REGIONE PIEMONTE
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
CITTÀ DI CIRIÉ

Comune di Ciriè

STUDIO IDRAULICO DELL'ASTA DEL TORRENTE BANNA SUL TERRITORIO COMUNALE REDATTO AI FINI URBANISTICI E PER L'AMPLIAMENTO DELLA STRUTTURA CIMITERIALE DI VIA CORIO.

elaborato	elaborato
1	***RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA***

data prima emissione: Febbraio 2025
data REV2: Ottobre 2026
codice nome file: 24_01-C01-2_RTI

Il Progettista

Dott. Ing Luca Gattiglia

Cso Belgio 86 int4
10153 TORINO
cell 3358753912
l.gattiglia@gmail.com
luca.gattiglia@ingpec.eu

LUCA GATTIGLIA
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Ingegnere
01.10.2026 15:04:53 GMT+01:00

1. INTRODUZIONE

La presente relazione idraulica si rende necessaria alla luce dell'esigenza dell'estensione dell'area cimiteriale di Via Corio, posta a nord ovest dell'abitato, e ricadente su un'area soggetta a dissesto per esondazione da parte del Torrente Banna Bendola. La presente relazione e gli elaborati ad essa allegati analizzeranno pertanto la compatibilità idraulica dell'intervento di espansione.

In particolare nel seguito verrà proposta una modellazione 2D del territorio comunale ricadente all'interno del bacino del T. Banna Bendola sviluppata per un congruo tratto sia a monte che a valle del cimitero.

La metodologia di studio proposta è articolata su differenti livelli di approfondimento progressivi quali: l'acquisizione documentale, la consistenza delle opere presenti sul territorio e la definizione dell'assetto idrologico; cui segue l'approfondimento dell'assetto geometrico e delle risultanze di analisi idraulica complessive sull'asta in oggetto. Lo studio fornirà al geologo ed all'urbanista tutti quegli elementi essenziali alla definizione di dettaglio del dissesto presente lungo il corso d'acqua, in conformità agli indirizzi tecnici in materia di difesa del suolo e pianificazione urbanistica.

La presente versione aggiornata a REV1 Settembre 2026 è stata redatta a seguito delle due sedute della 1a CONFERENZA DI COPIANIFICAZIONE E VALUTAZIONE degli elaborati costituenti la "Proposta Tecnica di Progetto Preliminare" relativamente alla Variante strutturale n. 1 al P.R.G vigente ai sensi dell'art. 17 c. 4 della L.R. 56/77, adottata con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 9 del 18/03/2026.

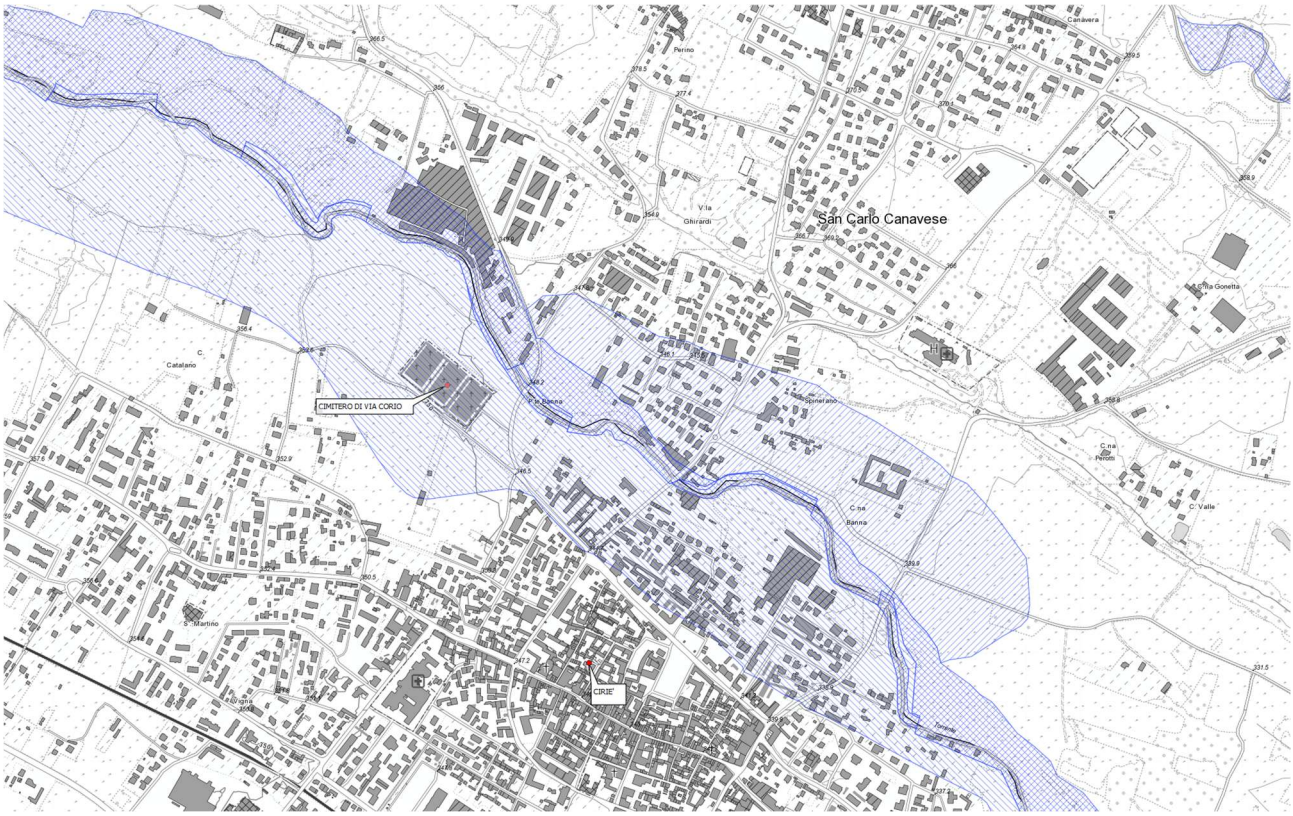
In particolare è stato aggiunto il capitolo 7 che costituisce il raffronto con un altro studio lungo l'asta del Banna-Bendola con il fine di evidenziare la compatibilità degli interventi proposti per l'ampliamento cimiteriale con l'assetto territoriale di progetto rappresentato dallo studio "DEFINIZIONE DELL'ASSETTO IDRAULICO DI PROGETTO DEL TORRENTE BANNA-BENDOLA NEL TRATTO COMPRESO FRA IL COMUNE DI MATHI E LA CONFLUENZA CON IL TORRENTE MALONE NEL COMUNE DI BRANDIZZO". Detto studio territoriale è commissionato dal Consorzio per l'Arginatura e Sistemazione del Torrente Banna-Bendola allo studio SRIA Studio Rosso Ingegneri Associati (S. La Ferlita – C. Amore - Luglio 2019). Tale studio verrà nel seguito indicato per brevità come "Studio SRIA del Consorzio Banna Bendola".

Il confronto avviene su suggerimento/prescrizione del Settore Regionale Opere Pubbliche che in sede di prima seduta della conferenza dei servizi relativa alla variante urbanistica associata all'espansione cimiteriale esprimeva l'utilità di tale approfondimento.

2. STATO DEI VINCOLI IDRAULICI

Con riferimento alla cartografia disponibile l'area cimiteriale risulta insistente su corso d'acqua non fasciato e tuttavia inclusa all'interno degli areali di pericolosità definite dal PGRA.

in particolare si ha:



Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM), di pianura (RSP)

- Probabilità di alluvioni elevata (tr. 10/20)
- Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200)
- Probabilità di alluvioni bassa (tr. 500)

Nel caso in esame L'area cimiteriale è interessata da una probabilità di alluvione media con tempo di ritorno di 100/200 anni per dissesto legato al reticolo secondario collinare e montano (rio Banna). Presumibilmente l'area soggiace tuttavia anche a dissesti locali causati da avvallamenti e mancate regimazioni dei fossi locali di deflusso come evidente dalla documentazione storica degli eventi di riferimento.

Per quanto attiene infine all'aggiornamento degli areali, l'ADBPo con Decreto del Segretario Generale n.4/2026 ha disposto la pubblicazione delle Mappe della Pericolosità da Alluvioni del Distretto idrografico del fiume Po, aggiornate per il terzo ciclo di pianificazione del PGRA (2027 – 2033). Per l'area oggetto di studio non sono state apportate modifiche significative al quadro del dissesto pregresso.

3. ASSETTO IDROLOGICO

Le valutazioni idrologiche, necessarie al fine di definire il quadro del dissesto presente sulle aree, sono state desunte dallo studio del Politecnico di Torino: "Esame funzionale e valutazione di efficienza di interventi per la messa in sicurezza idraulica del Torrente Banna-Bendola" (convenzione Politecnico con Consorzio per l'arginatura e sistemazione del torrente Banna–Bendola – Responsabili ricerca Claps Poggi 2008). Tale studio, ancora ampliamente condivisibile negli approcci di calcolo e nei contenuti, rende disponibili tutte le valutazioni idrologiche di portata al colmo. In particolare vengono analizzate le condizioni sia in assenza che in presenza del canale scolmatore di Balangero valutate utilizzando il modello afflussi deflussi HEC HMS con una attenta ricostruzione sia della capacità di smaltimento/derivazione dello scolmatore che degli eventi storicamente accaduti. In particolare dal suddetto studio si riportano i seguenti dati salienti:

sezioni di riferimento

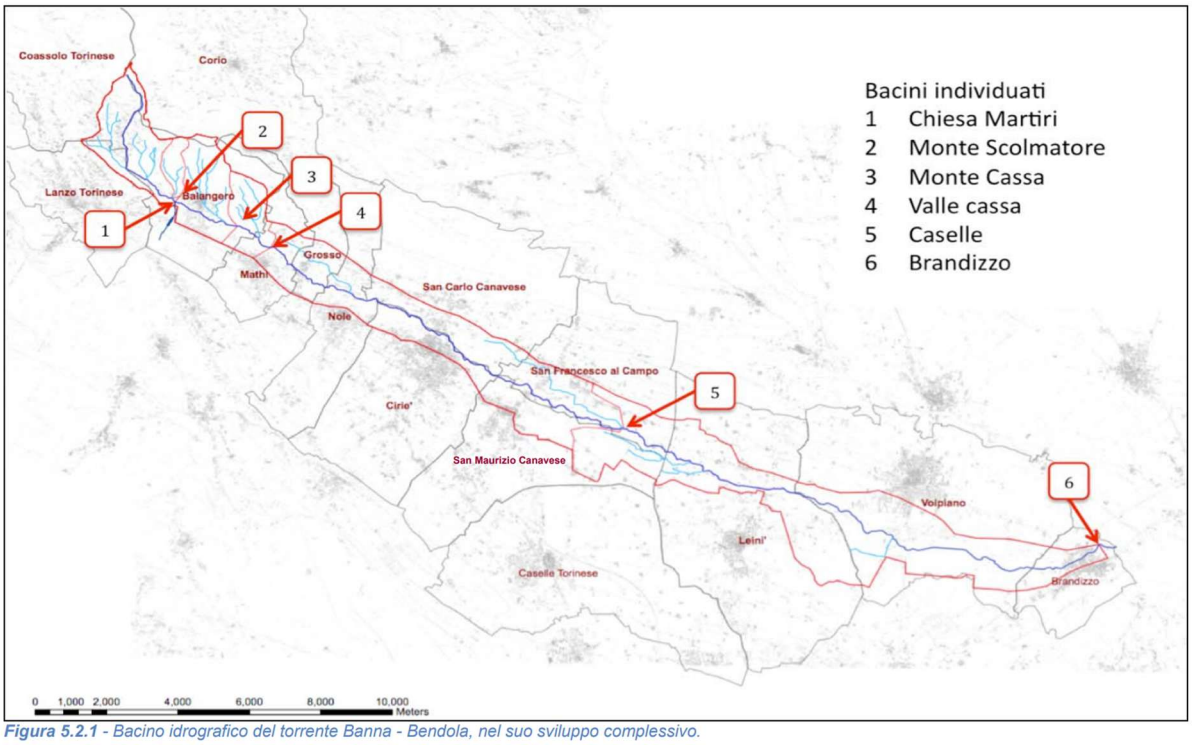


Figura 5.2.1 - Bacino idrografico del torrente Banna - Bendola, nel suo sviluppo complessivo.

per Ciriè si deve far riferimento alla sezione 4 "A valle Cassa" collocata poco a monte del territorio comunale mentre la prima sezione a valle risulta Caselle; il bacino è senza affluenti rilevanti nel tratto intermedio si sviluppa prevalentemente da nord ovest verso sud est. Per la stima della portata all'abitato di Ciriè occorre utilizzare i dati delle sezioni disponibili come sviluppato nelle successive considerazioni sull'adozione dei valori di portata di riferimento.

eventi analizzati: novembre 1994, ottobre 2000, settembre 2008. Per tali eventi in particolare il modello afflussi deflussi proposto dal Politecnico ha consentito di ricostruire gli idrogrammi di evento ed in particolare si hanno i seguenti valori di portata stimati al colmo: tab 5.5.5

Tabella 5.5.5 – Risultati dell'applicazione del modello afflussi-deflussi considerando in ingresso le precipitazioni registrate durante gli eventi del 1994. del 2000 e del 2008.

Portata al picco	1 - Chiesa dei Martiri	2 - Monte scolmatore	3 - Monte cassa di Mathi	4 - Valle cassa di Mathi	5 - Caselle Aeroporto	6 - Brandizzo
Evento del novembre 1994	33.9	39.9	60.6	71.9	145.9	225.7
Evento dell'ottobre 2000	49.6	49.5	67.8	76.0	60.8	84.8
Evento del settembre 2008	78.4	92.3	127.7	149.1	187.3	232.6

effetto del canale scolmatore

il canale scolmatore di Balangero risulta opera esistente e funzionante, lo studio PoliTo individua le seguenti leggi di derivazione dal corso del Banna Bendola:

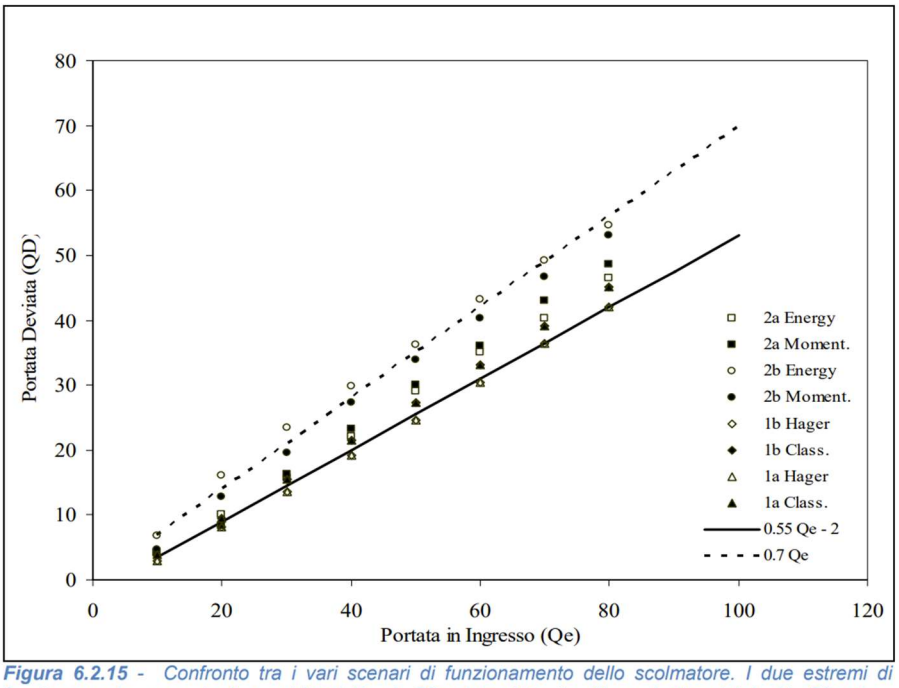


Figura 6.2.15 - Confronto tra i vari scenari di funzionamento dello scolmatore. I due estremi di funzionamento sono inoltre evidenziati: a) Sfioratore interrito (linea tratteggiata), b) Sfioratore mantenuto (linea continua).

estremi di funzionamento dell'opera: a) sfioratore interrito e b) sfioratore mantenuto. Da un punto di vista quantitativo questi due regimi possono essere espressi dalle seguenti formulazioni:

$$Q_D = 0.7 \cdot Q_e \qquad \textit{Sfioratore non manutenuto}$$
$$Q_D = 0.55 \cdot Q_e - 2 \qquad \textit{Sfioratore manutenuto}$$

Effetto delle vasche di laminazione

Le vasche di laminazione di Mathi (non ancora realizzate) determineranno degli effetti rilevanti sull'idrogramma di riferimento. Ai fini del presente assetto idrologico il grafico riportato nel seguito dallo studio del Politecnico indica che i valori di portata assunti alla base dello studio non tengono conto (come è logico) delle vasche

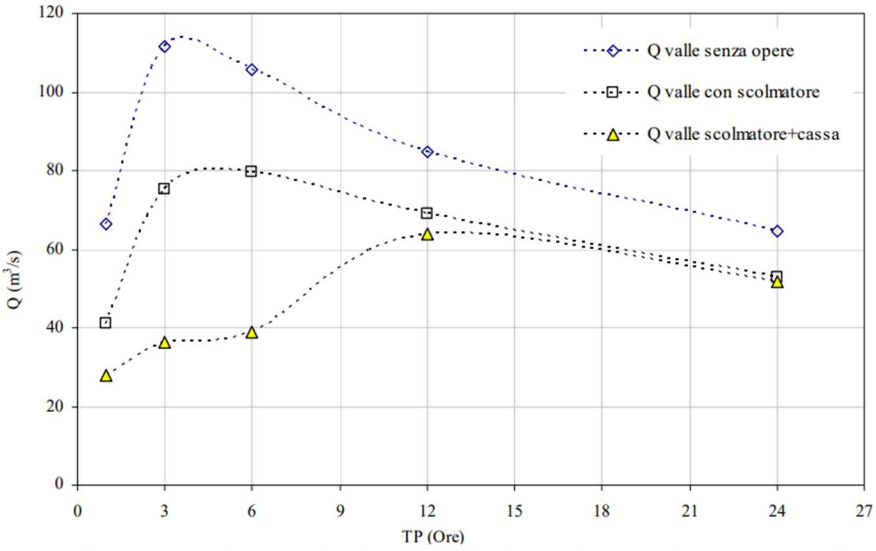


Figura 7.3.1 - Le portate di picco al variare del tempo di pioggia per TR 200 e scolmatore in condizione di regolare manutenzione.

Assunzione dei valori di portata dello studio Politecnico

Lo studio citato a conclusione della disamina delle differenti metodologie di analisi del bacino definisce i seguenti valori di portata al colmo:

Tabella 5.5.4 –Valori definitivi delle portate stimate al colmo di piena per T=50 e T=200 per le sei sezioni considerate.

Portata al picco	1 - Chiesa dei Martiri	2 - Monte scolmatore	3 - Monte cassa di Mathi	4 - Valle cassa di Mathi	5 - Caselle Aeroporto	6 - Brandizzo
	Portata [m^3/s]					
T = 50	47.3	56.2	76.6	90.8	114.3	163.3
	Portata [m^3/s]					
T = 200	71.7	85.1	111.5	129.5	148.3	215.8

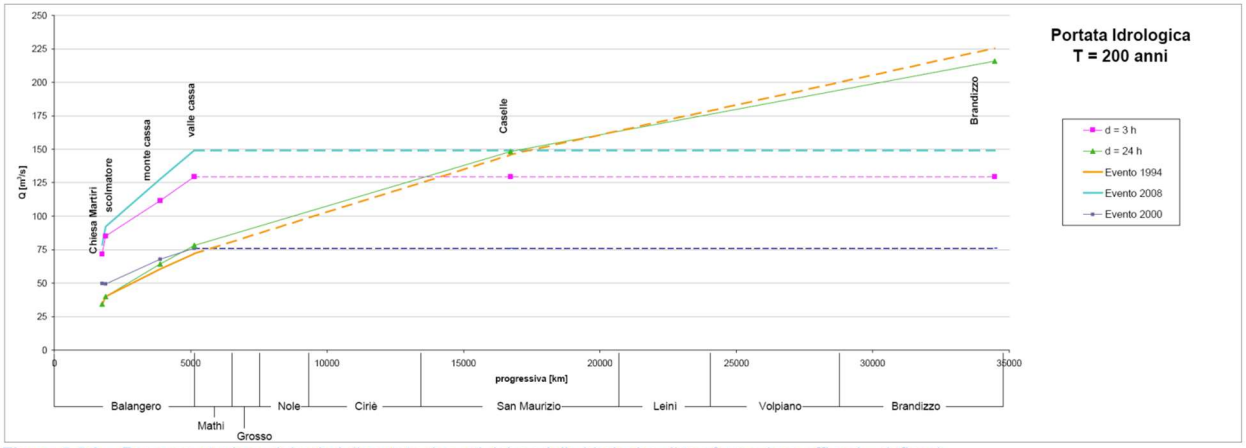


Figura 5.5.3 - Rappresentazione dei valori di portata ricavati dal modello idrologico di trasformazione afflussi – deflussi.

I precedenti valori di portata sono assunti dallo studio in assenza di effetti legati allo scolmatore di Balangero ed alle casse di laminazione.

Alla luce dei precedenti dati riassuntivi dello studio del Politecnico L'assunzione del'assetto idrologico relativo al presente studio dovrà tenere in conto almeno gli effetti del canale scolmatore esistente e la contestualizzazione alla sezione attuale che risulta intermedia tra la sezione 4 e la sezione 5 per il comune di Ciriè.

3.1 ASSUNZIONE DEI VALORI DI PORTATA DEL PRESENTE STUDIO

Il dissesto attualmente presente sull'area (PGRA) è stato perimetrato utilizzando l'evento del 2008 che in termini di portata massima assoluta alla sezione di interesse supera il tempo di ritorno dei 200 anni come indicato dallo studio Politecnico di Torino. In termini statistici e considerata l'attuale evoluzione degli eventi metereologici si ritiene l'evento del 2008 molto significativo. Inoltre occorre considerare che l'abitato di Ciriè si trova all'incirca a metà tra la sezione idrologica 4 e la sezione 5 pertanto nell'ambito delle assunzioni tuttora valide dello studio del Politecnico occorre una assunzione critica e ragionata dei valori di portata. Si è proceduto per punti:

1) L'evento del 2008 è più cautelativo dell'evento Tr 200 come indicato dallo studio Politecnico di Torino pertanto conviene assumere l'evento del 2008 quale riferimento per il tempo di ritorno dei 200 anni
2) Considerato che oggi lo scolmatore di Balangero risulta in funzione, l'evento 2008 deve essere decurtato della portata scolmata a Balangero alla sezione 2 a monte scolmatore.
3) Occorre un approccio di similitudine idrologia per stimare la portata a Ciriè a partire dalle sezioni idrologiche note (4 o 5) poste a monte o a valle della sezione di interesse.

4) Nota la portata con TR200 si stimerà anche la portata con Tr 50 ai fini della completezza d'analisi.

Per dare seguito a quanto ipotizzato, la valutazione della portata scolmata a Balangero risulta:

evento 2008 portata allo scolmatore (sezione 2 monte scolmatore tab 5.5.5 studio Politecnico): 92.3 m^3/s

secondo la legge di sfioro definita nello studio la portata scolmata risulta:

Q_d=0.55 Q_e – 2

Ovvero

Portata scolmata è pari a 48.7 m^3/s.

Nell'ambito dei metodi basati sul calcolo della portata utilizzando criteri di similarità è possibile valutare il deflusso in una sezione similare a quella di un bacino noto mediante la formulazione della così detta similitudine idrologica ed in particolare tale metodo prevede di correlare il valore di contributo unitario di portata nella sezione di interesse (q_A) con quello calcolato nella sezione in cui è presente l'idrometro o il valore noto (q_S) in funzione delle superfici sottese dalle due sezioni; in particolare in letteratura tale correlazione è stata proposta da Gherardelli-Marchetti:

$$\frac{q_A}{q_S} = \left(\frac{S_A}{S_S}\right)^{-2/3}$$

dove:

- q (in mc/sec.kmq) e S (in kmq) sono rispettivamente i contributi specifici di piena e la superficie del bacino idrografico relativi ad una data sezione.
- Il pedice A indica le caratteristiche della sezione cui si estende il valore di portata per similitudine idrologica (nella fattispecie la sezione di Ciriè -19.6 km^2).
- Il pedice S le caratteristiche della sezione in cui il valore della portata risulta noto (nella fattispecie la sezione 4 di Mathi a valle Cassa 12.4 km^2)

Nello specifico l'assunzione della sezione di monte (sezione idrologica 4) rende il risultato maggiormente cautelativo rispetto all'utilizzo della sezione di valle. Mediante la suddetta formulazione si sono ottenuti i contributi specifici di piena e i corrispondenti valori di portata al colmo del Banna alla sezione di interesse a Ciriè a partire dalla sezione 4 di Mathi a valle Cassa.

Nella successiva tabella sono riassunti i risultati di tali elaborazioni:

Q_s Portata calcolata da Studio Polito alla sezione 4 per evento 2008 (m^3/s)	Contributo q_s alla sezione 4 ($m^3/s/ km^2$)	Contributo q_a alla sezione di Ciriè (formula di Gherardelli-Marchetti ($m^3/s/ km^2$)	Qa Portata calcolata alla sezione di Ciriè per evento 2008 (m^3/s)
149.1	12.00	8.84	173.7

La portata così calcolata va ancora scolmata di quanto sottratto a Balangero sulla sezione 2 pertanto:

Stima Q tr200 = 174-49=125 m^3/s

Se si confronta detto valore con la tabella 5.5.4 dello studio Polito si osserverà che il valore calcolato coincide quasi con il valore di 129,5 m^3/s calcolato per Tr 200 in assenza di scolmatore alla sezione 4, pertanto, in

accordo con le assunzioni di tempo di ritorno, è possibile assumere cautelativamente i seguenti valori al colmo da utilizzare nel modello:

	Tempo di ritorno di 50 anni (m^3/s)	Tempo di ritorno 200 anni (m^3/s)
Sezione di Chiusura a Ciriè SP22	90.8	129.5

4. CARATTERIZZAZIONE IDRAULICA BIDIMENSIONALE

4.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO ADOTTATO

Il problema idraulico consiste nel calcolo delle grandezze idrauliche corrispondenti all'assegnata portata di piena, lo schema di calcolo adottato è quello bidimensionale di moto vario recentemente implementato dal codice HECRAS "River Analysis System" Versione 6.5 (U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center).

In modello in questione risolve le equazioni costitutive dei fluidi note come equazione di continuità e della quantità di moto (equazione dei momenti).

L'equazione di conservazione della massa (equazione di continuità) assume la seguente forma differenziale:

$$\frac{\partial H}{\partial t}+\frac{\partial(hu)}{\partial x}+\frac{\partial(hv)}{\partial y}+q=0$$

(Dove H il carico totale h è il tirante locale, u e v le velocità mediata sull'altezza lungo una delle direzioni x o y, t il tempo, *q* l'intensità degli eventuali afflussi o sottrazioni).

L' equazione dei momenti assume la forma :

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=-g\frac{\partial H}{\partial x}+v_t\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)-c_f u+fv$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}=-g\frac{\partial H}{\partial y}+v_t\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)-c_f v+fu$$

Dove g è l'accelerazione di gravità, vt rappresenta il coefficiente dell'eddy viscosity orizzontale Cf rappresenta coefficiente d'attrito di fondo ed f il parametro di Coriolis.

La bidimensionalità è data dal fatto che le variabili sono calcolate su due dimensioni cartesiane x ed y e mediate invece sulla profondità e che le componenti lungo z delle grandezze idrauliche vettoriali sono trascurate.

Il modello 2d adottato infine risulta a fondo fisso senza componenti di trasporto solido. Il metodo sopra descritto risolve l'equazione secondo l'opzione SWE-EM "Full Momentum", dove il moto turbolento è schematizzato secondo uno schema diffusivo proposto da Fickian che prevede l'assegnazione di coefficienti diffusivi che rappresentano la viscosità turbolenta nota come "eddy viscosity". Lo schema proposto dal modello è stato implementato nell'ipotesi conservativa e con l'assegnazione di due differenti coefficienti, uno longitudinale "Longitudinal Mixing Coefficient (LMC)" ed uno trasversale "Transverse Mixing Coefficient (TMC)", che simulano il trasferimento di momento dovuto al moto caotico del fluido e la sua dispersione. Nel caso in esame, considerata anche la moderata curvatura dell'alveo, i coefficienti adottati per le simulazioni risultano pari a 0.1 per LMC e 0.3 per TMC. Tra le possibili impostazioni della simulazione l'effetto di Coriolis viene trascurato.

Lo schema di soluzione adottato è esplicito sulla cella, ovvero i livelli idrici e le velocità della corrente per ogni nuovo time step sono computate direttamente in funzione dei valori noti, relativi al time step precedente. Il

modello, inoltre, è stato utilizzato in modalità 2D esclusiva, senza accoppiamenti con elementi 1D; pertanto, la simulazione si estende in forma bidimensionale sull'intero dominio di calcolo.

4.2 ASSETTO GEOMETRICO BIDIMENSIONALE

Il modello 2D utilizzato, basa la simulazione su un DTM che fornisce la geometria di base al modello. Il sistema di riferimento adottato risulta il wgs84 UTM zone 32N EPSG 32632. il DTM utilizzato risulta tuttavia composto da molteplici fonti di dati.

L'assetto geometrico per l'area di interesse della presente modellazione è stato implementato a partire da differenti fonti di dato, caratterizzati da precisione e dettaglio differenti. Tali fonti sono poi state integrate in GIS in un dato geometrico unico. Di seguito vengono elencate le fonti utilizzate in ordine decrescente di dettaglio:

- Rilievo topografico dell'area a monte del cimitero oggetto della futura espansione. Rilievo di 5 attraversamenti presenti sull'area comunale compreso in particolare quello più influente sui livelli dell'area cimiteriale ovvero la Sp 22
- RIPRESA AEREA ICE 2009-2011 DTM-SDO CTR FOGLIO 134 disponibile al geoportale regionale con risoluzione 5 m per la definizione di aree di golena secondarie esterne alla precedente copertura.

L'integrazione delle fonti è stata implementata in GIS ed in RAS MAPPER ed ha consentito di ottenere un DTM unitario utilizzabile per la modellazione. In particolare il DTM ottenuto è coerente con il rilievo topografico; da quest'ultimo infatti è stato ricavato, oltre che la geometria dei ponti: la forma e la quota di fondo delle sezioni del Banna, la caratterizzazione di dettaglio delle aree di futura espansione.

Per quanto riguarda la geometria non rilevata, dedotta dal geoportale, questa è stata traslata in quota ed abbassata di 117 cm al fine di minimizzare lo scarto tra DTM regionale e piano topografico del rilievo.

Il DTM così ottenuto fornisce una quota del terreno continua mentre la geometria di altri elementi che non è possibile descrivere con il DTM (es i ponti ed i muri esistenti) è stata introdotta direttamente in HEC RAS in fase di modellazione sulla base del dato topografico di rilievo e del tracciato delle tavole di progetto.

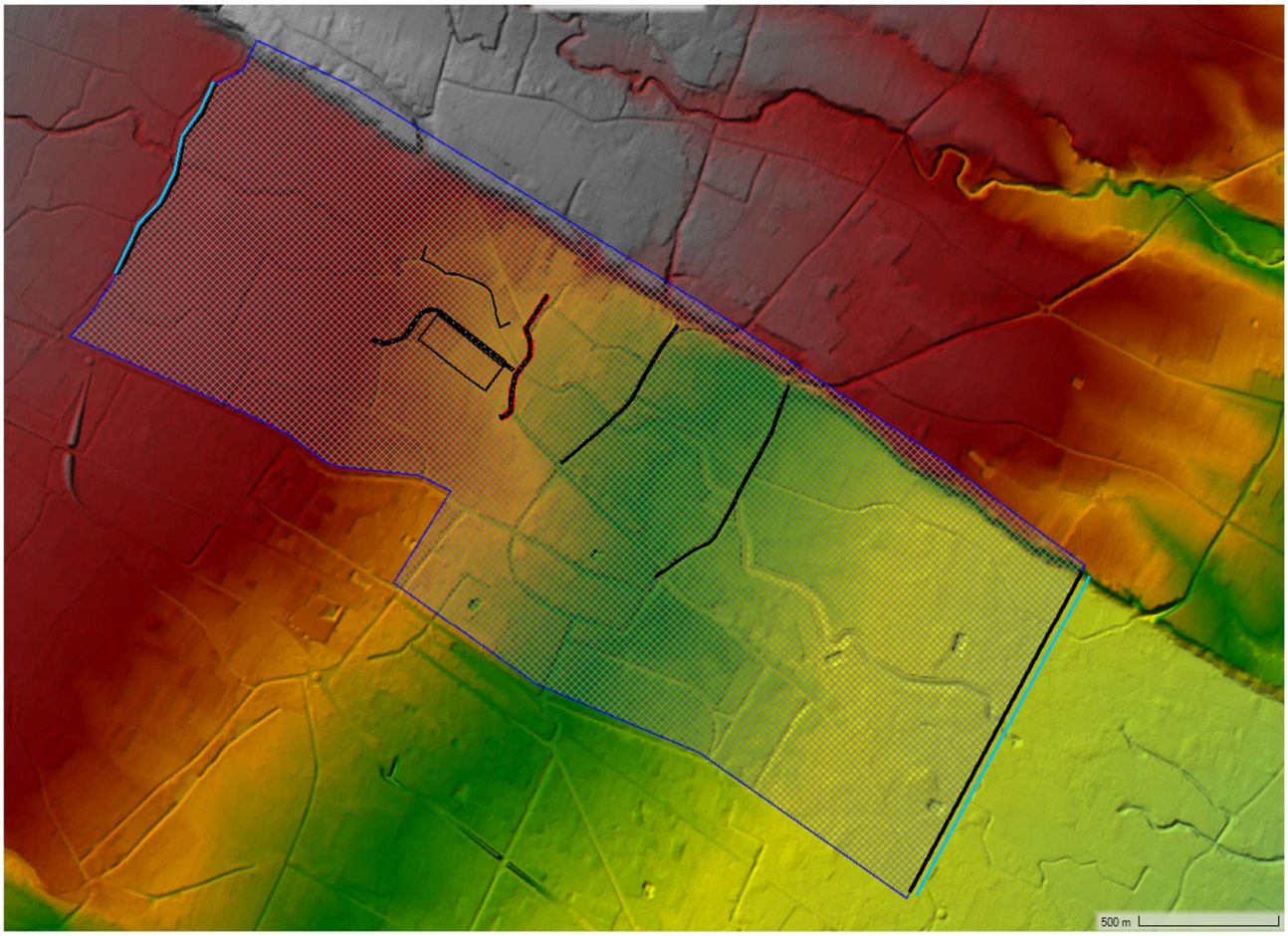
Sulla base dell'assetto geometrico definito in precedenza è possibile implementare le due configurazioni geometriche che definiscono gli scenari di riferimento.

Considerato che l'assetto idrologico è fissato per tutti gli scenari, la configurazione geometrica rappresenta in tal caso l'elemento distinguente di ciascuno scenario.

è possibile differenziare tra:

- condizioni di rilievo
- condizioni di ipotesi di espansione cimiteriale e protezione dell'area coerente con il Piano regolatore Cimiteriale.

il dominio è così rappresentabile:



Su tale dominio topografico è stata implementata una mesh di calcolo del tipo “2D area” contorno in blu nella soprastante figura che comprende l’intera area di interesse modellata, compreso l’alveo.

La risoluzione generale della cella di calcolo del mesh è stata assegnata pari a 12 x 12 m e successivamente infittita e dettagliata principalmente in corrispondenza delle sommità delle arginature dei corsi d’acqua, dei rilevati di viabilità e dei limiti significativi aventi funzionalità idraulica sino ad una risoluzione di 3 m circa o anche inferiore dove necessario. Complessivamente si sono ottenute le seguenti caratteristiche medie del dominio:

```
Mesh contains: 31852 cells
max cell(21840) = 292.22(m2)
min cell =  71.11(m2)
avg cell = 144.22(m2)
```

La dimensione delle celle non rappresenta per il modello HEC RAS 6.5 il limite della risoluzione. Il calcolo del risolutore in termini di area liquida, volume di invaso e raggio idraulico si basa infatti sulla geometria e sulla risoluzione del DTM.

Il dominio di calcolo viene infine completato da una serie di “Break Lines” e “Internal Connection” che rappresentano limiti fisici della geometria e, nel caso, manufatti particolari quali arginature di sponda a sviluppo lineare.

In conclusione le assunzioni geometriche, sia per quanto riguarda la descrizione delle aree che per quanto attiene alla trasposizione di queste all’interno del modello, si ritengono sufficientemente curate ed esaustive delle esigenze di dettaglio e modellazione.

4.3 DEFINIZIONE DEGLI IDROGRAMMI IN INGRESSO

Le ipotesi di calcolo relative alle condizioni al contorno introdotte nel modello di simulazione numerica bidimensionale comprendono delle condizioni di moto vario. Occorre infatti fornire al modello degli

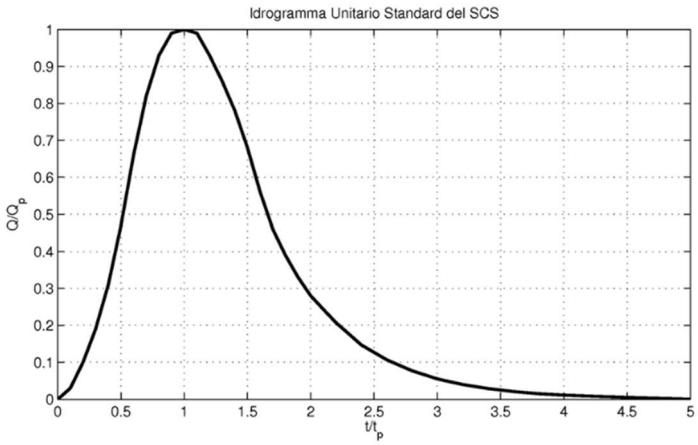
idrogrammi variabili nel tempo in ingresso in corrispondenza al contorno del dominio. Tipicamente nel modello 2D vengono introdotti idrogrammi d portata sulle sezioni di monte. I valori al colmo derivanti dall'assetto idrologico risultano i seguenti

	Tempo di ritorno di 50 anni (m^3/s)	Tempo di ritorno 200 anni (m^3/s)
Sezione di Chiusura a Ciriè SP22	90.8	129.5

la trasposizione di detti valori al colmo in sensati idrogrammi di riferimento può essere fatta con varie metodologie. Nel caso in esame, non avendo a disposizione il modello afflussi deflussi originale del Politecnico e viste le assunzioni cautelative operate e le finalità del presente studio si è adottata la forma dell'idrogramma unitario del SCS. In tal caso si è attribuito il valore al colmo Qp pari al colmo associato al tempo di ritorno, assumendo il Tp tempo di picco pari a 3 ore. Si è valutato infatti che a Ciriè l'evento maggiormente impattante dello Studio Politecnico avviene per Tp= 3 ore.

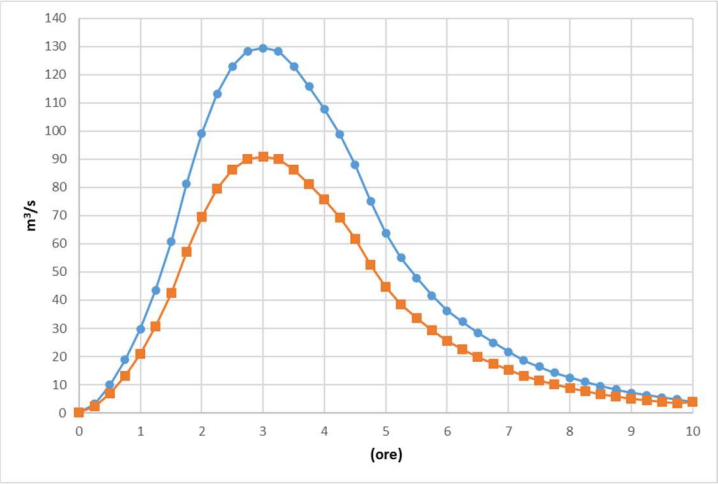
t/t_p	Q/Q_p	t/t_p	Q/Q_p	t/t_p	Q/Q_p
0.0	0	1.1	0.990	2.4	0.147
0.1	0.030	1.2	0.930	2.6	0.107
0.2	0.100	1.3	0.860	2.8	0.077
0.3	0.190	1.4	0.780	3.0	0.055
0.4	0.310	1.5	0.680	3.2	0.040
0.5	0.470	1.6	0.560	3.4	0.029
0.6	0.660	1.7	0.460	3.6	0.021
0.7	0.820	1.8	0.390	3.8	0.015
0.8	0.930	1.9	0.330	4.0	0.011
0.9	0.990	2.0	0.280	4.5	0.005
1.0	1.000	2.2	0.207	5.0	0

Tabella Coordinate idrogramma unitario SCS adimensionalizzato



Idrogramma unitario SCS adimensionalizzato

In sintesi gli idrogrammi adottati risultano i seguenti:



4.4 CONDIZIONI AL CONTORNO

Le condizioni al contorno di monte del modello 2D sono state definite introducendo nel modello gli idrogrammi precedenti.

Le condizioni al contorno di valle prevedono di adottare, in uscita dal modello, delle condizioni di pendenza uniforme sulla linea del dominio di uscita. Tale pendenza di moto uniforme, assimilabile quindi alla pendenza del fondo, è stata valutata sulla base dell'effettivo sviluppo del fondo alveo nella zona di uscita. Il valore di pendenza è stato stimato da un profilo longitudinale lungo l'alveo, esteso per un congruo tratto a valle del dominio in oggetto, al fine di stimare l'effettiva pendenza media dell'alveo. Il valore adottato è il seguente:

Uscita del modello pendenza m/m 0.008 (0.8%)

4.5 COEFFICIENTI DI SCABREZZA

il coefficiente di scabrezza per la 2D area è stato differenziato a seconda dell'alveo o della golena, in alveo è assunto un valore di *n* di Manning pari a 0.055 $m^{-1/3}$ s (18 $m^{1/3}s^{-1}$ C di Strickler). Esternamente è assunto un valore di *n* di Manning pari a 0.06 $m^{-1/3}$ s (16.7 $m^{1/3}s^{-1}$ C di Strickler). In corrispondenza dei ponti, considerato lo stato del CLS si è assunto un valore di *n* di Manning pari a 0.03 $m^{-1/3}$ s (33.3 $m^{1/3}s^{-1}$ C di Strickler) per le sezioni di impalcato e per il fondo.

Le scelte effettuate sono certamente coerenti rispetto a quanto previsto dalla direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" - *Autorità* di Bacino *Distrettuale del Fiume Po*.

5. DEFINIZIONE DEI LIVELLI IDROMETRICI SINTESI DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

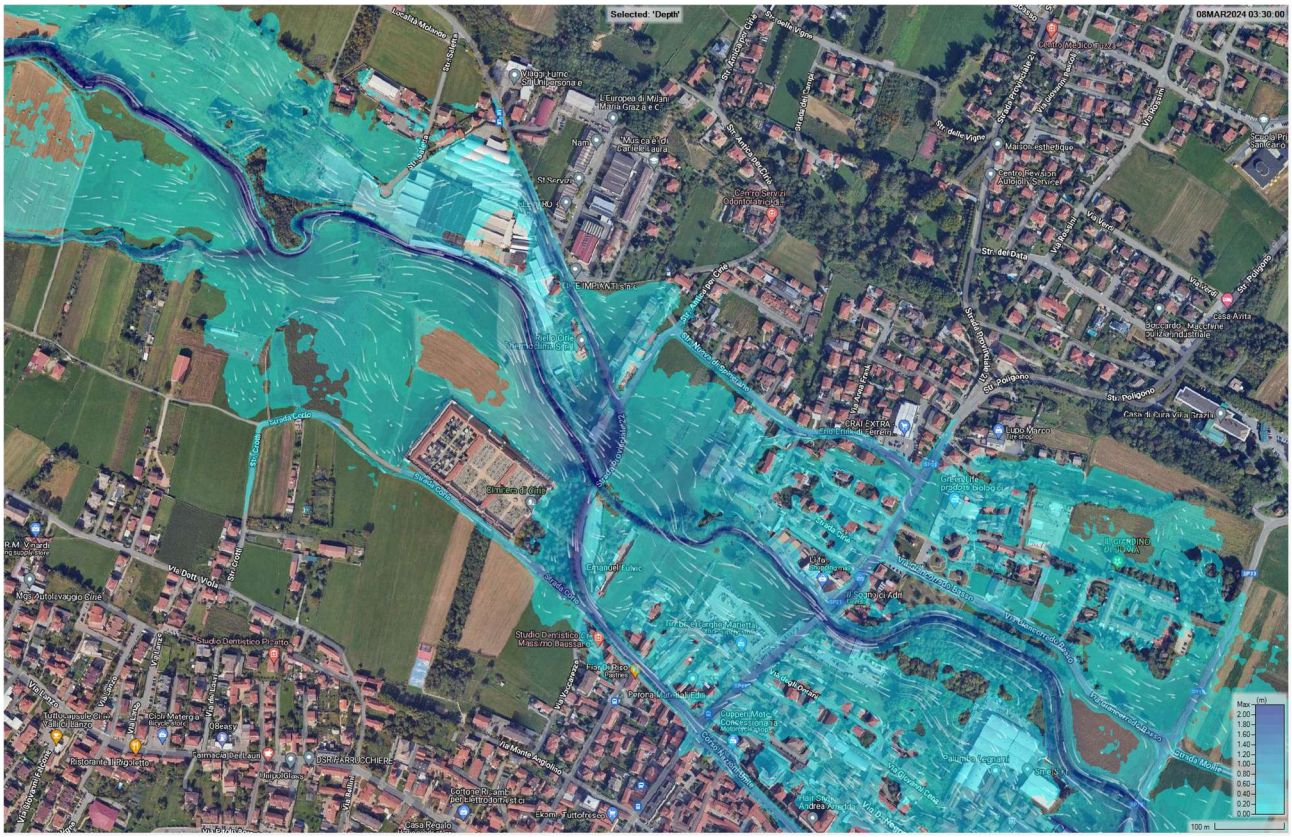
Il modello elaborato consente in definitiva di individuare le variabili idrauliche globali dell'area di interesse e di verificare il comportamento delle opere in progetto rispetto ai vincoli presenti, scegliere il prevedibile riasetto territoriale. In particolare gli obbiettivi della presente sono:

- definire i livelli di riferimento e le velocità nelle le attuali condizioni in modo da comprendere la dinamica idraulica sull'area
- valutare il grado del dissesto presente sulle aree e raffrontare lo stesso con i vincoli già esistenti
- definire i livelli di riferimento e le velocità radenti per le future opere di mitigazione in modo da poter prevedere eventuali apprestamenti specifici dell'intervento, contenere i livelli e le eventuali dinamiche erosive
- dimostrare che l'intervento in oggetto ha effetti trascurabili sulla volumetria di invaso ovvero che l'intervento non modifica il volume di invaso e l'idrogramma di riferimento
- dimostrare che l'intervento in oggetto non determina incrementi anomali di livello verso monte o valle per effetto di parzializzazioni di sezione o di ostacoli al deflusso

gli scenari definiti consentono appunto di poter approfondire e rispondere ai precedenti punti

5.1 CONDIZIONI STATO DI FATTO

Per quanto attiene alle condizioni di rilievo si ha la seguente immagine che evidenzia le attuali condizioni di tirante in corrispondenza del Cimitero con base “Google Satellite” per tempo di ritorno di 200 anni.

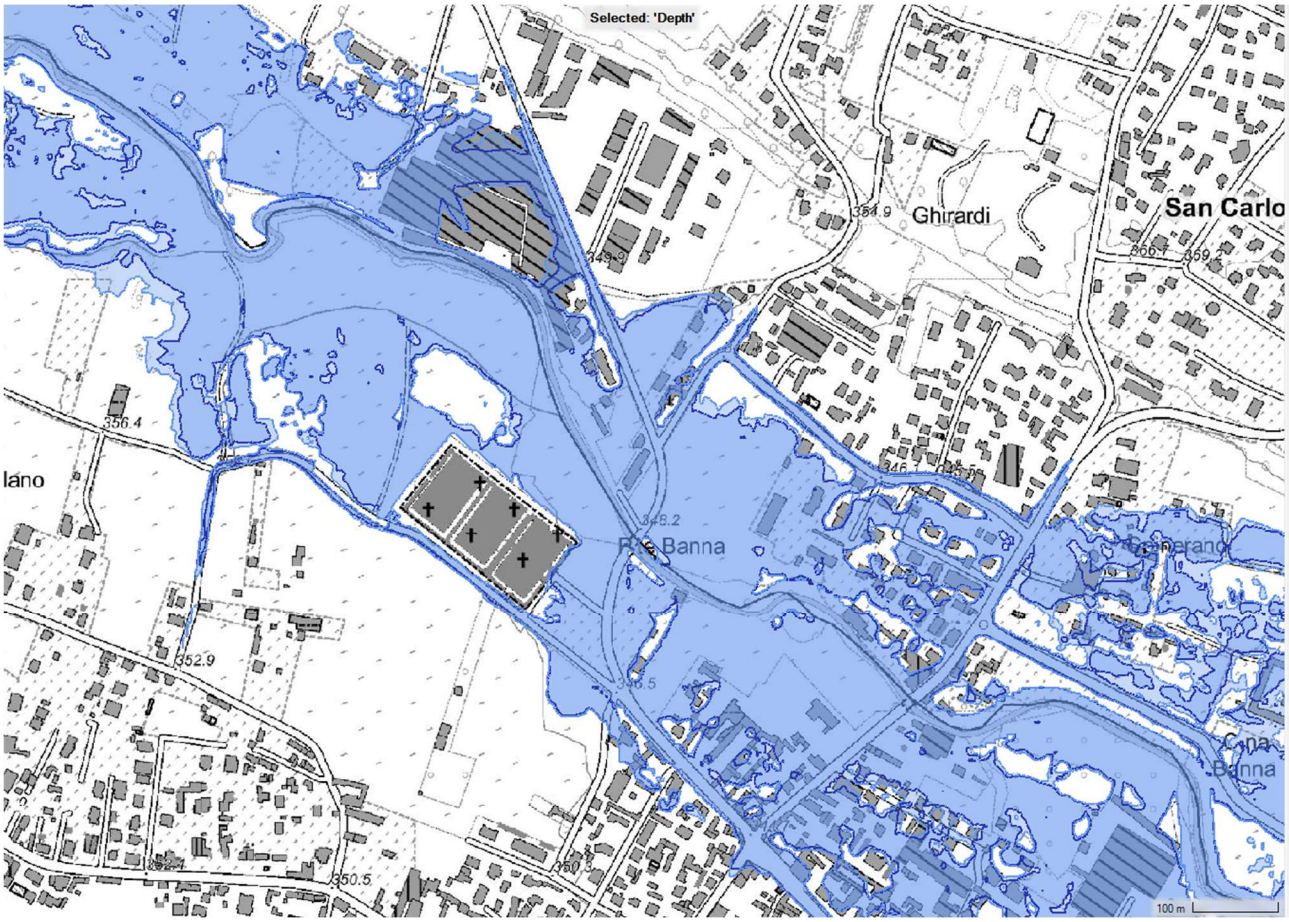


Tiranti condizioni di rilievo Tr 200 anni variazione tra 0 (azzurro) e 3 m o più (blu scuro)

Si osserva che il dissesto in corrispondenza dell’attuale cimitero, sotto le ipotesi idrologiche scelte, è presente anche se i tiranti che interessano la muratura esterna sono piuttosto limitati. La dinamica di esondazione è condizionata da alcuni fattori che merita evidenziare. Innanzi tutto è presente una zona di quote di piano campagna maggiormente rilevate tra l’angolo nord ovest del cimitero e la sponda destra Banna. Quest’area comporta, in piena, la formazione di un’isola che favorisce la deviazione delle acque verso destra sino a raggiungere il muro ovest del cimitero che, risultando trasversale alla direzione di deflusso, favorisce il ristagno dell’esondato. Le acque a monte dell’area tendono a fuoriuscire dall’alveo in destra, in particolare in corrispondenza della doppia conversione esistente a monte della zona industriale; anche i muri presenti a protezione di quest’ultima, oltre all’isola, facilitano il convogliamento di un flusso di esondazione in prevalenza verso la sponda destra e verso il cimitero piuttosto che non verso la sponda opposta.

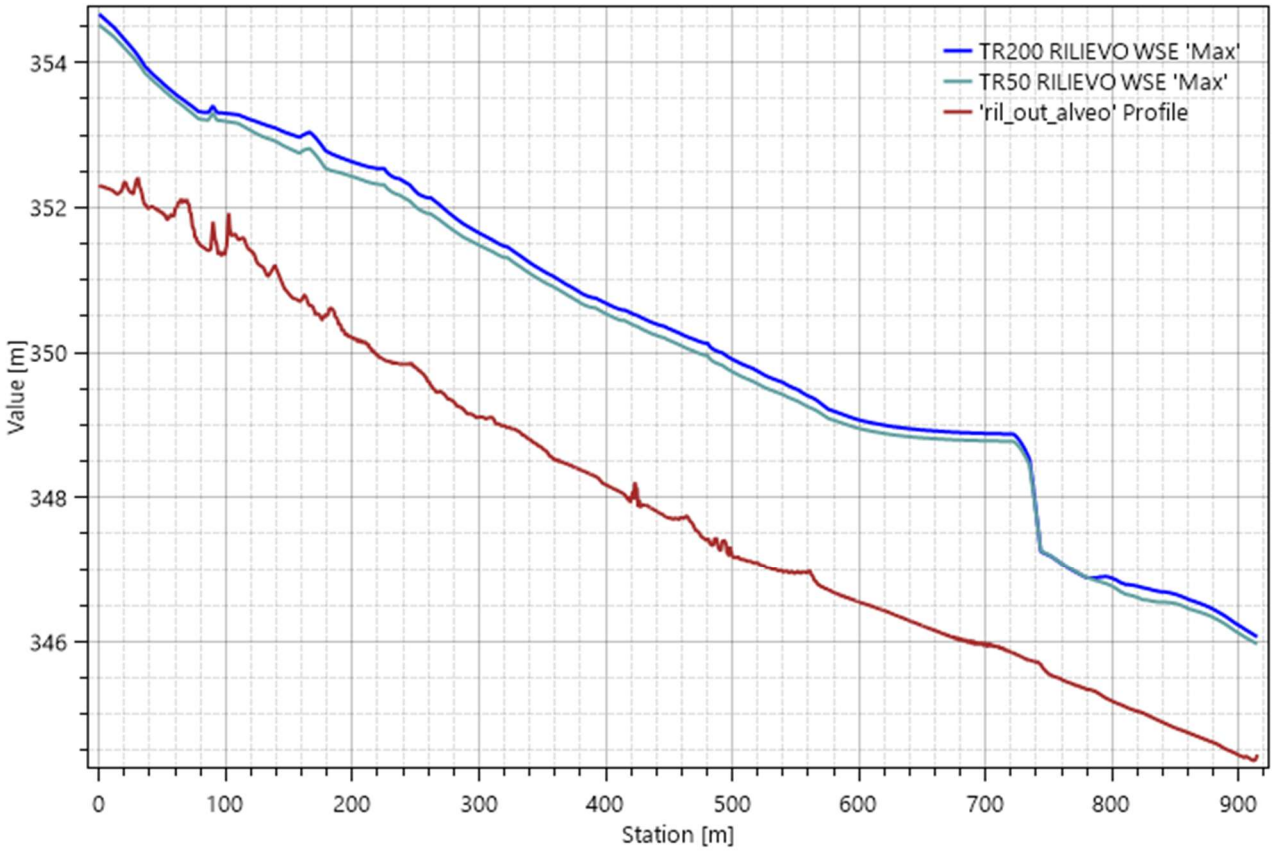
Altro fenomeno marcato è l’insufficienza al deflusso delle portate di piena del ponte della SP22, fattore questo che determina una tendenza all’aggiramento del ponte sia in destra che in sinistra interessando in particolare le aree sul lato est del cimitero antistanti l’attuale ingresso. Dal lato destro del Banna il limite di esondazione è comunque costituito da Via Corio, Sul lato San Carlo il limite raggiunge strada nuova di Spinerano.

La dinamica di rilievo precedentemente illustrata si mantiene anche nelle condizioni Tr 50 con tiranti ed aree esondate di poco inferiori, segno che le tendenze descritte sono caratteristiche di un amplio range di portate, il confronto tra le estensioni esondate viene rappresentato nella successiva immagine



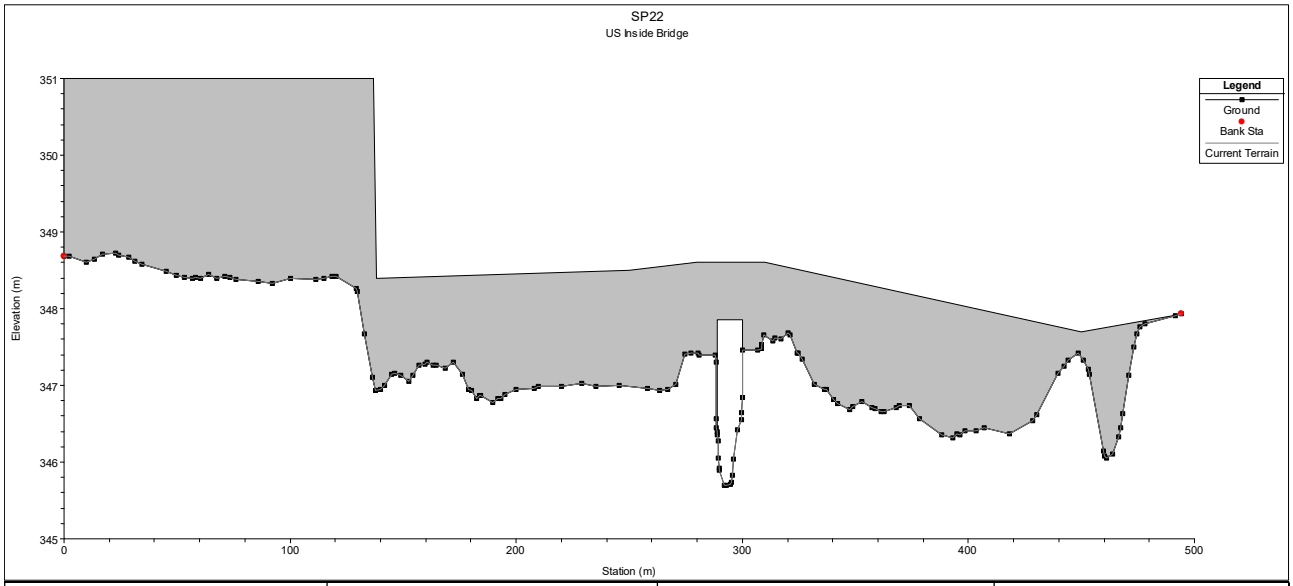
Contorno blu scuro TR50 anni, contorno Blu chiaro Tr 200 anni.

Risultano inoltre significative alcune sezioni tracciate sia in corrispondenza del cimitero sia in corrispondenza dell'alveo e del ponte della sp22.

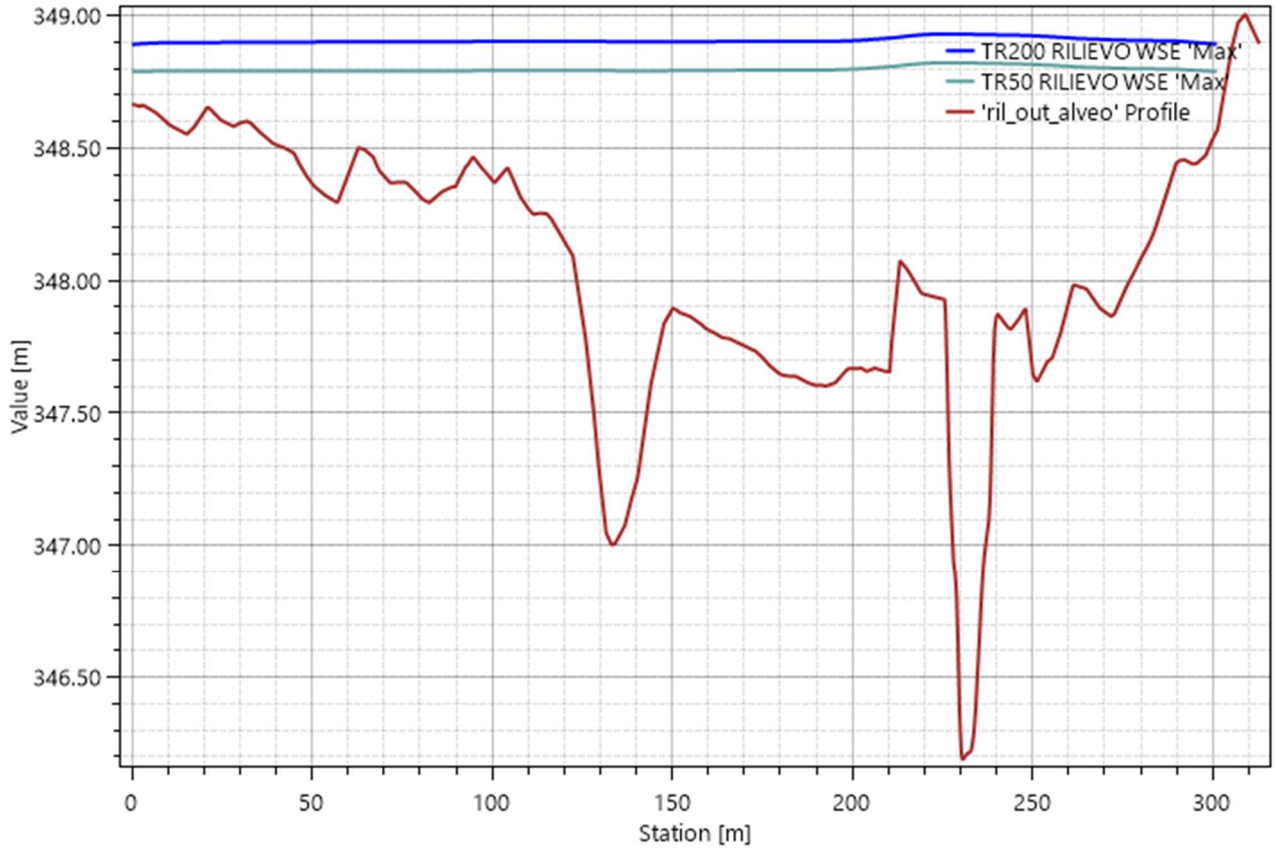


Nel profilo longitudinale a partire dalla doppia conversione a monte cimitero sino a valle ponte sp 22 si notano differenze di livello di 15-20 cm tra tr50 e 200 ed un marcato rigurgito del ponte sp22 situato alla progressiva 730 m.

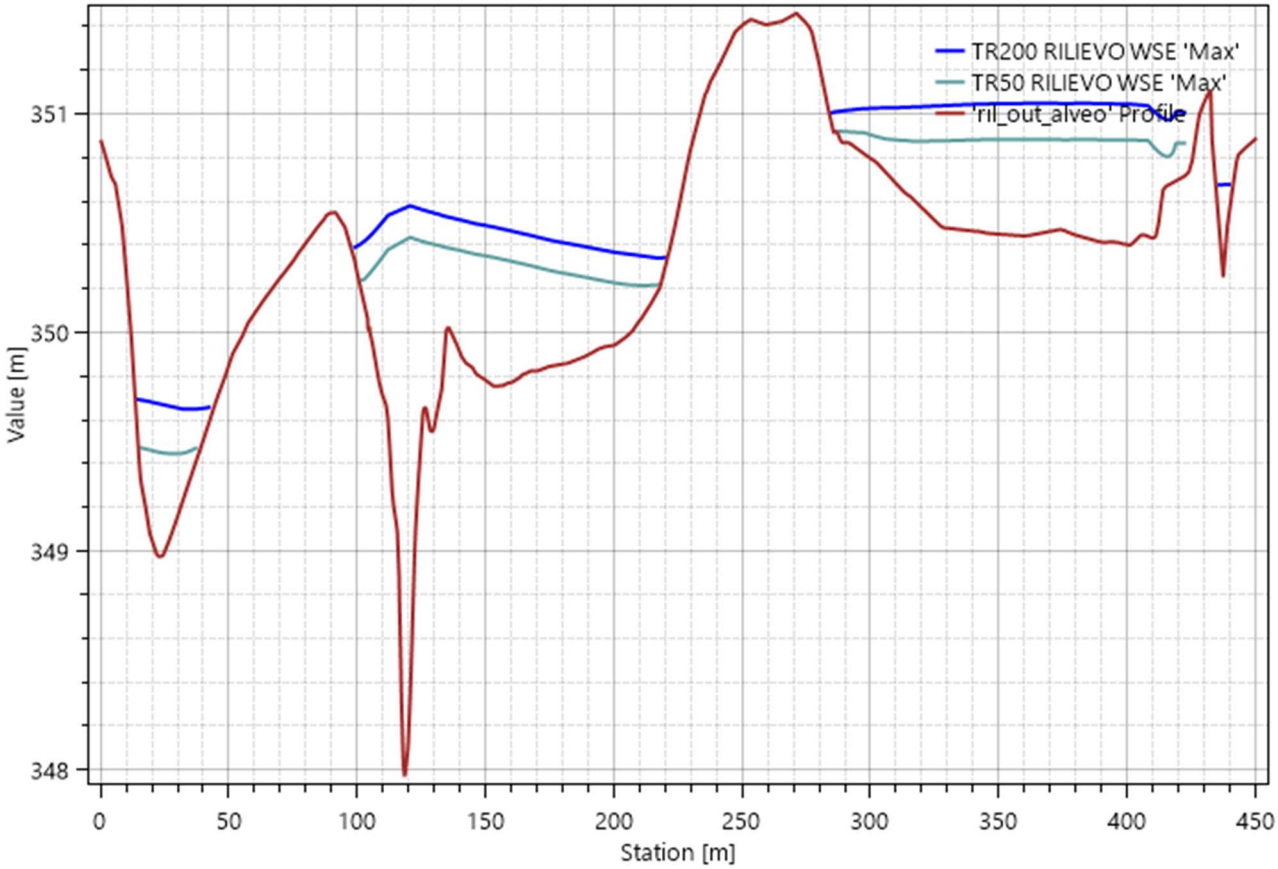
Per il ponte in particolare si ha:



Tempo di ritorno	Livello a monte calcolato (rilievo) msm	intradosso	Estradosso all'attraversamento
50 anni	348.60	347.85	348.60
200 anni	348.70	347.85	348.60

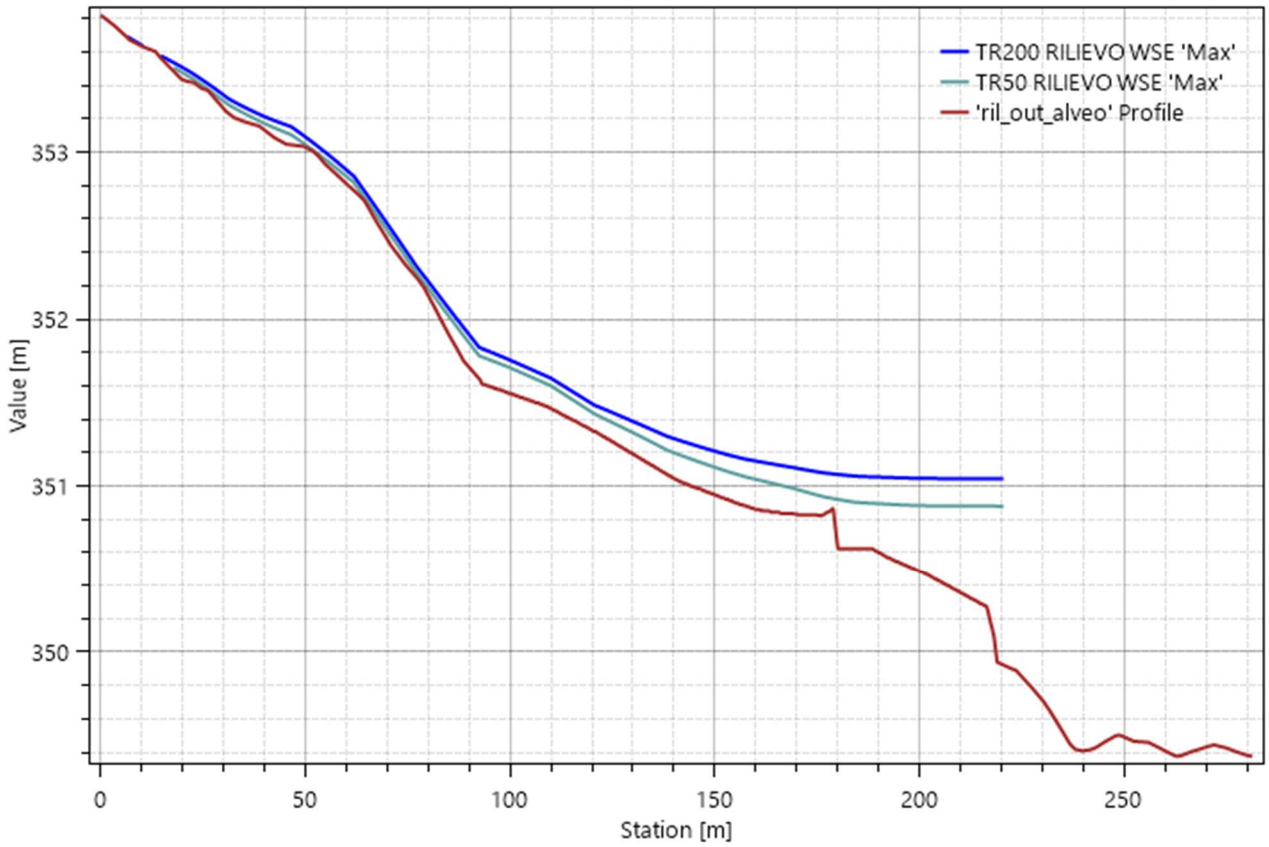


Nella soprastante immagine la sezione in linea con il lato sud est del cimitero



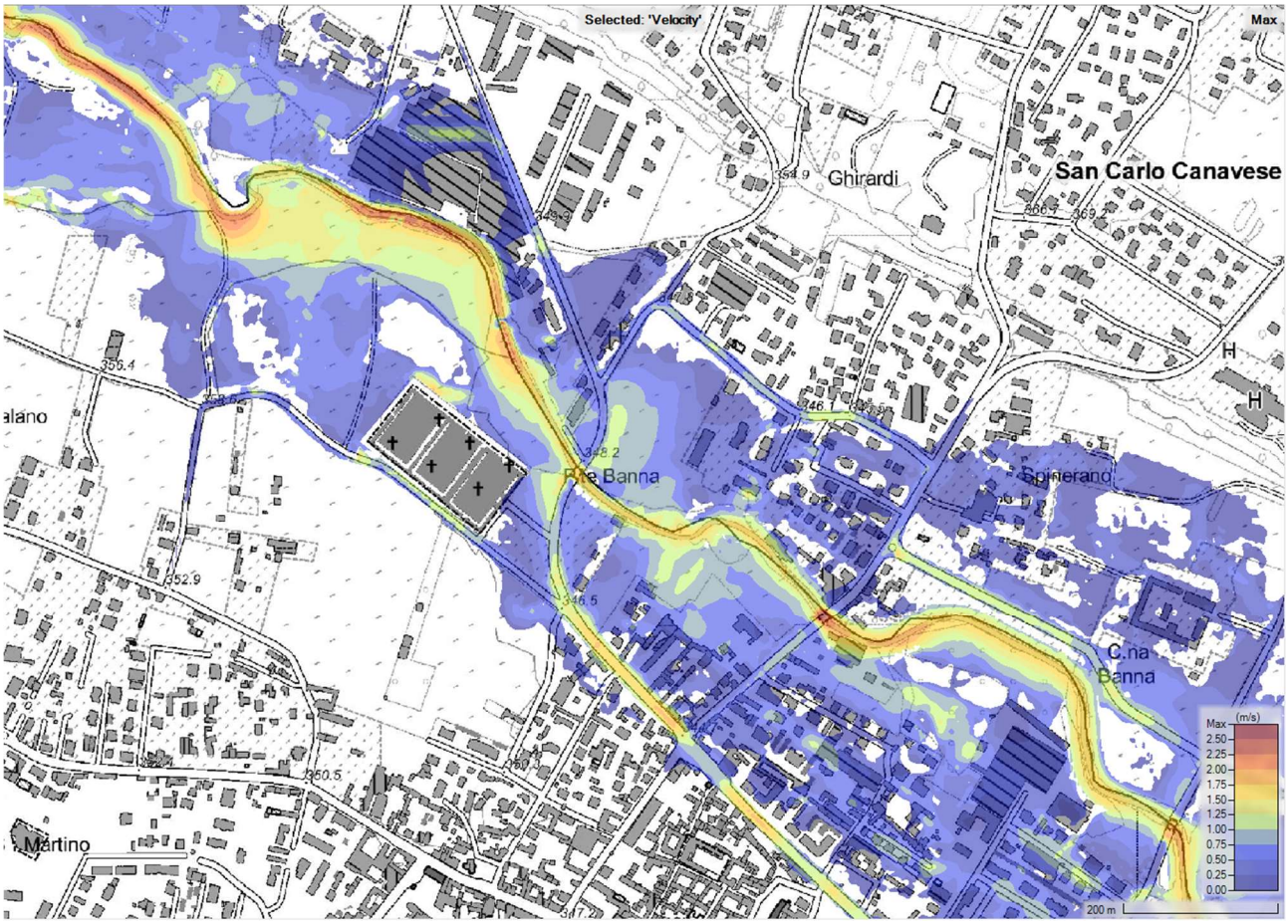
Sezione in corrispondenza del lato nord ovest (monte) del cimitero: si nota l'area industriale di San Carlo protetta in sinistra dai muri (progr 100) e tuttavia interessata da acque di aggiramento provenienti da strada

Saletta; si nota inoltre che la dorsale centrale presente sulla sezione (progr. 200-300)determina che le acque esondate che arrivano a lambire il lato nord ovest del cimitero (progr. 300-400) risultano pensili rispetto ai livelli d'alveo, per tale flusso risulta difficoltoso il rientro in alveo per effetto delle quote rilevate presenti appunto tra la progressiva 200 e 300.

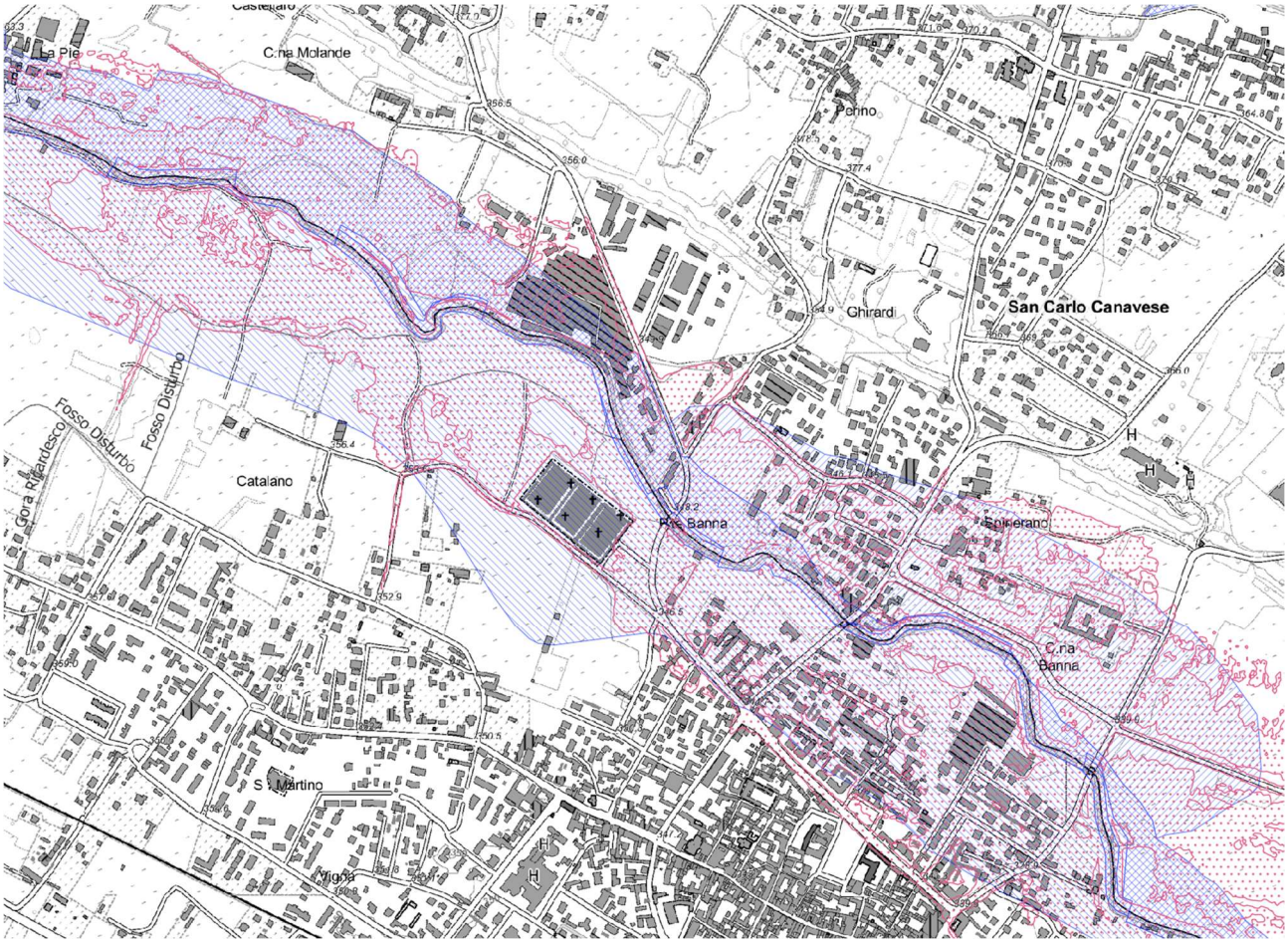


Profilo ortogonale al muro nord ovest di monte del cimitero attuale: i tiranti sulle aree esondate sarebbero molto limitati 20-30 cm tuttavia si ha un significativo effetto barriera del muro stesso e dell'orografia esistente tra muro nord e Banna con il mancato rientro in alveo delle acque ed il rigurgito in prossimità del muro.

Per quanto riguarda le massime velocità di flusso le precedenti considerazioni sono confermate dal campo di velocità che evidenzia dei ristagni proprio in corrispondenza del lato di monte del cimitero. si ha la seguente immagine relativa alle condizioni duecentennali



Le massime velocità si verificano ovviamente a valle del ponte della sp22 ed in alveo, arrivando a 2,5-3 m/s max. a monte del cimitero si ha evidente rallentamento del flusso con lento deflusso sia a destra che a sinistra dei muri di cinta cimiteriale.



Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM), di pianura (RSP)

Probabilità di alluvioni elevata (tr. 10/20)

Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200)

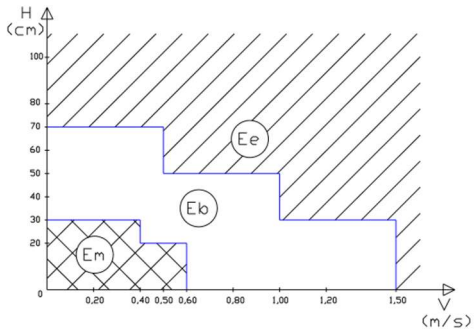
Probabilità di alluvioni bassa (tr. 500)

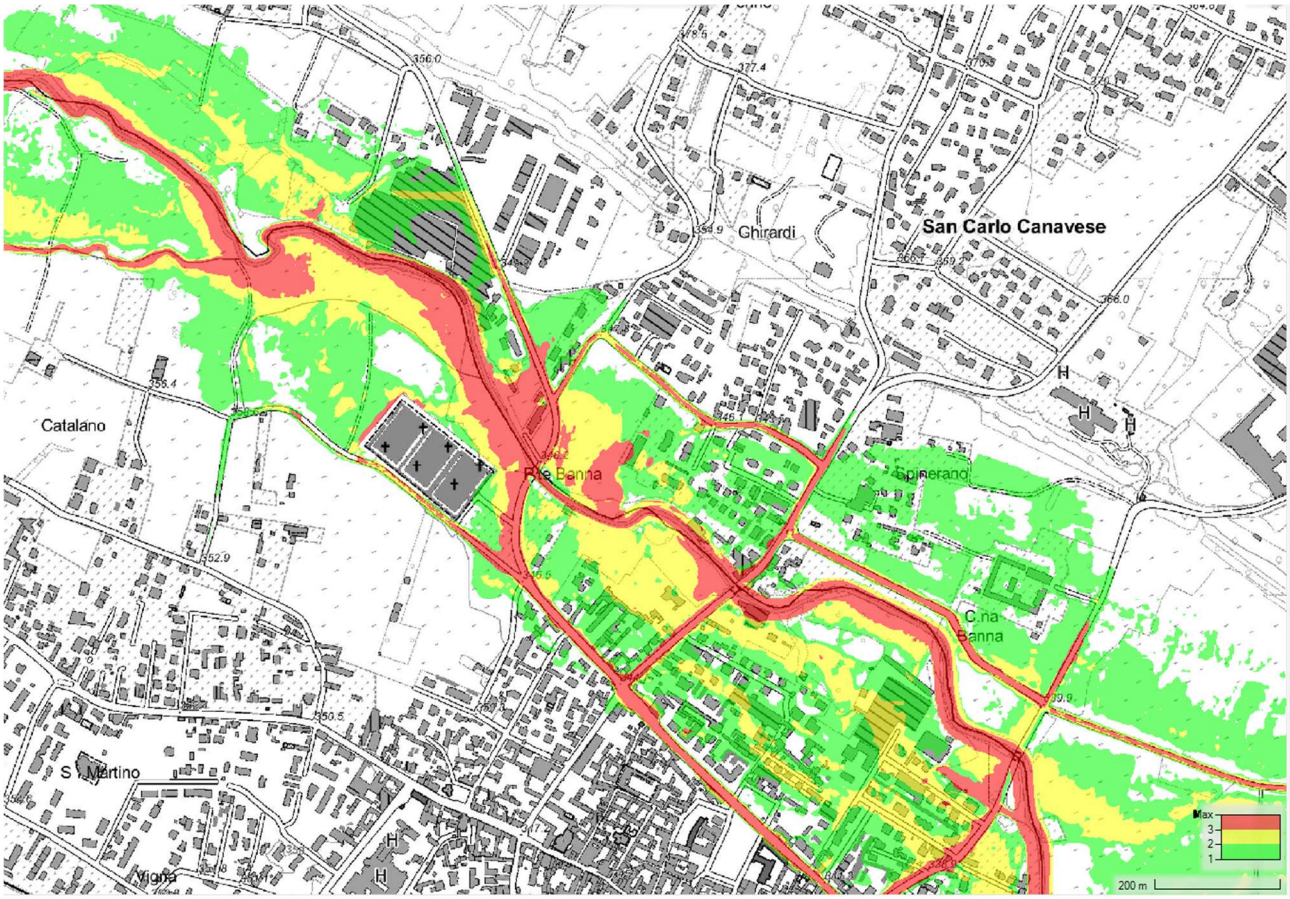
Inundation boundary tr200

Nella precedente immagine gli areali del PGRA sono sovrapposti alla linea di massima esondazione. l'esondazione per Tr 200 calcolata con modello 2D (puntinato rosa) vanno confrontati con la probabilità di alluvioni media Tr200; dal raffronto si evidenzia una buona corrispondenza con aree censite da PGRA, quest'ultime sono tuttavia più estese in destra in corrispondenza del cimitero rispetto al modello proposto.

A scopo puramente indicativo oltre al precedente raffronto il quadro del dissesto presente sulle aree potrà essere valutato anche mediante procedure numeriche in GIS che consentano di implementare le soglie di velocità e tiranti previste dalla DGR 7 /4/2014, n. 64-7417 Indirizzi procedurali e tecnici in materia di difesa del suolo e pianificazione urbanistica.

Le soglie sono sintetizzate nel grafico seguente



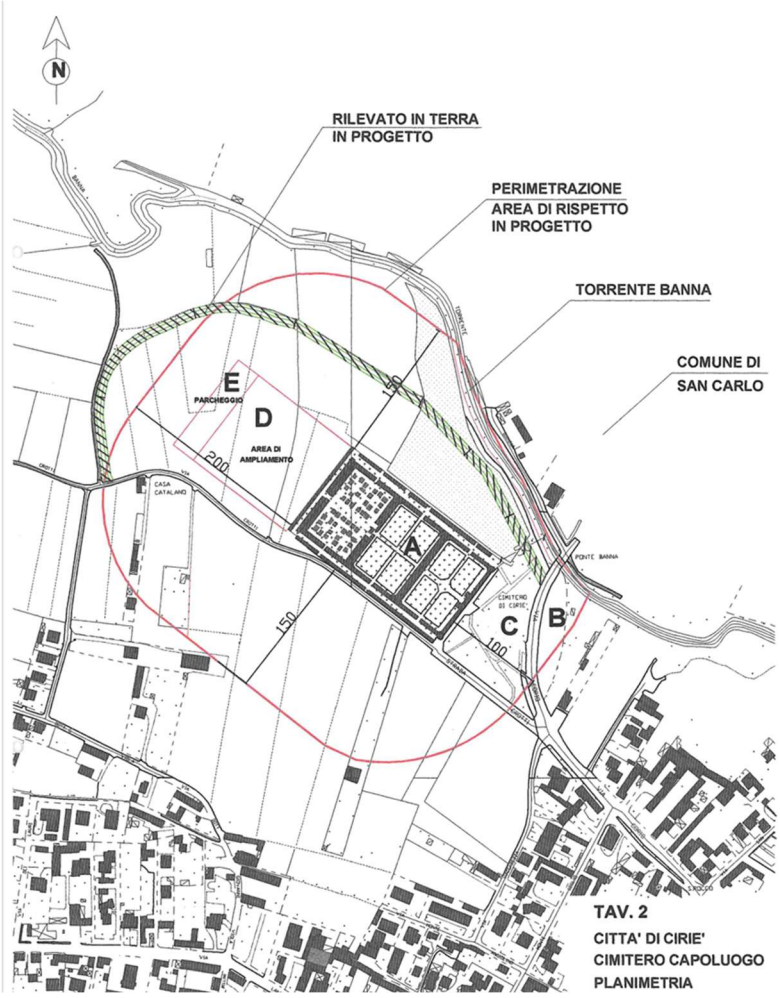


L'implementazione numerica porta alle seguenti definizioni areali: Area Em verde, Eb giallo Ee rosso.

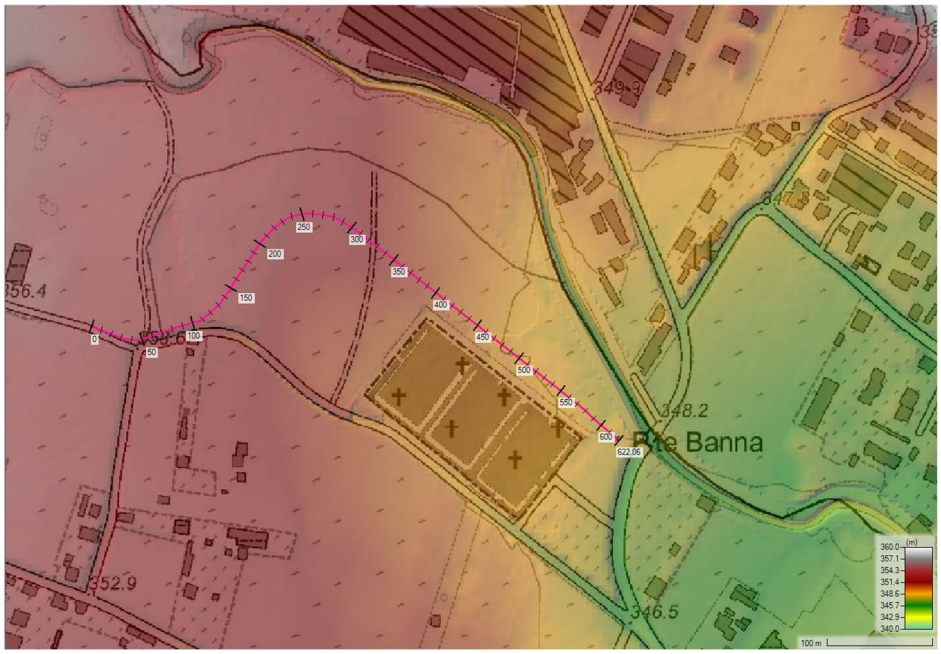
In conclusione il quadro idraulico e la dinamica di esondazione che risulta dalle analisi svolte per lo stato attuale è particolarmente complesso con un intreccio di flussi e commistioni di contributi tipici dell'approccio bidimensionale. Tuttavia le risultanze della modellazione suggeriscono che la pericolosità in corrispondenza del cimitero e delle aree a monte di questo risulterebbe comunque moderata, se non altro per la tipologia di fenomeno legata più a ristagni e mancato deflusso con tiranti non eccessivi, sebbene l'esondazione sull'area si verifichi anche per tempi di ritorno inferiori a 200 anni.

5.2 CONDIZIONI DI PROGETTO

Nell'ambito della documentazione acquisita nel corso del presente studio si sono individuati anche i limiti del Progetto di espansione cimiteriale sulla base di quanto previsto nel Piano Regolatore Cimiteriale Comunale in particolare nella tavola 2 era prevista la seguente espansione:

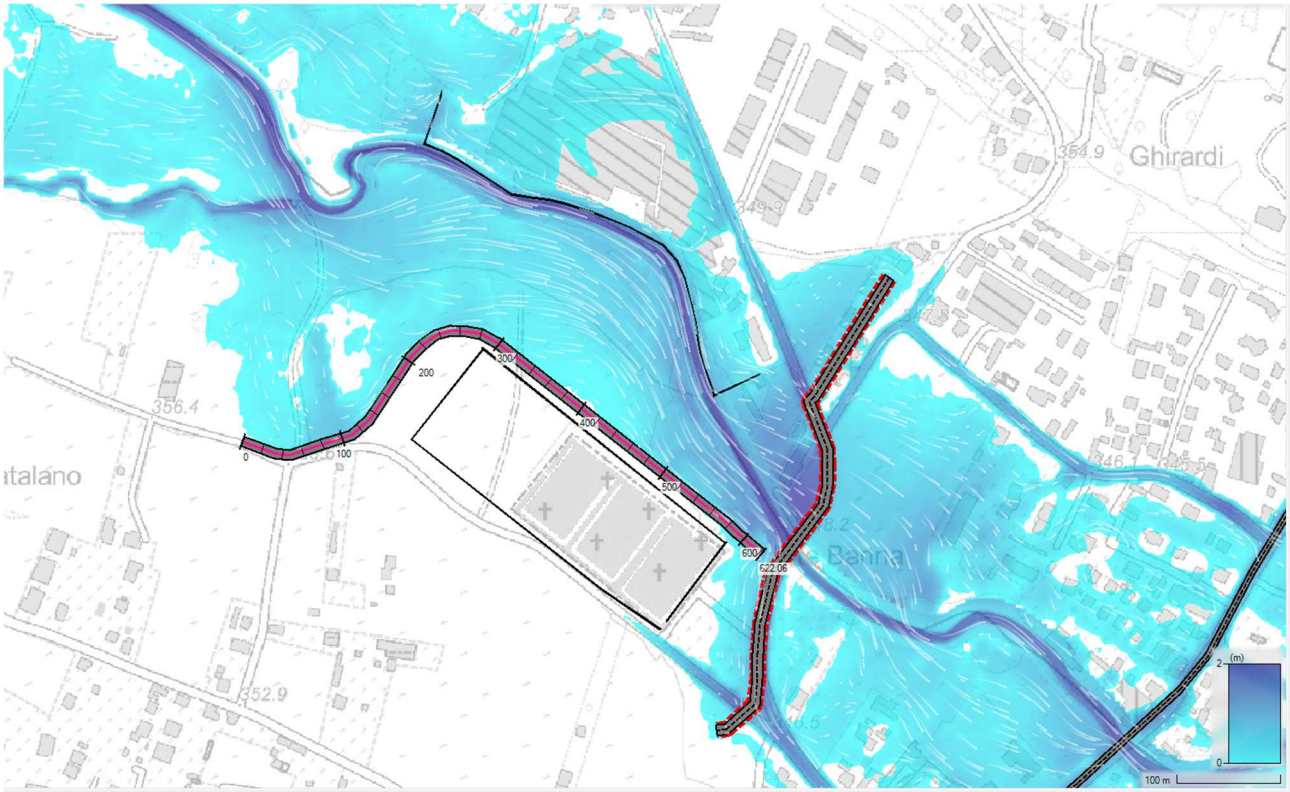


Nell'analisi idraulica bidimensionale si è contestualizzata la precedente indicazione implementando un modello sulle reali esigenze di espansione e rispetto del corso d'acqua.

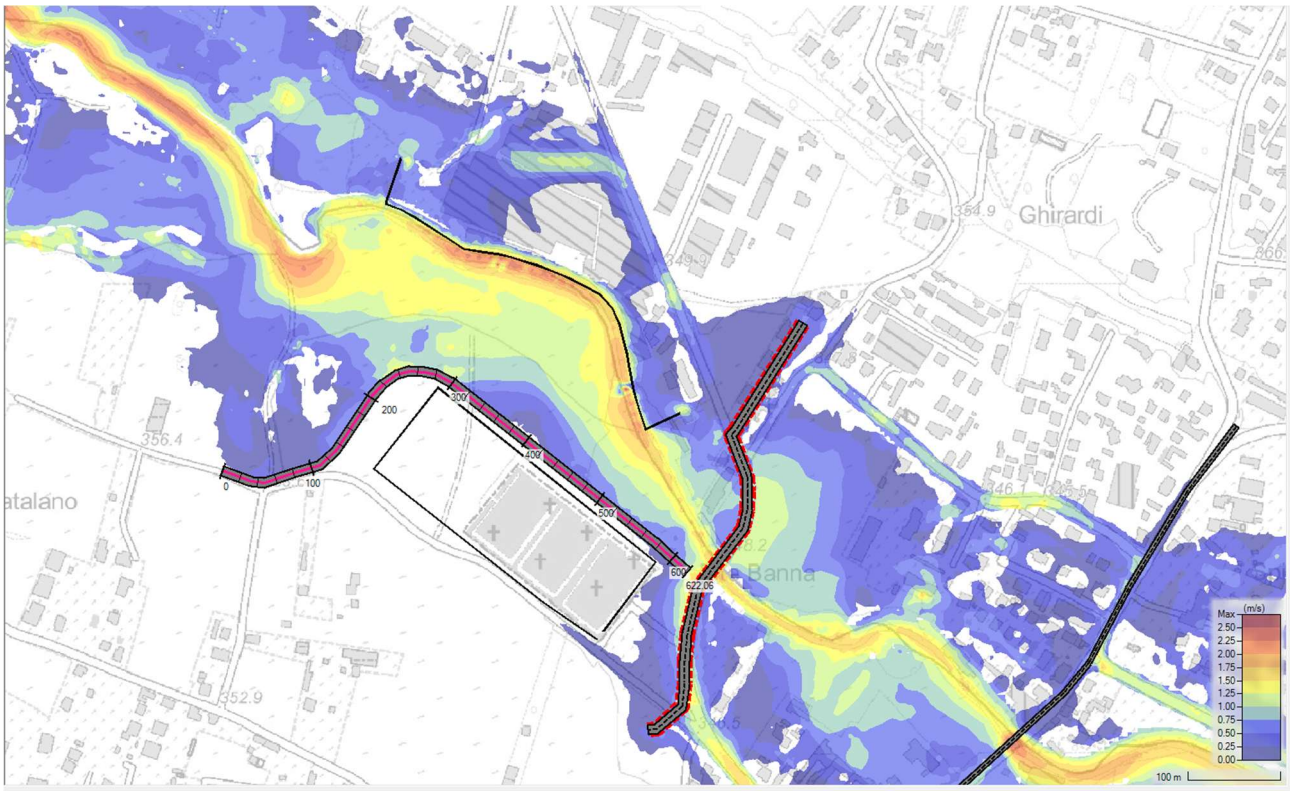


Le ipotesi di opere in progetto risultano quindi sintetizzate dalla precedente immagine una arginatura maggiormente parallela e vicina agli attuali muri lato nord con la possibilità di ampliamento a nord ovest. Nell'ambito dell'intervento sarebbe anche prevedibile e benefico ai fini idraulici una regolarizzazione dell'area rilevata compresa tra cimitero e e sponda destra Banna.

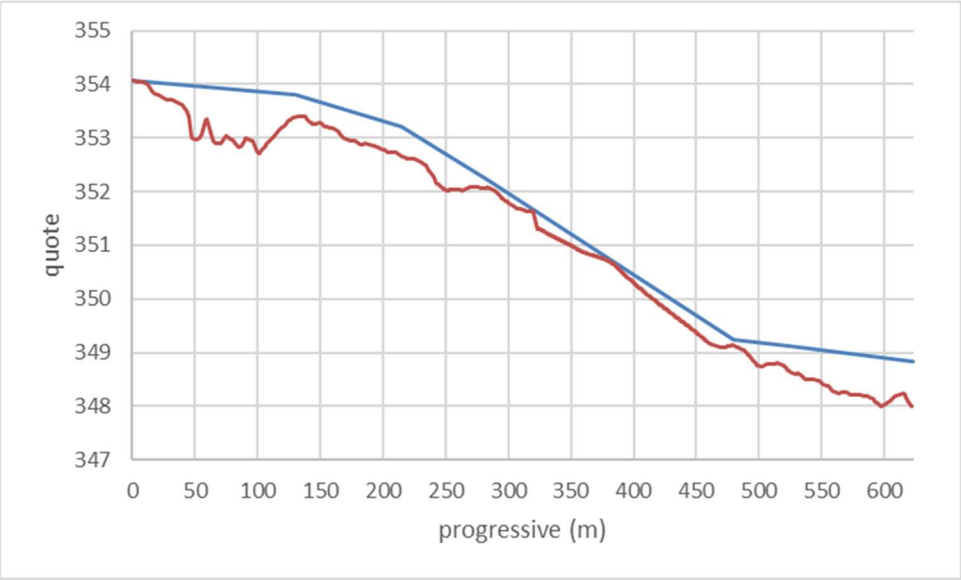
Gli effetti idraulici dell’assetto arginale proposto sono così evidenziabili sia in termini di tiranti che di velocità



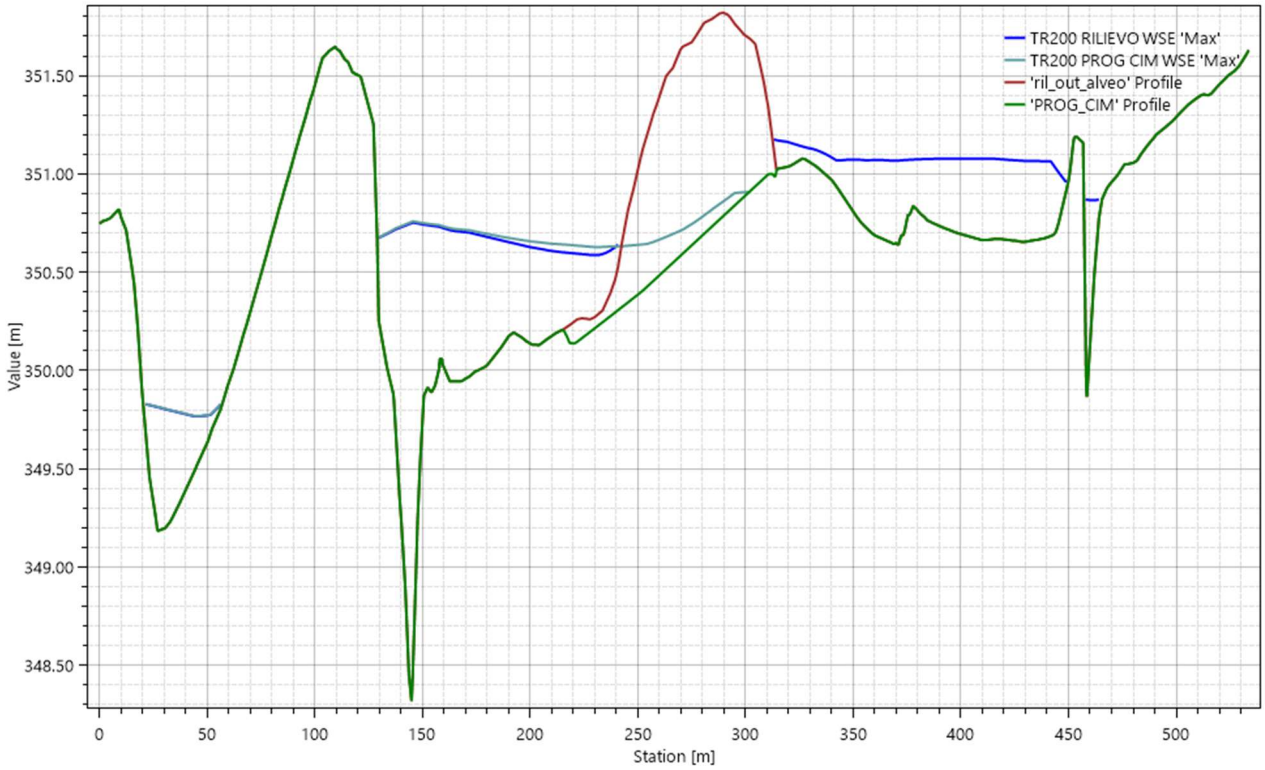
Tiranti per Tr 200 anni



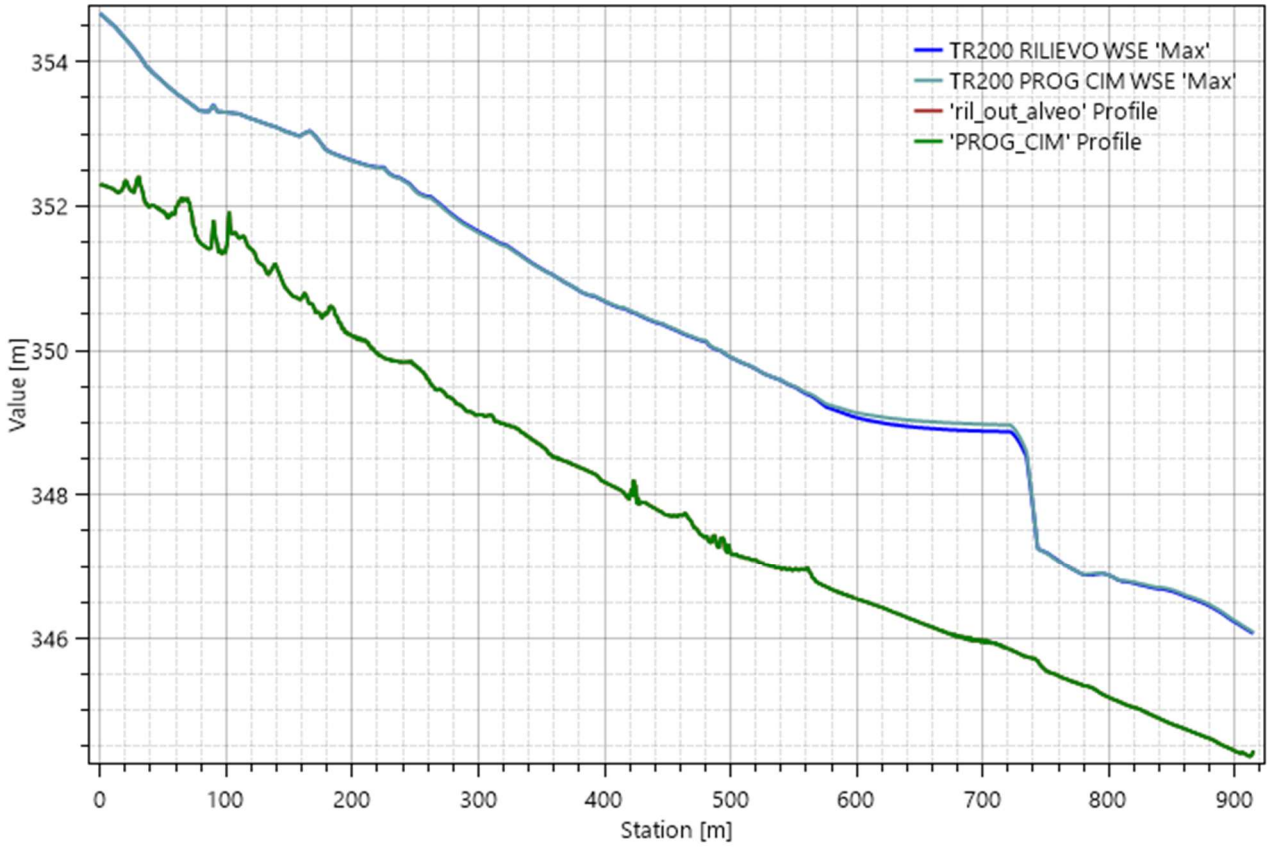
Il profilo arginale risulta il seguente



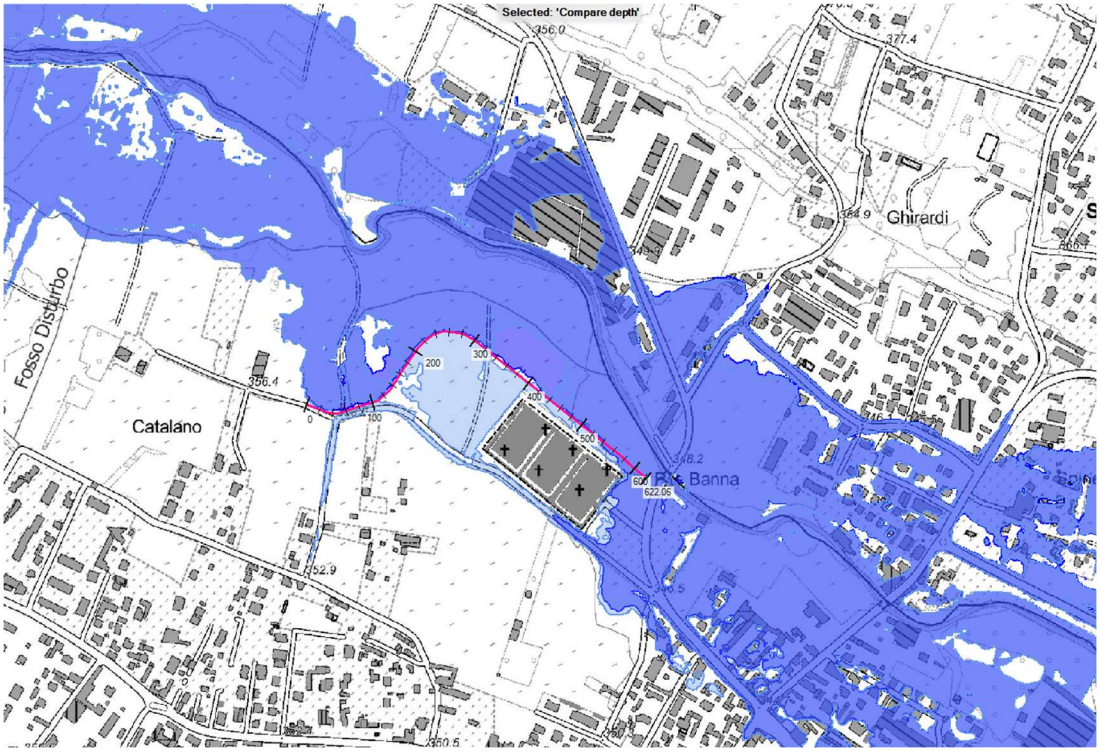
Marrone terreno blu interpolazione massimi livelli idrici su cui impostare le quote arginali



La presente sezione in corrispondenza del lato nord ovest (monte) del cimitero raffronta le condizioni di rilievo in blu scuro e quelle di progetto in blu chiaro: in destra viene rimosso il ristagno pensile presente mentre l'ipotesi di rimozione della dorsale centrale tra la progressiva 250 e 300 consente un maggiore invaso golenale si vede inoltre che sulla sponda sinistra le modifiche geometriche hanno una influenza molto limitata.



Anche il raffronto tra il profilo longitudinale di rilievo e di progetto lungo il fondo alveo non evidenzia modifiche rilevati per il tempo di ritorno di 200 anni ad esclusione del fatto che in corrispondenza del ponte, per effetto dell'arginatura che riconvoglia le acque verso l'alveo, si ha un modesto incremento di livello al ponte di circa 9 cm.



Per quanto riguarda l'estensione delle aree esondate non si hanno variazioni significative del dissesto se non in corrispondenza dell'arginatura come dimostra il precedente confronto tra le esondazioni per tr 200 ante e post intervento.

Variazione di tirante tra le condizioni di progetto e di rilievo (progetto-rilievo – rosso differenze positive incremento di tirante, verde differenze negative riduzione di tirante.

Sulla base delle elaborazioni dei risultati idraulici è possibile definire la soprastante immagine che riporta la variazione spaziale del volume di invaso in condizioni di rilievo e di progetto. Si evince che esite un bilanciamento tra i fattori che riducono l'invaso, che sono sostanzialmente solo arginatura, ed i fattori che la incrementano che sono gli incrementi di livello e la rimozione (e conseguente allagamento) della dorsale esistente tra arginatura e sponda destra Banna. La precedente immagine dimostra anche che non si hanno variazioni sostanziali di tirante a est della sp22 o a ovest dell'intervento in oggetto dal che si deduce l'invarianza idrologica dell'intervento stesso.

6. CONFRONTO CON STUDIO CONSORZIO BANNA BENDOLA

Con ISTANZA DI ACCESSO ATTI AMMINISTRATIVI del 14/05/2026 presso il Consorzio per l'Arginatura e Sistemazione del Torrente Banna-Bendola veniva richiesta la trasmissione dello studio "DEFINIZIONE DELL'ASSETTO IDRAULICO DI PROGETTO DEL TORRENTE BANNA-BENDOLA NEL TRATTO COMPRESO FRA IL COMUNE DI MATHI E LA CONFLUENZA CON IL TORRENTE MALONE NEL COMUNE DI BRANDIZZO". Detto studio territoriale è commissionato dal Consorzio per l'Arginatura e Sistemazione del Torrente Banna-Bendola allo studio SRIA Studio Rosso Ingegneri Associati (S. La Ferlita – C. Amore - Luglio 2019).

Il presente studio e lo "Studio SRIA del Consorzio Banna Bendola". sono posti nel seguito a confronto.

I due studi posti a confronto presentano approcci metodologici simili sebbene non del tutto coincidenti.

In questa sede pare utile evidenziare alcuni punti sintetici di raffronto

6.1 IDROLOGIA

Lo studio di base adottato per entrambi gli studi è lo studio del Politecnico di Torino: "Esame funzionale e valutazione di efficienza di interventi per la messa in sicurezza idraulica del Torrente Banna-Bendola" (convenzione Politecnico con Consorzio per l'arginatura e sistemazione del torrente Banna–Bendola – Responsabili ricerca Claps Poggi 2008).

Preme evidenziare tuttavia che lo Studio SRIA del Consorzio Banna Bendola definisce la massima portata all'ingresso della cassa di Mathi tralasciando eventuali incrementi della portata stessa nelle condizioni attuali ovvero in assenza della cassa sulle sezioni di valle. Nel dettaglio si riassumono i seguenti valori a base dello studio

Tabella 5 – Portate di riferimento per la sezione di approccio posta in corrispondenza di Mathi

	Q idrologica [m^3/s]		Q idraulica [m^3/s]	
TR [anni]	t. Banna (monte scolmatore)	t. Banna (monte cassa)	Scolmatore	t. Banna (monte cassa)
20	40.0	57.0	20.0	**37.0**
50	53.0	77.0	28.0	**48.0**
100	63.0	91.0	38.0	**53.0**
200	73.0	106.0	48.0	**58.0**

Lo Studio Variante 1 ha definito una portata dello stato di fatto in corrispondenza del Cimitero di Ciriè ovvero interpolando ed estendendo i risultati dello studio del Politecnico di Torino, tenendo conto anche dell'evento del 2008. Si riassumono i seguenti valori alla sezione di Ciriè nello stato attuale:

	Tempo di ritorno di 50 anni (m^3/s)	Tempo di ritorno 200 anni (m^3/s)
Sezione di Chiusura a Ciriè SP22	90.8	129.5

Lo studio di variante 1 risulta più cautelativo; le differenze in merito all'idrologia tra i due studi paiono piuttosto rilevanti ma, come meglio evidenziato nel seguito, risulteranno meno rilevanti del ai fini del raffronto sull'assetto territoriale e sulle opere da prevedersi.

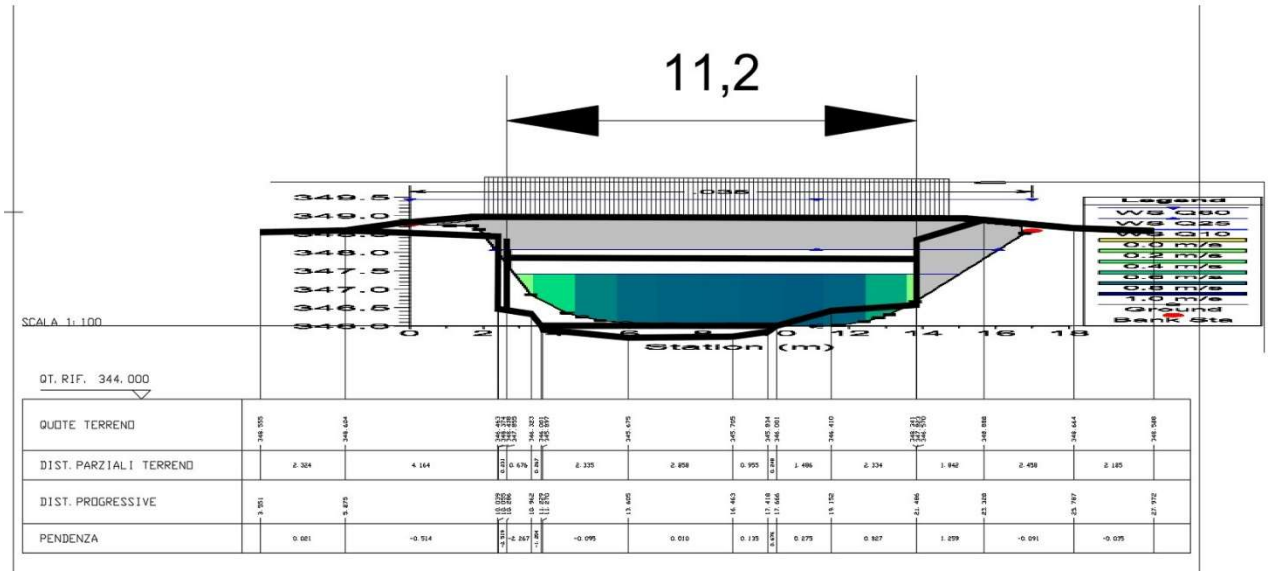
6.2 CARATTERIZZAZIONE IDRAULICA

Entrambi gli studi fanno riferimento al codice HECRAS "River Analysis System" (U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center)

6.3 ASSETTO GEOMETRICO

Entrambi gli studi hanno effettuato rilievi di dettaglio degli attraversamenti e delle aree di rispettivo interesse. Al livello di DTM territoriale utilizzato la risoluzione del Modello Digitale del Terreno (DTM) realizzato dalla C.G.R. di Parma con volo LIDAR su incarico del Consorzio, che presenta un'elevata precisione planimetrica (mediamente 1 punto ogni m^2), risulta maggiormente preciso rispetto al DTM 5 m regione Piemonte utilizzato nello studio di Variante 1.

Per quanto attiene invece alle sezioni dei ponti rilevati, Il raffronto relativo alla geometria del ponte della SP 22, che è comune ad entrambi i rilievi, è tuttavia ottimo in termini di: quota dell'estradosso, quota dell'intradosso, distanza delle spalle e area complessiva della sezione liquida disponibile; pertanto sebbene limitatamente ad un aspetto geometrico parziale è possibile affermare che entrambi gli studi sono certamente sensibili a quello che è il fattore più limitante del deflusso che sono gli attraversamenti puntuali che localmente creano rigurgiti e stabiliscono il livello a ritroso verso monte. Il raffronto sulla sp 22, rappresentato nella seguente immagine, sebbene ricavata stirando le sezioni del Consorzio, disponibili sono come allegato output del modello, rende l'idea della corrispondenza dell'assetto geometrico dei due studi.



In nero la sezione rilevata nell'ambito dello studio Variante 1, in grigio e verde-blu la sezione disponibile dal modello hec ras dello studio del Consorzio

6.4 SCABREZZA

Valori sono simili:

Lo studio del Consorzio prevede

- n = 0.035 s $m^{-1/3}$ per l'alveo attivo;
- n = 0.04 s $m^{-1/3}$ per le aree perifluviali.

Lo studio della variante 1:

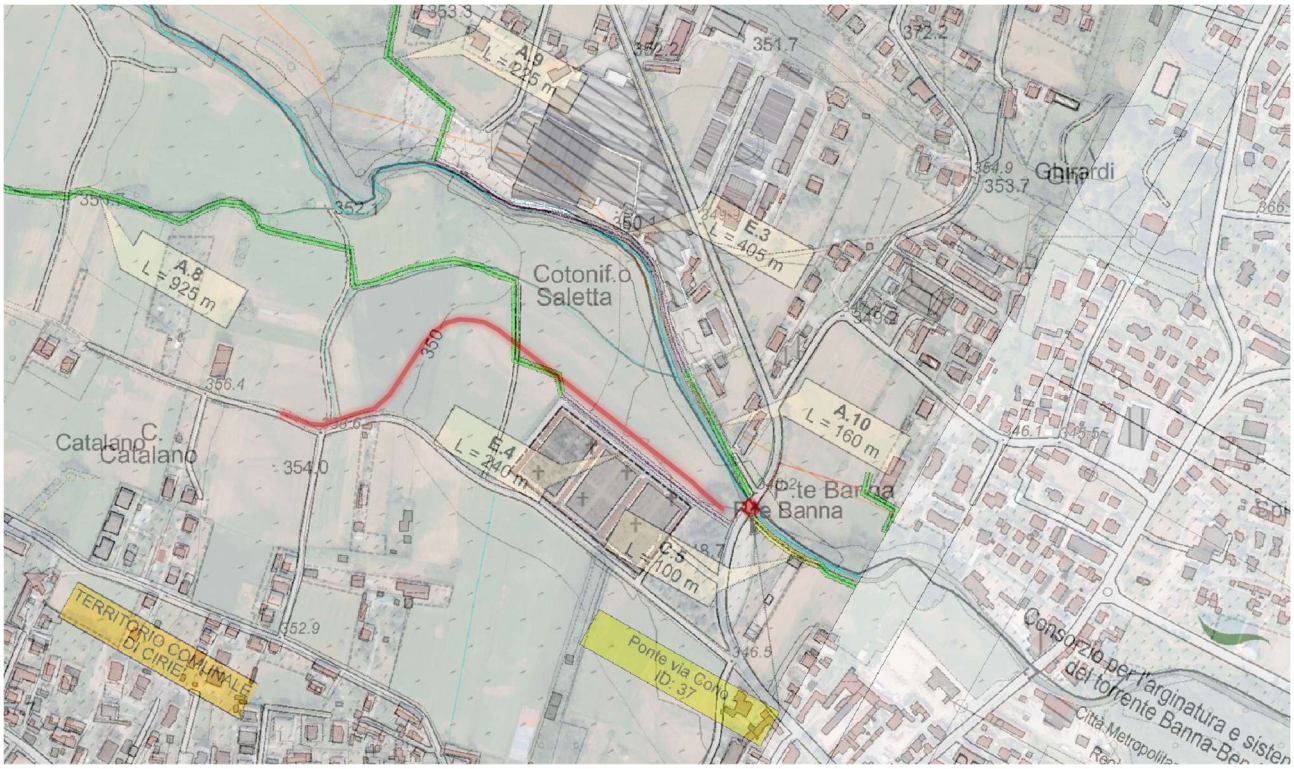
in alveo è assunto un valore di *n* di Manning pari a 0.055 $m^{-1/3}$ s (18 $m^{1/3}s^{-1}$ C di Strickler). Esternamente è assunto un valore di *n* di Manning pari a 0.06 $m^{-1/3}$ s (16.7 $m^{1/3}s^{-1}$ C di Strickler). In corrispondenza dei ponti, considerato lo stato del CLS si è assunto un valore di *n* di Manning pari a 0.03 $m^{-1/3}$ s (33.3 $m^{1/3}s^{-1}$ C di Strickler) per le sezioni di impalcato e per il fondo.

6.5 COMPATIBILITÀ DELL'ASSETTO TERRITORIALE DI PROGETTO

Al di là di tutte le differenze o similitudini riscontrate nel precedente raffronto generale, il presente capitolo è essenziale in quanto entrambi gli studi giungono alla conclusione che il cimitero di Ciriè: allo stato attuale ed anche nelle future configurazioni di progetto; andrebbe protetto dall'esondazione del t Banna Bendola. Lo studio del Consorzio individua infatti un'opera di arginatura che, avendo appunto una valenza evidentemente territoriale, presidia dall'esondazione la sponda destra Banna Bendola per un lungo tratto con altezze limitate a 1,5 m.

Anche lo studio di variante 1 propone una arginatura antistante il muro nord del cimitero con indicazioni analoghe relativamente all'altezza media del manufatto di protezione. I due tracciati giungono ad una buona sovrapposizione considerato che il limite del cimitero risulta anche un limite fisico molto ben definito sul territorio.

Il raffronto puramente planimetrico è rappresentato dalla seguente immagine che è stata ricavata georeferenziando il pdf della tavola INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI DIFESA IDRAULICA - Stralcio 02 di 09 dello studio SRIA del Consorzio Banna Bendola rispetto ai dati dello studio Variante 1. In rosso è rappresentato l'argine della variante 1 in Verde e rosa l'arginatura proposta dello studio SRIA del Consorzio Banna Bendola



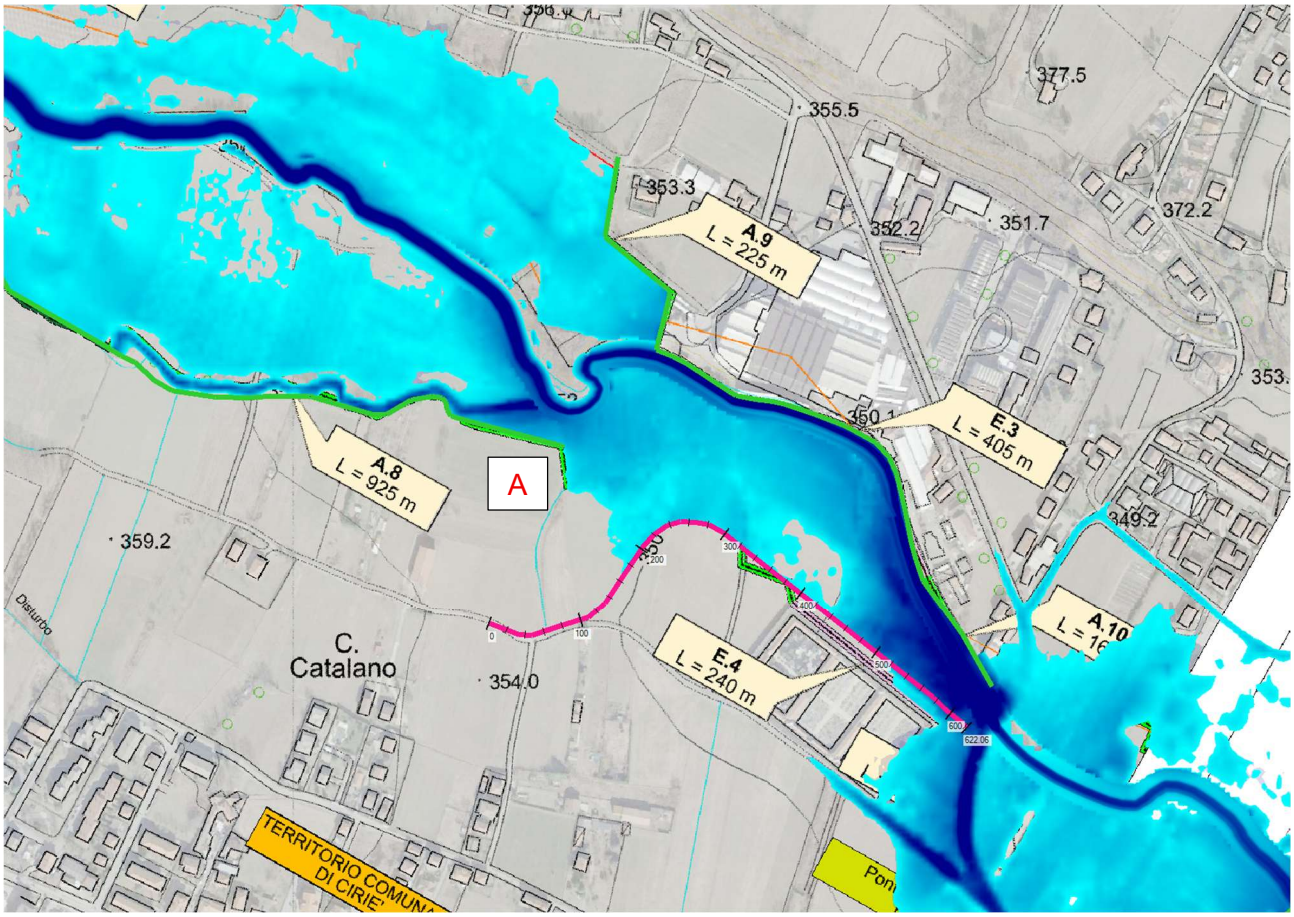
Le analisi planimetriche operate concorrono a dimostrare che l'opera a protezione del cimitero risulta proposta anche da studio SRIA del Consorzio Banna Bendola e presenta pertanto, oltre che valenza di protezione dell'area Cimiteriale, anche una valenza territoriale più amplia.

In corrispondenza del Cimitero ed ancora per 70-80 m a monte di questo, i due tracciati sostanzialmente coincidono. La parte di tracciato non coincidente risulta tutta ubicata sul lato nord ovest dove è previsto l'ampliamento, il tracciato arginale del Consorzio in quel tratto dopo alcune riseghe legate ai confini particellari, piega verso nord e percorre un tracciato più prossimo al corso d'acqua.

L'arginatura relativa allo studio Variante 1 ha invece evidentemente la finalità di chiudersi su un limite fisico certamente non raggiunto dalle acque, costituito da Strada Corio, il limite individuato nello studio variante 1 con il fine di ottenere la protezione dell'ampliamento cimiteriale, non riduce il volume di invaso disponibile al corso d'acqua e non argina aree agricole.

Il tracciato proposto dallo studio SRIA - Consorzio Banna Bendola prevede la realizzazione della vasca di Mathi e pertanto prevede il contenimento di portate inferiori. Al fine di valutare la compatibilità futura dell'assetto geometrico complessivo delle opere si è introdotto nel modello della variante 1 i tracciati arginali previsti dallo studio SRIA - Consorzio Banna Bendola.

Mantenendo l'attuale assetto idrologico: in assenza delle vasche (più cautelativo ed attualmente vigente) si è giunti alla seguente simulazione composita delle due arginature:



con riferimento alla tavola grafica 2 di 9 “Individuazione degli interventi di difesa idraulica” dello studio SRIA del Consorzio Banna Bendola, si è ipotizzato di introdurre il tracciato arginale previsto in progetto SRIA (in verde) sino al punto A sopra indicato. Nel tratto del cimitero si ipotizza invece di realizzare il tracciato previsto a protezione del cimitero (fucsia con progressive).

I due rilevati non si raccordano in quanto la massima piena risulta comunque limitata dal piano campagna nella zona compresa tra i due rilevati, senza aggiramenti.

Risulta evidente che la proposta della variante 1 è limitata all’ambito di protezione del Cimitero viste anche le finalità della variante stessa.

7. CONCLUSIONI

Tutte le analisi operate concorrono a dimostrare l’opera a protezione del cimitero risulta proposta anche da fonti indipendenti dallo scrivente e presenta oltre che valenza di protezione dell’area Cimiteriale anche una valenza territoriale più amplia.

Il dissesto presente sull’area, ancorché determinato da condizioni legate al reticolo idrografico minore, presenta, in corrispondenza del cimitero e della sua futura espansione, delle condizioni di dissesto tendenzialmente moderate. Il necessario intervento a protezione della espansione cimiteriale, già prevista nel PRGC, è certamente compatibile dal punto di vista idraulico in quanto, nel complesso, non modifica le condizioni idrauliche in termini di livello, velocità, idrogramma e di volume invasato sulle aree.

La compatibilità analizzata tra lo studio SRIA del Consorzio Banna Bendola ed il tracciato proposto in variante si ritiene possibile anche in considerazione di alcuni vantaggi evidenti

1) L’argine al cimitero può essere realizzato indipendentemente dalle altre opere e risulta funzionale sia ante che post realizzazione vasca di Mathi

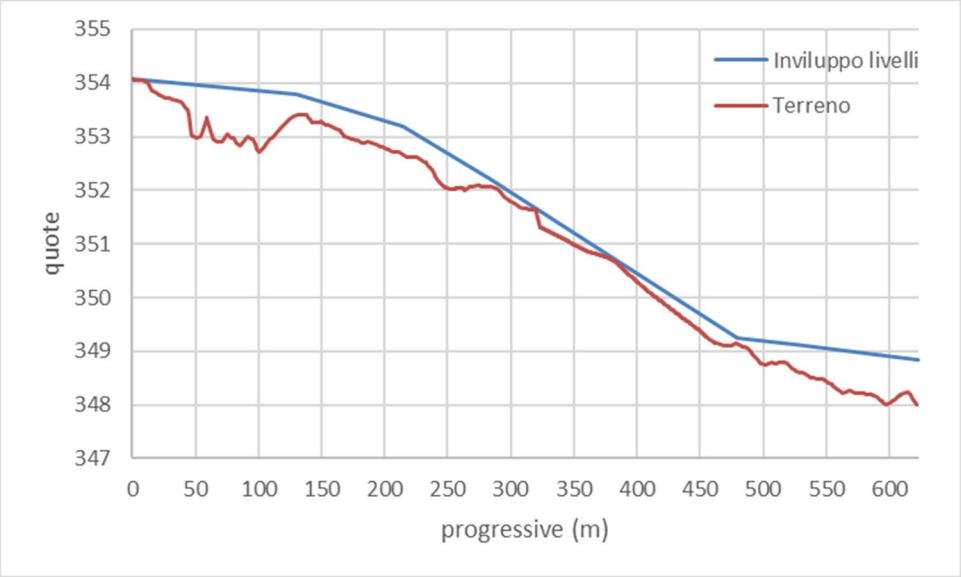
2) La zona compresa tra i due rilevati consente il mantenimento della fruizione dei terreni, inoltre consente di sfogare le bealere a tergo delle arginature senza necessità di chiaviche di attraversamento
3) L'argine A.8 Risulta più corto ma il tracciato è quello di progetto che può essere mantenuto e realizzato al seguito della vasca di Mathi
4) Il grado di protezione complessivo garantito dalle due opere disgiunte è il medesimo di quello di un argine continuo più vicino al corso d'acqua

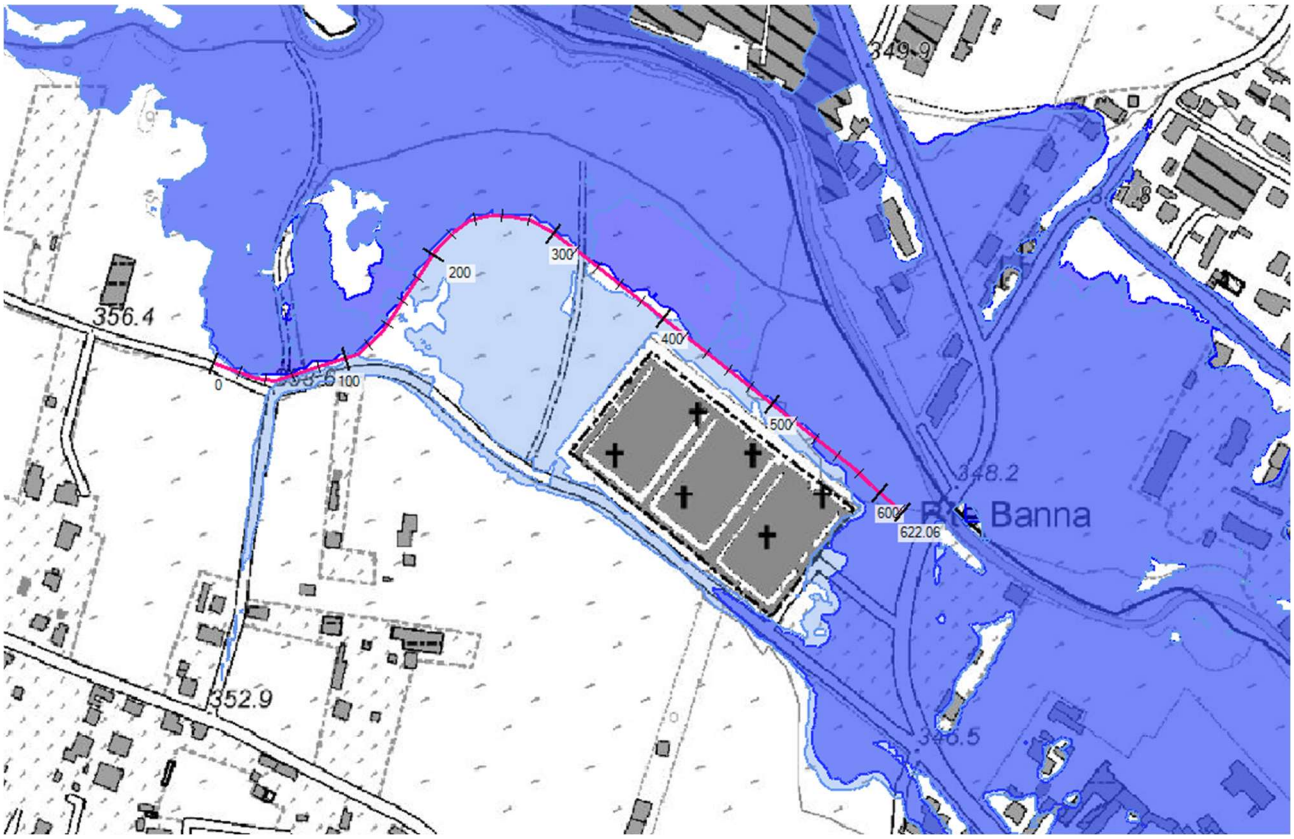
Alla luce della simulazione proposta, considerato il grado di protezione offerto alle aree in assenza delle vasche di Mathi, l'arginatura cimiteriale può essere considerato un primo stralcio realizzativo del più generale assetto di protezione previsto per il corso d'acqua

Allegato 1

Quantificazione sommaria del rilevato arginale

Sulla base dei dati modellistici è possibile una quantificazione sommaria delle necessità di rilevato arginale. Il profilo complessivo dell'opera è il seguente con l'inviluppo dei massimi livelli al paramento per Tr 200 anni.





Planimetria tracciato arginale e scenari idraulici: condizioni di rilievo azzurro condizioni di progetto blu

Caratteristiche dell'argine

Lunghezza totale (m)	Larghezza pista sommitale (m)	Scarpa dei paramenti Oriz/Vert	Profondità di scotico (m)	Franco rispetto al livello Tr200
622	5.00	1.50	0.40	1.00

I dati conseguenti sono riassunti nella seguente tabella

Progressiva (m)	Quota terreno (msm)	Quota acqua Tr200 (msm)	Tirante (m)	Altezza argine con franco (m)	Impronta base maggiore (m)	volume di scotico (m^3)	Area corpo arginale (m^2)	Volume corpo arginale (m^3)	Superficie paramenti di inerbimento (m^2)
0	354.08	354.08	0.00	1.00	8.01	32.05	9.74	98.93	36.20
10	354.02	354.06	0.04	1.04	8.11	32.45	10.05	109.69	37.42
20	353.81	354.04	0.23	1.23	8.69	34.75	11.89	122.77	44.32
30	353.71	354.02	0.31	1.31	8.92	35.68	12.67	130.21	47.13
40	353.62	353.99	0.38	1.38	9.13	36.52	13.38	168.05	49.63
50	352.99	353.97	0.99	1.99	10.96	43.84	20.23	182.94	71.62
60	353.30	353.95	0.65	1.65	9.96	39.84	16.35	185.74	59.62
70	352.90	353.93	1.03	2.03	11.10	44.38	20.79	202.08	73.27
80	352.97	353.91	0.94	1.94	10.81	43.23	19.62	195.25	69.79
90	352.97	353.89	0.92	1.92	10.76	43.03	19.43	206.94	69.21
100	352.74	353.86	1.13	2.13	11.38	45.51	21.96	204.69	76.65
110	352.96	353.84	0.88	1.88	10.65	42.58	18.98	174.28	67.85
120	353.21	353.82	0.61	1.61	9.83	39.33	15.88	147.87	58.07
130	353.39	353.80	0.41	1.41	9.22	36.89	13.70	135.79	50.74
140	353.34	353.73	0.38	1.38	9.15	36.62	13.46	134.55	49.93
150	353.28	353.66	0.38	1.38	9.15	36.60	13.45	136.05	49.88
160	353.17	353.59	0.41	1.41	9.24	36.96	13.76	143.58	50.96
170	352.99	353.52	0.53	1.53	9.58	38.31	14.96	150.29	55.02
180	352.91	353.45	0.54	1.54	9.62	38.48	15.10	149.17	55.51
190	352.87	353.38	0.51	1.51	9.52	38.06	14.73	147.80	54.27
200	352.79	353.31	0.51	1.51	9.54	38.17	14.83	148.25	54.60
210	352.72	353.24	0.51	1.51	9.54	38.16	14.82	147.67	54.57
220	352.62	353.13	0.50	1.50	9.51	38.04	14.71	143.09	54.21
230	352.56	352.98	0.43	1.43	9.28	37.13	13.90	146.18	51.46
240	352.28	352.84	0.56	1.56	9.68	38.73	15.33	158.56	56.27
250	352.04	352.69	0.66	1.66	9.97	39.87	16.38	155.33	59.71
260	352.05	352.55	0.50	1.50	9.50	38.01	14.68	137.63	54.11
270	352.08	352.40	0.32	1.32	8.97	35.89	12.84	121.47	47.75
280	352.07	352.26	0.18	1.18	8.55	34.22	11.45	110.75	42.72
290	352.00	352.11	0.11	1.11	8.32	33.28	10.70	109.77	39.90
300	351.79	351.96	0.16	1.16	8.49	33.98	11.26	111.27	41.99
310	351.67	351.81	0.14	1.14	8.41	33.66	11.00	104.61	41.04
320	351.63	351.66	0.02	1.02	8.07	32.29	9.92	111.11	36.92
330	351.24	351.51	0.27	1.27	8.81	35.25	12.30	121.48	45.81
340	351.12	351.36	0.24	1.24	8.72	34.88	12.00	118.77	44.71
350	350.99	351.21	0.22	1.22	8.65	34.59	11.76	116.26	43.85
360	350.87	351.06	0.19	1.19	8.57	34.27	11.49	111.24	42.87
370	350.79	350.91	0.11	1.11	8.34	33.35	10.75	104.64	40.11
380	350.70	350.76	0.05	1.05	8.15	32.61	10.17	103.91	37.90
390	350.51	350.60	0.10	1.10	8.29	33.17	10.61	108.75	39.56
400	350.30	350.45	0.15	1.15	8.46	33.84	11.14	114.08	41.57
410	350.10	350.30	0.21	1.21	8.62	34.49	11.67	118.24	43.54
420	349.92	350.15	0.24	1.24	8.71	34.86	11.97	121.31	44.64
430	349.73	350.00	0.27	1.27	8.81	35.23	12.29	124.36	45.77
440	349.55	349.85	0.30	1.30	8.90	35.59	12.58	127.10	46.84
450	349.38	349.70	0.32	1.32	8.97	35.88	12.83	130.49	47.73
460	349.19	349.55	0.37	1.37	9.10	36.39	13.26	129.06	49.24

Progressiva (m)	Quota terreno (msm)	Quota acqua Tr200 (msm)	Tirante (m)	Altezza argine con franco (m)	Impronta base maggiore (m)	volume di scotico (m^3)	Area corpo arginale (m^2)	Volume corpo arginale (m^3)	Superficie paramenti di inerbimento (m^2)
470	349.11	349.40	0.30	1.30	8.89	35.54	12.55	116.61	46.70
480	349.14	349.25	0.11	1.11	8.34	33.38	10.77	113.49	40.19
490	348.99	349.22	0.23	1.23	8.70	34.79	11.92	130.00	44.45
500	348.75	349.19	0.44	1.44	9.33	37.32	14.08	137.72	52.05
510	348.78	349.16	0.39	1.39	9.16	36.62	13.47	134.27	49.95
520	348.76	349.13	0.38	1.38	9.13	36.53	13.39	140.27	49.67
530	348.61	349.11	0.50	1.50	9.50	37.99	14.67	150.97	54.05
540	348.50	349.08	0.58	1.58	9.74	38.95	15.53	156.89	56.92
550	348.44	349.05	0.61	1.61	9.82	39.30	15.85	166.08	57.98
560	348.27	349.02	0.74	1.74	10.23	40.92	17.36	172.87	62.85
570	348.26	348.99	0.73	1.73	10.19	40.75	17.21	173.12	62.35
580	348.21	348.96	0.75	1.75	10.24	40.97	17.41	176.12	63.01
590	348.15	348.93	0.78	1.78	10.35	41.38	17.81	182.73	64.24
600	348.04	348.90	0.86	1.86	10.58	42.34	18.74	176.20	67.11
610	348.20	348.87	0.67	1.67	10.00	40.00	16.50	171.18	60.10
620	348.06	348.84	0.78	1.78	10.33	41.30	17.73		64.00

Totali e grandezze medie

Altezza media (m)	Larghezza Impronta media (m)	superficie di asservimento dell'impronta (m^2)	Area corpo arginale media (m^2)	Volume di scotico tot (m^3)	Volume tot corpo arginale (m^3)	Superficie tot paramenti di inerbimento (m^2)
1.44	9.31	5788	14.10	2349	9659	8781

Sulla base dei precedenti dati il costo indicativo risulta:

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI par.ug.	lung.	larg.	H/peso	Quantità	IMPORTI unitario	TOTALE
	R I P O R T O							
	LAVORI A CORPO							
1 01.A01.A05.010	Esecuzione di scotico dello strato superficiale del terreno, con adeguati mezzi meccanici, per profondità fino a 30 cm, compreso l'asportazione di cespugli e sterpaglie esistenti e sistemazione entro l'area del cantiere In assenza di alberi							
	AREE DI PRELIEVO	18000,00			0,400	7´200,00		
	AREE DI IMPRONTA ARGINALE	5200,00			0,400	2´080,00		
	SOMMANO m³					9´280,00	5,64	52´339,20
2 01.A01.A10.010	Scavo generale, di sbancamento o splateamento a sezione aperta, in terreni sciolti o compatti, fino a 4 m di profondità, eseguito con mezzi meccanici, esclusa la roccia da mina ma ... ezzi, trasporto e sistemazione entro l'area del cantiere Anche in presenza di acqua fino ad un battente massimo di 20 cm							
	PRELIEVO PER RILEVATO				9600,000	9´600,00		
	SOMMANO m³					9´600,00	4,79	45´984,00
3 18.A05.C15.005	Formazione di rilevato come al precedente articolo ma con materiali provenienti dagli scavi e giudicati idonei dalla Direzione dei Lavori							
					9600,000	9´600,00		
	SOMMANO m³					9´600,00	11,67	112´032,00
4 01.A21.A40.005	Provvista e stesa di misto granulare anidro per fondazioni stradali, conforme alle prescrizioni della città attualmente vigenti, composto di grossa sabbia e ciottoli di dimensioni ... golarizzazione con materiale fine secondo i piani stabiliti Eseguita a macchina, per uno spessore compresso pari a cm 20							
			622,00	4,00		2´488,00		
	SOMMANO m²					2´488,00	7,77	19´331,76
5 18.A55.A15.010	Realizzazione di un inerbimento su di una superficie piana o inclinata mediante la tecnica dell'idrosemina, consistente nell'aspersione di una miscela formata da acqua, miscuglio d ... oloranti nella miscela), esclusa solo la preparazione del piano di semina per superfici comprese tra m² 1.000 e m² 3.000							
					8800,000	8´800,00		
	SOMMANO m²					8´800,00	2,46	21´648,00
	Parziale LAVORI A CORPO euro							251´334,96
	T O T A L E euro							251´334,96
	A R I P O R T A R E							

Da cui la seguente ipotesi di quadro economico

REGIONE PIEMONTE *CITTA' METROPOLITANA DI TORINO*

COMUNE DI CIRIE'

ARGINE CIMITERO DI VIA CORIO

QUADRO ECONOMICO DI SPESA

A) Per lavori			
ARGINE A PROTEZIONE RIO BANNA BENDOLA		€ 252 000.00	
TOTALE INTERVENTO LAVORI		**€ 252 000.00**	
Oneri sicurezza (non soggetti a ribasso)		€ 10 080.00	
TOTALE LAVORI CON ONERI DELLA SICUREZZA INCLUSI		**262 080.00**	**€ 262 080.00**
B) Somme a disposizione dell'Amministrazione:			
B1) Per I.V.A. sui lavori 22%	€	57 657.60	
B2) Per contributo spese appalto ed incentivi	€	5 491.60	
B3) Campionamenti ambientali di TRS compresa relazione	€	5 000.00	
B4) Per spese tecniche per progettazione definitiva, esecutiva, DL, CSP, CSE, collaudi	€	26 000.00	
B5) Per oneri previdenziali (4%) e fiscali su spese tecniche e pratica TRS	€	8 332.80	
B6) Per imprevisti e indennizzi di: occupazioni, espropri, asservimenti, accordi bonari, frazionamenti per argine	€	90 438.00	
Totale somme a disposizione		192 920.00	€ 192 920.00
TOTALE DI PROGETTO			**€ 455 000.00**