



Comune di La Loggia

Città Metropolitana di Torino

Regione Piemonte



ANALISI IDRAULICA DEL NODO OITANA-CHISOLA-CANALE DEL MOLINO FINALIZZATO ALLA VALUTAZIONE DI INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO SUPERFICIALE E RIFUNZIONALIZZAZIONE DEL CANALE DEL MOLINO NEI PRESSI DELLA EX CAVA, IN RELAZIONE ALLE IPOTESI DI REALIZZAZIONE DI CENTRO SPORTIVO POLIFUNZIONALE.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

OGGETTO

01. ELABORATI DESCRITTIVI

STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO:
DEFINIZIONE DELLE DINAMICHE DI ESONDAZIONE

TIMBRI E FIRME



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. Chiara AMORE
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n. 8304X

prof. ing. Maurizio ROSSO
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n.13076

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE	REVISIONE
DATA	SET/2024	FEBB/2025
COD. LAVORO	676/SR	510/SR
TIPOL. LAVORO	C	C
SETTORE	1	1
TIPOL. ELAB.	RI	RI
TIPOL. DOC.	E	E
ID ELABORATO	01	01
VERSIONE	0	2

REDATTO

ing. Gianluca COLOMBO

CONTROLLATO

ing. Chiara AMORE

APPROVATO

ing. Maurizio ROSSO

ELABORATO

C.1.1



INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE INTERESSATO	4
2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
2.2 STATO DEI LUOGHI	5
3. QUADRO NORMATIVO E PIANIFICATORIO DI RIFERIMENTO PER LA COMPATIBILITÀ IDRAULICA	8
3.1 VARIANTE AL PAI DEL TORRENTE CHISOLA E DEL TORRENTE LEMINA	9
3.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (P.G.R.A.)	11
3.3 PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI LA LOGGIA (PRGC).....	12
4. STUDI PREGRESSI E DOCUMENTAZIONE ESISTENTE	13
4.1 STUDI RELATIVI AL PROGETTO IN OGGETTO	13
4.2 STUDI IDRAULICI	13
4.3 EVENTI ALLUVIONALI	14
5. CARATTERISTICHE GENERALI DEL BACINO IDROGRAFICO	15
5.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E IDROGRAFICO	15
5.2 ASPETTI GEOMORFOLOGICI E LITOLOGICI	16
5.3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO.....	17
5.4 ASSETTO MORFOLOGICO E IDRAULICO	17
6. STUDIO IDROLOGICO	21
6.1 PIENE STORICHE PRINCIPALI.....	21
6.2 EVENTO ALLUVIONALE OTTOBRE 2000	22
6.3 EVENTO ALLUVIONALE 1-2 SETTEMBRE 2002.....	22
6.4 EVENTO ALLUVIONALE NOVEMBRE 2016	23
6.5 PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO	28
6.6 IETOGRAMMI DI PROGETTO PER PIOGGE BREVI ED INTENSE E DI LUNGA DURATA	30
6.6.1 Ietogrammi di progetto di breve durata.....	30
6.6.2 Calcolo del tempo di corrivazione	33
6.6.1 Definizione delle altezze di pioggia di riferimento	34
6.6.2 Ietogrammi osservati di durata maggiore.....	36
7. ANALISI DELL’EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICA DEL NODO CHISOLA-OITANA CANALE DEL MOLINO	37
8. STUDIO IDRAULICO DEI DEFLUSSI DI PIENA DEL NODO CHISOLA – OITANA – CANALE DEL MOLINO	42
8.1 APPROCCIO METODOLOGICO	42
8.2 METODOLOGIA DI CALCOLO	42
8.2.1 Definizione delle impostazioni del modello di calcolo	44
8.3 IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO COMBINATO 1D – 2D	46
8.3.1 Geometrie di riferimento.....	46
8.3.2 Parametri di scabrezza.....	48
8.3.3 Condizioni al contorno.....	49
8.3.4 Scenari simulati.....	49
8.3.5 Rappresentazione dei risultati	50
9. ANALISI DEI RISULTATI DEL MODELLO BIDIMENSIONALE IN MOTO VARIO	51



9.1	STATO DI FATTO – TARATURA, CONDIZIONI ORDINARIE E DEFLUSSI DI PIENA	51
9.1.1	<i>La calibrazione del deflusso – Evento alluvionale 21-26 novembre 2016</i>	51
9.1.2	<i>Deflusso in condizioni ordinarie – Ietogramma evento pluviometrico 2019</i>	55
9.1.3	<i>Deflusso in condizioni di piena – Simulazione TR 20 e 200 anni</i>	58
9.2	CRITICITÀ EVIDENZIATE E FILOSOFIA DI INTERVENTO	65
9.3	STATO DI PROGETTO.....	66
9.3.1	<i>Descrizione degli interventi di riqualificazione e realizzazione del centro polisportivo</i>	66
9.3.2	<i>Descrizione degli interventi di riassetto idraulico</i>	68
9.3.3	<i>Interventi di manutenzione straordinaria</i>	69
9.3.4	<i>Geometria dello Stato di PROGETTO</i>	69
9.3.5	<i>Deflusso in condizioni ordinarie – Ietogramma evento pluviometrico 2019</i>	70
9.3.6	<i>Deflusso in condizioni di piena – Simulazione TR 20 e 200 anni</i>	73
9.4	CONSIDERAZIONI SUI BENEFICI DEGLI INTERVENTI DI RIASETTO IDRAULICO	80
10.	ANALISI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLE OPERE IN PROGETTO	81
11.	CONSIDERAZIONI DI SINTESI	82

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Planimetria e sezioni trasversali del torrente Chisola tracciate in corrispondenza delle opere in progetto con indicazione dei livelli di piena di riferimento (Tr 200)



1. PREMESSA

Il presente “*Studio idraulico del nodo Oitana/Chisola/Canale del Molino per ottimizzazione rete idrica e rifunzionalizzazione*” è stato affidato agli Scriventi con Det. Responsabile Settore Servizio Tecnico - Lavori Pubblici e Manutenzione del Comune di La Loggia n.86(RS) e n. 289 (RG) del 28.06.2024 - R.d.O. n. 4453361).

Lo Studio si inserisce nell’ambito degli studi e dei progetti di sviluppo urbanistico e riassetto territoriale, in particolare per quanto attiene il reticolo idrografico e le condizioni di pericolosità idraulica del territorio comunale nello specifico ambito geografico profondamente influenzato dalle dinamiche di esondazione e di deflusso in condizioni meteo-pluviometriche intense del Torrente Chisola, del Rio Oitana, del Canale del Molino. Tale nodo idraulico risulta particolarmente sensibile alle dinamiche di piena poiché risente anche degli effetti idraulici della confluenza nel Fiume Po e il contesto si rivela profondamente modificato dall’azione antropica che, in modo più o meno consapevole, nel corso del tempo ne ha modificato l’assetto idraulico.

Lo studio idraulico condotto ha in particolare la finalità di evidenziare eventuali criticità e indicare interventi di riassetto idraulico anche alla luce della ipotesi di realizzazione di un’area sportiva comunale, per la quale è stata avviata presso l’Autorità idraulica competente la pratica (rif. AIPo n. 42/2024A). A tal riguardo i contenuti dello Studio sono stati sviluppati in riferimento alla *Direttiva per la Valutazione della Compatibilità Idraulica di infrastrutture pubbliche all’interno delle Fasce A e B dell’Autorità Distrettuale di Bacino del Fiume Po*.

Le attività svolte hanno previsto una prima fase di indagine conoscitiva del contesto territoriale mediante lo studio della documentazione esistente, sopralluoghi e i rilievi topografici di dettaglio (G.N.S.S., ecoscandaglio e volo S.A.P.R.) e una seconda fase di sviluppo modellistico idraulico per la definizione delle dinamiche di esondazione e l’individuazione delle azioni migliorative in termini di interventi di riassetto.

I risultati ottenuti hanno permesso di analizzare quindi gli effetti degli interventi in progetto al fine di determinarne la compatibilità idraulica ai sensi della Direttiva sopra citata.



2. DESCRIZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE INTERESSATO

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in studio si colloca nella porzione nord occidentale del Comune di La Loggia, al confine con i Comuni di Vinovo e Moncalieri, e ricomprende il nodo idraulico posto tra la sponda destra del T. Chisola, il Rio Oitana (Lemina) e il Canale del Molino, derivazione storica la quale si originava dal R. Oitana e restituiva le sue acque nel T. Chisola a valle dell'immissione del R. Oitana. Ciò si desume dalle carte storiche e dal catasto, poiché allo stato attuale il Canale risulta privo di continuità e parzialmente obliterato dall'attività antropica, che lo ha modificato trasformandolo in poco più che un fosso per alcune decine di metri per poi eliminarlo completamente per un tratto di oltre 150 m. La sezione originaria del Canale è visibile solo più nel tratto terminale (cfr. Figura 1).



Figura 1 – Immagine aerea del contesto territoriale.

La prossimità con l'immissione del T. Chisola nel Fiume Po a Moncalieri, la morfologia del territorio e le caratteristiche dell'idrografia principale e secondaria, idrografia che come già detto in precedenza risulta in parte alterata dall'azione dell'uomo, fanno di questo nodo un'area particolarmente sensibile, interessata nel complesso dalle dinamiche di esondazione, ma per la quale è comunque possibile approfondire gli aspetti idraulici e perseguire alcune indicazioni progettuali di ottimizzazione del reticolo.



L’attenzione al sito deriva in particolare dall’averlo individuato, da parte dell’Amministrazione comunale, come sito idoneo per la futura realizzazione di un’area sportiva polifunzionale, in quanto buona parte di tali aree ricade nei terreni di proprietà del Comune di La Loggia. Nella proprietà ricade inoltre un bacino artificiale creato da privati, ora in disuso, che è stato oggetto di analisi e rilievo batimetrico. L’ipotesi di progetto nel suo complesso mira a recuperare sotto il profilo naturalistico e paesaggistico l’area del bacino artificiale con l’obiettivo di colmare una carenza di aree verdi pubbliche attrezzate del comune di La Loggia. L’operazione diviene quindi l’occasione anche per un miglioramento dell’assetto geologico-idraulico, mediante interventi di riassetto e rifunzionalizzazione scaturiti dall’approfondimento idraulico del presente lavoro.

Elemento fondamentale del progetto è la riapertura del Canale del Molino nel suo tracciato originale e catastalmente ancora definito, come osservabile dalle immagini in Figura 2.



Figura 2 – Estratto BDTRE Catastale e ortofoto aerea aggiornata con sovrapposizione catasto.

Si osservi inoltre come l’attività antropica ha comportato lo spostamento dell’intero alveo del Chisola, che addirittura si presenta privo di continuità a livello catastale: in colore ciano sono rappresentate le superfici demaniali prive di mappale in quanto classificate come “acqua”, tuttavia il Chisola per un tratto scorre su proprietà private e la sua perimetrazione demaniale risulta interrotta proprio a nord dell’area in studio.

2.2 STATO DEI LUOGHI

Nel presente paragrafo si riportano alcune immagini dello stato dei luoghi, sebbene la rappresentazione aerea già illustrata permetta di comprendere meglio l’insieme.

L’area si presenta fortemente vegetata e di difficile accesso, sono presenti recinzioni e relitti di manufatti in parte dell’attività di cava ad oggi in disuso (Cava Monticone).

L’originario tracciato del Canale del Molino (tratto tombato) sembrerebbe inoltre parzialmente modificato e “costretto” tra i confini di proprietà di fatto materializzati con muri manufatti e recinzioni.



Figura 3 – Canale del Molino nel tratto aperto terminale e immissione nel T. Chisola.



Figura 4 – Canale del Molino nel tratto in cui è stato completamente annullato, sostituito con un rilevato in terra.



REGIONE PIEMONTE – Città Metropolitana di Torino – *Comune di La Loggia*
“Analisi idraulica del nodo Oitana-Chisola-Canale del Molino finalizzato alla valutazione di interventi di ottimizzazione del reticolo idrografico superficiale e rifunzionalizzazione del Canale del Molino nei pressi della ex cava, in relazione alle ipotesi di realizzazione di centro sportivo polifunzionale.”

Studio di compatibilità idraulica

SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI



Figura 5 – Cortili dismessi dell'area di cava adiacente al Canale del Molino nel tratto obliterato e immagini dell'invaso artificiale durante le operazioni di rilievo batimetrico con ecoscandaglio



3. QUADRO NORMATIVO E PIANIFICATORIO DI RIFERIMENTO PER LA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Come anticipato lo Studio analizza la compatibilità degli interventi proposti: per la definizione dei criteri di valutazione si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

- ✓ **PSFF** (Piano Stralcio delle Fasce Fluviali) dell’Autorità di Bacino del Fiume Po;
- ✓ **Variante Generale al PRG di La Loggia**, redatta dallo Studio Tecnico Associato Bianchi e Malacrino, con il supporto in ambito geologico del Dott. Geol. P. Quagliolo in collaborazione con Dott. Geol. M. Balestro, adottata con Progetto Definitivo nel Febbraio 2022.
- ✓ **“Direttiva Infrastrutture”** (*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B*) emessa dall’Autorità di Bacino del Fiume Po nell’ambito del “Piano Stralcio delle Fasce Fluviali”, approvata dal Comitato tecnico in data 27/04/1999 e modificata dalla Delibera n. 10 del 05 aprile 2006;
- ✓ **Aggiornamento del PAI** del bacino del F. Po e del PGRA del Distretto idrografico del Po redatto dall’AdBPo: **Torrente Chisola da Cumiana alla confluenza nel F. Po (PAI-Po) e delle mappe del PGRA** del Distretto idrografico del F. Po (Maggio 2022);
- ✓ **Aggiornamento del PAI** del bacino del F. Po (PAI-Po) e del PGRA del Distretto idrografico del Po redatto dall’ AdBPo: **Torrente Lemina da Pinerolo alla confluenza con il T. Chisola**, (Marzo 2024);

Gli strumenti citati relativi all’aggiornamento del PAI e del PGRA contengono i seguenti elaborati:

- a. Relazione Tecnica;
- b. Portate di progetto e profili di piena;
- c. Cartografia delle fasce fluviali;
- d. Cartografie con l’aggiornamento della delimitazione delle aree allagabili del PGRA.

Occorre in primo luogo porre l’attenzione sul fatto che le suddette normative disciplinano gli interventi per la realizzazione di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico che ricadono all’interno delle Fasce A e B condizione che caratterizza gli interventi oggetto di studio: “[...]All’interno delle Fasce Fluviali (A e B), ai sensi dell’art. 38 delle NA del PAI, è consentita la realizzazione di nuove opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che:

- 1) *non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell’ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce;*
- 2) *non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso;*
- 3) *Non concorrano ad incrementare il carico insediativo.*



3.1 VARIANTE AL PAI DEL TORRENTE CHISOLA E DEL TORRENTE LEMINA

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) elaborato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, approvato in data 24 maggio 2001 con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 dell'8 agosto 2001), definisce e programma le azioni necessarie a garantire un adeguato livello di sicurezza sul territorio, perseguendo il recupero della funzionalità dei sistemi naturali, il ripristino, la riqualificazione e la tutela degli ambiti fluviali e delle caratteristiche ambientali del territorio.

Negli anni successivi all'entrata in vigore del Piano per Assetto Idrogeologico PAI (2001), il **torrente Chisola** e i suoi principali affluenti sono stati oggetto di studi che hanno analizzato in forma sistematica e completa le caratteristiche topografiche, geologiche, morfologiche, idrologiche e idrauliche dei territori e delle aste, al fine di individuare le principali condizioni di pericolosità e rischio. Nello specifico, la base conoscitiva di riferimento è riconducibile essenzialmente allo Studio Idraulico commissionato dall'AIPO (2021) e relativo a *“Lavori di realizzazione dell'invaso con funzioni di laminazione controllata del colmo di piena sul Torrente Chisola alla confluenza del rio Torto. Approfondimenti idraulici asta Torrente Chisola e progettazione preliminare opere di mitigazione del rischio nodo idraulico di Volvera None Airasca”*.

Sulla base delle nuove conoscenze e dei più recenti eventi alluvionale (2016, 2002, 2000 e 1994) ed in continuità con il PGRA, nella recente Variante (maggio 2022) viene definito l'assetto di progetto da conseguire attraverso la modifica delle Fasce Fluviali e i conseguenti interventi strutturali e non, finalizzati alla mitigazione del Rischio.

Ancor più recentemente (marzo 2024) è stata prodotta la Variante al PAI relativa al **Torrente Lemina** (che prende il nome di T. Oitana nel suo tronco finale) da Pinerolo alla confluenza con il Torrente Chisola, il quale ne rappresenta un importante tributario di destra con confluenza ubicata poco a monte dell'area in analisi.

In tale ambito la base conoscitiva maggiormente aggiornata risulta lo *“Studio finalizzato al completamento e aggiornamento delle analisi idrauliche sulle modalità di propagazione delle piene lungo l'asta del T. Lemina e all'aggiornamento dell'assetto di progetto e delle fasce fluviali”* redatto da EOS per l'AdBPO nel 2021 il quale riprende la base topografica e conoscitiva derivante dallo studio S.P. 1.4 *“Rete idrografica minore naturale ed artificiale”* approfondendo nel dettaglio la dinamica fluviale lungo tutta l'asta del T. Lemina.

Il progetto di aggiornamento del Piano di Bacino distrettuale è adottato al fine di assicurare il coordinamento tra i contenuti degli elaborati del PAI relativi ai corsi d'acqua che ne costituiscono oggetto ed il *“Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico del fiume Po”* (PGRA) con riferimento ai corsi d'acqua dell'ambito territoriale interessato, al fine della riduzione delle potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la vita e la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. L'adozione del Progetto di aggiornamento del Piano di bacino distrettuale costituisce altresì adempimento dell'art. 7, comma 3, lett. a e dell'art. 9, comma 1 del D. Lgs. n. 49/2010.

In Figura 7 si riportano alcuni estratti dalle cartografie relative alle Varianti del PAI suddette rappresentanti le Fasce Fluviali aggiornate ed attualmente vigenti per quanto concerne l'intorno dell'area in analisi.

Dagli estratti cartografici relativi all'aggiornamento della cartografia dell'AdBPO riportati si può osservare che l'area in analisi ricade interamente in Fascia B.



L’opera in progetto per la quale si analizza la compatibilità idraulica, come espresso in premessa, è un centro sportivo comunale da ubicarsi in Via Mulino, in prossimità del T. Chisola (cerchio giallo in Figura 7), il quale, se destinato a soddisfare le esigenze sportive e motorie della collettività, rientra certamente in **un’opera di interesse pubblico**. Poiché l’Amministrazione Comunale non dispone di alternative localizzabili ed avendo necessità di trovare sede per attività sportive locali, il suddetto centro risulta **non diversamente localizzabile**, pertanto la sua **realizzazione è possibile nel rispetto dei vincoli imposti dalla Direttiva dell’AdBPo sopra citata**.

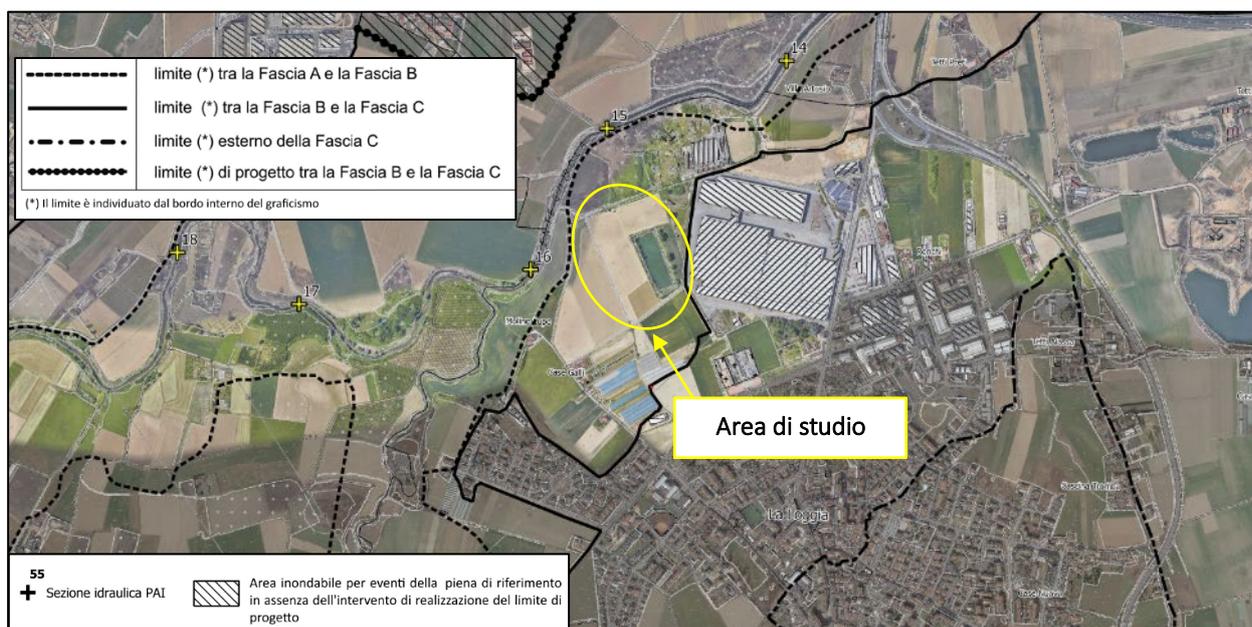


Figura 6 – Estratto della Tav. 3 della Variante al PAI – T. Chisola

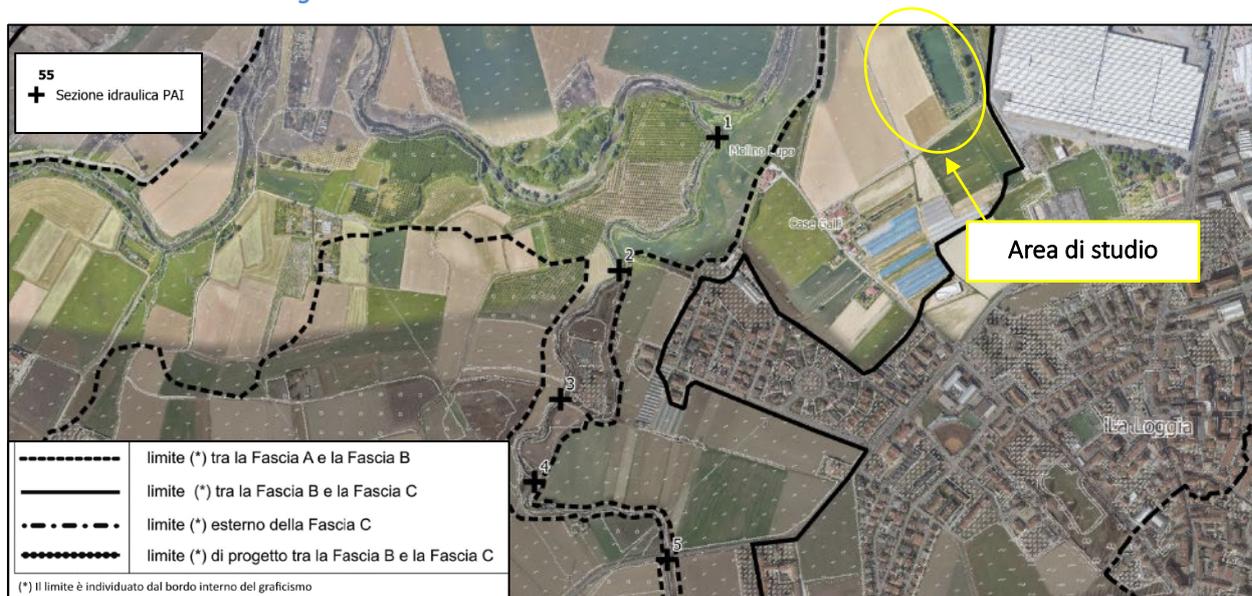


Figura 7 – Estratto della Tav. 3 della Variante al PAI – T. Lemina



3.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (P.G.R.A.)

Il PGRA è lo strumento previsto dalla Direttiva europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D. Lgs. 49/2010, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni per ridurre gli impatti negativi delle alluvioni sulla salute, l'economia e l'ambiente e favorire, dopo un evento alluvionale, un tempestivo ritorno alla normalità. Il Piano, approvato dall'Autorità di Bacino del fiume Po nella seduta del Comitato Istituzionale del 3 marzo 2016 riguarda tutto il distretto e viene sviluppato con il coordinamento fra l'Autorità di bacino e le Regioni territorialmente interessate e le Regioni ed il Dipartimento nazionale di Protezione Civile.

L'ultimo aggiornamento disponibile e consultabile tramite il Geoportale Regionale risulta effettuato nel mese di febbraio 2024, del quale si riporta un estratto in Figura 8 in sovrapposizione alle Fasce Fluviali Vigenti (cfr. § 3.1).

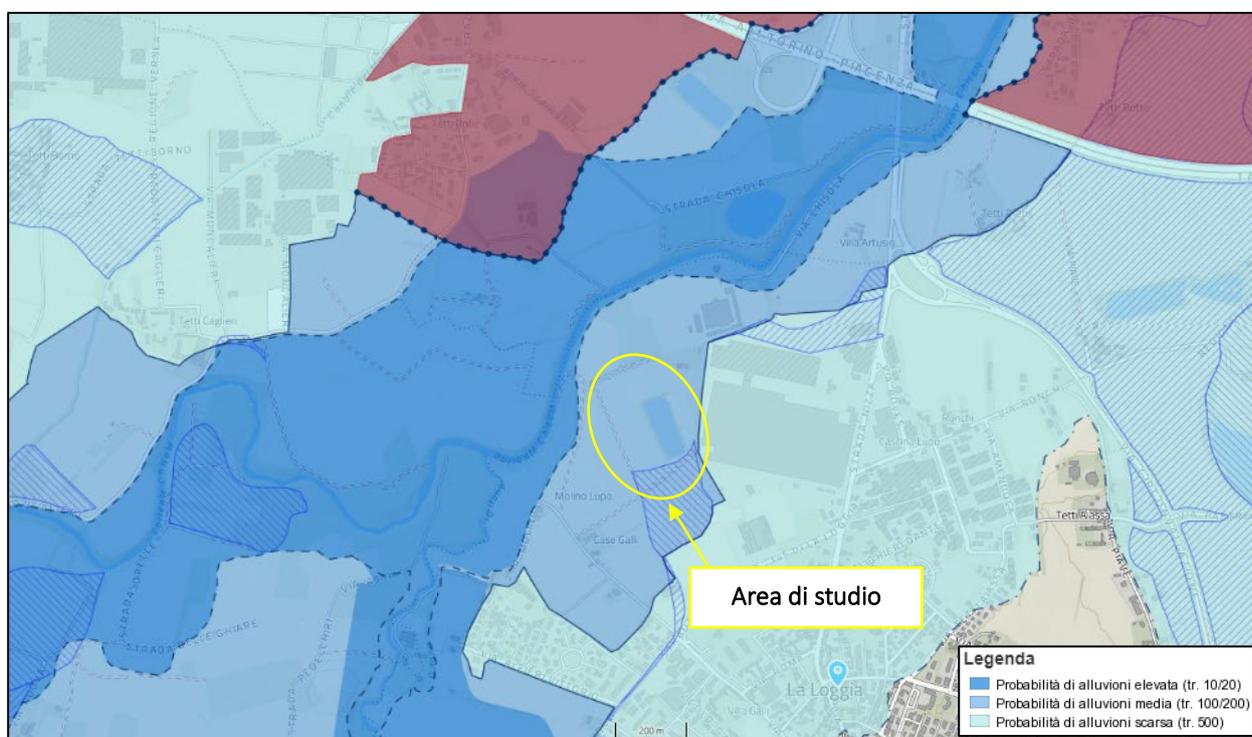


Figura 8 – Estratto del PGRA vigente per l'area d'interesse (fonte: geoportale Regione Piemonte)

Le perimetrazioni relative agli scenari di pericolosità alluvionale combaciano con la Fasciatura vigente relativa alle Varianti discusse nel precedente capitolo (a meno della Fascia A nel tratto di confluenza dell'Oitana), inoltre le campiture blu tratteggiate rappresentano le aree di allagamento relative all'idrografia secondaria locale mentre le campiture rosse sono relative alle aree alluvionali in Fascia B sino a quando non si realizzeranno interventi funzionali al raggiungimento della Fascia B di progetto.

L'area di studio risulta ricadere, in maniera concorde alle Fasce PAI, **in area a pericolosità di alluvioni media (TR 100/200 anni) e la porzione meridionale** verso il limite della perimetrazione stessa **risulta allagabile per causa dell'idrografia secondaria locale**. Quest'ultimo aspetto è noto e se ne discuterà nei capitoli successivi.



3.3 PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI LA LOGGIA (PRGC)

La Variante generale al PRG Vigente con adeguamento del Piano Paesaggistico Regionale, approvata con Delibera del C.C. n. 17 del 12.04.2022 inserisce l'area di studio in “Servizi pubblici esistenti” e nella Classe di Sintesi IIIa.

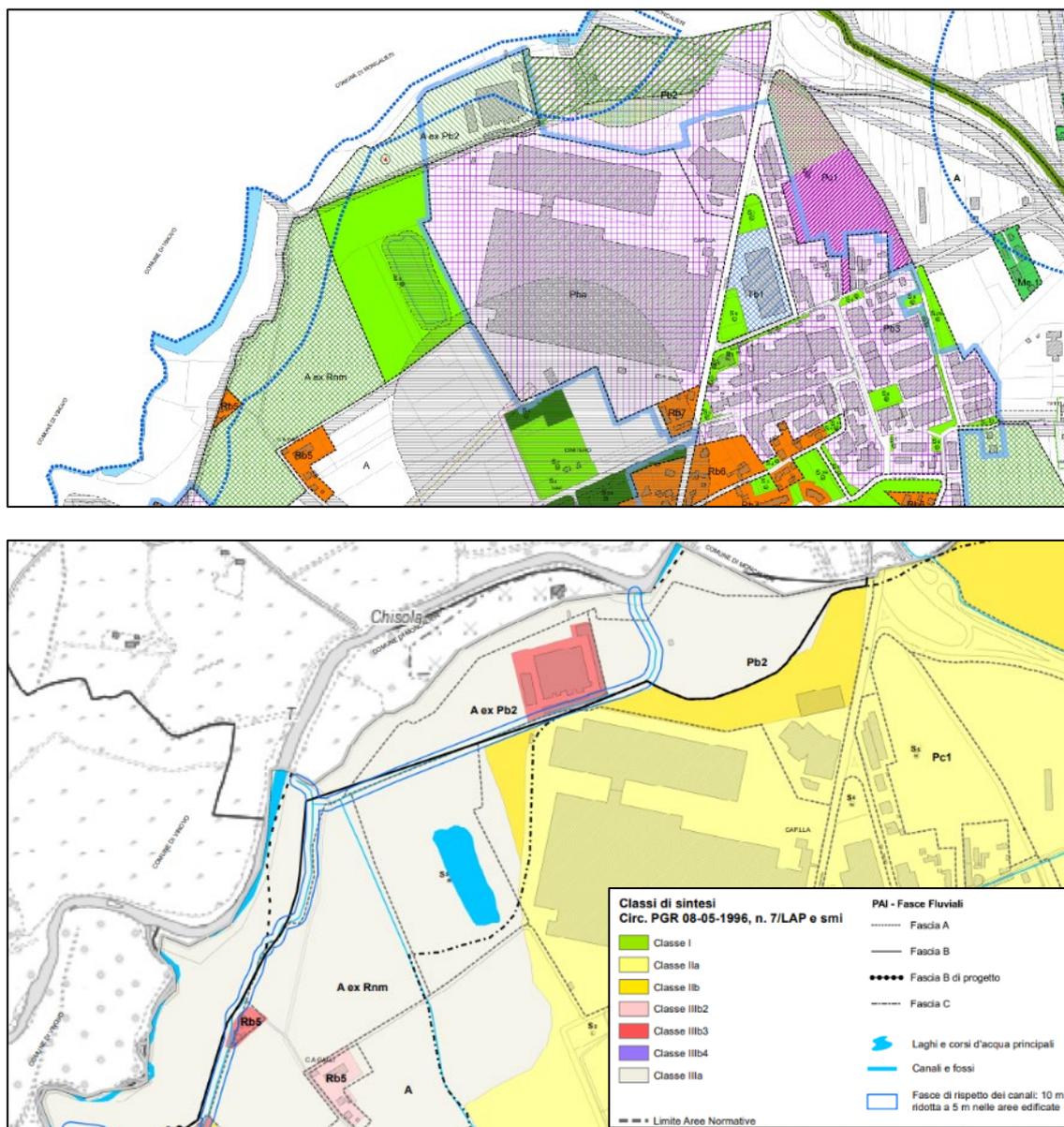


Figura 9 - Estratti Cartografici della Planimetria Generale (sopra) e della Carta di Sintesi del PRGC (sotto)



4. STUDI PREGRESSI E DOCUMENTAZIONE ESISTENTE

4.1 STUDI RELATIVI AL PROGETTO IN OGGETTO

Allo stato di fatto è stato presentato uno Studio di Fattibilità del centro sportivo Comunale il quale ha costituito la base conoscitiva principale per gli Scriventi in merito al progetto in essere:

- Arch. Paolo Chiappero, Dott. Geol. Paolo Quagliolo (2024) – Studio di Fattibilità Geomorfologica di centro sportivo;

4.2 STUDI IDRAULICI

Di seguito sono elencati i principali studi relativi al T. Chisola di interesse Idraulico Sul T. Chisola e sul T. Lemina:

- Associazione Temporanea di Imprese costituita da C. Lotti & Associati S.p.A. mandataria e Acquater S.p.A. – Hydrodata S.p.A. mandanti, (2000) - Sottoprogetto SP 1.4 “Rete idrografica minore naturale e artificiale”;
- Comune di None, (2002) -Progetto definitivo degli interventi di messa in sicurezza dell’area artigianale a seguito delle inondazioni del T. Chisola.
- Provincia di Torino, (2003) - Progetto esecutivo delle opere di sistemazione idrogeologica dell’area a monte della confluenza rio Torto –torrente Chisola adibita ad area di espansione controllata.
- Provincia di Torino (2003) -Studio della rete idrica e dei deflussi superficiali nell’area compresa tra il T. Lemina e il T. Chisola, interessata dall’evento dell’1-2 settembre 2002: analisi conoscitiva e proposte di intervento.
- Provincia di Torino (2003) -Primo programma provinciale di previsione e prevenzione.
- Regione Piemonte, Hydrodata (rev. Luglio 2004) -Indagini e studi finalizzati alla predisposizione del Piano di tutela delle acque di cui al d. lgs. 152/1999.
- Università degli Studi di Parma (2006) -Studio su Modello fisico realizzato presso il polo scientifico di Boretto volto a verificare il funzionamento e l’efficienza della cassa di espansione progettata da parte dell’Amministrazione Prov.le di Torino –AIPO.
- Università di Parma -DICATEA (2015) -Studio modellistico mono-bidimensionale del Torrente Chisola, avente ad oggetto le dinamiche di esondazione nel tratto di confluenza con il Rio Torto e la definizione delle opere necessarie alla difesa idraulica del territorio circostante –AIPO.
- Agenzia Interregionale per il Po (2021) -Lavori di realizzazione dell’invaso con funzioni di laminazione controllata del colmo di piena sul Torrente Chisola alla confluenza del rio Torto -Approfondimenti idraulici asta Torrente Chisola e progettazione preliminare opere di mitigazione del rischio nodo idraulico di Volvera -None -Airasca.



- EOS per Autorità di Bacino Distrettuale del F. Po (2021) – Studio finalizzato al completamento e aggiornamento delle analisi idrauliche sulle modalità di propagazione delle piene lungo l’asta del t. Lemina e all’aggiornamento dell’assetto di progetto e delle fasce fluviali”

4.3 EVENTI ALLUVIONALI

- Regione Piemonte (1998) -Eventi alluvionali in Piemonte: 2-6 novembre 1994, 8 luglio 1994, 7-10 05 ottobre 1961;
- Arpa Piemonte (2003) -Eventi alluvionali in Piemonte -Evento alluvionale regionale del 13-16 ottobre 2002.
- Arpa Piemonte (2002) -Evento alluvionale del 1° settembre 2002-Effetti al suolo;
- Regione Piemonte (2003) -Evento alluvionale del 1–2 settembre 2002 Analisi Meteoidrologica
- Provincia di Torino (2003) -Studio della rete idrica e dei deflussi superficiali nell’area compresa tra il T. Lemina e il T. Chisola, interessata dall’evento dell’1 –2 settembre 2002: analisi conoscitiva e proposte di intervento
- Arpa Piemonte, Regione Piemonte (2018) -Gli eventi alluvionali in Piemonte -Evento del 21 -25 novembre 20165

Sempre in riferimento agli eventi più significativi che hanno interessato il torrente Chisola di recente, sono disponibili le seguenti cartografie d'evento.

- Evento novembre 1994, stralci cartografici disponibili nei Piani Regolatori Generali dei comuni di Candiolo e Volvera.
- Evento ottobre 2000, stralcio cartografico disponibile nel Piano Regolatore Generale del comune di Volvera.
- Evento Settembre 2002, stralcio cartografico disponibile nel Piano Regolatore Generale del comune di Volvera.
- Evento Settembre 2002, cartografia in: Arpa Piemonte (2002) Evento alluvionale del 1° settembre 2002- Effetti al suolo.
- Evento Novembre 2016 Arpa Piemonte -Regione Piemonte (2018).



5. CARATTERISTICHE GENERALI DEL BACINO IDROGRAFICO

5.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E IDROGRAFICO

Il Torrente Chisola nasce dalla catena prealpina, in particolare dalla confluenza di due rami che fanno capo il primo al Monte Freidour (1'445 m s.l.m.) ed il secondo tra il Monte Brunello e I Tre Denti (1'343 m s.l.m.) e si sviluppa interamente nel territorio della città metropolitana di Torino, a S-O della stessa.

La superficie complessiva del bacino idrografico è di 537 km², di cui circa 70 km² sono la porzione montana. L'asta ha una lunghezza di 47 km e, nella pianura, il Chisola scende gradualmente dalla quota 260 m s.l.m. (all'ingresso del T. Noce) sino ai 214 m s.l.m. alla confluenza in Po, con una pendenza media inferiore al 2‰.

La parte montana del Chisola, posta a monte di Cumiana, appare identificabile dal punto di vista morfologico come appartenente alle prealpi pinerolesi, con rilievi quindi ancora piuttosto modesti, pur fortemente incisi dal reticolo idrografico minore. I versanti hanno una forte connotazione naturalistica, essendo prevalentemente coperti da aree boscate e caratterizzati da una ridottissima densità insediativa, mentre sulle porzioni di territorio meno acclivi si ritrovano i numerosi insediamenti che caratterizzano la parte bassa di questa breve valle.

Poco prima della confluenza in Po, nel territorio comunale di La Loggia raccoglie le acque del Lemina, suo importante affluente di destra che in tale tratto finale prende il nome di T. Oitana.

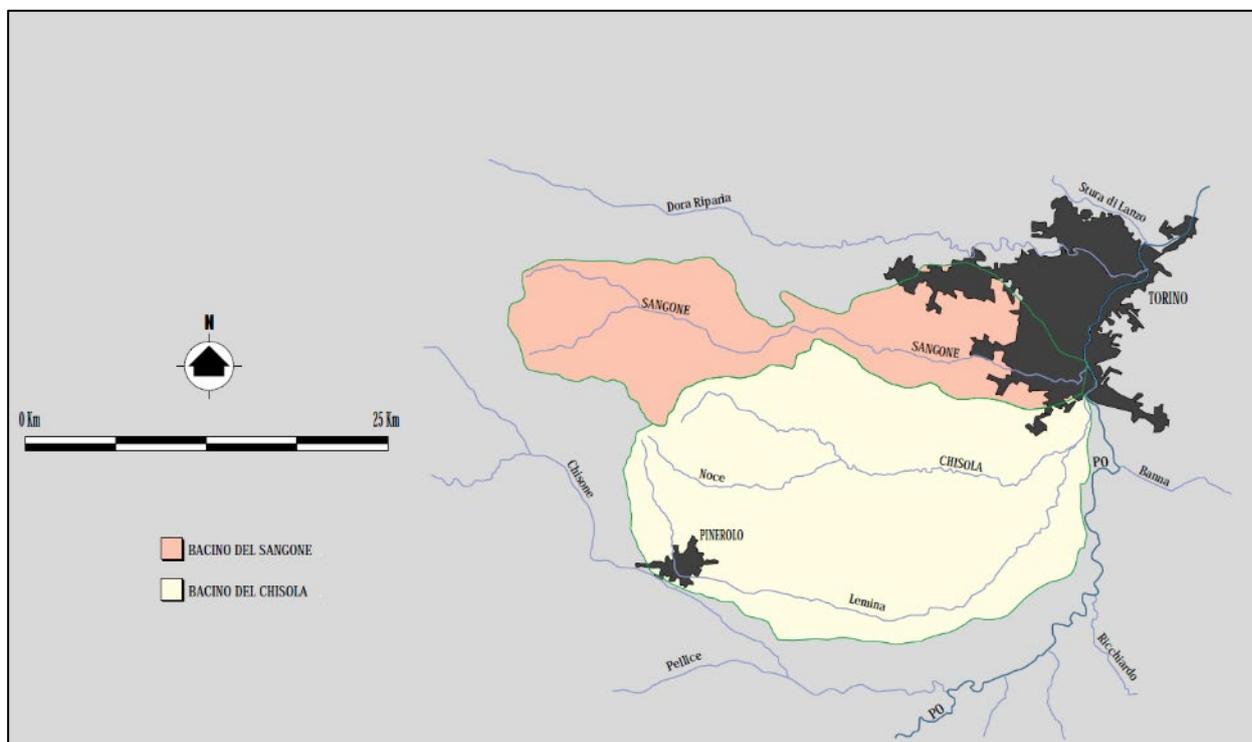


Figura 10 - Bacino idrografico del T. Chisola- estratto da Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico AdBPO.



Quest'ultimo ha origine sulle pendici del Monte Faiè, alla quota di circa 1380 m s.l.m.; il suo bacino copre una superficie complessiva di circa 193 Km² ed è compreso tra il bacino del torrente Pellice e quello del torrente Chisola. L'abitato di Pinerolo segna il confine tra la parte montana del corso d'acqua e il tratto di pianura. Il bacino montano si sviluppa su di una superficie di circa 23 Km².

Il Lemina defluisce in direzione N-S per circa 11 km fino all'abitato di Pinerolo dove effettua una ampia curva verso sinistra ed assume direzione circa Ovest-Est che mantiene per parte del tratto di pianura; a valle di Virle l'orientazione del senso di deflusso varia sensibilmente verso SW-NE fino a riprendere, prima della confluenza nel Chisola, l'andamento S-N.

Nel tratto in cui attraversa il territorio comunale di Virle Piemonte, fino alla confluenza del rio Ologna, situata alla distanza di circa 36 km dalla sorgente, il Lemina assume il nome di torrente Ramata e successivamente il nome di torrente Oitana fino alla confluenza nel Chisola, situata circa 17 km più a valle, in prossimità di La Loggia.

Nella parte medio - alta del bacino montano, fino all'altezza di San Pietro Val Lemina, il torrente scorre per lunghi tratti incassato nel substrato roccioso, con allargamenti laterali limitati ai tratti non modellati in roccia.

Nel tratto compreso tra San Pietro Val Lemina e Pinerolo, il Lemina scorre incassato in depositi alluvionali recenti e genera fenomeni di erosione. Il tratto che presenta i problemi più rilevanti è quello a valle del ponte stradale di Via Tabona in Pinerolo dove, immediatamente a valle dell'immissione del Canale Moirano, il torrente Lemina effettua una curva verso destra piuttosto accentuata. In questo punto, anche per gli apporti del canale Moirano che convoglia nel Lemina parte delle acque di piena del torrente Chisone, possono verificarsi esondazioni nel centro abitato.

Per quanto riguarda il tratto di pianura a valle dell'abitato di Pinerolo, i caratteri morfologici sono piuttosto uniformi; il torrente è infatti caratterizzato da un alveo di tipo unicursale, poco inciso rispetto alla pianura alluvionale recente (mediamente pochi metri di dislivello tra fondo alveo ed il piano campagna) e da lunghi tratti rettilinei riconducibili ad interventi antropici di rettificazione dell'alveo realizzati nei secoli scorsi nell'ambito di attività agricole condotte nella pianura circostante. I problemi principali sono determinati dall'inadeguatezza dell'alveo e dalla presenza di numerose opere di attraversamento (stradali e non) che spesso presentano luce modesta e quindi rappresentano un ostacolo al deflusso delle portate di piena. Le criticità maggiori per rischio di esondazione sono individuabili negli abitati di Buriasco, Balbo, Pautasso e Peretti.

Le principali confluenze avvengono nel tratto montano e sono rappresentate dal rio Moirano, il rio del Batour (che confluisce in prossimità di San Pietro Val Lemina), il Canale Leminetta; nel tratto di pianura l'affluente più importante è rappresentato dal rio Ologna (in destra a valle di Virle Piemonte). Lungo il percorso dei Torrenti in oggetto, non sono presenti invasi artificiali.

5.2 ASPETTI GEOMORFOLOGICI E LITOLOGICI

Nel seguito si descrivono le principali caratteristiche geolitologiche del bacino con particolare attenzione verso quei litotipi che per le proprie caratteristiche geomeccaniche manifestano alti gradi di erodibilità e/o propensione



a dissesti gravitativi; fra parentesi si indica la sigla del litotipo al fine di facilitare la lettura della cartografia geolitologica contenuta nell'elaborato di Piano n.6.

La distribuzione percentuale dei dissesti legati a movimenti gravitativi nell'ambito del territorio del bacino del Chisola è legata alle caratteristiche geotecniche delle litologie affioranti.

Nel bacino del Chisola prevalgono litologie metamorfiche massicce (LMM). I depositi alluvionali quaternari, abbondantemente presenti nei tratti pianeggianti di fondo valle ed allo sbocco delle vallate principali, risultano generalmente terrazzati.

5.3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO

Il bacino appartiene alla tipologia idrologica dei bacini alpini pedemontani, i quali, in quanto prossimi alla pianura, sono direttamente esposti alle correnti umide provenienti dal Mediterraneo attraverso il golfo di Genova e l'Appennino Ligure. In tali bacini si registrano intense precipitazioni, in genere prive di apporti nevosi consistenti per ampi periodi dell'anno grazie alla minore altitudine rispetto ai bacini di tipo interno, che determinano elevate portate specifiche. Le precipitazioni medie variano da 800 mm/anno in pianura a circa 1.000 mm/anno nella parte montana.

5.4 ASSETTO MORFOLOGICO E IDRAULICO

Il bacino del T. Chisola è costituito per più dell'85% dell'estensione da depositi alluvionali di età quaternaria, mentre il basamento cristallino affiora solo nei settori posti a nord ovest di Piossasco e di Cumiana. Una fascia di raccordo tra la parte montuosa del bacino e la pianura principale è modellata in forme d'accumulo costituite da elementi eterometrici, sovente alterati a scarsa classazione e diverso grado di arrotondamento, in matrice sabbioso argillosa e da limi e sabbie fini limose con locali intercalazioni di sabbie grossolane e ghiaietto (valoridi acclività compresi tra 10/20%).

La Pianura principale che comprende il tratto con fasce fluviali del torrente Chisola presenta superfici terrazzate costituite da ghiaie grossolane in abbondante matrice limoso sabbiosa e sensibile alterazione superficiale (depositi di origine fluviale e fluvioglaciale).

Le aree per lo più soggette alla dinamica fluviale si snodano entro le superfici più antiche e sono rappresentate da depositi alluvionali olocenici poco sospesi rispetto agli alvei e fortemente rimaneggiati da pratiche agricole.

Questi settori sono soggetti essenzialmente al deflusso delle piene e, lungo l'alveo, a fenomeni di erosione caratteristici degli alvei ad andamento sinuoso irregolare quale quello del T. Chisola.

Il processo di espansione urbana e di industrializzazione degli anni '70 ha alterato pesantemente lo storico sistema di drenaggio delle acque producendo vere e proprie occlusioni urbane attorno agli antichi nuclei con conseguenti esondazioni critiche: a None la bealera dei Calzolari e il fosso del Molino; a Volvera la bealera del Mulino; ad Airasca la bealera del Filonetto; a Piobesi il rio Essa e la sua derivazione verso la gora Chisoletta; a Candiolo la Bealera del Mulino; a Vinovo il canale Grivassola.



A partire soprattutto dagli anni '60 del XX secolo si è osservata una progressiva riduzione del numero delle aziende agricole e un conseguente aumento dell'estensione dei seminativi a discapito del prato stabile e del bosco; l'aumento delle dimensioni degli appezzamenti ha determinato una pesante alterazione della rete dei fossi di guardia tra strade e cortili con alterazione del tradizionale paesaggio agricolo e diminuzione della sicurezza idraulica del territorio.

Le dinamiche dei deflussi di piena del torrente Chisola sono fortemente condizionate dalla presenza di antiche direttrici, attualmente occupate dalla rete idrografica artificiale, con coinvolgimento di centri abitati anche in posizione distale rispetto agli alvei e alle zone di esondazione.

La trasformazione urbanistica avvenuta in pochi decenni ha portato a inglobare lunghi tratti del reticolo secondario nelle aree urbane. Il conseguente tombamento dei corsi d'acqua ne ha mutato la funzione passando da adduttore irriguo a collettore di acque reflue con peggioramento della qualità delle loro acque.

Importanti criticità sono quindi rappresentate dai deflussi che dal T. Chisola e dal rio Torto si riversano in bealere, canali irrigui, colatori di bonifica. Le alterazioni e il cattivo stato di manutenzione della rete drenante, che presenta colli di bottiglia nei tratti urbani, rappresentano fattori di rischio significativi.

Un ultimo e importante elemento di criticità è rappresentato da numerosi ponti che presentano luce ridotta o insufficiente rispetto al deflusso delle piene di riferimento.

Il Lemina invece, a partire dall'abitato di Pinerolo (ponte di via Serafino, poco a valle del ponte di via Saluzzo che proviene dall'incrocio con c.so Torino) e proseguendo verso valle, scorre all'interno della porzione periferica dell'abitato fino al ponte della SP23R. L'alveo interessa un'area prevalentemente a destinazione agricola; in alcuni brevi tratti ha un andamento tangente agli insediamenti abitati che costituiscono la porzione periferica del capoluogo. In questo tratto possono verificarsi esondazioni che coinvolgono, sia in destra che in sinistra idrografica, le aree urbanizzate anche per gli apporti del canale Moirano che convoglia nel Lemina parte delle acque di piena del torrente Chisone. Il rilevato della SP 23R costituisce inoltre un vero e proprio sbarramento dell'area golenale del torrente che, associato all'inadeguatezza dell'attraversamento, provoca allagamenti della piana a monte con interessamento dei fabbricati presenti nelle vicinanze. Il grado di protezione offerto dalle opere di difesa presenti per il contenimento delle piene è in pratica trascurabile.

Superata la SP 23R il torrente Lemina è caratterizzato da una sezione d'alveo regolare; il tracciato planimetrico passa lontano da centri abitati di rilievo. Il grado di protezione offerto dalle opere di difesa presenti per il contenimento delle piene è nullo. In particolare, subito a valle del rilevato della SP23R la golenale in destra idrografica viene interessata dall'esondazione per la piena di riferimento, che, dopo circa un chilometro, coinvolge anche la golenale sinistra.

In corrispondenza di Buriasco, il torrente presenta una sezione d'alveo irregolare e di larghezza variabile soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento del centro abitato, dove si verificano spesso esondazioni. L'inadeguatezza della sezione e degli attraversamenti stradali e la presenza di una traversa di derivazione causano frequenti esondazioni che possono interessare diffusamente l'abitato in sinistra idraulica e la zona artigianale-industriale in destra. Le quote del piano campagna in sponda destra sono leggermente inferiori rispetto alla quota



di sommità delle sponde. In questo tratto le opere di difesa presenti offrono un grado di protezione insufficiente sia rispetto al contenimento delle piene che dell'evoluzione morfologica dell'alveo.

Superato Buriasco, il tracciato planimetrico si sviluppa prevalentemente coinvolgendo aree agricole e interessando solo marginalmente gli abitati di estrema periferia di Cercenasco e Vigone. Esso presenta una sezione regolare ed idraulicamente funzionale anche se di dimensione ridotta e pertanto insufficiente al deflusso delle portate di piena. Vengono entrambe coinvolte le aree golenali per un'ampiezza di circa 2 km delle aree interessate dall'esondazione per la piena di riferimento di 200 anni.

All'altezza degli abitati di Cercenasco e Vigone le difese idrauliche presenti offrono un grado di protezione dalle piene insufficiente ed un grado di contenimento dell'evoluzione morfologica dell'alveo non adeguato. In particolare, l'esondazione per la piena con tempo di ritorno di 200 anni interessa l'intero abitato di Cercenasco in sinistra idraulica, mentre in sponda destra si ferma al limite dell'abitato di Vigone, posto ad una quota leggermente superiore rispetto alla quota golenale in destra idrografica.

A partire dalla località San Sebastiano, il Lemina entra nel centro abitato di Virle Piemonte che viene attraversato nella zona periferica a nord del paese. Questo tratto è interessato da quattro attraversamenti (tre stradali e un ponte tubo) la cui inadeguatezza crea una criticità anche per le abitazioni nelle vicinanze del corso d'acqua. È inoltre presente una sola difesa longitudinale costituita da un muro in calcestruzzo in sponda sinistra in buono stato di conservazione e non vi sono opere di difesa trasversali, pertanto, il grado di protezione offerto dalle opere per il contenimento dalle piene ed il controllo dell'evoluzione morfologica dell'alveo è insufficiente. In destra idrografica, l'esondazione per la piena di riferimento è posta sul limite nord dell'abitato di Virle Piemonte che, trovandosi su un alto morfologico, non viene interessato dagli allagamenti, mentre in sinistra idrografica coinvolge la sede stradale della SP141 e della SP 138.

Il tratto che va dalla strada che collega Virle Piemonte alla frazione di Oitana, fino all'ingresso nell'abitato di Balbo, è caratterizzato da una sezione d'alveo regolare ed idraulicamente funzionale che non dà luogo a criticità in quanto vengono attraversate aree agricole lontane da insediamenti urbani. Non sono inoltre presenti né opere di difesa né di attraversamento. L'area inondabile per la piena di riferimento raggiunge una larghezza di 1,6 km fino ad arrivare all'abitato di Balbo, coinvolgendo l'area urbanizzata, attualmente non difesa adeguatamente come confermato anche dall'evento del 2016.

In sponda sinistra si rileva una certa criticità per la presenza di fabbricati ed abitazioni dovuta all'inadeguatezza dell'attraversamento della strada Balbo - Oitana, aggravata dalla traversa di derivazione subito a valle, che ostacolano il libero deflusso delle portate di piena in un punto in cui le sponde del torrente sono piuttosto basse. Non sono presenti opere di difesa.

Proseguendo a valle della strada Balbo – Oitana, la sezione d'alveo è piuttosto regolare, anche se la significativa presenza di vegetazione in alveo ne rende scarsa l'officiosità idraulica in qualche punto. Il tratto è caratterizzato dalla presenza di diverse traverse ad uso irriguo, alcune delle quali in cattivo stato di conservazione, che provocano rigurgito e rallentamento della corrente con conseguente deposito di materiale fine nei tratti



immediatamente a monte. Non vi sono opere di difesa longitudinale e gli attraversamenti presenti appaiono inadeguati; infine, le traverse presenti sono insufficienti per il controllo dell'evoluzione morfologica dell'alveo.

Superata la strada Balbo – Oitana, il Lemina prosegue verso Peretti – Pautasso, dove una criticità è costituita dalla presenza di fabbricati nelle immediate vicinanze dell'alveo, accentuata dalla dimensione ridotta della sezione, ulteriormente contenuta dai due attraversamenti presenti in rapida successione subito a monte degli abitati di Pautasso e Peretti. Entrambi gli abitati sono coinvolti dalla piena di riferimento e attualmente non sono adeguatamente difesi.

Successivamente l'alveo presenta una sezione ridotta rispetto a quella di valle (in prossimità della confluenza) e un tracciato planimetrico caratterizzato da una sinuosità molto accentuata.

Un punto critico si ha in corrispondenza della traversa ad uso irriguo immediatamente a valle del ponte sulla strada per Tetti Griffa dove il torrente effettua una curva molto accentuata e la presenza dei manufatti trasversali favorisce la possibilità di esondazioni che interessano l'abitato in destra. Il tratto in oggetto è interessato da tre attraversamenti stradali che determinano restringimento della sezione e non sono presenti opere longitudinali.

Nell'ultimo tratto, compreso tra la traversa di derivazione a monte dell'attraversamento della strada Vinovo - La Loggia e la confluenza da destra nel torrente Chisola, la sezione è ben incisa ed è più ampia rispetto alla sezione del tratto a monte; inoltre, la pendenza di fondo più accentuata velocizza la corrente e le conferisce maggiore capacità di trasporto solido. La sezione è regolare ed idraulicamente funzionale e non si rilevano criticità.



6. STUDIO IDROLOGICO

Il presente capitolo illustra brevemente le principali piene storiche di maggiore rilevanza occorse nel bacino idrografico del T. Chisola con particolare attenzione a quanto accaduto relativamente al nodo di confluenza con il T. Oitana ed al territorio a valle nel Comune di La Loggia.

Nello specifico si analizzerà in dettaglio l'evento alluvionale occorso nel Novembre del 2016, poiché per l'intensità e la magnitudo dello stesso, le aree alluvionate e gli abitati colpiti, rappresenta certamente un'esperienza storica fondamentale da cui trarre indicazioni per i criteri di verifica e progettazione delle opere idrauliche. Inoltre, visti i dati a disposizione in merito, nel § 8 si utilizzerà tale evento per la calibratura del modello idrodinamico combinato 1D-2D sulla base del quale verranno simulati gli eventi di piena con le portate al colmo ufficiali.

Per quest'ultime si fa riferimento ai documenti ufficiale di Varianti al PAI vigenti (di cui al § 3) I quali rappresentano il più aggiornato studio idrologico per quanto riguarda le portate di piena per i tempi di ritorno di 20, 200 e 500 anni da assumersi per le verifiche di compatibilità idraulica esposte nel seguito.

6.1 PIENE STORICHE PRINCIPALI

Il bacino in analisi non dispone di grandi osservazioni storiche tramite stazioni di misura installate sul territorio. Si riporta inizialmente nel seguito l'elenco tabellare delle informazioni raccolte dal XIX al XX secolo estratte dalla Variante al PAI relativa al T. Chisola per il territorio in esame e limitrofo.

Successivamente si riporta la descrizione degli eventi sul territorio in analisi estratte dalla suddetta Variante e dai Rapporti di Evento di cui al § 4.3.

Tabella 1 – Principali eventi di piena storici registrati dal XIX al XX secolo.

Data evento	Comuni interessati	Descrizione
1833	Moncalieri	Si segnala l'avanzamento della confluenza del torrente Chisola.
1839, ottobre	Moncalieri	Inondazioni con altezza delle acque anche di 4,5 m, erosioni di sponda.
1843, febbraio	Moncalieri	Erosioni di sponda con danni ad opere di difesa idraulica, inondate zone agricole.
1879, maggio	Cumiana, Moncalieri	Una frana travolge un edificio in Borgata Raimondi di Cumiana e causa 4 vittime. Inondata la frazione Barauda di Moncalieri dalle piene del Chisola e del Po.
1901, settembre - ottobre	Volvera, None, Candiolo, Vinovo, Moncalieri	Piense tra il 26 settembre e il 4 ottobre. A Volvera si sono verificate esondazioni del Chisola e del rio Torto con coinvolgimento di superfici agricole in sponda destra e di edifici da parte del Torto. I deflussi si sono diretti verso l'abitato di None inondandolo; asportato il ponte ferroviario e il ponte dell'attuale SP140 a Candiolo; inondato l'abitato di Candiolo da deflussi che si sono incanalati verso il centro abitato dal rilevato di Via Pinerolo (attuale SP 140); inondazioni presso C.na Motta a Candiolo; inondazione di aree agricole a Vinovo; rottura arginale e inondazione della frazione Tetti Piatti di Moncalieri. Evento significativo che ha interessato anche Po, Sangone, Banna, con inondazione delle località Borgo Mercato, Borgo Aie, Vallere di Moncalieri; per quanto riguarda il Chisola e il rio Torto, le dinamiche di inondazione ricordano quelle del 2016.



1937, giugno	None, Candiolo, Moncalieri	Inondazioni tra None e Candiolo con interessamento dell'attuale SP23; erosioni spondali a Moncalieri.
1949, maggio	Cumiana, None, Vinovo	La piena del Chisola interessa un edificio a Cumiana; a None, in località San Ponso (nei pressi del ponte della SP23), il Chisola inonda aree significative; a Vinovo sono segnalati danni all'opera di presa del Canale dei Molini.
1949, settembre	Cumiana, Vinovo	Seconda piena del Chisola dell'anno che a Cumiana causa danni strutturali gravi a edifici, strade e infrastrutture; a Vinovo viene asportata l'opera di presa del Canale dei Molini (già danneggiata durante l'evento di maggio) con conseguenti inondazioni.
1951, novembre	Cumiana Piobesi Moncalieri	Piena del Chisola a Cumiana e allagamenti di terreni in comune di Piobesi; in comune di Moncalieri, una rotta arginale nei pressi del ponte dell'attuale SP 20 causa l'inondazione delle delle frazioni Tetti Piatti, Tagliaferro, Carpice e Borgo Mercato.
1957, giugno	Cumiana, Vinovo	Piena del Chisola a Cumiana asporta un mulino in località Mulino Superiore; danni a opere viarie a Vinovo.
1962, novembre	None, Moncalieri	Nuovamente interessata dagli effetti di una piena del Chisola la zona industriale nei pressi del ponte della SP 23; a Moncalieri, presso il ponte dell'attuale via Freyla Mezzi, erosioni spondali operate dal Chisola causano danni a opere di difesa idraulica.
1992, ottobre	Volvera, None Piobesi, Vinovo La Loggia Moncalieri	Esondazione del Chisola a Volvera, interrotta la SP 23, danni causati da erosioni spondali ai muri di recinzione; allagamenti di parti di edifici (soprattutto cantine per cattivo drenaggio rete smaltimento acque bianche); allagamenti causati dal Chisola nella zona industriale di None presso il ponte della SP 23. A Piobesi coinvolto il campo sportivo. Allagamenti a Vinovo e a La Loggia in sponda destra per tracimazione dell'argine in corrispondenza del ponte della tangenziale.
1994, novembre	Cumiana, Piossasco Volvera La Loggia.	Piena del Chisola e del torrente Noce con allagamenti di terreni in località Marsaglie di Cumiana. Piena del Sangonetto con coinvolgimento di edifici nella frazione Villaggio Nuovo di Piossasco, della SP 589 e di strade comunali presso la località Barboschi. A Volvera esondano il Torto e il Chisola, interessando parte del centro abitato tra il tratto urbano della SP 139 e via S. Giovanni Bosco. Il Chisola esonda anche a Candiolo (interessate C.na Baraccone e C.na Moretta).

6.2 EVENTO ALLUVIONALE OTTOBRE 2000

L'evento alluvionale dell'ottobre 2000 ha rappresentato un evento particolarmente significativo per il Piemonte nord occidentale. Per quanto riguarda l'area in oggetto e nei territori adiacenti, a Volvera si sono registrati allagamenti ad opera del Rio Torto e del torrente Chisola, con coinvolgimento soprattutto di aree agricole.

A None si sono verificate esondazioni del Chisola in corrispondenza dell'attraversamento della SP 23 (in destra e sinistra) che hanno determinato l'interruzione della stessa.

A Vinovo il torrente Chisola è esondato a monte (in sinistra), a valle del ponte della SP 143 e lungo la SP 144 Vinovo Candiolo. In sinistra idrografica tra i comuni di Vinovo e Piobesi gli allagamenti sono stati alquanto estesi.

6.3 EVENTO ALLUVIONALE 1-2 SETTEMBRE 2002

Precipitazioni localizzate a carattere temporalesco e di forte intensità hanno interessato la fascia pedemontana e la pianura sud occidentale della Provincia di Torino dalla tarda serata del primo settembre 2002. In particolare, sono stati coinvolti i bacini dei torrenti Chisola e Sangone.



I danni sono stati causati soprattutto da fenomeni di inondazione ad opera della rete idrografica secondaria (Airasca Candiolo).

A Volvera si sono osservate esondazioni nei pressi della zona di confluenza tra il T. Chisola e il Rio Torto e sono stati chiusi al traffico lo svincolo autostradale e il ponte sulla strada provinciale.

L'area posta ad Ovest di None e a Est, tra None e Piobesi, è stata sostanzialmente allagata dal reticolo minore ed irriguo. La concentrazione delle acque provenienti dal settore Ovest di None, confinata a Nord dal rilevato ferroviario e dallo stabilimento FIAT ha attraversato l'abitato di None allagandolo e successivamente si è riversata nel territorio comunale di Piobesi fino a confluire nel Rio Essa che ha agito da corso d'acqua ricettore drenando le acque e permettendone lo smaltimento.

Il T. Chisola ha causato limitati allagamenti tra l'abitato di Volvera e gli stabilimenti ex INDESIT di None e nel settore di cascina La Motta (Comune di Candiolo).

A Vinovo si sono registrate esondazioni del Chisola soprattutto in sinistra idrografica. Il ponte per Piobesi è stato chiuso a causa della piena del T. Chisola. Tra Vinovo e Moncalieri sono state inondate superfici agricole e localmente, la provinciale tra i due abitati.

A Piobesi è stato interessato da allagamenti il centro cittadino e, nel territorio comunale, alcune cascine e la frazione Tetti Cavalloni.

A Moncalieri si sono verificate inondazioni ad opera del Chisola presso Borgata Barauda e Tetti Piatti; la strada vecchia La Loggia Moncalieri è stata interrotta. Sono stati evacuati degli abitanti da un edificio.

6.4 EVENTO ALLUVIONALE NOVEMBRE 2016

L'evento alluvionale del 21-25 novembre 2016 è stato particolarmente significativo per il torrente Chisola. La piena ha raggiunto il livello storico di 7,41 metri (soglia di attenzione a 4,70 m e soglia di pericolo a 5,60 m) all'idrometro di La Loggia (TO). La portata è stata stimata all'idrometro in 440 m³/s (Arpa Piemonte).

Estese inondazioni hanno interessato l'intero tratto fasciato del corso d'acqua, dal ponte di via Chisola, in comune di Cumiana, alla confluenza in Po, in comune di Moncalieri.

Le aree inondate sono state generalmente più ampie della Fascia B del PAI vigente allora e localmente anche della Fascia C. Ciò ha evidenziato la necessità di rivedere l'intero assetto di progetto del corso d'acqua nonché di aggiornare gli scenari di pericolosità individuati dal PGRA, derivati sostanzialmente dalla delimitazione delle fasce PAI, ad eccezione di limitate modifiche locali nel tratto finale arginato del corso d'acqua.

Gli abitati maggiormente colpiti dall'evento del 2016 sono stati Volvera, Candiolo e Moncalieri.

In comune di Piosasco i deflussi hanno interessato la sottostazione elettrica della TERNA. Il piano di imposta della sottostazione rialzato sul piano campagna di circa un metro ha evitato l'allagamento della stessa. I deflussi hanno coinvolto tutto il sedime di proprietà della TERNA, provocando il sifonamento di un tratto significativo del muro di recinzione posto a sud.



Gli allagamenti che hanno interessato il concentrico di Volvera hanno sostanzialmente confermato la necessità di dare attuazione agli interventi strutturali di contenimento delle piene previsti dal PAI.

I forni presenti nel rilevato autostradale hanno consentito alle acque di esondazione del torrente Chisola e del rio Torto di defluire a valle interessando il concentrico di Volvera, alcune cascate sparse e parte dei parcheggi dello stabilimento Fiat Ricambi Group.

Il ponte della SP 141 ha costituito un ostacolo al deflusso delle acque ma non è stato tracimato; il livello massimo è stato raggiunto intorno alle ore 3:00 del 25 novembre 2016.

A monte del ponte della SP141, allagamenti significativi hanno coinvolto gli edifici ad uso prevalentemente residenziale ubicati in via Airasca e in via Piscina. I deflussi sono arrivati a lambire via San Rocco senza interessare l'abitato, in quanto posto a quota più rilevata rispetto al piano stradale.

Sono stati coinvolti dalle inondazioni circa 700 residenti.

In sponda sinistra, i deflussi esondati a monte del ponte della linea ferroviaria Torino Pinerolo e veicolati dal rilevato ferroviario in direzione nord est verso l'abitato di Candiolo hanno determinato allagamenti più estesi di quelli verificatisi nell'evento del novembre 2002 e decisamente più ampi della Fascia C del PAI.

Il fornice della SP 142 per Piobesi ha consentito il passaggio dei deflussi verso il concentrico di Candiolo. Dai passaggi a livello di via Europa e della Stazione le acque sono defluite verso il centro storico. Via Orbassano, via Altinetti, via Nino Costa e numerose altre vie del centro storico sono state allagate con tiranti dell'ordine di 0.4-0.8 m e sono state interessate dalle inondazioni circa 1650 persone.

I rilevati arginali realizzati nel 2010 e nel 2012 a None e a Vinovo, in attuazione delle linee di intervento previste dal PAI, hanno assolto la loro funzione di contenimento dei livelli anche, se talvolta, in assenza del franco idraulico del metro (argine destro di None).

Procedendo verso valle, il territorio comunale di Moncalieri è stato pesantemente interessato dalle inondazioni del Chisola. Le aree più gravemente colpite sono state quelle di Borgata Tetti Piatti e Tagliaferro, in sinistra idrografica del Chisola.

Il Chisola è esondato presso località Tetti Caglieri nella mattinata del 25 novembre lungo un tratto non arginato inondando verso valle le aree prevalentemente agricole di Tetti Rolle, con battenti generalmente inferiori a 0.5 metri. Impedita nel deflusso dalle arginature longitudinali e dal rilevato della tangenziale sud di Torino, l'onda di piena, ha tracimato arginature lungo entrambe le sponde per poi dirigersi verso nord e superare la tangenziale sfruttando i sottopassi esistenti in corrispondenza di Strada Tetti Piatti, Strada Carignano e del Canale Scaricatore, causando danni agli insediamenti residenziali e alle attività commerciali.

Nel pomeriggio del 25 novembre, verso le ore 15.30, il cedimento dell'argine sinistro a monte e a valle del ponte di strada Barauda ha determinato pesanti inondazioni. Dalla rotta di monte, i deflussi hanno tracimato strada Barauda quindi, unendosi alle acque provenienti dalla rotta di valle, hanno tracimato strada Carignano intorno alle ore 17 del pomeriggio del 25 novembre, allagando Località Badia con tiranti anche superiori al metro.



REGIONE PIEMONTE – Città Metropolitana di Torino – *Comune di La Loggia*
"Analisi idraulica del nodo Oitana-Chisola-Canale del Molino finalizzato alla valutazione di interventi di ottimizzazione del reticolo idrografico superficiale e rifunzionalizzazione del Canale del Molino nei pressi della ex cava, in relazione alle ipotesi di realizzazione di centro sportivo polifunzionale."

Studio di compatibilità idraulica

SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

Procedendo verso nord l'inondazione ha poi coinvolto la borgata Moncalieri Sangone, dove localmente i livelli hanno raggiunto altezze di circa 1.70 metri e la borgata Santa Maria.



Figura 11 – (sopra) vista da monte verso valle dell'argine sinistro del T.Chisola. Raggiungimento della sommità e inizio della tracimazione (25/11/16 h 11:00). Fonte AiPo; (sotto) rotta arginale a valle del ponte di strada Barauda. Vista da valle verso monte. Fonte AiPo.

L'evento del 2016 nel solo comune di Moncalieri ha interessato più di cinquemila persone e circa 1400 edifici.



Il livello raggiunto all'idrometro di La Loggia, massimo storico per il Chisola, è dovuto in parte al rigurgito del Po.
L'interconnessione idraulica tra i due corsi d'acqua riveste un ruolo fondamentale nella modellistica allestita e descritta nel proseguo della trattazione, sia a livello di condizioni al contorno da imporre oltre determinati valori di portata di piena che di scelta nella geometria stessa e estensione dell'area di calcolo bi-dimensionale, visti i valori delle portate al colmo di riferimento, superiori a quanto osservato durante l'evento del 2016.

Tabella 2 - Colmi di piena e massimi incrementi di livello [m] registrati durante l'evento 2016

Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Data e ora (UTC) del colmo	MAX	0,5h	1h	3h	6h	12h	24h	Incremento
MAIRA	RACCONIGI	CN	RACCONIGI MAIRA	25/11/2016 12:00	1,33	0,15	0,21	0,35	0,47	0,63	0,98	1,16
VARAITA	POLONGHERA	CN	POLONGHERA VARAITA	25/11/2016 11:30	3,4	0,14	0,25	0,61	1,06	1,62	2,99	3,34
PELLICE	PINEROLO	TO	SAN MARTINO CHISONE	25/11/2016 05:00	3,59	0,43	0,52	0,81	1,49	2,43	3,24	4,22
PELLICE	VILLAFRANCA PIEMONTE	TO	VILLAFRANCA PELLICE	25/11/2016 06:30	4,12	0,35	0,49	0,85	1,2	1,97	2,64	3,33
ALTO PO	REVELLO	CN	STAFFARDA GHIANDONE	25/11/2016 04:00	4,38	0,26	0,51	1,32	2,54	3,53	4,04	4,27
PO	LA LOGGIA	TO	LA LOGGIA CHISOLA	25/11/2016 12:30	7,41	0,32	0,58	1,52	2,63	3,97	5,58	6,4

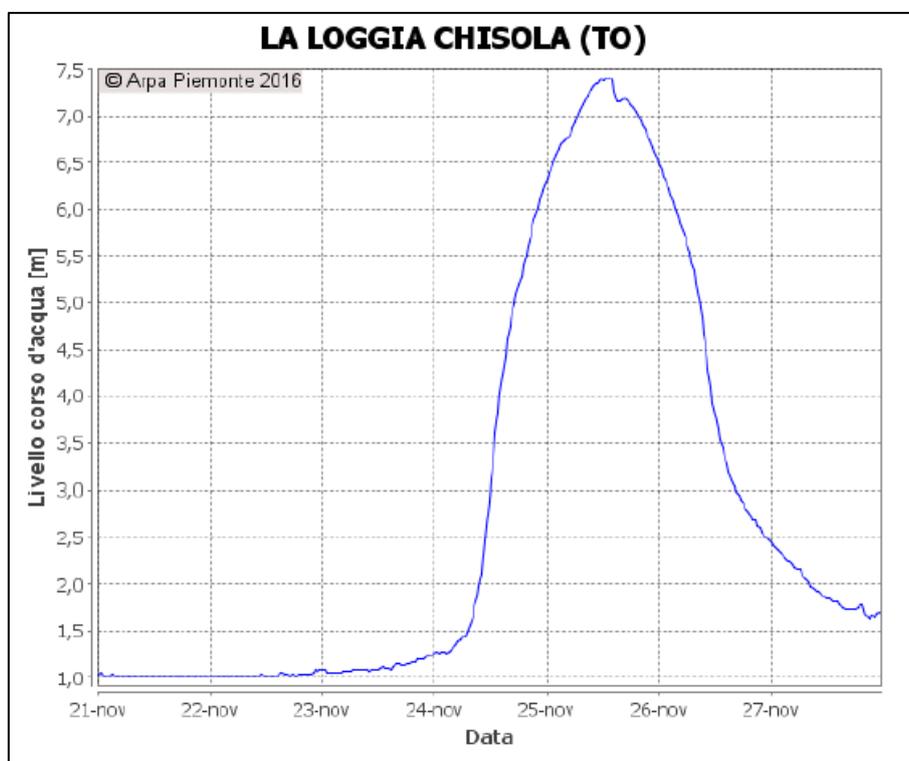


Figura 12 – Idrogramma di piena registrato durante l'evento del 2016 all'idrometro di La Loggia

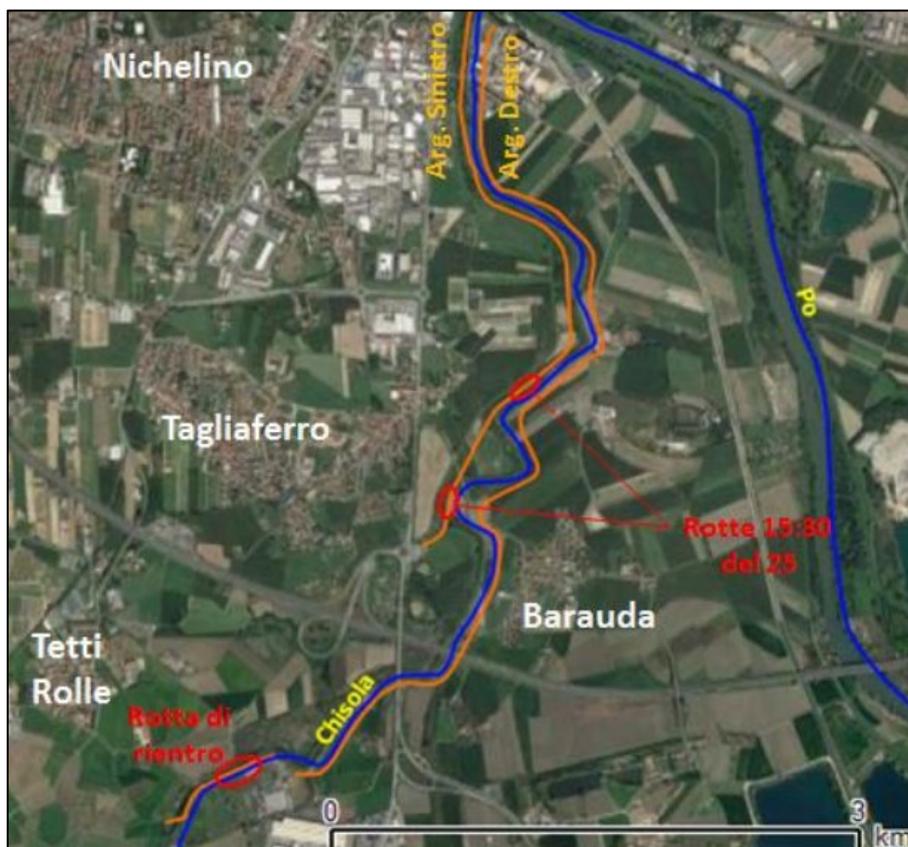


Figura 13 – Posizione planimetrica delle rotte arginali

Oltre alle due rotte arginali suddette avvenute nel territorio comunale di Moncalieri, pesantemente colpito dall'evento, viene segnalata un'ulteriore rotta, per rientro della piena in alveo, a Nord dell'area in analisi.

È stato inoltre osservato l'evento meteorico che si è protratto per circa 24 ore, dalle 06:00 del 24 novembre:

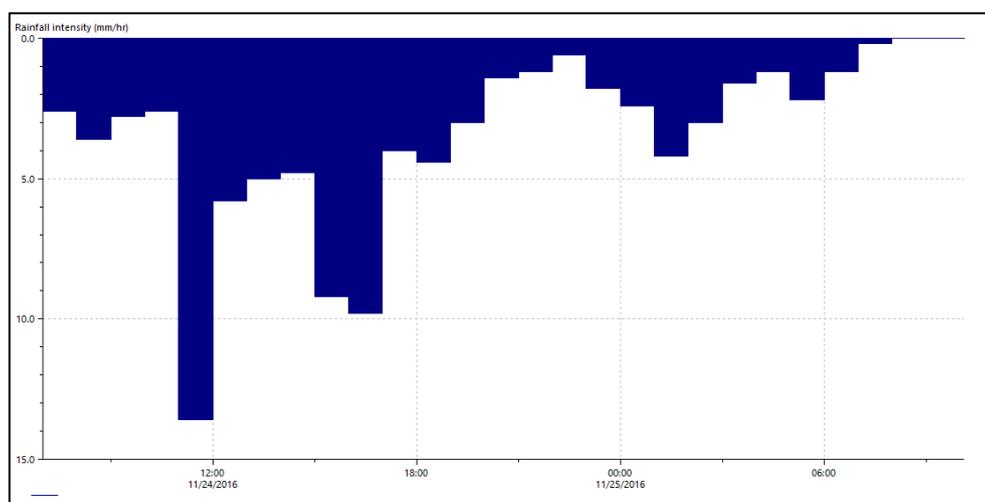


Figura 14 – Ietogramma dell'evento meteorico 2016 registrato alla stazione pluviometrica più vicina - Bauducchi



6.5 PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO

Per i valori delle portate di piena occorre fare riferimento ai documenti “Portate di progetto e profili di piena” allegati rispettivamente alle relazioni tecniche di Variante al PAI per i corsi d’acqua in analisi. In particolare essi determinano l’aggiornamento dei “Profili di piena” del “Piano per la valutazione e la Gestione del Rischio di Alluvioni” redatto a cura di AdBPO in ottemperanza dell’art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. n. 49 del 23.2.2010 e della “Direttiva Portate di Progetto” del PAI.

Nello specifico i dati contenuti nella documentazione di riferimento derivano dalle risultanze dell’analisi idraulica nell’assetto di Progetto dello studio Idraulico commissionato dall’AIPO “Lavori di realizzazione dell’invaso con funzioni di laminazione controllata del colmo di piena sul T. Chisola alla confluenza del rio Torto – Approfondimenti idraulici asta T. Chisola e progettazione preliminare opere di mitigazione del rischio nodo idraulico di Volvera – None – Airasca (2021)” e “Studio finalizzato al completamento e aggiornamento delle analisi idrauliche sulle modalità di propagazione delle piene lungo l’asta del T. Lemina e all’aggiornamento dell’assetto di progetto e delle fasce fluviali” – AdBPO (2021).

Tali documenti contengono le tabelle dei valori di portata al colmo nelle sezioni più significati dei corsi d’acqua e, le tabelle dei profili longitudinali dei valori delle massime quote idriche nelle sezioni fluviali, relative agli scenari di evento assunti per la delimitazione delle mappe di pericolosità di alluvione (Q_{20} , Q_{200} e Q_{500}).

In Tabella 3 si riporta l’estratto dei suddetti documenti in merito alle portate di piena del T. Chisola e del T. Oitana.

Tabella 3 – Portate di piena del T. Chisola e T. Oitana – Varianti al PAI AdBPO.

Bacino	Corso d’acqua	Sezione				Sup. km ²	Q20 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s
		Progr (km)	Sez PAI	Sez studio AIPO	Denomin				
Chisola	Chisola	30000	15	860	La Loggia	360	313	661	858

Bacino	Corso d’acqua	Progr. (km)	Sezione		Superficie (km ²)	Portata al colmo (m ³ /s)		
			Cod. PAI	Denomin.		Q20	Q200	Q500
Chisola	Lemina	0	105	Pinerolo	24	55	86	99
Chisola	Lemina	7.593	78	Buriasco	39	55	68	78
Chisola	Lemina	15.318	62	Cercenasco	60	14	15	18
Chisola	Lemina	21.644	48	Virle Piemonte	76	22	23	23
Chisola	Lemina	31.353	25	Località Peretti	97	22	23	23
Chisola	Lemina	40.454	1	Confluenza Chisola	110	21	24	25

Sulla base di tali valori del colmo di piena, e dall’analisi di dettaglio effettuata relativamente agli eventi piena maggiormente rilevanti occorsi nel bacino idrografico di interesse, sono stati ricostruiti gli idrogrammi liquidi di portata per eventi di piena caratterizzati da TR 20 e 200 anni. Tali idrogrammi sono stati utilizzati come condizioni al contorno di monte relativamente alle simulazioni idrauliche di piena nel modello idrodinamico allestito.



Nello specifico, si è assunto il comportamento dell’onda di piena proporzionale a quanto rilevato dalla stazione di misura “La Loggia” durante l’evento del 2016, ritenuto sufficientemente cautelativo ai fini della presente analisi idraulica.

Gli idrogrammi di pieni adottati sono riportati in Figura 15 e Figura 16.

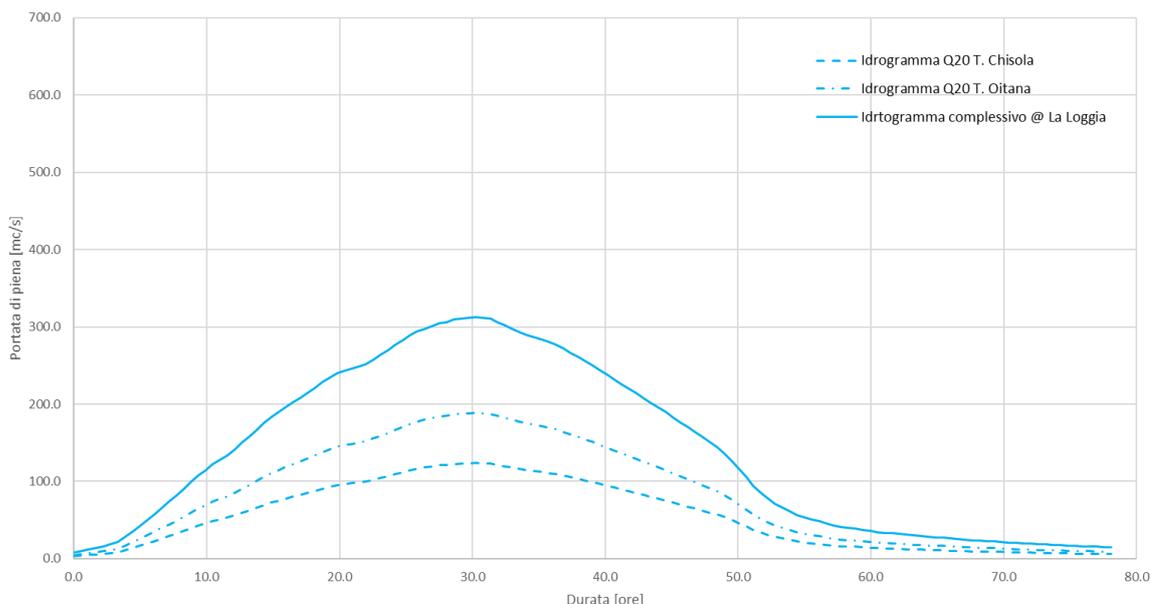


Figura 15 – Idrogrammi di progetto di piena per TR 20 anni sul T. Chisola e T. Oitana a La Loggia.

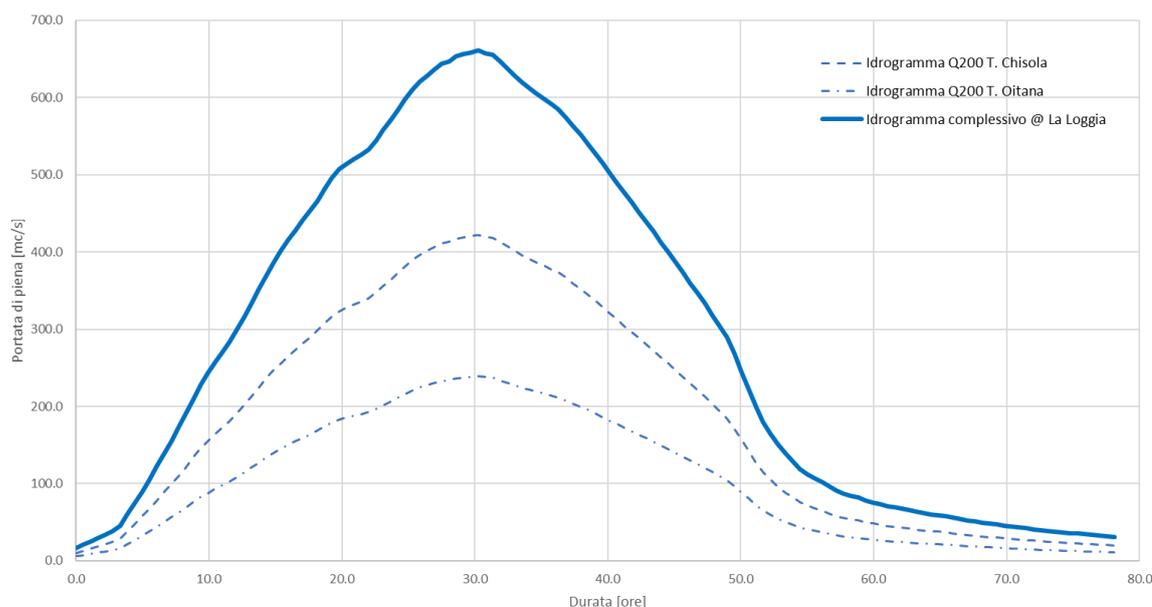


Figura 16 – Idrogrammi di progetto di piena per TR 200 anni sul T. Chisola e T. Oitana a La Loggia.



6.6 IETOGRAMMI DI PROGETTO PER PIOGGE BREVI ED INTENSE E DI LUNGA DURATA

L'analisi idrologica è stata completata con una ulteriore analisi che ha previsto il calcolo delle precipitazioni di progetto per TR 20 e TR 200 anni, al fine di valutare, oltre alla dinamica fluviale in essere nell'area in esame, anche il deflusso meteorico di dettaglio del reticolo secondario sia per quanto concerne eventi di pioggia brevi ed intensi, sia per eventi pluviometrici di lunga durata. Quest'ultimo aspetto è stato trattato ricercando i valori di pioggia osservati alla prima stazione pluviometrica utile nelle vicinanze dell'area in analisi, individuando un evento che, da osservazioni locali durante il suo corso, ha determinato un deflusso nell'area in analisi, di entità di gran lunga ridotta rispetto a quanto occorso nel 2016, ma con dinamica simile, ovvero l'evento del Novembre 2019 (vedi “Relazione compatibilità geomorfologica” a sostegno dello Studio di Fattibilità geomorfologica di centro sportivo).

6.6.1 Ietogrammi di progetto di breve durata

Al fine di ottenere le piogge di progetto brevi ed intense che interessano l'area in studio si è proceduto all'analisi idrologica del bacino di competenza del fosso defluente in direzione N-NO che fa da confine ai terreni di proprietà comunale sul margine occidentale, e che drena anche parte dell'area urbana sviluppata a monte dei campi, così come graficamente rappresentato in Figura 17.



Figura 17 – Individuazione del bacino di competenza del fosso defluente al margine occidentale dell'area di studio.



Il calcolo dello ietogramma di progetto per differenti tempi di ritorno è stato elaborato sulla base delle *curve di massima possibilità pluviometrica*, rappresentata dalla funzione:

$$h = a t^n$$

avendo indicato con

- h l’altezza di precipitazione misurata in mm;
- t il tempo di pioggia in ore;
- a e n parametri della curva, definiti attraverso l’analisi del campione di altezze di precipitazione utilizzando leggi di regolarizzazione statistica.

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica è stata utilizzata la metodologia fornita da Arpa Piemonte. Le curve di possibilità pluviometrica possono essere determinate utilizzando i valori dei coefficienti delle celle omogenee rappresentative dell’area del bacino idrografico individuate da Arpa Piemonte, sulla base dell’analisi di serie storiche dei massimi di pioggia per 10’, 20’, 30’, 1h, 3h, 6h, 12h e 24h, considerando i valori di altezze di pioggia calcolate con due distribuzioni probabilistiche: la Gumbel e la GEV.

Si sono pertanto utilizzati i dati raccolti dal Geoportale Arpa Piemonte, il quale fornisce la suddivisione del territorio regionale in diverse celle, per ciascuna delle quali sono riportate le curve di possibilità pluviometrica relative alle due distribuzioni probabilistiche (Figura 18).

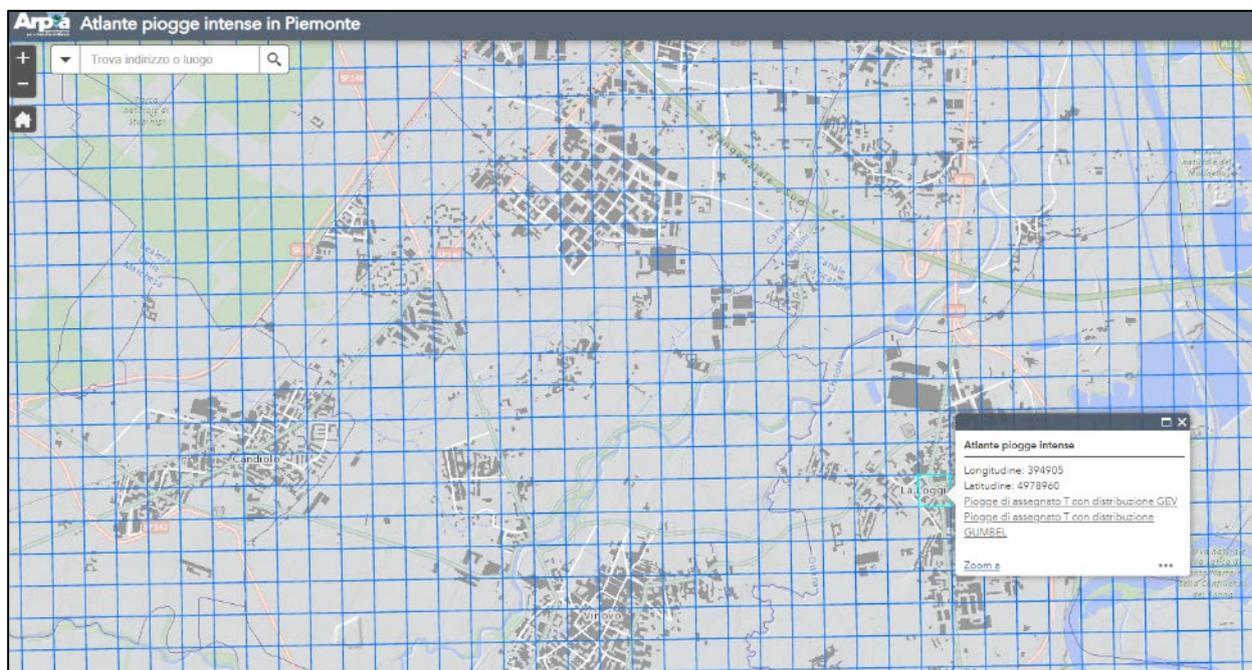


Figura 18 - Arpa Piemonte – Atlante Piogge Intense.
Suddivisione in celle omogenee per parametri della curva di possibilità pluviometrica

In Tabella 5 si riportano i valori dei coefficienti *a* e degli esponenti *n* delle curve di possibilità pluviometrica, mentre la Figura 6 mostra il grafico delle curve.



Nel caso in esame è stata effettuata l’analisi idrologica finalizzata al calcolo degli ietogrammi per TR 20 e 200 anni.

Tabella 4 – Valori di a ed n delle Curve di Possibilità Pluviometrica adottati

parametri.	Tempo di ritorno in anni						
	2	5	10	20	50	100	200
a	31.47	42.97	51.47	60.35	72.99	83.41	94.65
n	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385

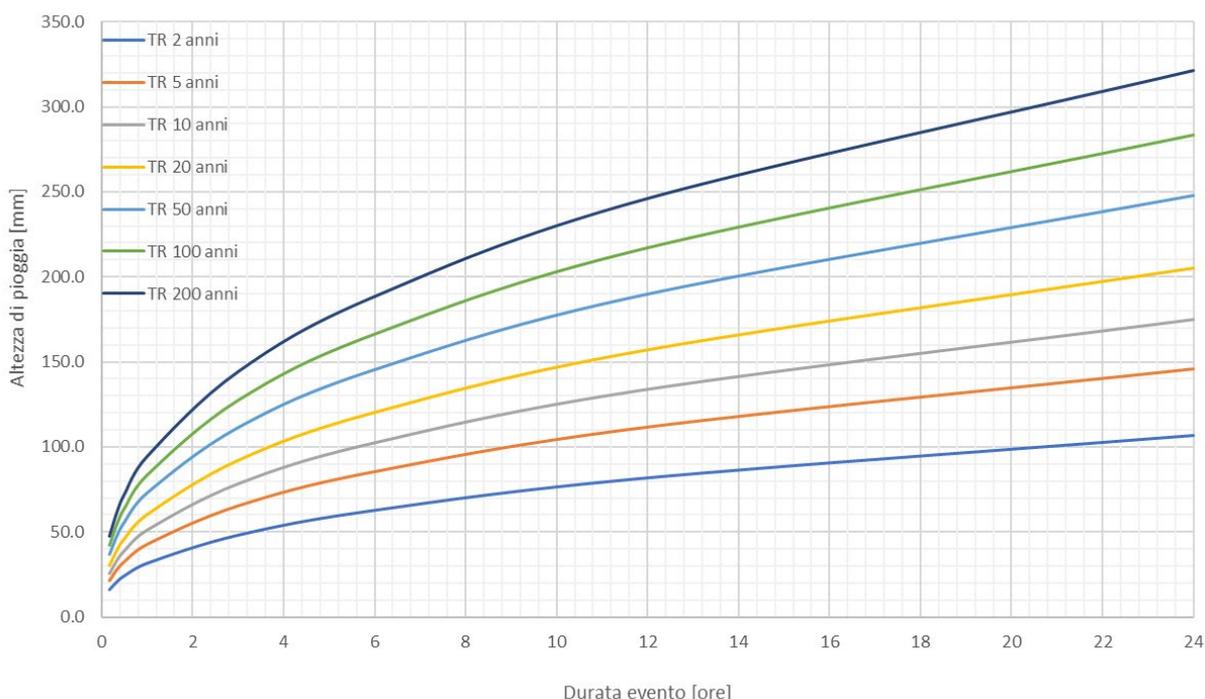


Figura 19 - Curve di possibilità pluviometrica per l’intera area scolante per differenti tempi di ritorno.

Al fine di determinare il tempo di corrvazione per il calcolo della pioggia di riferimento sul territorio, è stato perimetrato il bacino scolante relativo al fosso defluente al margine occidentale dell’area in esame, identificando i principali parametri morfometrici caratteristici dello stesso, così come sintetizzato nella seguente tabella:

Tabella 5 – Parametri morfometrici relativi al bacino di competenza del fosso

BACINO	Superficie	Perimetro	Lunghezza asta	Quota iniziale	Quota testa bacino	Quota sezione chiusura	Quota media bacino	Differenza di quota asta	Pendenza asta	Pendenza versanti	CN AMC III
	[kmq]	[km]	[km]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/m]	[m/m]	
FOSSO	0.246	2.917	0.84	227	227	224	225.5	3.0	0.004	0.004	86



6.6.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è il tempo impiegato da una particella d’acqua per raggiungere la sezione di chiusura del bacino, per cui ad ogni punto della zona esaminata corrisponde un valore del tempo di corrivazione. Un punto particolare è quello idraulicamente più lontano dalla sezione di chiusura, che rappresenta il contributo “ultimo” del deflusso superficiale. Il tempo di corrivazione di questo punto, che è il tempo impiegato da una particella d’acqua per percorrere l’intera superficie del bacino, dall’origine alla sezione di chiusura, e che risulta il maggiore tra quelli dei diversi punti del bacino, prende il nome di tempo di corrivazione del bacino.

Quindi per il bacino esaminato si può determinare il tempo di corrivazione T_c corrispondente, tenendo conto che dipende da numerosi fattori. Vista la notevole difficoltà a considerare tutti gli aspetti, il tempo di corrivazione si stima in genere utilizzando formule che derivano dall’analisi di molti casi reali e che esprimono il legame mediamente esistente tra il tempo di corrivazione e alcune altre grandezze caratteristiche del bacino di facile determinazione.

Per il calcolo invece del tempo di corrivazione associato al bacino idrografico relativo al territorio a monte del rilevato stradale del raccordo Torino - Caselle è stato fatto riferimento alle formulazioni relative a bacini di piccole dimensioni:

1. La formulazione di *Pasini* per bacini di superficie $< 40 \text{ km}^2$:

$$T_c = 0,108 \cdot \frac{\sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i_f}}$$

dove:

- S = superficie del sottobacino (Km^2);
- L = lunghezza dell’asta principale (Km);
- i_f = pendenza caratteristica dell’asta principale (m/m);

2. La formulazione proposta *Pezzoli* (per bacini $< 20 \text{ km}^2$):

$$T_c = 0,055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i_f}}$$

dove:

- L = lunghezza dell’asta principale (Km);
- i_f = pendenza caratteristica dell’asta principale (m/m);



3. La formulazione proposta da *Ventura* (per bacini < 40 km²):

$$T_c = 0,1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i_f}}$$

- S = superficie del sottobacino (Km²);
- i_f = pendenza caratteristica dell’asta principale (m/m);

4. La formulazione proposta dal *Soil Conservation Service*:

$$T_c = 0,0027 \cdot 1000L^{0,8} \cdot \left[\left(\frac{1000}{CN} \right) - 9 \right]^{0,7} i_v^{-0,5}$$

- L = lunghezza dell’asta (Km);
- i_v = Pendenza dei versanti (m/m).

Sulla base di tali formulazioni e sulla base dell’esperienza degli Scriventi, sono stati stimati i tempi di corrivazione, assumendone come valore caratteristico il valore medio.

Tabella 6 – Calcolo dei tempi di corrivazione secondo le diverse formulazioni

T _c (SCS)	T _c (PEZZOLI)	T _c (PASINI)	T _c (VENTURA)	Tempo di corrivazione medio
[ore]	[ore]	[ore]	[ore]	[ore]
1.64	0.77	1.07	1.06	1.13

6.6.1 Definizione delle altezze di pioggia di riferimento

Adottando i parametri ottenuti come esposto precedentemente, assumendo come durata dell’evento di riferimento i tempi di corrivazione di ciascun bacino in analisi (cfr. § 6.6.2) si ottiene la cumulata di pioggia lorda.

Per passare dalla pioggia lorda a quella netta si deve stimare la quota parte di pioggia che si perde nel bacino per infiltrazione, immagazzinamento e altri fenomeni. La stima delle perdite può essere condotta utilizzando il metodo del Curve Number (Soil Conservation Services) che, attraverso l’attribuzione di un numero indice detto CN dipendente dall’uso e dal tipo di suolo, consente di determinare il coefficiente di deflusso e la pioggia netta in base all’espressione

$$h_{netta} = \frac{(h_{lorda} - I_a)^2}{(h_{lorda} + S - I_a)}$$



dove h_{lorda} è la pioggia stimata per assegnata distribuzione di probabilità, S (in mm) rappresenta l'assorbimento del bacino, espresso dalla relazione

$$S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

e I_a è l'assorbimento iniziale, legato empiricamente al parametro S dalla relazione:

$I_a = 0,2 \cdot S$ Tenendo conto delle caratteristiche dei bacini in analisi elencate finora, oltre che dell'uso del suolo relativo a ciascun bacino considerato, e ponendosi in condizioni di sufficiente cautela, si è assunto un valore **CN (II)** ed i valori conseguenti dei parametri S ed I_a sono riportati in Tabella 7:

Tabella 7 - Parametri S ed I_a dei bacini secondo il metodo CN-SCS

BACINO	CN (III)	S (mm)	I_a (mm)
Fosso	86	41.9	8.4

Noti tali parametri si è calcolato il valore di pioggia netta che effettivamente contribuisce al deflusso e per rapporto tra l'altezza di pioggia lorda e la pioggia netta stessa si sono ricavati i valori del coefficiente di deflusso. Nelle successive tabelle si riportano i parametri idrologici per il calcolo delle portate di riferimento:

Tabella 8 – Parametri idrologici considerati per i diversi tempi di ritorno per i diversi bacini idrografici.

ALTEZZE DI PIOGGIA E COEFFICIENTE DI DEFUSSO - BACINO DI COMPETENZA DEL FOSSO					
Tempo di corrivazione			1.13	ore	
Capacità massima assorbimento			41.89	mm	
Tempo di ritorno [anni]	Coefficienti Curva Possibilità Pluviometrica		Pioggia Lorda [mm]	Pioggia netta [mm]	$C_{D_{SCS-CN}}$ [-]
	a	n			
2	31.4650	0.3847	33.0	9.13	0.28
5	42.9680	0.3847	45.1	17.16	0.38
10	51.4690	0.3847	54.0	23.81	0.44
20	60.3490	0.3847	63.4	31.20	0.49
50	72.9940	0.3847	76.6	42.29	0.55
100	83.4110	0.3847	87.6	51.79	0.59
200	94.6520	0.3847	99.4	62.30	0.63



6.6.2 Ietogrammi osservati di durata maggiore

A fronte dell'osservazione in campo delle aree allagate effettuata e riportata nella "Relazione di compatibilità geomorfologica" per lo Studio di fattibilità di centro sportivo in merito agli effetti sul territorio dovuti all'evento di novembre 2019, si è proceduto alla richiesta dei dati osservati alla stazione pluviometrica limitrofa, Bauducchi, per la ricostruzione dello stesso al fine di simularne gli effetti del deflusso al suolo tramite il modello di calcolo 1D-2D allestito dagli scriventi.

Nel seguito viene riportato il grafico relativo al suddetto ietogramma:

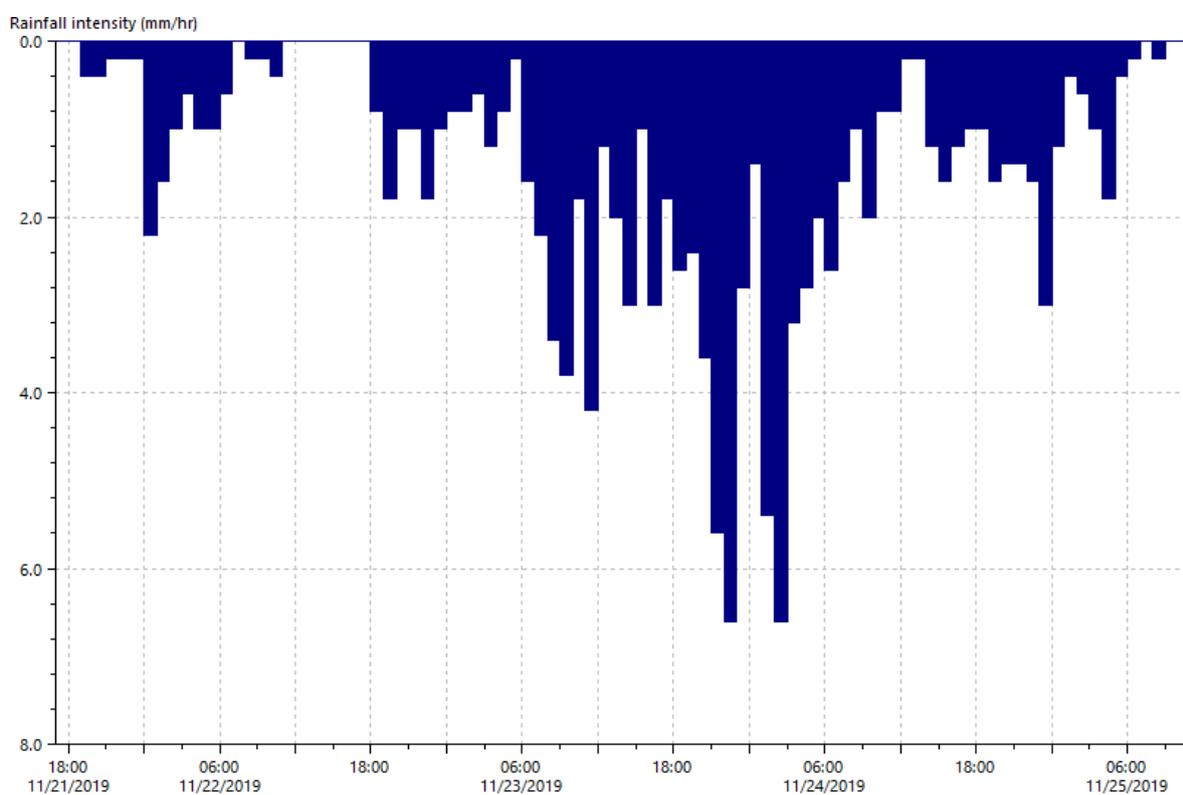


Figura 20 – Ietogramma osservato alla stazione pluviometrica di Bauducchi durante novembre 2019



7. ANALISI DELL'EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICA DEL NODO CHISOLA-OITANA CANALE DEL MOLINO

Come anticipato in premessa, il reticolo idrografico principale e secondario è stato nel corso del tempo sensibilmente influenzato dall'attività antropica, comportando profonde alterazioni alla dinamica di deflusso ordinario e di piena. Ritenendo tale aspetto di notevole importanza per l'analisi idraulica effettuata e per la corretta interpretazione dei risultati, si riporta una sintesi delle informazioni desunte in merito all'evoluzione geomorfologica del sito in esame, tratta in particolare dalla “Relazione di compatibilità idrogeologica” ed agli elaborati geologici della Variante Generale al PRGC (§4).

Da quanto raccolto e come anticipato è interessante notare come anche il sito in analisi ha subito forti trasformazioni, di carattere antropico, dalla seconda metà del XX° secolo in poi.

Infatti, le attività antropiche avvenute nell'area dove è prevista la realizzazione del centro sportivo e nelle immediate vicinanze, hanno determinato delle modifiche sostanziali relativamente alla morfologia fluviale naturale. Dalla consultazione dell'*Allegato Tecnico 2.2 del PRGC* vigente, redatto dal Geol. M. Balestro, è possibile risalire a diverse informazioni interessanti in merito, in prima battuta si riportano alcuni estratti di mappe storiche del periodo 1703 – 1960:



Figura 21 – Mappa del 1703-1734

Nell'estratto della Mappa su riportato è indicato con un grafismo il sito di La Loggia alla confluenza del Chisola (“La Cusolle”) con il Po; a sud è indicata Carignano (“Carignan”) recinta di mura.



Nell’estratto a seguire invece è indicato con un simbolo il sito di La Loggia alla confluenza di un ramo dell’Oitana con un ramo secondario del Po; a Sud è indicata Carignano recinta di mura. Appare anche un simbolo cui è associato il toponimo “Carpanetto”. A Nord dell’indicazione “La Loggia” è indicato il corso del Chisola (“Cisola T.”) ed è segnalata la confluenza tra Oitana e Chisola.

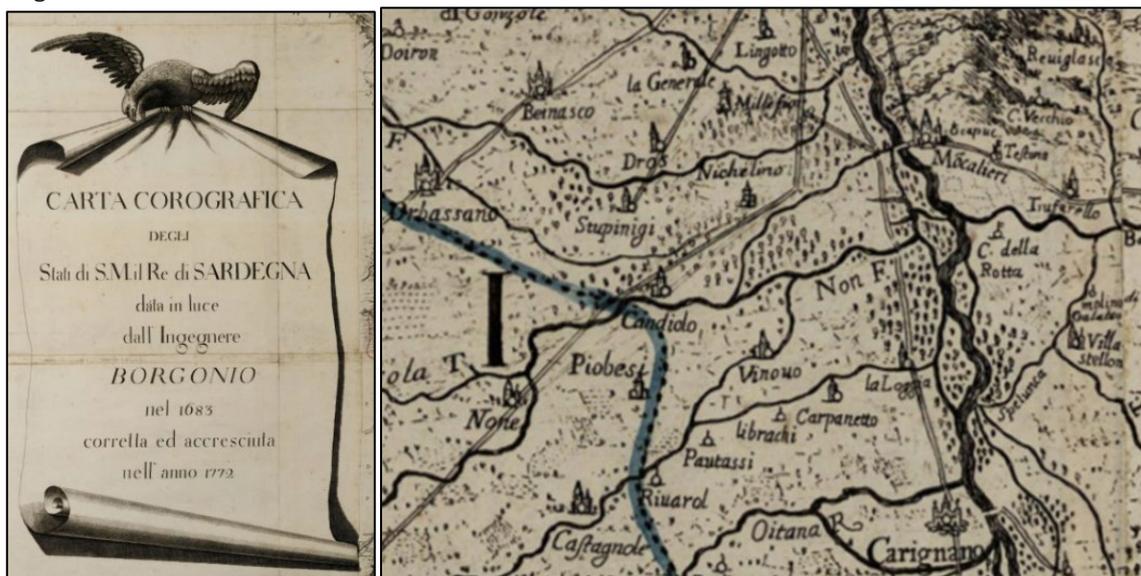


Figura 22 - Mappa del 1772



Figura 23 - Carta delle Cacce (ante 1816) – La carta NON è orientata a Nord ma indicativamente SO-NE

Dall’estratto relativo alla Carta delle Cacce si nota il T. Oitana (“*Ojtana Rivo*”) defluente alle spalle del “Carpanetto” e la sua confluenza con il Chisola (dall’estratto non è possibile vedere la dicitura).



Dalla Carta degli Stati Sardi riportata a seguire è invece interessante notare come i toponimi attuali siano già riportati, inoltre è individuato il tracciato di un corso d’acqua confluyente da Nord, a valle dell’Oitana e che pare essere maggiormente significativo rispetto all’Oitana stesso. Ad oggi quest’incisione esiste ma non è segnalata a livello Cartografico. Si noti la rappresentazione di un vaso sito a SO.



Figura 24 - Carta degli Stati Sardi 1852

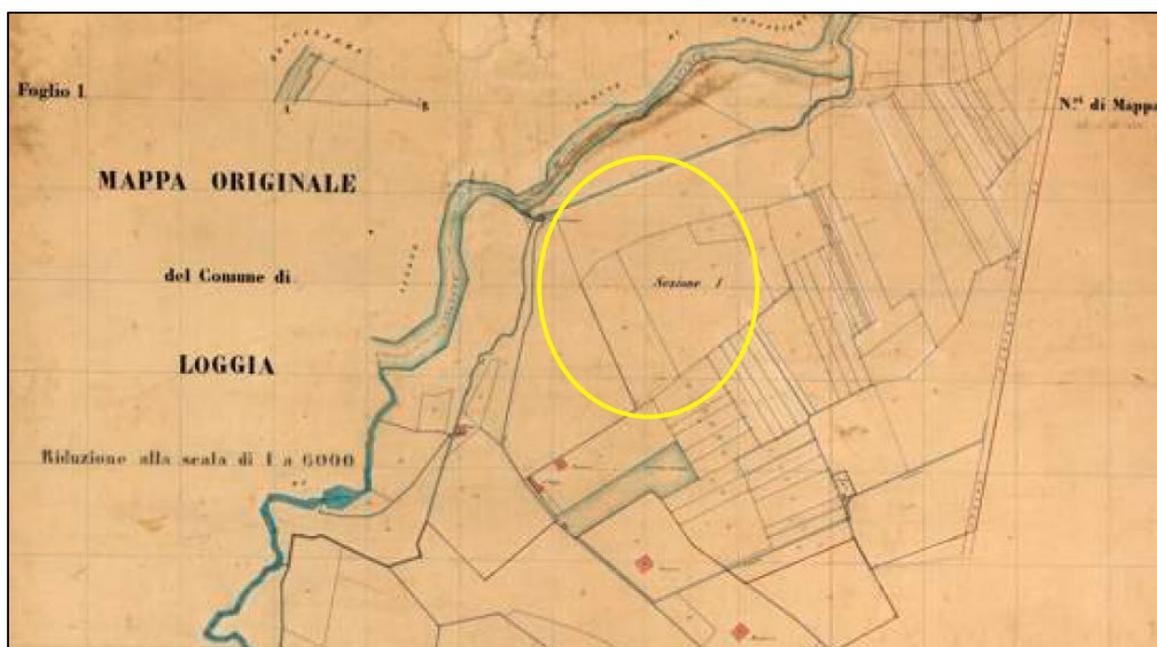


Figura 25 – Catasto Rabbini (1866)



Dall’analisi della Carte degli Stati Sardi e dal Catasto Rabbini, si può notare l’andamento storico naturale del T. Chisola, inoltre dal Catasto Rabbini emerge nettamente il tracciato del Canale del Molino defluente a Nord dell’area in analisi ed inoltre viene indicato un grande bacino (con sedime demanio idrico, probabilmente quello rappresentato anche nella Carta degli Stati Sardi) in prossimità delle Case Galli (indicato come “serbatoio d’acqua”) collegato al sistema di fossi ed alimentato dal T. Chisola.

Molto interessante notare, dalla sovrapposizione del tracciato del Chisola rappresentato dalle suddette carte, con la BDTRE attuale (2024), che il sedime del corso d’acqua avesse localmente un tracciato completamente differente dall’attuale, coerente tra l’altro con il confine comunale.

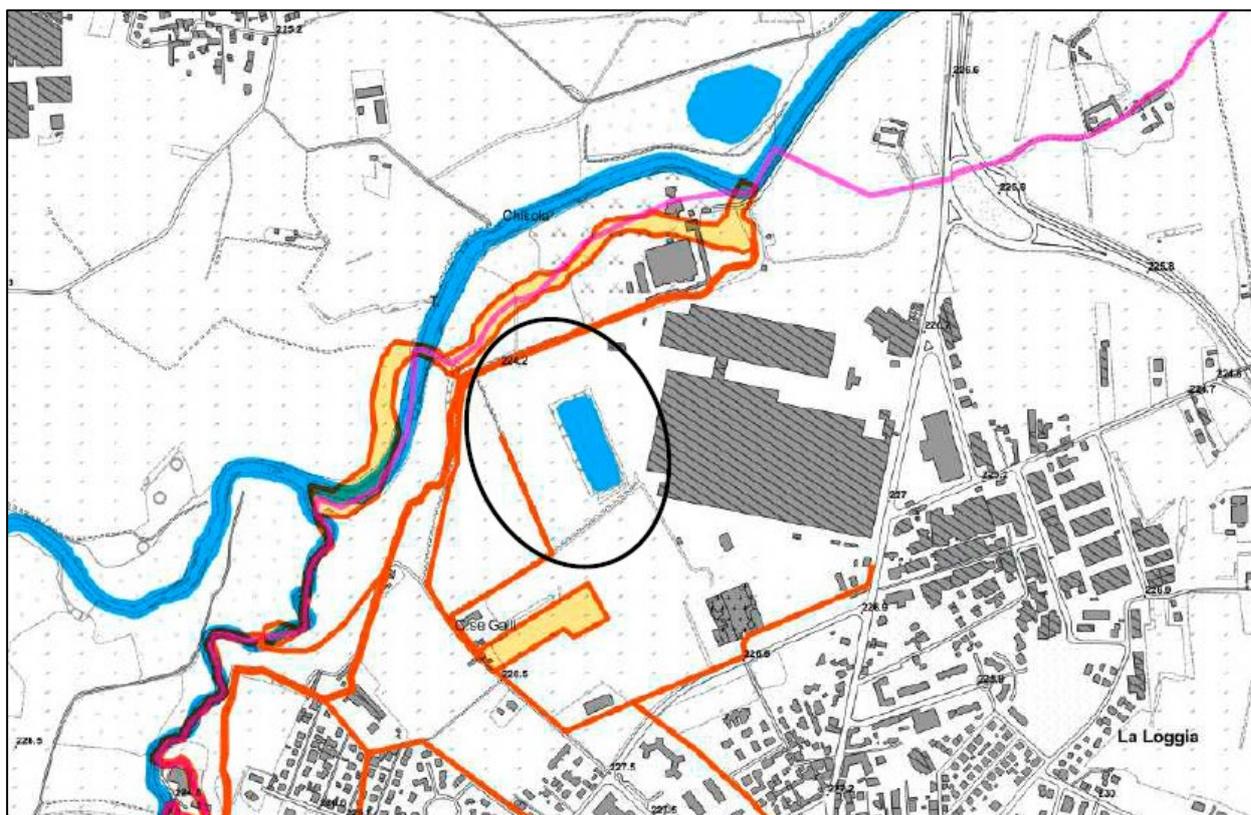


Figura 26 – Sovrapposizione della trama dei canali e dei fossi con funzione irrigua, di forza motrice e di scolo della Mappa Rabbini (arancio) con la BDTRE attuale, in nero è rappresentata l’area oggetto di indagine.

Anche dalla Cartografia IGM 1880 riportata in Figura 27 mostra come sino a fine secolo il tracciato del T. Chisola si mantiene molto differente dall’attuale, come si può notare dalla sovrapposizione sulla BDTRE in Figura 27. Questo fa supporre che nel corso del XX° secolo, l’attività antropica localmente sviluppatasi ha determinato una variazione sostanziale e netta del tracciato del Chisola, con movimentazione di terreno tale da cambiare appunto la morfologia locale.

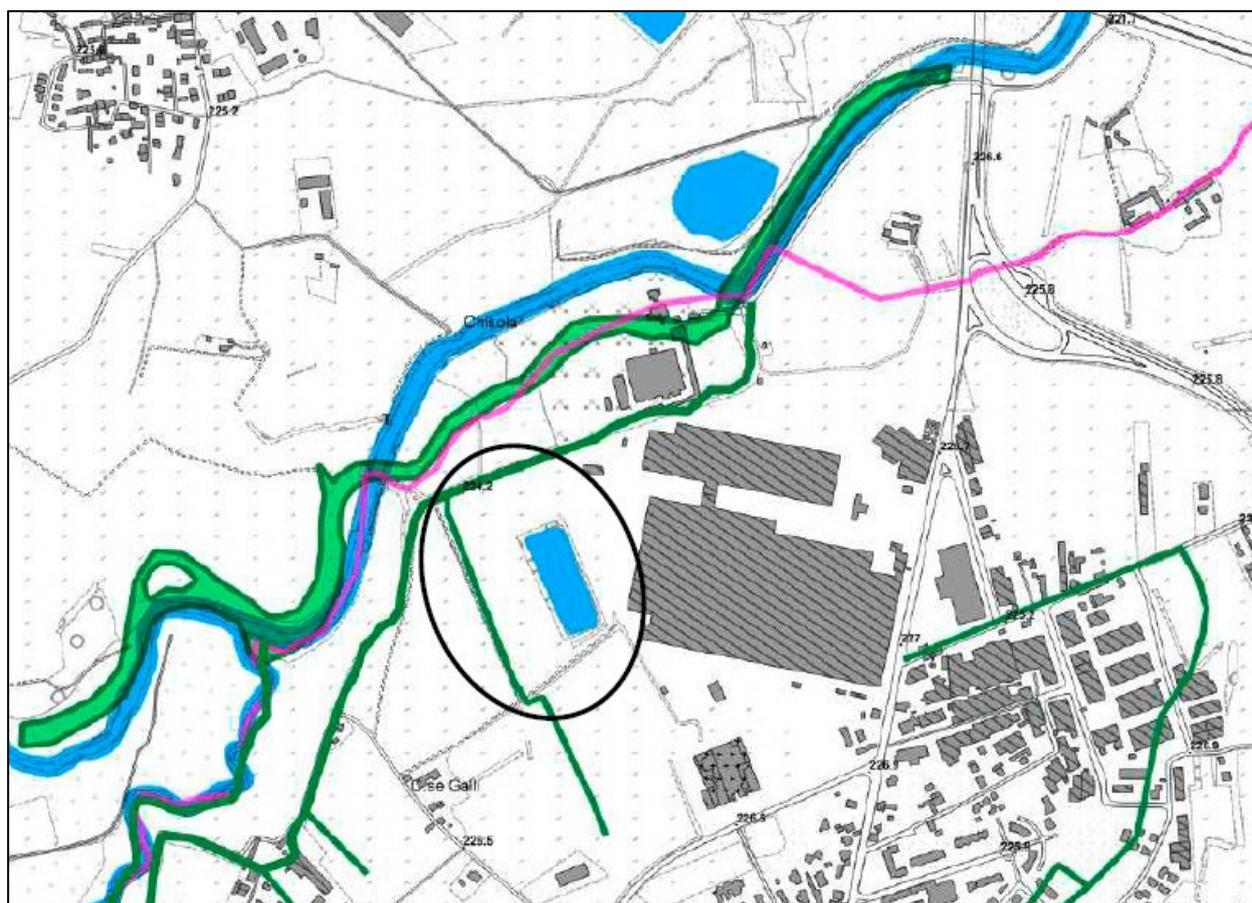


Figura 27 – (sopra) Carta IGM (1880) e sovrapposizione (di colore verde) del tracciato del Chisola e dei fossi dell'IGM 1880 con la BDTRE attuale.



8. STUDIO IDRAULICO DEI DEFLUSSI DI PIENA DEL NODO CHISOLA – OITANA – CANALE DEL MOLINO

8.1 APPROCCIO METODOLOGICO

Gli Scriventi hanno allestito un **modello di simulazione idraulica 1D-2D** rappresentante il tratto del T. Chisola al passaggio nel territorio di La Loggia, in particolare da valle del ponte sulla SP 143 a Vinovo, dove risulta ubicato l'idrometro “Stazione Vinovo Chisola” di Arpa Piemonte (operativo da dopo l’evento del 2016) sino all'idrometro “La Loggia Chisola” oggi dell’AIPO (operativa inizialmente dal 2003 al 2016 a cura di Arpa Piemonte).

Il modello allestito tiene in considerazione il deflusso della portata anche nel T. Oitana nel suo tratto terminale e della confluenza con il T. Chisola, nodo idraulico molto importante nell’area oggetto di studio, con la finalità di analizzare le dinamiche di esondazione e allagamento per i TR 20 e 200 anni e valutare la compatibilità idraulica della realizzazione del centro sportivo Comunale nell’area golenale destra del Chisola.

Nello specifico il deflusso interno alle sezioni d’alveo del Chisola e dell’Oitana è stato simulato mediante modello numerico monodimensionale, mentre le dinamiche di esondazione ed il conseguente deflusso superficiale è stato calcolato in ambito bidimensionale.

Il modello idraulico è stato allestito con l’ausilio del software **Infoworks ICM**, brevemente descritto nel seguito.

Nel proseguo della trattazione verranno proposti e descritti brevemente alcuni interventi di carattere idraulico volti alla rifunzionalizzazione del reticolo idrografico e alla mitigazione/controllo delle dinamiche di esondazione, anche in considerazione della possibile futura realizzazione del centro sportivo.

Tali interventi sono mirati in particolare al ripristino della continuità idraulica del Canale del Molino il quale come già descritto (cfr. § 2) risulta oggi privo di continuità in quanto in un tratto è stato completamente ostruito fino a renderlo totalmente inutilizzabile e operare interventi di lieve modellazione morfologica per assicurare una difesa dagli eventi di piena più gravosi al centro sportivo stesso. Gli obiettivi suddetti sono stati pensati nell’ottica di non alterare in maniera significativa il deflusso di piena nell’area golenale oggetto di analisi, con attenzione particolare a non limitarne la capacità di invaso e pertanto non determinare un maggiore deflusso idraulico verso i territori di valle al fine di non aumentare il rischio idraulico già gravante sugli stessi.

8.2 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le simulazioni sono state eseguite con il software InfoWorks ICM, fornito dall’azienda inglese HR Wallingford, un applicativo per la verifica e la progettazione di sistemi idraulici complessi costituiti da reti di drenaggio e/o corsi d’acqua naturali.

L’applicativo nasce per rispondere all’esigenza di poter applicare la **modellazione idraulica a sistemi integrati che comprendono sia le reti di smaltimento delle acque urbane che i corpi idrici ricettori, all’interno di un’unica interfaccia integrata e con un unico motore di calcolo.**



In InfoWorks ICM il calcolo idrologico e idraulico a moto vario sono perfettamente integrati, così come le componenti di calcolo idraulico mono e bidimensionale.

Approccio numerico alla componente 1D

Il moto idraulico all'interno degli elementi monodimensionali che lavorano a pelo libero (sia le tratte fluviali aperte o tubazioni) viene risolto con l'integrazione delle equazioni di De Saint Venant (conservazione del momento e della massa).

La cadente piezometrica viene computata con varie possibili metodologie (a scelta dell'utente): in InfoWorks sono infatti disponibili le equazioni di Colebrook- White, Manning e Strickler.

Per poter essere integrate le equazioni devono essere opportunamente semplificate e linearizzate in modo tale che il sistema possa essere risolto con la teoria delle matrici. Lo schema di linearizzazione usato dal software è quello dei 4 punti di Priessmann, mentre il risolutore adottato è quello di Newton-Raphson.

Le equazioni sono valide fino a quando il condotto non entra in pressione, per permettere a InfoWorks di simulare anche situazioni di condotte in pressione (senza problemi nella transizione da uno stato all'altro) il motore di calcolo adotta la tecnica dello slot per il quale si ipotizza la presenza di una piccola fessura alla sommità della condotta e fino al piano campagna.

Così facendo il motore di calcolo non incontra nessuna discontinuità nella transizione da moto a gravità a quello in pressione (per tubi in cui invece permane costantemente il moto in pressione, è possibile utilizzare un sistema di equazioni più appropriato che elimina l'artificio dello slot).

Nel modello numerico l'approccio metodologico utilizzato ha previsto che la rete idrica principale, rappresentata dal T. Chisola, dal Rio Oitana, dal Canale del Molino e da alcuni tratti di rete irrigua siano stati introdotti e trattati con approccio monodimensionale, avendo prevalentemente una direzione di flusso stabilita dalla direzione del thalweg. La modellazione delle sezioni incise in ambiente 1D permette di simulare meglio il deflusso nell'alveo inciso e pertanto di determinare più correttamente le portate esondate.

Approccio numerico alla componente 2D

Il modello usato per la rappresentazione matematica del flusso 2D è basato sulle equazioni di Navier – Stokes integrate sulla profondità (shallow water equations), . Questa formulazione conservativa è discretizzata utilizzando un sistema di primo ordine esplicito del volume finito.

La gestione della cella bagnata ed asciutta è eseguita utilizzando come criterio una profondità di soglia per considerare che una cella è bagnata e la velocità è impostata a zero se la profondità è inferiore al valore di soglia.

Questo evita la creazione di elevate velocità artificiali in aree bagnate/asciutte. Il valore di default per questa profondità di soglia è 1 mm.

Questo algoritmo può essere utilizzato teoricamente sia con maglie strutturate (rettangolari) che non strutturate (triangolari) ed è adatto per rappresentare flussi rapidamente variabili, nonché correnti veloci e lente.



In InfoWorks si utilizzano le maglie non strutturate perché sono molto più flessibili e di facile utilizzo quando si vogliono rappresentare forme e ostacoli complessi presenti nel dominio di calcolo.

Nel modello numerico l'approccio metodologico utilizzato ha previsto che tutta la porzione golenale, ad eccezione quindi del reticolo idrografico non indicato al punto precedente, venisse modellato in 2D al fine di determinare la dinamica di esondazione delle aree allagate.

Collegamento 1D-2D

Il modello di simulazione consente un immediato collegamento di diverse componenti di modello mono e bidimensionale. Si possono utilizzare ad esempio:

- **linee spondali**: rappresentano un confine ideale tra l'alveo inciso modellato con elementi 1D e la golena rappresentata da un dominio 2D, le linee spondali vengono rappresentate con delle polilinee per le quali viene definita una quota Z variabile sul suo percorso. Le linee spondali sono utilizzate essenzialmente come sfiori laterali tra alveo inciso e zona di golena 2D;
- **sfiori frontali**: si utilizzano quando si desidera interrompere un modello 1D di un fiume e trasferire tutto l'idrogramma di portata sul dominio 2D (o viceversa);
- **nodi**: sono degli elementi puntiformi dove può avvenire lo scambio di portata tra 1D e 2D, per esempio questa tecnica è appropriata quando si rappresentano le esondazioni provenienti dai pozzetti di fognatura su un dominio bidimensionale.

8.2.1 Definizione delle impostazioni del modello di calcolo

Il modello richiede la definizione della rete schematizzata tramite i dati provenienti dalla morfologia del territorio, la configurazione della rete di drenaggio e gli eventi atmosferici di progetto (cfr. §6).

È possibile distinguere diversi moduli:

- 1) **Modulo idrologico** – permette la trasformazione afflussi-deflussi ed è composto da:
 - Piovosità: utilizzato per caratterizzare l'evento meteorico in funzione del tempo. Sono stati inseriti gli idetogrammi di riferimento in forma di intensità di pioggia sull'areale relativo all'area 2D di calcolo, per tutti i tempi di ritorno considerati.
 - Idrogrammi di piena: utilizzati come condizione al contorno di monte definiscono l'andamento nel tempo¹ delle portate in ingresso nel reticolo idrografico.

¹ gli idogrammi di piena ricostruiti per i TR 20 e 200 anni rispecchiano l'andamento dell'Evento del 2016, pertanto, per permettere anche un confronto con quanto osservato durante il suddetto Evento, le date riportate sulle immagini relative alle simulazioni di piena TR 20 e TR 200 ricalcano le medesime dell'evento del 2016



2) **Modulo idraulico** – permette il deflusso delle portate tramite la rete costituita da:

- *Nodi (junction)*: definiscono i pozzetti di giunzione tra le condotte;
- *Accumuli (Storage Units)*: sono nodi del sistema di drenaggio che forniscono un volume di stoccaggio di dimensioni definibili dall'utente;
- *Scarichi (Outfalls)*: sono nodi terminali e definiscono i punti di uscita del deflusso dalla rete in condizione di simulazione di calcolo col modello dell'onda dinamica. Il nodo può essere collegato ad una sola condotta. In base alle condizioni di valle del sistema è possibile impostare diverse conformazioni del flusso in uscita;
- *Uscita (Outlet)*: sono dei dispositivi che controllano la portata in uscita dai serbatoi di accumulo, dotati in alcuni casi di una valvola, per limitare il flusso in una sola direzione. Sono rappresentati come collegamento tra due nodi;
- *Pompa (Pump)*: sono dei sistemi impiegati per sollevare l'acqua a quote più elevate;
- *Orifizi (Orifices)*: servono per modellare le strutture di scarico e di deviazione nelle reti di drenaggio. Il flusso attraverso un orificio completamente aperto è calcolato come:

$$Q = C \cdot A \sqrt{2gh}$$

Dove:

- C = coefficiente di deflusso
 - A = area dell'apertura dell'orificio
 - g = accelerazione gravitazionale
 - h = differenza di carico tra il nodo di valle e quello di monte
- *Sbarramento (Weir)*: modellano gli scolmatori o sbarramenti posizionati all'interno della rete di drenaggio o nei serbatoi. In base alla tipologia di sbarramento è possibile considerare una diversa formulazione per il calcolo della portata;
 - *Condotte (conduits)*: sono i tubi o canali che trasportano la portata da un nodo ad un altro. Per calcolare la portata, si è utilizzata l'equazione di Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Dove:

- A = area sezione trasversale
- R = raggio idraulico
- S = pendenza
- n = coefficiente di Manning

L'analisi è stata condotta considerando il moto vario, considerando l'effetto di invaso prodotto dalle condotte e gli effetti di traslazione ed attenuazione.



8.3 IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO COMBINATO 1D – 2D

8.3.1 Geometrie di riferimento

Il modello idraulico implementato utilizza come base topografica il modello digitale del terreno (DTM) del Ministero dell’Ambiente (2008), con risoluzione a terra di 1 m, opportunamente integrato per l’area di maggiore interesse con i rilievi topografici, batimetrici e fotogrammetrici effettuato dagli scriventi nel giugno 2024 con l’impiego di strumentazione G.N.S.S., ecoscandaglio e volo S.A.P.R.

Il DTM di dettaglio ottenuto tramite il rilievo topo-fotogrammetrico ha una risoluzione a terra di 2 cm/pixel, ed interessa la zona dell’alveo inciso e le aree perfluviali nell’intorno dell’area di indagine.

Il rilievo a terra è stato effettuato localmente per la misura di dettaglio di alcune quote di punti notevoli (imbocchi e sbocchi di tubazioni, fondo alveo in aree alberate...) e per il controllo delle quote del DTM 1x1 m. Quest’ultima operazione è stata fondamentale per accertarsi sia delle quote che della morfologia del DTM Ministeriale aggiungendo i dettagli necessari per renderlo al meglio più vicino alla realtà.

L’attività batimetrica infine ha permesso di rilevare il fondo del laghetto esistente valutandone la capacità di invaso in caso di eventi meteorici intensi.

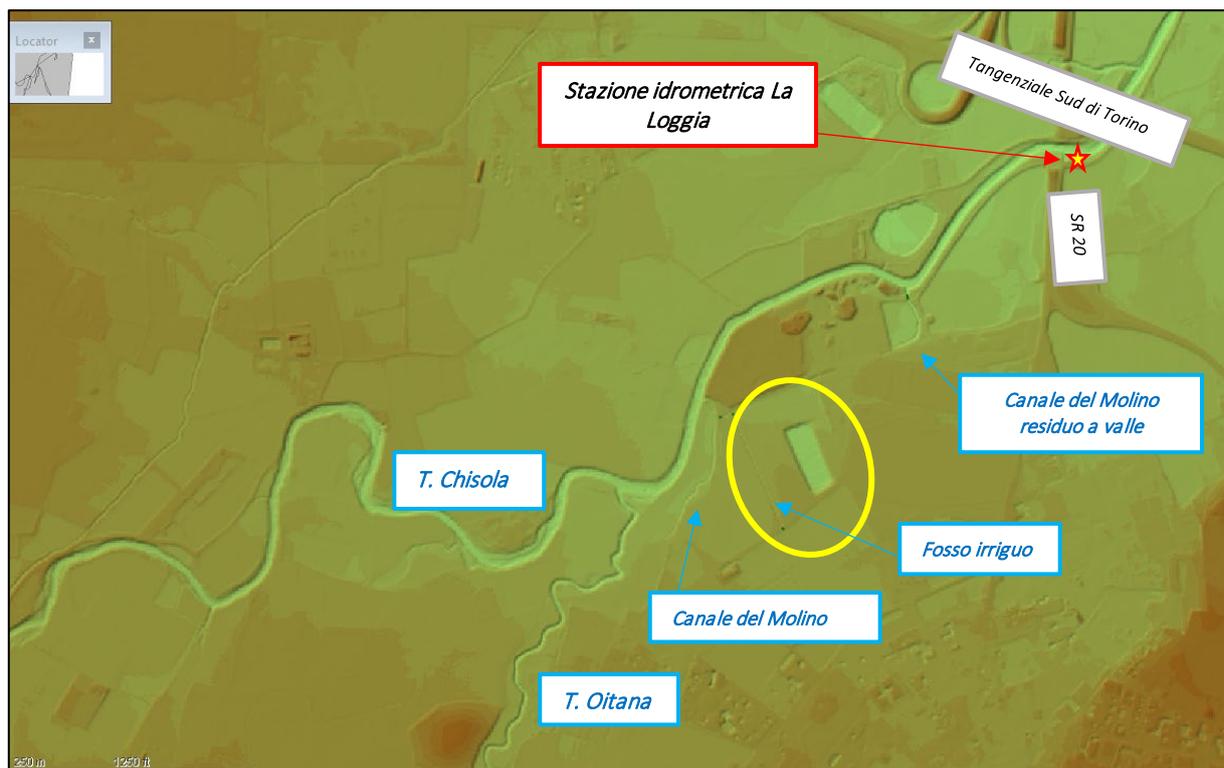


Figura 28 - Ambito del DTM utilizzato come base geometrica nelle simulazioni di calcolo

Sulla base del DTM così costruito si è proceduto all’allestimento delle geometrie di calcolo riportate in seguito.



Il DTM ottenuto permette di osservare, con adeguata precisione, la geometria dell'alveo e delle aree perfluviali allo stato attuale. Pertanto le simulazioni allo stato di fatto, basate sul DTM ministeriale opportunamente integrato con l'inserimento delle sezioni idrauliche rilevate in campo in particolare del fosso di confine al margine occidentale e del tronco residuo di valle del Canale del Molino, non hanno necessitato modifiche o artifici propri del codice di calcolo per simulare la geometria allo stato attuale.

L'area di calcolo utilizzata nelle simulazioni idrauliche è stata sufficientemente estesa in modo da:

- Rendere trascurabili le imprecisioni di calcolo che si manifestano nell'intorno delle interfacce su cui sono applicate le condizioni al contorno di monte e di valle;
- Evidenziare chiaramente l'estensione trasversale delle aree interessate dai deflussi di piena.

In Figura 29 si riporta il dominio di calcolo, che si estende da valle del ponte della SP 143 a Vinovo sino all'idrometro di La Loggia ubicato in corrispondenza del ponte

Il dominio computazionale bidimensionale così ottenuto risulta costituito da circa 90'000 triangoli per un'estensione complessiva di circa 5,6 km², e copre uno sviluppo del tronco fluviale di circa 4,4 km.

Tramite l'utilizzo di *break lines* è stato possibile modificare localmente le celle di calcolo, consentendo sia di modificare la dimensione delle stesse, che di disporle in modo da adattare meglio alla morfologia del terreno.

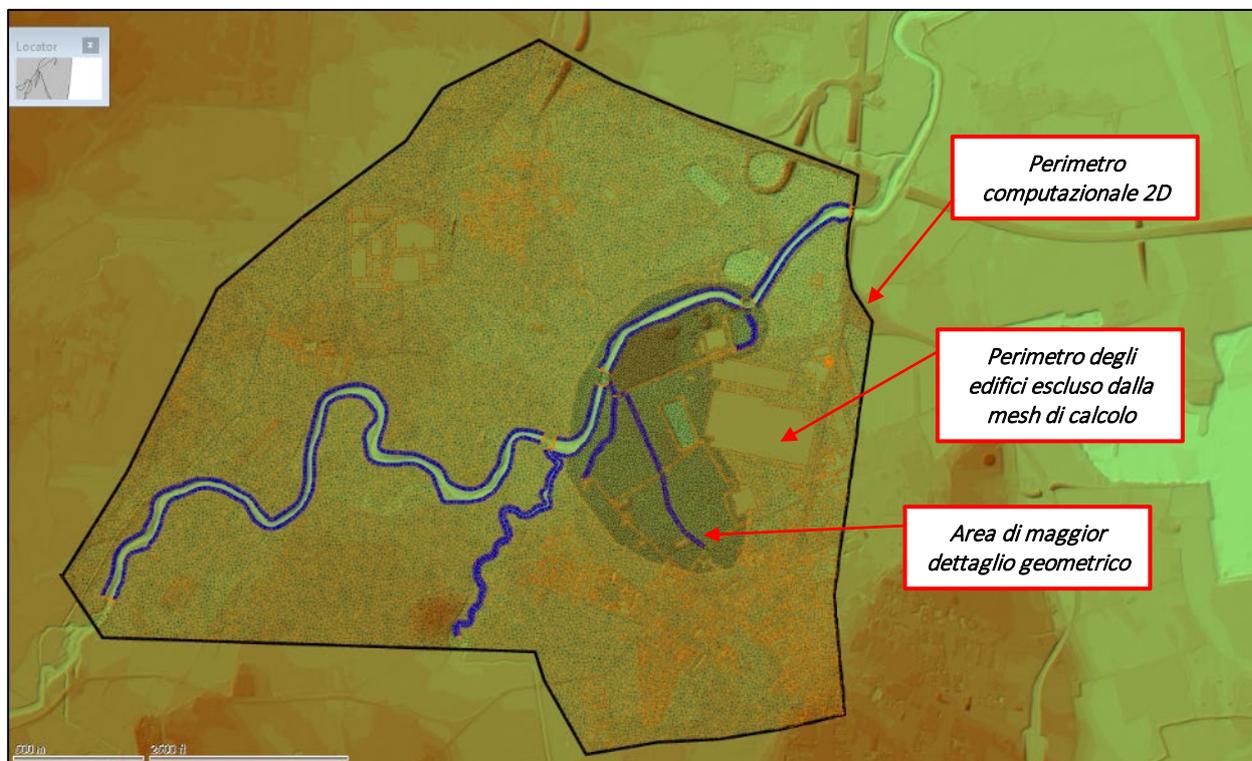


Figura 29 – Geometria dello stato attuale e ambito di calcolo 2D



8.3.2 Parametri di scabrezza

Il parametro di scabrezza, individuato secondo la formulazione di Manning, è stato attribuito alle singole celle della mesh di calcolo durante il processo di taratura del modello di simulazione idraulica, effettuato sulla base dei dati disponibili di estensione dell'area allagata e dei battenti rilevati localmente durante l'Evento del 2016.

Tramite l'approfondita analisi dell'uso del suolo e la disponibilità di dati relativi all'evento di piena del Novembre 2016, oltre che alle misure di livello effettuate e le stime di portate di Arpa Piemonte dalle contestuali misure di livello dell'idrometro a La Loggia, si è proceduto per tentativi successivi, facendo variare i parametri per classi (in un range realistico del parametro stesso) in funzione della differente risposta in termini di resistenza al deflusso della corrente idrica, sino all'ottenimento di una buona corrispondenza tra i dati osservati e quelli calcolati. La taratura così effettuata ha permesso di ottenere il set di valori riportato in seguito:

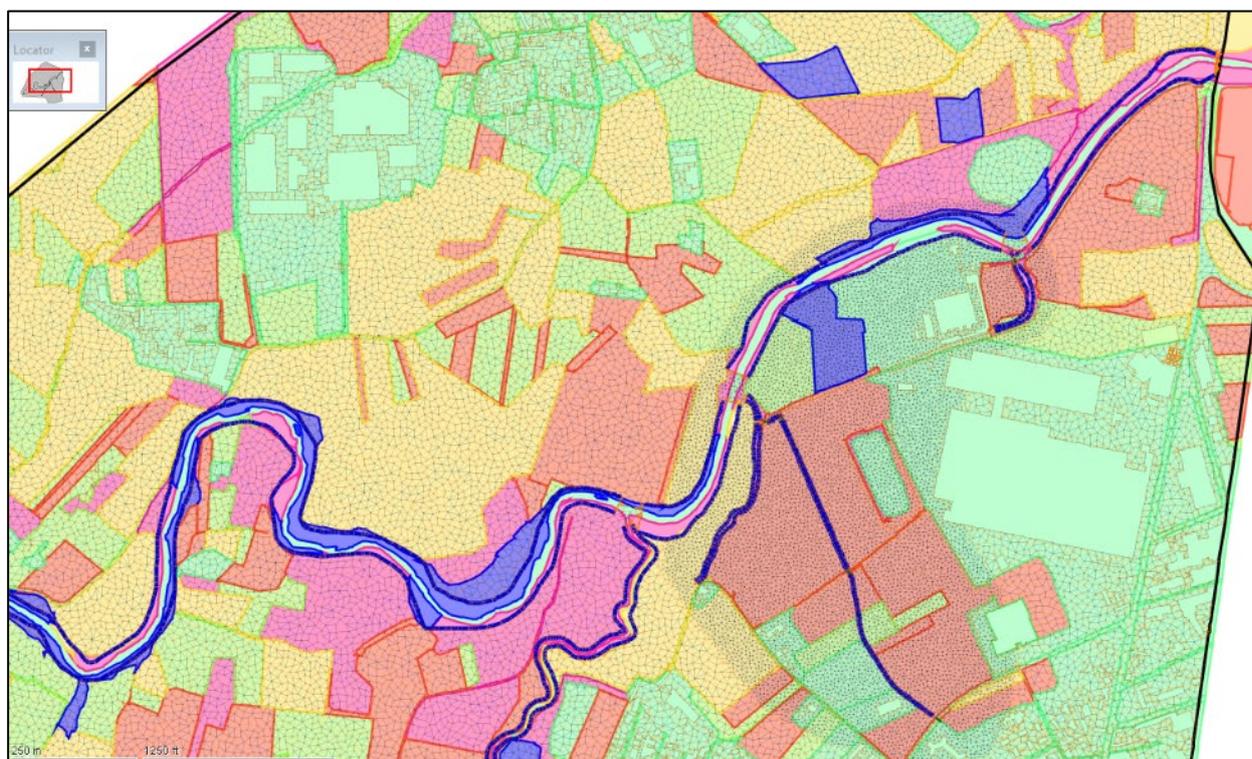


Figura 30 – Suddivisione del modello in aree relative all'uso del suolo caratterizzate da differenti coefficienti di scabrezza (la scabrezza relativa all'alveo inciso è pari a $n = 0.045 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$).



8.3.3 Condizioni al contorno

In linea generale le condizioni al contorno, sia per le simulazioni allo stato di fatto che per quelle allo stato di PROGETTO, sono state attribuite come segue:

- **Idrogramma di piena** TR 20 e TR 200 anni, imposto al limite di monte dell'area di studio rispettivamente alla sezione di monte del T. Chisola e del T. Oitana;
- **Ietogrammi di progetto** TR 20 e TR 200 anni (cfr. §6.6) in sovrapposizione all'onda di piena del relativo Tempo di Ritorno;
- **Evento di pioggia del Novembre 2019** per la simulazione relativa al deflusso attribuito ad un evento di sola pioggia;
- **“Normal depth”** lungo il perimetro dell'area di calcolo e pertanto l'altezza dell'acqua in uscita dal perimetro computazionale viene automaticamente impostata come quella di moto uniforme.

8.3.4 Scenari simulati

Gli scenari simulati con la modellazione bidimensionale per lo stato di fatto sono stati i seguenti:

- ✓ **Ricostruzione idraulica dell'evento alluvionale del 21 – 26 Novembre 2016** (taratura modello) con una portata al picco di circa 440 m³/s e la pioggia osservata durante l'evento (cfr. § 6.4);
- ✓ **Simulazione idraulica delle condizioni di deflusso in piena per TR 20 e 200 anni** con valori al colmo di piena pari rispettivamente a 313 m³/s e 661 m³/s, senza pioggia in ambito 2D;
- ✓ **Simulazione idraulica delle condizioni di deflusso in piena per TR 20 e 200 anni** con valori al colmo di piena pari rispettivamente a 313 m³/s e 661 m³/s, con l'aggiunta dello ietogramma di rispettivo TR;
- ✓ **Simulazione idraulica delle condizioni di deflusso per un solo evento meteorico;**

Gli scenari simulati con la modellazione bidimensionale per lo stato di PROGETTO sono stati i seguenti:

- ✓ **Simulazione idraulica delle condizioni di deflusso in piena per TR 20 e 200 anni** con valori al colmo di piena pari rispettivamente a 313 m³/s e 661 m³/s, senza pioggia in ambito 2D;
- ✓ **Simulazione idraulica delle condizioni di deflusso in piena per TR 20 e 200 anni** con valori al colmo di piena pari rispettivamente a 313 m³/s e 661 m³/s, con l'aggiunta dello ietogramma di rispettivo TR;
- ✓ **Simulazione idraulica delle condizioni di deflusso per un solo evento meteorico;**



8.3.5 Rappresentazione dei risultati

I risultati grafici delle simulazioni effettuate, in particolare per quanto riguarda le dinamiche di piena elencate al capitolo precedente, sono stati rappresentati in parte nel corpo della presente relazione e in maniera completa e di dettaglio per l'area in analisi sulle tavole grafiche parti integranti del presente Studio.

In particolare **in corpo alla relazione** sono riportati alcuni estratti temporali legati principalmente alla dinamica fluviale per la piena TR 200, funzionali alla migliore comprensione dell'analisi della dinamica di esondazione nell'area indagata. Le immagini sono relative alle simulazioni di piena in essenza dell'effetto diretto al suolo dell'evento pluviometrico in quanto lo scopo della trattazione è quella di validare il modello confrontandolo con le Fasce Fluviali.

I risultati riportati nelle tavole grafiche fanno riferimento per completezza alla simulazione di piena considerando anche gli effetti legati all'evento pluviometrico consentendo di evidenziare nel dettaglio tutte le criticità. In esse sono rappresentati per ogni cella di calcolo del modello 2D i massimi valori raggiunti nelle simulazioni in termini di battenti idraulici e di velocità di deflusso, pertanto non sono rappresentativi di un istante temporale preciso della simulazione bensì dell'involuppo dei massimi valori raggiunti nelle celle di calcolo durante l'intero ciclo computazionale. Si precisa che i risultati grafici, sia per i tiranti idrici, sia per le velocità di deflusso, sono rappresentati tramite colorazione differente delle celle triangolari le quali costituiscono la maglia di calcolo 2D. In legenda si riporta il range di valori corrispondenti.

Altro elemento da attenzionare è l'assenza di colorazione del reticolo principale e secondario, simulato con 1D: la porzione interna agli alvei incisi infatti non risulta campita, poiché di tali tratti si conosce il livello idrico lungo il profilo, sezione per sezione, ma non entrano nelle celle di calcolo del 2D. L'approccio 1D-2D spiegato al § 8.2, risulta migliore dal punto di vista dei risultati ottenibili con il calcolo idraulico, tuttavia non consente di restituire (solo a livello grafico), i valori calcolati dei tiranti in alveo. Tali valori, determinati dal codice di calcolo e rappresentati tramite profili e sezioni all'interno del software di simulazione, sono stati utilizzati per la corretta taratura del modello oltre che il confronto con i valori del profilo di piena riportati all'interno delle Varianti al PAI vigenti (§ 3.1).

Gli Elaborati Grafici relativi alle rappresentazioni dei risultati delle simulazioni idrauliche sono i seguenti:

- C-2.4 – Analisi Idraulica: Planimetria aree di esondazione TR 20 anni – Tiranti idraulici allo stato di fatto;
- C-2.5 – Analisi Idraulica: Planimetria aree di esondazione TR 20 anni – Velocità allo stato di fatto;
- C-2.6 – Analisi Idraulica: Planimetria aree di esondazione TR 200 anni – Tiranti idraulici allo stato di fatto;
- C-2.7 – Analisi Idraulica: Planimetria aree di esondazione TR 200 anni – Velocità allo stato di fatto;
- C-2.8 – Analisi Idraulica: Planimetria aree di esondazione TR 20 anni – Tiranti idraulici ipotesi di progetto;
- C-2.9 – Analisi Idraulica: Planimetria aree di esondazione TR 20 anni – Velocità ipotesi di progetto;
- C-2.8 – Analisi Idraulica: Planimetria aree di esondazione TR 200 anni – Tiranti idraulici ipotesi di progetto;
- C-2.9 – Analisi Idraulica: Planimetria aree di esondazione TR 200 anni – Velocità ipotesi di progetto;



9. ANALISI DEI RISULTATI DEL MODELLO BIDIMENSIONALE IN MOTO VARIO

Nel presente capitolo vengono analizzati i principali risultati ottenuti delle simulazioni eseguite con modellistica bidimensionale per il T. Chisola nel tratto di interesse, con particolare attenzione alle dinamiche deflusso in area golenale destra nell’area prevista per la realizzazione del centro sportivo.

Si specifica che immagini statiche come quelle che è possibile riportare in relazione e nelle relative tavole grafiche rappresentano un estratto delle dinamiche di deflusso della corrente ottenibili dal modello di calcolo. Le simulazioni, svolte in moto vario, danno la possibilità, mediante l’utilizzo di opportuni software, di visualizzare in modalità “dinamica” l’evento simulato durante l’arco temporale, consentendo così un completo apprezzamento della dinamica di deflusso.

9.1 STATO DI FATTO – TARATURA, CONDIZIONI ORDINARIE E DEFLUSSI DI PIENA

9.1.1 La calibrazione del deflusso – Evento alluvionale 21-26 novembre 2016

In ragione delle misurazioni e delle ricognizioni effettuate da parte della Regione Piemonte in occasione dell’evento alluvionale occorso tra il 21-26 novembre 2016 è stata verificata la risposta del modello numerico per l’idrogramma di piena registrato dall’idrometro “Chisola La Loggia” durante lo stesso, per la portata di picco stimata in 440 m³/s da Arpa Piemonte, come discusso al § 6.4 al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

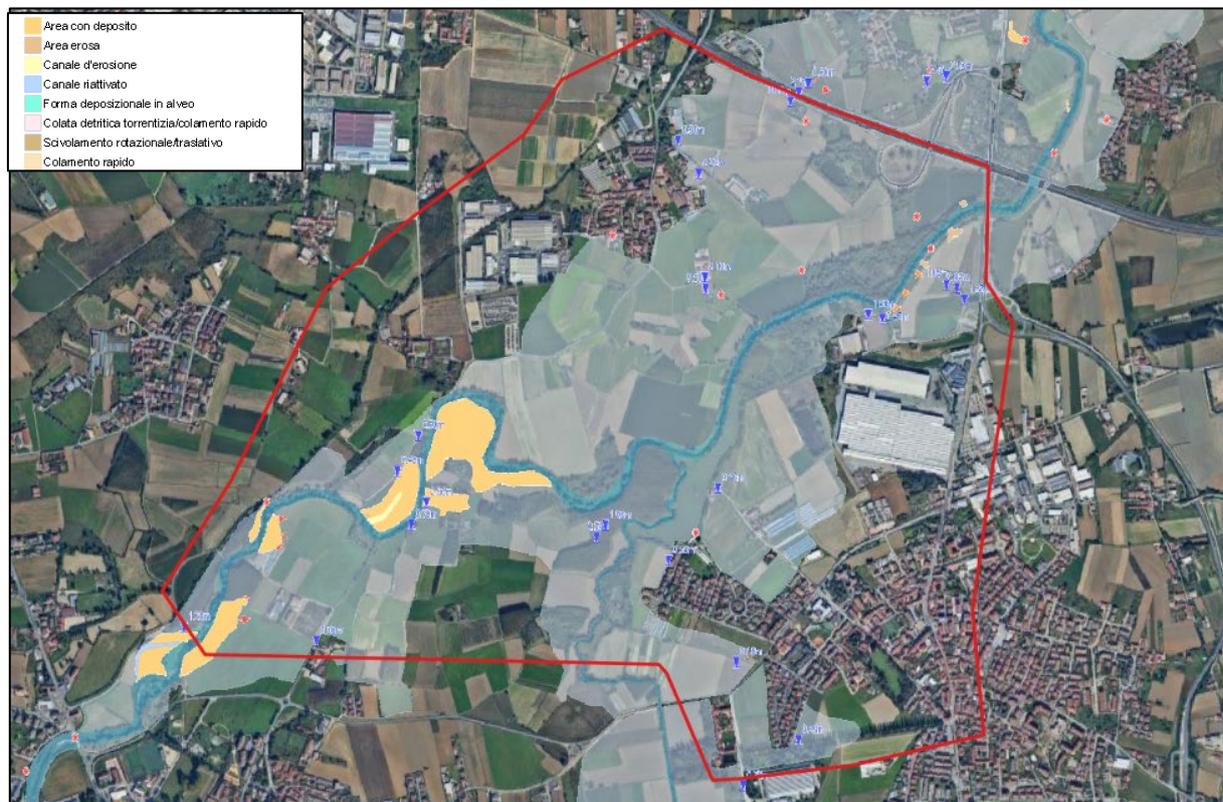


Figura 31 – Aree allagate e battenti osservati durante l’Evento 2016 in sovrapposizione al perimetro di calcolo.



Il materiale restituito dall’attività effettuata a cura della Regione Piemonte nella situazione appena post evento ed utilizzato dagli Scriventi consta in un’ortofoto di dettaglio, dalla quale è possibile indagare le aree golenali coinvolte dall’esondazione delle acque in piena, la perimetrazione del limite massimo raggiunto dalle stesse con indicazione delle altezze idriche osservate in diversi punti delle aree golenali e l’individuazione di alcuni punti di danneggiamento spondale, processi erosivi e di deposito lungo il tratto d’asta indagato (Figura 31).

Assumendo inoltre che l’idrogramma registrato dall’idrometro al ponte della SR 20 a La Loggia in corso d’evento, e dunque l’altezza idrica nel tempo, abbia la medesima forma dell’idrogramma di piena in termini di portata nel tempo, si è proceduto alla ricostruzione di quest’ultimo imponendo la portata di picco calcolata in $\approx 440 \text{ m}^3/\text{s}$ (cfr. Figura 32).

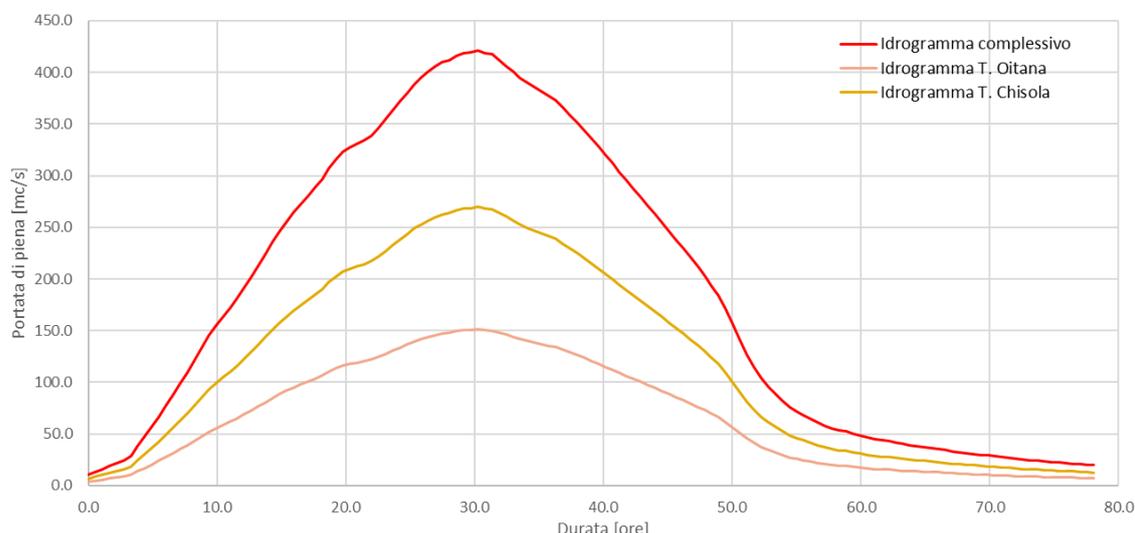


Figura 32 - Idrogramma ricostruito relativo all’evento di piena occorso tra il 21 - 26 novembre del 2016

Tale idrogramma è stato utilizzato come input in ingresso nel modello di simulazione idrodinamica come condizione al contorno di monte dividendolo proporzionalmente relativamente al T. Chisola e al T. Oitana.

Alla sezione di valle del modello, corrispondente all’ubicazione dell’idrometro a La Loggia, sono stati imposti i livelli stessi registrati durante l’evento alluvionale 2016.

Avendo nota, con sufficiente precisione, la geometria dell’alveo inciso, delle sponde e quote arginali e delle aree golenali interessate dalla piena, la differenza in termini di risposta del modello rispetto a quanto riscontrato nel corso dell’evento reale è da ricercarsi nella resistenza al deflusso idrico rappresentata dalla scabrezza idraulica.

Per tentativi successivi, si è proceduto alla taratura del parametro n di Manning sia relativamente all’alveo inciso sia, in particolar modo, nelle aree golenali in funzione delle differenti classi di uso del suolo, in particolare in destra idraulica ove si colloca l’area di interesse. Il processo di taratura mediante back analysis termina nel momento in cui le aree di esondazione ed i battenti calcolati tramite il modello di simulazione sono, con accettabile precisione, pari a quelle reali riportate in Figura 31. Verificata la buona corrispondenza del modello, è stato ottenuto il set di valori riportati al § 8.3.2. Nel seguito si riportano alcuni dei principali risultati ottenuti dalla modellazione a confronto con quanto è stato osservato.

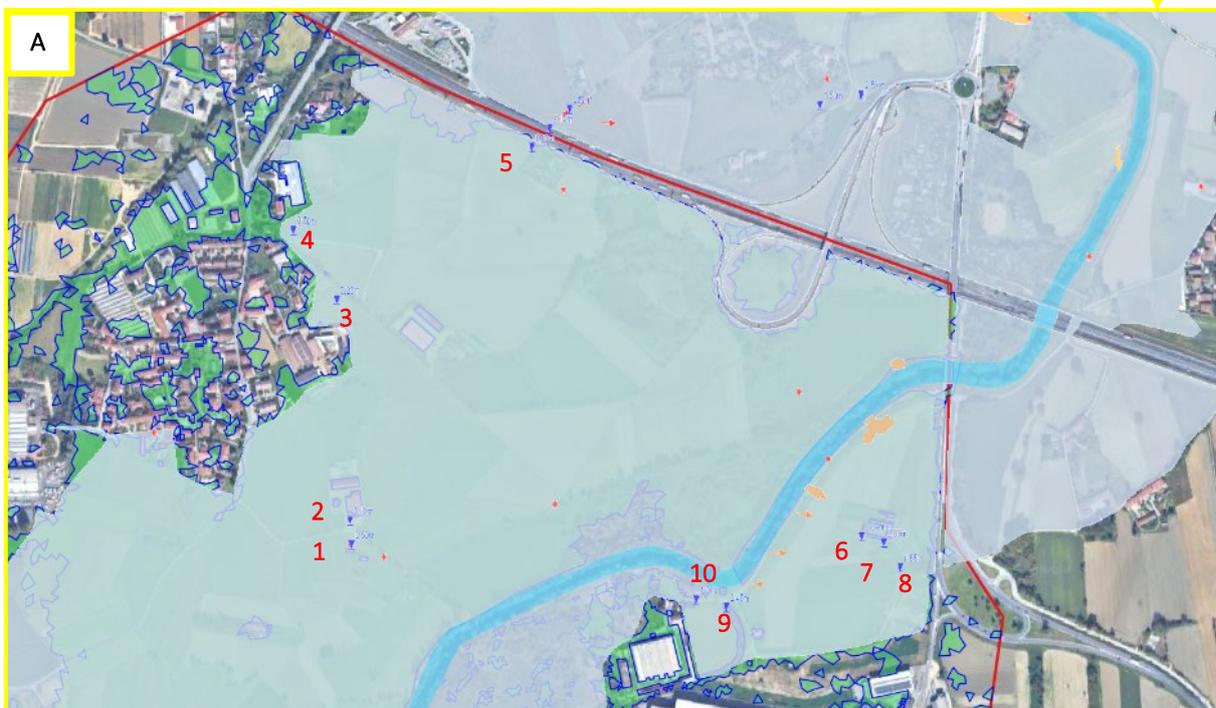
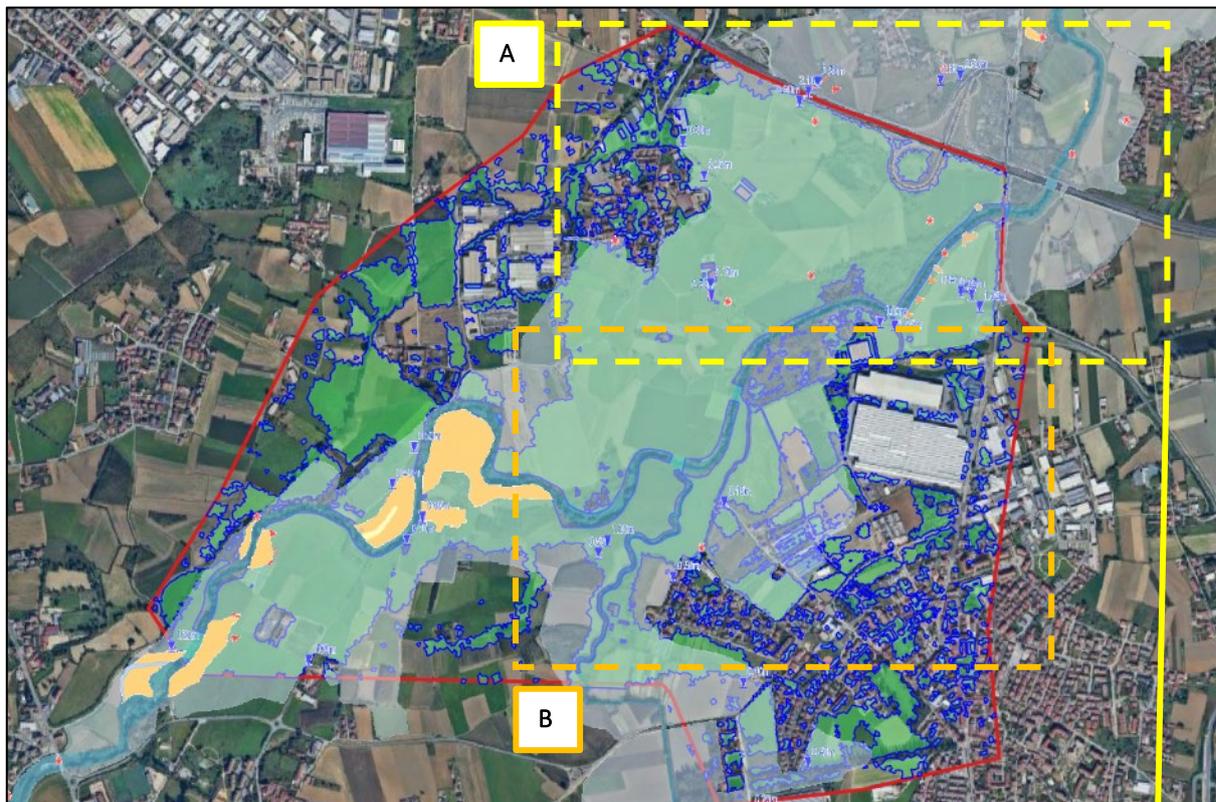


Figura 33 – Sovrapposizione del massimo livello calcolato 2D (verde con contorno blu) con l'area allagata dall'evento 2016 - fonte Regione Piemonte – STRALCIO A.



Figura 34 - Sovrapposizione del massimo livello calcolato 2D (verde con contorno blu) con l'area allagata dall'evento 2016 - fonte Regione Piemonte – STRALCIO B.

Dall'inquadratura complessiva dell'intera area modellata si può notare inizialmente una buona coincidenza tra le aree alluvionate tracciate da Arpa Piemonte rispetto all'area allagata ottenuta dalla simulazione idrodinamica calcolata tramite il modello di calcolo allestito, le maggiori differenze si ritrovano nella porzione terminale del T. Oitana e nell'area golenale sinistra del T. Chisola a monte del meandro più marcato sede di deposito durante l'evento. Infatti in quest'ultima porzione di territorio il modello idraulico indica l'attivazione di un canale in sinistra defluente attraverso l'area industriale a monte della località Tetti Rolle e di bordo alla stessa (Figura 33 – sopra). Per quanto riguarda le aree inquadrature nelle figure "A" e "B" i risultati ottenuti vanno a coincidere sufficientemente bene con i dati osservati, a meno delle "aree allagate" isolate specialmente in ambito urbano le quali rappresentano degli allagamenti localizzati derivanti dalla pioggia osservata durante l'evento a Bauducchi (cfr. §6.4) e imposta come condizione al contorno di monte sul perimetro dell'area 2D.

Nel dettaglio, rispetto ai punti individuati sulle mappe (indicazioni dei battenti osservati) si riporta una sintesi tabellare con l'indicazione di quanto osservato e quanto calcolato dal modello idraulico:

Tabella 9 – Riferimento delle altezze idrometriche osservate nell'Evento e le stesse calcolate dal modello 1D – 2D

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Osservati	0.50	0.10	0.20	0.50	0.60	1.84	2.05	1.85	2.45	1.0	0.15	0.55	1.00
Calcolati	0.55	0.25	1.20	0.65	0.90	2.00	2.10	2.00	2.55	0.9	0.10	0.70	1.00



Dall’analisi condotta si riscontra un buon riscontro con i valori osservati in campo (nell’intorno dei 15 cm), tranne ai punti 3 e 5. Per quest’ultimo punto si sottolinea che nel modello non è stato inserito il sottopasso esistente sotto la E70 che durante l’evento in analisi ha portato il deflusso a valle allagando in parte l’area di Tetti Piatti. Si tratta tuttavia di un aspetto puntuale che non interessa l’area in studio e non influisce sui risultati per la stessa l’area oggetto di analisi.

Infine si riporta l’andamento dei livelli di piena al passaggio dell’idrometro (sezione di chiusura del modello) per la verifica degli stessi in confronto con quanto osservato durante l’Evento.

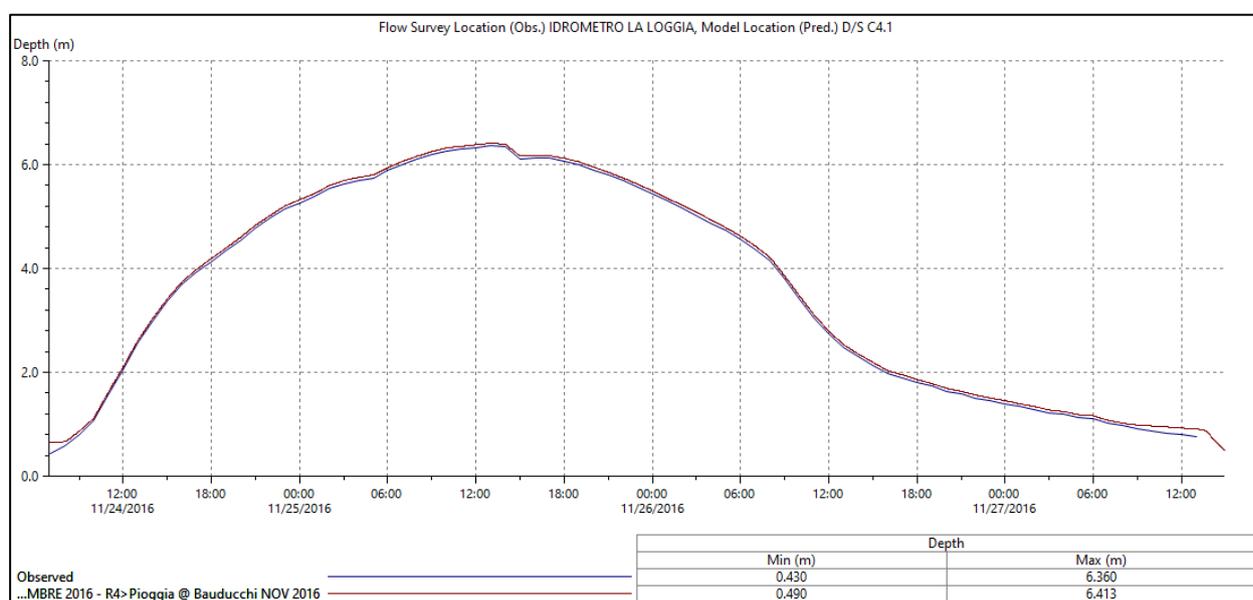


Figura 35 - Andamento dei livelli osservati durante l'Evento 2016 (BLU) e quelli calcolati in uscita dal modello (ROSSO).

9.1.2 Deflusso in condizioni ordinarie – Ietogramma evento pluviometrico 2019

A fronte dell’osservazione effettuata nell’ambito della “Relazione di compatibilità geomorfologica” per lo “Studio di fattibilità di centro sportivo” in merito agli effetti sul territorio dovuti all’evento di novembre 2019, si è proceduto alla ricostruzione dello stesso al fine di simularne gli effetti del deflusso al suolo. In particolare la simulazione in oggetto è stata allestita tramite l’imposizione di un deflusso medio all’interno degli alvei incisi del T. Chisola e del T. Oitana e dal solo ietogramma di pioggia (cfr. § 6.6) imposto come condizione al contorno sull’intera area bidimensionale. Lo scopo è quello di valutare gli effetti legati al deflusso provocato dalla pioggia, senza che il reticolo idrografico principale solcante l’area determini effetti di rigurgito, ed in particolare è di interesse valutare la capacità del fosso di scolo al margine O e valutare la dispersione/accumuli dei volumi idrici.

In linea generale, le linee principali di deflusso, le aree interessate dagli allagamenti più o meno localizzati e la distribuzione sul territorio è la seguente:

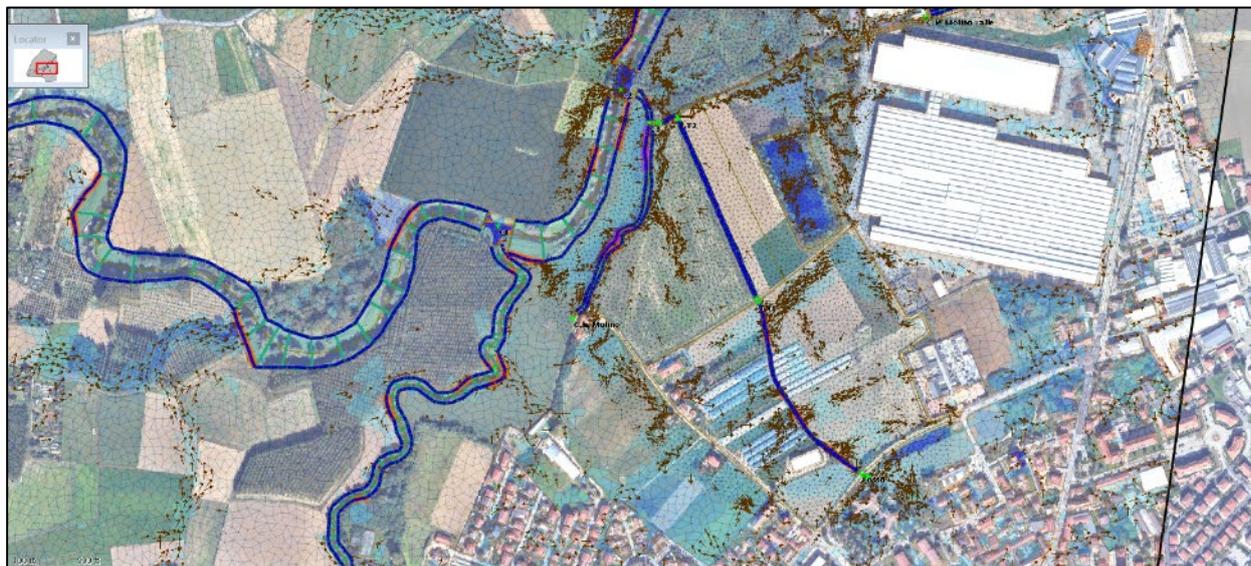


Figura 36 – Massimi battenti osservati durante la simulazione ATTUALE solo evento pluviometrico novembre 2019.

È interessante osservare come localmente il fosso di scolo raccolga parte delle acque che si riversano nel campo appena a monte della Via Vinovo, e successivamente le convogli attraverso il campo immediatamente a valle, tramite una tubazione in cls \varnothing 500. Proseguendo verso valle drena parte delle acque che ruscellano nel campo appena a monte dell'area in analisi e del laghetto, attraversando poi la strada sterrata al limite sud del laghetto con una tubazione in cls \varnothing 600, la quale però a valle presenta una serie di tubazioni interferenti che ostruiscono decisamente la sezione di sbocco. La porzione a nord est del campo, ancora a monte del laghetto, raccoglie anche le acque relative alla strada ed all'area prospiciente, invasando in parte il deflusso delle portate meteoriche (Figura 37).

A valle invece, al limite a nord del laghetto, si nota distintamente l'accumulo idrico che va a generarsi per la morfologia locale depressa dell'area, sia per il ruscellamento verso tale punto sia per una quota parte di portata in arrivo dal fosso stesso, non in grado di smaltire l'acqua in arrivo da monte, anche per via della quota di posa delle tubazioni esistenti a nord, le quali risultano leggermente in contropendenza (Figura 39) e per il fatto che la tubazione posta più a valle presenta un diametro inferiore a quella di monte. Tale area di accumulo risulta priva di scarico in quanto attualmente il Canale del Molino è completamente inesistente in tale tratto e pertanto non vi è alcuna continuità idraulica che consentirebbe lo scarico del reticolo idrico secondario nel T. Chisola.



Figura 37 – Dettaglio del deflusso nei campi a monte e valle della Via Vinovo e delle linee di deflusso.

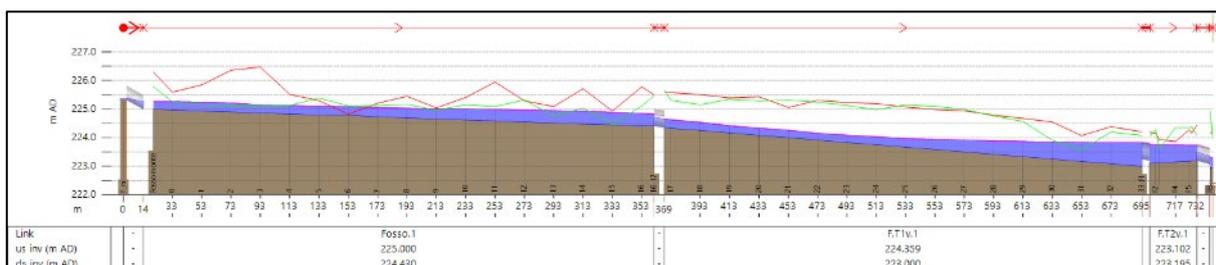


Figura 38 – Profilo idrico del fosso di margine a OVEST.

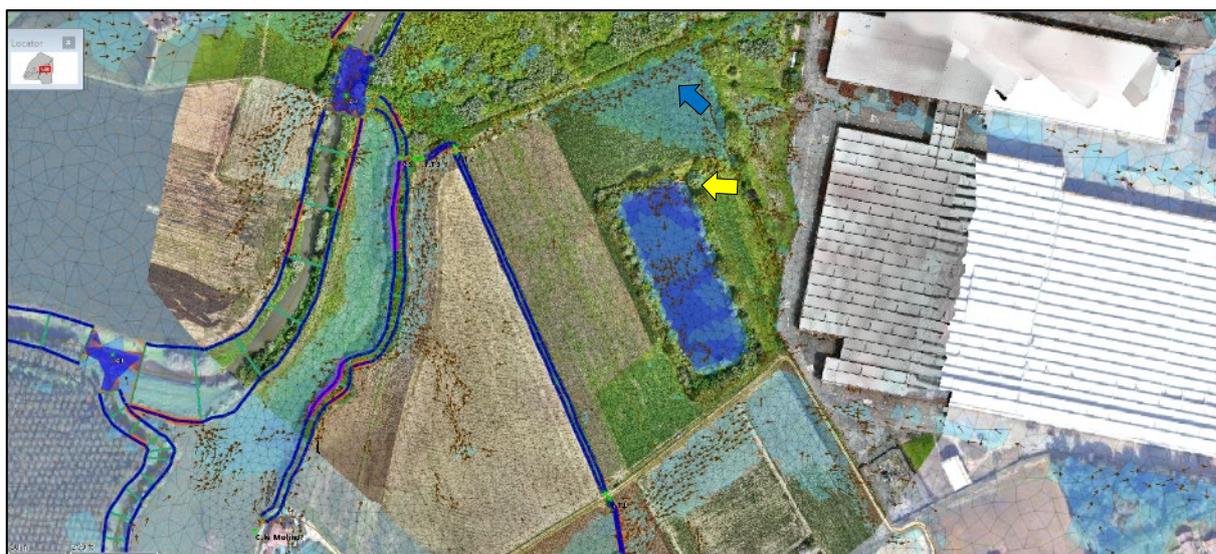


Figura 39 – Dettaglio del deflusso nell'area di interesse.



Dall’analisi dei risultati, visibili anche in Figura 39, si possono desumere le seguenti considerazioni:

- capacità massima del fosso pari a 250 l/s
- analogia con effetti rilevati al suolo, con accumulo nella parte a nord (freccia blu) e rientro del flusso verso sud verso il laghetto (freccia gialla).

9.1.3 Deflusso in condizioni di piena – Simulazione TR 20 e 200 anni

L’analisi delle condizioni di piena è stata affrontata verificando il livello idrico e la dinamica di piena nelle aree di esondazione che si determina allo stato attuale nel caso in cui si verificasse un evento parossistico di TR pari a 200 anni ($Q_{200} = 661 \text{ m}^3/\text{s}$). Per completezza è stata condotta la simulazione del profilo di piena per eventi di TR pari a 20 anni; si riporta in Figura 40 la sovrapposizione delle aree di esondazione massime per l’intero tratto simulato, in sovrapposizione alle Fasce Fluviali vigenti, mentre nel seguito della trattazione si farà principalmente riferimento alle dinamiche di esondazione per la portata di piena TR 200 anni.

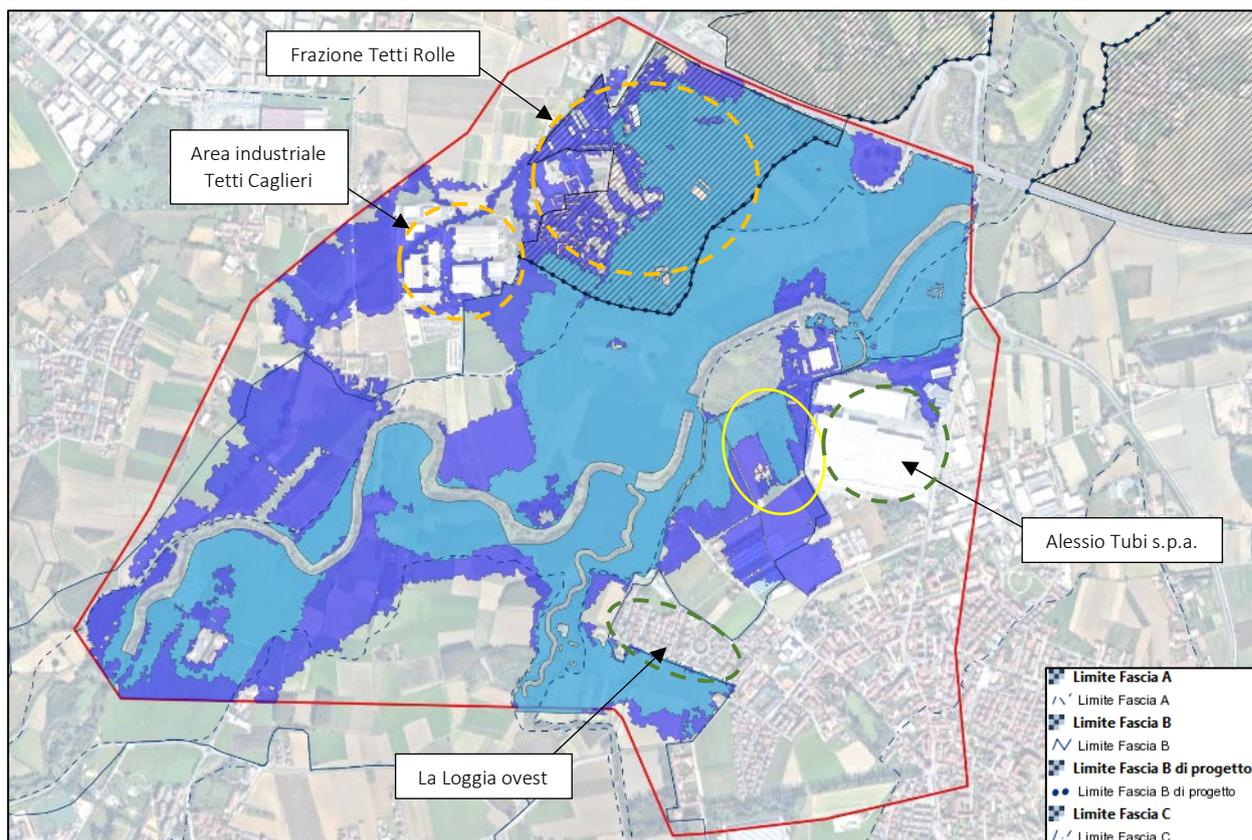


Figura 40 – Aree di esondazione ottenute dal modello per le portate di piena di TR 20 (azzurro) e 200 anni (blu) in sovrapposizione alle Fasce Fluviali vigenti, in giallo è cerchiata l’area di interesse.

Dalla stessa si evidenzia in primo luogo come l’area golenale sinistra, per via della morfologia locale, sia maggiormente interessata dalle dinamiche di piena, e nella stessa verrebbero coinvolte principalmente l’area industriale Tetti Caglieri (in parte) ed in maniera più importante e più significativa la Frazione Tetti Rolle.



L'area golenale destra risulta meno estesa in termini di distanza lineare dall'asse del T. Chisola, e le acque di esondazione relative a TR 200 anni vanno a lambire la porzione occidentale dell'abitato di La Loggia (esondazione del T. Oitana) e la sede di Alessio Tubi s.p.a. verso il limite est del modello di calcolo. Tutta l'area ricadente nel perimetro computazionale **costituisce un'area naturale di espansione molto importante per le acque in esondazione per eventi di piena particolarmente intensi.**

Essa è caratterizzata da una morfologia particolare, in quanto a nord si trova il rilevato della Tangenziale Sud di Torino (E70) che agisce da arginatura per il deflusso delle acque in golena sinistra e est si trova l'ulteriore rilevato di Strada Nizza (SR 20) che con percorso N-S interseca il suddetto determinando un confinamento delle acque anche in destra idraulica. Pertanto i deflussi nelle aree golenali, sia in destra che in sinistra, sono costretti al passaggio al ponte sulla SR 20 (dove è installato l'idrometro "La Loggia") e tali sbarramenti provocano principalmente due effetti:

- Innalzamento dei livelli idrici di piena;
- Laminazione delle portate verso valle.

Senza entrare nella disamina dei benefici e danni offerti dai suddetti effetti, non oggetto di interesse nella presente analisi idraulica, si procede con l'analisi in dettaglio della **dinamica di piena nell'area di interesse in cui è in fase di valutazione la realizzazione dell'area sportiva.**

Nel seguito si riportano alcuni stralci planimetrici del modello di calcolo, cercando di individuare l'evoluzione della dinamica esondativa che va ad interessare l'area di studio.

La prima tracimazione di sponda del Chisola si ha per valori di portata defluente nel Chisola relativamente modesti (di $\approx 130 \text{ m}^3/\text{s}$ - vedi Figura 42) e ciò determina una prima tracimazione in sinistra poco a valle della confluenza con il Canale del Molino (A) ed il rigurgito del tronco finale del Canale stesso (oggi non più connesso) che determina l'interessamento del campo limitrofo (B). La portata defluente in alveo nel T. Oitana è invece di $\approx 60 \text{ m}^3/\text{s}$, già praticamente superiore alla massima capacità dell'intero tronco in analisi, infatti si determinano esondazioni nelle immediate vicinanze dell'asta principale per tutto il tratto ed in particolare nei pressi della confluenza le acque dell'Oitana e del Chisola si uniscono esondando in destra andando ad interessare la porzione compresa tra l'alveo inciso ed il tracciato del Canale del Molino (C).

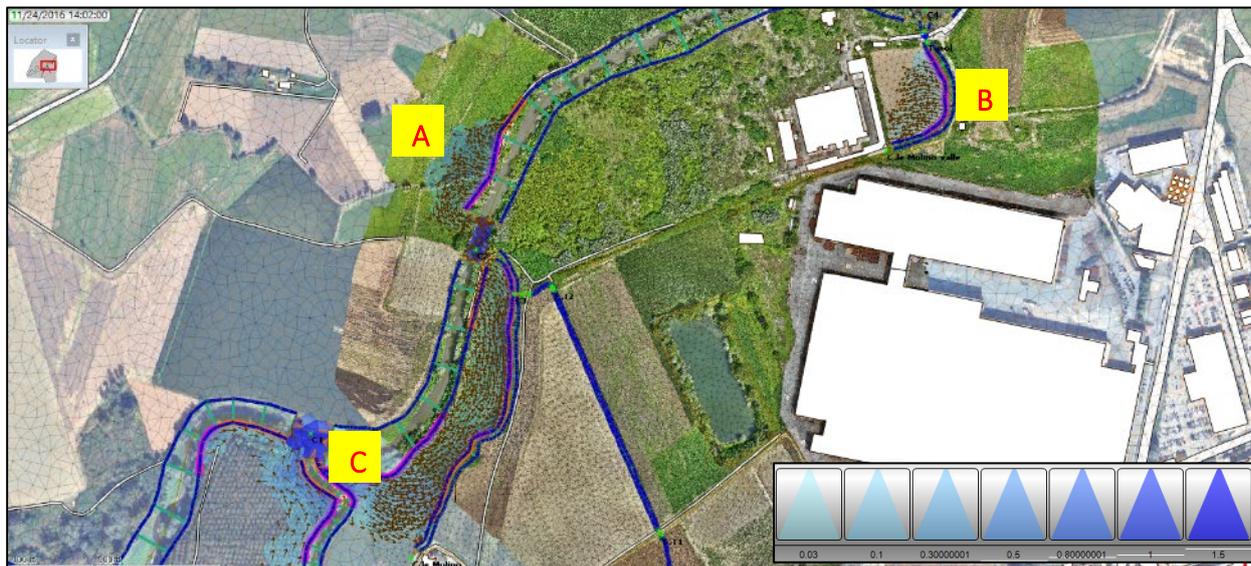


Figura 41 – Planimetria delle esondazioni alle prime tracimazioni.

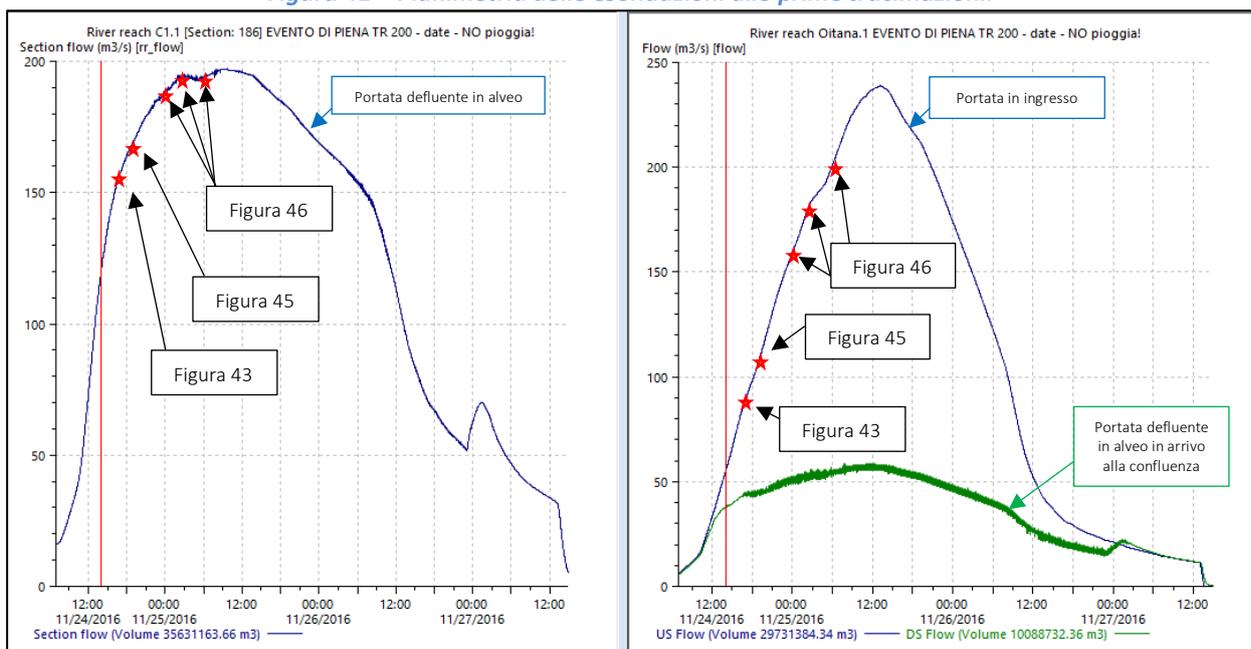


Figura 42 – Idrogrammi di piena durante la simulazione TR 200, la linea rossa indica l’istante temporale relativo all’immagine di Figura 41 – $Q_{Chisola} \approx 130 \text{ m}^3/\text{s}$ – $Q_{Oitana} \approx 60 \text{ m}^3/\text{s}$.

La dinamica procede con l’espansione verso N / N-O delle acque di esondazione in sinistra dal Chisola, ampliandosi la linea spondale di tracimazione mentre a valle le acque occupano l’intero campo (B) incrementando i battenti.

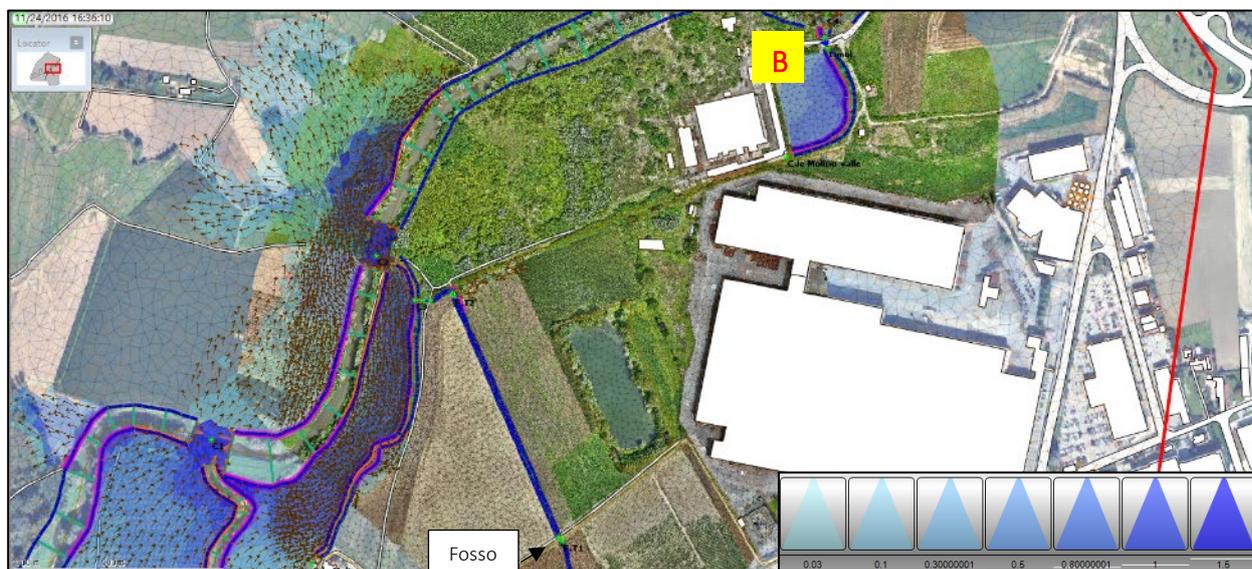


Figura 43 - Planimetria delle esondazioni – istante 2

In Chisola defluiscono poco meno di 160 m³/s mentre in Oitana poco meno di 90 m³/s di cui solamente la metà defluiscono in alveo inciso.

In questo istante i livelli del Chisola sono tali da rigurgitare il fosso defluente al margine occidentale dell’area in analisi, determinando l’inizio dell’interessamento delle acque di piena del margine nord dell’area di interesse.

Si riporta nell’immagine a seguire il profilo del suddetto:

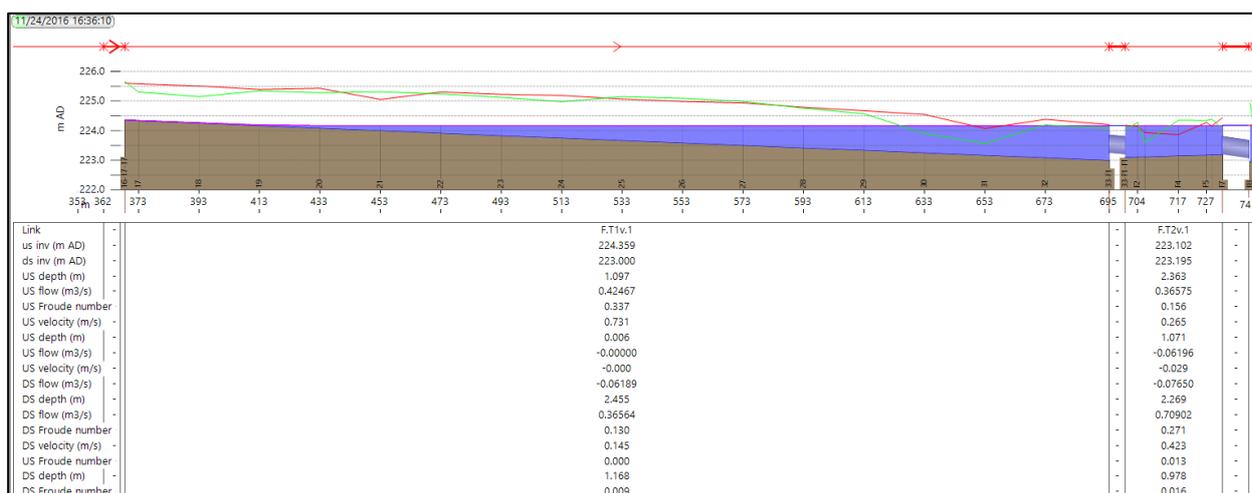


Figura 44 – Profilo del fosso in terra al margine ovest dell’area in analisi all’istante relativo alla Figura 43

Proseguendo, alle acque rigurgitate dal Chisola nel fosso in terra, si uniscono le acque esondate dal tronco del Canale del Molino alla sua sinistra, le quali procedono in direzione N/E interessando la Str. Barauda per poi trovare il rialzo morfologico al limite nord dell’area di interesse, deviando verso Est andando ad accumularsi nella porzione di terreno a nord del laghetto, naturalmente ribassata funge da invaso naturale.

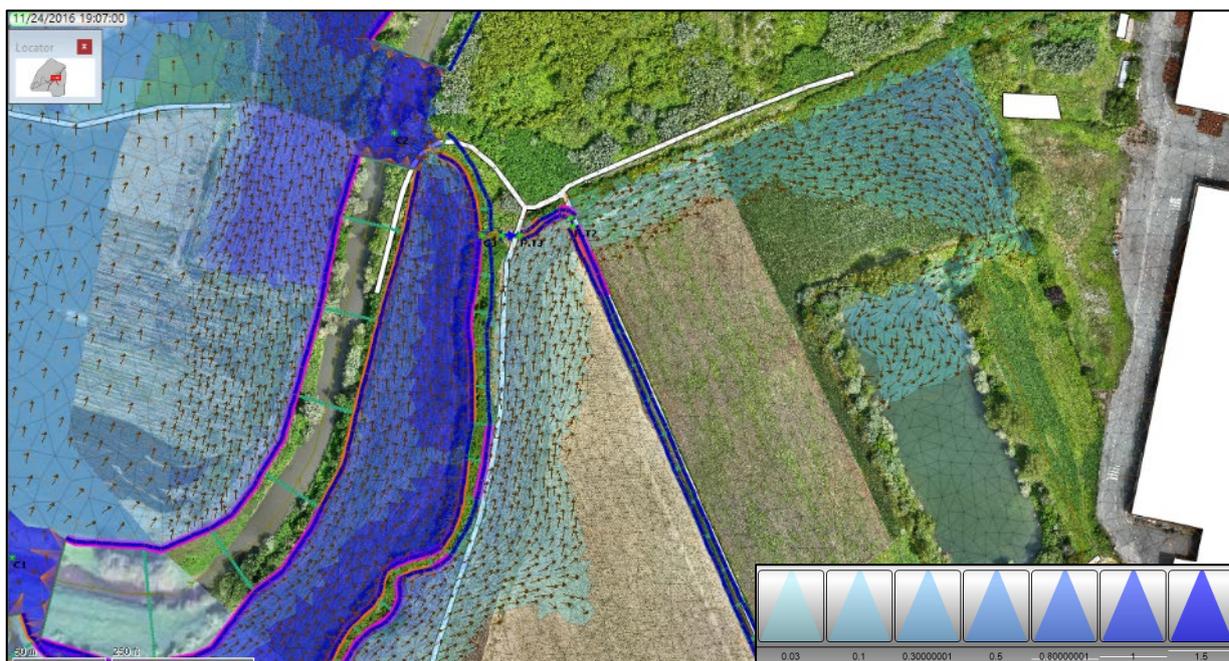


Figura 45 - Planimetria delle esondazioni – istante 3

Le acque di esondazione si vanno ad accumulare al margine nord dell'area di interesse, in particolare a NE dove si ha un avvallamento del terreno, confinato a nord da un importante rialzo, e ad Est da un piano rialzato il cui punto più depresso risulta più in alto di ≈ 1 m dal piano campagna. Incrementando i battenti, l'acqua così confinata trova sfogo verso sud, in direzione del laghetto, dove la quota risulta più bassa e le pendenze morfologiche portano all'interno del laghetto stesso. Pertanto, come ben si può notare dalla Figura 45, si instaura un deflusso secondo il suddetto percorso versando volume idrico nel laghetto.

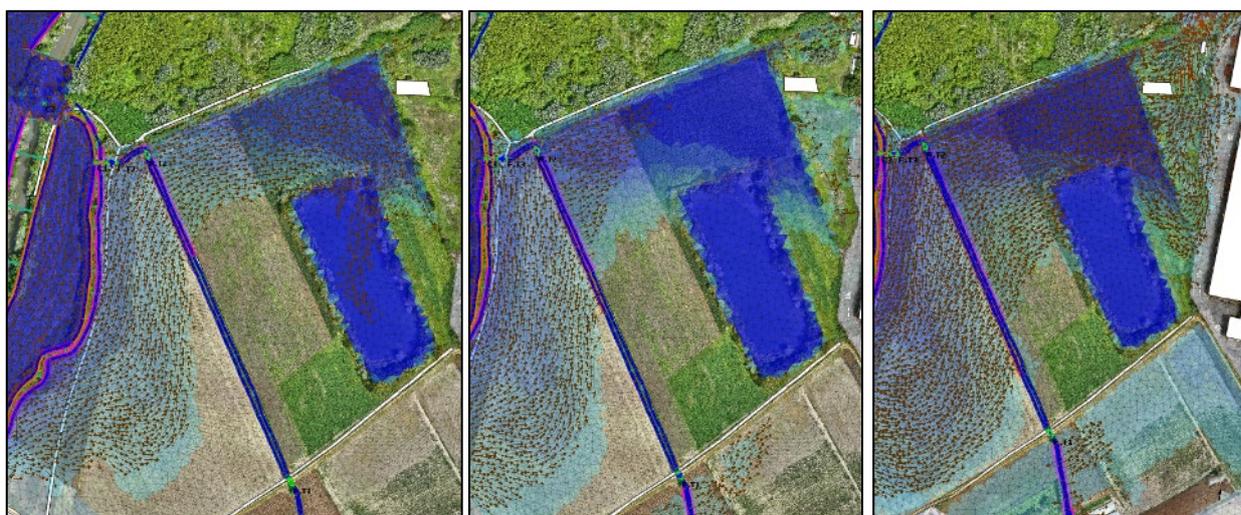


Figura 46 – Progressione del deflusso della piena TR 200 nell'area di interesse.



La Figura 46 descrive la sequenza di riempimento del laghetto per via dell’acqua esondata dal T. Chisola, poco prima che il livello idrico nel lago raggiunga le sommità spondali, il livello raggiunge la quota del terrazzo morfologico alla base della proprietà di Alessio Tubi s.p.a. e da lì comincia un deflusso che converge nel corridoio residuo tra la suddetta proprietà e l’area relativa all’ex cava ubicata più a nord, proprio a ridosso del T. Chisola. Inoltre, il rigurgito nel fosso determina livelli nel fosso tali da fare esondare anche le acque nel campo a monte della strada sterrata che passa a sud del laghetto e dell’area in analisi.

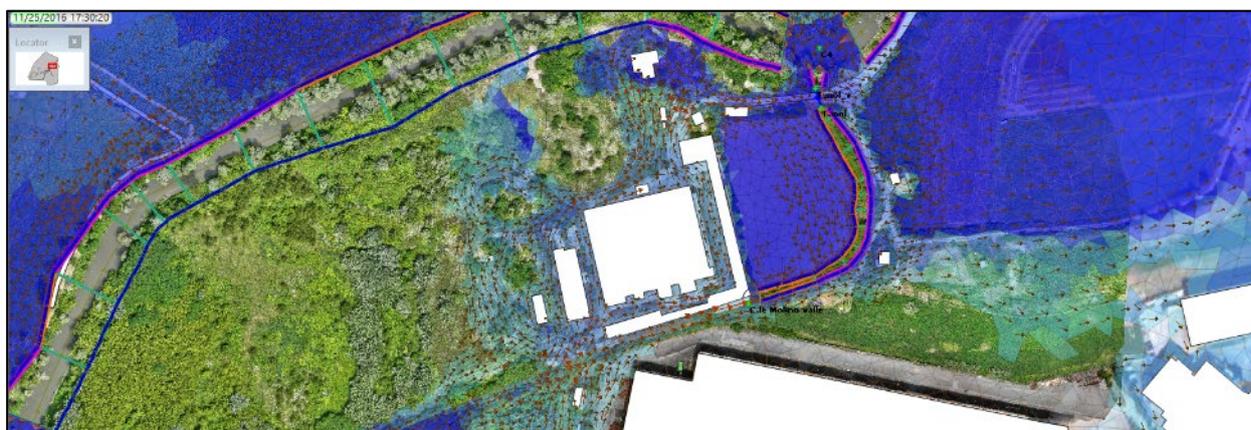


Figura 47 – Deflusso delle acque in piena nel “corridoio” residuo tra Alessio Tubi s.p.a. e l’area ex Cava.

Il deflusso così prodotto prosegue in parte nel “corridoio” sino a trovare sfogo verso il tronco residuo a valle del canale del Molino (che era stato utilizzato ai tempi di attività della cava come recettore di scarico delle acque meteoriche relative al piazzale dello stabilimento e che allo stato di fatto raccoglie le medesime e in aggiunta anche un troppo piena del sistema fognario/di depurazione SMAT nelle vicinanze) sia all’interno dell’area relativa all’ex cava, tentando di rientrare in alveo ma con i livelli alti del Chisola il deflusso prosegue in area golenale destra. Raggiunto il colmo di piena, con il alveo nel Chisola una portata idraulica prossima ai 400 m³/s al passaggio sotto l’idrometro (Figura 48 - sopra) l’inondazione relativa all’area di interesse è rappresentata in Figura 48.

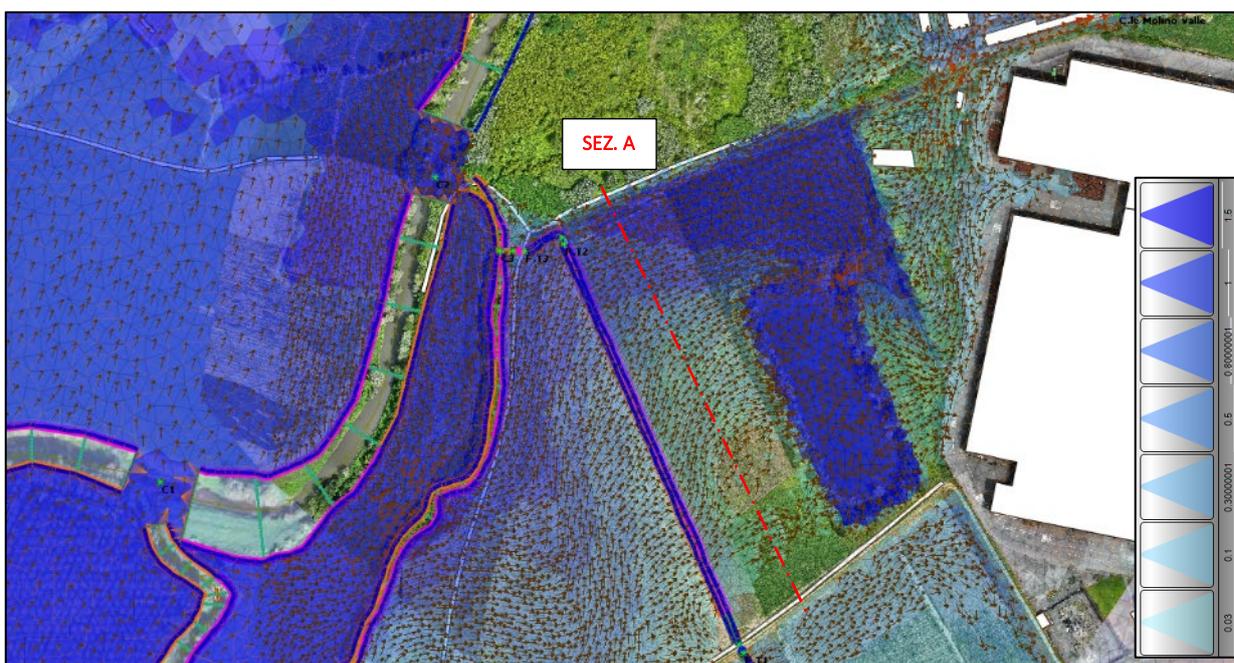
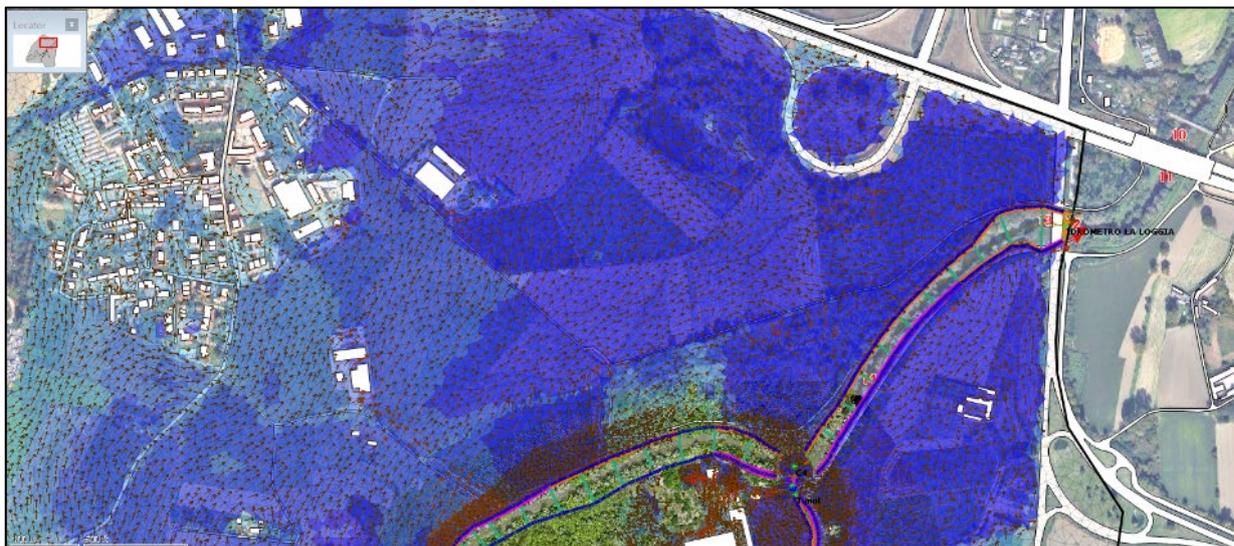


Figura 48 – Rappresentazione dei massimi tiranti all'interno dell'area di indagine.

Si osserva che l'area sulla quale si prevede la realizzazione del centro sportivo comunale risulta raggiunta dalle acque di esondazione con battenti risultano esigui e dell'ordine pochi cm, mentre procedendo verso nord, dove il terreno degrada, i battenti crescono sino a raggiungere quasi 2 m rispetto al punto maggiormente depresso, come si evidenzia dalla SEZ. A nell'immagine a seguire:

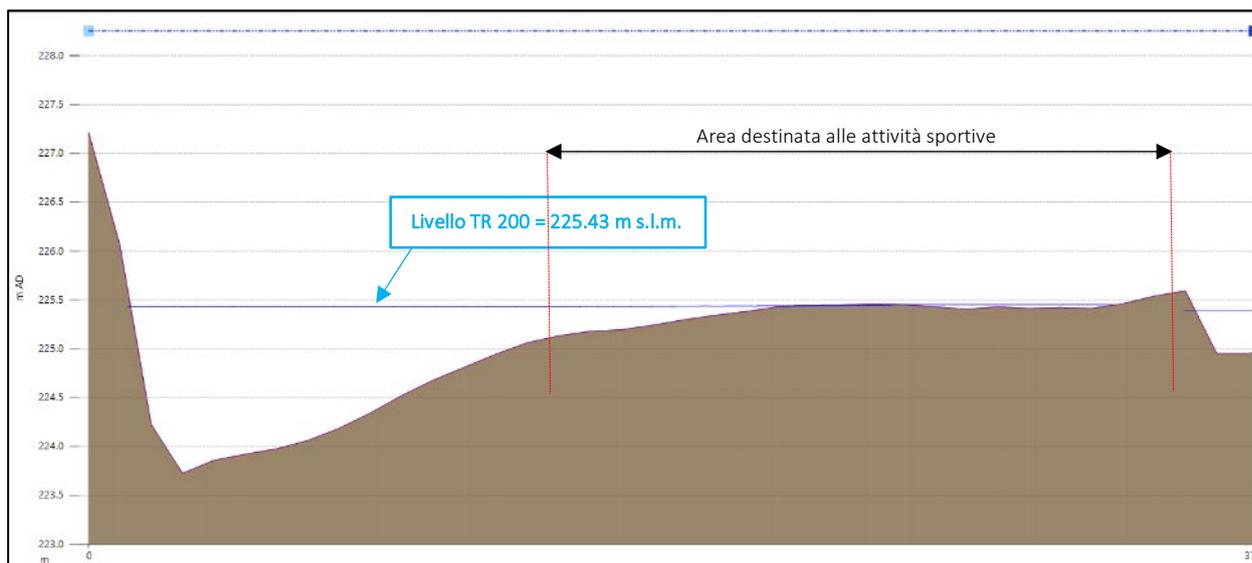


Figura 49 – Sezione longitudinale dell'area dove è prevista la realizzazione del campo sportivo comunale.

9.2 CRITICITÀ EVIDENZIATE E FILOSOFIA DI INTERVENTO

A fronte dell'analisi effettuata sul deflusso nelle condizioni ordinarie e di piena allo stato di fatto relativamente all'area oggetto di interesse, si evidenziano dal punto di vista idraulico, relativamente alla scala locale di interesse per la compatibilità idraulica del campo sportivo in oggetto, le criticità riscontrate:

- 1) mancanza di continuità idraulica del reticolo idrografico superficiale, in particolare nel tratto terminale del Canale del Molino;
- 2) scarsa officiosità del fosso di scolo al margine Ovest, dovuta in particolare alle caratteristiche dimensionali delle tubazioni trasversali che permettono l'attraversamento della strada bianca a sud dell'area di interesse e della Strada Barauda, di diametro inadeguato e posizionale in contropendenza;
- 3) inadeguata gestione della raccolta delle acque meteoriche nelle aree limitrofe;

Ulteriori criticità sussistono su più ampia scala territoriale ed in merito alla difesa del territorio ma non è di interesse analizzarle nella presente relazione.

Dal momento che nel dettaglio l'area di interesse è solo marginalmente coinvolta dall'esondazione delle portate della piena duecentennale, è possibile individuare con una serie di interventi volti al miglioramento e alla ottimizzazione delle condizioni di deflusso locale in condizioni in piena, in particolare agendo sul reticolo e sul ripristino della rete fortemente alterata nel corso del tempo.



Nell’ottica di proporre interventi finalizzati da una miglioria idraulica per la realizzazione del campo sportivo, e pertanto in ottica di compatibilità idraulica dell’intervento in oggetto sull’area prevista, si deve bene tenere in conto i criteri di compatibilità imposti dalla Normativa (cfr. § 3).

In particolare, le suddette normative disciplinano gli interventi per la realizzazione di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico che ricadono all’interno delle Fasce A e B: “[...] All’interno delle Fasce Fluviali (A e B), ai sensi dell’art. 38 delle NA del PAI, è consentita la realizzazione di nuove opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che:

- 1) *non modificchino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell’ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce;*
- 2) *non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso;*
- 3) *Non concorrano ad incrementare il carico insediativo.*

Di questi elementi si è tenuto conto nella definizione delle indicazioni progettuali, le quali nei paragrafi seguenti sono state analizzate e modellizzate al fine di un riscontro positivo dei tre punti sopra elencati.

9.3 STATO DI PROGETTO

9.3.1 Descrizione degli interventi di riqualificazione e realizzazione del centro polisportivo

Richiamando quanto esposto nella “Relazione Illustrativa verifica Compatibilità Urbanistica” a sostegno dello “Studio di fattibilità geomorfologica di centro sportivo” in merito agli interventi previsti:

[...] L’ipotesi di progetto mira a recuperare sotto il profilo naturalistico e paesaggistico l’area del bacino artificiale sito in via Mulino, oggi in stato di abbandono e di pericolosità per trasformarlo in un parco urbano con annesso centro sportivo. L’obiettivo è quello di colmare una carenza di aree verdi pubbliche attrezzate del comune di La Loggia approfittando anche dell’atmosfera tipica delle aree lacustri. L’operazione sarà l’occasione anche per un miglioramento dell’assetto geoidrologico della zona, situata in prossimità della sponda sud del Torrente Chisola.

[...] Il parco che nascerà consentirà alla popolazione di godere di un’area di libero accesso per lo svago, il relax, e la pratica sportiva di altissima qualità ambientale e paesaggistica. In particolare, si proporrà il complesso quale sede per associazioni sportive, associazioni culturali ove poter svolgere in un luogo aperto al pubblico attività di svago relax e pratica sportiva.

L’idea di trasformazione, prevede nei terreni circostanti l’attuale bacino idrico (circa 50’000 mq) già in disponibilità dell’Amministrazione Comunale, di creare un parco extraurbano lacustre dotato di un centro sportivo similmente a quanto rappresentato nella seguente immagine:



Figura 50 – Foto-inserimento di un’ipotesi di progetto di realizzazione del centro sportivo Comunale

Nel Foto-inserimento riportato è rappresentata un’idea di progetto, di seguito si riporta in planimetria una revisione più attuale, sul quale gli scriventi si sono basati per una proposta di interventi di riassetto idraulico.



Figura 51 – Planimetria con ipotesi di progetto per la realizzazione del centro sportivo Comunale.



Nello specifico i servizi che si vogliono dare in tale ambito sarebbero i seguenti:

- Campi da gioco all’aperto (calcio, beach volley, tennis, basket, ecc.);
- Campi da gioco al coperto (padel, tennis, ecc.);
- Centro canoa e pesca sportiva;
- Percorso ciclopedonale alberato;
- Sistemazione a parco alberato delle aree libere;
- Sistemazione e messa in sicurezza delle sponde le bacino;
- Realizzazione di fabbricato servizi funzionale alla gestione del centro (spogliatoi, club house, bar-ristorazione, sedi associazioni, ecc.);
- Realizzazione di aree a parcheggio in materiale percolante
- Realizzazione di un ulteriore laghetto a nord di quello esistente.

9.3.2 Descrizione degli interventi di riassetto idraulico

In tale contesto, gli scriventi propongono una serie di interventi di carattere idraulico con l’obiettivo di migliorare le condizioni di gestione delle acque meteoriche senza andare ad alterare le condizioni di piena. In particolare gli interventi che si potrebbero mettere in atto e che sono stati inseriti nel modello idraulico per l’analisi delle condizioni geometriche di progetto sono i seguenti:

- ✓ **Ripristino del tracciato originario del Canale del Molino** per il tratto tra l’azienda di Alessio Tubi s.p.a. in destra e l’area dell’ex Cava in sinistra, tramite scavo e posa di uno scatolare di dimensioni indicative 2,0 m x 1,5m (H), con scarico a valle nel Canale in terra esistente, eventualmente da risagomare in sezione;
- ✓ **Rimodellamento morfologico dell’area** sulla quale è prevista la realizzazione del campo sportivo ad una quota pari a 225,50 m s.l.m. ovvero pari all’attuale quota del piano campagna nella porzione meridionale dell’area stessa, di poco inferiore a quella relativa alla strada bianca esistente;
- ✓ **Realizzazione di fosso di guardia in terra** al limite settentrionale dell’area che permetta un collegamento idraulico con il fosso di scolo al margine O con il nuovo laghetto previsto a nord di quello esistente, in maniera da permettere un ricircolo delle acque costante e convogliare il deflusso delle acque meteoriche in maniera appropriata, poiché come visto già naturalmente seguono questa direzione;
- ✓ **Scarico del laghetto da realizzare verso l’imbocco dello scatolare** per la continuità idraulica;
- ✓ **Riprofilatura della porzione terminale del fosso di scolo a Ovest esistente** per garantire una pendenza costante adeguata con contestuale sostituzione della tubazione a valle per eliminare la strozzatura dovuta alle attuali dimensioni inadeguate e alla posa in contropendenza;
- ✓ **Realizzazione di fossi di guardia nel campo a monte dell’area in oggetto** e del laghetto esistente, in particolare nell’angolo a NE, al piede della strada esistente con possibile collegamento al laghetto esistente per lo smaltimento delle acque meteoriche.

Le suddette sono da intendersi come indicazioni di intervento la quale progettazione dovrà svilupparsi parallelamente allo sviluppo della progettazione dell’area sportiva.



9.3.3 Interventi di manutenzione straordinaria

Preliminarmente agli interventi di riassetto idraulico descritti al precedente paragrafo sono già stati messi in atto alcuni lavori relativi alla manutenzione straordinaria dell'area, in particolare al Canale del Molino. Come illustrato al § 2.2, lo stato attuale delle aree adiacenti l'area sulla quale si prevede la realizzazione del campo sportivo evidenzia un grado di abbandono marcato, con una folta vegetazione che rende difficile l'accesso, sono inoltre presenti recinzioni e relitti di manufatti in parte dell'attività di cava ad oggi in disuso (Cava Monticone). L'originario tracciato del Canale del Molino (tratto tombato) sembrerebbe inoltre parzialmente modificato e “costretto” tra i confini di proprietà di fatto materializzati con muri manufatti e recinzioni.

Anche alla luce degli interventi di riassetto idraulico descritti nel presente studio, nell'attesa di perfezionare le fasi progettuali generali e ottenere tutti i pareri necessari, sono stati programmati alcuni interventi a carattere strettamente manutentivo che hanno previsto in particolare il diradamento della vegetazioni arbustiva e arborea e la rimozione e conferimento a discarica delle recinzioni metalliche ammalorate esistenti.

9.3.4 Geometria dello Stato di PROGETTO

In base alle indicazioni di intervento riportate al capitolo precedente, al fine di analizzare le variazioni idrauliche indotte dagli stessi nello stato di progetto rispetto allo stato di fatto, sono stati inseriti nel modello idraulico tutti i suddetti elementi. Si riportano allora alcuni stralci su base DTM di calcolo e l'individuazione dei singoli su base Ortofoto di dettaglio per una maggiore comprensione:



Figura 52 - Geometria del modello idraulico allo stato di progetto su base DTM.



Figura 53 - Geometria del modello idraulico allo stato di progetto su base Ortofoto con la sovrapposizione delle ipotesi di progetto relative alla realizzazione del centro sportivo.

9.3.5 Deflusso in condizioni ordinarie – Ietogramma evento pluviometrico 2019

Alla luce degli interventi di riassetto idraulico proposti nel presente studio (cfr. § 9.3.2) si è svolta la simulazione relativa all'Evento pluviometrico del Novembre 2019. Le condizioni al contorno pertanto sono l'imposizione di un deflusso medio all'interno degli alvei incisi del T. Chisola e del T. Oitana e dal solo ietogramma di pioggia (cfr. § 0) imposto come condizione al contorno sull'intera area bidimensionale. Lo scopo è quello di valutare ora gli effetti legati alla realizzazione dei suddetti interventi in ottica della realizzazione stessa del centro sportivo Comunale, confrontandoli con lo stato di fatto (cfr. § 9.1.2). In linea generale, la distribuzione del deflusso sul territorio è la seguente (cfr. con Figura 36):



Figura 54 – Massimi battenti osservati durante la simulazione di PROGETTO solo evento pluviometrico 11/2019.



Si può subito notare come gli interventi previsti determinino un beneficio locale e non esteso al territorio, migliorando il deflusso delle acque che interessano l’area di interesse, regimando le stesse e gestendo lo scarico verso il Chisola oltre a determinare l’invaso nel laghetto esistente e nel nuovo laghetto più a nord di una quota parte del volume idrico in maniera controllata.

In particolare infatti il fosso di scolo a ovest raccoglie ancora parte delle acque che si riversano nel campo appena a monte della Via Vinovo, e successivamente le convoglia attraverso il campo immediatamente a valle, tramite una tubazione in cls Ø 500 mm oltre la quale la portata defluisce drenando parte delle acque che ruscellano nel campo appena a monte dell’area in analisi e del laghetto, attraversando poi la strada sterrata al limite sud del laghetto con tubazione in cls Ø 600 mm, convogliandole sino al Canale del Molino senza determinare esondazioni (Figura 55).

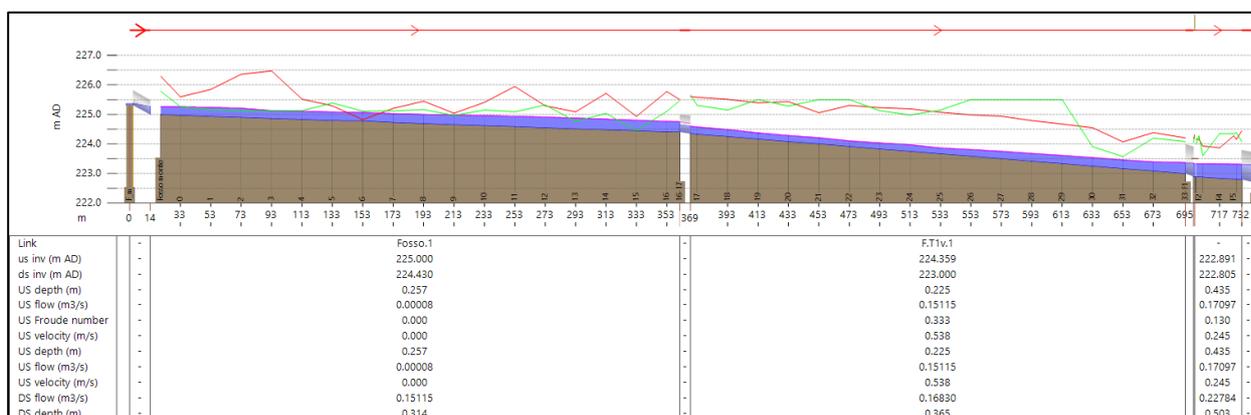


Figura 55 – Profilo di moto del fosso al margine Ovest dell’area di interesse.

La realizzazione del fosso in terra di gronda al piede della strada bianca, lato monte, ed il collegamento tramite una tubazione con il laghetto esistente, determina la raccolta delle acque meteoriche in arrivo sia dal campo che dalla strada stessa, ed il loro scarico nel laghetto evita l’allagamento nel margine NE del campo stesso. La portata è comunque modesta, di ≈ 90 l/s di picco e permette la raccolta nel laghetto di ≈ 6000 m³ (Figura 56).

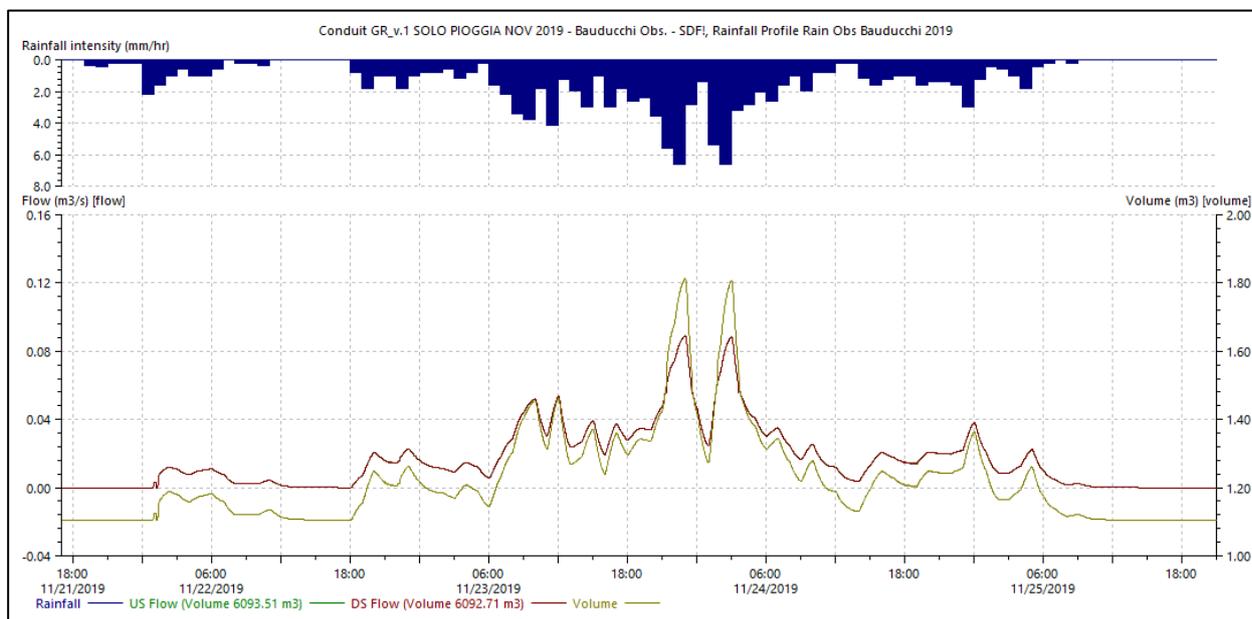


Figura 56 – Pluviogramma evento novembre 2019, portata defluente nel laghetto e volume raccolto.

Il fosso prosegue sino a confluire nel tronco del Canale del Molino, prima di cedere le acque al Chisola, con un tirante massimo di 0,5 m ed una portata prossima a 230 l/s. **Il rimodellamento del profilo di fondo al termine del tracciato con la ricollocazione delle tubazioni esistenti** permette il deflusso a pelo libero evitando fenomeni di rigurgito e possibili esondazioni dettate dal malfunzionamento idraulico dello scarico.

All'interno dell'area di interesse, il deflusso è sensibilmente variato in termini positivi dal punto di vista della gestione delle acque ruscellanti e del loro scarico al recettore.

Infatti, l'accumulo idrico che andava a generarsi per la morfologia locale depressa dell'area al limite nord del laghetto esistente, sia per il ruscellamento verso tale punto sia per una quota parte di portata in arrivo dal fosso stesso, viene raccolto nel nuovo laghetto previsto, il quale invasa sino a giungere alla quota di sfioro di "troppo pieno" che permette il collegamento con lo scatolare che segue lo storico tracciato del Canale del Molino.



Figura 57 – Sopra il profilo del fosso di margine a O, sotto il dettaglio del deflusso nell'area di interesse.

Il suddetto scatolare permette di smaltire il volume idrico in eccesso convogliandolo in sicurezza verso il Chisola.

Stante la presente configurazione idraulica, non sussiste più il deflusso incontrollato (segnalato dall'osservazione effettuata nell'ambito della *“Relazione di compatibilità geomorfologica”* per lo *“Studio di fattibilità di centro sportivo”* in merito agli effetti sul territorio dovuti all'evento di novembre 2019, emersa anche dal modello idraulico (cfr. § 9.1.2)), che genera allo stato di fatto danni legati ai processi erosivi.

E' necessario osservare però, come peraltro verrà messo in luce al paragrafo successivo, che la configurazione di progetto di riassetto idraulico con riapertura del canale del Molino, permette il deflusso delle acque meteoriche sino a determinati livelli nel Chisola, oltre i quali il rigurgito dello stesso si risente sino allo scatolare in progetto, impedendone lo scarico delle acque di esondazione e di fatto annullando il beneficio che invece si manifesta per portate comunque elevate anche se non associate a tempi di ritorno così elevati.

9.3.6 Deflusso in condizioni di piena – Simulazione TR 20 e 200 anni

L'analisi delle condizioni di piena è stata affrontata verificando il livello idrico e la dinamica di piena nelle aree di esondazione che si determina allo stato progetto rispetto allo stato di fatto, nel caso in cui si verificasse un evento parossistico di TR pari a 200 anni ($Q_{200} = 661 \text{ m}^3/\text{s}$). Per completezza è stata condotta la simulazione del profilo di piena per eventi di TR pari a 20 anni; si riporta in Figura 40 la sovrapposizione delle aree di esondazione massime per l'intero tratto simulato, in sovrapposizione alle Fasce Fluviali vigenti, mentre nel seguito della trattazione si farà principalmente riferimento alle dinamiche di esondazione per la portata di piena TR 200 anni.

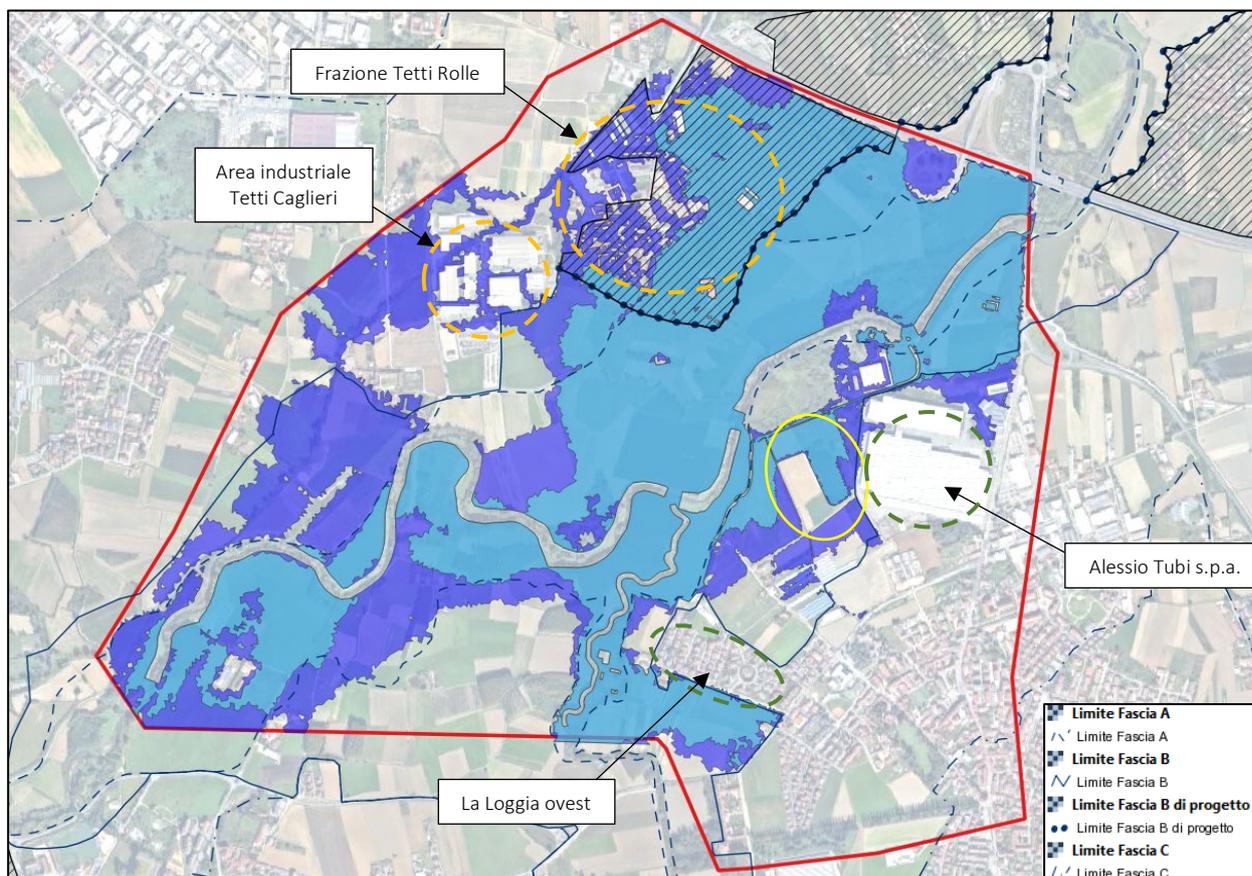


Figura 58 – Aree di esondazione ottenute dal modello per la piena di TR 20 (azzurro) e 200 anni (blu) nelle condizioni di PROGETTO in sovrapposizione alle Fasce Fluviali vigenti, in giallo è cerchiata l’area di interesse.

Da una prima e generale visione complessiva delle aree di esondazione, ponendo l’immagine su riportata a confronto con la Figura 40, si può notare come in merito alla piena relativa a TR 20 anni non si abbiano variazioni sulle aree coinvolte nell’esondazione, invece per quanto riguarda la TR 200 si possono apprezzare delle **modeste variazioni proprio sull’area di interesse, legate alla realizzazione degli interventi di carattere idraulico di cui al precedente paragrafo.**

Nello specifico si dà evidenza di come le acque del Chisola che, in piena, superano il Canale del Molino e la strada Barauda, defluendo verso est interessando la porzione morfologicamente più bassa dell’area di interesse, vengano intercettate inizialmente dal nuovo laghetto e convogliate attraverso lo scatolare verso valle.



Figura 59 – Planimetria delle aree di esondazione nel momento in cui il livello del Chisola alla confluenza con il Canale del molino raggiunge la quota dell’estradosso dello scatolare, rigurgitandolo.

Questo sistema funziona sino a quando i livelli nel Chisola alla sezione di confluenza non risultano maggiori dell’estradosso dello scatolare stesso, da tale momento in poi lo scarico è rigurgitato e pertanto non più funzionale in questa fase della piena a smaltire l’acqua in arrivo da monte. Il manufatto scatolare di scarico al massimo è in grado di scaricare una portata pari a circa $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$ durante la prima fase della piena e nella fase discendente.

La Figura 59 fa pertanto riferimento al momento in cui, durante la fase crescente della piena del Chisola, il livello alla sezione di confluenza con il Canale del Molino raggiunge la quota dell’estradosso dello scatolare, inibendo lo scarico. L’andamento delle portate e dei livelli in tale sezione sul Chisola è riportato in Figura 60, insieme al profilo di moto dello scatolare e del tronco di valle esistente del Canale del Molino, sino alla confluenza in Chisola.

Nel progredire dell’onda di piena, la dinamica fluviale ricalca precisamente quella dello stato di fatto, e le acque di piena non più in grado di essere ricevute dalla capienza (limitata) del nuovo laghetto e non avendo più possibilità di scarico verso valle tramite il nuovo scatolare, si espandono invadendo l’intera area ribassata a NE del laghetto esistente sino alla quota per la quale possono cercare sfogo risalendo verso sud in direzione del laghetto (Figura 62), riversandosi all’interno con i noti processi erosivi già caratterizzanti lo stato di fatto.

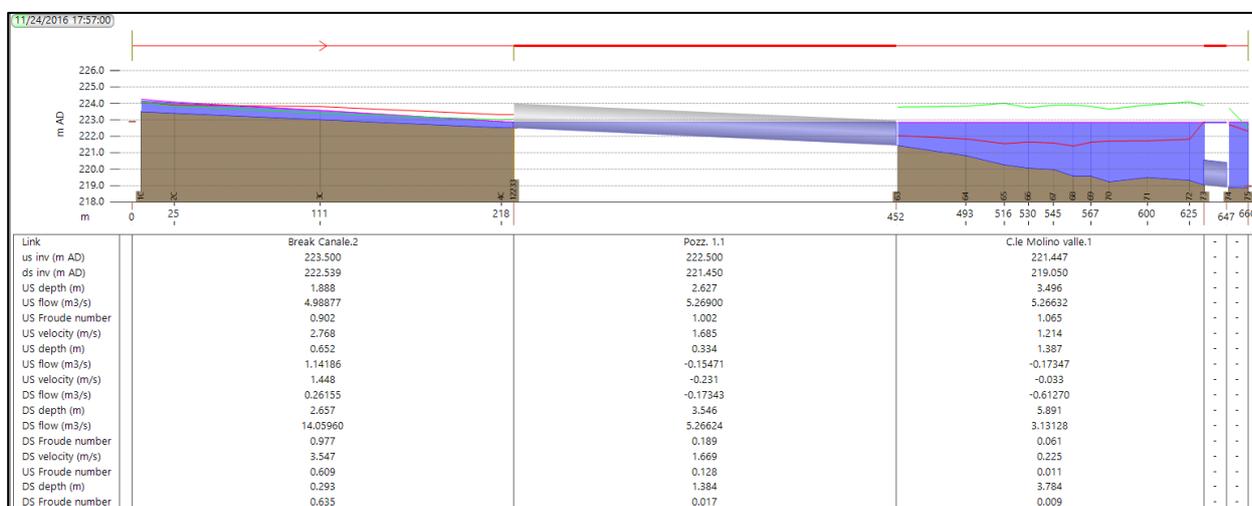
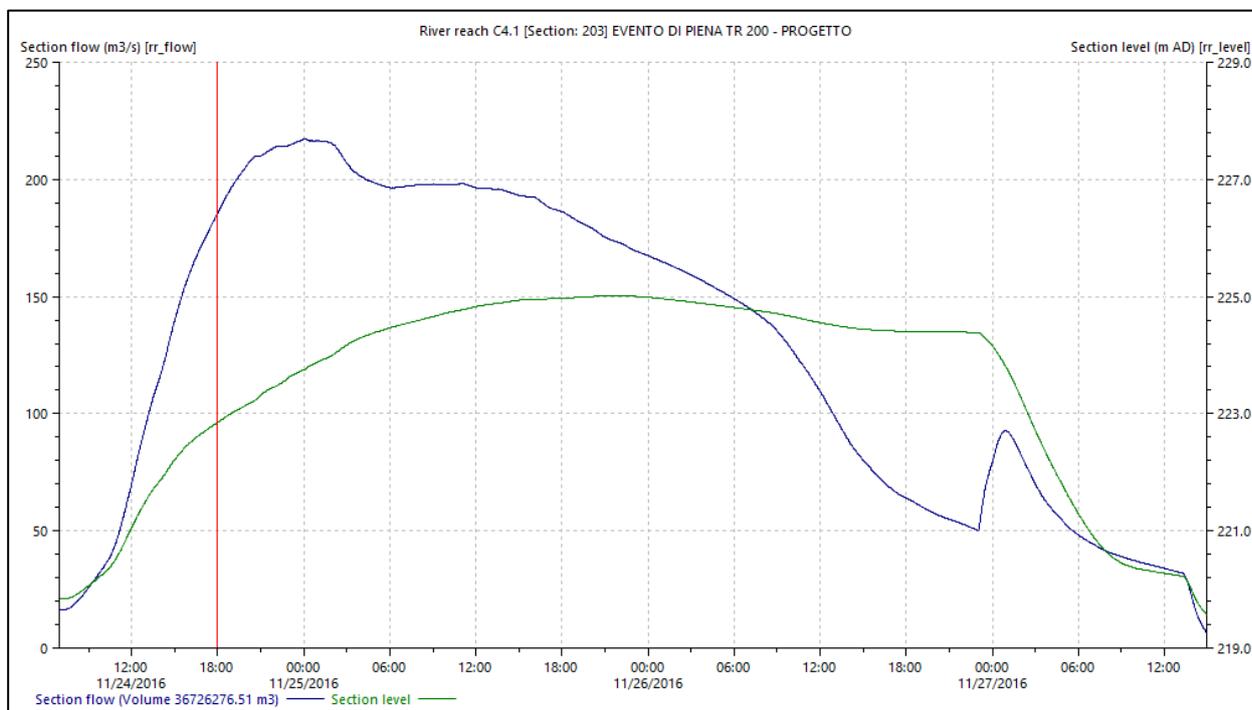


Figura 60 – Andamento delle portate e dei livelli nel tempo alla sezione di valle della confluenza tra il T. Chisola ed il Canale del Molino; sotto è riportato il profilo dello scatolare e del Canale del Molino sino alla confluenza.

Nel momento in cui si verifica il picco di piena e la massima espansione delle aree interessate dalle acque di esondazione, **la sopraelevazione** dell'area sulla quale è prevista la realizzazione **permette all'area stessa di NON essere interessata dalle acque stesse** (Figura 62), essendo la stessa allo stato attuale già coinvolta solo marginalmente. Il livello TR 200 risulta circa 5 cm inferiore allo stato di fatto, come si può osservare dalla Sez. A di Figura 63.

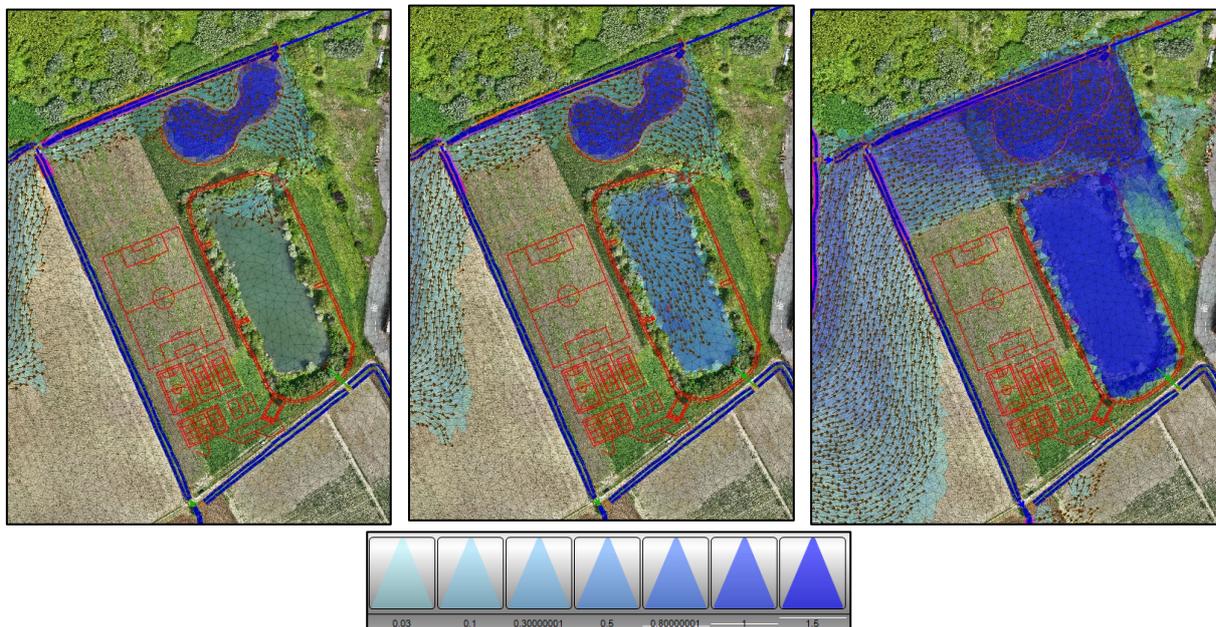


Figura 61 – Progressione dell’onda di piena successivamente all’attivazione del rigurgito del nuovo scatolare da parte del T. Chisola

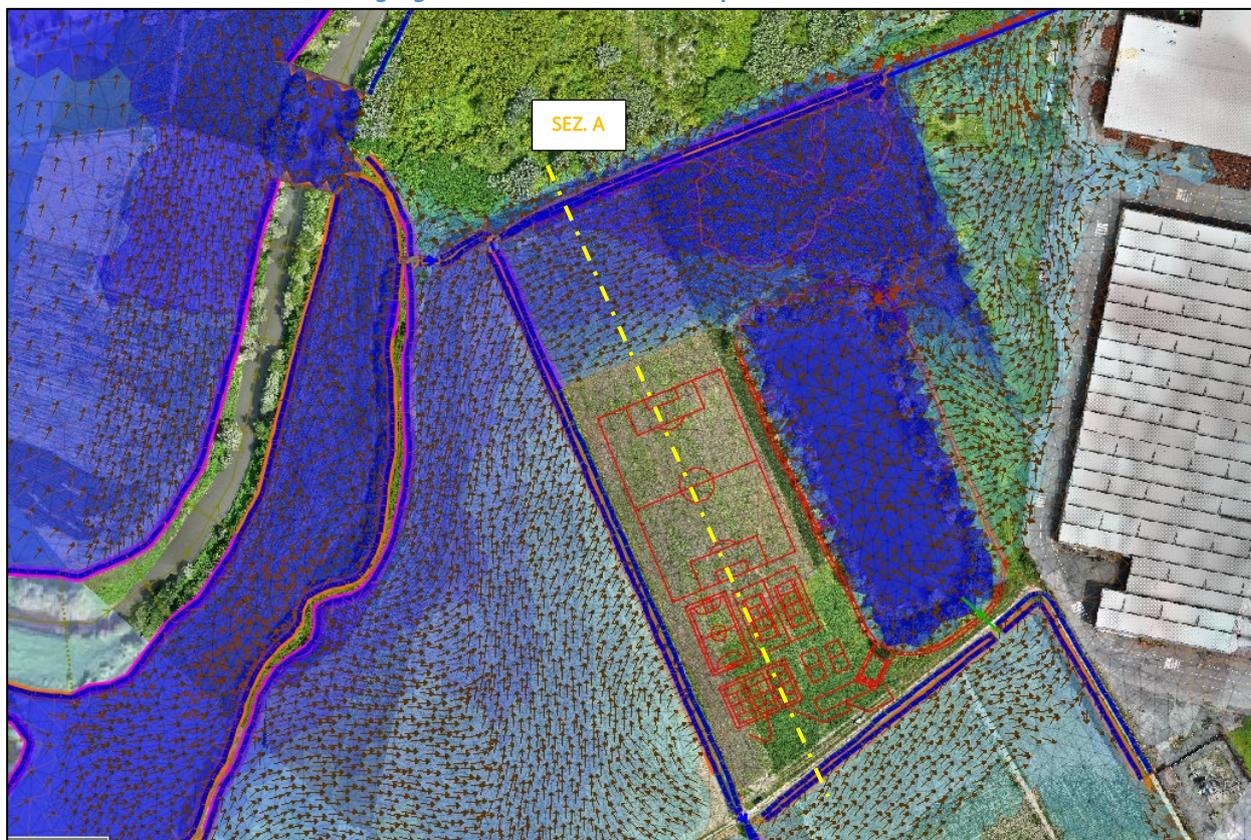


Figura 62 – Rappresentazione dei massimi tiranti all’interno dell’area di indagine

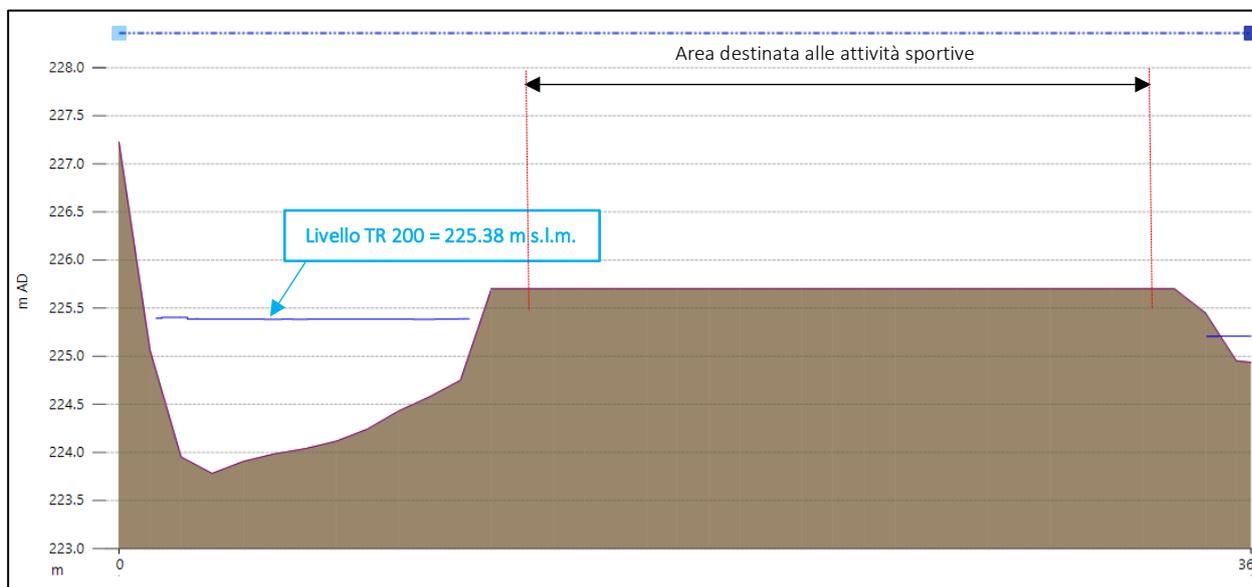


Figura 63 – Sezione longitudinale dell'area dove è prevista la realizzazione del campo sportivo comunale

La tubazione di collegamento tra il campo a monte ed il laghetto esistente, durante la piena, permette lo scarico delle portate esondate di ≈ 350 l/s cedendo un volume al laghetto pari a quasi $28'000$ m³.

Infatti, come già avviene allo stato di fatto il livello idrico nel laghetto supera le quote spondali, più basse ora lato est, riversandosi nel campo e al confine dello stabilimento Alessi Tubi s.p.a. con la tendenza di rientrare in Chisola.

All'esaurimento della piena, gli interventi proposti in progetto permettono lo scarico dell'area a NE del laghetto esistente che invece nelle condizioni attuali (cfr. Figura 64) resta "intrappolata". In particolare si nota come la tendenza allo stato di fatto sia quella di rientrare in Chisola da Ovest, riuscendoci solamente per una quota parte mentre nelle condizioni di progetto lo scatorare permette lo smaltimento di tutta l'acqua immagazzinata.

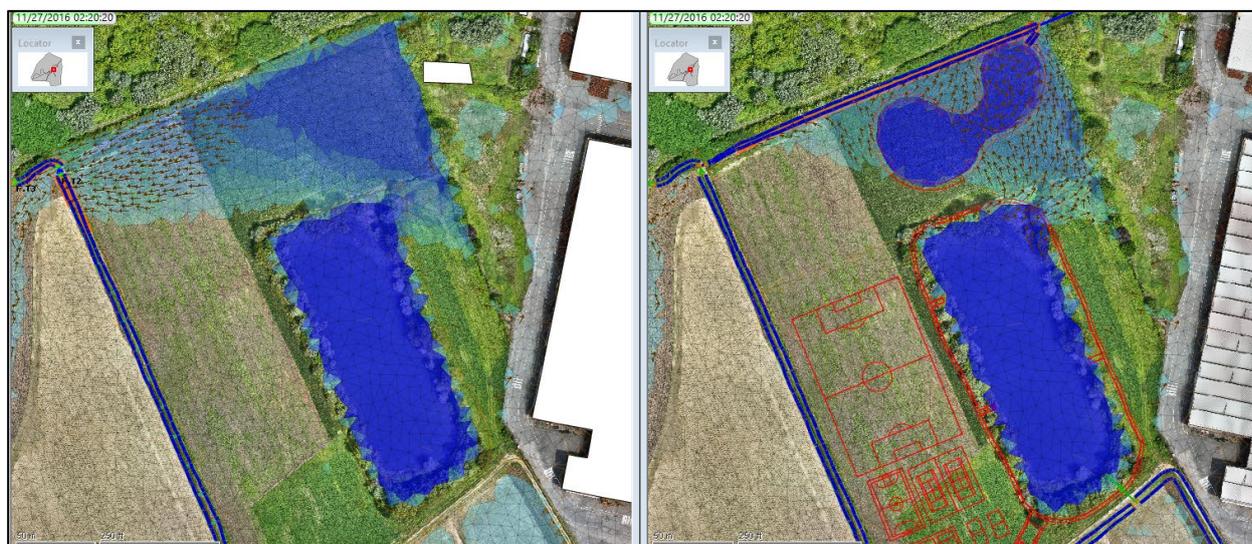


Figura 64 – Fasce discendente dell'onda di piena e direzioni di deflusso per lo scarico



Al termine della simulazione nella medesima posizione si ha la differenza riportata nella figura seguente:

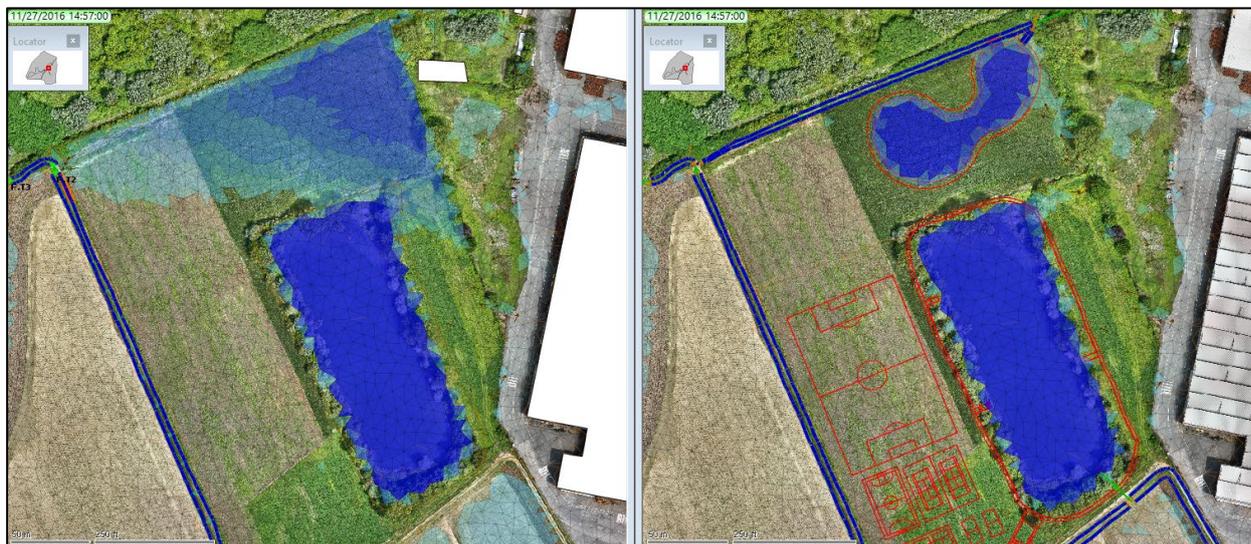


Figura 65 - Fase terminale della simulazione

Al fine di verificare le condizioni idrauliche a valle per definire se gli interventi in progetto comportino delle variazioni alle condizioni idrauliche rispetto allo stato di fatto è stato analizzato il grafico dell’andamento delle portate (e dei volumi di piena) alla sezione relativa all’idrometro “La Loggia” situato sul ponte della SR 20:

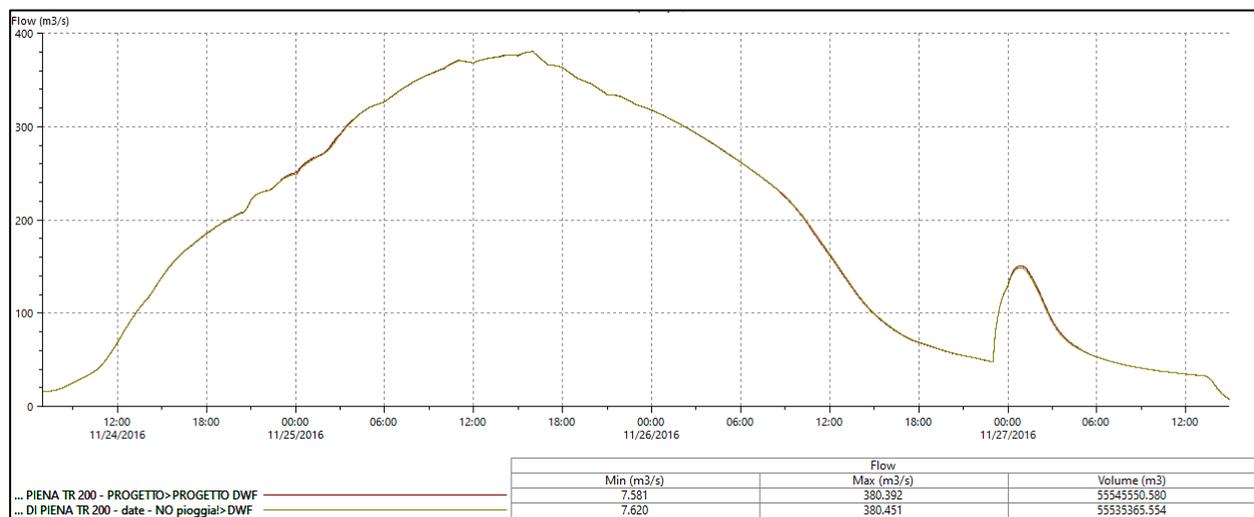


Figura 66 – Idrogramma di piena a confronto tra lo stato di fatto e di PROGETTO TR 200 all’idrometro La Loggia

Dal suddetto confronto non si registra una variazione significativa pertanto si ritiene che gli interventi proposti non comportino alterazioni nelle condizioni di deflusso in piena TR 200 specialmente nell’ottica della riduzione della capacità locale di laminazione, il quale rappresenta un beneficio per i territori a valle e non ne deve essere limitato l’attuale potenziale.



9.4 CONSIDERAZIONI SUI BENEFICI DEGLI INTERVENTI DI RIASSETTO IDRAULICO

A valle dell’analisi delle condizioni di deflusso in piena TR 200 allo stato di progetto, posto a confronto con lo stato attuale, nell’ottica della realizzazione del campo sportivo e della valorizzazione dell’area perifluviale, è stato possibile evidenziare i benefici, specialmente nella fase crescente e calante della piena, dimostrando che gli interventi proposti non vanno ad influenzare il deflusso delle aree di valle ma comportano benefici locali che consentono di controllare e limitare gli effetti esondativi degli episodi minori e delle fase crescenti e decrescenti delle piene.

In particolare si evince che:

- ✓ **Il rimodellamento morfologico dell’area** sulla quale è prevista la realizzazione del campo sportivo ad una quota almeno pari a 225,50 m s.l.m, permette alla stessa di NON essere interessata dalle acque di esondazione che già allo stato attuale la coinvolgono marginalmente: tale intervento permette anche di evitare la fuoriuscita nella direzione del campo sportivo, qualora i livelli del laghetto esistente superassero le quote spondali, dirigendo il flusso verso est;
- ✓ **Il sistema di regimazione e scarico acque meteoriche e di piena al limite nord dell’area di indagine:** tale intervento permette in primo luogo una corretta regimazione delle acque meteoriche che defluiscono naturalmente in quell’area, anche e soprattutto per eventi meteorici non parossistici. Inoltre risulta fondamentale in fase discendente dell’onda di piena per garantire lo scarico dell’area convogliando il volume invasato nel T. Chisola.
- ✓ **La riprofilatura della porzione terminale del fosso di scolo a Ovest esistente** per la ripresa della quota di fondo delle tubazioni esistenti con adeguamento del diametro, permette un’officiosità idraulica migliore;
- ✓ **La realizzazione di fossi di guardia nel campo a monte dell’area in oggetto** e del laghetto esistente, in particolare nell’angolo a NE, al piede della strada esistente con collegamento al laghetto esistente per lo smaltimento delle acque meteoriche permette di convogliare le acque meteoriche raccolte nel campo a monte della strada e dalla strada stessa nel laghetto esistente.



10. ANALISI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLE OPERE IN PROGETTO

A valle dello studio conoscitivo effettuato in merito al territorio dove si intende realizzare il centro sportivo comunale, è possibile effettuare alcune considerazioni relativamente alla compatibilità idraulica delle opere:

- 1) **L'Amministrazione ed il gruppo di lavoro propone un'idea progettuale di centro sportivo del tipo minimale**, soprattutto per quanto concerne la tipologia e distribuzione dei fabbricati, in particolare ubicandoli nella porzione più a sud, già caratterizzata da una quota maggiormente elevata.
- 2) Parallelamente è in corso da parte dell'Amministrazione comunale la partecipazione al “Programma Operativo Regionale F.E.S.R. 2021/2027 - Bando Azione n° II.2IV.5 - **Interventi per aumentare la resilienza dei territori fluviali al cambiamento climatico**. Misura A – Territorio dei Contratti di Fiume, di Lago e di Zona umida” coordinati dal Contratto di fiume del T. Chisola, che prevede interventi di migioria idraulica e rinaturazione del tratto di alveo del T. Oitana alla confluenza con il Chisola, al fine di restituire un assetto naturaliforme in un ambito fluviale fortemente compromesso nel passato per attività di escavazione probabilmente abusiva. L'azione prevista è coerente con una generale operazione di restituzione alle funzioni fluviali del tratto di corso d'acqua sotteso all'area sportiva in progetto, che l'Amministrazione comunale intende perseguire nell'ambito delle attività intraprese dal Contratto di fiume del Chisola;
- 3) L'area catastale di proprietà sulla quale si intende realizzare il centro sportivo allo stato di fatto ricade in **Fascia B del PAI** ed è infatti interessata in parte da una dinamica attiva di piena dettata dalla presenza dell'importante **nodo idraulico tra il T. Oitana ed il T. Chisola**; in particolare la porzione settentrionale risulta morfologicamente ribassata e già sede di esondazioni per eventi di piena relativi a TR 20 anni mentre la porzione meridionale risulta non interessata dalla piena di TR 20 anni e marginalmente da eventi di piena relativi a TR 200 anni;
- 4) Nell'ambito dello sviluppo dell'idea progettuale è possibile predisporre una serie di interventi volti alla migioria delle caratteristiche idrauliche dell'area in analisi (cfr. § 9.3.2) in particolare **ridando continuità idraulica al Canale del Molino** tramite la riapertura del suo tracciato originario, al fine di permettere lo sfogo delle acque che per la morfologia attuale dell'area invasano vincolate da rilevati, e **modellando il piano campagna dell'impronta del campo sportivo** alla quota già esistente nella porzione meridionale;
- 5) Si è dimostrato che gli interventi proposti e la presenza del campo sportivo NON alterano in maniera significativa e negativa il deflusso della piena che coinvolge il piano golenale e nello specifico:
 - a. non modificano i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo in tale area;
 - b. non costituiscono significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso;
 - c. Non concorrono all'incremento nel carico antropico nell'area.

Pertanto la compatibilità idraulica dell'impianto risulta verificata ai sensi dell'art. 38 delle NA del PAI.



11. CONSIDERAZIONI DI SINTESI

Lo Studio idraulico condotto ha permesso di approfondire le dinamiche di esondazione del nodo idraulico Chisola-Oitana-Canale del Molino, in particolare nell'area di interesse, individuata dall'Amministrazione comunale quale sito oggetto di sviluppo urbanistico e riassetto territoriale anche alla luce della proposta di realizzazione di nuova area sportiva comunale.

Lo studio idraulico condotto ha evidenziato le criticità presenti e conseguentemente ha individuato gli interventi di riassetto idraulico correttivi; tali interventi, interessando le Fasce fluviali, unitamente alle ipotesi progettuali dell'area sportiva sono stati oggetto di verifica per assicurare la compatibilità idraulica ai sensi della “Direttiva per la Valutazione della Compatibilità Idraulica di infrastrutture pubbliche all'interno delle Fasce A e B dell'Autorità Distrettuale di Bacino del Fiume Po”.

Per la modellazione idraulica, allestita a partire dal modello digitale del terreno ricostruito dettagliato per la parte di interesse con opportune attività di rilievo topografiche (strumentazione G.N.S.S., ecoscandaglio e volo S.A.P.R.), è stato utilizzato il codice di calcolo InfoWorks ICM (HR Wallingford), un applicativo per la verifica e la progettazione di sistemi idraulici complessi costituiti da reti di drenaggio e/o corsi d'acqua naturali.

In generale il contesto morfologico e idrografico presenta delle caratteristiche particolari dovute sia all'interazione tra i corpi idrici principali e secondari, i quali in condizioni di piena si influenzano reciprocamente, sia alla profonda influenza che l'azione antropica ha avuto in termini di alterazione del reticolo idrografico. Alla luce dei risultati ottenuti con la modellazione idraulica, le indicazioni di intervento propongono quindi una azione correttiva mirata, per quanto possibile, al ripristino della continuità e della funzionalità del reticolo secondario originario. Tale azione, sebbene non abbia effetti sulla dinamica di piena duecentennale che risulta evidentemente influenzata dai fenomeni esondativi dei corpi idrici principali (inibitori del deflusso della rete minore), consente tuttavia di alleggerire e ottimizzare il collettamento delle acque meteoriche e di esondazione della rete minore, mantenendo i benefici della laminazione e garantendo il controllo dei suoi effetti e della perimetrazione delle aree interessate dagli allagamenti.

Inoltre, grazie all'azione combinata del progetto di riqualificazione ambientale dell'area, la minima rimodellazione morfologica, pur non compromettendo la dinamica di piena dei corpi idrici principali in termini di tiranti e velocità dei territori a monte e a valle dell'intervento, elimina del tutto l'allagamento dell'area destinata alle attività sportive.

A completezza di quanto richiesto dall'Autorità idraulica (rif. Pratica AIPo n. 42/2024A) si riporta in ALLEGATO 1 la rappresentazione delle sezioni trasversali (a tutto alveo) del torrente Chisola tracciate in corrispondenza del sito in oggetto, contenente i dettagli delle opere in progetto e i livelli di piena di riferimento (Tr 200) ai quali l'area in oggetto risulta soggiacente.



REGIONE PIEMONTE – Città Metropolitana di Torino – *Comune di La Loggia*

“Analisi idraulica del nodo Oitana-Chisola-Canale del Molino finalizzato alla valutazione di interventi di ottimizzazione del reticolo idrografico superficiale e rifunzionalizzazione del Canale del Molino nei pressi della ex cava, in relazione alle ipotesi di realizzazione di centro sportivo polifunzionale.”

Studio di compatibilità idraulica

SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

ALLEGATI



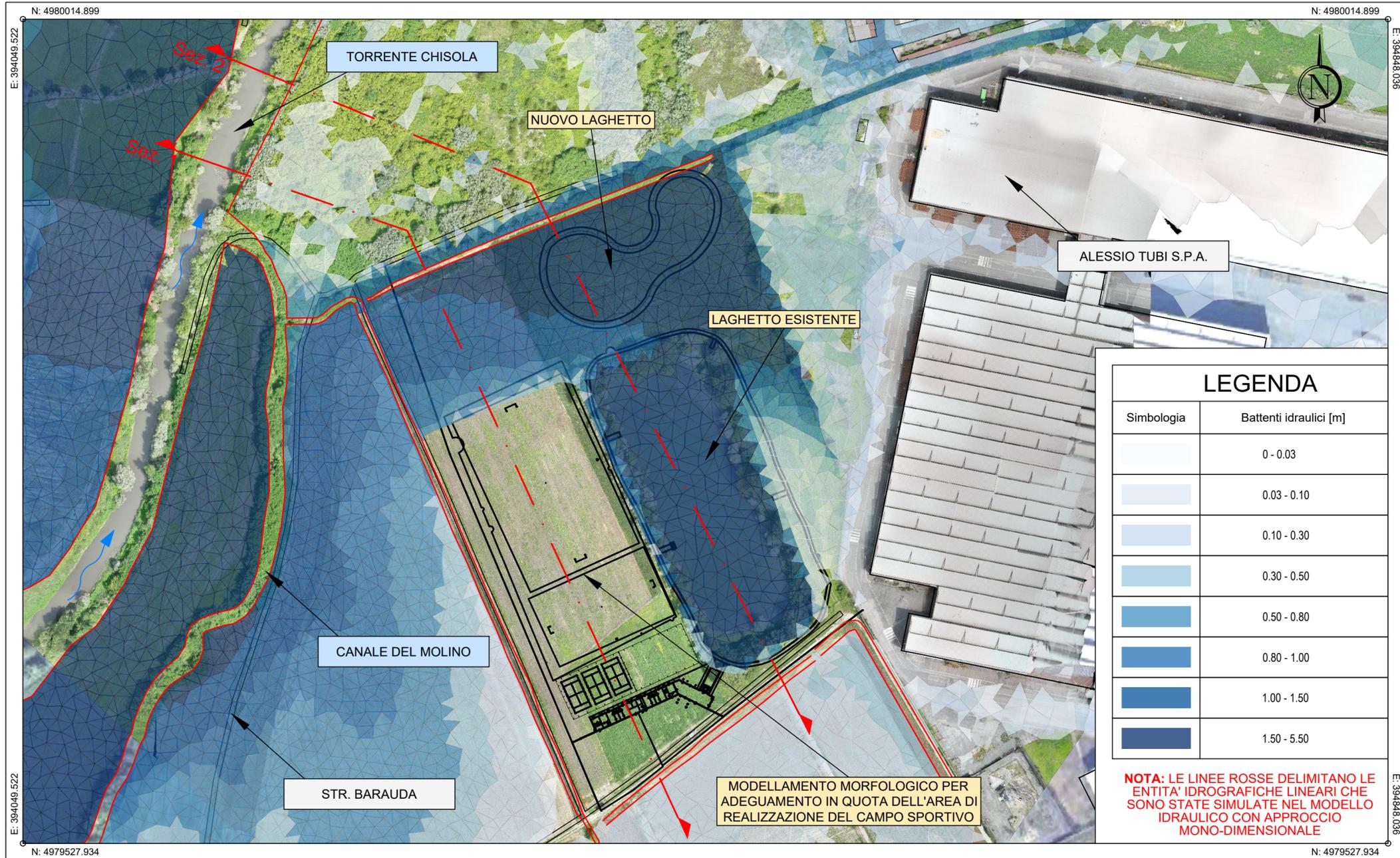
REGIONE PIEMONTE – Città Metropolitana di Torino – *Comune di La Loggia*
“Analisi idraulica del nodo Oitana-Chisola-Canale del Molino finalizzato alla valutazione di interventi di ottimizzazione del reticolo idrografico superficiale e rifunzionalizzazione del Canale del Molino nei pressi della ex cava, in relazione alle ipotesi di realizzazione di centro sportivo polifunzionale.”

Studio di compatibilità idraulica



ALLEGATO 1

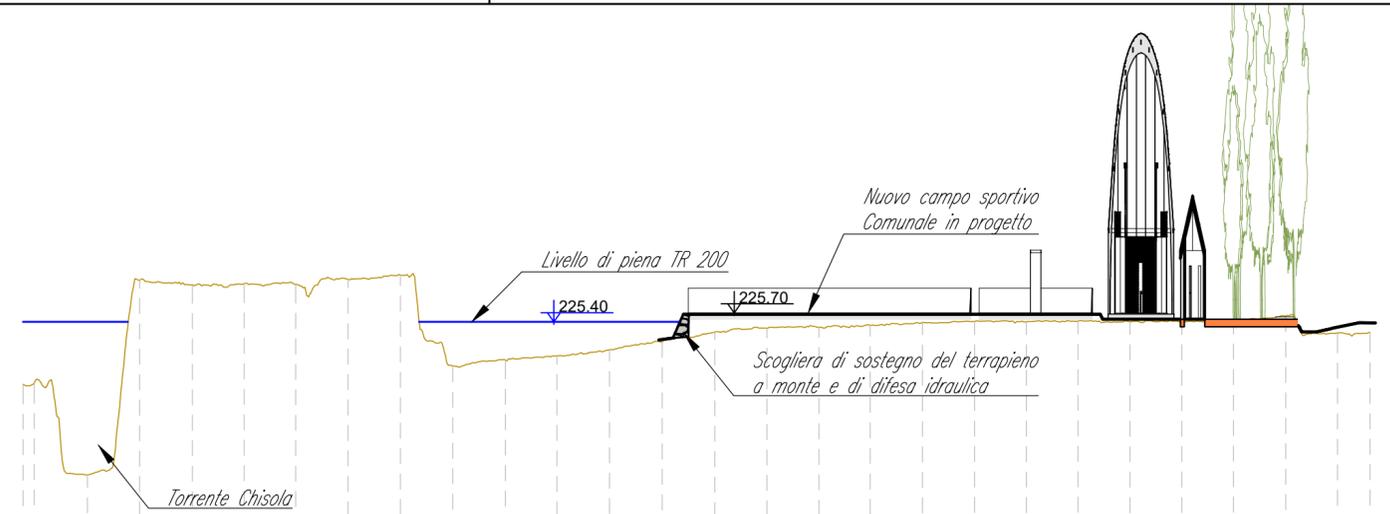
Planimetria e sezioni trasversali del torrente Chisola tracciate in corrispondenza delle opere in progetto, con indicazione dei livelli di piena di riferimento (Tr 200)



PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO
 Scala 1 : 2.000

Sezione 1

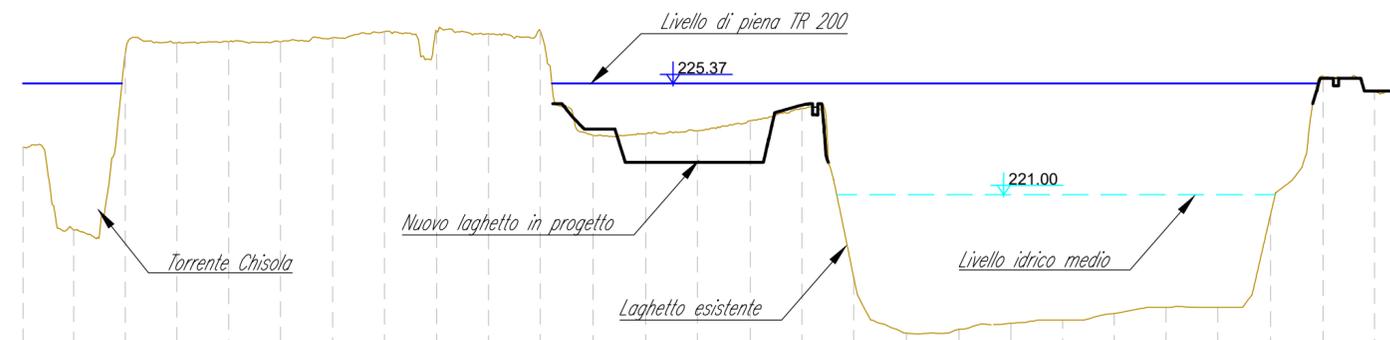
Progressiva: 0+009.79
 Scala: 1:2000
 H:V 1:10
 Quota di Riferimento: 215.00



PROGRESSIVE TERRENO	222.95	-25.01	-20.82	0.00	20.32	40.79	60.95	81.00	101.42	121.78	142.17	162.56	182.64	203.12	223.60	244.08	264.35	284.53	304.57	324.90	345.08	365.26	385.36	405.63	425.81	445.82	466.18	486.36	499.00
QUOTE TERRENO	222.95	223.00	219.39	227.04	226.86	226.91	226.87	227.07	227.24	223.67	223.91	224.06	224.31	224.61	225.00	225.14	225.19	225.27	225.38	225.42	225.40	225.43	225.40	225.41	225.45	225.63	224.97	224.98	

Sezione 2

Progressiva: 0+070.62
 Scala: 1:2000
 H:V 1:10
 Quota di Riferimento: 215.00



PROGRESSIVE TERRENO	-19.69	0.00	20.08	40.12	60.32	80.44	100.74	120.94	141.15	161.35	181.49	202.03	222.63	242.66	263.21	283.29	303.47	323.92	344.42	364.55	384.69	404.82	424.91	445.08	465.60	486.04	506.05	524.37
QUOTE TERRENO	222.85	219.60	226.54	226.96	227.00	226.99	227.16	227.40	227.43	227.31	227.42	223.33	223.39	223.50	223.91	224.38	217.74	215.55	215.70	215.94	216.07	216.32	216.57	216.60	220.45	225.65	225.04	225.07