Diritti riservati ex art. 2578 C.C. - Riproduzione e consegna a terzi solo su specifica autorizzazione.

Comune di Vogogna

Provincia di Verbano-Cusio-Ossola

Regione Piemonte

INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO IN SPONDA SINISTRA DEL FIUME TOCE

CUP: B18H21000190002 - CIG: B2FD9764D5

PROGETTO DI FATTIBILITÁ TECNICO-ECONOMICA

OGGETTO

01. ELABORATI DESCRITTIVI

RELAZIONE TECNICA

TIMBRI E FIRME

SRIA s.r.l.
STUDIO ROSSO INGEGNERI ASSOCIATI
VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it

ing. Luca AGAGLIATE
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n.10452F

ing. Santo LA FERLITA
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n.10943X

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE	
DATA	APR/2025	
COD. LAVORO	700/SR	
TIPOL. LAVORO	P	
LOTTO	-	
STRALCIO	-	
SETTORE	1	
TIPOL. ELAB.	RG	
TIPOL. DOC.	E	
ID ELABORATO	01	
VERSIONE	0	

REDATTO
ing. Francesca ALLIEGRO

CONTROLLATO
ing. Luca AGAGLIATE

APPROVATO
ing. Santo LA FERLITA

ELABORATO

P-1.1

INDICE

1. PREMESSA 2

2. INQUADRAMENTO GENERALE 3

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 3
2.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO 4
2.2.1 Rio delle Chiese 6
2.2.2 Tocetta 9
2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO 12

3. PIANIFICAZIONE VIGENTE E STUDI ESISTENTI 14

3.1 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME TOCE – P.A.I. 14
3.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONALE – P.G.R.A. 21
3.3 PROGETTO DEGLI "INTERVENTI SULL'ARGINE IN SX DEL FIUME TOCE" – ENI REWIND 22
3.4 PIANO REGOLATORE COMUNALE DI VOGOGNA – P.R.G.C. 26
3.5 STATO DEL CORPO IDRICO E OBIETTIVI AMBIENTALI 27

4. EVENTO ALLUVIONALE DEL 2-3 OTTOBRE 2020 29

4.1 ANALISI METEO-PLUVIOMETRICA 29
4.2 ANALISI IDROMETRICA 37
4.3 EFFETTI AL SUOLO 40

5. CAMPAGNE DI SOPRALLUOGO E RILIEVO TOPOGRAFICO 42

6. INTERVENTI IN PROGETTO 44

6.1 CRITICITÀ IDRAULICHE E OBIETTIVO DEGLI INTERVENTI 44
6.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO 45
6.2.1 Arginature Rio delle Chiese 46
6.2.2 Argine Via Piano di Vogogna 47
6.2.3 Interventi lungo la Tocetta, in corrispondenza della confluenza con il Rio delle Chiese 48
6.2.4 Nuovo manufatto di attraversamento di via Calami 49
6.2.5 Chiusura dei varchi lungo il rilevato ferroviario 50

7. ASPETTI DI VINCOLO TERRITORIALE E AMBIENTALE 53

7.1 SINTESI DEI VINCOLI E AUTORIZZAZIONI NECESSARIE 53

8. CANTIERIZZAZIONE, TERRE E ROCCE DA SCAVO E GESTIONE DELLE INTERFERENZE 54

8.1 CANTIERIZZAZIONE E CRONOPROGRAMMA 54
8.2 GESTIONE DELLE INTERFERENZE 54
8.3 GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO 55

1. PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la relazione tecnico-illustrativa del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo agli **interventi di mitigazione del rischio idraulico in sponda sinistra del fiume Toce**, nel territorio del Comune di Vogogna (VB).

L'incarico per la redazione per presente progetto di fattibilità tecnico ed economica è stato affidato dal Comune di Vogogna allo Studio Rosso Ingegneri Associati, a seguito del precedente affidamento relativo allo *"Studio finalizzato alla definizione delle criticità idrauliche generate dal Fiume Toce in Comune di Vogogna e relativo proposta di interventi di mitigazione del rischio idraulico, alla luce degli estesi allagamenti provocati dall'evento alluvionale dell'ottobre 2020".*

La presente relazione ha l'obiettivo di fornire un quadro chiaro e approfondito del contesto territoriale e ambientale dell'area oggetto di intervento, descrivendone le principali caratteristiche geomorfologiche, idrografiche e geologiche, e soffermandosi sulle criticità idrauliche rilevate, in particolare in occasione del significativo evento di piena verificatosi nell'ottobre 2020, che ha interessato ampie porzioni urbanizzate del territorio comunale.

Gli interventi previsti sono finalizzati alla riduzione del rischio idraulico lungo il tratto terminale del Rio delle Chiese, in particolare nella porzione compresa tra il rilevato ferroviario della linea Milano–Domodossola e la confluenza nel Fiume Toce, dove le condizioni morfologiche e idrauliche attuali determinano una maggiore esposizione a fenomeni di rigurgito, esondazione e allagamento.

Il progetto si fonda sull'integrazione tra rilievi topografici in sito, analisi idrologico-idrauliche, modellazioni numeriche e valutazioni di compatibilità territoriale, finalizzate a definire le opere necessarie per garantire condizioni di maggiore sicurezza per l'abitato e le infrastrutture presenti.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Gli interventi oggetto del presente progetto ricadono nel territorio comunale di Vogogna, in provincia del Verbano-Cusio-Ossola, situato nella parte centrale della Val d'Ossola. Il Comune, inserito nel circuito dei "*borghi più belli d'Italia*", è stato insignito nel 2011 della "*Bandiera arancione*" del Touring Club Italiano. Il centro storico, di impianto medievale, è ben conservato e caratterizzato dalla presenza del Castello Visconteo, da un tessuto urbano compatto e da un sistema di viuzze lastricate e abitazioni in pietra, che ne valorizzano il pregio storico e architettonico.

Figura 1 – Inquadramento geografica del Comune di Vogogna

L'area interessata dagli interventi si sviluppa in sponda sinistra del fiume Toce e interessa, in particolare, il tratto terminale del Rio delle Chiese, corso d'acqua secondario che attraversa parte dell'abitato.

Come evidenziato in Figura 2, le opere si localizzano nell'area compresa tra il rilevato ferroviario della linea Milano – Domodossola e la confluenza del Rio delle Chiese nel Fiume Toce.

Il contesto territoriale è caratterizzato da una stretta interazione tra elementi naturali e antropici, con la presenza di infrastrutture viarie e ferroviarie, aree urbanizzate e ambiti golenali, in un tratto vallivo che risulta particolarmente sensibile sotto il profilo idraulico e morfologico. Il comune di Vogogna, incluso nel Parco Nazionale della Val Grande, presenta un contesto ambientale di elevato valore naturalistico, soggetto tuttavia a criticità legate al rischio idraulico e all'instabilità delle dinamiche fluviali del Toce e dei suoi affluenti minori.

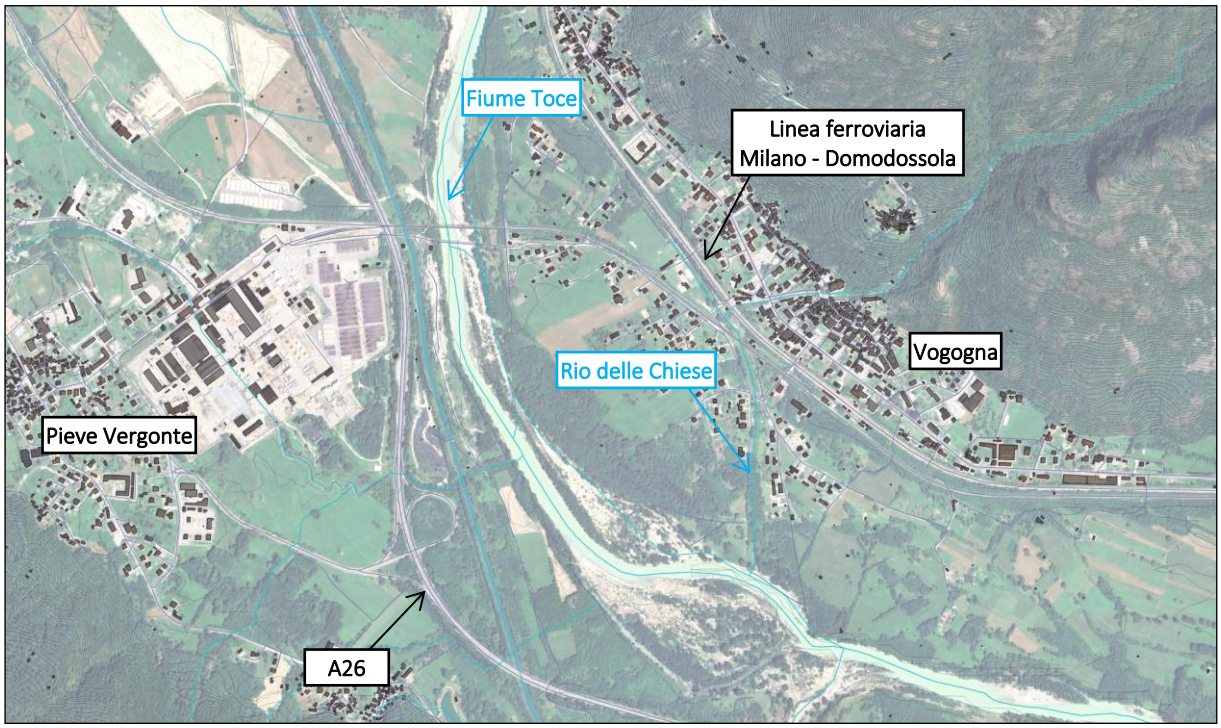


Figura 2 – Inquadramento dell'area oggetto d'intervento

2.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Il bacino idrografico del fiume Toce si estende su una superficie complessiva di circa 1.778 km², dei quali circa il 90% (1.607 km²) ricade in territorio italiano e la restante parte in territorio svizzero. L'intero bacino si sviluppa in ambito montano e presenta una morfologia complessa, con elevati dislivelli altimetrici e diffuse aree glaciali e paraglaciali, che condizionano in modo significativo la risposta idrologica del sistema. Il Toce percorre per intero la Val d'Ossola, raccogliendo numerosi affluenti e risultando caratterizzato da elevati deflussi e da piene impulsive, favorite dall'elevata altitudine del bacino e dalle intense precipitazioni meteoriche tipiche dell'area.

Il fiume ha origine presso il Lago del Toggia, a quota 2.191 m s.l.m., in prossimità della Punta di Valrossa. Tra i principali affluenti di destra si annoverano i torrenti Devero, Diveria, Bogna, Ovesca, Anza e, in prossimità della foce, lo Strona; tra quelli di sinistra, i torrenti Isorno e Melezzo Occidentale, che confluiscono entrambi in corrispondenza dell'area di Domodossola. I corsi d'acqua affluenti sono caratterizzati dalla presenza di ampie conoidi di deiezione nel fondovalle, espressione dell'intensa attività erosiva nelle zone montane e del conseguente trasporto solido verso valle.

Nel tratto compreso tra la confluenza dell'Isorno e Piedimulera, il Toce assume un andamento sinuoso, con una struttura dell'alveo che passa da pluricursale ramificata a monocursale con barre instabili a partire da Villadossola fino a Ponte di Masone. In questo segmento confluiscono in destra idrografica i torrenti Bogna, Ovesca e Anza, e in sinistra l'Isorno e il Melezzo Occidentale. Nell'ampia piana alluvionale di Masera, caratterizzata da un assetto morfologico pianeggiante e aperto, il fiume conserva un regime ancora a carattere torrentizio, con una tendenza

alla divagazione e all'espansione. In prossimità di Domodossola, l'alveo si restringe e viene contenuto da due argini artificiali, che accompagnano il fiume fino alla fine dell'area urbana.

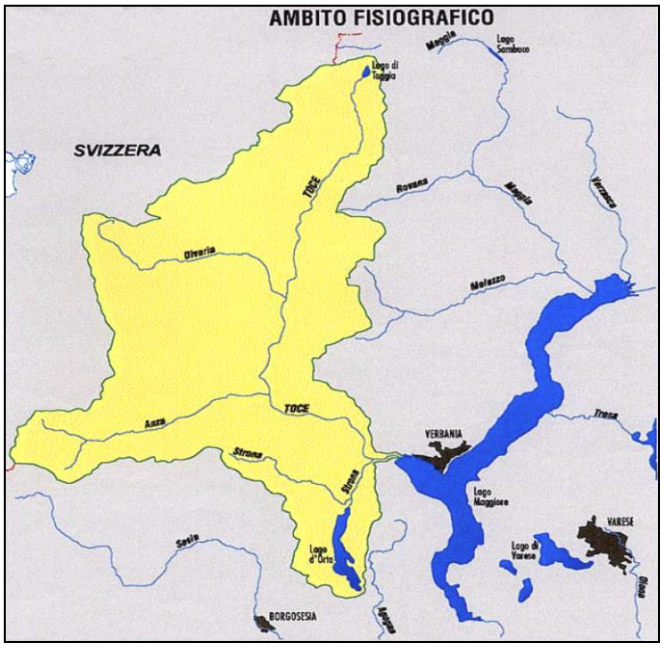


Figura 3 – Ambito fisiografico
(Fonte: Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi - Bacino del Toce)

A valle di Domodossola, la valle dell'Ossola assume le caratteristiche tipiche di una valle glaciale a "U", con versanti acclivi e un fondovalle ampio, dove il fiume presenta un tracciato sinuoso, parzialmente condizionato dalla presenza di infrastrutture stradali e ferroviarie disposte parallelamente al corso d'acqua. I fenomeni erosivi, prevalentemente localizzati, sono rilevabili lungo tutto il tratto che va da Domodossola allo sbocco nel Lago Maggiore, con intensità maggiori a monte di Megolo di Fondo e nel segmento tra Cuzzago e Ornavasso.

Il profilo longitudinale del Toce, nel tratto compreso tra la confluenza dell'Isorno e il Lago Maggiore, non mostra significative tendenze all'approfondimento dell'alveo, se non localmente. In alcuni settori si osserva una progressiva canalizzazione, accompagnata da una riduzione della lunghezza della linea di thalweg e dalla disattivazione di canali secondari, riutilizzati solo durante le piene. In particolare, il tratto tra Villadossola e Ponte di Masone risente del restringimento dell'alveo indotto dalla presenza del rilevato della superstrada Gravellona Toce–Domodossola, che ne segue il tracciato da vicino. La stessa tendenza è osservabile nel tratto finale, fino allo sbocco nel lago, dove il restringimento morfologico è accompagnato da squilibri planimetrici e longitudinali.

I principali elementi di instabilità sono riconducibili alla dinamica fluviale dell'alveo, in particolare nei nodi di confluenza dei principali affluenti (Diveria, Isorno, Melezzo, Bogna, Ovesca, Anza) e nei tratti con presenza di aree golenali parzialmente occupate da infrastrutture o insediamenti. Tali aree risultano vulnerabili sia a fenomeni di allagamento in occasione di eventi di piena che a erosione di fondo o di sponda. Il sistema difensivo, composto da arginature spesso discontinue, risulta inadeguato a garantire una protezione efficace e omogenea, in particolare nel tratto compreso tra l'Isorno e Ornavasso, dove la presenza del solo rilevato stradale in destra

idrografica non consente un contenimento efficace dei livelli idrici di piena. Per tale motivo, negli ultimi anni, A.I.Po ha avviato la realizzazione di nuove arginature, tra cui quelle previste anche in sponda sinistra, come nel caso del presente intervento nel Comune di Vogogna.

Ai fini del presente progetto è stata inoltre effettuata un'analisi approfondita del reticolo idrografico secondario locale, con particolare attenzione al Rio delle Chiese e alla Tocetta, corsi d'acqua minori che giocano un ruolo rilevante nella dinamica dei deflussi in occasione degli eventi di piena del Toce (cfr. Figura 4).

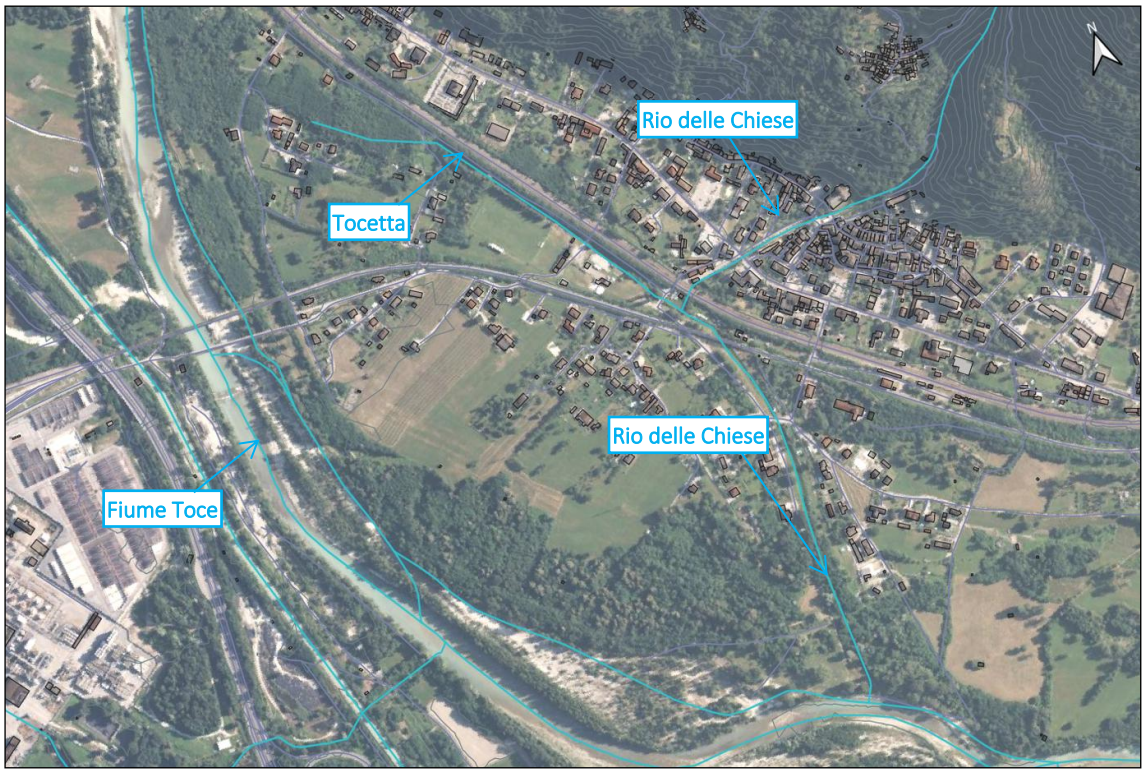


Figura 4 – Idrografia secondaria e principale dell'area oggetto di studio

2.2.1 Rio delle Chiese

Il Rio delle Chiese costituisce un elemento significativo del reticolo idrografico secondario del Comune di Vogogna, contribuendo in modo rilevante alla dinamica idraulica locale, soprattutto in occasione di eventi meteorici intensi.

Il corso d'acqua ha origine a circa 750 m s.l.m., in area montana, e nella sua porzione iniziale defluisce con orientamento Nord Est – Sud – Ovest, seguendo un tracciato inciso in un versante acclive. In questo tratto iniziale, la pendenza del fondo alveo è molto accentuata (circa 30%), che conferisce al corso d'acqua un carattere marcatamente torrentizio, con elevata capacità erosiva e di trasporto solido. Raggiunta l'area di conoide, il corso d'acqua si sviluppa lungo l'abitato storico del comune di Vogogna (cfr. Figura 5).

Figura 5 – Ripresa fotografica del versante lungo il quale defluisce il Rio delle Chiese nel tratto montano

Proseguendo verso valle, il Rio attraversa l'area urbanizzata, modificando progressivamente le proprie caratteristiche morfologiche e idrauliche. In corrispondenza della quota di circa 230 m s.l.m., il corso d'acqua defluisce tra due elementi di interesse storico e urbanistico: il Castello di Vogogna, situato in sinistra idraulica, e la Chiesa del Sacro Cuore di Gesù, in destra idraulica. All'interno del centro abitato, il Rio delle Chiese si presenta interamente canalizzato, con una sezione regolare di forma rettangolare, delimitata da muri spondali in pietrame e fondo rivestito, e defluisce con direzione prevalente Est – Ovest (cfr. Figura 6).

Figura 6 – Ripresa fotografica, da monte verso valle, del Rio delle Chiese nel tratto interferente con il centro abitato del Comune di Vogogna

In tale tratto la pendenza di fondo si riduce drasticamente, assestandosi attorno al 5 %, condizione che riduce la velocità del deflusso ma aumenta la vulnerabilità a possibili occlusioni di trasporto solido e flottanti.

Superata Via Nazionale, mediante un ponte ad arco in pietra, il Rio delle Chiese prosegue all'interno di una canalizzazione con sezione rettangolare. In questo segmento, il corso d'acqua è delimitato da un muro spondale in pietra in sinistra idraulica, mentre in destra idraulica è presente un muretto rivestito in pietrame, sulla cui sommità si sviluppa la viabilità locale di Piazza Pallone (cfr. Figura 7).

Figura 7 – Ripresa fotografica, da valle verso monte, del Rio delle Chiese a valle di Via Nazionale

Poco oltre, il Rio delle Chiese sottopassa il rilevato ferroviario della linea Milano – Domodossola, ricevendo subito dopo, in corrispondenza del tratto immediatamente a valle, gli apporti idrici della Tocetta (cfr. §2.2.2). Poco a valle si inquadra anche la linea ferroviaria Novara – Domodossola, che attraversa l'area tramite un viadotto in travi reticolari, senza interferire con il deflusso idrico (cfr. Figura 8).

Figura 8 – Ripresa fotografica da monte verso valle del Rio delle Chiese a valle dell'interferenza con la linea ferroviaria Novara - Domodossola

Nel tratto compreso tra la linea ferroviaria Milano – Domodossola e la confluenza con il Fiume Toce, il Rio delle Chiese mantiene un orientamento prevalente Nord – Sud, con una sezione idraulica piuttosto regolare. In sinistra idraulica, parallelamente al corso d'acqua, si sviluppa Via Calami, mentre abitazioni e fabbricati si distribuiscono lungo entrambe le sponde.

Il corso d'acqua si estende per circa 630 m in questo tratto, fino alla confluenza nel Fiume Toce (cfr. Figura 9), che avviene con un angolo prossimo ai 90°, assumendo una conformazione a "T". Tale geometria, in occasione di eventi di piena particolarmente gravosi del Fiume Toce, può ostacolare il deflusso naturale delle acque, causano fenomeni di rigurgito verso monte.

In quest'ultimo tratto è presente un solo manufatto di attraversamento del corso d'acqua: il ponte di Via Piano di Vogogna, ubicato a circa 480 m a monte della confluenza.

Le caratteristiche morfologiche, le interferenze infrastrutturali e le variazioni di pendenza lungo il tracciato del Rio delle Chiese rendono necessario un attento monitoraggio della dinamica idraulica, sia in condizioni ordinarie sia in occasione di eventi di piena, al fine di garantire la sicurezza idraulica del centro abitato e delle infrastrutture esistenti.

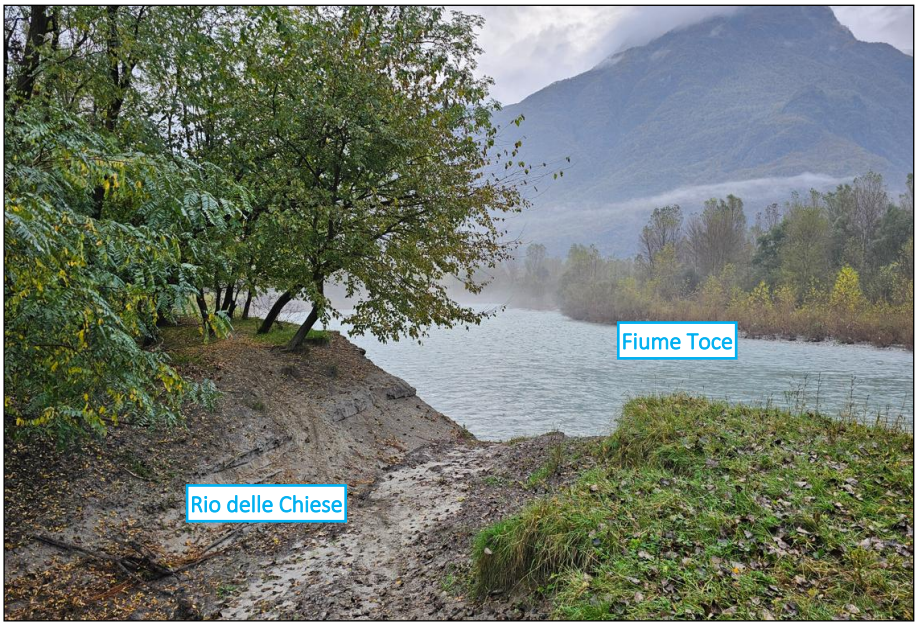


Figura 9 – Confluenza del Rio delle Chiese con il Fiume Toce

2.2.2 Tocetta

La Tocetta rappresenta un affluente in destra del Rio delle Chiese, confluendo in quest'ultimo a circa 30 metri a valle dell'interferenza con il rilevato ferroviario della linea Milano – Domodossola.

Dall'analisi di dettaglio del modello digitale del terreno (DTM) e dai sopralluoghi effettuati, emerge che il tracciato della Tocetta coincida verosimilmente con un antico ramo attivo del Fiume Toce, che in epoche passate scorreva in corrispondenza dell'attuale corpo idrografico (cfr. Figura 9).

Nel tempo, probabilmente a seguito di modificazioni naturali e antropiche della dinamica fluviale, il Toce ha progressivamente abbandonato questo ramo secondario, lasciando una traccia morfologica oggi riconoscibile lungo circa 750 metri, oltre i quali l'incisione si perde gradualmente nei terreni agricoli.

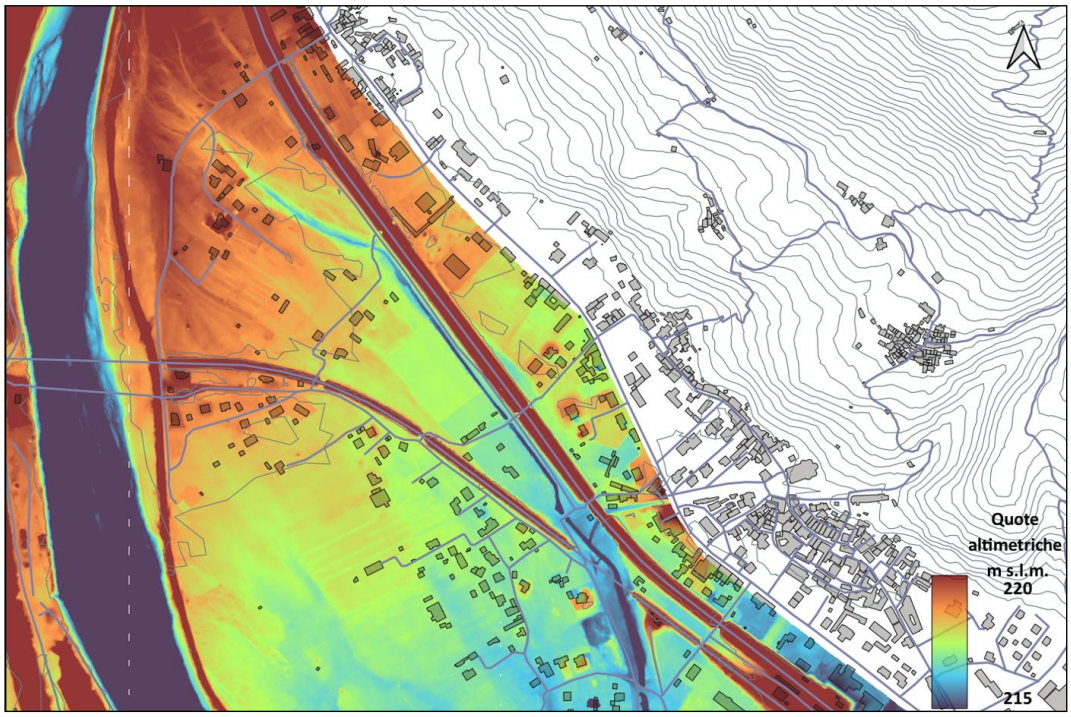


Figura 10 – Analisi del DTM 1 m (Ministero dell'Ambiente), dalla quale risulta evidente l'incisione dell'alveo della Tocetta nell'area golenale sinistra del Fiume Toce.

Analizzando il tracciato del Rio Tocetta nel dettaglio, si evidenziano variazioni morfologiche significative lungo il suo sviluppo. Procedendo da monte verso valle, la sezione del corso d'acqua risulta inizialmente ridotta e incisa, con un profilo più naturale.

Figura 11 – Tocetta – Tratto monte

Procedendo verso valle, la sezione trasversale del corso d'acqua si allarga progressivamente, assumendo un profilo più aperto e meno incassato. In questo tratto, in corrispondenza del campo sportivo comunale, si concentrano i principali interventi antropici di sistemazione. Le sponde sono infatti sostenute o da muretti spondali o da gabbioni metallici, posizionati per contenere l'erosione e regolarizzare il tracciato, anche in funzione della presenza delle opere di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche urbane.

Figura 12 – Tratto di Tocetta che lambisce il campo sportivo comunale

Figura 13 – Tocetta – Foto scattata dal manufatto di attraversamento sulla Tocetta, da valle verso monte

Il tratto ancora riconoscibile della Tocetta si sviluppa in direzione prevalente Nord-Ovest / Sud-Est, in una fascia compresa tra il rilevato ferroviario e il corpo edilizio dell'abitato. Lungo la sponda sinistra (idraulica) si sviluppa una viabilità secondaria, dapprima asfaltata e poi sterrata nel tratto a monte, che corre parallelamente al rilevato ferroviario della linea Milano – Domodossola.

A intervalli regolari si rilevano fornici nel rilevato ferroviario, che consentono l'attraversamento veicolare e costituiscono al contempo punti di deflusso per le acque meteoriche e superficiali provenienti dall'area posta a tergo del rilevato. Le acque sono convogliate all'interno del corpo idrografico della Tocetta tramite un sistema composito di fossi e canalette a pelo libero, oltre a tratti in tubazione utilizzati per attraversare la viabilità locale o altri elementi di interferenza.

La conformazione della Tocetta e la sua immissione nel Rio delle Chiese, impongono particolare attenzione nella valutazione idraulica del nodo di confluenza, soprattutto in occasione di eventi di piena del Toce o del Rio delle Chiese, che possono generare criticità legate al rigurgito e alla limitata capacità di smaltimento.

2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

A grande scala, il territorio comunale di Vogogna è suddiviso in due ambienti, morfologicamente e litologicamente distinti tra loro, costituiti dal versante montuoso, con substrato roccioso qui ascrivibile alla formazione degli Scisti di Fobello-Rimella (micascisti muscovitici e gneiss granitoidi, localmente intercalati da filladi e quarziti), caratterizzato da un'accentuata acclività generale, addolcita solo nella fascia prossima al fondovalle per la presenza di estese placche di depositi incoerenti, mentre, al piede del versante, si estende la potente coltre di materiali depositati dalla dinamica del F. Toce e dall'attività torrentizia dei suoi affluenti, i quali hanno costruito estese e ben evidenti conoidi di deiezione ed un potente materasso alluvionale.

L'area d'intervento è impostata principalmente sulla piana alluvionale del F. Toce, ricadendo solo in parte sulle facies distali all'ampia conoide alluvionale, edificata dal Rio Val della Chiesa; morfologicamente, il settore in esame è pressoché pianeggiante, con presenza di talune blande ondulazioni nell'andamento del piano campagna, corrispondenti a testimonianze della passata attività fluviale, quali dossi e vallecole relitte. Dal punto di vista geologico, i depositi alluvionali del F. Toce sono prevalentemente a granulometria da media a medio-grossolana, risultando costituiti da alternanze di sabbie, sabbie ghiaiose ed orizzonti ghiaiosi con ciottoli eterometrici arrotondati, con eventuale presenza di esigui livelli di sabbie limose; nel complesso, la sequenza litostratigrafica è formata da corpi tabulari, nastriformi o lentiformi, localmente interdigitati tra loro, costituiti da materiali a granulometria e permeabilità variabile; superficialmente, detti materiali risultano ricoperti da un orizzonte di terreno agrario discretamente sviluppato, in conseguenza dell'intenso sfruttamento agricolo di questi terreni.

Le acque di falda nella piana alluvionale, alimentate dai corsi d'acqua principali e dalle aste torrentizie minori che drenano i versanti, saturano l'acquifero, trovando vie di deflusso preferenziali, verticali e orizzontali che, di fatto, risultano intercomunicanti, con livelli abbastanza prossimi al piano campagna nei settori di territorio più prossimi al F. Toce, soprattutto se morfologicamente depressi; invece, nei settori in esame, la soggiacenza della falda risulta essere dell'ordine di – 4,00 - 5.00 m dal p.c., come da dati disponibili, rilevati in corrispondenza di un pozzo per uso agricolo, ubicato nella zona d'intervento.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico *Elab. P-2.3 – Relazione geologica, idrogeologica e geotecnica*.

3. PIANIFICAZIONE VIGENTE E STUDI ESISTENTI

3.1 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME TOCE – P.A.I.

Il Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) è lo strumento attuato dall'Autorità di Bacino del fiume Po, ai sensi della L. 183/89, allo scopo di garantire al territorio del bacino del fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico.

Data la natura del progetto, esso costituisce il principale strumento tecnico-normativo di riferimento, ai fini dell'analisi di conformità alla pianificazione e programmazione territoriale.

Il PAI, approvato con DPCM 24 maggio 2001, costituisce piano stralcio del piano di bacino del Po, ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183 del 18 maggio 1989 e ha valore di piano territoriale di settore (L.183/89, art.17, c.1) alle cui prescrizioni devono adeguarsi gli atti di pianificazione e programmazione regionali, provinciali e comunali (L.183/89, art.17, c. 6).

Nelle Norme tecniche del PAI, la tipologia d'intervento in esame è trattata al Titolo II "*Norme per le fasce fluviali*" che recepisce e integra il primo Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), approvato con D.P.C.M. 4 luglio 1998 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 9 novembre 1998, n. 262.

L'ambito territoriale di riferimento del PSFF è costituito dal sistema idrografico dell'asta del Po e dei suoi affluenti (art.25 N.A.).

Il Piano, oltre a definire prescrizioni immediatamente vincolanti, prescrive che, ai sensi dell'art. 17, comma 6, della richiamata L. 183/1989, gli Enti territorialmente interessati dal Piano sono tenuti a rispettare le prescrizioni nel settore urbanistico, con l'obbligo di adeguare i propri strumenti urbanistici entro nove mesi dalla pubblicazione dell'atto di approvazione del Piano, fatte salve, in ogni caso, le disposizioni più restrittive di quelle previste nelle Norme (art. 27).

Per il perseguimento degli obiettivi di piano, l'ambito territoriale è classificato nelle seguenti fasce fluviali (art.28 N.A.):

- Fascia di deflusso della piena (**Fascia A**), costituita dalla porzione di alveo sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento[1], o costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- Fascia di esondazione (**Fascia B**), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento[2]. Il Piano indica come "*limite di progetto tra la*

[1] - Fissato in 200 anni il tempo di ritorno (TR) della piena di riferimento e determinato il livello idrico corrispondente, si assume come delimitazione convenzionale della fascia: la porzione ove defluisce almeno l'80% di tale portata. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 m/s (criterio prevalente nei corsi d'acqua mono o pluricursali); il limite esterno delle forme fluviali potenzialmente attive per la portata con TR di 200 anni (criterio prevalente nei corsi d'acqua ramificati). (Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle Norme tecniche di attuazione del PAI).

[2] - Si assume come portata di riferimento la piena con TR di 200 anni. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata. (Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle Norme tecniche di attuazione del PAI).

Fascia B e la Fascia C" le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio, che una volta realizzate costituiranno i nuovi confini della Fascia B;

– Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento[3].

Nella Fascia A (art. 29 N.A.) il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza, assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.

Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

Nella Fascia B (art. 30 N.A.) il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali. Sono consentiti, oltre agli interventi previsti in Fascia A, gli interventi di sistemazione idraulica, quali argini o casse di espansione, e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo, derivante dalla delimitazione della fascia. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Nella Fascia C (art. 31 N.A.) il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria, da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e, quindi, da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del PAI.

Nella prima versione del PAI, adottata nel novembre 1999, per la zona del comune di Vogogna posta in sinistra idraulica, era stata definita la perimetrazione con Fascia B di Progetto coincidente con un tratto di argine esistente dalla confluenza con il rio Dresio fino a circa 200m a valle dei ponti di via Resiga. Il tratto di argine seguente, fino alla confluenza con il rio delle Chiese, prevedeva la coincidenza di fascia A e B naturale con la sommità dello stesso argine esistente.

Si riporta nella figura che segue lo stralcio della tavola originaria del PAI relativa alla zona del comune di Vogogna.

[3] - Si assume come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni. (Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle Norme tecniche di attuazione del PAI).

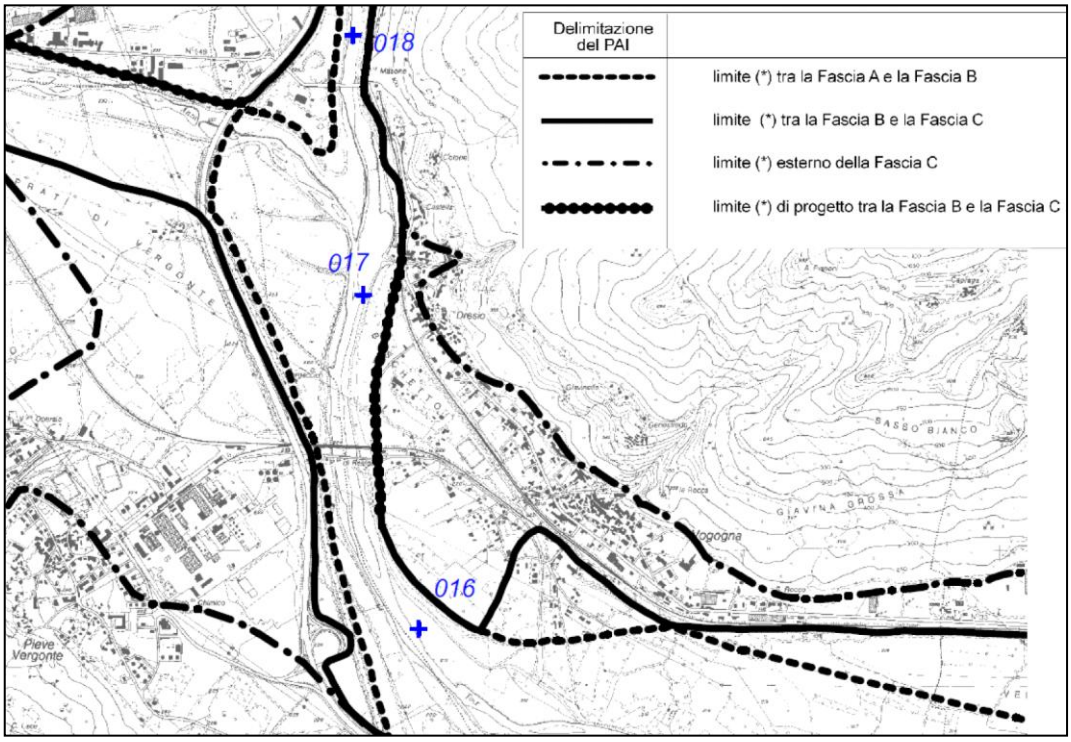


Figura 14 – Tracciato delle fasce fluviali del P.A.I. nella versione originaria (A.d.B.Po, 1999)

Lo stesso corso d'acqua è stato oggetto, successivamente alla prima pubblicazione del PAI, di un ulteriore approfondito studio da parte dell'A.d.B.Po denominato "*Studio di Fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Toce nel tratto da Masera alla foce*" (c.d. "*Progettone*", ottobre 2003).

Nell'ambito di tale studio la fascia fluviale precedentemente definita in Comune di Vogogna fu ridimensionata, prevedendo lo stralcio della fascia B di progetto e sostituendola con una fascia B naturale posta a tergo del rilevato arginale preesistente. Lo stesso studio individuava interventi di ristrutturazione delle protezioni in massi degli argini e la ristrutturazione delle berme poste a protezione del piede del rilevato.

La proposta di nuovo tracciato delle fasce fluviali nell'area in oggetto è riportata in Figura 15.

I risultati dell'approfondimento svolto nell'ambito dello Studio di Fattibilità furono successivamente ufficializzati attraverso la procedura di "*Variante del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico*" adottata dall'A.d.B.Po nell'ottobre 2004.

La tavola con il nuovo tracciato tuttora vigente delle fasce fluviali, così come modificato con la procedura Variante, riprende quanto proposto nello Studio di Fattibilità: la fascia B di progetto è stata eliminata, sostituendola con una fascia B naturale arretrata a tergo del rilevato arginale preesistente. Il tracciato delle fasce A e C è rimasto inalterato, come si può evincere dal confronto tra quanto rappresentato in Figura 14 e in Figura 16.

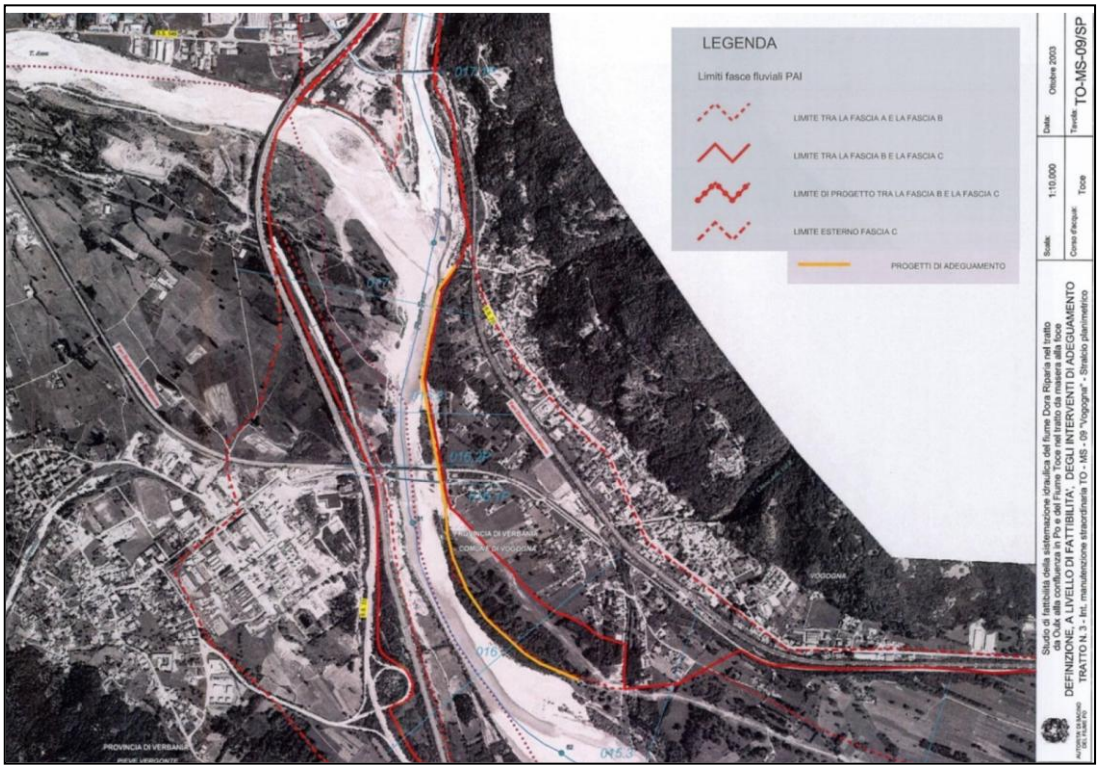


Figura 15 – Proposta di nuovo tracciato delle fasce fluviali del P.A.I. presentata nello "Studio di Fattibilità" (A.d.B.Po, 2003)

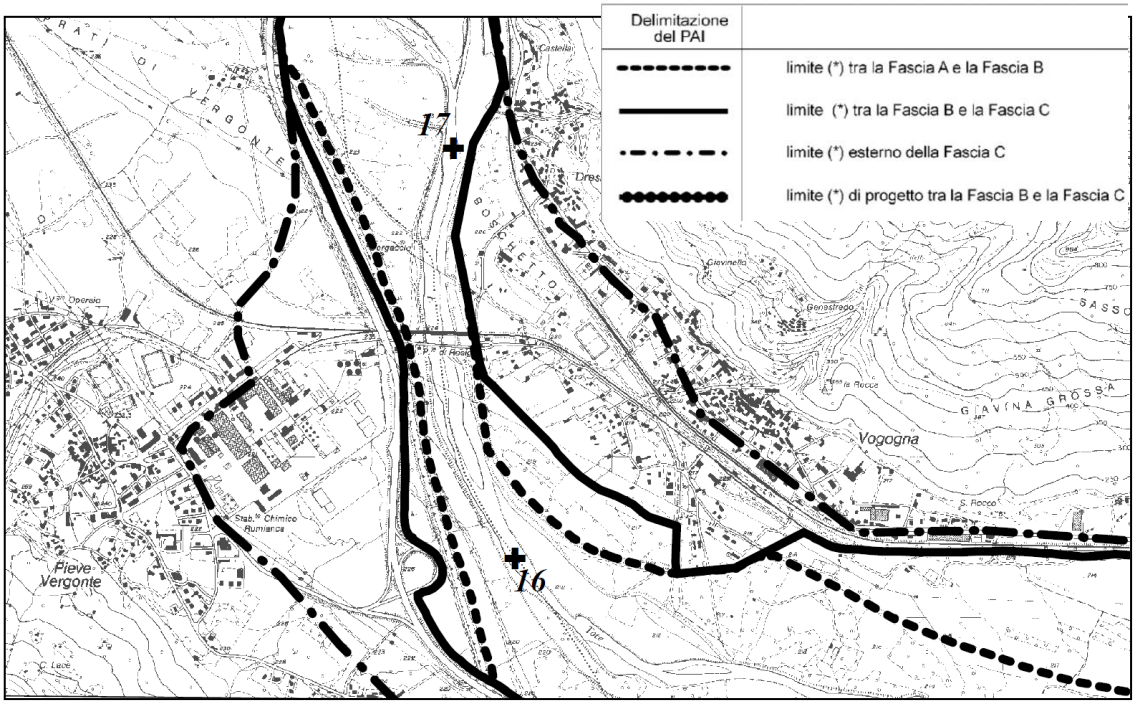


Figura 16 – Tracciato delle fasce fluviali del P.A.I. nella versione variata (A.d.B.Po, 2004)

Di seguito si riportano alcuni estratti ritenuti più significativi per l'obiettivo del presente studio della Relazione tecnica allegata alla citata Variante al P.A.I.

1.3. Caratteristiche geomorfologiche

1.3.1. Tronco 1: *dalla Piana di Masera a valle della confluenza del torrente Anza.*

L'area d'interesse inizia con l'ampia piana alluvionale di Masera, dove nel corso del Toce confluiscono diversi affluenti (Diveria, Isorno, Melezzo Occidentale, Bogna). In questo tratto il Toce occupa un'area estesa e pianeggiante, dove il corso del fiume, ancora a carattere quasi torrentizio, risulta relativamente libero di espandersi e divagare. La parte terminale della piana di Masera è in corrispondenza di Domodossola, dove l'alveo si restringe ad un centinaio di metri e scorre entro due linee arginali fino al termine dell'area urbana.

Superata Domodossola, la valle d'Ossola presenta la tipica morfologia ad U di una valle glaciale, con versanti scoscesi e fondovalle relativamente ampio, in cui il fiume assume un andamento sinuoso, anche se in parte condizionato dalla presenza delle importanti infrastrutture stradali e ferroviarie che scorrono parallele suo corso. Lungo il tratto tra Domodossola e Pieve Vergonte il Toce riceve il contributo di due altri significativi affluenti: l'Ovesca e l'Anza.

Lungo il tratto in esame, come sopra accennato, il corso d'acqua ha una naturale tendenza alla mobilità che, in assenza di opere per il contenimento dell'instabilità planimetrica, porterebbe l'alveo ad occupare, in tempi successivi, una fascia decisamente più ampia di quella consentitagli oggi dalle opere idrauliche presenti.

2. Assetto di progetto

Nel Progetto di Variante di P.A.I., di cui la presente relazione è parte integrante, è stato verificato e laddove necessario integrato e modificato, in relazione delle analisi svolte nell'ambito dello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Toce", l'assetto di progetto definito nel P.A.I. .

Per ogni tratto omogeneo, così come definito nel paragrafo 3.1, di seguito si riportano gli elementi essenziali dell'assetto di progetto proposto nell'ambito del Progetto di Variante in questione.

2.1. Assetto di progetto del tronco omogeneo n° 1 : dalla Piana di Masera a valle della confluenza del torrente Anza

Il tronco d'alveo in oggetto risulta già oggi per la quasi totalità delimitato da sistemi difensivi artificiali volti al contenimento dei livelli idrici. Proprio per la tendenza alla mobilità dell'alveo inciso ed alle caratteristiche pluricursali del corso d'acqua, la gran parte delle suddette arginature svolge anche funzioni di contenimento dell'instabilità planimetrica risultando, in più punti, realizzata in froldo o nelle immediate vicinanze della sponda incisa. In definitiva quindi, il corso d'acqua nel tratto in esame non possiede vere e proprie aree golenali; l'alveo inciso può infatti spostarsi – tra una piena e l'altra – occupando, di fatto, l'intera fascia compresa tra le linee arginali.

La pendenza del fondo medio risulta in generale decrescente da monte a valle con un massimo pari a circa l'1% e un minimo pari allo 0.2%: lungo l'intero tratto la pendenza media risulta pari allo 0.45%.

Lungo il tratto in esame le tendenze evolutive dell'alveo risultano pressoché totalmente vincolate dalla presenza di manufatti artificiali (arginature vere e proprie o rilevati stradali) continui su entrambe le sponde che, di fatto, delimitano in modo netto la fascia di mobilità compatibile entro cui può muoversi il corso d'acqua.

La presenza di insediamenti antropici e/o infrastrutture di primaria importanza nelle aree immediatamente retrostanti i suddetti manufatti, richiede infatti il mantenimento e, in alcuni casi, il consolidamento delle attuali linee difensive

Dal punto di vista dell'assetto altimetrico il tronco in esame presenta due punti fissi rappresentati dalla soglia posta in corrispondenza del ponte della Mizzoccola e dalla traversa di derivazione "Tessenderlo".

Per quanto riguarda la tendenza alla modificazione altimetrica del fondo alveo per la maggior parte del tronco, una condizione di equilibrio con la presenza di alcuni tratti (a monte del ponte della Mizzoccola e a valle della confluenza del torrente Anza) soggetti a deposito ed alcune zone (immediatamente a valle del ponte della Mizzoccola e immediatamente a monte della confluenza dell'Anza) soggette ad erosione.

Per il mantenimento delle condizioni di sicurezza definite con l'assetto di progetto lungo il tronco in esame non devono verificarsi apprezzabili variazioni delle attuali quote del fondo medio: un incremento di quota del fondo medio infatti si tradurrebbe, a parità di evento di piena, in una riduzione del franco di sicurezza rispetto alle quote di ritenuta del sistema arginale; viceversa, una significativa riduzione della quota del fondo medio risulterebbe incompatibile con le quote di imposta delle berme di fondazione delle protezioni in massi, che potrebbero conseguentemente essere scalzate.

L'attuale assetto difensivo del tronco di fiume Toce compreso tra la piana di Masera e la confluenza del torrente Anza appare sostanzialmente in discrete condizioni di sicurezza con l'esclusione di alcune aree di seguito elencate.

2.1.5. Area in comune di Vogogna

Area protetta da un'arginatura esistente che viene totalmente allagata in corrispondenza di livelli di piena per t= 200 anni a causa della tracimazione dell'argine.

L'area in oggetto, che ha un'estensione di circa 0.15 km2, e' attraversata dal rilevato ferroviario la cui quota di ritenuta risulta superiore al livello della piena bicentenaria: l'area retrostante il suddetto rilevato viene infatti allagata attraverso alcuni fornici presenti nel rilevato medesimo.

La ridelimitazione delle fasce fluviali prevede lo stralcio della fascia B di progetto, sostituita da una fascia B naturale posta in corrispondenza dell'attuale limite di allagamento per la piena bicentenaria; in quanto l'attuale linea arginale risulta già adeguata in relazione all'uso del suolo dell'area posta a tergo della stessa. L'opera, comunque, richiede interventi di ristrutturazione delle berme poste a protezione del piede del rilevato che risultano troppo elevate rispetto alle quote di fondo del thalweg.

Oltre alle sopracitate problematiche sono stati individuati lunghi tratti delle esistenti arginature che risultano inadeguati dal punti di vista strutturale soprattutto perché privi di protezione del petto lato fiume o privi di protezione del piede ovvero con protezione al piede posa a quota troppo elevata rispetto al fondo alveo; tali inefficienze risultano particolarmente preoccupanti nel tratto in esame proprio per la già ricordata tendenza del corso d'acqua a modificare il proprio tracciato ed a portarsi a ridosso dei sistemi difensivi presenti.

Il PAI vigente prevede dunque alcuni interventi di difesa idraulica anche in Comune di Vogogna che sono stati ricompresi e potenziati nell'ambito della Progettazione ENI Rewind, di cui si dirà nel prosieguo.

3.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONALE – P.G.R.A.

Nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio Alluvionale – P.G.R.A. è stato redatto il *Progetto esecutivo delle attività per la redazione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvione,* approvato nella seduta di Comitato Tecnico del 31 gennaio 2012, che "*definisce le metodologie comuni che, in continuità con i processi di attuazione e aggiornamento della pianificazione di bacino vigente, consentano uno sviluppo coordinato e concertato a scala di distretto idrografico delle attività conoscitive da realizzare da parte dei diversi soggetti competenti ai fini dell'allineamento alle indicazioni delle Direttive europee. [..] Le specifiche in esso contenute sono orientate alla predisposizione delle mappe di pericolosità e di rischio.*"

"Coerentemente con l'approccio definito nel PAI, anche per l'attuazione della Direttiva Alluvioni si propone di assumere metodi di analisi differenziati in relazione alla tipologia ed importanza dei processi di alluvione prevalenti: viene proposto un metodo di analisi completo per i corsi d'acqua principali e un metodo di analisi semplificato a sua volta differenziato per il reticolo secondario collinare e montano, per il reticolo secondario di pianura e per le aree costiere lacuali e marine."

"Sono stati infine individuati alcuni temi di interesse generale in relazione ai quali emerge la necessità di sviluppare specifiche attività di ricerca con un coordinamento tecnico - scientifico a livello nazionale:

- *cambiamenti climatici e loro influenza sulla mappatura e gestione del rischio di alluvione;*
- *mappatura delle aree allagabili nel caso di scenari di rischio residuale con rotture arginali;*
- *incidenza del trasporto solido sulla pericolosità idraulica;*
- *rischio di inondazione nelle aree urbane."*

"L'attività è finalizzata alla mappatura della pericolosità idraulica per tre distinti scenari di piena (alluvioni rare TR 500 anni, poco frequenti TR 100 – 200 anni e frequenti TR 20 – 50 anni) e deve consentire la delimitazione del limite delle aree inondabili e la sua caratterizzazione in termini di livelli idrici e velocità."

"Per la delimitazione del limite delle aree inondabili è necessario prevedere quattro fasi di attività:

- *Presa in carico dei risultati del modello idraulico: si prevede che a conclusione delle attività di modellazione idraulica sia fornita, oltre ai risultati delle simulazioni (livelli, velocità, portate, ecc.), la rappresentazione delle aree soggiacenti ai livelli di piena ottenuta tramite l'intersezione GIS del DEM liquido costruito a partire dalla stima dei livelli idrici nelle diverse sezioni trasversali e il DEM del terreno;*
- *Analisi dell'assetto plano-altimetrico e delimitazione del limite delle aree inondabili: interpretazione della carta delle aree soggiacenti ai livelli di piena e dei risultati del modello idraulico e delimitazione del limite delle aree inondabili sulla scorta dell'analisi degli elementi naturali (forme e processi morfologici) e artificiali (opere, infrastrutture, ecc.) che caratterizzano l'assetto plano-altimetrico dell'alveo e della regione fluviale. In particolare tale attività si basa su un'analisi integrata del DTM derivante dai rilievi laser scanner, delle ortofoto digitali e foto aeree e delle informazioni disponibili in relazione alle caratteristiche e all'evoluzione morfologica e al catasto delle opere idrauliche;*

- *Analisi degli effetti degli eventi di piena storici: verifica e validazione della delimitazione sulla scorta degli eventi di piena storici, per i quali sono disponibili cartografie di evento;*
- *Verifiche locali: verifica e validazione della delimitazione sulla scorta di documentazione fotografica ed indicazioni di campo derivanti da sopralluoghi mirati, nonché di segnalazioni di criticità pervenute da parte di enti locali, associazioni, privati cittadini."*

Nello specifico, per le aree oggetto di studio si hanno le delimitazioni riportate nell'immagine a seguire, dove sono rappresentati diversi scenari alluvionali, relativi a diversi tempi di ritorno dell'evento di piena assunto.

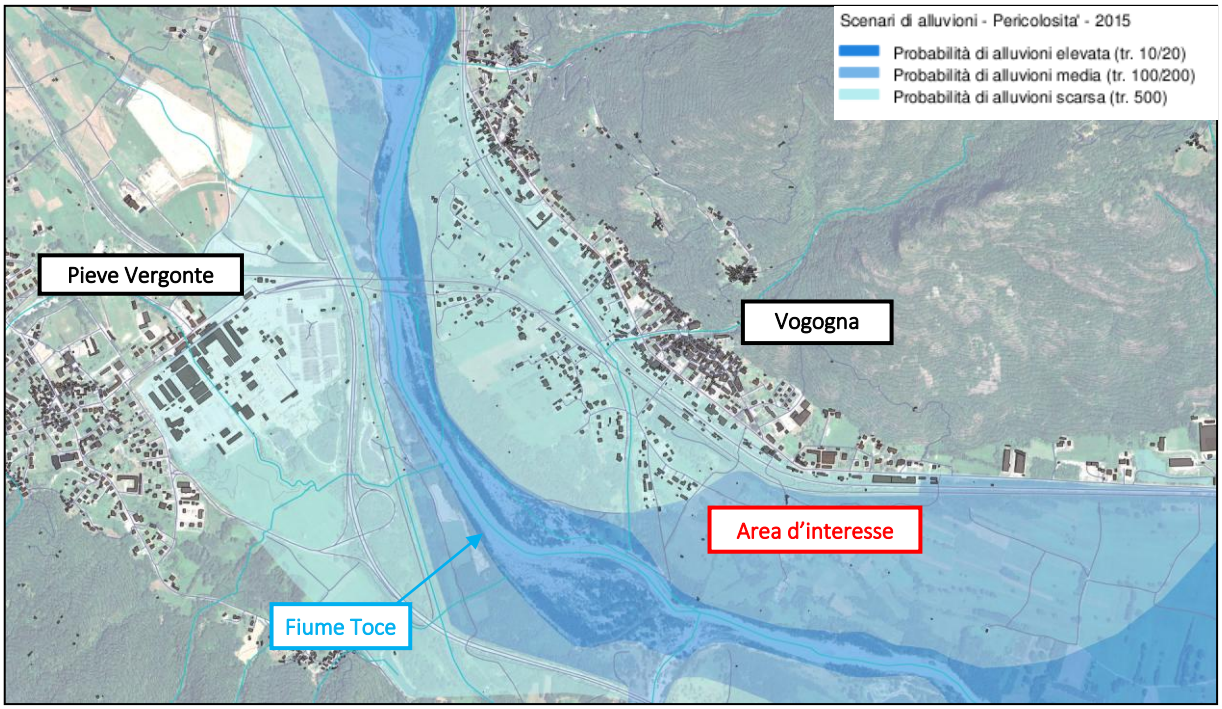


Figura 17 – Carta di pericolosità del reticolo idrografico principale con differenti probabilità di alluvione in funzione del tempo di ritorno dell'evento di piena – Direttiva Alluvioni 2007/60 CE – Aggiornamento 2025

L'osservazione della precedente immagine consente di verificare che l'area d'interesse ricade nella fascia di probabilità media d'essere interessata da alluvioni (TR = 100/200 anni).

3.3 PROGETTO DEGLI "INTERVENTI SULL'ARGINE IN SX DEL FIUME TOCE" – ENI REWIND

Le aree interessate dal progetto definitivo degli "*Interventi sull'argine in sx del fiume Toce*" ricadono nel tratto di golena del corso d'acqua compreso tra la confluenza del rio Dresio (a monte) e quella del rio delle Chiese (a valle).

Di seguito si riportano alcuni stralci significativi delle Relazione Generale allegata al progetto al fine di inquadrare adeguatamente la genesi dello stesso e la descrizione sommaria degli interventi previsti.

1 PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Il MATTM, con Decreto prot. n. 4599/Tri/DI/B del 21.10.13 (di seguito Decreto MATTM del 21.10.13), ha approvato, ai sensi dell'art. 252 del D.Lgs. 152/2006, il Progetto Operativo di Bonifica del Sito di Pieve Vergonte di proprietà Syndial (ora Eni Rewind S.p.A.) (di seguito per brevità "POB di Pieve Vergonte").

La deviazione del torrente Marmazza individuata tra gli interventi di bonifica ambientale nell'ambito del POB di Pieve Vergonte prevede tra le opere accessorie, la sistemazione della confluenza Toce-Marmazza mediante la realizzazione di una scogliera in massi in sponda sinistra del fiume Toce della lunghezza di circa 250 metri.

La DGR n.28-5712 del 23.04.13, relativa alla Procedura di Valutazione ex art. 12 della LR n.40/98 con contestuale Valutazione d'Incidenza per il progetto definitivo "Progetto operativo di bonifica del sito di Pieve Vergonte (VB)" contiene la raccomandazione con la quale si invita il proponente a valutare la possibilità di allineare la progettazione della scogliera con l'intervento di manutenzione straordinaria previsto dallo ''Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Toce nel tratto da Masera alla foce'' (di seguito Studio di Fattibilità) redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po a supporto della Variante delle fasce fluviali del fiume Toce nel tratto compreso tra l'immissione del rio Desio e l'immissione del rio Val delle Chiese.

L'intervento di manutenzione straordinaria secondo lo Studio di Fattibilità di cui sopra prevede il rifacimento della protezione in massi del rilevato arginale, della berma al piede dello stesso e, per circa 700-750 metri, il rialzo e la rimessa in sagoma dell'argine stesso.

La Direzione Regionale Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste Protezione Civile, Trasporti e Logistica, sulla scorta della sintetica descrizione dell'intervento contenuta nell'elaborato Eni Rewind S.p.A. (già Syndial) denominato "Riscontro alla riunione tecnica del 27.09.17 indetta dal MATTM" (aggiornamento 30.10.17), ha valutato che la difesa spondale proposta fosse in linea con l'intervento di manutenzione straordinaria previsto nello Studio di Fattibilità dell'Autorità di Bacino del fiume Po, configurandosi sostanzialmente quale attuazione dell'intervento di sistemazione idraulica TO-MS-09 previsto nello studio e ritenuto, nello studio medesimo, necessario per il conseguimento della configurazione di progetto del fiume Toce.

La Cabina di Regia tenutasi presso la Regione Piemonte – Direzione Ambiente, Governo e Tutela del Territorio "per la gestione delle fasi realizzative del Progetto Operativo di Bonifica del Sito di proprietà Eni Rewind S.p.A. ricadente nel Sito di Interesse Nazionale di Pieve Vergonte" nella terza seduta del 27.03.18 ha chiarito che "nella Raccomandazione contenuta nella DGR n. 28 – 5712 del 23 aprile 2013 per quello che riguarda le opere accessorie alla deviazione del Torrente Marmazza concernenti la sponda sinistra del fiume Toce si invita a valutare la possibilità di allineare la progettazione della scogliera in massi prevista dal progetto in esame (circa 250 m in sponda sinistra del fiume Toce, lato Comune di Vogogna) con l'intervento di manutenzione straordinaria previsto dallo studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Toce nel tratto da Masera alla foce redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po che a supporto della variante delle fasce fluviali del fiume Toce individua in prossimità della scogliera in massi prevista nel progetto un intervento

di manutenzione straordinaria consistente nell'adeguamento del sistema difensivo di Vogogna tra l'immissione del rio Dresio e l'immissione del rio Val delle Chiese. Tuttavia, appare coerente assicurare un omogeneo livello di protezione strutturale dell'argine anche per le parti (a monte e a valle) non ancora mantenute garantendo una contestualità degli interventi".

Con la Convenzione "Per la realizzazione dei lavori di adeguamento del sistema difensivo in sponda sx del Fiume Toce in Comune di Vogogna (VB)" stipulata in data 06.11.20 tra Eni Rewind e la Regione Piemonte ed il comune di Vogogna (VB) (di seguito "Convenzione"), Eni Rewind, alla luce dell'esigenza di garantire omogeneità tecnica al complessivo intervento sull'argine sinistro del fiume Toce e in una prospettiva di collaborazione con gli Enti, si è resa disponibile a eseguire i lavori di adeguamento degli argini per il tratto di sponda sinistra tra l'immissione del rio Dresio e l'immissione del rio Val delle Chiese.

Nella figura 1-1 successiva sono raffigurate le zone interessate degli interventi sull'argine in SX del fiume Toce, oggetto della presente progettazione definitiva, denominati di seguito nel testo Tratto 1 e Tratto 2.

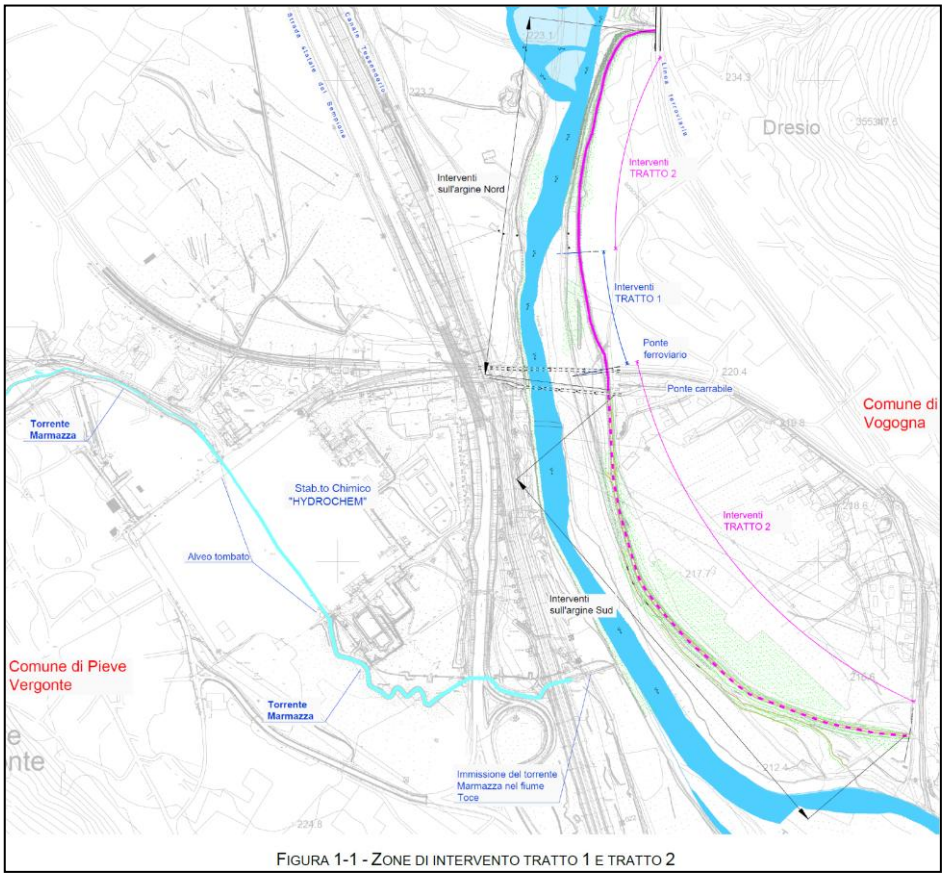


FIGURA 1-1 - ZONE DI INTERVENTO TRATTO 1 E TRATTO 2

L'esecuzione del Tratto 2 da parte dello stesso soggetto esecutore del Tratto 1 – dal punto di vista tecnico, procedimentale/amministrativo ed economico – consente di prevenire e ridurre i rischi connessi all'esecuzione dell'intervento per il Tratto 2 da parte di un soggetto diverso che potrebbe incidere sulla complessiva tenuta dell'argine e sui tempi di esecuzione dell'intero progetto.
La realizzazione delle opere del Tratto 1 in continuità con le opere del Tratto 2 garantisce anzitutto il completamento del sistema difensivo del Tratto 2, senza alcuna interruzione temporale connessa all'avvicendarsi di imprese e committenti differenti, che potrebbe incidere sulla complessiva tenuta dell'argine e sui tempi di esecuzione dell'intero progetto; inoltre permette di massimizzare la resa delle lavorazioni, di

eliminare punti di discontinuità nelle opere, di ridurre il periodo di mancata protezione dalle piene della sponda, di utilizzare materiali e modalità di posa unitarie in grado di escludere possibili punti di debolezza delle opere arginali nei nodi di collegamento tra i tratti eventualmente realizzati da soggetti e in momenti diversi. Inoltre, assicura la qualità dei lavori, poiché Eni Rewind S.p.A. manterrebbe il controllo sulla corretta realizzazione della scogliera nella sua interezza, garantendone stabilità complessiva anche al fine di evitare possibili impatti negativi sul Tratto 1, ricompreso nel Progetto Operativo di Bonifica.

Come si evince dalla Convenzione stipulata tra Eni Rewind, la Regione Piemonte ed il Comune di Vogogna in data 06.11.20, l'intera sistemazione arginale (non solo, dunque, in corrispondenza della confluenza del nuovo torrente Marmazza, facente parte del POB autorizzato con Decreto MATTM del 21.10.13) verrà attuata prima della conclusione dei lavori di deviazione del Torrente Marmazza attualmente in corso al fine di garantire la protezione idraulica della sponda sinistra del fiume Toce.

L'intervento sul Tratto 2 risulta pertanto funzionale alla realizzazione dello stesso POB di Pieve Vergonte.
L'intervento di adeguamento del sistema difensivo in sponda sx del Fiume Toce in Comune di Vogogna (VB) avverrà su sedime di proprietà demaniale, ed in parte su particelle catastali di proprietà privata insistenti nei fogli 15, 22, 26, 30, 31 C.T., sui tratti 1 e 2.

Dal punto di vista autorizzativo, gli interventi relativi al Tratto 1 ed al Tratto 2 sopra identificati ricadono formalmente in procedimenti di permitting distinti e realizzati in fasi temporali differenti:

- Il "Tratto 1" interesserà la realizzazione della prima parte dell'argine spondale sinistro, all'interno dell'argine Nord, per una lunghezza pari a 250 m, così come previsto nel Progetto Operativo di Bonifica del sito di Pieve Vergonte e autorizzato con la D.G.R. 28-5712/13.
- Il "Tratto 2" interesserà la realizzazione del completamento dell'argine spondale sinistro, tratto Nord fino al Rio Dresio, e del tratto Sud fino al Rio Chiese, per una lunghezza pari a circa 1.650 m. Tale intervento sarà autorizzato tramite un distinto P.A.U.R. – Procedimento Autorizzativo Unico Regionale (ex art. 27bis D.Lgs 152/06).

Il presente Progetto Definitivo, che costituirà parte integrante della documentazione di permitting predisposta per la procedura PAUR, descrive per le ragioni sopra riportate di forte connessione tra le opere di adeguamento previste per i due Tratti, oltre alle opere previste sul Tratto 2, anche le opere del Tratto 1 già approvate nell'ambito del Decreto MATTM del 21.10.13

Oltre alla sopra riportata identificazione del Tratto 1 e del Tratto 2, nel corso del loro sviluppo progettuale, gli interventi sull'argine sinistro del fiume Toce sono stati convenzionalmente suddivisi nelle seguenti due porzioni:

- Argine Nord o Tratto Nord per una lunghezza di circa 800m, a partire dal Rio Dresio fino a valle dei ponti di via Resiga;
- Argine Sud o Tratto Sud, per una lunghezza di circa 1.100m, a partire dai ponti di via Resiga fino al Rio Chiese.

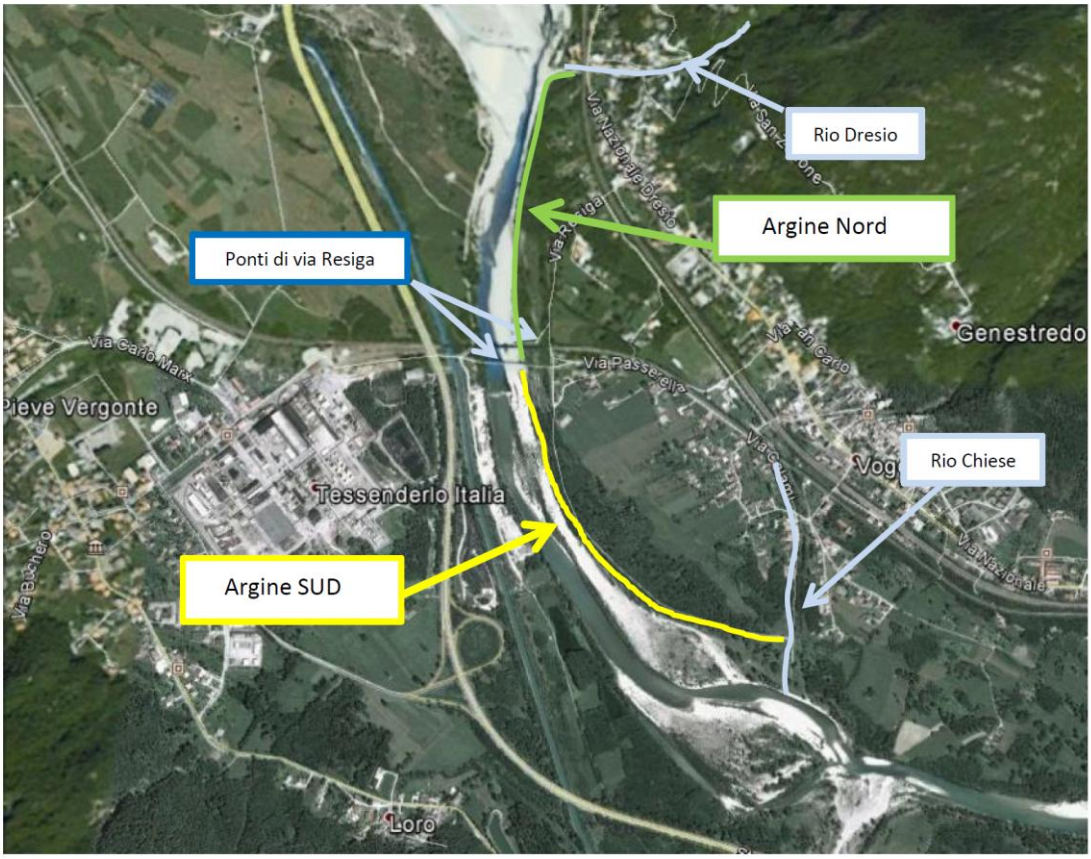


FIGURA 1-2 - ZONE DI INTERVENTO DEI PRECEDENTI PROGETTI

A tale proposito si precisa che le analisi idrometriche, le valutazioni in merito di franco arginale, i dimensionamenti dei rivestimenti di sponda della presente progettazione definitiva si riferiscono al Tratto SUD, mentre per il tratto NORD si rimanda alle valutazioni svolte nell'ambito del progetto esecutivo "Progettazione dello spostamento dell'alveo del T. Marmazza e dell'opera di drenaggio della falda a monte del sito" del Luglio 2015 predisposto dallo Studio Cerutti, di cui si riporta in allegato al presente Progetto Definitivo uno stralcio delle parti più di interesse.
Tale progetto, oltre all'intervento principale sul T. Marmazza, prevedeva altri interventi tra cui l'adeguamento dell'argine del Fiume Toce in Sx idraulica, nel comune di Vogogna, per un tratto di circa 700 m, compreso a monte dalla confluenza con il rio Dresio e a valle dai ponti di via Resiga (il sopracitato Argine Nord).

3.4 PIANO REGOLATORE COMUNALE DI VOGOGNA – P.R.G.C.

Nel P.R.G.C. aggiornato al luglio 2007, a firma del dott. geol. F. D'Elia, e approvato con D.G.R. n.12-12661 del 30/11/2009, la "*Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*" include le aree d'interesse principalmente in classe IIIA – Inedificati, IIIB2 – Edificati a pericolosità medio-bassa e IIB – Settori caratterizzati da moderate condizioni di pericolosità geomorfologica: attività dei corsi d'acqua e difficoltà di drenaggio (vedi: Figura 18).

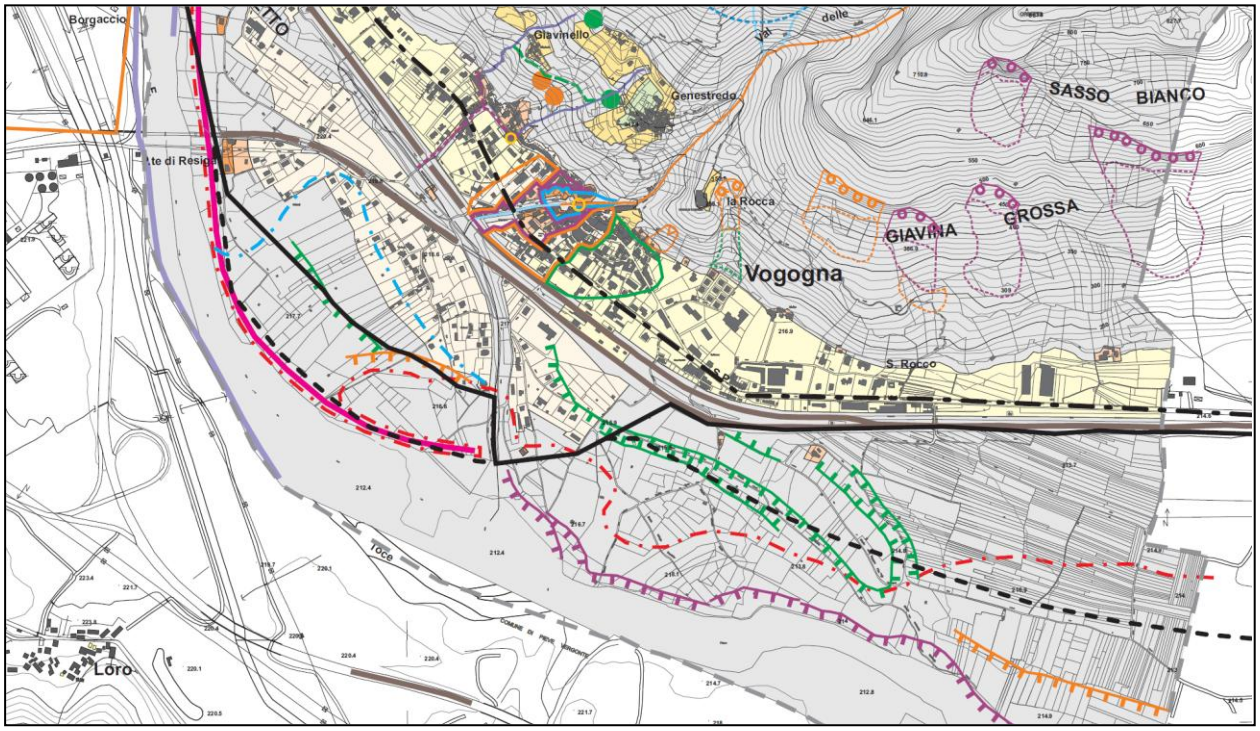


Figura 18 – Estratto della "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" **(P.R.G.C. Vogogna, 2007)**

Tuttavia, come anticipato in precedenza e meglio descritto nel prosieguo, gli effetti dell'evento alluvionale dell'ottobre 2020 hanno condotto all'esigenza di rivalutare la pericolosità idraulica delle aree d'interesse prevedendo la realizzazione di ulteriori opere di difesa proposte nel presente Progetto di fattibilità tecnica ed economica.

3.5 STATO DEL CORPO IDRICO E OBIETTIVI AMBIENTALI

Il fiume Toce è classificato ai sensi del P.d.G.Po. L'intervento in progetto ricade entro il corpo idrico avente codice IT0101SS4N830PI, che si trova in uno stato chimico non buono (al 2021); si prevede il raggiungimento dello stato buono al 2027. Inoltre, il corso d'acqua oggetto d'interesse risulta in un buono stato potenziale ecologico. Per completezza di trattazione nella tabella a seguire si riportano gli obiettivi ambientali previsti nel P.d.G.Po 2021.

Tabella 1 – Obiettivi ambientali previsti nel P.d.G.Po 2021
(fonte: Elaborato 5: Elenco degli obiettivi ambientali per le acque superficiali e sotterranee)

Sub unit	*Po*
Regione	Piemonte
ID	IT0101SS4N830PI
Nome Corpo idrico	TOCE
Natura Corpo idrico	Naturale
Presenza stazione di monitoraggio	si

Pressioni significative	2.4; 4.1; 4.4; 4.5; 5.1
Impatti significativi	HA_MOR; IM; IC
Stato chimico	Non buono
Obiettivo chimico 2021	Buono oltre il 2027
Esenzioni per obiettivo chimico	Art. 4.4 - Fattibilità tecnica; Art. 4.4 - Condizioni naturali
Stato potenziale ecologico	Buono
Obiettivo ecologico 2021	Buono al 2015
Esenzioni per obiettivo ecologico	No esenzione

4. EVENTO ALLUVIONALE DEL 2-3 OTTOBRE 2020

4.1 ANALISI METEO-PLUVIOMETRICA

Nella specifica pubblicazione di ARPA Piemonte è riportata l'analisi meteorologica ed idrologica dell'evento, sulla base dei dati acquisiti ed elaborati dal Centro Funzionale dell'Agenzia, e sono anche descritti i processi e gli effetti al suolo. DI seguito si riportano i passaggi più significativi per la presente attività di consulenza.

Nella notte tra l'1 e il 2 ottobre la tempesta extra-tropicale denominata "Alex" attraversa il Canale della Manica e si sposta verso sud (Figura 19). Si tratta di un vasto sistema di bassa pressione, con un nucleo centrale ben strutturato a tutti i livelli atmosferici, decisamente insolito per la stagione autunnale e caratterizzato da un profondo minimo barico che in poche ore ha raggiunto al suolo i 970 hPa, con una diminuzione di oltre 24 hPa in 24 ore. Il minimo è stato accompagnato da forti venti di burrasca, che sulle coste della Bretagna hanno fatto registrare raffiche record, superiori ai 140 km/h, con punte di oltre 180 km/h (fonte Meteo France): una struttura barica paragonabile a un uragano di categoria I-II sulla scala Saffir-Simpson.

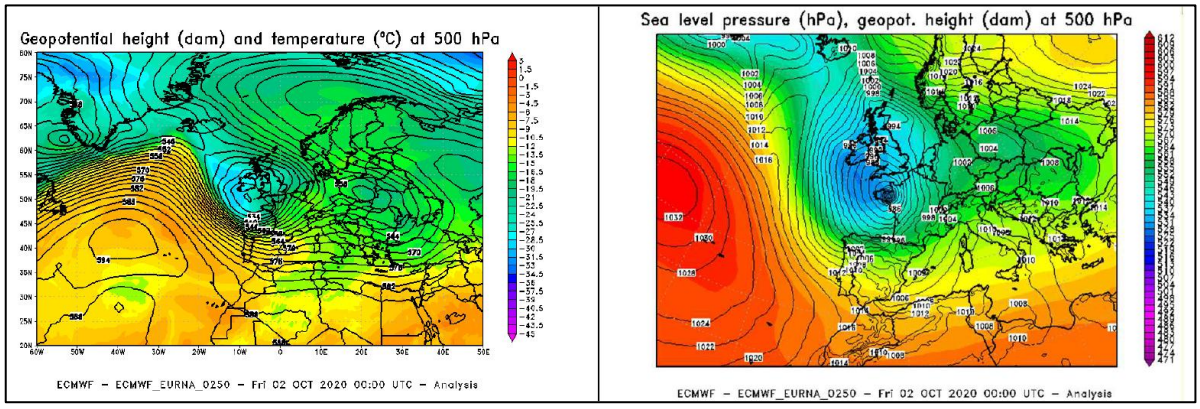


Figura 19 – Analisi ECMWF di geopotenziale e temperatura a 500hPa (a sinistra) e di geopotenziale a 500hPa e pressione al livello del mare del 2 ottobre alle ore 00UTC (fonte: ARPA Piemonte).

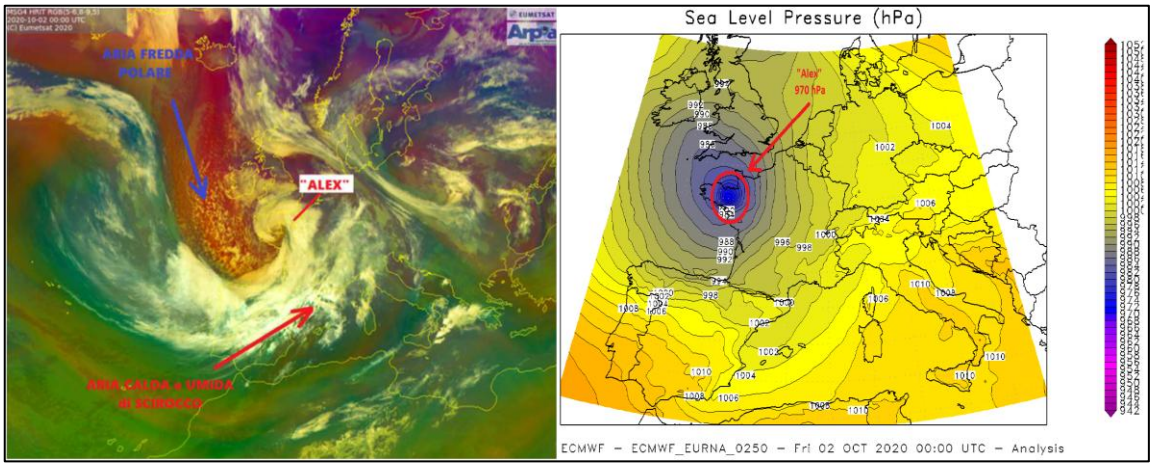


Figura 20 – A sinistra immagine Meteosat alle 00:00 UTC del 2 ottobre 2020 con tipologia di masse d'aria e a destra situazione della pressione a livello del mare del campo di analisi di ECMWF (fonte: ARPA Piemonte).

Nel corso della giornata di venerdì 2, il minimo barico si sposta lentamente dalla Bretagna verso il sudovest della Francia, approfondendosi progressivamente nel bacino del Mediterraneo. In questa configurazione sinottica, l'aria fredda associata al sistema perturbato comprime e spinge le masse di aria più calda e umida presenti sulla Spagna e sul Mediterraneo occidentale verso le zone della Costa Azzurra, della Liguria e del Piemonte.

Il sistema perturbato si rafforza progressivamente dal pomeriggio, anche grazie all'intensa corrente a getto, che si avvicina sempre di più all'arco alpino occidentale, alimentando forti venti di libeccio e poi di scirocco.

In questa configurazione sinottica, il Piemonte viene a trovarsi completamente investito da intensissime correnti umide meridionali, con precipitazioni forti e molto forti che vanno a interessare, almeno inizialmente, le zone che maggiormente soffrono i flussi da sudovest (libeccio) e da sudest (scirocco), ovvero quelle meridionali al confine con la Liguria e con la Francia.

In queste aree il contrasto termico, tra l'aria più fredda proveniente da nord e collegata alla tempesta "Alex" e quella caldo-umida di scirocco proveniente dal mare, riesce a innescare e alimentare una serie di temporali molto forti che si sviluppano anche grazie alla risalita orografica fornita dalla barriera naturale delle Alpi Marittime e Liguri.

Mentre nella parte meridionale della regione le precipitazioni sono state di tipo prevalentemente convettivo, altrove le piogge hanno assunto caratteristiche maggiormente avvettive, a causa dell'intenso flusso meridionale di scirocco, e sono andate ad aumentare di intensità nel corso della serata e della notte di venerdì. In particolare, su tutta la fascia montana e pedemontana che dal Verbano arriva fino alle valli di Lanzo, si è osservata una convergenza tra le correnti umide e calde in quota e venti meno caldi ma altrettanto forti nei bassi strati atmosferici.

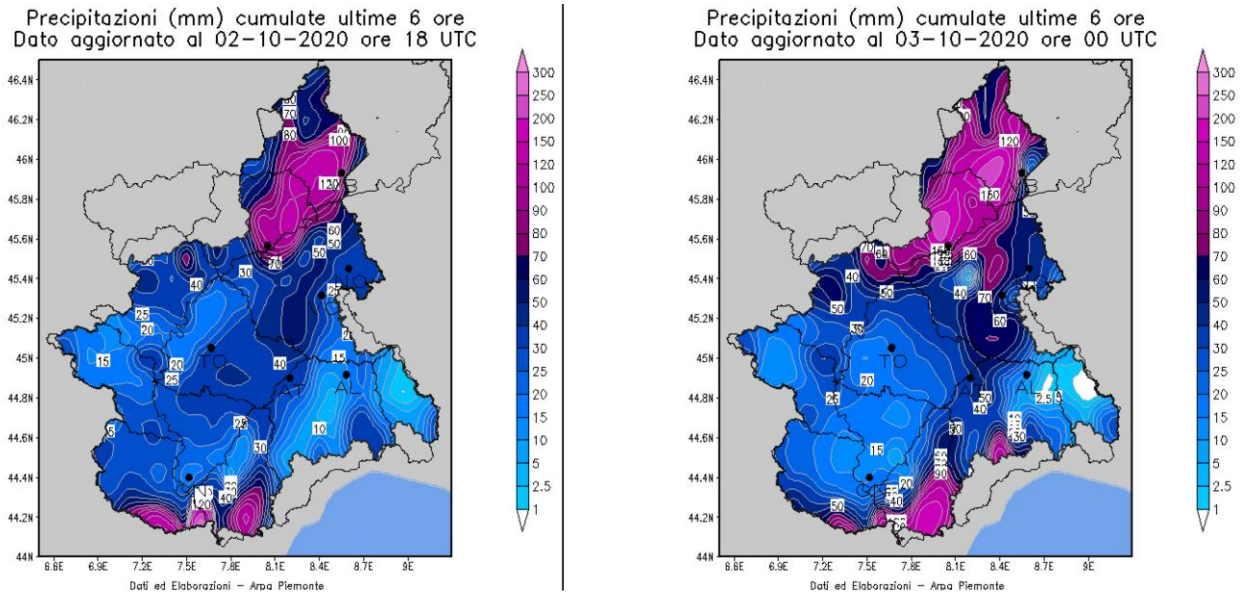


Figura 21 – Precipitazione cumulata in 6 ore dalle 12 UTC di venerdì 2 ottobre alle 18 UTC (a sinistra) e dalle 18 UTC alle 24UTC (a destra) – Fonte: ARPA Piemonte

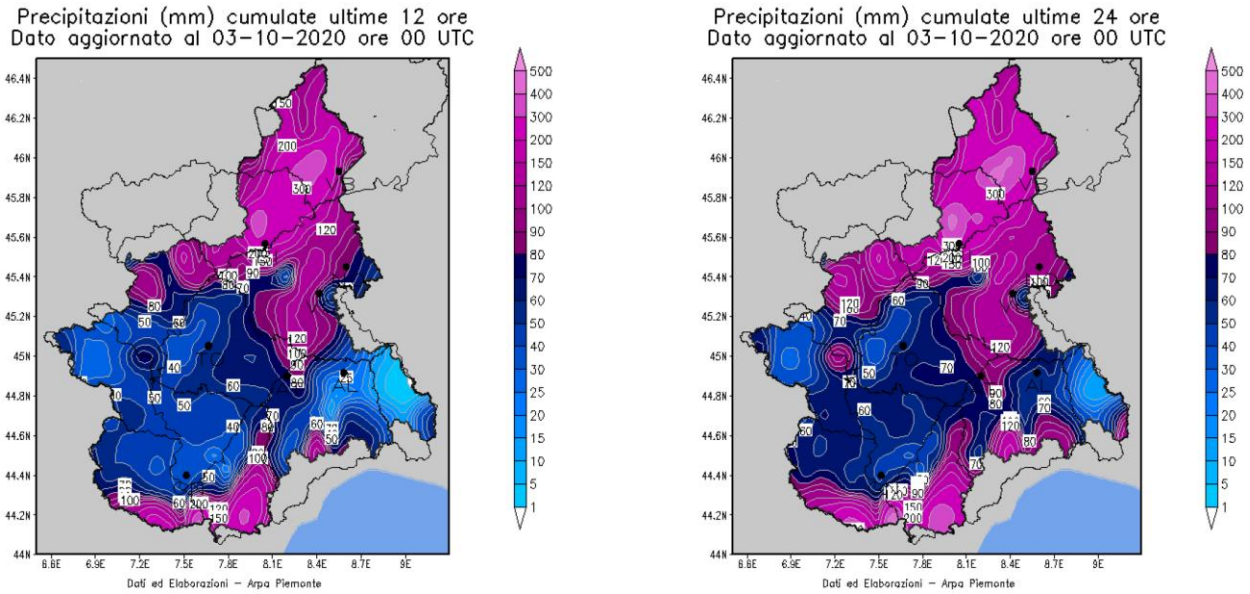


Figura 22 – Precipitazioni cumulate sul Piemonte in 12h dalle 12 UTC del 2 ottobre alle 00 UTC del 3 ottobre (a sinistra) e in 24h dalle 00 UTC del 2 ottobre alle ore 00 UTC del 3 ottobre (a destra)

L'evento ha coinvolto l'intera troposfera, l'altezza massima delle nubi si aggirava sui 9'000 m slm e i radiosondaggi mostravano elevati valori di umidità fino al limite della tropopausa.

Questa configurazione, che è perdurata per tutta la seconda parte di venerdì, ha determinato piogge persistenti e molto forti con valori da record sia nella pioggia cumulata in 12 ore, sia in 24 ore, su molte stazioni meteorologiche di quelle aree, come Sambughetto (VB), Fobello (VC), Candoglia Toce (VB) e Piedicavallo (BI).

La Figura 22 mostra chiaramente come la maggior parte delle eccezionali precipitazioni nella giornata si sia verificata tutta nelle 12 ore del pomeriggio e della sera del 2 ottobre 2020.

Il momento chiave dal punto di vista sinottico e dell'intensità delle precipitazioni si è verificato nella notte tra venerdì 2 e sabato 3 ottobre, quando il fronte più meridionale della tempesta è avanzato più decisamente verso il territorio piemontese, favorendo la formazione di un minimo al suolo sottovento sulle pianure tra Cuneese e Astigiano. Questa nuova struttura barica secondaria locale ha contributo ad aumentare l'intensità delle piogge su tutta la fascia pedemontana nordorientale e a rinforzare il flusso di scirocco che stava investendo l'alto Tanaro, con conseguente intensificazione dei rovesci temporaleschi nella zona alla testata del fiume (Figura 23).

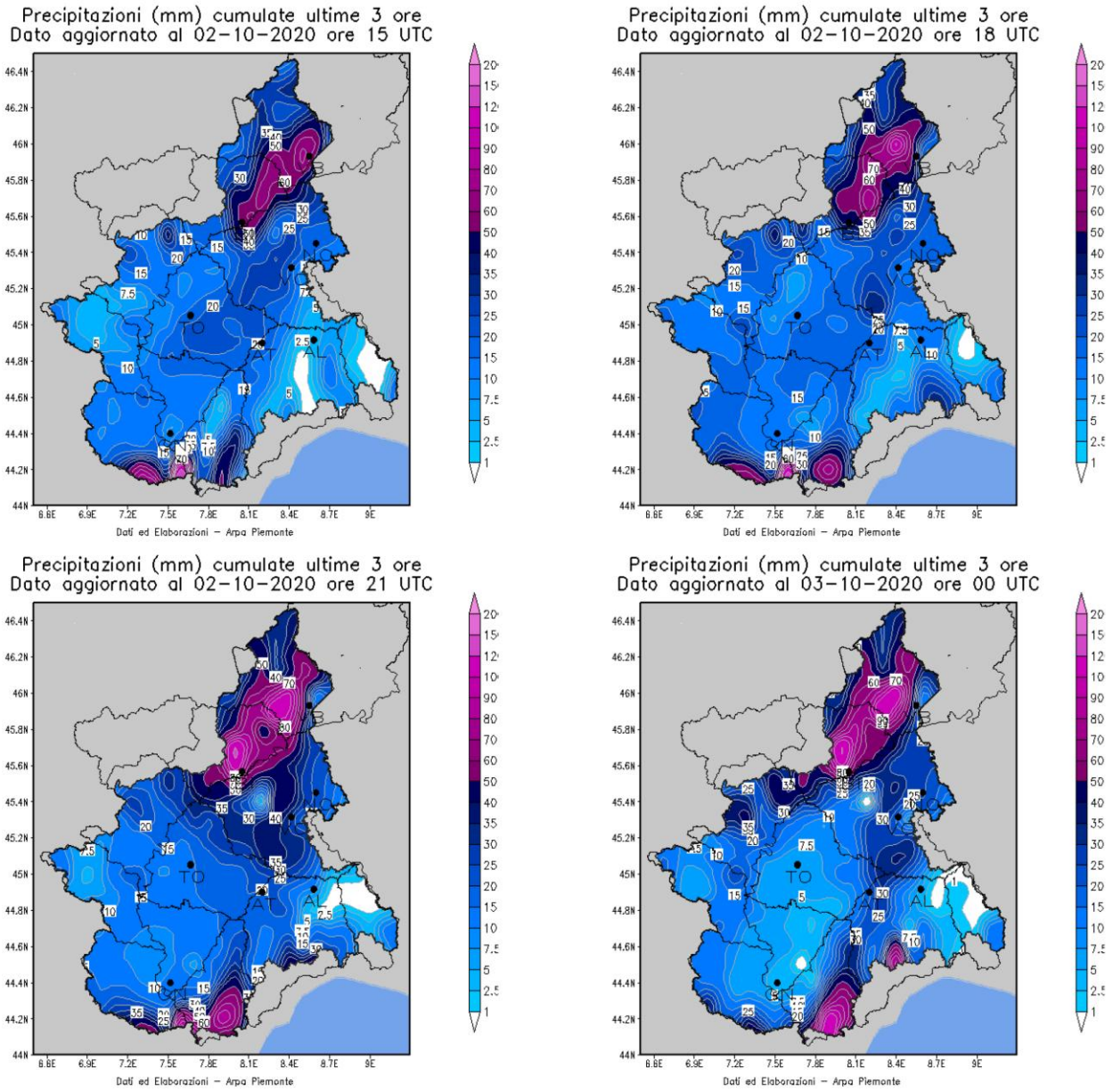


Figura 23 – Precipitazioni cumulate in 3 ore dalle 12 UTC alle ore 24 UTC del 2 ottobre (dall'alto in basso, da sinistra e destra)

L'evento è stato caratterizzato da uno zero termico elevato per il periodo, che è passato dai 2800 m di giovedì ai 3300 m di venerdì sul settore più settentrionale e dai 3200 m ai 3600 m sul settore meridionale. Il mancato ingresso dell'aria fredda nel corso della fase precipitativa ha limitato le nevicate solo alle quote più elevate.

Da notare inoltre come il sistema sia stato accompagnato da venti molto forti, in particolare lungo lo spartiacque con la Liguria e la Francia, dove sono state registrate raffiche dell'ordine dei 120/150 km/h; ma anche nella zona attorno al Lago Maggiore le raffiche sono state oltre i 130 km/h.

Nella giornata di sabato il centro di bassa pressione principale della tempesta "Alex" si muove verso il nordest della Francia, venendo riassorbito dalla saccatura originale da cui si era staccato come cut-off il giorno 1° ottobre. Il flusso meridionale umido inizia a cedere sul Piemonte nelle ore prima dell'alba, anche se fino a metà mattina permangono piogge molto forti sulle zone pedemontane nordoccidentali, dove stazioni meteorologiche come Piedicavallo (BI), Forzo (TO), Sambughetto (VB) e Fobello (VC) registrano ancora più di 75 mm in 3 ore.

L'ingresso dell'aria fredda ha determinato un abbassamento dello zero termico, fino ai 2400-2500 m a sud e 2100-2200 m altrove, quando però le precipitazioni erano già in fase di esaurimento.

Le piogge più persistenti, diffuse e intense dell'intero evento, si sono verificate nell'arco di 15 ore circa, a partire dal primo pomeriggio di venerdì 2 ottobre fino alle ore prima dell'alba di sabato, facendo registrare in questo lasso di tempo numerosi record di pioggia cumulata nelle 12 e nelle 24 ore.

Il tutto a testimonianza di un evento eccezionale, in cui sono cadute sulla regione quantità d'acqua medie e massime che in passato si sono osservate solo su periodi di accumulo più lunghi.

La Figura 17 mostra come il 2 ottobre 2020 sia stato il giorno mediamente più piovoso degli ultimi 60 anni in Piemonte, con circa 112 mm di pioggia media sulla regione, superando il precedente record di 94 mm che apparteneva al 15 ottobre 2000.

In altri termini, si può affermare che in un giorno è caduto circa il 15% della pioggia che normalmente si osserva in un anno. In un anno prevalentemente secco, questo evento ha riportato la pioggia cumulata annuale oltre la media del periodo.

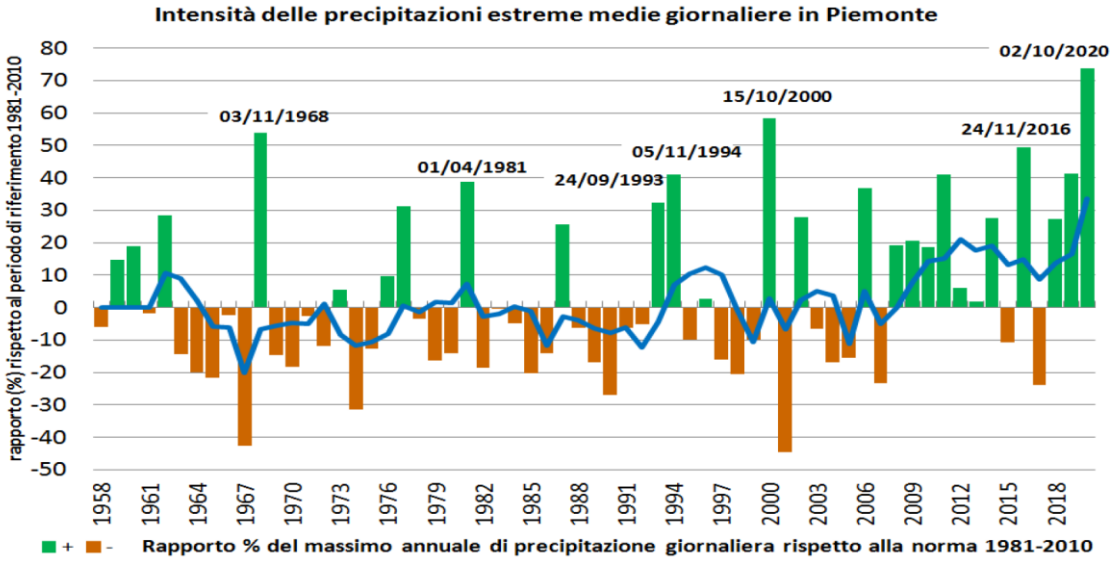


Figura 24 – Rapporto % del massimo annuale di precipitazione giornaliera rispetto alla norma: si evidenziano le giornate storicamente più piovose; in blu la media mobile in 5 anni (fonte: ARPA Piemonte)

Di seguito l'immagine delle precipitazioni complessive sul territorio regionale.

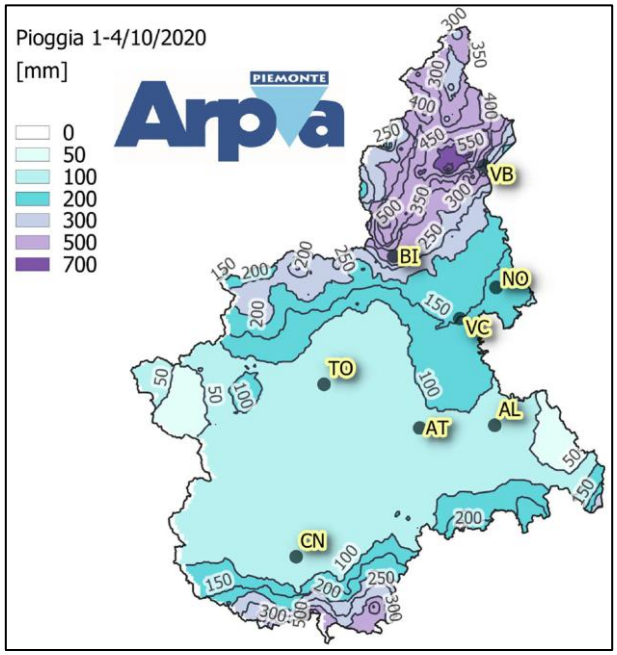


Figura 25 – Precipitazione totale dell'evento sulla regione Piemonte (fonte: ARPA Piemonte)

La Figura 26 mostra il dettaglio delle precipitazioni, stimate dai sistemi radarmeteorologici per l'intervallo compreso tra 2 e 3 ottobre 2020, sui settori nordoccidentali. Sono evidenti i centri di scroscio che hanno interessato i bacini di Cervo, Sesia e Toce.

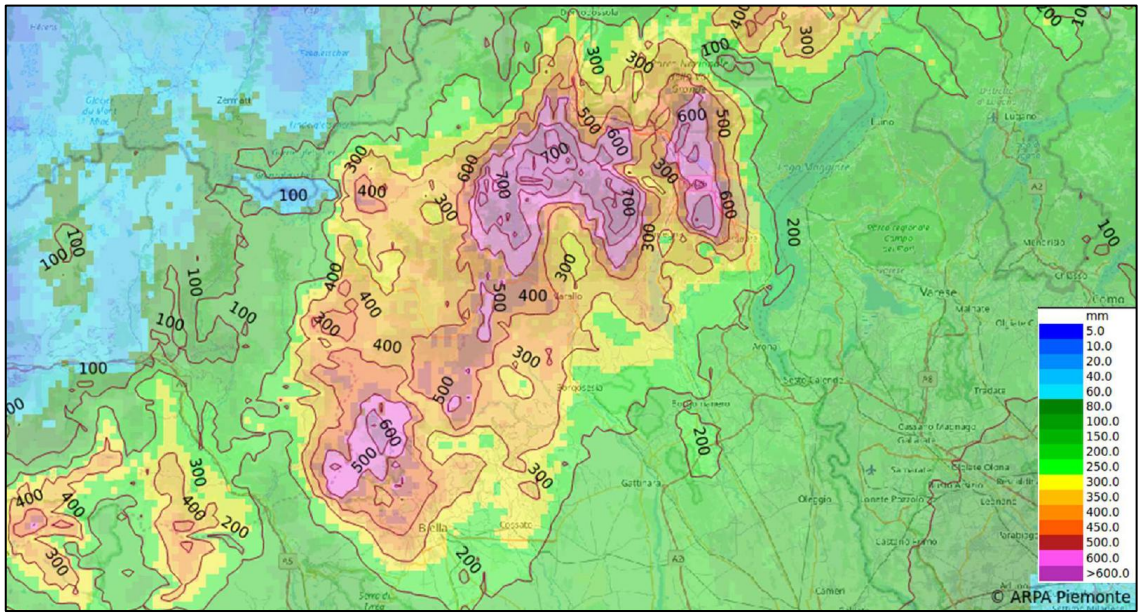


Figura 26 – Precipitazione su 48 ore dal 2 ottobre 2020 ore 00:00 UTC. Dettaglio sulle province di Biella, Vercelli, Novara e Verbano-Cusio-Ossola

SI segnala che la formazione della piena di alcuni corsi d'acqua avviene anche con importanti contributi forniti da bacini interregionali (Dora Baltea) o internazionali (Ticino).

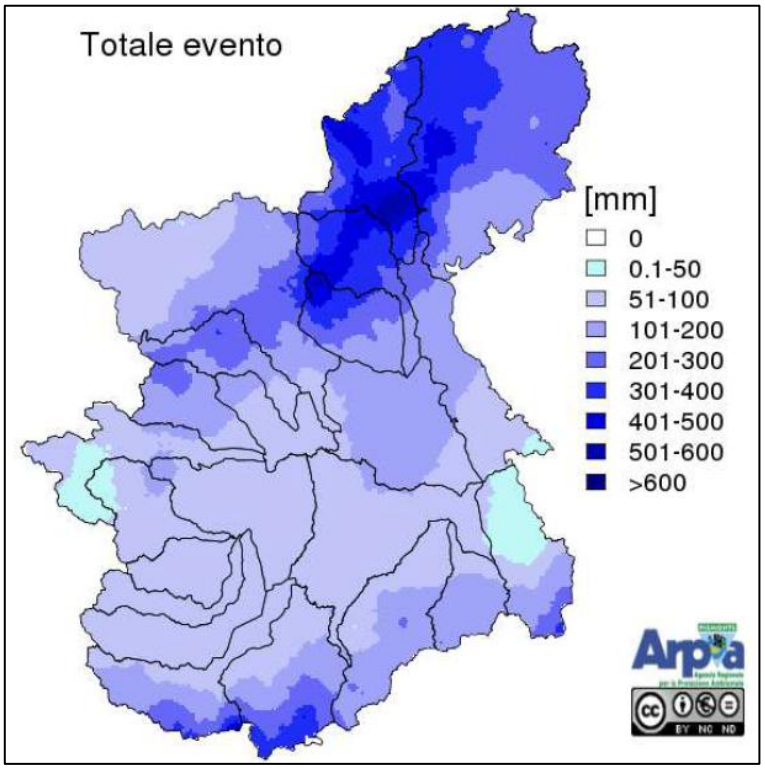


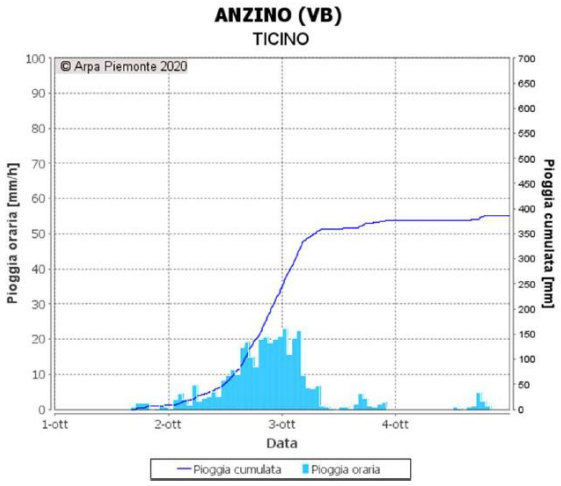
Figura 27 – Pioggia cumulata dal 1° al 4 ottobre 2020 sull'intero bacino del Po chiuso alla confluenza con il Ticino

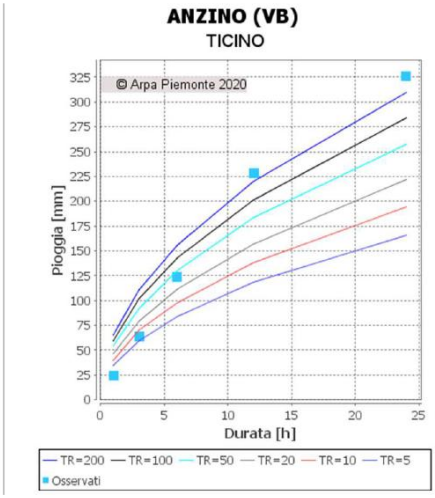
Per quanto riguarda la caratterizzazione in termini statistici dell'evento l'analisi si effettua mediante il confronto dei valori di altezza e durata delle precipitazioni registrate in corso d'evento con quelli relativi alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) utilizzate nel sistema di allerta regionale.

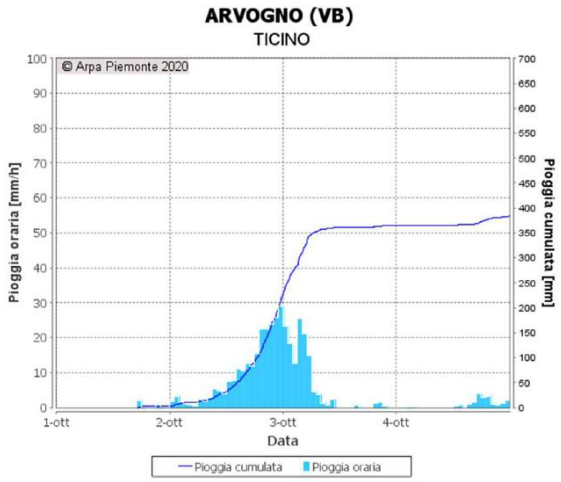
Per alcune stazioni del bacino del fiume Toce, nei grafici seguenti (Figura 28) sono riportati gli ietogrammi (a sinistra) e le altezze di pioggia dell'evento (a destra), espresse in funzione delle diverse durate (1, 3, 6, 12, 24 ore) confrontate con le curve di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno (5, 10, 20, 50, 100 e 200 anni).

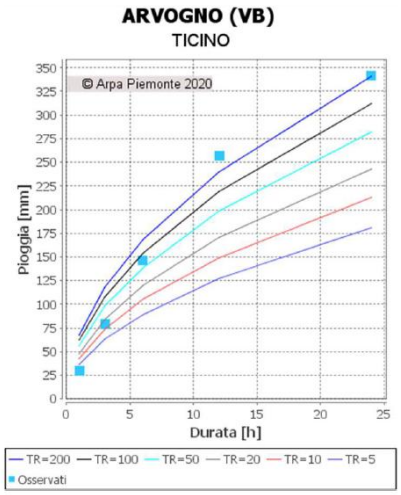
Questo tipo di confronto consente innanzitutto di capire quali siano le durate maggiormente critiche e permettono la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno.

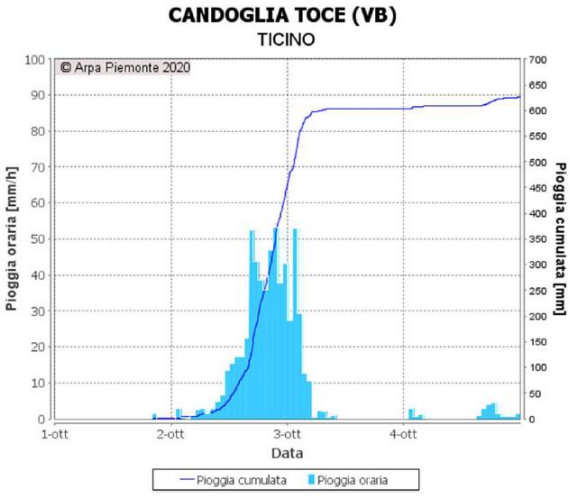
Si segnalano in particolare valori estremi, anche ben superiori al tempo di ritorno duecentennale, per tutte le durate.

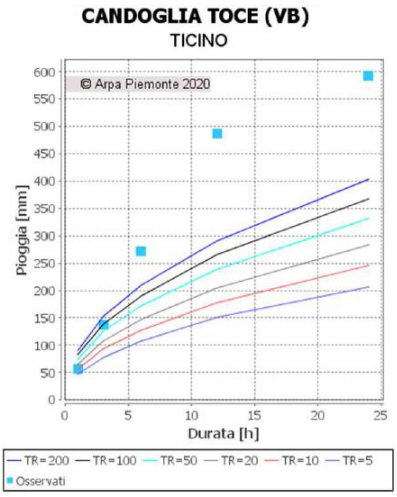

ANZINO (VB)
TICINO
© Arpa Piemonte 2020
Pioggia oraria [mm/h]
Pioggia cumulata [mm]
1-ott
2-ott
3-ott
4-ott
Data
Pioggia cumulata
Pioggia oraria


ANZINO (VB)
TICINO
© Arpa Piemonte 2020
Pioggia [mm]
Durata [h]
TR=200
TR=100
TR=50
TR=20
TR=10
TR=5
Osservati


ARVOGNO (VB)
TICINO
© Arpa Piemonte 2020
Pioggia oraria [mm/h]
Pioggia cumulata [mm]
1-ott
2-ott
3-ott
4-ott
Data
Pioggia cumulata
Pioggia oraria


ARVOGNO (VB)
TICINO
© Arpa Piemonte 2020
Pioggia [mm]
Durata [h]
TR=200
TR=100
TR=50
TR=20
TR=10
TR=5
Osservati


CANDOGLIA TOCE (VB)
TICINO
© Arpa Piemonte 2020
Pioggia oraria [mm/h]
Pioggia cumulata [mm]
1-ott
2-ott
3-ott
4-ott
Data
Pioggia cumulata
Pioggia oraria


CANDOGLIA TOCE (VB)
TICINO
© Arpa Piemonte 2020
Pioggia [mm]
Durata [h]
TR=200
TR=100
TR=50
TR=20
TR=10
TR=5
Osservati

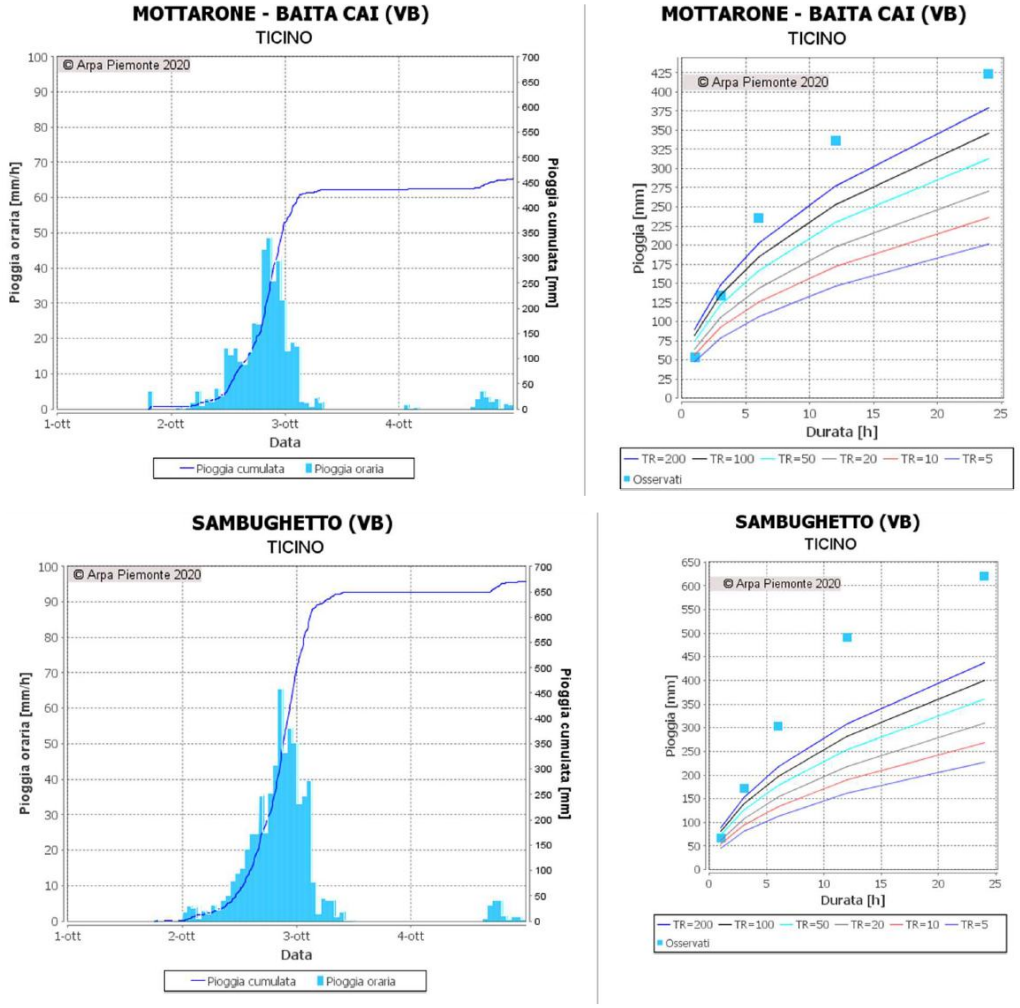


Figura 28 – Ietogrammi di alcune stazioni pluviometriche collocate nel bacino d'interesse e relative linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno: si notino i valori estremi registrati durante l'evento (fonte: ARPA Piemonte)

4.2 ANALISI IDROMETRICA

Le intense e copiose precipitazioni hanno generato sui corsi d'acqua del reticolo principale e secondario della regione, onde di piena eccezionali che, nei bacini del Toce e del Sesia, hanno superato i livelli di riferimento storici dell'evento di ottobre 2000 e sull'alto Tanaro quelli del novembre 2016.

Ovunque gli incrementi di livello sono stati repentini e, anche nelle sezioni di chiusura di bacini estesi, il colmo si è raggiunto al massimo in 12 ore.

Nel bacino del Toce sono stati superati i livelli di pericolo lungo tutta l'asta principale e, a Candoglia (VB), si è registrato un colmo di 9,34 m, superiore al precedente record del 2000 di 9,16 m, corrispondente ad una portata di circa 2700 m^3/sec.

Negli altri corsi d'acqua del bacino, è stato superato il livello di pericolo sullo Strona a Gravellona (VB), mentre il San Bernardino, all'idrometro di Santino (VB), l'ha sfiorato. Il cospicuo apporto del Toce e dei suoi tributari al Lago

Maggiore ha prodotto innalzamenti significativi ma relativamente contenuti in quanto il lago non ha dovuto assorbire più giorni continuativi di precipitazioni.

Tabella 2 – Colmi di piena e massimi incrementi di livello [m] registrati durante l'evento nel bacino del f. Toce

Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Data e ora (UTC) del colmo	MAX	liv.guardia	liv.pericolo	Incremento max in 12h
TICINO	SAN BERNARDINO VERBANO	VB	SANTINO SAN BERNARDINO	02/10/2020 21:30	7.31	6.6	7.4	5.65
TICINO	GRAVELLONA TOCE	VB	GRAVELLONA STRONA	03/10/2020 00:00	4.07	2.2	3.0	3.23
TICINO	MERGOZZO	VB	CANDOGLIA TOCE	03/10/2020 08:30	9.34	5.2	7.7	6.98
TICINO	VERBANIA	VB	PALLANZA LAGO MAGGIORE	04/10/2020 19:30	5.98	5.0	6.0	1.58
TICINO	CREVOLADOSSOLA	VB	PONTEMAGLIO TOCE	03/10/2020 10:00	2.74	1.8	2.5	2.31

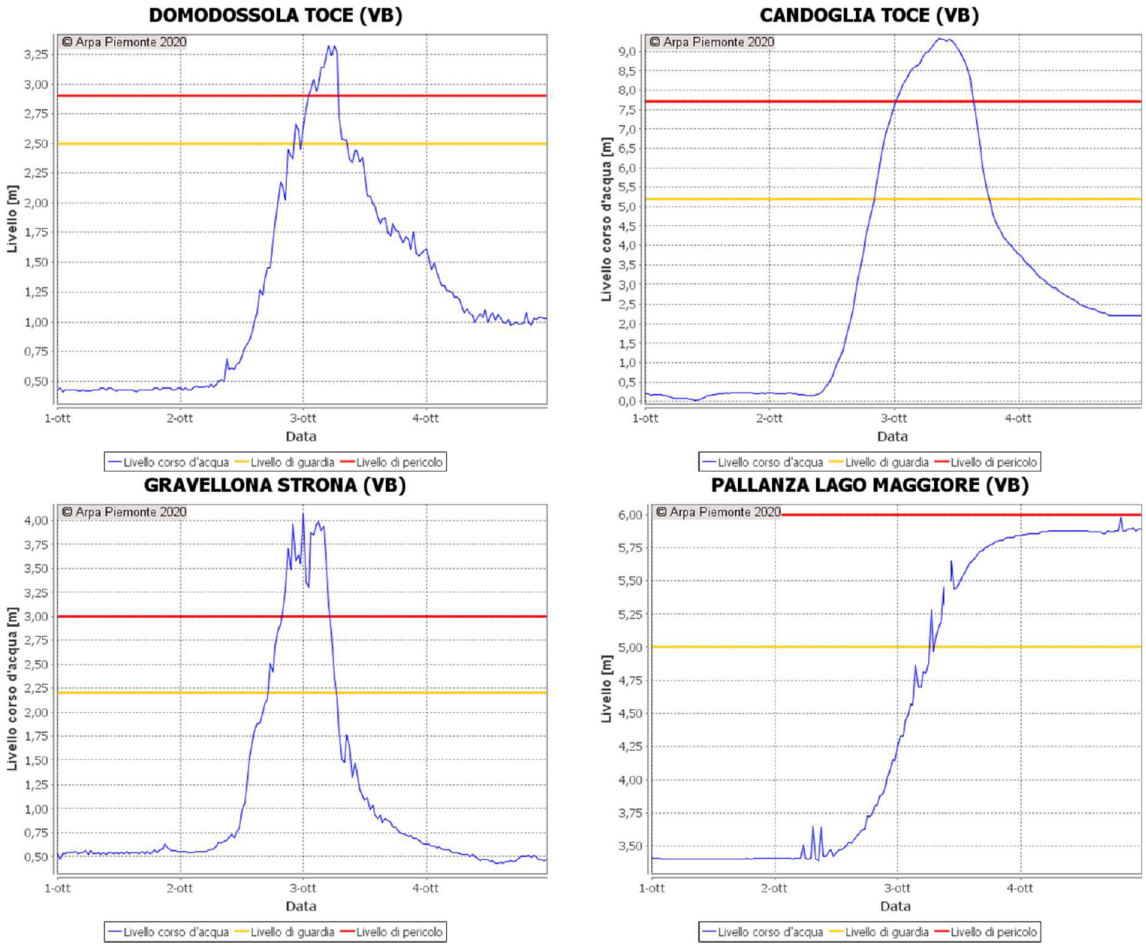


Figura 29 – Idrogrammi di piena nel bacino del fiume Toce (fonte: ARPA Piemonte)

Le valutazioni sulla ricorrenza statistica della piena derivano dal confronto con le portate di assegnato tempo di ritorno indicate dall'Autorità di Bacino del Po nel Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni -

Direttiva 2007/60/CE e D.lgs. 49/2010 - nel seguito PGRA, in cui, rispetto al quadro delle conoscenze acquisite nell'ambito della redazione del PAI, sono stati fatti diversi aggiornamenti a seguito di più recenti studi di asta.

Per i tratti di asta non aggiornati sono stati mantenuti i valori adottati dal PAI "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

In assenza di valori PGRA e valori PAI, si è provveduto alla stima dei tempi di ritorno attraverso la procedura ARPIEM - Analisi Regionale delle Piene nei bacini Montani (2012 Arpa Piemonte) cui si rimanda per eventuali approfondimenti.

Tabella 3 – Colmo di piena dell'evento e tempi di ritorno corrispondenti per il fiume Toce (fonte: ARPA Piemonte)

Bacino	Stazione	Portata al colmo [mc/sec]	TR [anni]	Q TR PGRA [mc/sec]		
				TR 20	TR 200	TR 500
TOCE	Toce a Candoglia	2700	50-100	2150	3200	3380

Le caratteristiche di eccezionalità che ha assunto l'evento del 2-3 ottobre rendono necessario un confronto con altri eventi del passato che hanno determinato importanti effetti al suolo.

Per i bacini del Toce e del Sesia si è ritenuto opportuno far riferimento agli eventi del settembre 1993 e dell'ottobre 2000, paragonabili per entità del colmo di piena.

Tabella 4 – Valori di portata al colmo di piena per il fiume Toce (m^3/s) (fonte: ARPA Piemonte)

Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Settembre 1948	Novembre 1968	Settembre 1993	Ottobre 2000	Ottobre 2020
TICINO	MERGOZZO	VB	CANDOGLIA TOCE	-	-	2560	2640	2700

Si riporta di seguito (Figura 30) il grafico dei livelli registrati all'idrometro di Candoglia (VB) sul Toce durante i due eventi di ottobre 2000 e 2020 al fine di confrontare non solo i colmi, ma anche le altre caratteristiche dell'evento e cioè durata e volumi idrici.

Dal grafico risulta evidente che, sebbene in termini di colmo le due piene siano dello stesso ordine con valori assai simili, la piena del 2020 è stata di gran lunga più impulsiva.

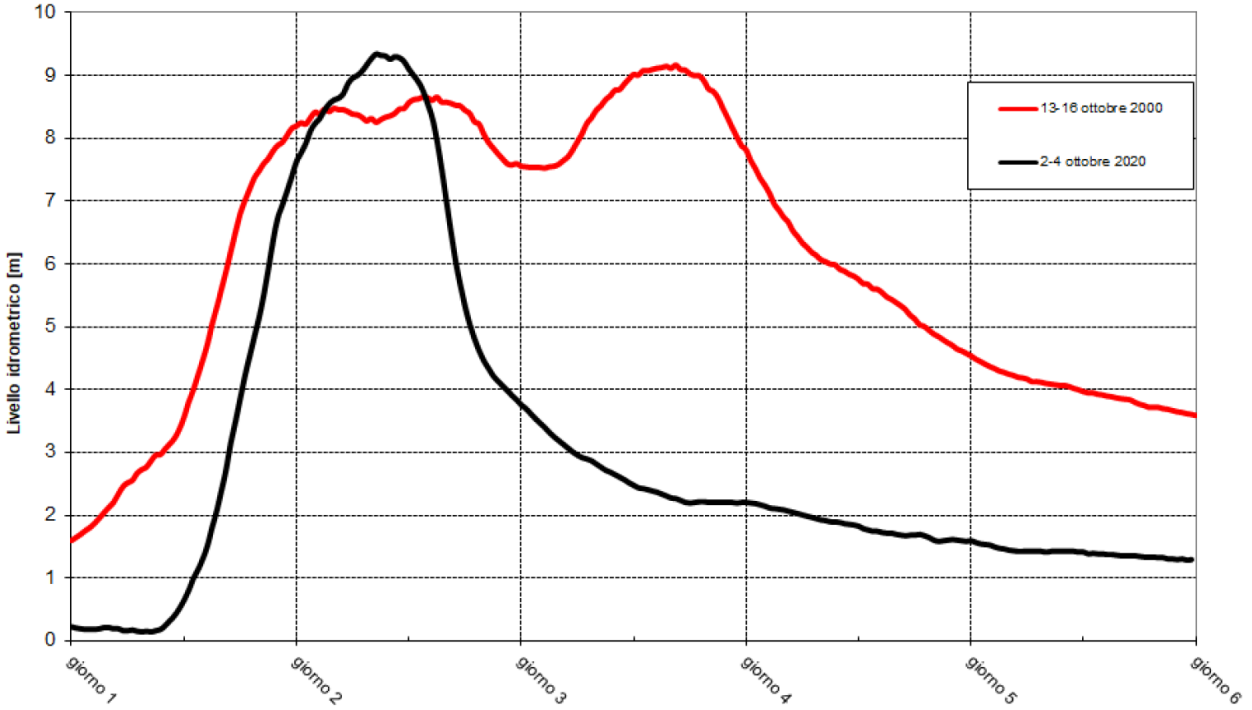


Figura 30 – Confronto tra gli idrogrammi del f. Toce alla stazione di Candoglia per gli eventi del 2000 e del 2020 (fonte: ARPA Piemonte)

4.3 EFFETTI AL SUOLO

Nel bacino del Toce nei giorni tra il 2 e il 4 ottobre sono state registrate piogge intense, con valori di precipitazione media sull'intero bacino che hanno superato i 368 mm totali.

La zona maggiormente interessata è quella tra Mergozzo e Ornavasso, proprio l'area d'interesse per la presente verifica, dove si sono avuti i valori maggiori (il pluviometro di Mergozzo ha registrato 592mm in 24 ore), mentre nell'alta valle le precipitazioni sono state più contenute.

Le zone comprese tra Mergozzo e Ornavasso sono quelle dove sono stati registrati gli effetti più significativi, che in alcuni casi risultano comparabili a quelli dell'Ottobre 2000, con diffusi allagamenti legati all'esondazione del Toce e all'innalzamento del livello idrometrico del Lago di Mergozzo. Colpite più a monte anche le zone di Pieve Vergonte, Vogogna e Premosello Chiovenda. Il carattere particolarmente impulsivo, con precipitazioni molto intense ma relativamente limitate nel tempo, ha fatto sì che il Lago Maggiore sia riuscito a laminare le portate eccezionali del Toce, annullando gli effetti a valle del lago.

Il fiume Toce nel tratto considerato ha occupato gran parte della pianura intravalliva causando allagamenti agli abitati di Pallanzeno, Vogogna, Premosello e Chiovenda.

In particolare a Vogogna gli allagamenti sono avvenuti per espansione delle acque del fiume Toce lungo l'alveo del rio Val delle Chiese, attraverso gli esistenti sottopassi ferroviari e per rigurgito dei rii affluenti, così come documentato in fase d'evento.

L'analisi dei livelli idrometrici, osservati durante l'evento e/o rilevati dai segni lasciati sul piano campagna che raggiungono valori di 1,5 m, indicano che i battenti sono stati localmente maggiori di quelli dell'evento dell'ottobre 2000. Nel comune di Vogogna l'entità degli allagamenti (vedi: Figura 31) appare di gran lunga superiore non soltanto a quella dell'ottobre 2000 (Figura 32), ma anche con riferimento a quanto previsto nella pianificazione (vedi: confronto con fasce del PGRA in Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.). Infatti, nella zona sud-est dell'abitato, le acque hanno addirittura oltrepassato il rilevato ferroviaria, attraverso i fornici esistenti, allagando estesamente le aree abitate poste a tergo.

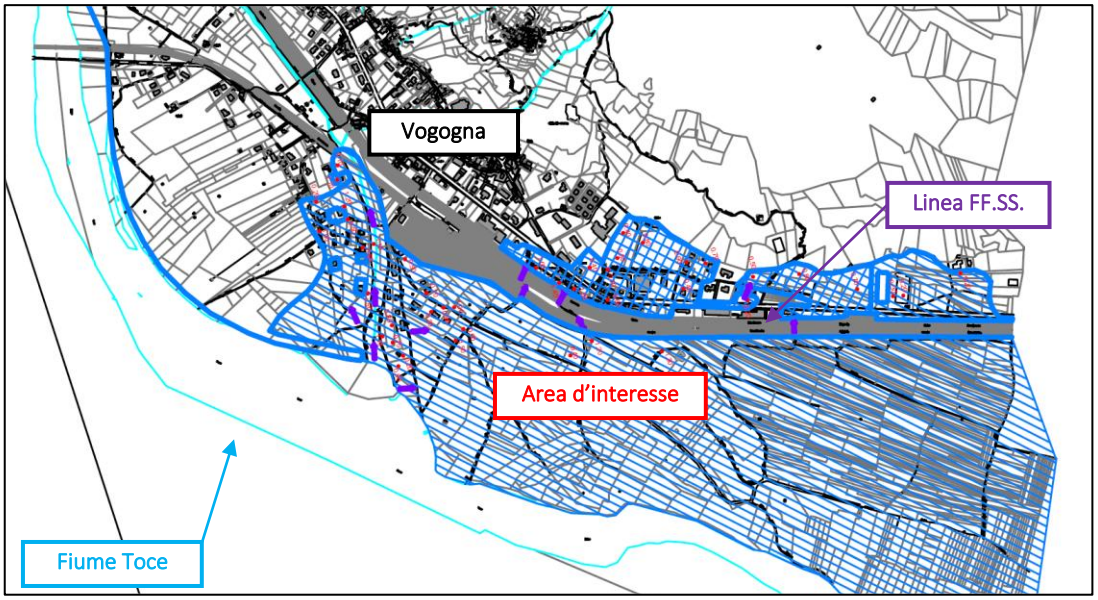


Figura 31 – Massima estensione delle aree allagate nel Comune di Vogogna durante l'evento alluvionale del 2020 (Fonte: geol. F. D'Elia)

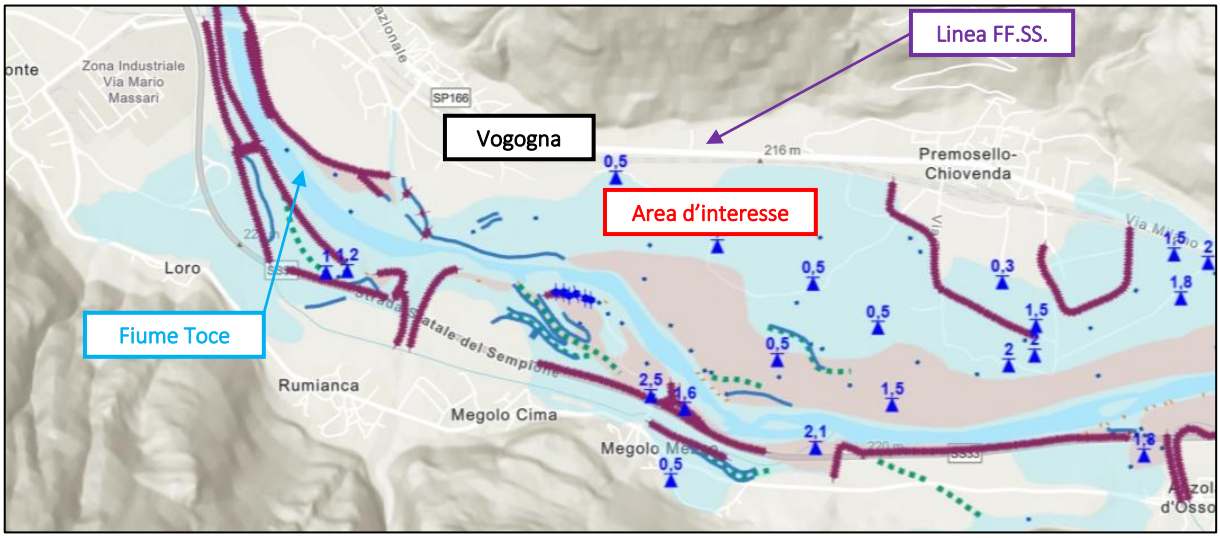


Figura 32 – Effetti Alluvione 2000 per il comune di Vogogna. Oltre all'estensione delle aree allagate è riportato anche il massimo battente idrico (fonte: ARPA Piemonte)

5. CAMPAGNE DI SOPRALLUOGO E RILIEVO TOPOGRAFICO

Nell'ambito delle attività propedeutiche alla redazione del presente progetto, nei mesi di ottobre e novembre 2024 sono state condotte specifiche campagne di sopralluogo e rilievo topografico, finalizzate all'acquisizione dello stato di fatto delle aree oggetto di intervento.

In particolare, durante il sopralluogo effettuato nel mese di novembre 2024, è stato eseguito un rilievo topografico ad alta precisione, utilizzando strumentazione avanzata, con l'obiettivo di acquisire dati morfologici di dettaglio relativi all'asta del Rio delle Chiese e alle zone limitrofe.

Il rilievo ha interessato:

- l'alveo attivo del Rio delle Chiese, mediante il rilevamento di sezioni trasversali significative lungo il tratto oggetto di modellazione;
- i principali manufatti di attraversamento interferenti con il deflusso (ponti e passerelle);
- le aree circostanti interessate dalla progettazione di opere di mitigazione del rischio idraulico e idrogeologico.

Per l'esecuzione delle attività è stata impiegata strumentazione topografica professionale della ditta Leica Geosystems®, in particolare:

- n. 2 ricevitori GNSS modello GS16, per il posizionamento satellitare ad alta precisione;
- n. 1 laser scanner 3D modello BLK360, per il rilievo plano-altimetrico ad alta densità di punti.

Figura 33 – Operazioni di rilievo topografico delle aree oggetto d'interesse

L'integrazione tra rilievi GPS e scansione laser ha consentito la produzione di un modello geometrico dettagliato e georeferenziato, restituendo dati planimetrici e altimetrici riferiti al sistema geodetico ETRF2000-WGS84, con proiezione cartografica UTM fuso 32 e quote altimetriche riferite ai grigliati IGM (modello Italgeo2005). Questa metodologia ha garantito l'ottenimento di un piano quotato di elevato dettaglio, indispensabile per la definizione delle geometrie di calcolo utilizzate nella modellazione idraulica e per la corretta progettazione delle opere previste.

6. INTERVENTI IN PROGETTO

6.1 CRITICITÀ IDRAULICHE E OBIETTIVO DEGLI INTERVENTI

L'analisi idraulica condotta ha permesso di individuare una serie di criticità lungo il tratto del Rio delle Chiese compreso tra l'area urbanizzata di Vogogna e la sua confluenza nel Fiume Toce, in particolare in corrispondenza delle aree situate a valle del rilevato ferroviario della linea Milano - Domodossola. Per un approfondimento dell'analisi idrologica ed idraulica si rimanda all'*Elab. P-2.4 – Relazione idrologica e idraulica*.

Nelle condizioni attuali dei luoghi, le simulazioni numeriche evidenziano come, a monte della Via Nazionale, il corso d'acqua riesca generalmente a contenere le portate di progetto, grazie alla forte pendenza del fondo e alla sufficiente capacità di deflusso degli attraversamenti esistenti. Tuttavia, già in corrispondenza del ponte di Piazza Chiesa si registra un franco idraulico ridotto, che rappresenta una potenziale situazione di rischio in caso di eventi estremi.

Le principali criticità si concentrano nel tratto compreso tra il rilevato della linea ferroviaria Milano–Domodossola e la confluenza nel Fiume Toce, dove si riscontrano:

- una significativa riduzione della pendenza del fondo alveo, che determina il rallentamento del deflusso del corso d'acqua;
- l'insorgenza di marcati fenomeni di rigurgito dovuti alle condizioni di piena del Fiume Toce, che determina un innalzamento dei livelli idrici nel Rio delle Chiese;
- il sottodimensionamento del manufatto di attraversamento di Via Calami, che in condizioni di piena lavora in pressione, generando fenomeni di tracimazione e allagamento del piano viabile;
- il coinvolgimento di aree edificate e infrastrutture, con potenziali rischi per la pubblica incolumità e per la funzionalità del sistema infrastrutturale.

Alla luce di tali evidenze, gli interventi progettuali mirano alla mitigazione del rischio idraulico lungo le aree d'interesse, perseguendo i seguenti obiettivi:

- contenere i livelli idrici di piena del fiume Toce che risalgono lungo l'alveo del rio delle Chiese, provocando allagamenti, in particolare nella zona di via Calami. Gli interventi consentiranno inoltre di contenere anche i livelli del rio, in presenza di fenomeni di rigurgito indotti da alti livelli presenti del fiume Toce che ostacolano la regolare immissione delle acque di piena dell'immissario;
- impedire il deflusso delle acque di piena del fiume Toce che, espandendosi in golena sinistra, possono oltrepassare il rilevato ferroviario della linea internazionale, che *de facto* funge da argine, attraverso i fornici esistenti provocando gli allagamenti recentemente manifestatisi nella zona di via Nazionale a sud-est del centro abitato.

Nel paragrafo a seguire sono dettagliati gli interventi in progetto necessari al conseguimento di tali obiettivi.

6.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Gli interventi oggetto del presente progetto di fattibilità tecnica ed economica sono finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico che, allo stato attuale, interessa il territorio comunale di Vogogna, in particolare nell'area compresa tra il rilevato ferroviario della linea Milano – Domodossola e la confluenza con il Fiume Toce. Le opere previste si articolano in più componenti, come definito a seguire e come indicato nell'estratto dell'*Elab. P-3.4 - Planimetria generale di progetto* di Figura 34.

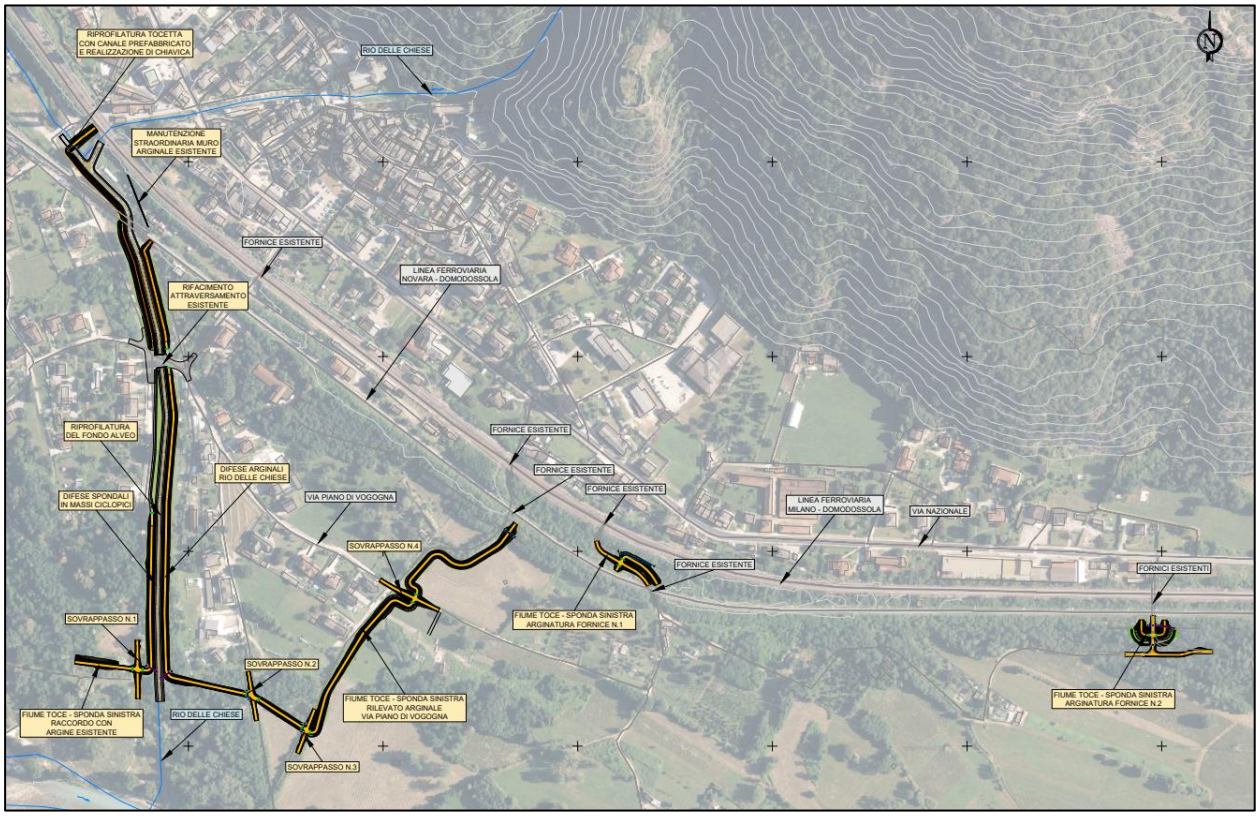


Figura 34 – Estratto della planimetria generale di progetto

1. **Realizzazione di arginature lungo il Rio delle Chiese.** Sono previste due nuove linee arginali in terra a sezione trapezia, realizzate lungo le sponde destra e sinistra del Rio delle Chiese, nel tratto compreso tra il rilevato ferroviario della linea Milano – Domodossola e la confluenza del Fiume Toce;
2. **Raccordo dell'argine destro del Rio delle Chiese all'argine sinistro del Fiume Toce;**
3. **Realizzazione dell'arginatura via Piano di Vogogna, in sinistra idraulica del Fiume Toce.** L'argine sinistro del Rio delle chiese prosegue parallelamente al Fiume Toce per circa 160 m. Successivamente assume un orientamento sud – nord lungo via Piano di Vogogna, fino a intestarsi nuovamente al rilevato ferroviario della linea Novara – Domodossola;
4. **Interventi lungo la Tocetta, in corrispondenza della confluenza nel Rio delle Chiese:** in corrispondenza della confluenza con il Rio delle Chiese si prevede la riprofilatura del tratto terminale della Tocetta, mediante la

posa di un canale prefabbricato e la realizzazione di una chiavica in c.a., funzionale alla regolazione del deflusso in occasione di eventi di piena.

5. **Nuovo manufatto di attraversamento in via Calami.** E' previsto il rifacimento integrale del manufatto di attraversamento di via Calami, lungo il Rio delle Chiese che nelle condizioni attuali è sottodimensionato;
6. **Chiusura dei varchi lungo il rilevato ferroviario.** Per evitare il passaggio delle acque di piena del Fiume Toce verso le aree retrostanti attraverso due fornici esistenti nei rilevati ferroviari si prevede la realizzazione di due arginature in terra poste a chiusura dei varchi. Le nuove opere saranno integrate con rampe carrabili di scavalco, necessarie a garantire la continuità della viabilità locale.

Gli interventi in progetto consentiranno la mitigazione del rischio e concorreranno al raggiungimento degli obiettivi indicati nella pianificazione del PGRA, come indicato nella "*Tabella degli interventi strutturali del PGRA già inseriti nel Database RENDIS*".
A seguire si riportano le principali informazioni, relativamente all'intervento in oggetto identificato con il codice ***ITN008-DI-159***, contenute nell' "*Elenco di interventi di carattere strutturale ricompresi nelle misure del PGRA",* al quale si rimanda per la consultazione completa dei dati.

- ***Titolo intervento:*** *Predisporre la progettazione di fattibilità, in accordo con gli Enti Locali, degli interventi di difesa di aree residenziali e produttiva nei comuni di Pallanzeno, Piedimulera e Vogogna, in attuazione della fascia B di progetto del PAI;*
- ***Codice misura:*** *ITN008-DI-159;*
- ***Ambito di effetto:*** *Toce – ARS Toce;*
- ***Obiettivo:*** *MIGLIORARE LA PERFORMANCE DEI SISTEMI DIFENSIVI ESISTENTI – Garantire un livello di sicurezza adeguato alle porzioni di tessuto residenziale e produttivo inondabili per l'evento di piena poco frequente (scenario M);*
- ***Priorità:*** *Critica.*

6.2.1 Arginature Rio delle Chiese

Gli interventi previsti lungo il tratto terminale del Rio delle Chiese consistono nella realizzazione di nuove arginature in terra a sezione trapezia, finalizzate al contenimento delle portate di piena e alla mitigazione del rischio idraulico nelle aree limitrofe. Le opere si sviluppano in sinistra e destra idraulica del corso d'acqua, nel tratto compreso tra il rilevato ferroviario e la confluenza con il Fiume Toce, per uno sviluppo di circa 600 m.

La sezione tipo delle arginature prevede un corpo in terra costituito da materiale idoneo secondo la classificazione CNR-UNI 10006, principalmente terre a grana fine (classi A-4, A-6, A-7-6 secondo AASHO). Il materiale verrà posato in strati successivi di 30 cm, ciascuno adeguatamente compattato. Le scarpate dell'argine, con inclinazione 1:2, saranno ricoperte con terreno vegetale e successivamente inerbite mediante idrosemina.

La sommità dell'argine avrà una larghezza complessiva di 4,00 m, di cui 3,00 m carrabili realizzati con cassonetto in misto granulare stabilizzato (20 cm di spessore), e banchine laterali da 0,50 m (cfr. Figura 35).

A protezione del piede arginale, lato fiume, è prevista la realizzazione di scogliere in massi ciclopici selezionati di cava, con diametro equivalente minimo pari a 0,70 m e peso non inferiore a 800 kg. Le scogliere sono progettate per garantire stabilità contro fenomeni erosivi e saranno intasata con terra vegetale per favorire l'attecchimento della vegetazione e la stabilità nel tempo.

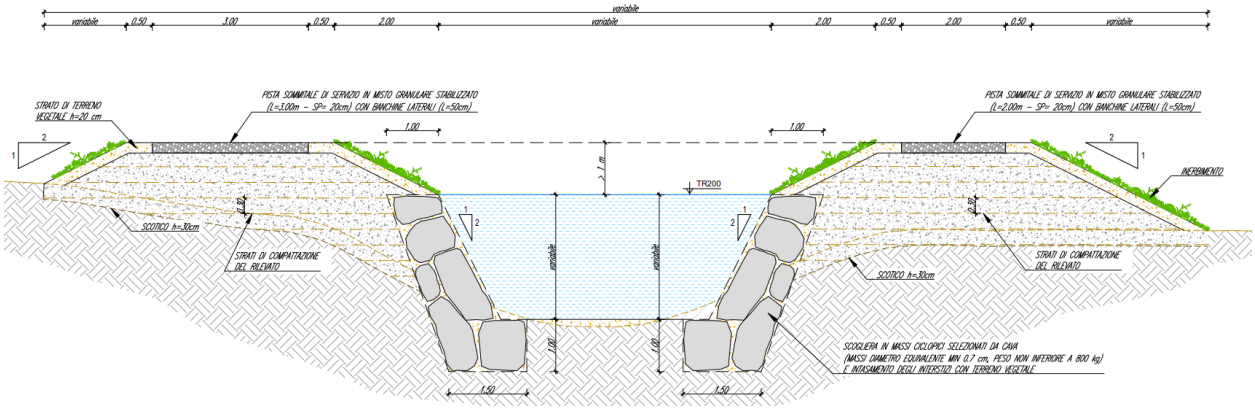


Figura 35 – Sezione tipo di progetto del Rio delle Chiese

L'argine destro lungo il rio delle Chiese andrà a raccordarsi con l'argine sinistro del Fiume Toce, oggetto dell'intervento previsto nel progetto ENI Rewind. Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati grafici del presente progetto.

6.2.2 Argine Via Piano di Vogogna

Il nuovo argine in progetto, dopo aver percorso la sponda sinistra del Rio delle Chiese, si sviluppa inizialmente parallelamente al Fiume Toce per circa 180 metri. In questa porzione, il rilevato arginale sarà protetto dall'azione erosiva della corrente del Toce mediante la realizzazione di un paramento in massi ciclopici, sostenuto inferiormente da un taglione anch'esso in massi ciclopici (cfr. Figura 36).

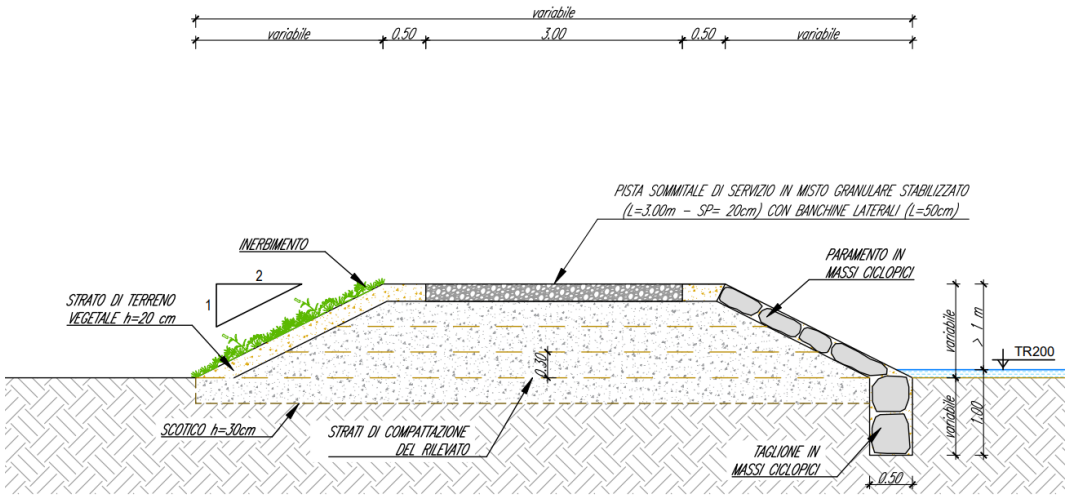


Figura 36 – Sezione tipo rilevato arginale con taglione e paramento in massi ciclopici

Superato tale tratto, il rilevato arginale in progetto assume un orientamento sud – nord lungo via Piano di Vogogna, fino a intestarsi nuovamente al rilevato ferroviario della linea Novara – Domodossola, completando così l'anello di protezione idraulica dell'area d'interesse.

L'argine sarà realizzato con una sezione trapezia, mediante la posa di materiale idoneo in strati compattati dello spessore massimo di 30 cm. I paramenti saranno inclinati con pendenza 1:2, rivestiti con uno strato superficiale di terreno vegetale dello spessore di circa 20 cm e successivamente stabilizzati mediante inerbimento.

La sommità dell'argine sarà percorribile e destinata alle attività di ispezione e manutenzione (polizia idraulica), con larghezza utile pari a 4,00 m, suddivisa in una pista centrale di 3,00 m in misto granulare stabilizzato (spessore 20 cm) e due banchine laterali da 0,50 m ciascuna.

Per garantire la continuità della viabilità locale interferita dall'opera arginale, è prevista la realizzazione di n. 3 rampe di sormonto del rilevato, opportunamente sagomate e raccordate alla viabilità esistente. Tali rampe consentiranno l'accessibilità ai fondi agricoli e la connessione con le strade locali, assicurando al contempo la funzionalità idraulica dell'arginatura.

6.2.3 Interventi lungo la Tocetta, in corrispondenza della confluenza con il Rio delle Chiese

In corrispondenza della confluenza della Tocetta nel Rio delle Chiese, è previsto un intervento mirato al miglioramento del deflusso e alla gestione idraulica in occasione di eventi di piena.

Come rappresentato in Figura 37, l'intervento consiste nella realizzazione di una chiavica in calcestruzzo armato, la cui esecuzione prevede contestualmente la riprofilatura e il rivestimento del tratto terminale della Tocetta per una lunghezza di circa 15 m, mediante la posa di un canale con sezione idraulica rettangolare (dimensioni nette 4,00 x 1,50 m), completo di taglione di valle per la protezione e la stabilizzazione dell'imbocco.

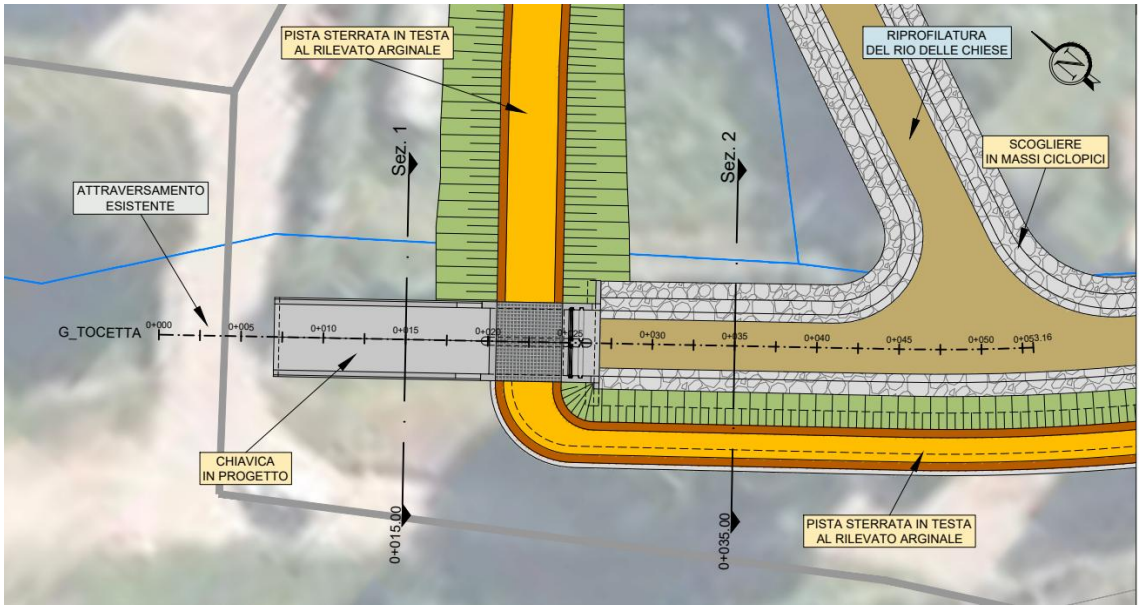


Figura 37 – Estratto della planimetria di progetto degli interventi in corrispondenza della confluenza della Tocetta con il Rio delle Chiese

La chiavica sarà dotata di due paratoie in acciaio inox AISI 316L, dimensioni 1,75 x 1,70 m, a tenuta su quattro lati, con azionamento manuale tramite attuatore meccanico. Questo manufatto ha la funzione di regolare e modulare il deflusso delle acque in caso di piena, migliorando l'efficienza del sistema idraulico locale.

L'intervento rappresenta un elemento chiave nel sistema di regolazione dei flussi idraulici, contribuendo alla mitigazione del rischio di rigurgiti o esondazioni localizzate nella zona di confluenza.

Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati grafici del presente progetto.

6.2.4 Nuovo manufatto di attraversamento di via Calami

L'intervento prevede la demolizione dell'attuale ponte di attraversamento lungo via Calami, attualmente sottodimensionato rispetto alle portate di progetto del Rio delle Chiese. In sua sostituzione sarà realizzato un nuovo manufatto scatolare in calcestruzzo armato, con sezione rettangolare di dimensioni interne pari a 4,00 x 3,50 m, opportunamente dimensionato per garantire il regolare deflusso delle acque anche in occasione di eventi di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni (TR = 200), assicurando il rispetto del franco idraulico previsto dalla normativa vigente.

L'opera ha l'obiettivo di eliminare le attuali criticità legate a fenomeni di tracimazione e allagamento, incrementando sensibilmente la sicurezza idraulica dell'area. A completamento dell'intervento è previsto l'adeguamento della livelletta stradale, necessario a garantire la continuità e la funzionalità della viabilità esistente in corrispondenza del nuovo attraversamento (cfr. Figura 38). Inoltre, in corrispondenza dell'interferenza tra via Calami e il nuovo rilevato arginale, saranno realizzate opere accessorie quali la posa di barriere di sicurezza (guard rail) e di sbarre metalliche di chiusura, a protezione delle rampe di accesso, funzionali sia alla regolamentazione del transito che alla sicurezza dell'infrastruttura.

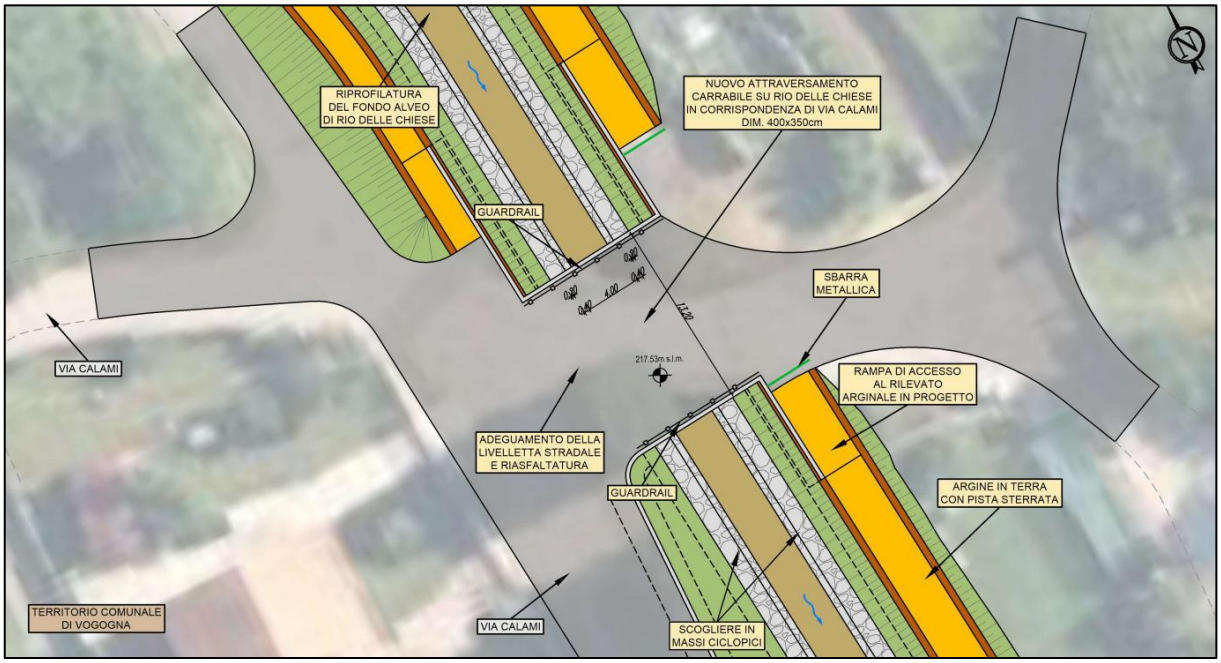


Figura 38 – Estratto della planimetria di progetto del nuovo attraversamento di via Calami sul Rio delle Chiese

Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati grafici del presente progetto.

6.2.5 Chiusura dei varchi lungo il rilevato ferroviario

In area golenale sinistra del Fiume Toce, sono presenti due varchi nei rilevati ferroviari delle linee Milano–Domodossola e Novara–Domodossola. Tali varchi, attraversati da fornici di dimensioni significative, rappresentano un punto vulnerabile del sistema, in quanto consentono alle acque di piena del Toce di espandersi verso le aree retrostanti, in corrispondenza di zone urbanizzate e infrastrutturate del Comune di Vogogna.

Per evitare l'insorgenza di tale fenomeno e conseguentemente mitigare il rischio idraulico attualmente presente sull'area urbanizzata, si prevede la realizzazione di due arginature in terra poste a chiusura dei varchi.

Il primo intervento (*Fornice 1*) interessa il varco ubicato a ovest e si sviluppa tra i due rilevati ferroviari, con la linea Milano–Domodossola a nord e la Novara–Domodossola a sud (cfr. Figura 39). L'arginatura è stata progettata in questo punto in modo da minimizzare l'ingombro complessivo delle opere e ridurre l'interferenza con la viabilità e l'assetto esistente. L'argine si sviluppa per circa 65 m tra i due rilevati ferroviari e sarà sormontato da una rampa carrabile lunga circa 75 m, che consentirà la continuità del transito locale.

A monte del rilevato in progetto, per garantire la continuità idraulica di un fosso di scolo esistente, è prevista la posa di una condotta in calcestruzzo DN500, corredata da due pozzetti prefabbricati in c.a. di dimensioni 120 x 120 cm.

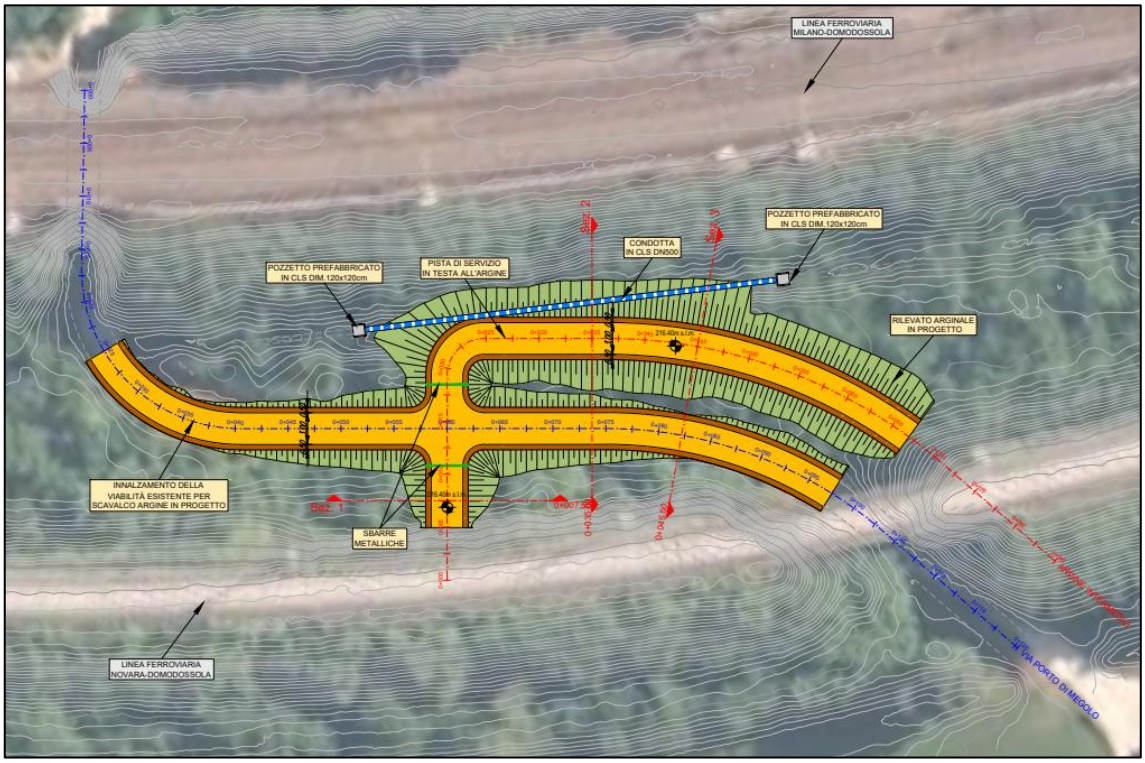


Figura 39 – Estratto della planimetria di progetto degli interventi sul Fornice 1

Il secondo intervento (*Fornice 2*) riguarda il varco ubicato più ad est, dove lo spazio tra i due rilevati ferroviari non risulta sufficiente per l'inserimento dell'opera. Per questo motivo, l'arginatura in terra sarà realizzata a sud del rilevato della linea Novara–Domodossola, come indicato in Figura 40.

Il nuovo rilevato arginale si svilupperà per circa 50 m, mentre la rampa carrabile di scavalco, necessaria per garantire la continuità del traffico locale, avrà uno sviluppo di circa 40 m. Per raccordarsi adeguatamente alla viabilità esistente, sarà realizzato un nuovo tratto di strada interpoderale di larghezza pari a 4 m (3 m di pista e 0,5 m per lato di banchina).

Per la gestione delle acque intercluse a tergo del rilevato è prevista la posa di una condotta in calcestruzzo DN300 dotata di valvola a clapet, così da consentire il deflusso controllato e impedire effetti di rigurgito in caso di piena. È inoltre prevista la deviazione di un fosso in terra esistente, interferito dalle opere in progetto.

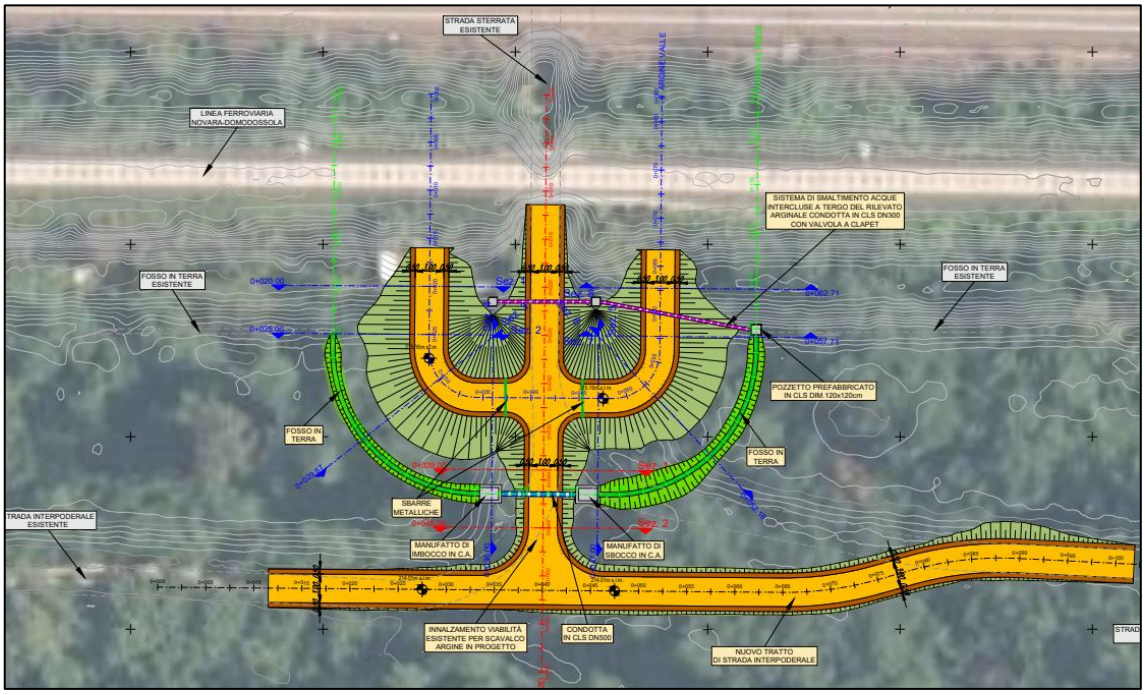


Figura 40 – Estratto della planimetria di progetto degli interventi sul Fornice 2

Tutti i rilevati arginali descritti saranno realizzati con sezione trapezia in terra, mediante la posa di materiale idoneo in strati compattati di spessore massimo 30 cm. I paramenti saranno inclinati 1:2, rivestiti con terreno vegetale (spessore circa 20 cm) e successivamente stabilizzati mediante inerbimento. La sommità del rilevato, destinata alle attività di polizia idraulica, avrà una larghezza complessiva di 4,0 m, di cui 3,0 m in misto granulare stabilizzato (spessore 20 cm) e 0,50 m per ciascuna banchina laterale (cfr. Figura 41).

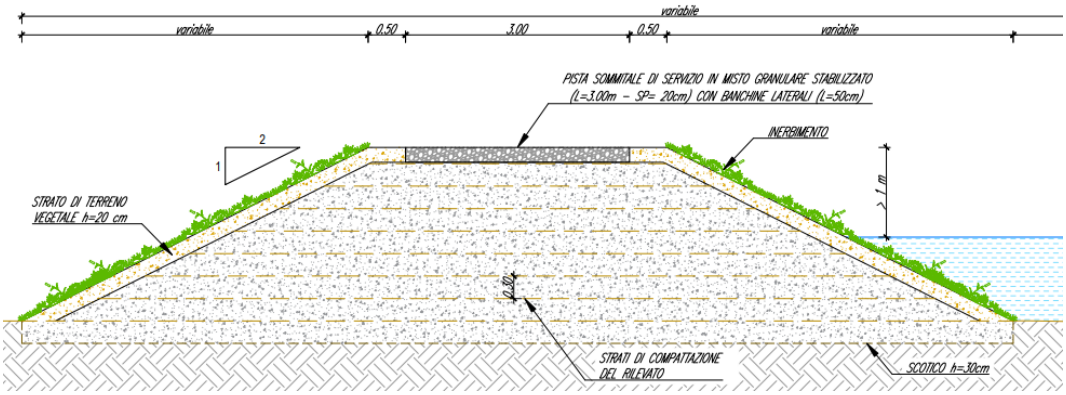


Figura 41 – Sezione tipo del rilevato arginale a chiusura dei vari lungo il rilevato ferroviario

Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati grafici del presente progetto.

7. ASPETTI DI VINCOLO TERRITORIALE E AMBIENTALE

Nel presente capitolo si riporta una sintesi dei vincoli ambientali e territoriali, al fine di individuare tutti i possibili effetti che l'opera in progetto potrebbe comportare sull'ambiente naturale in cui si inserisce.

Per maggiori dettagli si rimanda all'*Elab. P-2.1 – Studio di fattibilità ambientale*.

7.1 SINTESI DEI VINCOLI E AUTORIZZAZIONI NECESSARIE

Gli interventi in progetto ricadono in aree classificate e vincolate come di seguito riportato:

- P.T.R. della Regione Piemonte: le opere interessano "*territori di montagna*" e "*aree di interesse naturalistico*" interferiti da una rete "*ferroviaria*" ed una "*stradale comunale*";
- P.P.R. della Regione Piemonte: gli interventi ricadono in aree periferiche del centro urbano, caratterizzate da zone suburbane e rurali perimetrate dalla "*zona fluviale interna*" del Rio delle Chiese e dal Fiume Toce;
- P.T.C. della Provincia del Verbano-Cusio-Ossola: conferma quanto già rilevato nella pianificazione regionale;
- P.R.G:C. di Vogogna: gli interventi saranno localizzati in "*aree agricole – E1*", soggetta ad una pericolosità geomorfologica di *classe IIB* e *IIIA*;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvionale (P.G.R.A.): l'area d'interesse ricade nella fascia di *probabilità media* d'essere interessata da alluvioni (*TR = 100/200 anni*);
- Rete Natura 2000: gli interventi ricadono in aree protette quali la "*ZPS - Zone di Protezione Speciale – Fiume Toce"* e il "*Parco Nazionale della Val Grande*";
- Vincoli idrogeologico: le opere in progetto sono localizzate in aree esenti da tale vincolo;
- Vincolo paesaggistico ai sensi dell'articolo 142 del D lgs n 42 del 2004 lettere c 2 g per gli argini lungo il Rio delle Chiese e il Fiume Toce.

Alla luce dell'analisi condotta e delle caratteristiche degli interventi in progetto non emergono elementi di incompatibilità dell'intervento con gli strumenti di programmazione e pianificazione vigenti.

Le opere in progetto saranno soggette ad Autorizzazione paesaggistica ordinaria e a Valutazione d'incidenza (VIncA), oltre alla procedura di verifica di VIA.

Inoltre, è importante sottolineare che **le aree interessate dagli interventi previsti dal presente progetto non ricadono all'interno della perimetrazione del SIN di Pieve Vergonte, né interferiscono con le matrici ambientali compromesse**. Pertanto, dal punto di vista ambientale, non si rilevano vincoli ostativi alla realizzazione delle opere previste, né necessità di azioni di bonifica o mitigazione specifica in relazione alla presenza del SIN.

8. CANTIERIZZAZIONE, TERRE E ROCCE DA SCAVO E GESTIONE DELLE INTERFERENZE

8.1 CANTIERIZZAZIONE E CRONOPROGRAMMA

Le modalità operative di cantierizzazione saranno definite con maggiore dettaglio nella successiva fase progettuale.

Tuttavia, fin d'ora si evidenziano alcuni aspetti chiave da considerare nei futuri approfondimenti:

- le interferenze tra il tracciato del nuovo argine e la viabilità esistente dovranno essere opportunamente pianificate, in accordo con l'Amministrazione comunale e previa adeguata informazione alla cittadinanza, al fine di ridurre i disagi alla circolazione locale;
- l'approvvigionamento dei materiali da costruzione, in particolare delle terre necessarie alla formazione dei rilevati arginali, dovrà essere organizzato tenendo conto della sostenibilità logistica, privilegiando il reperimento da aree limitrofe e minimizzando i percorsi dei mezzi pesanti.

La durata complessiva prevista per l'esecuzione delle opere è pari a 24 mesi naturali e consecutivi, come definito nello specifico cronoprogramma allegato (Elaborato *P-1.8 - Cronoprogramma delle Fasi Attuative*).

Risulta fondamentale il rispetto delle fasi di cantierizzazione programmate, al fine di garantire un'adeguata gestione del cantiere in termini di sicurezza, efficienza esecutiva e minimizzazione dell'impatto sulle aree di intervento e sulla viabilità interessata.

8.2 GESTIONE DELLE INTERFERENZE

Nella successiva fase progettuale sarà necessario procedere a un censimento puntuale delle reti tecnologiche presenti nell'area di intervento, al fine di individuare le interferenze con le opere previste e pianificare in modo efficace le attività di cantiere. L'obiettivo è quello di ridurre al minimo l'impatto sulle infrastrutture esistenti e garantire la continuità dei servizi, oltre a prevenire ritardi nella fase esecutiva. In tal senso, dovranno essere considerati i seguenti aspetti:

- Nei casi di parallelismo o attraversamento tra le nuove opere e le reti tecnologiche esistenti (quali condotte per servizi elettrici, telefonici, idrici, ecc.), gli interventi dovranno essere eseguiti nel pieno rispetto della normativa vigente, delle prescrizioni dei gestori dei servizi e delle loro specifiche costruttive;
- Qualora si rendesse necessario lo spostamento di sottoservizi interferenti, sarà preliminarmente effettuata un'attività di scavo di saggio per accertarne la posizione effettiva, e si procederà con le modifiche richieste in coordinamento con gli enti gestori, prima della realizzazione dei manufatti previsti dal progetto;
- Nelle fasi operative che comportano l'occupazione temporanea della viabilità pubblica mediante mezzi meccanici, sarà garantita, ove possibile, la continuità di accesso alle proprietà private e la parziale fruibilità della rete viaria.

8.3 GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il progetto prevede scavi per la realizzazione degli interventi per un volume complessivo che ammonta a circa 9'000 m^3. Tale volume sarà riutilizzato quasi interamente nell'ambito delle attività di cantiere ai sensi dell'art. 185 del D.Lsg 152/06 e s.m.i. per operazioni di rinterro e di realizzazione degli argini in progetto. Tale scelta risulta la scelta ottimale sotto molteplici punti di vista, sia ambientali sia economici/logistici. Il vantaggio di riutilizzare in sito la quasi totalità del materiale originato dagli scavi garantisce una drastica riduzione degli impatti sull'ambiente conseguenti al trasporto sia del materiale in uscita (da portare a discarica o in altro sito), sia del materiale necessario per la formazione di rilevati e riempimenti.

La normativa esclude dal regime dei rifiuti il materiale riutilizzato in sito ai sensi dell'art. 185, purché si dichiari l'assenza di contaminazione. La definizione di "sito" prevista dal DPR 120/17 risulta sostanzialmente conforme a quella contenuta nel comma 1 art. 240 del d.lgs. 152/2006

In quanto all'assenza di contaminazione, essa deve essere valutata con riferimento all'allegato 5, tabella 1, D.lgs. 152/2006 e pertanto si rendono necessarie le analisi dei terreni. L'Allegato 2 "Procedure di campionamento in fase di progettazione" del D.P.R. 120/2017 fornisce i criteri minimi per la definizione del numero di punti d'indagine da applicare per la caratterizzazione del terreno (cfr. Tabella 5).

Tabella 5 – Numerosità dei campioni

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3 + 1 ogni 2.500 metri quadri
Oltre i 10.000 metri quadri	7 + 1 ogni 5.000 metri quadri

Nel caso in oggetto l'impresa appaltatrice dovrà provvedere, prima dell'avvio dei lavori e in ogni caso prima del riutilizzo del materiale in sito, all'analisi di 7 campioni di terreno per accertare l'assenza di contaminazione. I punti di prelievo sono da distribuire lungo le aree d'intervento. Gli oneri delle attività di prelievo dei campioni saranno a carico dell'impresa, mentre i costi per la realizzazione delle indagini sul materiale prelevato sono inseriti all'interno delle somme a disposizione del quadro economico di progetto.

I risultati del campionamento dovranno verificare che i terreni di scavo possano essere idonei ad attività di recupero e riutilizzo all'interno del sito di cantiere previste dalla normativa vigente in quanto il campione di terreno sottoposto ad analisi non dovrà presentare nessun superamento delle CSC indicate nella tabella 1 colonna A e B dell' allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico *Elab. P-1.11 – Relazione sulla gestione dei materiali di scavo.*