oggetto risulta in buona parte indagato, seppur schematicamente, all'interno del Piano Assetto Idrogeologico fiume Po - L. 183/89 e ss.mm.ii. con particolare riferimento alla V.B.P. (Variante Bacini Padani).

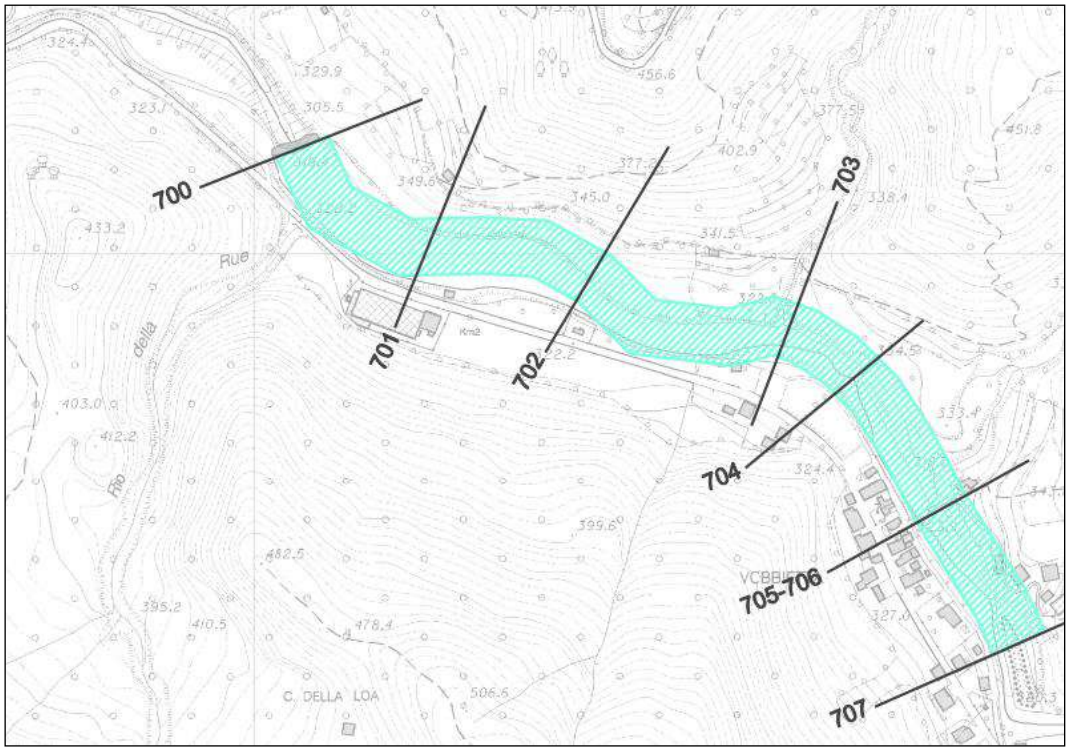


figura 3: *carta delle tracce delle sezioni idrauliche e dei tratti indagati - V.B.P. - fuori scala*

Il modello idraulico di Piano di Bacino mostra l'insufficienza di diverse sezioni idrauliche, con la criticità principale costituita dall'insufficienza idraulica in sponda sinistra del tratto immediatamente a monte e valle del ponte esistente (rif. sezioni 707-705), con fuoriuscite caratterizzate da tiranti idrici molto rilevanti e che vengono peraltro accresciute dal risalto idrico dovuto alla presenza del ponte (rif. sezioni 706-705) ampiamente sormontato anche da piene di tempo di ritorno cinquantennale. Il limite di valle della modellazione risulta essere costituita dalla diga che delimita il lago di Vobbietta, sicuramente un punto di totale stacco tra ciò che accade a monte e ciò che accade a valle.

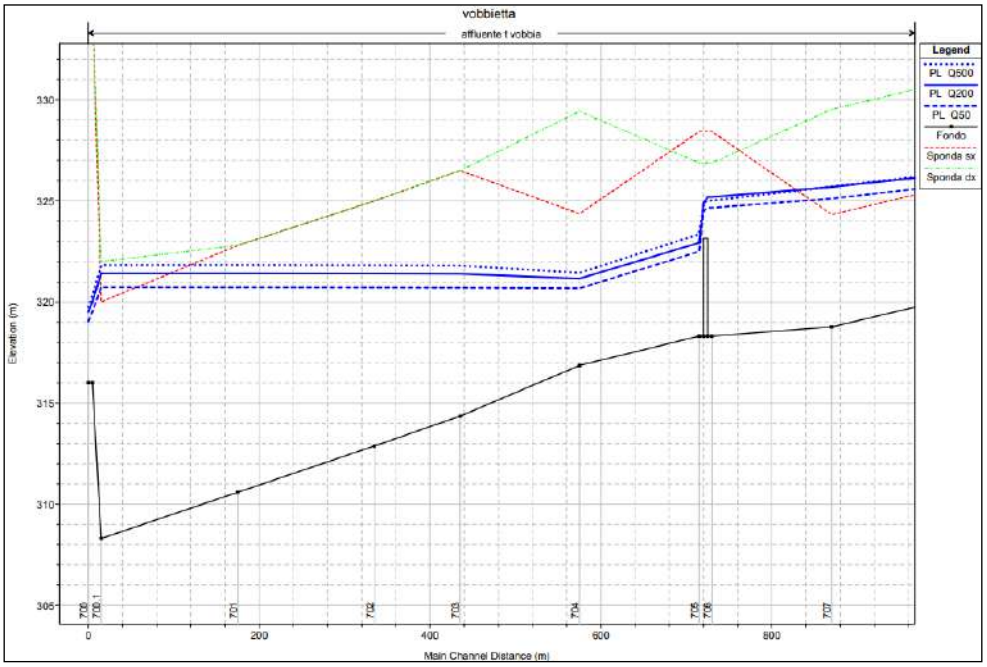


figura 4: *profilo idraulico - modello V.B.P. - fuori scala*

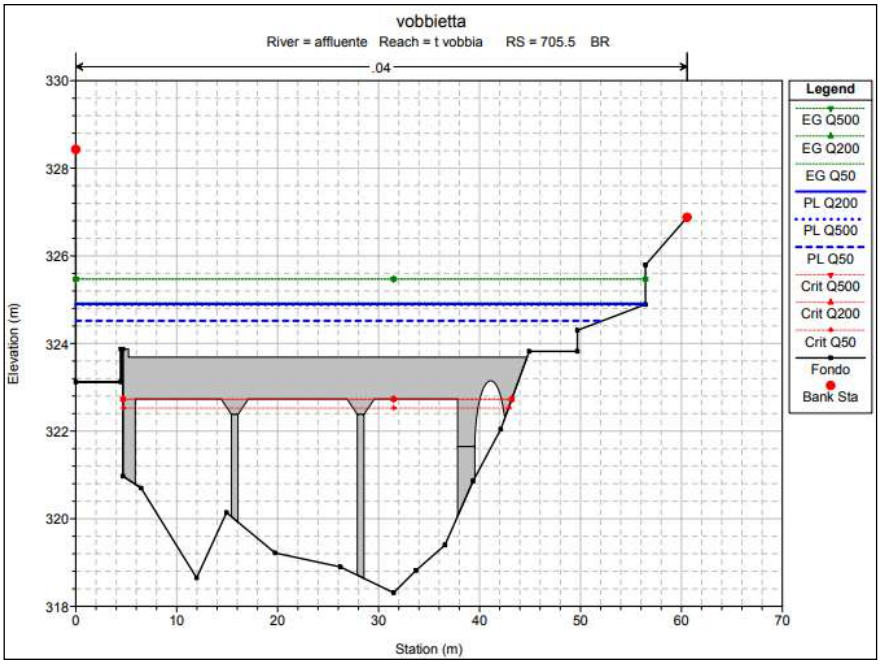


figura 5: *sezione trasversale ponte su torrente Vobbia - modello V.B.P. - fuori scala*

L'insufficienza idraulica di diverse sezioni nel tratto è stata "tradotta" all'interno della "Carta dei dissesti" allegata alla V.B.P., con l'abitato di Vobbietta in gran parte ricompreso in aree a pericolosità molto elevata.

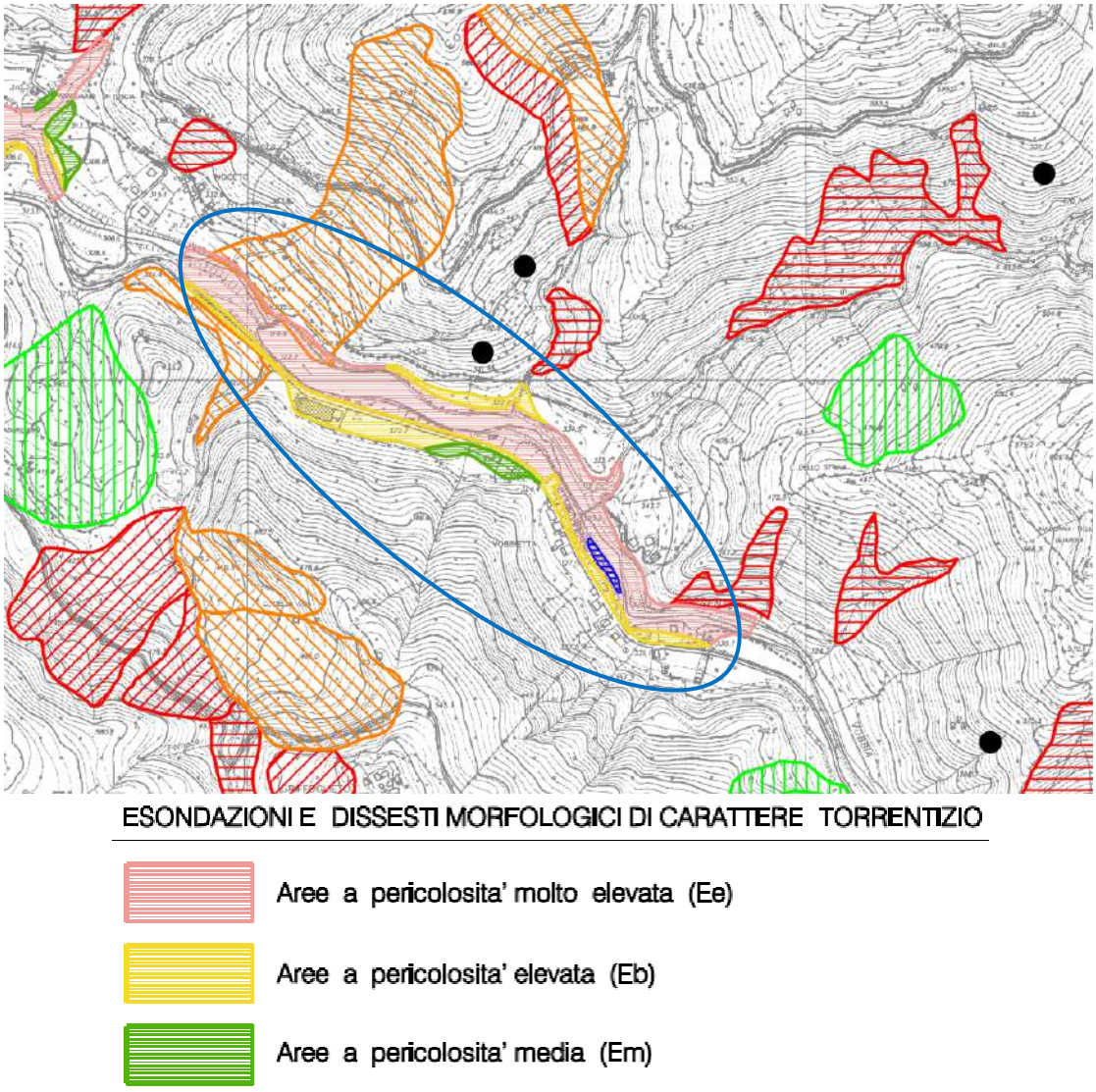


figura 6: *stralcio carta dei dissesti - V.B.P. variante adottata con D.C.M. n°3 del 14/02/2018 - fuori scala*

Descrizione rilievo topografico

Oltre alla modellazione idraulica allegata alla V.B.P., esiste un ulteriore studio idraulico del tratto, maggiormente dettagliato. Tale studio idraulico (fornitoci dalla regione Liguria) è stato dunque in questa fase utilizzato come "base" sulla quale è stata poi costruita un'ulteriore modellazione idraulica di stato attuale.

Al fine di analizzare ancor più in dettaglio le varie criticità esistenti nonché scegliere e "calibrare" le possibili soluzioni progettuali, si è proceduto a realizzare un nuovo rilievo topografico dell'area, esteso a partire dal limite di monte del lago di Vobbietta (riferimento sezione 9), procedendo sino poco a monte della curva ad angolo retto (sezione 110). Il rilievo è stato esteso non soltanto all'alveo del torrente Vobbia, ma anche alle aree limitrofe al fine di poter costruire sezioni di larghezza tale da ricomprendere tutte le aree potenzialmente soggette ad allagamenti. Oltre al torrente Vobbia, il rilievo è stato esteso anche agli ultimi 160 ml circa del rio Lavaggio, principale affluente esistente nel tratto.

A seguito del rilievo topografico sopra citato sono state costruite oltre 30 sezioni trasversali ai due corsi d'acqua; tali sezioni sono state inserite all'interno del modellizzatore idraulico, "agganciandole" a quando già disponibile immediatamente a monte e a valle: così facendo la modellazione finale proposta si estende verso valle sino alla diga (limite del lago di Vobbietta), punto di assoluto "stacco" tra il tratto di monte e quello di valle del torrente Vobbia, mentre verso monte si sono aggiunte ulteriori due sezioni (120 e 130), estendendo pertanto il modello per ulteriori 70 m circa.

Criticità in atto

L'analisi del rilievo, nonché i sopralluoghi svolti in situ e una prima analisi idraulica di stato attuale hanno permesso di verificare come le criticità dell'area siano molteplici, sia meramente idrauliche connesse ad insufficienza di arginature, ponte etc, sia di carattere morfodinamico, con una fortissima tendenza all'accumulo di materiale.

Sin dall'osservazione della planimetria di stato attuale (vedere tavola SI-01), procedendo da monte verso valle si notano le seguenti potenziali criticità:

- sezione 105: si osserva una curva a 90° verso destra del torrente Vobbia, elemento che costituisce una sorta di "stacco" con notevole sollecitazione della sponda sinistra del torrente Vobbia e contestuale rialzo dei livelli idrici a esterno curva.



figura 7: *sezione 105 - curva a 90° torrente Vobbia*

- sezioni 100-82: la viabilità esistente in sponda sinistra parallela al torrente e sulla quale sono affacciate diverse abitazioni, presenta quote estremamente prossime a quelle del corso d'acqua risultando pertanto allagabile per tempi di ritorno ridotti, anche sensibilmente inferiori a 50 anni.



figura 8: *sezione 90 – tratto con limitata differenza di quota tra il torrente e la viabilità parallela*

- sezioni 81-79: si registra la presenza di un ponte con pile in alveo, ponte che costituisce l'unico accesso al alcune abitazioni ubicate in sponda destra del torrente Vobbia.



figura 9: *sezioni 81-79 – ponte esistente*

- sezioni 79-75: immediatamente a valle del ponte è presente la confluenza tra il torrente Vobbia e il rio Lavaggio, confluenza in corrispondenza della quale si registra peraltro la presenza di alcuni edifici a quote prossime a quelle dei due corsi d'acqua.



figura 10: *sezioni 81-79 – confluenza torrente Vobbia – rio Lavaggio*

- sezioni 55-30: nel tratto qui analizzato, in corrispondenza di una curva a sinistra del torrente Vobbia, si registra un restringimento dell'alveo attivo, con in sponda destra una quota parte di alveo demaniale occupata dalla scarpata arginale.



figura 11: *sezioni 55-30 – curva verso sinistra con restringimento alveo attivo*

- sezioni 8-3: nel presente tratto si registra la presenza del lago Savio (o lago di Vobbietta) con annesso sbarramento a valle.



figura 12: *sezioni 8-3 – lago Savio con sbarramento di valle*

Aspetti morfodinamici

Sin da una prima analisi risulta evidente come sia il torrente Vobbia sia il rio Lavaggio siano ad oggi interessati da notevoli fenomeni di sovralluvionamento, con la presenza di una rilevante quantità di materiale detritico alluvionale lungo l'alveo dei due corsi d'acqua.

Una quota parte rilevante del materiale solido proveniente dal rio Lavaggio risulta dovuto a un significativo fenomeno franoso avvenuto qualche centinaio di metri più a monte: il materiale solido franato è ovviamente confluito in alveo, venendo in parte trasportato verso valle e in parte ancora in alveo.



figura 13: *fenomeno franoso versante destro rio Lavaggio*



figura 14: *alveo rio Lavaggio con rilevante quantità di materiale detritico in alveo*

Analogamente, anche il torrente Vobbia presenta diverse sezioni caratterizzate da fenomeni di sovralluvionamento, così come si può notare percorrendo la viabilità provinciale n°8 che per lunghi tratti lo costeggia.



figura 15: *immagine estrapolata da Google Maps (novembre 2011) - torrente Vobbia in località Vobbia vista verso monte*



figura 16:*immagine estrapolata da Google Maps (maggio 2019) - torrente Vobbia in località Vobbia vista verso monte*



***figura 17**:immagine estrapolata da Google Maps (maggio 2019) - torrente Vobbia in località Vobbia vista verso valle*

Dunque, sia il torrente Vobbia che il rio Lavaggio presentano diversi tratti di versante soggetti a fenomeni franosi, così come peraltro mostrato dalla carta dei dissesti allegata alla V.B.P., carta che riporta diverse aree mappate come a rischio frane.

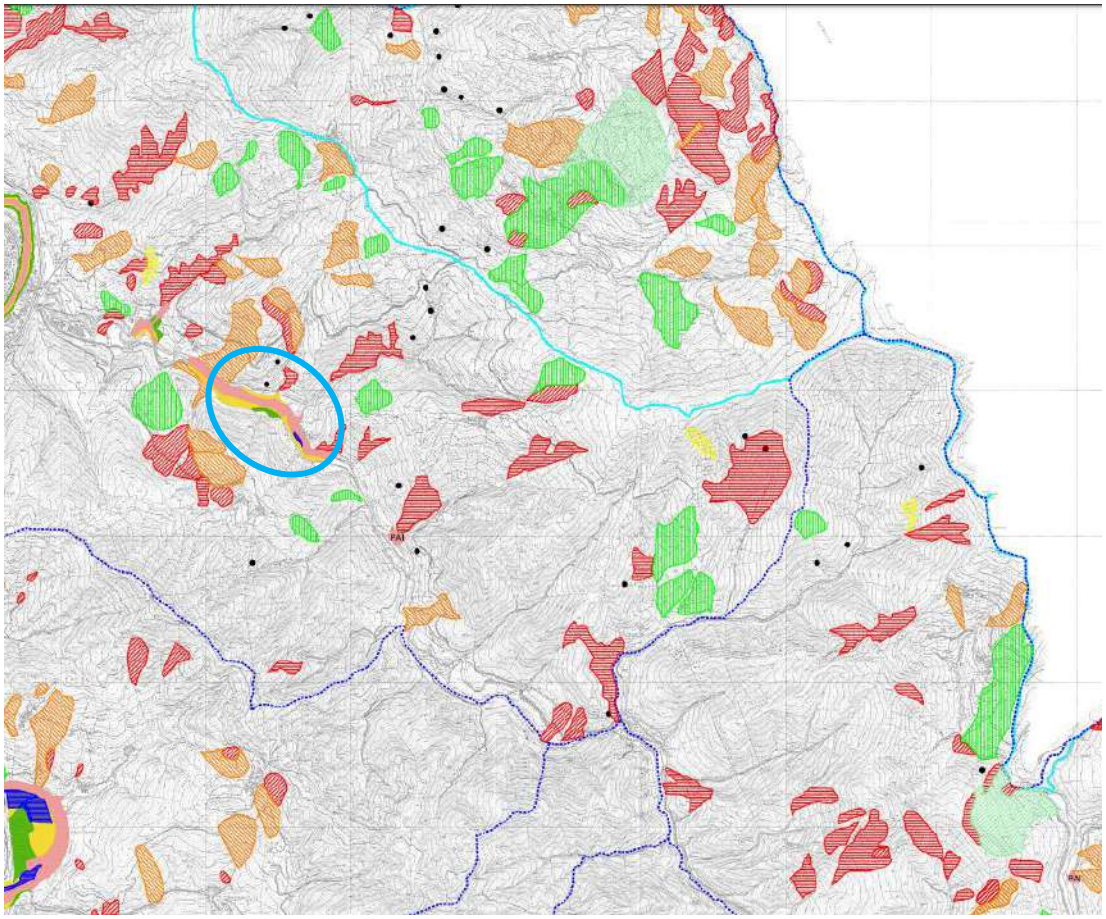


figura 18: *stralcio carta dei dissesti - V.B.P. variante adottata con D.C.M. n°3 del 14/02/2018 - fuori scala*

Si segnala fin da subito come la presenza della diga limite di valle del lago crei una rilevante barriera che interrompe il regolare trasporto solido del torrente: immediatamente a monte della diga si crea inevitabilmente un forte accumulo di materiale detritico ed essendo estremamente rare le aperture delle paratoie di scarico a fondo lago tale accumulo si "espande" per diverse centinaia di metri verso monte, con diretto interessamento di tutto il tratto qui analizzato.

Tutto quanto sopra è stato peraltro confermato "scientificamente" dagli studi dell'Università di Genova (DICCA) già precedentemente citati e ai quali si rimanda per l'analisi morfodinamica completa.

Di seguito comunque si riportano alcuni stralci della suddetta analisi, atti a riassumere quanto emerso. Dall'analisi dell'idrometro posto in corrispondenza del ponte in corrispondenza dell'abitato di Vobbietta si può osservare come il livello idrico nei momento di magra (significativo per analizzare l'evoluzione delle quote di fondo alveo) sia in costante crescita negli ultimi 15 anni, nonostante alcuni importanti fenomeno di prelievo di materiale per ripascimenti (esempio nell'anno 2012).



figura 19: *analisi evolutiva livelli idrici torrente Vobbia - riferimento rapporto finale DICCA maggio 2019*

A seguito di questa tendenza di accumulo e stante l'elevata qualità del materiale in situ, periodicamente sono stati in passato effettuati interventi di prelievo di materiale da reimpiegare poi in larga parte come ripascimento di spiagge e/o materiale da costruzione, stante la sua notevole "qualità".

Anno	2010	2011	2012	2013	2014
Prelievo $[m^3]$	6000	4800	2600	1500	5250

L'ultimo intervento in tal senso, con materiale utilizzato poi dal comune di Arenzano, è stato realizzato nell'anno 2014: tale intervento però, essendo finalizzato non tanto alla mitigazione del rischio per il tratto del torrente Vobbia, quanto al recupero di materiale detritico adatto al suo riutilizzo in ambito di spiaggia, è stato concentrato principalmente a monte dell'immissione del rio Lavaggio; non essendo dunque stato eliminato il materiale in accumulo nel lago di valle, la pendenza media del tratto è perfino diminuita rispetto allo stato attuale e dunque in poco tempo il nuovo materiale proveniente da monte ha "riempito" lo spazio creato a seguito dell'intervento di rimozione, riportando sostanzialmente l'alveo alla condizione pre-intervento.

Si segnala inoltre che in corrispondenza di una delle due pile del ponte esistente nel tratto analizzato è presente una scala graduata: ad oggi (riferimento 2018) il materiale solido al di sotto del ponte arriva sino alla quota 170 cm della suddetta scala: gli ancor più recenti sopralluoghi hanno confermato tale livello, a meno di pochissimi centimetri.
Al fine di verificare se lo zero della suddetta scala graduata corrispondesse allo spiccato della fondazione della pila si sono effettuati due assaggi in alveo dai quali si è desunto che lo zero della scala sia ubicato circa 40 cm più in alto dello spiccato fondazionale: di conseguenza l'accumulo di materiale al di sopra della fondazione risulta superiore ai 200 cm. Per maggiori

dettagli sul suddetto scavo di assaggio si rimanda ai capitoli successivi della presente relazione.



figura 20: *pila centrale del ponte con scala graduata – foto anno 2018*



figura 21 :*pila centrale del ponte con scala graduata – foto marzo 2020*



figura 22: *foto storica con passerella al posto dell'attuale ponte, con fondo alveo notevolmente inferiore rispetto allo stato attuale*



figura 23: *ponte località Vobbietta - foto anno 2018*

Una serie di immagini della suddetta scala graduata nel periodo compreso tra il 2003 e il 2014 mostra come, grazie ai periodici prelievi di materiale detritico, la quota di fondo in quel punto tra il maggio 2003 e il luglio 2013 non sia variata in maniera significativa, mentre si sia registrato un forte innalzamento dell'alveo nell'ordine dei 70/80 cm tra il luglio 2013 e il febbraio 2014.

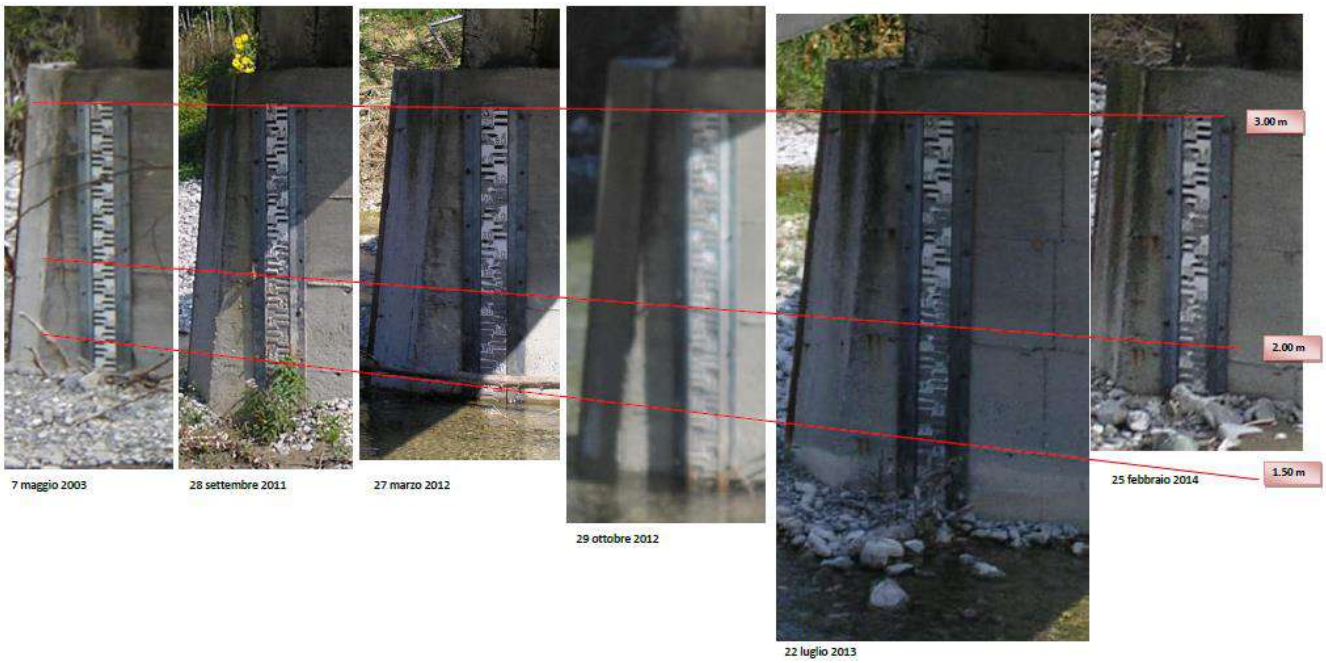


figura 24: *raffronto fotografico scala graduata in corrispondenza del ponte*

L'analisi morfodinamica implementata dall'Università di Genova – DICCA ha permesso di stimare le quantità di materiale in arrivo nel tratto, materiale che non ha alcuno sfogo verso valle essendo presente la diga di valle del Lago Savio che costituisce uno sbarramento ad oggi invalicabile. L'apporto medio è nell'ordine dei 10.000 mc/annui, considerando sia gli anni "ordinari" sia quelli con piene elevate, queste "accompagnate" da elevati accumuli di materiale.

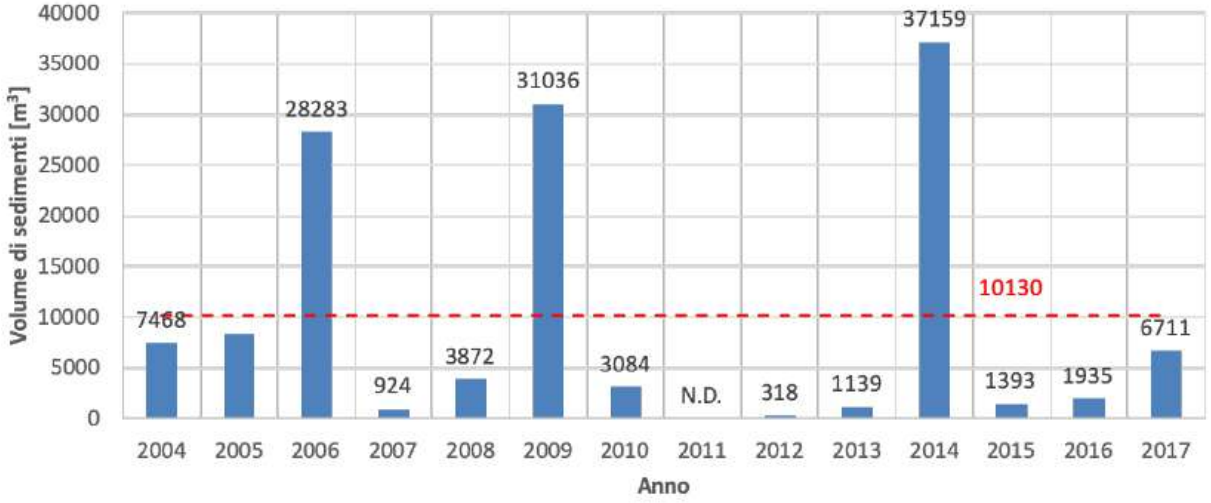


figura 25: *apporto annuale sedimenti in ingresso - rapporto finale DICCA maggio 2019*

L'evoluzione del profilo di fondo alveo nel corso degli ultimi anni mostra una tendenza al rialzo del profilo stesso e una tendenza all'avanzamento dei sedimenti verso la diga.

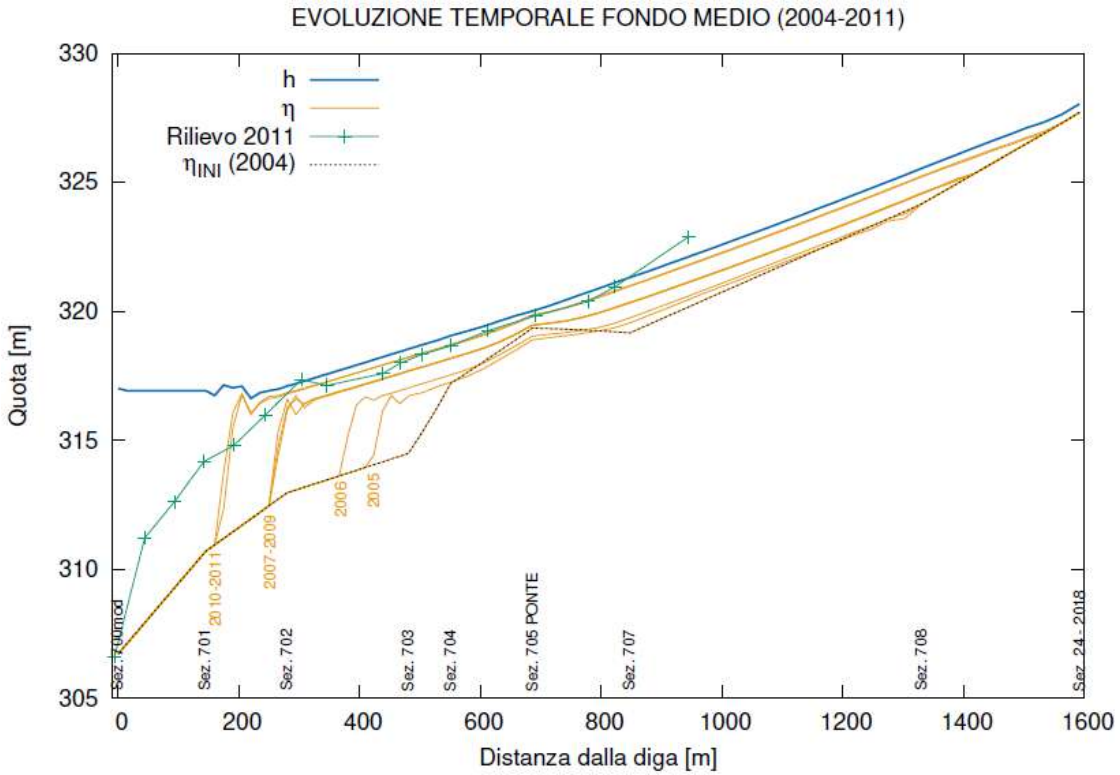


figura 26: *evoluzione temporale fondo anni 2004-2011 - rapporto finale DICCA maggio 2019*

La riduzione planimetrica del lago di Vobbietta è peraltro visibile anche dalle immagini satellitari corrispondenti a diversi anni.



figura 27: *immagine satellitare lago di Vobbietta anno 2011*



figura 28: *immagine satellitare lago di Vobbietta anno 2018*

Simulando che quanto avvenuto nel corso dei 5 ultimi anni analizzati (periodo 2013/2018) si ripeta nei 5 anni successivi, con un'alternanza pertanto di anni con eventi significativi ed altri con sole piene ordinarie, si osserverebbe il protrarsi della condizione passata, con "pericoloso" avvicinamento del fronte dei sedimenti alla diga: una volta esaurito il serbatoio ad oggi costituito dal lago si andrebbe infatti ad osservare un repentino aumento delle quote di fondo alveo per tutto il tratto analizzato.

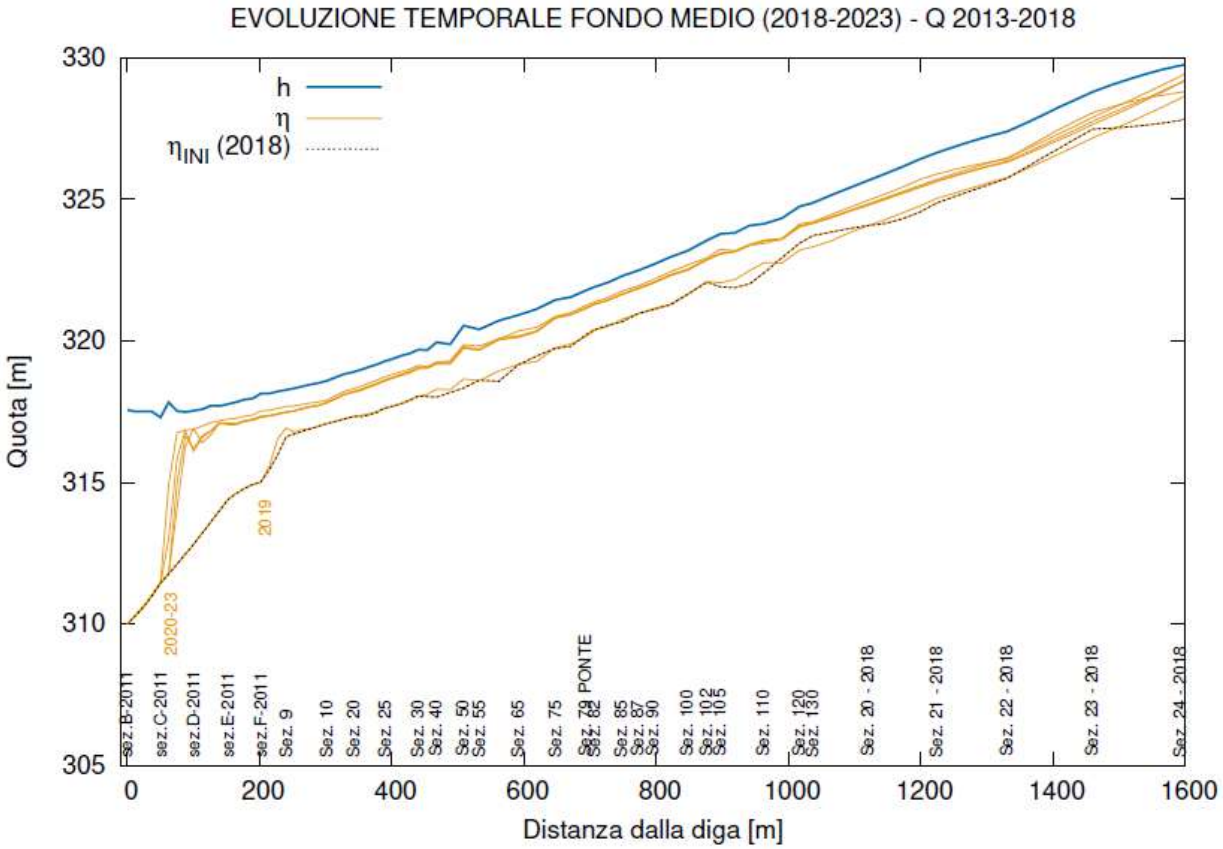


figura 29: *evoluzione temporale fondo medio anni 2018-2023 - rapporto finale DICCA maggio 2019*

La conclusione del più volte citato rapporto finale dell'Università di Genova – DICCA riporta che "*il processo di interramento della diga di Vobbietta appare inarrestabile e solo limitabile attraverso ripetuti prelievi di sedimenti, che asportino periodicamente i sedimenti depositati. In alternativa, un abbassamento della quota della diga di circa 2 m consentirebbe di assestare il profilo sui valori rilevati nel 2018. Quest'ultimo intervento, peraltro, non farebbe che accelerare il completo interrimento della diga, unica condizione per consentire ai sedimenti trasportati dalla corrente di superare la diga proseguendo verso valle, realizzando condizioni di equilibrio compatibili con un profilo naturalmente stabile*".

Si segnala peraltro che come sezione di colmo della diga per tutte le valutazioni morfodinamiche viene considerata la quota di 316.68 , pari alla quota superiore delle paratie esistenti.

Dunque tutte le entità di abbassamento del suddetto manufatto sono relative alla quota sopra riportata.



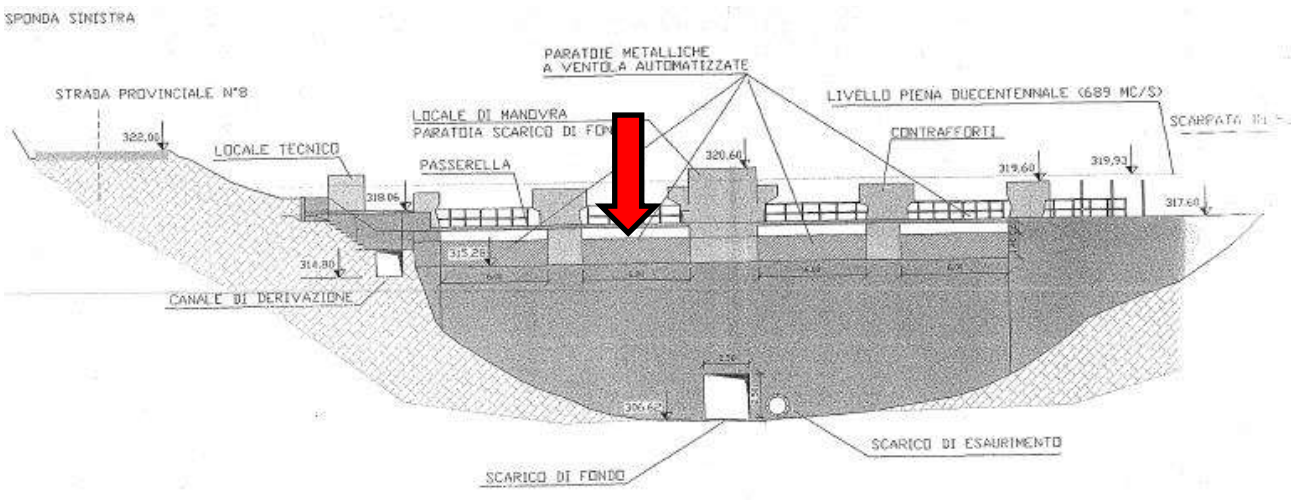


figura 30: *sezione di monte briglia esistente*

Così come già riportato in precedenza, in ragione delle risultanze della prima analisi morfodinamica, gli scriventi hanno commissionato al Prof. Ing. Michele Bolla Pittaluga (DICCA Università di Genova) un'ulteriore analisi finalizzata a valutare l'andamento futuro del fondo del corso d'acqua sia con la diga nella configurazione attuale, sia in caso di interventi di abbassamento (per vari valori) della diga medesima.

Particolare attenzione è stata rivolta alle quote di fondo in corrispondenza del ponte esistente (sezioni 81-79), sia per motivi "idraulici" al fine di verificare il mantenimento nel tempo di una sufficiente luce, sia per motivi di "taratura" del modello avendo in quella sezione a disposizione i dati ricavati dall'idrometro esistente.

A lungo termine, simulando il ciclico ripetersi dell'ultimo quinquennio rilevato (anni 2013/2018) nel futuro, si osserva come i sedimenti, una volta raggiunta la quota della diga, tenderanno a creare un progressivo accumulo verso monte, innalzando la quota di fondo alveo, con un profilo di equilibrio (linea arancione nella figura seguente) che nell'ordine di qualche decennio andrebbe a disporsi parallelamente al profilo attuale (linea nera tratteggiata nella figura seguente), ma con sezione di partenza a valle sostanzialmente corrispondente all'attuale limite superiore della diga.

Abbassando il profilo di testa della briglia si andrebbe sostanzialmente ad abbassare del medesimo valore il profilo di equilibrio corrispondente.

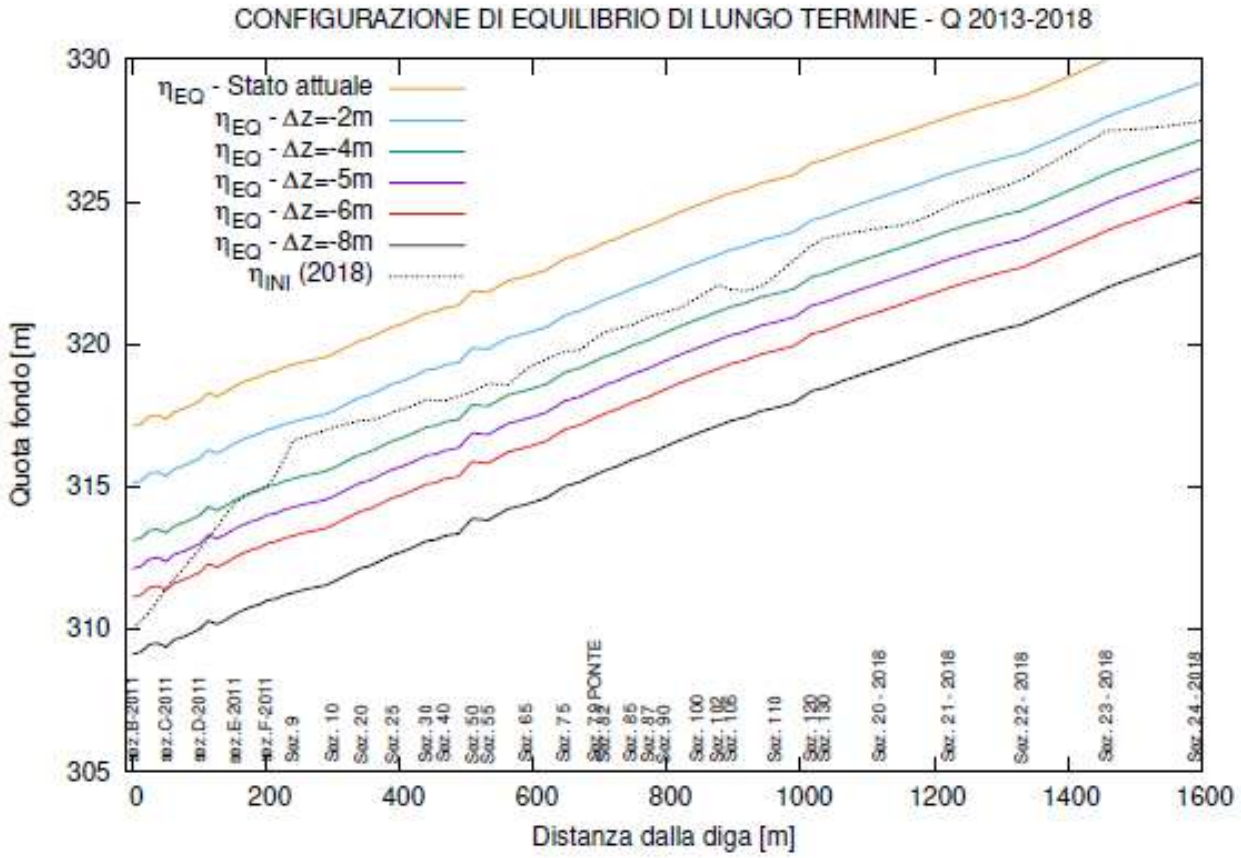


figura 31 : *configurazione di equilibrio a lungo termine – rapporto finale DICCA marzo 2020*

Osservando più nel dettaglio la sezione del ponte (la presenza della struttura non ha alcuna influenza sull'analisi morfodinamica) si può osservare come la tendenza a partire dalla quota di fondo rilevata nell'anno 2018 sia quella di un progressivo interrimento, sino a raggiungere una sostanziale condizione di equilibrio solo a quota nell'ordine dei 323.00 m: tale quota risulta più alta della quota dell'intradosso delle attuali luci del ponte, che sarebbe pertanto totalmente "interrito" anche in condizione di magra del torrente Vobbia.

Sino ad un abbassamento della diga nell'ordine dei 350 cm si osserva a lungo termine un incremento delle quote di fondo (tra le linee azzurre e verde), mentre per abbassamento del manufatto superiore si osserva una tendenza all'abbassamento rispetto alla condizione attuale.

Si segnala come nella figura seguente in ascisse siano riportate le ore totali a partire dall'anno 2004 in cui l'alveo è stato soggetto ad una portata superiore ad una certa soglia, non considerando nella modellazione tutti gli intervalli temporali in cui la portata è così bassa (sotto la soglia) da non determinare alcun trasporto solido e dunque alcuna modifica all'assetto del fondo. Per la stessa motivazione le annate caratterizzate da più eventi di piena significativi (es l'anno 2014) hanno un'estensione in ascissa ben superiore a quelli (es 2015-2016) caratterizzati da meno eventi sopra la soglia precedentemente citata.

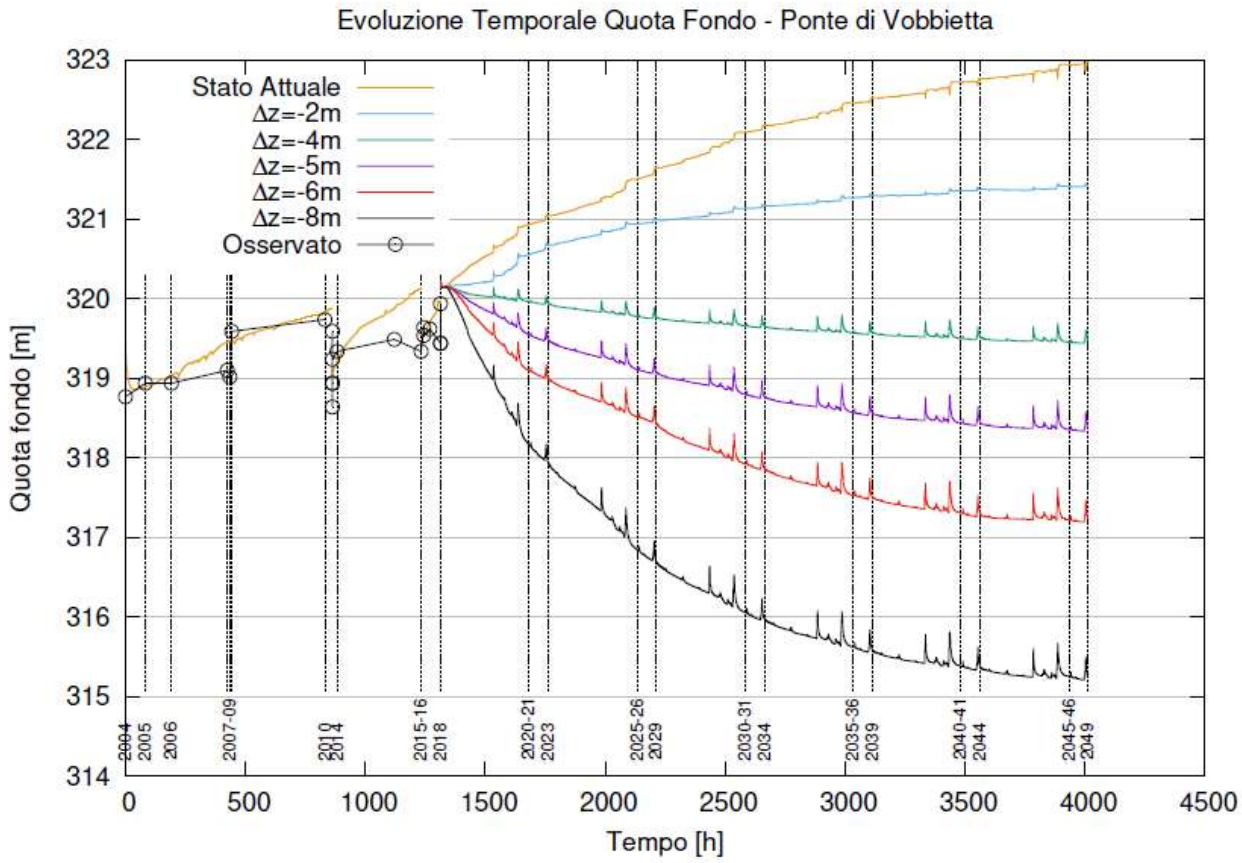


figura 32: *evoluzione temporale quota fondo ponte di Vobbietta - rapporto finale DICCA marzo 2020*

Anche tralasciando la sezione del ponte, si può osservare come proseguendo verso monte le sezioni 87 e 90 presentino quote di testa dell'attuale arginatura in sponda destra pari a circa 323,10 e dunque anch'esse nettamente inferiori rispetto alla quota che tra qualche decennio si verrebbe a creare naturalmente in tali sezioni se non si eseguisse alcun intervento in merito.

Riassumendo, qualora non si eseguisse alcun intervento, entro qualche decennio (l'arco temporale dipende dalla distribuzione degli eventi significativi nel prossimo futuro) il torrente Vobbia non risulterebbe sufficiente a contenere le portate anche nelle condizioni di magra.

La criticità principale dell'area risulta dunque oggettivamente costituita dalla presenza della diga di delimitazione del lago Savio.

Qualsiasi intervento strutturale a monte non comprendente rimozione di ingenti quantità di materiale in alveo o abbassamenti della diga, risulterebbe di fatto del tutto inutile e/o incompatibile con l'assetto attuale dei luoghi circostanti il torrente, con abitazioni ubicate nelle vicinanze e dunque impossibilità di rialzare le sponde di diversi metri.

Le **alternative** (accompagnate sempre da inevitabili interventi strutturali a monte) appaiono dunque essere:

1) l'asportazione di una rilevante quantità di materiale detritico (per una qualitativa stima della quantità si rimanda ai successivi capitoli della presente relazione) seguita dalla periodica rimozione del materiale che annualmente si andrebbe ad accumulare (mediamente 10.000 mc/annui) al fine di mantenere le quote di fondo di progetto;

2) l'abbassamento della diga esistente, al fine di consentire un naturale abbassamento del profilo di fondo alveo nonché il suo "mantenimento" nel tempo.

La prima ipotesi però presenta pesanti problematiche in quanto si tratta di un intervento che andrebbe ripetuto annualmente "all'infinito" e dalla cui corretta esecuzione (ovviamente non tutti gli anni sono uguali e dunque le quantità di accumulo ed asportazione andrebbero valutate a mano a mano) dipenderebbe la sicurezza idraulica dell'abitato di Vobbietta.
Inoltre si dovrebbero impiegare annualmente importanti risorse economiche e andrebbe trovata una sede atta a ricevere il materiale recuperato dal torrente.

La seconda ipotesi (abbassamento della diga esistente) risulterebbe invece un intervento "definitivo" in quanto consentirebbe al torrente di riprendere il suo andamento originario, ma risulterebbe con ogni probabilità incompatibile con lo sfruttamento idroelettrico del salto di fondo ad oggi esistente.

Analisi storica esondazioni

Le evidenti criticità del tratto di torrente Vobbia precedentemente descritte sono state peraltro confermate dagli eventi alluvionali degli ultimi decenni.

Di seguito si riporta quanto redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po, con la massima piena registrata proprio a Vobbietta, verificata durante l'evento alluvionale dell'ottobre 1970 e pari a 400 mc/s, dunque poco superiore al 70% della piena cinquantennale utilizzata nella presente modellizzazione.

Tab. 23.2 Valori delle portate di piena storica nel bacino dello Scrivia

Stazione	Portata al colmo 1970 (m³/s)	Portata al colmo max storica precedente (m³/s)	Data
Scrivia a Isola Cantone	1.050	975	29/10/45
Scrivia a Serravalle	1.650	1.800	29/10/45
Vobbia a Vobbietta	400	137	4/9/63
Borbera a Baracche	613	690	8/11/51

Il tratto di torrente analizzato è stato peraltro colpito da forti fenomeni di esondazione anche durante l'evento alluvionale del 4 novembre 2011, con livello idrometrico massimo osservato pari a 3,64 ml, dunque contenuto al di sotto del ponte, ma con funzionamento già in lieve pressione.

Bacino e sezione	Zona allerta	Livello idrometrico[1] massimo osservato [m]	Orario del livello massimo (ora UTC)	Incremento di livello massimo osservato [m]
Argentina a Montalto	A	5,13	08.45 del 6/11/2011	4,20
Argentina a Merelli	A	3,21	09.20 del 6/11/2011	2,86
Impero a Rugge	A	1,48	11.45 del 6/11/2011	1,51
Arroscia a Pogli	A	3,39	09.00 del 6/11/2011	3,29
Neva a Cisano	A	2,5	09.30 del 6/11/2011	1,54
Centa a Molino Branca	A	3,35	10.15 del 6/11/2011	2,64
Polcevera a Pontedecimo	B	1,74	16.15 del 4/11/2011	1,14
Bisagno alla Presa	B	1,76	11.15 del 4/11/2011	1,09
Bisagno a p.te Rosata	B	1,29	12.00 del 4/11/2011	1,31
Bisagno a p.lla Firpo	B	4,55	13.00 del 4/11/2011	3,94
Bisagno a borgo Incrociati	B	**4,90**	13.00 del 4/11/2011	**4,88**
Lavagna a Carasco	C	3,34	17.00 del 5/11/2011	2,24
Entella a Panesi	C	1,96	17.15 del 5/11/2011	3,09
Petronio a Sara	C	1,78	17.00 del 5/11/2011	1,72
Vara a La Macchia	C	1,23	17.00 del 5/11/2011	0,52
Vara a Nasceto	C	4,78	17.30 del 5/11/2011	3,95
Vara a Brugnato	C	2,97	18.30 del 5/11/2011	1,78
Vara a Piana Battolla	C	0,76	19.45 del 5/11/2011	2,11
Magra a Fornola	C	2,81	21.00 del 5/11/2011	2,46
Bormida di Millesimo a Murialdo	D	1,97	08.00 del 5/11/2011	1,96
Bormida di Spigno a Piana Crixia	D	**5,46**	08.30 del 5/11/2011	**4,86**
Stura a Campo Ligure	D	2,48	17.30 del 4/11/2011	2,07
Vobbia a Vobbietta	E	**3,64**	14.00 04/11/2011	**2,83**
Aveto a Cabanne	E	1,22	16.30 05/11/2011	1,56

Tabella 4 Livelli idrometrici massimi registrati agli idrometri sui bacini delle zone di allertamento

Analizzando la modellazione idraulica di stato attuale e considerando che le quote di fondo tra il 2011 e il 2018 appare similare (sono stati effettuati diversi interventi di prelievo di materiale) si può qualitativamente ritenere che il livello assunto della corrente nell'evento del 2011 corrisponda ad una portata di circa 320÷350 mc/s, corrispondente ad un tempo di ritorno indicativamente pari a 15÷20 anni. Si segnala peraltro che tale valore appare "realistico" sia considerando la frequenza degli eventi di quel tipo negli ultimi decenni, sia considerando la "memoria storica" degli abitanti del luogo che confermano che l'evento del 1970 fu certamente più "severo", con maggiori fuoriuscite.

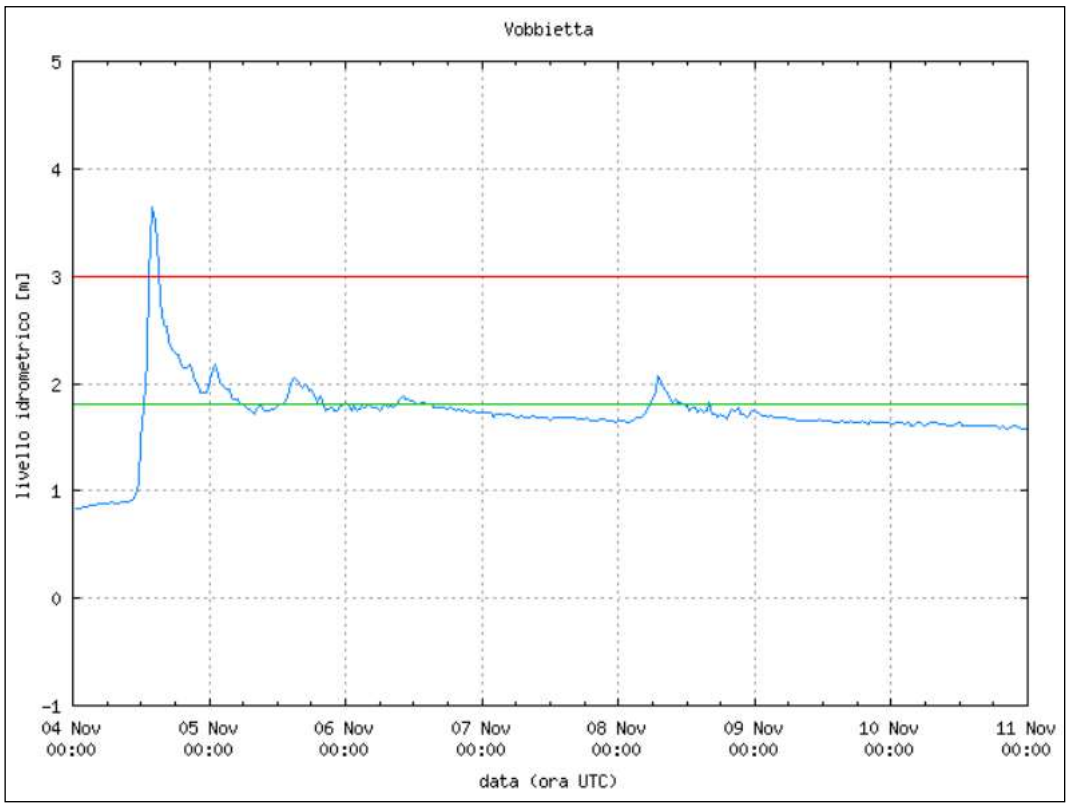


figura 33: *report evento alluvionale 4 novembre 2011*



figura 34: *immagine tratta da video durante evento alluvionale 2011*
tratto a monte del ponte con evidenti esondazioni lungo la viabilità comunale in sinistra



figura 35: *immagine tratta da video durante evento alluvionale 2011*
ponte appena sufficiente allo smaltimento della piena

Analisi idraulica stato attuale

Software utilizzato

Il calcolo dei profili di rigurgito in regime di moto permanente, gradualmente variato è stato effettuato mediante l'ausilio dell'applicativo HEC-RAS versione 5.0.7, dell'Hydrology Engineering Centre dell'US Army Corps of Engineers. Il software consente di calcolare i profili di rigurgito per sezioni qualsiasi, in alvei naturali o artificiali caratterizzati da un valore medio – nell'alveo inciso - di coefficiente di scabrezza, e permette la modellazione delle aree eventualmente inondabili in caso di piena come aree golenali, alle quali sono assegnati specifici coefficienti di deflusso. Il profilo teorico della corrente viene calcolato risolvendo in modo iterativo l'equazione monodimensionale dell'energia

$H2 = H1 + he$

dove H1, H2 sono rispettivamente i carichi totali delle sezioni di valle e di monte del tratto considerato e he sono le perdite di carico suddivisibili in perdite dovute all'attrito del fondo e perdite dovute alla non cilindricità della corrente.

Il codice consente la modellazione di strutture trasversali alla corrente, quali ponti, briglie e soglie laterali, quali ad esempio argini sfioranti. Possono altresì essere modellati scatolari e coperture in cui transiti la corrente, sia a pelo libero che in pressione (sebbene quest'ultimo tipo di condizioni di deflusso presenti delle limitazioni). In particolare, il deflusso attraverso un ponte, a seconda del livello idrico rispetto all'impalcato, può essere modellato come deflusso a pelo libero, in pressione e a stramazzo. Per ogni modello idraulico sono stati calcolati i profili relativi a diverse portate: nelle simulazioni con modello di stato attuale e di progetto sono stati utilizzati i valori dei colmi di piena cinquantennale, duecentennale e cinquecentennale. Il software consente inoltre di selezionare in quale modalità calcolare i profili: si è scelto di far girare i modelli in regime misto, in maniera da modellare correttamente il comportamento della corrente.

Portate, coefficienti di scabrezza e condizioni al contorno

Per quanto concerne le portate utilizzate nel suddetto modello si è innanzitutto analizzato quanto contenuto all'interno della modellazione allegata alla V.B.P.
La base di partenza risulta essere quanto indicato nella carta "*Corografia con i sottobacini idrografici*" allegata alla V.B.P. che riporta le portate del torrente Vobbia con sezione di chiusura all'immissione del torrente Vobbia nel torrente Scrivia.

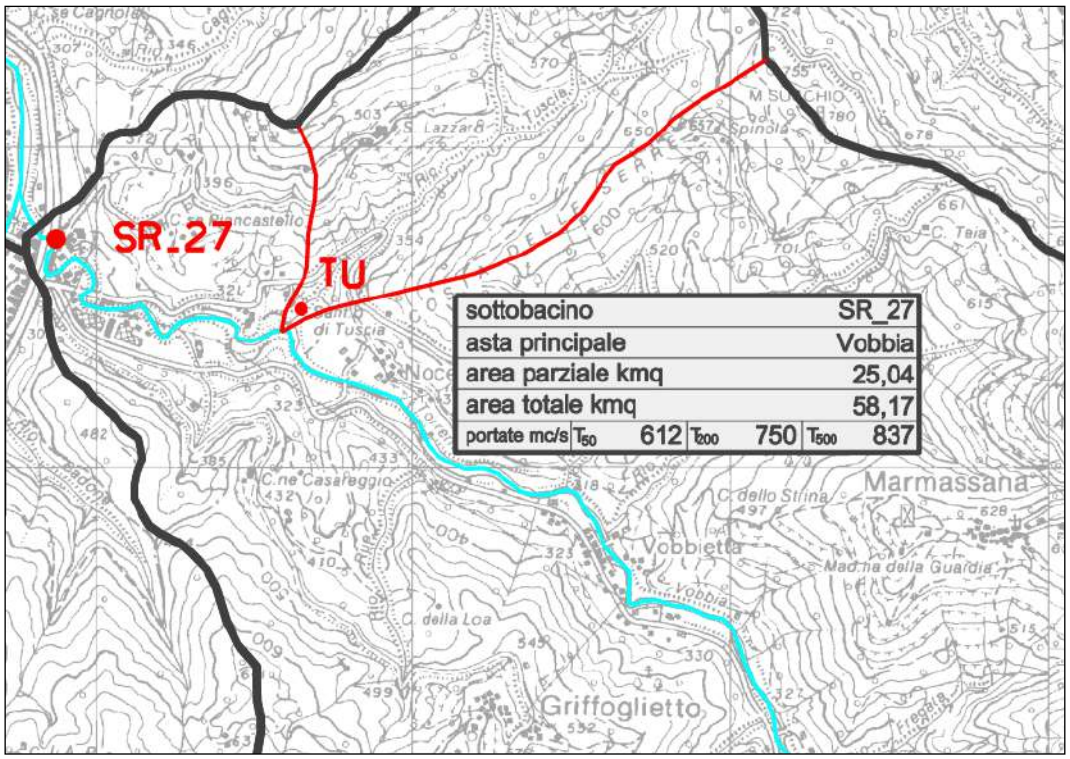


***figura 36**: stralcio corografia con i sottobacini idrografici - V.B.P. - fuori scala*

Il valore di portata duecentennale risulta peraltro pienamente confermato da un'analisi del bacino alla sezione di chiusura svolta secondo le metodologie fornite con i "Criteri ed indirizzi tecnici per la verifica e valutazione delle portate e degli idrogrammi di piena attraverso studi idrologici di dettaglio nei bacini idrografici liguri" di cui alla DGR 357/08, così come indicato nella normative della V.B.P.

All'interno della modellazione idraulica allegata alla V.B.P. nonché in quella più aggiornata esistente, i valori di portata sono stati calcolati mantenendo il medesimo contributo per unità di superficie ricavato dalla figura precedente, ad esempio per Tr=200 anni:
750 mc/s / 58.17 kmq = 12,89 mc/(s x kmq).

Moltiplicando tale valore per la superficie del bacino idrografico con chiusura in corrispondenza della diga del lago di Vobbietta si va ad ottenere esattamente il valore di portata duecentennale contenuto all'interno della modellazione della V.B.P.

Nell'ambito della presente analisi , stante l'infittimento delle sezioni e la presenza nel tratto di alcuni corsi d'acqua affluenti al torrente Vobbia, si è proceduto a mantenere di fatto inalterato tale contributo unitario posto a 12,90 mc/(s x kmq) - la superficie del bacino varia in maniera assolutamente limitata e dunque il valore del contributo unitario è da considerarsi una costante -, andando a fornire un lieve aumento locale di portata in corrispondenza delle immissioni principali (rio Lavaggio, rio Pursi e rio della Rue) tralasciando invece a favore di sicurezza gli altri rivi minori senza nome.

Oltre al torrente Vobbia si sono inserite anche le portate del rio Lavaggio, utilizzando un contributo unitario assolutamente elevato, a favore di sicurezza, pari a 36 mc/(s x kmq) per piena di Tr=200 anni:

1.71kmq x 36 mc/(s x kmq) = 62 mc/s.

Analogamente si sono mantenuti inalterati i fattori di crescita che regolano i rapporti tra le portate ai vari tempi di ritorno.

Riassumendo, i valori di portata utilizzati sono i seguenti:

	sezioni	sup. [kmq]	Q 50 anni [mc/s]	Q 200 anni [mc/s]	Q 500 anni [mc/s]
monte immissione rio Lavaggio	130-79	52.41	551	676	754
monte immissione rio Pursi	75-50	54.20	569	699	780
monte immissione rio della Rue	40-6	55.04	579	710	793
monte diga lago Vobbietta	5-3	55.76	584	719	803
rio Lavaggio	209-201	1.71	50	62	69

Per quanto concerne i <u>coefficienti di scabrezza</u> di Gauckler – Strickler, si è confermato quanto contenuto all'interno della modellazione contenuta all'interno della V.B.P., con un valore di Ks = 33 $m^{1/3}/s$ sia per le modellazioni di stato attuale che di stato di progetto, valore peraltro pienamente rispondente con quanto contenuto nel Regolamento regionale n° 1 del 16/03/2016 per alvei a fondo naturale.

Per quanto attiene le <u>condizioni al contorno di monte</u> sia per il rio Lavaggio che per il torrente Vobbia, stante sezioni piuttosto regolari, si è scelto di imporre il livello di moto uniforme, inserendo nel modellizzatore le relative pendenze di fondo alveo.

Per quanto concerne invece la <u>condizione al contorno di valle</u>, considerando la presenza di un rilevante salto di fondo in corrispondenza della diga limite di valle del lago di Vobbietta, nonché considerando la rilevanza della condizione al contorno per la valutazione del livello assunto nel lago di Vobbietta e nel tratto immediatamente a monte, si è scelto di effettuare un'analisi più approfondita, fornendo poi al modellizzatore i vari livelli desunti da questa analisi.

Il regime idraulico di superamento diga può essere diviso in due diversi regimi, con lo "0" posto a quota 316,68 m slm, in corrispondenza del limite superiore delle paratoie, considerando queste come chiuse come nella maggior parte del tempo effettivamente accade.

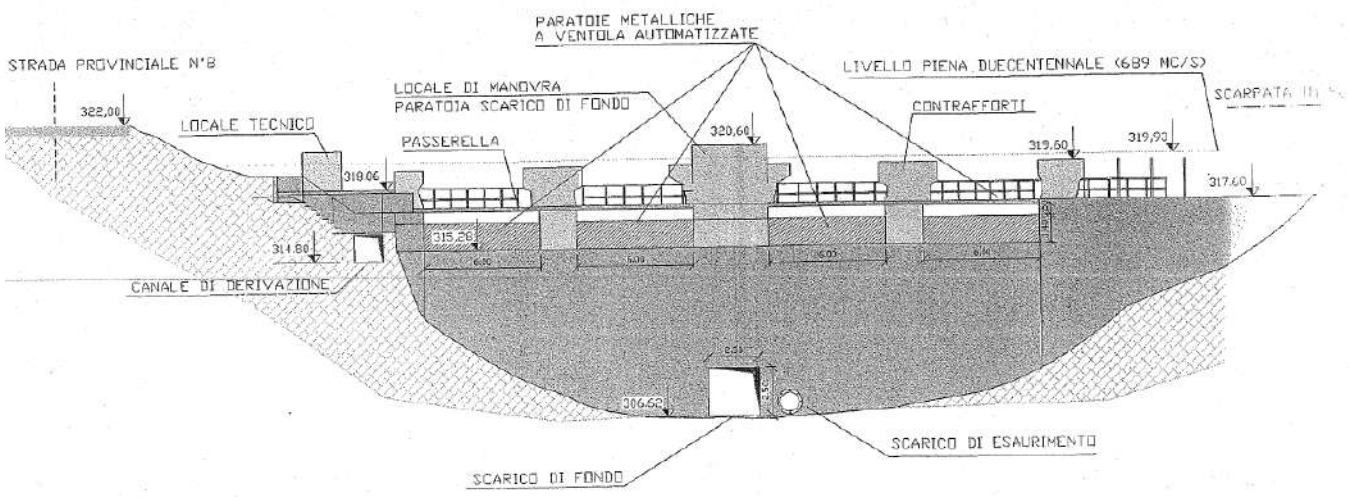
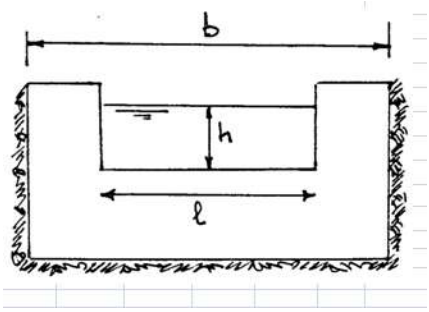


figura 37: *sezione trasversale briglia esistente*

Regime 1: sinché il livello non raggiunge il limite superiore della finestra esistente al di sopra delle paratoie (quota 317,60) si instaura un regime di stramazzo a parete sottile, per cui:

$Q = 0.41\ l'\sqrt{2gh^{\frac{3}{2}}}$ con $l' = l - 0.1nh$

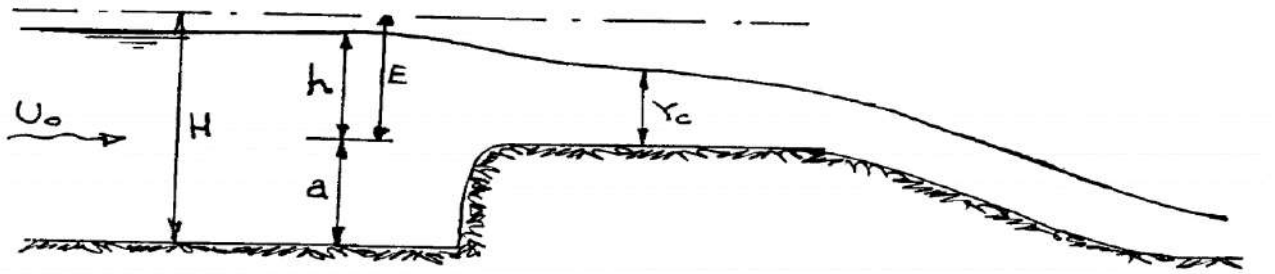


con
h = livello idrico sullo stramazzo
l = larghezza stramazzo
g = accelerazione di gravità
l' = larghezza contratta pelo libero su stramazzo
n = n° dei lati su cui avviene la contrazione, qui pari a 2.

La portata ricavata andrà moltiplicata per il numero di luci a disposizione, nel caso specifico pari a 4.

Regime 2: una volta superata la quota di 317,60, al regime precedente si aggiunge una quota parte di deflusso in soglia a parete lunga, per cui:

$$Q = C_q\ b\ \sqrt{2\ g}\ h^{\frac{3}{2}}$$



con
C_q coefficiente di portata qui assunto pari a 0,385
b = larghezza dello stramazzo
g = accelerazione di gravità
h = livello idrico rispetto al fondo della gaveta

Si è (a favore di sicurezza) tralasciato lo scarico di fondo presente al fondo del manufatto (andrebbe considerato come una luce di fondo), scarico che non risulta spesso aperto e che comunque perderebbe la sua funzionalità se non manutenzionato e/o quando il livello dei sedimenti raggiungesse tale quota.

Implementando le formulazioni sopra riportate in un foglio excel si può osservare come il limite di transizione tra fase 1 e 2 sia per una portata nell'ordine di soli37 mc/s, e che i livelli raggiunti per le piene con Tr = 50 e 200 anni siano rispettivamente pari a 321,50 e 322,23 m slm; applicando tale metodologia si ottiene la condizione al contorno di valle per ogni valore di portata richiesto.

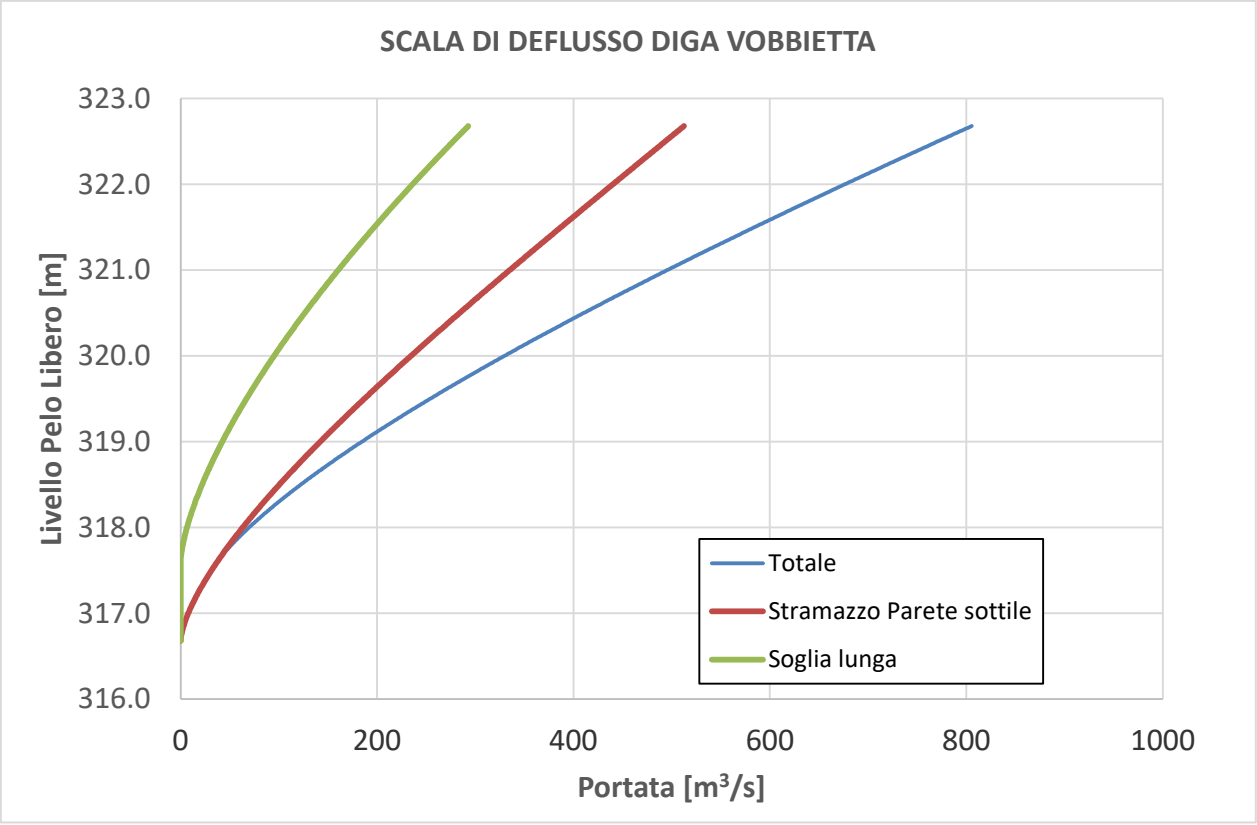


figura 38: *scala di deflusso diga lago di Vobbietta*

Modello idraulico di stato attuale

In primis si sottolinea ancora come la condizione di seguito definita come "stato attuale" è riferita al rilievo topografico del gennaio 2018. Sia dai sopralluoghi recentemente effettuati sia dal raffronto fotografico (vedere tavola SI04) si può affermare che la situazione ad oggi (marzo 2020) riscontrabile è comunque del tutto similare a quella rilevata in dettaglio nel corso dell'anno 2018.

Il modello idraulico di stato attuale aggiornato di fatto conferma per il tratto le criticità indicate all'interno della modellazione allegata alla V.B.P.

Ricordando che la principale criticità del tratto è costituita dalla forte tendenza attuale all'accumulo di materiale detritico, sotto il punto di vista meramente idraulico e analizzando la modellazione come se il fondo attuale fosse fisso nel tempo, si osserva che le criticità principali risultano costituite da:

- limitatissima altezza arginale in sponda sinistra sia a monte che a valle del ponte esistente in località Vobbietta indicativamente per il tratto compreso tra le sezioni 100 e 82, con conseguenti allagamenti estesi lungo la viabilità comunale parallela in sponda sinistra al torrente e ai fabbricati limitrofi;
- ponte di attraversamento del torrente Vobbia (sezione 80) ampiamente insufficiente a garantire il deflusso in sicurezza delle portate anche per tempo di ritorno cinquantennale o inferiore, con conseguente rigurgito delle piene esteso verso monte.

Più in dettaglio, per quanto attiene il torrente Vobbia, procedendo da monte verso valle, si riportano le seguenti osservazioni.

Tratto a monte sezione 100: sponda destra costituita da un versante e dunque livello idrico di fatto ininfluente; in sponda sinistra le quote risultano maggiormente rialzate rispetto a quanto esistente a valle, con lievi fuoriuscite mostrate dalla modellazione soltanto nella sezione 110. Al di là di quanto mostrato dalla modellazione, si segnala comunque che la presenza di una curva a 90° verso destra causa forti problematiche in sponda sinistra, così come deducibile anche dalle immagini dell'evento alluvionale del 2011 riferita ad un evento al massimo di tempo di ritorno cinquantennale che mostra come la sponda sinistra sia insufficiente al contenimento della piena.

Tratto sezioni 100-80: sponda destra costituita da un versante e dunque livello idrico di fatto ininfluente: il piccolo nucleo di fabbricati esistente in corrispondenza delle sezioni 90-87 risulta ubicato a quote notevolmente rialzate, quindi assolutamente "al riparo" da possibili fuoriuscite. Le problematiche si concentrano invece lungo la sponda sinistra, con differenza di quota tra l'arginatura e il fondo alveo estremamente ridotta; il livello idrico in buona parte del tratto risente inoltre dell'insufficienza del ponte ubicato subito a valle, con conseguente

risalto esteso verso monte e tiranti idrici lungo la viabilità comunale parallela al torrente pari e anche superiori a due metri, con conseguente gravissimo rischio di allagamento per i fabbricati adiacenti alla viabilità medesima.

In particolare si sottolinea come la portata limite contenuta in tutte le sezioni del tratto, senza peraltro alcun franco idraulico, sia nell'ordine dei 220 mc/s (valore contenuto di pochi cm nella sezione 90), dunque inferiore alla metà della portata per tempo di ritorno cinquantennale: 220 mc/s rappresentano dunque una portata con tempo di ritorno indicativamente compreso tra 5 e 10 anni, valore tutto sommato "realistico" anche in base a quanto "riportato" da abitanti del luogo.

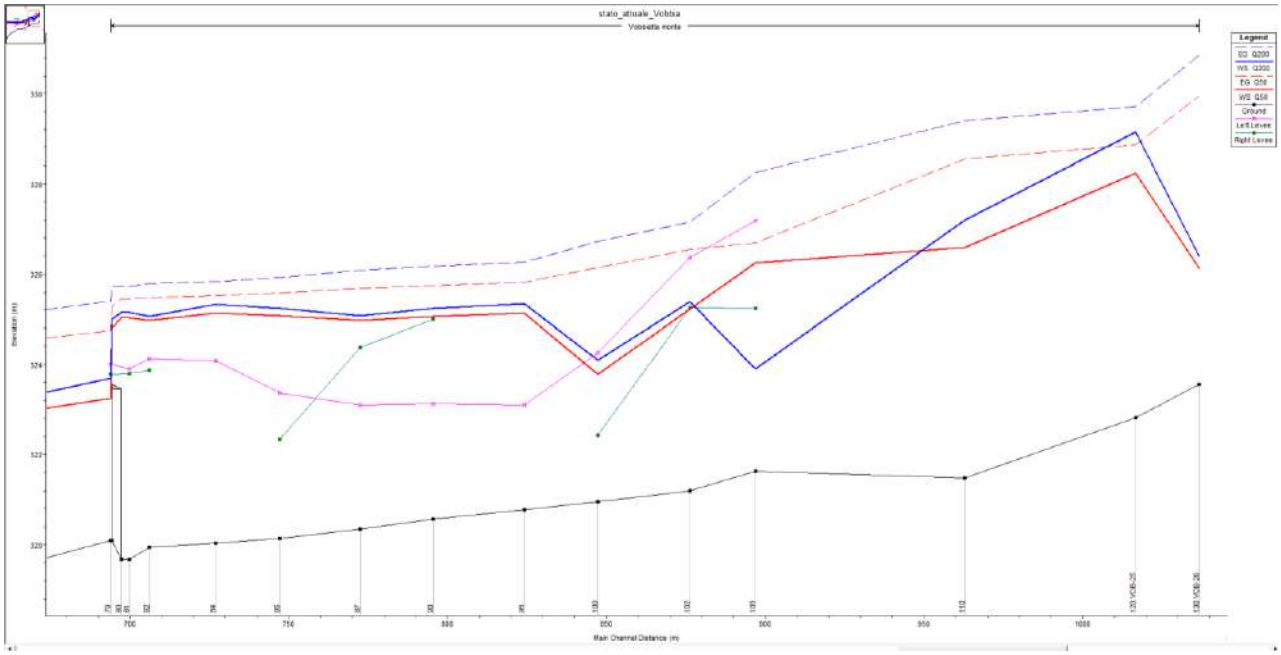


figura 39: *profilo idraulico torrente Vobbia - tratto di monte - modello di stato attuale - fuori scala*

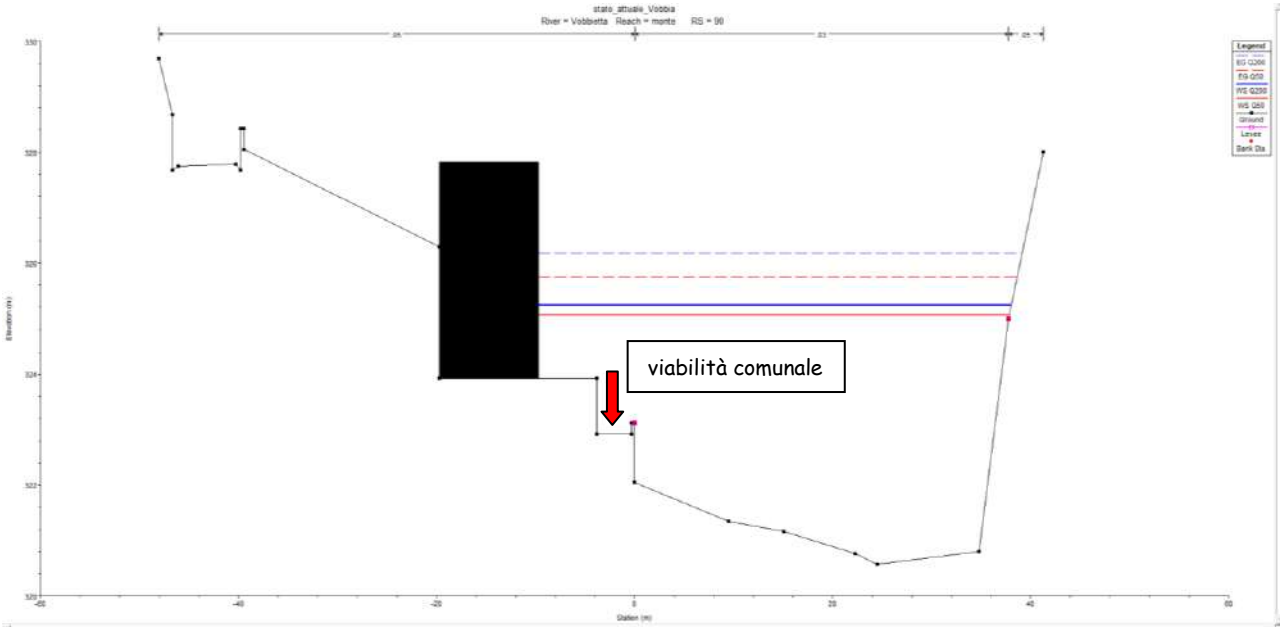


figura 40: *sezione esemplificativa criticità - modello di stato attuale - fuori scala*

Ponte sezione 80: il ponte presenta tre fornici ad impalcato piano intervallate da due pile in alveo, con l'aggiunta di un'ulteriore apertura sulla destra con implacato ad arco, in parte ad oggi parzializzata a monte dal materiale detritico accumulato al piede della sponda destra. La modellazione idraulica mostra il sovralzo del ponte per piene di tempo di ritorno cinquantennale e superiore. Andando a ricercare quale possa essere la piena massima che risulta transitare al si sotto dell'impalcato del ponte (anche in questo caso senza franchi idraulici al fine di rendere il tutto raffrontabile a quanto riportato in precedenza) ad oggi risulta un valore attorno ai 390 mc/s, portata che corrisponde indicativamente a un tempo di ritorno attorno ai 20 anni.

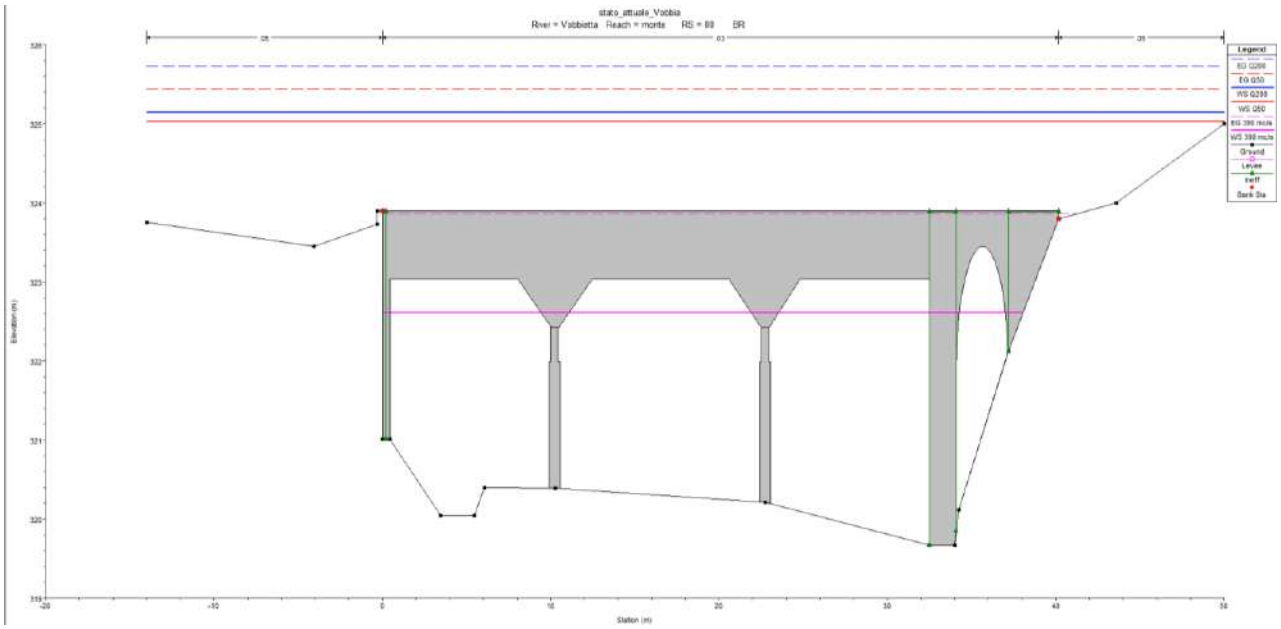


figura 41 : *sezione ponte - modello di stato attuale (in magenta valore di portata limite di transito al di sotto dell'impalcato del ponte) - fuori scala*

Si nota dunque come il valore limite contenuto al di sotto del ponte attuale sia nettamente superiore a quanto è in grado di smaltire il tratto a monte del manufatto stesso. Tale circostanza è peraltro stata confermata nel corso degli ultimi eventi alluvionali che hanno visto allagamenti diffusi in corrispondenza della viabilità comunale parallela al torrente, ma non il sovralzo della corrente in corrispondenza del ponte.

Tratto sezioni 80-65: sponda destra costituita da piane incolte, con dunque possibilità di espansione della piena senza alcuna problematica. In sinistra permane la presenza della viabilità comunale parallela al torrente con differenza di quote tra alveo e viabilità stessa assolutamente ridotta (sebbene in forma nettamente meno critica di quanto esistente a monte del ponte) e conseguenti fuoriuscite che interessano alcuni fabbricati adiacenti alla viabilità anche per Tr=50 anni.

Tratto sezioni 65-40: sponda destra costituita da un versante senza dunque problematiche legate al livello idrico nel torrente, sponda sinistra costituita da piane incolte senza presenza di manufatti e dunque di fatto indifferenti ad eventuali fuoriuscite di portata.

Tratto sezioni 40-9: sponda destra costituita da un versante senza dunque problematiche legate al livello idrico nel torrente, sponda sinistra con la presenza di un fabbricato (appena a valle della sezione 40) che può essere parzialmente interessato (nella facciata anteriore) dai livelli idrici; più a valle (a partire dalla sezione 20) il livello idrico per Tr=200 anni arriva a lambire le quote della viabilità provinciale n°8 qui più vicina al corso del torrente Vobbia; si segnala peraltro che indicativamente tra le sezioni 25 e 20 un tratto di arginatura risulta soggetto a fenomeni erosivi spondali che potrebbero in futuro compromettere la stabilità del limite di valle della stessa viabilità provinciale.

Tratto sezioni 9-3: in tale tratto il torrente Vobbia assume la conformazione di un lago, formando il lago di Vobbietta (lago Savio) a causa della diga esistente in corrispondenza della sezione 3. Anche in queste sezioni in sinistra idraulica i livelli idrici raggiungono quelli della viabilità provinciale n°8 limitrofa al corso d'acqua.

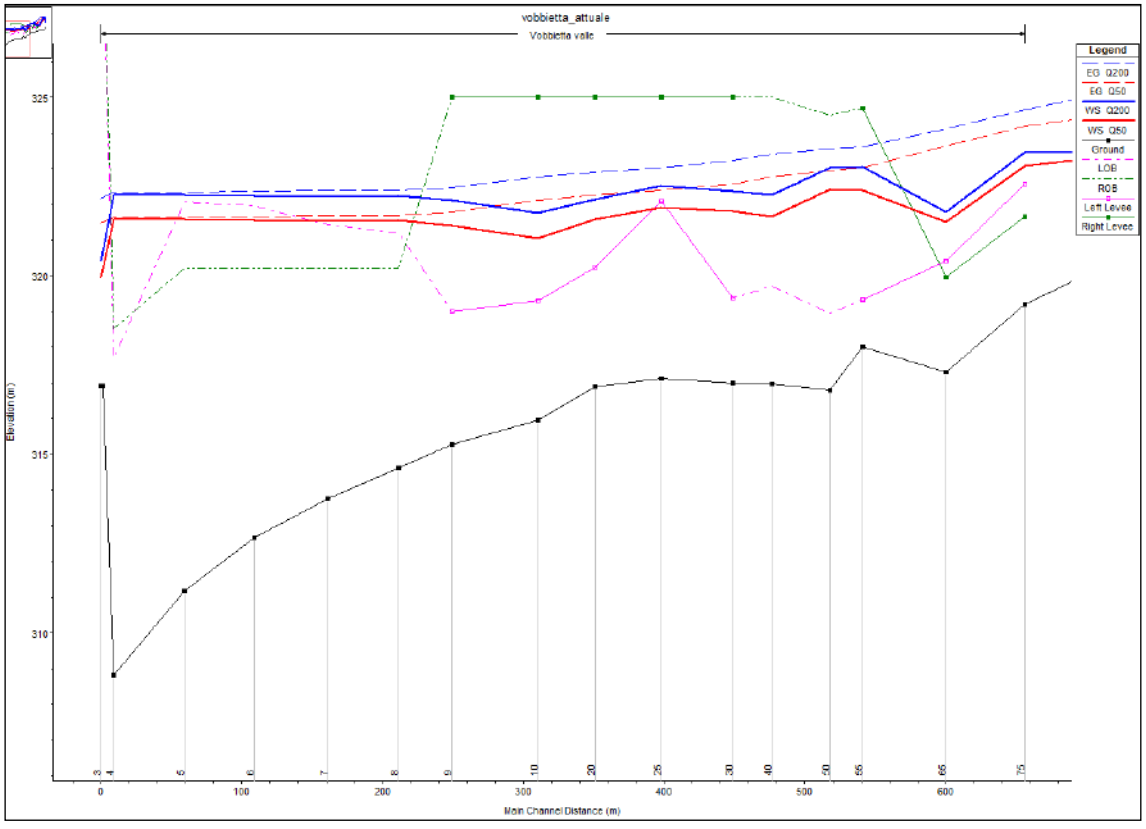


figura 42:*profilo idraulico torrente Vobbia - tratto di monte - modello di stato attuale - fuori scala*

Per quanto riguarda invece il rio Lavaggio, si può osservare come la pendenza media del fondo alveo sia significativamente superiore rispetto al torrente Vobbia: il tratto analizzato presenta una lunghezza pari a circa 150 ml e una pendenza media superiore all'8%.

Il tratto risulta peraltro anche caratterizzato dalla presenza di due briglie in gabbioni metallici con riempimento in pietrame e "copertina" in cls a protezione della superficie di scorrimento dell'acqua.

L'alveo del rio presenta una larghezza notevole in relazione alle portate in gioco e, stante la forte pendenza la piena assume regime di corrente veloce con tiranti idrici piuttosto ridotti.

Le due criticità del rio Lavaggio appaiono dunque essere:

- fenomeni di sovralluvionamento legati alla notevole disponibilità di materiale detritico alluvionale anche proveniente da alcuni rilevanti fenomeni franosi lungo i versanti nel tratto di monte del rio Lavaggio: il materiale di sovralluvionamento andrà poi in parte a confluire nel torrente Vobbia parzializzandone ulteriormente la sezione;
- presenza di un'abitazione in sinistra idraulica nel tratto tra le sezioni 202 e 201 con differenza di quote tra alveo e sponda estremamente ridotta e dunque potenziali esondazioni anche per tempi di ritorno limitati.

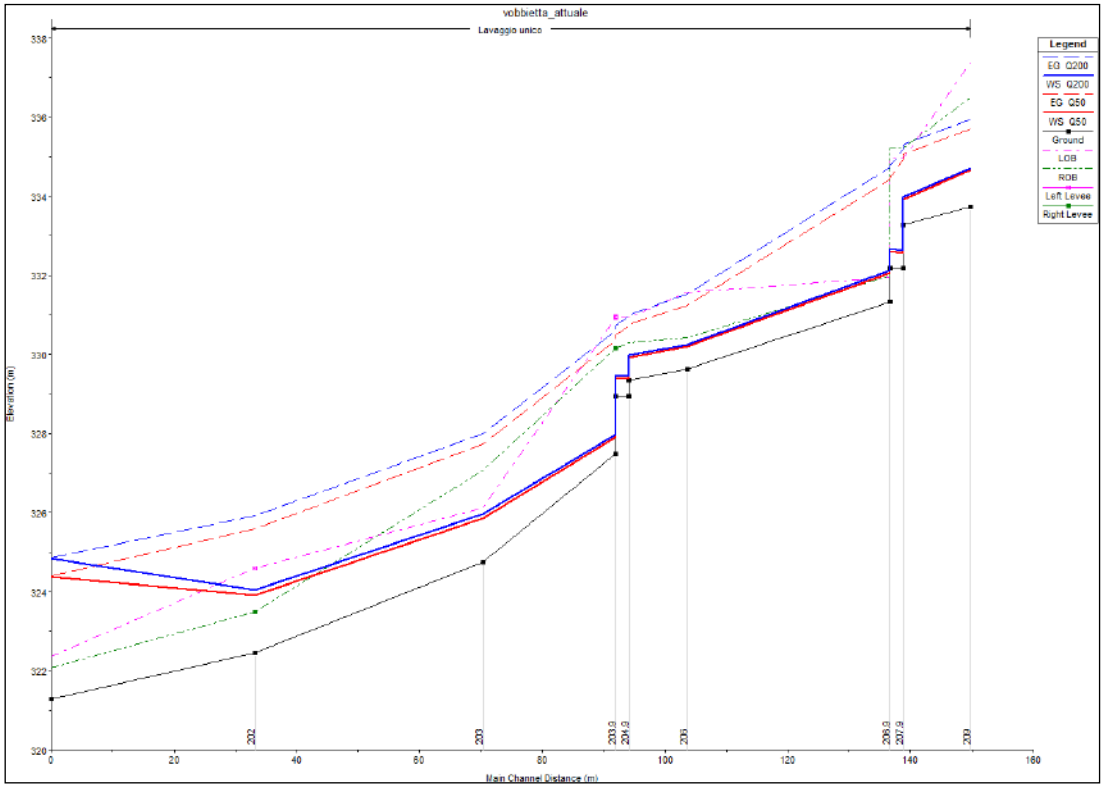


***figura 43**:profilo idraulico rio Lavaggio - modello di stato attuale - fuori scala*

Riassumendo, l'analisi idraulica di stato attuale ha permesso di verificare come il tratto maggiormente critico del torrente Vobbia in località Vobbietta sia quello in sponda sinistra a monte del ponte, indicativamente tra le sezioni 100 e 85: gli allagamenti in tale tratto avvengono per tempi di ritorno ridottissimi (nell'ordine dei 5/10 anni) e vanno ad interessare la viabilità parallela al torrente e i diversi fabbricati ubicati in fregio alla stessa: la conformazione della strada con una "corda molla" in tale tratto fa sì che si formi qui una sorta di lago anche una volta esaurito il fenomeno alluvionale nell'alveo del torrente Vobbia.



figura 44: *immagine tratta da video durante evento alluvionale 2011*
tratto a monte del ponte con evidenti esondazioni lungo la viabilità

Al fine di verificare con certezza che le fuoriuscite di monte siano dovute all'effettiva insufficienza idraulica del tratto e non al rigurgito idraulico causato dal ponte stesso, si è implementato un ulteriore modello idraulico: partendo dal modello di stato attuale si è eliminata del tutto la struttura del ponte.

Tale modello idraulico mostra di fatto le medesime criticità dello stato attuale, con una portata massima contenuta in alveo alla sezione 90 di 220 mc/s, dunque del tutto indipendente dalla presenza o meno del ponte.

La presenza del ponte ha effetto soltanto su valori di piena ancora superiori (a partire da circa 380 mc/s) che interferiscono con l'impalcato della struttura e dunque ne risentono innalzando il livello a monte, ma risulta evidente come la primaria criticità sia costituita dall'insufficienza arginale della muratura in sponda sinistra.

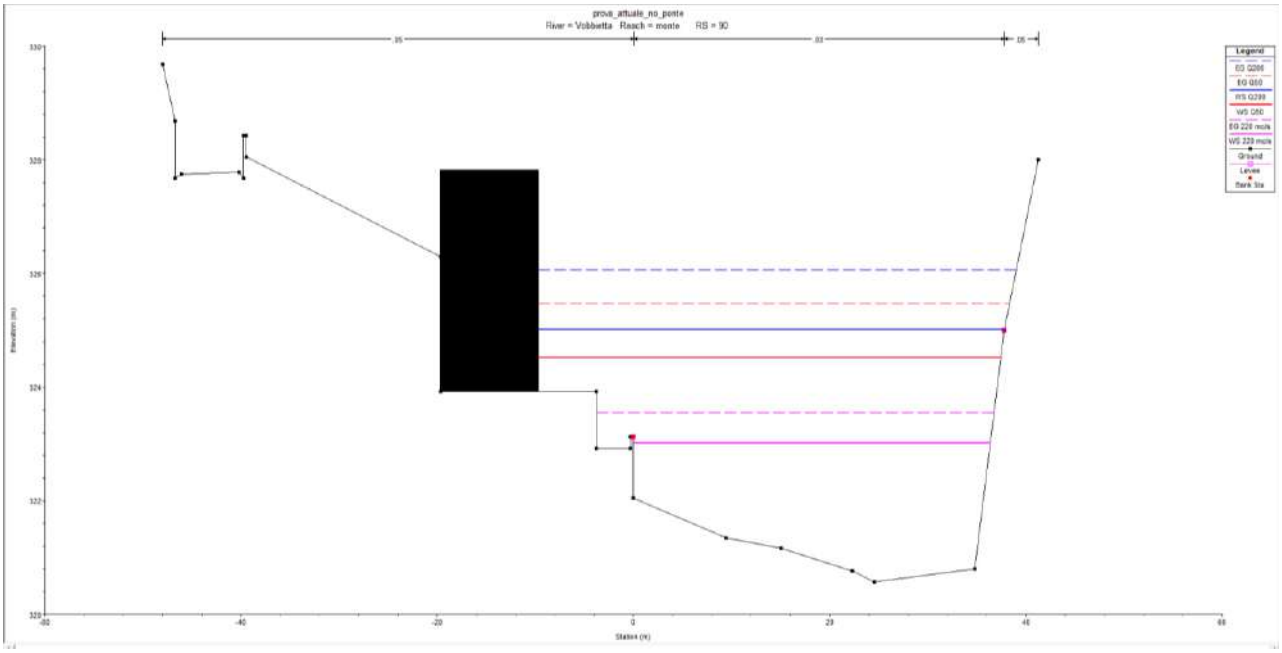


figura 45:*sezione esemplificativa criticità - modello di stato attuale senza il ponte esistente - fuori scala*

Preliminari ipotesi progettuali

Alternative progettuali analizzate

Al fine di giungere ad una o più soluzioni progettuali realizzabili, si sono analizzate possibili alternative realizzabili in loco.

Come già riportato in precedenza, il tratto ad oggi maggiormente critico risulta essere quello in corrispondenza dell'abitato di Vobbietta, immediatamente a monte e a valle del ponte esistente.

Allo scopo di mettere in sicurezza le aree, si sono in primis analizzate varie alternative realizzabili; gli interventi possibili per contenere le piene teoricamente potrebbero essere:

1) notevoli allargamenti delle sezioni;
2) scolmo di una quota parte significativa di portata;
3) ridislocazione o adeguamento del ponte;
4) innalzamento delle arginature;
5) rimozione notevole quantità di materiale in accumulo sul fondo alveo;
6) interventi di abbassamento della diga esistente;

Analizzando più nel dettaglio gli interventi di cui sopra rispetto allo stato di fatto dei luoghi, si può osservare quanto segue.

Il punto 1) risulta di fatto irrealizzabile: il tratto maggiormente critico (sezioni 105-75) è caratterizzato in destra da un versante notevolmente acclive (e già interessato da fenomeni franosi appena a monte della curva a 90°) e in sinistra da una viabilità comunale di larghezza ridotta con diversi fabbricati in fregio: considerando che il torrente Vobbia presenta una larghezza nell'intorno dei 35 metri, al fine di ridurre i livelli idrici si dovrebbe operare un allargamento di entità assolutamente incompatibile con lo stato dei luoghi. Inoltre, anche se fosse possibile, allargare la sezione porterebbe ad un ulteriore rallentamento della corrente, con accrescimento della già notevole tendenza al deposito di materiale detritico-alluvionale.

Il punto 2) risulta altrettanto "irrealizzabile": l'orografia dei luoghi non permette né la creazione di un bypass che vada ad alleggerire il tratto ad oggi maggiormente critico andando poi a far riconfluire la portata nel torrente Vobbia in una sezione più a valle della diga, né tantomeno che possa collegare il torrente Vobbia al torrente Scrivia in un altro punto.



figura 46: *immagine satellitare con tratto prossimo all'abitato di Vobbietta*

Il punto 3), oltre ad essere un intervento estremamente oneroso, andrebbe soltanto a mitigare una delle criticità, senza però porre alcun freno alla causa principale dell'attuale condizione di rischio (la tendenza al sovralluvionamento del tratto del torrente Vobbia) né andare ad intervenire sul tratto maggiormente critico, ovvero la sponda sinistra a monte del ponte stesso, ove la differenza di quota tra fondo alveo e testa sponda è minima.

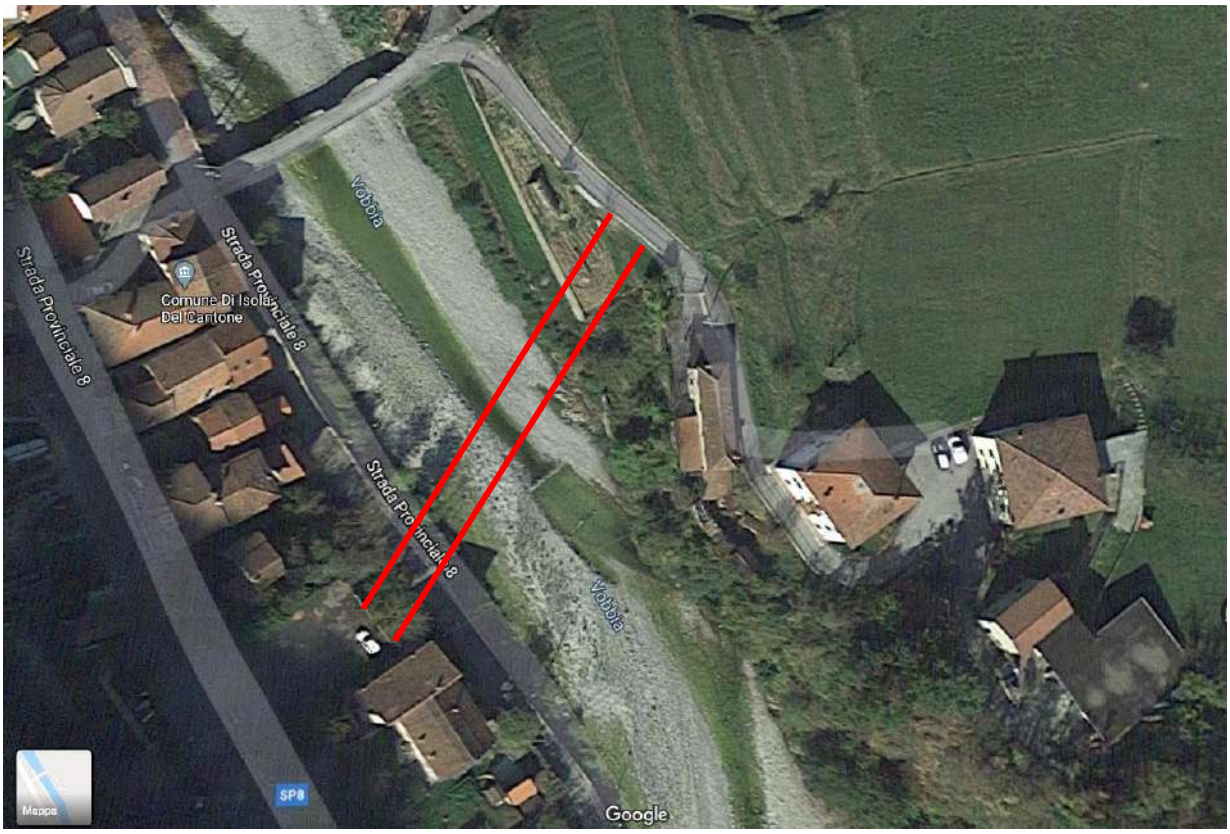


figura 47: *immagine satellitare con ipotetica ridislocazione ponte con accesso diretto da S.P. 8 e necessità di raccordi di viabilità soprattutto in sponda destra*

Il punto 4) consentirebbe solo teoricamente di mettere in sicurezza le aree, ovviamente se combinato con il precedente punto 3); la condizione che si verrebbe a creare implicherebbe però la realizzazione di arginature di diversi metri di altezza, opere che soprattutto in sinistra idraulica andrebbero di fatto ad "oscurare" gli edifici ubicati in fregio alla viabilità comunale.



figura 48: *immagine satellitare con tratto prossimo all'abitato di Vobbietta ove una muratura con parapetto di diversi metri andrebbe totalmente ad "oscurare" il piano terra degli edifici*

A seguito di tutto quanto sopra, al fine di garantire una messa in sicurezza delle aree abitate prospicienti al torrente Vobbia, l'unica soluzione appare essere agire sulle quote di fondo mediante o interventi periodici di asportazione di materiale o tramite un abbassamento della diga esistente, il tutto da combinare con interventi strutturali quale l'innalzamento delle arginature nei tratti maggiormente critici.

Ipotesi progettuale per la messa in sicurezza globale dell'area

A seguito di tutto quanto sopra è stata individuata una preliminare ipotesi progettuale.

L'obiettivo, quantomeno per tutto il tratto in corrispondenza dell'abitato di Vobbietta, risulta essere la definitiva messa in sicurezza delle aree, ovvero il contenimento della piena duecentennale con il relativo carico cinetico.

In primis si è valutata la massima altezza che potesse raggiungere un parapetto arginale lungo la viabilità parallela al torrente: tale valore massimo viene stimato in circa 150 cm rispetto alle quote della viabilità comunale retrostante: valori più elevati risulterebbero molto impattanti sia dal punto di vista ambientale ma soprattutto di "vivibilità" dell'area, andando di fatto ad oscurare i piani terra dei numerosi edifici posti in prossimità del corso d'acqua.

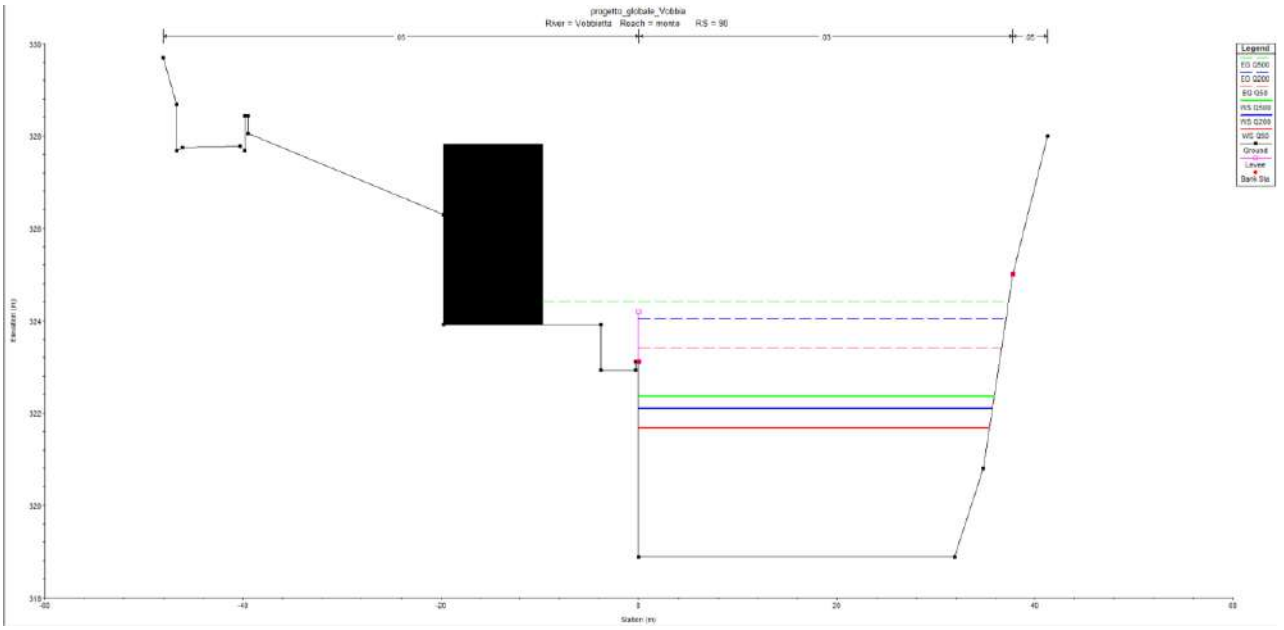


figura 49: *sezione tipo con parapetto in sinistra - modello idraulico di progetto globale - fuori scala*

Procedendo a ritroso, una volta note le quote massime di testa del parapetto, tenendo conto della modellazione idraulica si è andati a valutare quale debbano essere le quote di fondo tali da garantire il contenimento della piena per Tr=200 anni con relativo franco idraulico di legge.

Una volta note le quote di fondo nelle sezioni più significative, tenendo conto delle modellazioni implementate dall'Università di Genova (DICCA) si è valutato a quale profilo di equilibrio valutato si avvicinassero maggiormente. Nel caso specifico il profilo di fondo alveo "obiettivo" risulta quello corrispondente ad un abbassamento della diga pari a 550 cm.

Si sottolinea peraltro che l'analisi morfodinamica svolta dall'Università di Genova ha portato all'individuazione di una serie di profili di equilibrio che rappresentano la quota media del fondo alveo in una determinata sezione.

Nelle prove di seguito riportate tale quota è stata prudenzialmente riferita al minimo del fondo alveo e dunque la forma scelta per il fondo alveo (rettangolare o trapezia) di fatto va a compensare i possibili ulteriori fenomeni di accumulo e scavo che naturalmente si andranno a formare in ogni sezione.

La configurazione di fondo richiesta può essere ottenuta in due modi:

1) abbassando il manufatto (diga) di 550 cm (si ricorda come lo "0" di stato attuale sia considerato a quota 316.68, limite superiore delle paratoie esistenti) e lasciando poi alla natura il mantenimento della configurazione di fondo qui di equilibrio (previa la rimozione del materiale detritico ad oggi in accumulo al fine di ottenere una messa in sicurezza sin dall'istante successivo del termine dei lavori anziché attendere qualche decennio per il raggiungimento della configurazione finale di fondo);

2) rimuovendo inizialmente la medesima quantità di materiale solido citata al punto precedente e poi programmando la rimozione mediamente di ulteriori 10.000 mc annui (valori desunti dall'analisi dell'Università di Genova) al fine di garantire "artificialmente" il mantenimento della condizione di fondo alveo voluta.

La quantità di materiale da rimuovere in entrambi gli scenari al momento della realizzazione delle opere è nell'ordine di 75.000 mc con riferimento alla configurazione di fondo dell'anno 2018: conteggiando che nel frattempo si è presumibilmente accumulato altro materiale sebbene non in maniera particolarmente significativa, si può stimare una quantità complessiva di materiale da rimuovere nell'ordine di 80.000 mc.

Tale ingente volumetria di materiale implica la necessità di individuare uno o più siti per il suo accumulo e/o ridislocazione e/o riutilizzo.

La modellazione idraulica con tale configurazione di fondo mostra come peraltro la piena duecentennale transiti ampiamente al di sotto del ponte esistente, con un franco idraulico rilevante, superiore ai 150 cm e con il contenimento del carico cinetico.

Si segnala come in questa fase per semplicità si è considerato l'abbassamento della quota di alveo come estesa a tutta la larghezza di fondo: sotto il punto di vista idraulico però, anche una sezione trapezia (medesima quota di fondo di quanto qui proposto, ma fondo al piede degli argini maggiormente rialzato) risulterebbe parimenti efficace.

Nell'ambito delle successive fasi progettuali si dovrà valutare l'effettiva configurazione di fondo alveo da raggiungere, anche in ragione dei profili di substrato roccioso (ovviamente si eviterà di martellare la roccia se non idraulicamente indispensabile).

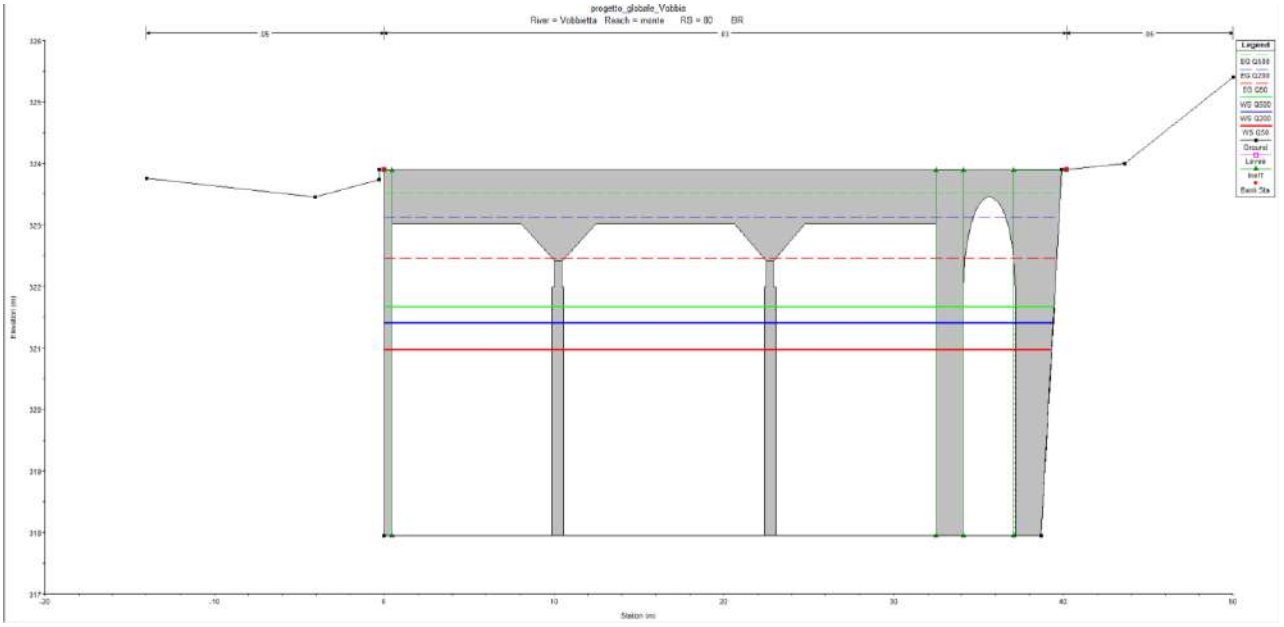


***figura 50**: sezione ponte esistente con fondo abbassato - modello idraulico di progetto globale - fuori scala*

L'abbassamento del fondo al di sotto del ponte rispetto allo stato attuale risulta nell'ordine dei 175 cm rispetto alla minima quota di fondo alveo attuale (indicativamente 75/80 cm al di sotto dello 0 dell'attuale scala graduata).

Stante il forte abbassamento di fondo alveo previsto, nell'ambito del presente studio idraulico si è ritenuto utile, nell'ambito della campagna di indagini propedeutiche alle opere di primo lotto, effettuare due assaggi in corrispondenza delle pile del ponte finalizzati a verificare quale fosse la quota fondazionale del manufatto: tali scavi di assaggio hanno permesso di accertare come la quota dello spiccato della fondazione delle due pile sia pari a circa 318,40 m s.l.m., pari dunque a circa 40 cm al di sotto dello zero della scala graduata posta in adiacenza ad una delle pile e ad oggi interessata dall'accumulo di materiale detritico sino ad un valore nell'intorno dei 180 cm: l'accumulo è pertanto superiore ai 200 cm in tale punto.

Tale misura è peraltro confermata dall'immagine seguente, ove l'asta graduata mostra un approfondimento di circa 180 cm rispetto alla quota del pelo libero dell'acqua, nettamente "sottomesso" rispetto al limite superiore del materiale in accumulo.



figura 51 : *vista verso monte assaggio pila destra ponte loc. Vobbietta*



figura 52: *assaggio pila sinistra ponte loc. Vobbietta*

Considerando che la quota di spiccato della fondazione è pari dunque a circa 318,40 m s.l.m., che tale fondazione presenterà presumibilmente un approfondimento minimo di 50/60 cm e che la quota di fondo alveo di progetto globale è pari a circa 318,00 m s.l.m., si può oggettivamente sostenere che l'intervento di abbassamento del fondo alveo non sia assolutamente incompatibile con il mantenimento del ponte.

Ovviamente il mantenimento in essere dell'attuale ponte non potrà prescindere da un'analisi strutturale sullo stesso, finalizzata a valutarne la capacità di resistenza futura all'impatto di un evento alluvionale significativo.

Analogamente a quanto riportato per il ponte, l'abbassamento del fondo alveo rispetto allo stato attuale richiede la valutazione della "resistenza" delle arginature esistenti con abbassamento del piede delle stesse di valori anche superiori a 2 metri.

Una volta stabilita la quota di fondo si è ritornati a valutare con maggiore dettaglio la configurazione del parapetto necessario in sinistra idraulica a monte e valle del ponte per garantire il contenimento delle piene con adeguato franco idraulico (valore massimo tra franco geometrico di 50 cm e il contenimento del carico cinetico, il tutto per un evento di piena duecentennale).

Nel caso particolare, si osservi come la viabilità comunale in sinistra parallela al torrente abbia un andamento a "corda molla" con una discesa piuttosto ripida tra le sezioni 105 e 100, poi ancora un calo di quote - seppur con pendenza inferiore - sino al minimo a quota 322,48 m slm (appena a monte della sezione 87) e poi una progressiva risalita sino alla quota, in prossimità del ponte, pari a circa 323,70: prevedere pertanto un parapetto di uguale altezza in tutte le sezioni porterebbe ad un'opera sempre più sovrabbondante e del tutto inutile più ci si avvicina al limite di monte del ponte.

Si è pertanto proceduto a valutare quale fosse la quota di testa del parapetto della sezione di minimo della viabilità (sezione 87), riportando poi in orizzontale tale quota sino ad incontrare il parapetto esistente subito a monte del ponte: la sezione 87 mostra come per Tr = 200 anni il livello idrico sia a quota 321,89 e la quota della relativa energia a 323,86. Al fine di porsi nella massima condizione di sicurezza, anche in ragione dell'arbitrarietà della forma del fondo che si verrà a creare (qui posta come orizzontale con quota pari alla quota media desunta dai profili di equilibrio dell'Università di Genova), si impone una quota di testa del parapetto pari a 324,00 (dunque 150 cm massimo rispetto alla quote della viabilità).

Riportando la quota 324,00 per tutto il tratto a valle, si "incrocia" la quota dell'attuale parapetto indicativamente alla sezione 84 (l'abbassamento del fondo alveo presupporrebbe la necessità di demolire e ricostruire il tratto di muratura arginale subito a monte del ponte, ma le quote di testa del parapetto rimarrebbero quelle attuali).
Verso monte, invece, partendo dalla sezione 87 la testa del parapetto dovrà alzarsi considerando che ovviamente anche la quota di fondo andrà a crescere; tuttavia la differenza di quota tra viabilità e testa del parapetto sarà ovunque inferiore a 150 cm.

Il parapetto così realizzato sarà tale da contenere ovunque la piena duecentennale con ampio franco idraulico sia con riferimento al franco geometrico che al carico cinetico associato alla piena.

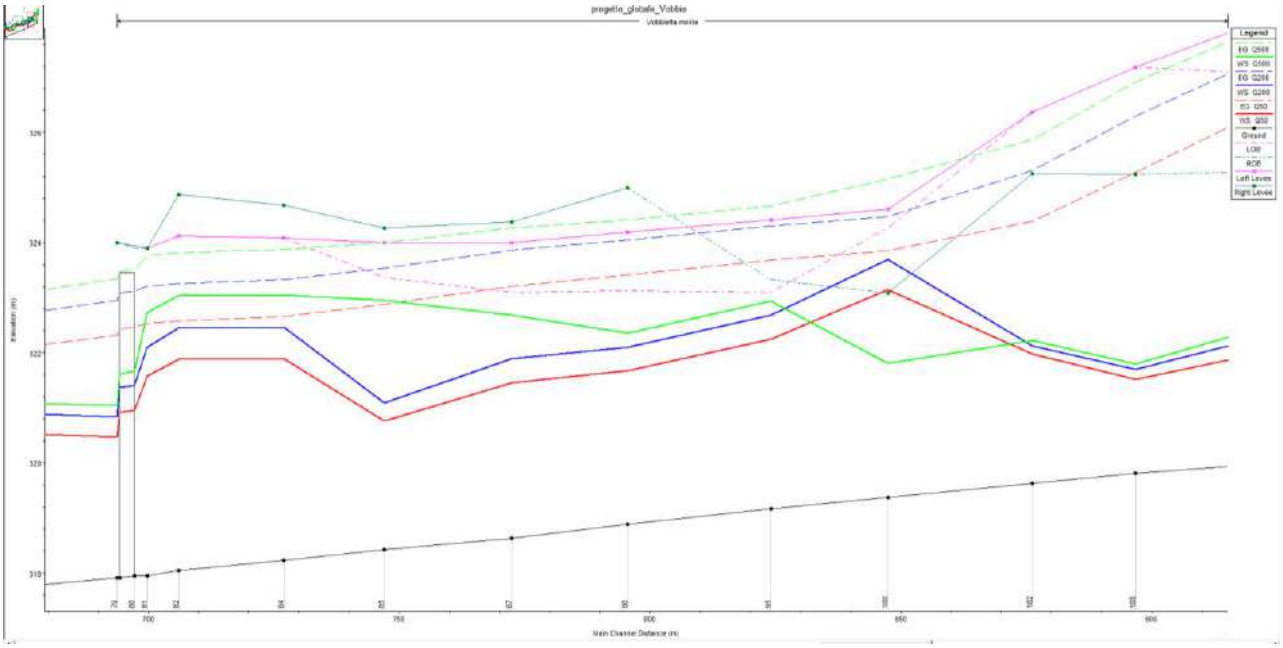


figura 53: *dettaglio profilo idraulico modello di stato di progetto globale - fuori scala*

Subito a valle del ponte si dovrebbe procedere a demolire e ricostruire la muratura arginale in sinistra al fine di adeguarla sotto l'aspetto fondazionale all'abbassamento del fondo alveo prevista, ma la quota di testa del parapetto potrebbe rimanere quella attuale, il tutto sino a pochi metri a valle della sezione 75, ove di fatto ha termine sia il nucleo abitato di Vobbietta sia la viabilità comunale in sinistra parallela al torrente.

Oltre alla realizzazione di nuovo muro d'argine in c.a. fondato peraltro alla quota di profilo di equilibrio (con diga abbassata o con asportazione materiale) e con quota testa muro di circa 1,50 ml superiore all'attuale sedime stradale (viabilità comunale) per tutto il tratto di torrente in sponda sinistra in corrispondenza dell'abitato di Vobbietta a monte e a valle del ponte, all'abbassamento del fondo alveo ed eventualmente al consolidamento del ponte stesso, si dovranno eseguire ulteriori opere per il raggiungimento della definitiva messa in sicurezza delle aree così come sinteticamente e in via del tutto preliminare di seguito elencate.

1) Immediatamente a monte della curva (riferimento sezione 110) dovrà essere creata una sorta di soglia/briglia atta a garantire un punto fisso alle quote di fondo alveo e garantire la stabilità della arginature a monte: nel tratto di monte peraltro sono evidenti alcuni affioramenti rocciosi e minori accumuli di materiale detritico e dunque il salto di fondo andrà a costituire il "collegamento" tra il profilo di equilibrio di valle con quanto esistente a monte.

Tale struttura è stata in questa fase ubicata a monte della curva in quanto:

- la sezione si presenta più stretta e dunque l'intervento risulta meno oneroso;
- la differenza di quota tra il profilo attuale e quello di equilibrio nella condizione di progetto risulta piuttosto limitata in tale sezione;
- la curva immediatamente a valle ha presentato criticità in sponda sinistra (esterno curva) nei recenti eventi alluvionali e dunque è assolutamente auspicabile avere condizioni di fondo alveo ribassato in tale tratto.

2) Si dovrà realizzare un muro/parapetto in sponda sinistra anche nel tratto a monte della curva a 90°, a protezione delle abitazioni ubicate a breve distanza dall'alveo (riferimento tratto sezioni 120-110).

3) Al fine di limitare i rigurgiti verso monte si dovrà peraltro prevede un allargamento delle sezioni in sinistra idraulica in corrispondenza della curva verso sinistra alle sezioni 55-30, fornendo al torrente una sezione utile di larghezza similare a quanto esistente a monte e valle.

4) In sponda destra si potrà prevedere invece la realizzazione di un tratto di scogliera arginale (sezioni 87-79) con quota di testa pari a quella del parapetto in sponda opposta.

5) Per quanto attiene il tratto terminale del rio Lavaggio andranno valutati gli effetti sul fondo alveo dell'abbassamento del torrente Vobbia in corrispondenza della confluenza; le sponde destra e sinistra dovranno essere ricostruite con gabbionate metalliche con riempimento in pietrame a sola esclusione del tratto prospiciente gli edifici in sponda sinistra in prossimità della confluenza, ove si prevede la realizzazione di un muro arginale in cls sormontato da un parapetto.

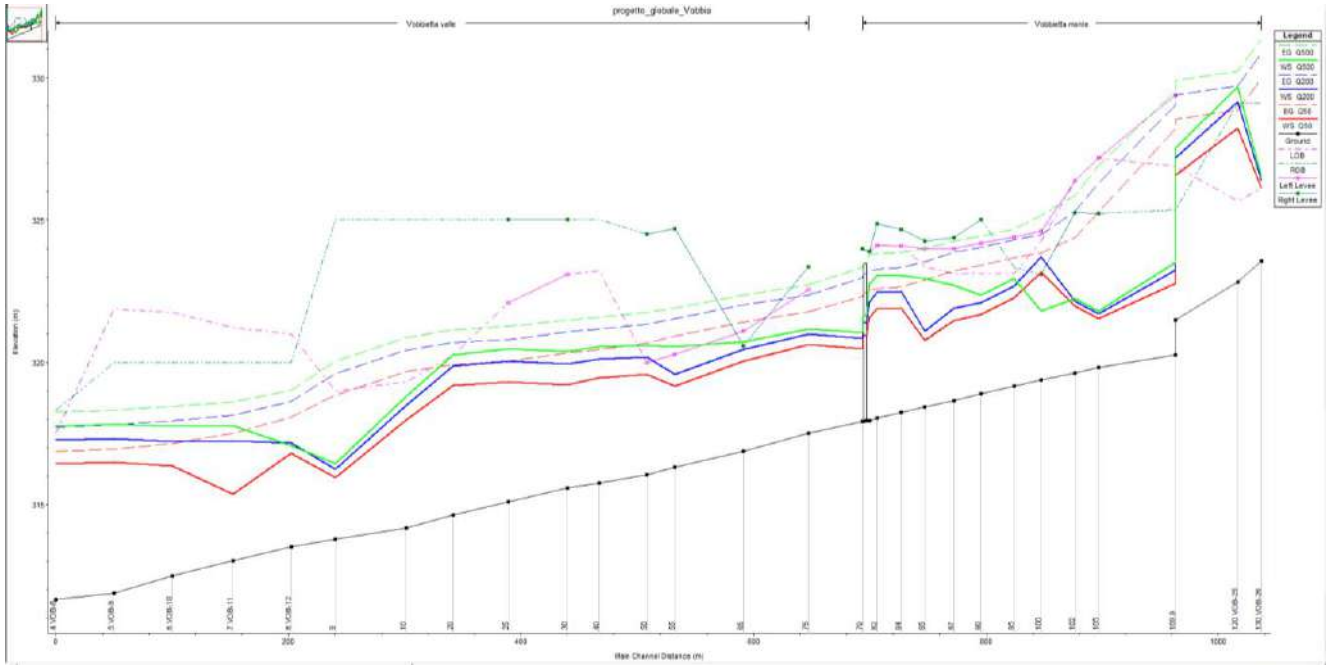


figura 54: *profilo idraulico modello di stato di progetto globale - fuori scala*

Si fa infine presente che l'intervento di abbassamento del fondo alveo, qualora si seguisse la strada di un abbassamento della diga esistente, potrebbe risultare anche compatibile con il mantenimento dello sfruttamento idroelettrico del salto esistente: ad esempio potrebbe essere inserita a progetto una condotta che consenta la presa della portata in corrispondenza del salto di fondo da crearsi a monte della curva a 90° per poi mantenere la centralina in adiacenza al salto che sarebbe notevolmente ribassato. Tali eventuali soluzioni andrebbero concordate con gli Enti competenti nonché ovviamente con il soggetto gestore.

Suddivisione intervento in lotti

L'intervento di sistemazione globale proposto in precedenza potrà essere suddiviso in lotti funzionali, ciascuno dei quali consentirà un incremento della sicurezza idraulica delle aree.

I lotti compresi tra il numero 2 e il numero 6 potranno essere cronologicamente interscambiati, così come una serie di interventi di rimozione di materiale detritico in alveo avrebbero effetti assolutamente positivi sull'incremento della sicurezza dei luoghi; tuttavia, la rimozione dell'intera quantità di materiale in accumulo sino al raggiungimento della configurazione di fondo alveo di progetto non potrà prescindere dal rifacimento delle arginature o quantomeno dalla loro verifica fondazionale in ragione del fatto che queste dovranno essere "pronte" a sopportare un cospicuo abbassamento del fondo alveo.

Tutte le opere a progetto dovranno ovviamente prevedere fondazione compatibile con il futuro abbassamento del fondo alveo.

I lotti possono essere ipotizzati come di seguito riportato:

- **Lotto 1**: realizzazione di muri/parapetti lungo la sponda sinistra del torrente Vobbia a protezione del centro abitato di Vobbietta con particolare priorità al tratto a monte del ponte con minore altezza spondale, sino all'esaurimento del finanziamento regionale ottenuto;
- **Lotto 2**: realizzazione dei restanti muri/parapetti lungo la sponda sinistra del torrente Vobbia a monte e valle del ponte nonché per il tratto a monte della curva a 90°;
- **Lotto 3:** realizzazione di scogliere arginali in sponda destra del torrente Vobbia nel tratto immediatamente a monte del ponte esistente;
- **Lotto 4:** allargamento delle sezioni nel tratto a valle dell'abitato di Vobbietta in sponda sinistra ed altri eventuali interventi di sottomurazione di arginature esistenti;
- **Lotto 5:**interventi di sistemazione del tratto terminale del rio Lavaggio;
- **Lotto 6:** eventuali interventi di consolidamento del ponte esistente finalizzati a garantirne la compatibilità con il futuro abbassamento del fondo alveo a progetto;
- **Lotto 7:** abbassamento del fondo alveo sino al raggiungimento della configurazione di fondo (profilo di equilibrio) di progetto globale attraverso le due alternative già precedentemente ricordate: rimozione una tantum del materiale ad oggi in accumulo seguita da periodica rimozione (cadenza annuale) del materiale che via via si andrà ad accumulare oppure abbassamento della diga esistente.

Effetto idraulico solo lotto 1

Per quanto attiene l'effetto idraulico ottenibile con la realizzazione del solo lotto 1, di seguito si riportano alcune considerazioni di massima; per maggiori dettagli si rimanda alla documentazione relativa alla progettazione definitiva specifica di quel lotto.

Il solo lotto 1 (realizzazione di muro arginale in sponda sinistra sino all'esaurimento delle risorse economiche disponibili – riferimento finanziamento Regionale di € 600.000,00) ovviamente non garantirà una messa in sicurezza delle aree, ma consentirà quantomeno una mitigazione del rischio in essere, intervenendo a protezione del tratto di arginatura a monte del ponte esistente, come noto ad oggi caratterizzato da una sorta di "corda molla" con ridottissima differenza di quota tra la testa del parapetto e l'alveo.

Ad oggi la modellazione idraulica mostra come la massima portata in grado di transitare al di sotto del ponte sia nell'ordine dei 390 mc/s. Ma a partire da circa 220 mc/s si verificano delle fuoriuscite a monte (rif. sezione 90), cosa peraltro ampiamente dimostrata dall'evento alluvionale del 2014, ove l'impalcato del ponte non veniva sormontato dalla piena, ma si sono verificate abbondanti fuoriuscite a monte.

Mediante l'opera di cui al lotto 1 la portata massima contenuta in alveo passerebbe da circa 220 mc/s a circa 390 mc/s (aumento della portata defluente nettamente oltre il 50 %) con un evidente incremento della sicurezza idraulica delle aree limitrofe (nucleo abitato di Vobbietta).

Ulteriori considerazioni idrauliche

Sulla base della modellazione di stato di progetto globale precedentemente descritta, sono state effettuate ulteriori prove idrauliche, finalizzate a valutare la stabilità della stessa: in primis si è proceduto a diminuire significativamente il fattore Ks, al fine di simulare la presenza rilevante di materiale solido associato alle piene.

Ks è stato dunque abbassato dal valore iniziale di 33 $m^{1/3}/s$ a 20 $m^{1/3}/s$.

Anche in tale configurazione la piena duecentennale continua ad essere contenuta ovunque all'interno delle sezioni idrauliche, a conferma dell'assoluta stabilità della modellazione.

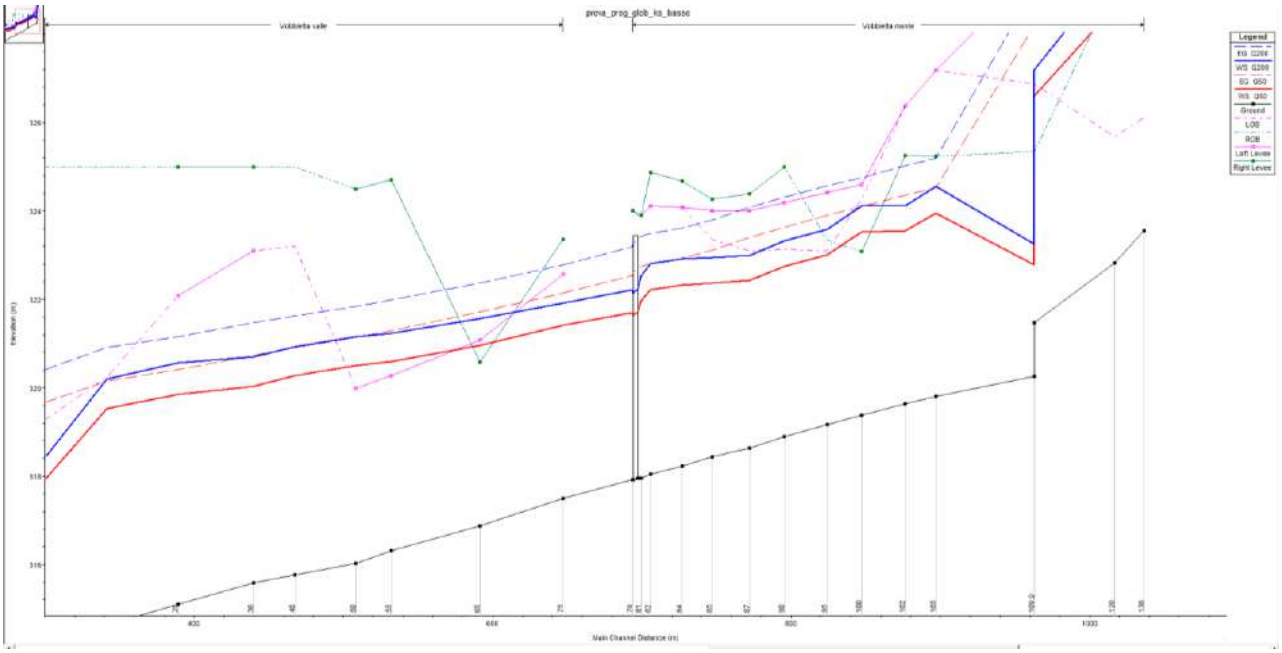


figura 55: *profilo idraulico modello di stato di progetto globale con Ks 20 $m^{1/3}/s$ - fuori scala*

Anche il transito al di sotto dell'impalcato del ponte sarebbe garantito, peraltro con un franco idraulico ancora significativo (80 cm per la piena di Tr = 200 anni).

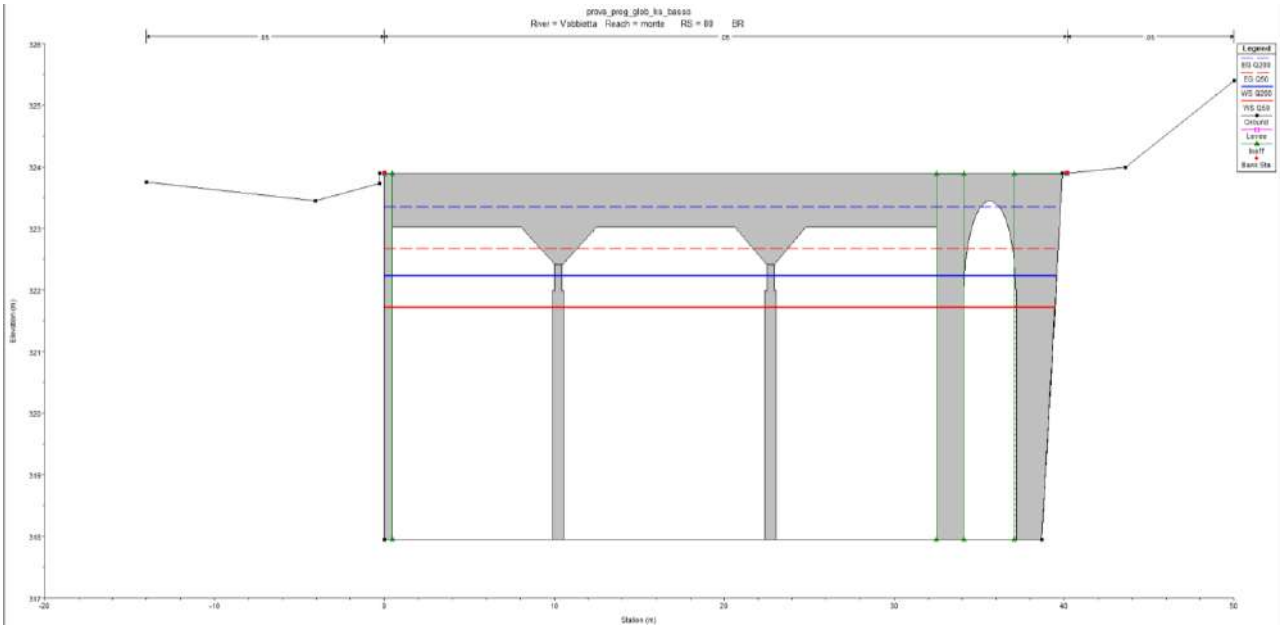


figura 56: *sezione ponte modello di stato di progetto globale con Ks 20 $m^{1/3}/s$ - fuori scala*

Per quanto attiene la <u>presenza di curve</u> lungo il tratto analizzato, l'unica significativa risulta quella ad angolo retto tra le sezioni 110 e 105, ove nonostante un'arginatura di altezza notevole rispetto quanto presente a valle, la presenza di un cambio di direzione così secco provoca ad oggi fuoriuscite di portata.



figura 57:*immagine tratta da video durante evento alluvionale 2011*
tratto con curva ad angolo retto con evidenti esondazioni lungo la viabilità comunale in sinistra

L'ubicazione della soglia-briglia è stata fissata a monte della suddetta curva proprio per ridurre il rischio di fuoriuscite a esterno curva: in tale tratto il fondo sarà infatti abbassato di circa 200 cm e dunque i livelli idrici e il relativo carico cinetico saranno ampiamente contenuti all'interno dell'attuale parapetto (la muratura dovrà essere presumibilmente rifatta per adeguarsi alle quote di fondo di progetto, ma senza variazioni sotto l'aspetto geometrico).

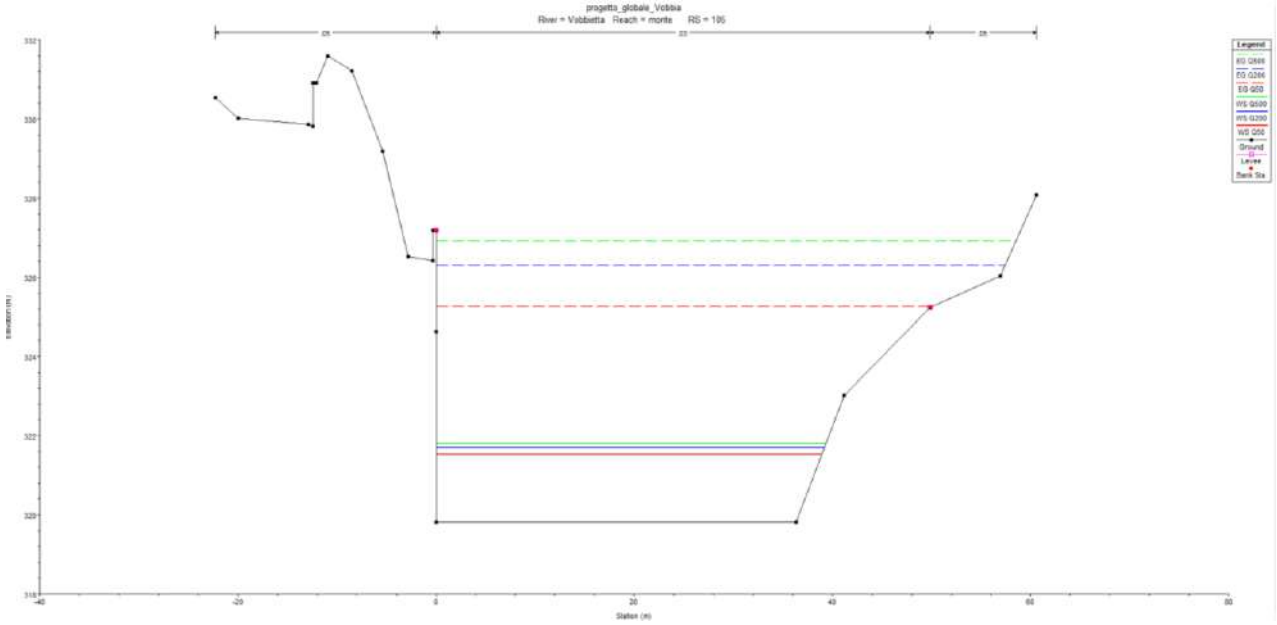


figura 58: *modello di progetto globale - sezione 105 immediatamente a valle curva – fuori scala*

Sempre a partire dalla modellazione di stato di progetto globale è stata poi effettuata un'ulteriore prova idraulica: si è verificato cosa accadrebbe se si verificasse un accumulo di 50 cm sul fondo di ogni sezione rispetto alla configurazione progettuale scelta; tale prova ha un doppio scopo:

1) verificare se la configurazione scelta è in grado di "reggere" un accumulo di diverse migliaia di mc di materiale detritico, confermando la stabilità della modellazione proposta;
2) andare a descrivere perché si sia scelto proprio quel profilo di fondo (corrispondente a -550 cm di eventuale abbassamento della diga) e non ad esempio uno con 50 cm di abbassamento in meno.

Il modello idraulico così realizzato mostra in primis il contenimento delle piene in tutte le sezioni, senza alcuna eccezione.

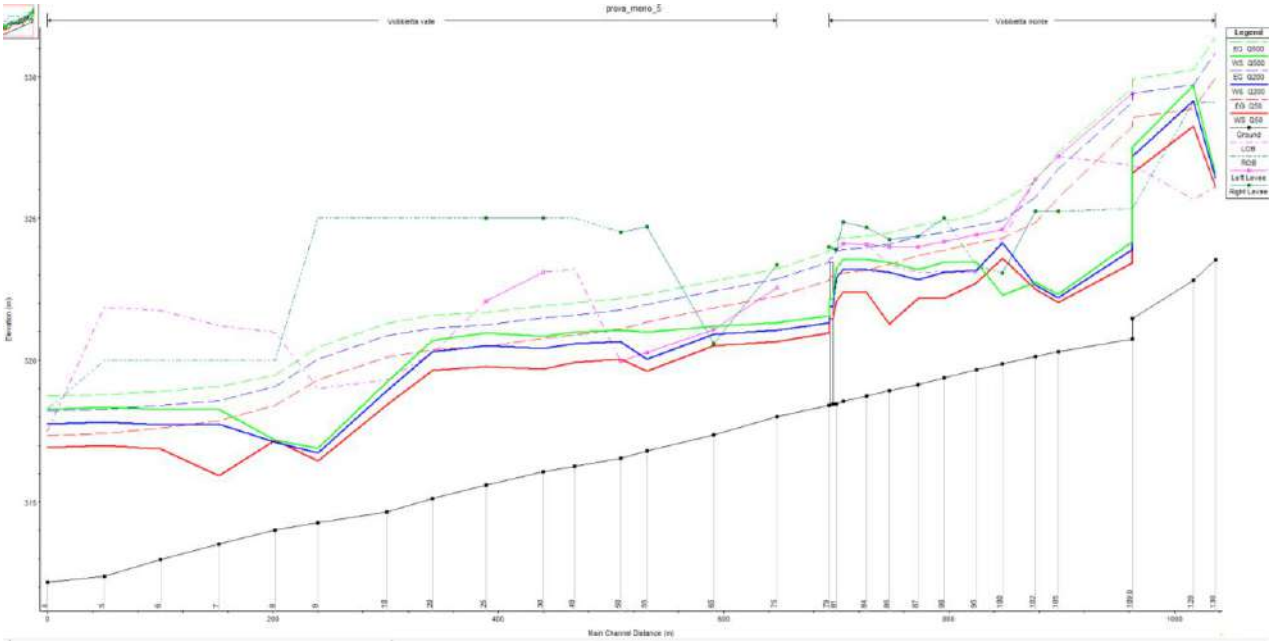


figura 59: *profilo idraulico modello di stato di progetto globale con fondo rialzato di 50 cm*

Al di sotto del ponte il franco idraulico geometrico risulta nell'ordine dei 110/120 cm, dunque assolutamente "rassicurante".

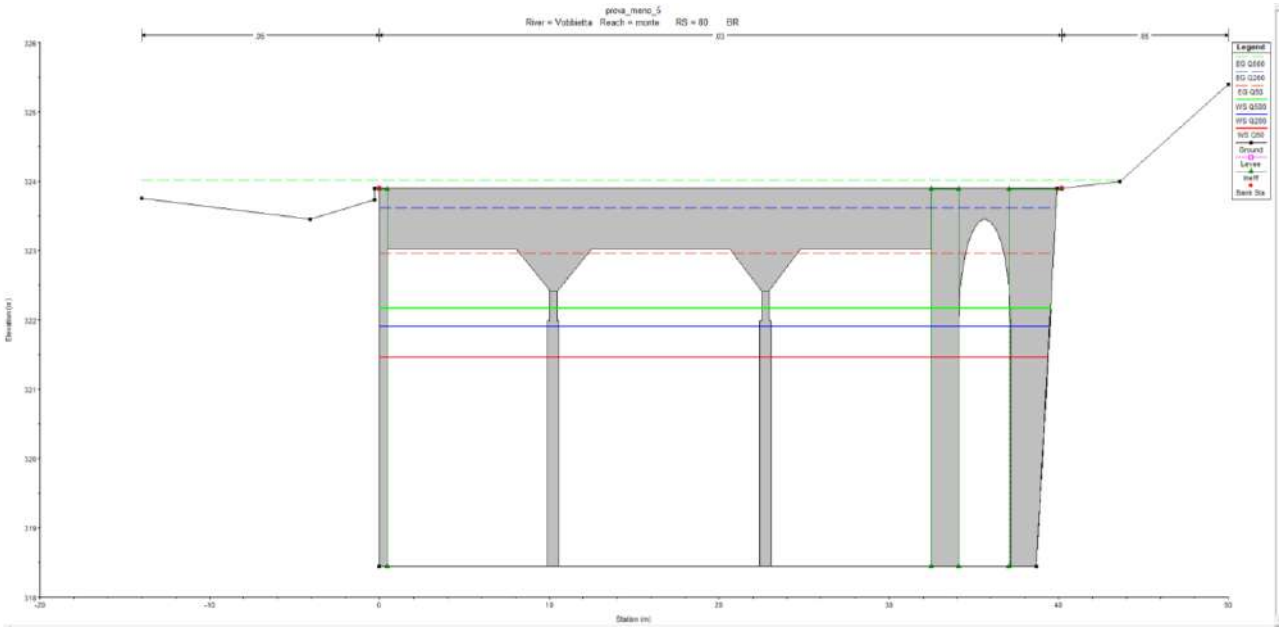


figura 60: *sezione 80U (ponte) - modello di stato di progetto globale con fondo rialzato di 50 cm*

Ovviamente non potrà essere contenuto in ogni sezione il carico cinetico: in particolare, nella sezione 87 la differenza di quota tra la viabilità esistente e il carico cinetico è pari a 186 cm: è proprio il superamento dei 150 cm che si sono presi come "soglia" massima per l'altezza dei parapetti che è stato scelto il profilo di fondo alveo proposto e non uno a quota superiore, con quindi un abbassamento della diga leggermente inferiore.

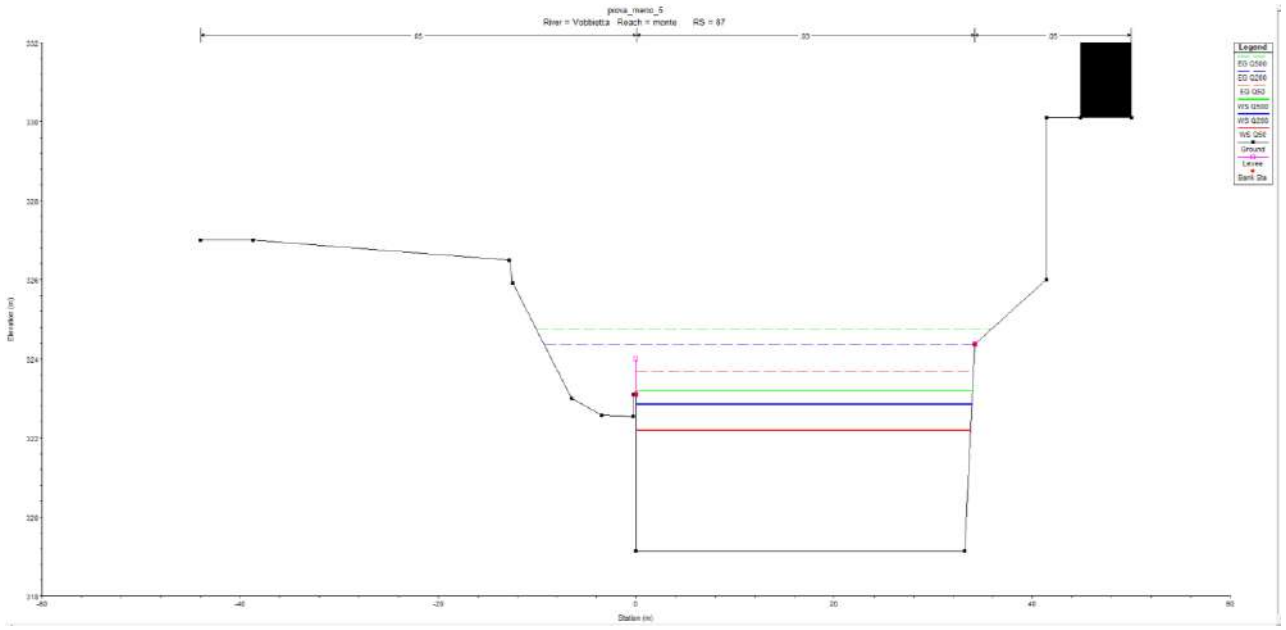


figura 61 *:sezione 87 - modello di stato di progetto globale con fondo rialzato di 50 cm*

Inoltre, affidando la messa in sicurezza globale ad un profilo di fondo certamente studiato con metodi scientifici, ma pur sempre basato su una modellazione e su un ripetersi ciclico di eventi e dunque in forma statistica, si ritiene più opportuno porsi nelle massime condizioni di sicurezza possibili (caso con abbassamento del fondo corrispondente ad un eventuale abbassamento della diga di 5,50 m) e fondare il muro arginale di cui al primo lotto in forma compatibile con questo abbassamento.

Se a seguito di ulteriori studi, riunioni etc si pervenisse ad una soluzione di sistemazione globale con fondo alveo lievemente meno approfondito, l'opera già realizzata continuerebbe ad essere assolutamente valida e funzionale, mentre nel caso opposto (opera fondata più superficialmente rispetto alla quota di fondo necessaria alla messa in sicurezza finale) la muratura risulterebbe ovviamente incompatibile con l'intervento globale e necessiterebbe ad esempio di sottomurazioni.

Si sottolinea infine come i livelli idrici raggiunti nel tratto a monte del ponte esistente siano (nella configurazione di progetto globale) del tutto indifferenti alla presenza del ponte stesso. Pertanto, anche in caso di un futuro possibile intervento di rifacimento del ponte (per motivi funzionali, statici etc), questo non influenzerebbe in alcun modo l'altezza necessaria alle arginature a monte del ponte, in particolare nel tratto interessato dalle opere di primo lotto.

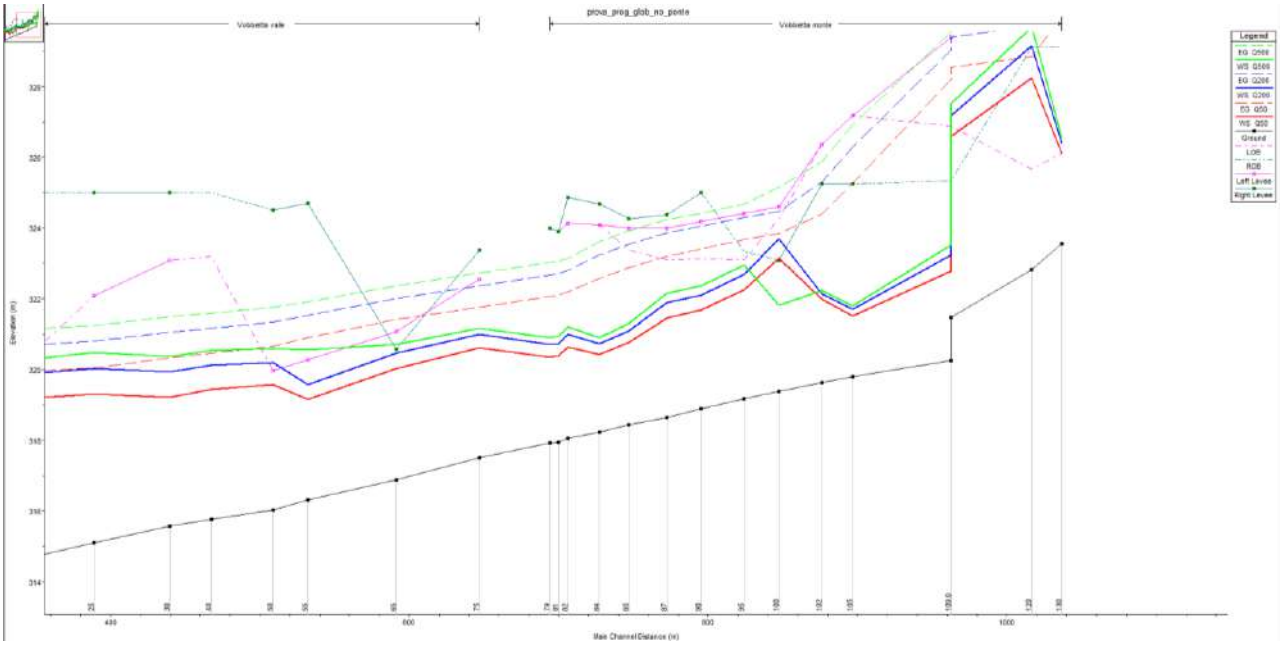


figura 62:*profilo idraulico modello di stato di progetto globale con eliminazione ponte*

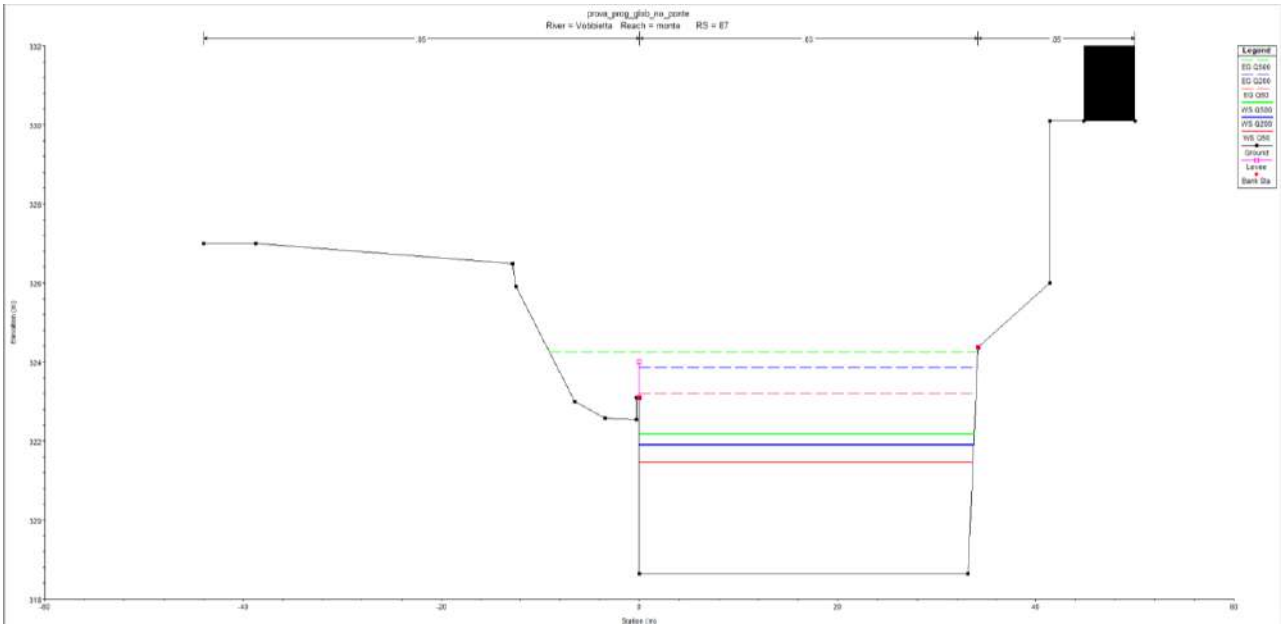


figura 63:*sezione 87 modello di stato di progetto globale con eliminazione ponte*

Aspetti ambientali

Di seguito si riportano alcune preliminari indicazioni in merito all'inserimento ambientale delle opere necessarie alla sistemazione globale del tratto.

Si fa qui presente che l'unico tratto ove si dovranno prevedere murature in c.a. è costituito dalla sponda sinistra del torrente Vobbia in corrispondenza dell'abitato di Vobbietta, dove per motivi di spazio disponibile risulta questa essere la tipologia costruttiva maggiormente idonea; peraltro quanto previsto andrebbe a sostituire un'opera del tutto simile, in quanto è già ad oggi presente un muro in cls con parapetto, sebbene ovviamente in alcuni punti più basso di quanto necessario alla messa in sicurezza delle aree.

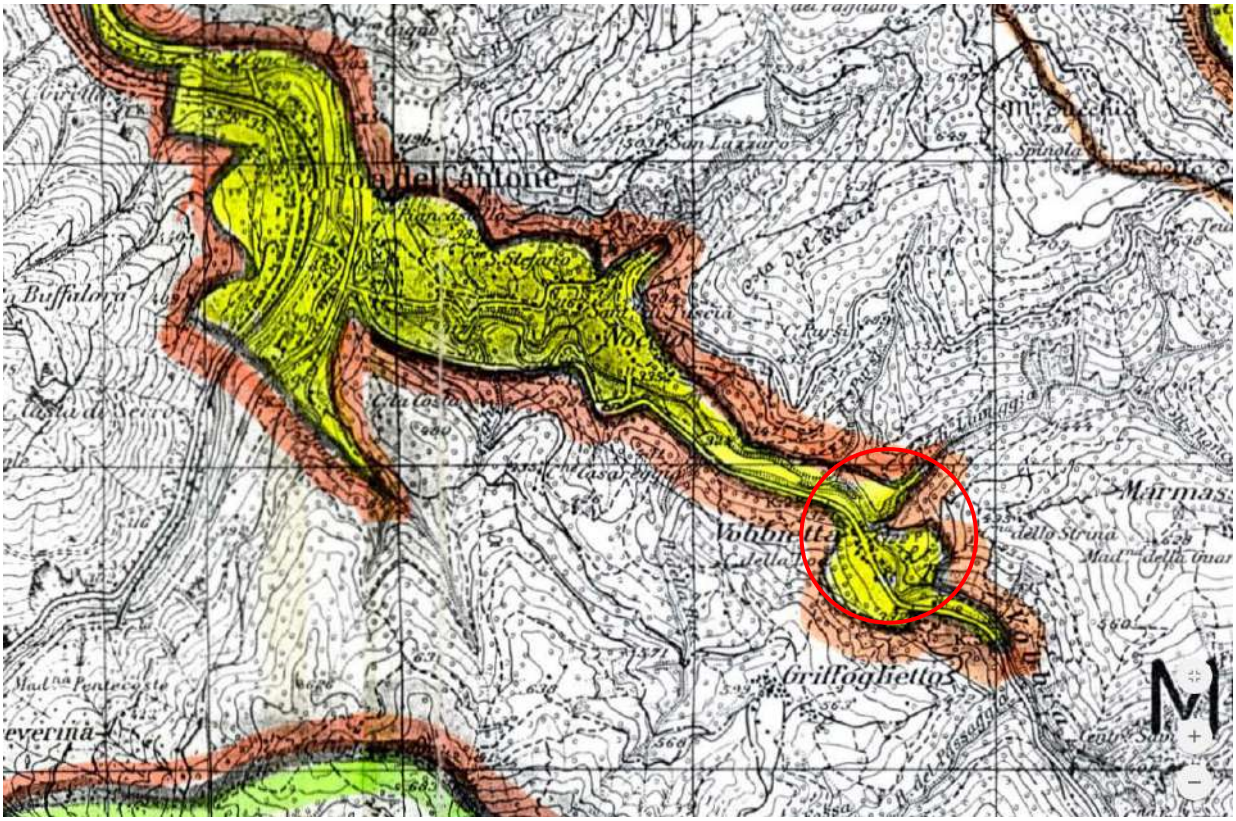
Le restanti opere sono costituite da scogliere in massi naturali, una soglia/briglia in massi naturali, sottomurazioni e asportazione di materiale.

Al fine di valutare l'inserimento delle opere a progetto nel contesto ambientale circostante, in primis si sono analizzati i vincoli architettonici, archeologici e paesaggistici: il torrente Vobbia risulta nel tratto ampiamente al di fuori da aree vincolate.



figura 64: *stralcio carta dei vincoli architettonici, archeologici e paesaggistici tratto da liguriavincoli.it - fuori scala*

Analizzando le Aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico - R.D. n. 3267/1923 art. 2 - il tratto è interamente contenuto nelle aree colorate in giallo e dunque sottozone di terreno escluse dal vincolo.



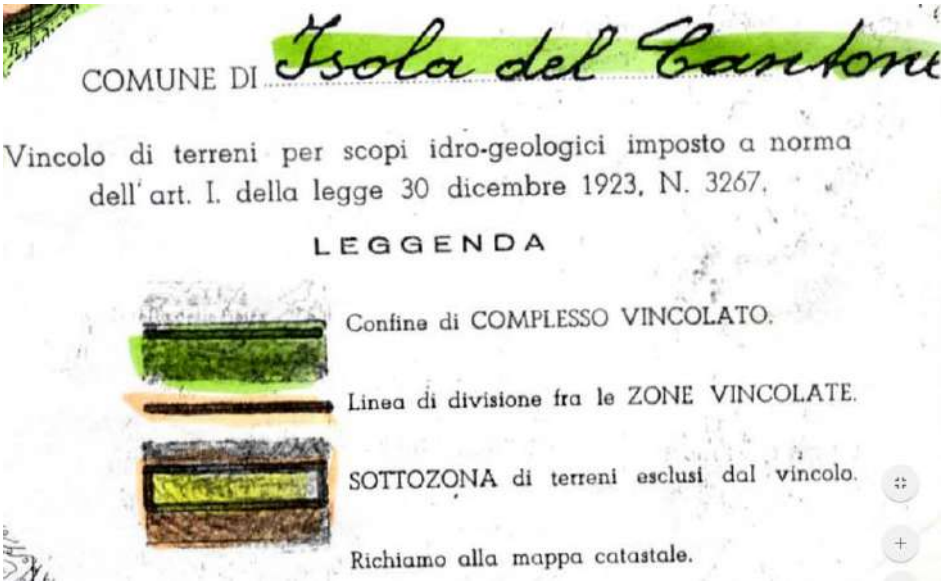


figura 65: *stralcio carta Aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico - R.D. n. 3267/1923*

Le aree risultano inoltre del tutto esterne anche ad aree sottoposte a S.I.C., Z.P.S., zone rilevanti per Habitat Rete Natura 2000 etc.



figura 66: *stralcio carta zone rilevanti per la salvaguardia dei siti di interesse comunitario della Rete Natura 2000 e Misure di Conservazione valide per i SIC Alpini Liguri - fuori scala*

Trattandosi comunque di un corso d'acqua peraltro di dimensioni notevoli, sarà necessario ottenere autorizzazione paesaggistica, stante la presenza di aree tutelate per legge (art.142 del D.Lgs. n. 42/2004 - punto c - i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna).

Per quanto attiene la necessità di procedura di verifica di assoggettabilità alla VIA/screening, si fa presente quanto segue.

All'interno del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006) - allegato IV alla parte seconda – si riporta in merito ai progetti sottoposti alla Verifica di assoggettabilità di competenza delle regioni e delle province autonome di Trento e Bolzano, con particolare riferimento al punto 7 lettera o): "*o) opere di regolazione del corso dei fiumi e dei torrenti, canalizzazione e interventi di bonifica ed altri simili destinati ad incidere sul regime delle acque, compresi quelli di estrazione di materiali litoidi dal demanio fluviale e lacuale*".

In merito all'interpretazione di tale punto, la Regione Liguria ha fatto richiesta di parere al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (richiesta con nota prot. PG/2017/0230279 del 30/06/2017 acquisita dal prot. DVA-15438 del 03/07/2017. Il Ministero ha risposto con nota "Registro Ufficiale U. 0016726 del 13/07/2017" in cui si specifica che *"nella tipologia di progetti in oggetto rientrano tutte le opere idrauliche finalizzate a regolare le portate di piena dei corsi d'acqua ed a prevenire fenomeni alluvionali per la conseguente riduzione del rischio idraulico, rappresentate tipicamente, ma non esclusivamente, da arginature"*. Sempre all'interno della medesima nota, si fa riferimento ad una Circolare della Regione Lombardia del 1/9/2016 n. 17, specificando che: "*la citata Circolare Regionale 17/2016 inoltre, considerata la molteplicità delle fattispecie e delle casistiche progettuali inerenti le opere di regolazione dei corsi d'acqua e la necessità di valutare caso per caso la consistenza degli adeguamenti, anche in quota di arginature esistenti, dispone che <<l'autorità competente all'approvazione e/o autorizzazione del progetto giunga a specifiche determinazioni circa l'assoggettamento o meno a verifica di V.I.A. del progetto in argomento, dandone atto nel provvedimento di approvazione>>*".

A seguito di quanto sopra, la regione Liguria con propria D.G.R. n° 59 del 02/02/2018 ha specificato le tipologie progettuali che rientrano nel campo di applicazione della norma vigente in materia di V.I.A. Tra queste opere vengono ricomprese - comma 2. punto c) - nuove arginature finalizzate a contenere le portate di piena in alveo. Con atto di indirizzo e coordinamento di cui alla D.G.R. n° 107 del 21/02/2018 la stessa regione Liguria ha fornito indicazioni per l'esercizio delle funzioni in materia di V.I.A.

Il tratto oggetto di analisi è però del tutto esterno sia a zone protette da Rete Natura 2000 (SIC, ZSC, ZPS) sia dalle aree considerate sensibili ai sensi del DM 30/03/2015 e più in particolare al di fuori di:

- 4.3.1 - zone umide;
- 4.3.2 – zone costiere;
- 4.3.3 – zone montuose;
- 4.3.7 – centri abitati > 50.000 abitanti e densità > 500 abitanti/kmq;
- 4.3.8 – presenza immobili e aree art. 136 del D.lgs. 42/2004