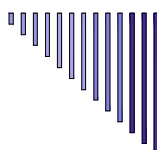


PROGETTO DI DISMISSIONE DELLA DIGA DI PERDU MULAS SUL RIO BACCH'E LINNA SARROCH (CA)

PROGETTO PRELIMINARE

COMMITTENTI: Vincenzo Manca di Villahermosa
Carlo Manca di Villahermosa
Simone Manca di Villahermosa
William Manca di Villahermosa
Armando Manca di Villahermosa
Michele Manca di Villahermosa



Ing. Gianni Lai

Via Copernico, 4
09131 Cagliari
Tel: +39 3389964260
✉ : gianni.lai@tiscali.it

IL TECNICO: Dott. Ing. GIANNI LAI

DATA:

Maggio 2019

PROTOCOLLO:

RELAZIONE IDRAULICA

ALLEGATO:

D

AGGIORNAMENTI

09-2020

SCALA:

RELAZIONE IDRAULICA

INDICE

1	PREMESSA	1
2	IL MODELLO IDRAULICO	2
3	DATI INTRODOTTI NELLA MODELLAZIONE	5
3.1	Il bacino del Rio Bacch'e Linna e il canale in progetto	6
4	RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE	10
4.1	Rio Bacch'e Linna	10
4.2	Canale in progetto	16
4.3	Esame dei processi erosivi e di sedimentazione	19
5	RISULTATI DELLE ELABORAZIONI NUMERICHE	22
5.1	– Tabella 4 – Valori delle principali grandezze: Stato di Progetto – Nuovo Canale	22
6	DOCUMENTAZIONE GRAFICA CON SEZIONI E PROFILI IDRAULICI	27
6.1	Sezioni idrauliche del canale in progetto	27
6.2	Profilo idraulico del Rio Bacch'e Linna e del canale in progetto	34

1 PREMESSA

Il presente progetto preliminare, proposto per la dismissione della diga di Perdu Mulas a Sarroch (CA) sul Rio Bacch'e Linna, prevede che venga effettuato un taglio nel corpo diga con l'asportazione dell'intera sua parte centrale. In particolare, si intende realizzare una sorta di canale in terra a sezione trapezia con larghezza al fondo pari a 4,00 metri, ad asse rettilineo, perpendicolare al coronamento dello sbarramento, lunghezza totale pari a 277,25 metri, pendenza longitudinale del fondo pari a $J = 0,001$. Le sponde del canale e del varco entro il corpo diga avranno una conformazione costituita da tre gradonature con angolo a 35° , da 7,00 m di altezza ciascuna, tra loro separate da due "pedate" da 3,00 m di ampiezza.

Sia lo studio idrologico che quello idraulico sono stati articolati in funzione degli obiettivi da raggiungere, attraverso diverse fasi che possono essere così di seguito riassunte:

- raccolta sistematica di materiale bibliografico riguardante indagini e studi eseguiti nel settore; analisi ed elaborazione dei dati bibliografici e statistici;
- rilevamento delle caratteristiche dell'area a monte e a valle della diga di Perdu Mulas e del territorio circostante attraverso l'esecuzione di sopralluoghi, rilievi e la produzione della relativa documentazione fotografica;
- esecuzione di rilievi topografici;
- studio idrologico del bacino idrografico del Rio Bacch'e Linna e dei suoi sottobacini;
- verifiche idrauliche condotte sugli alvei del bacino idrografico e dei sottobacini individuati, sulle canalizzazioni esistenti e sui manufatti presenti lungo i corsi d'acqua oggetto di studio.

L'analisi ha interessato l'intero bacino del Rio Bacch'e Linna suddiviso nei due sottobacini, quello sotteso dalla diga in materiali sciolti del tipo "omogeneo" di Perdu Mulas e il suo bacino residuo dove, in particolare, è stato analizzato il piccolo sub-bacino (individuabile con la lettera "A" nella Tavola 1) sotteso dalla sezione di chiusura posta in corrispondenza della confluenza tra il Rio Bacch'e Linna e il nuovo canale previsto in progetto.

La zona interessata dal presente studio non rientra tra le aree perimetrate dal P.A.I. (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) redatto dalla Regione Autonoma della Sardegna.

La presente relazione idraulica ha come obiettivo prioritario quello di studiare il profilo del pelo libero del nuovo canale previsto in progetto, a seguito della dismissione della diga di Perdu Mulas.

2 IL MODELLO IDRAULICO

I calcoli idraulici sono stati eseguiti in condizioni di moto permanente, sebbene i processi di propagazione delle onde di piena siano fenomeni di moto vario. Questa ipotesi è supportata dal fatto che le variazioni di portata nel tempo in occasione delle piene naturali non sono così rapide da rendere necessaria un'analisi in condizioni di moto vario.

A tale scopo si è ricorso ad una modellazione del comportamento del canale e dei corsi d'acqua attraverso il software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) che si descrive di seguito.

Il modello idraulico utilizzato in questo studio, denominato HEC-RAS, nella sua versione 5.0.7 del Marzo 2019, è stato sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers; il modello è in grado di effettuare simulazioni in condizioni di moto stazionario di tipo monodimensionale e non stazionario di tipo mono e bidimensionale per la valutazione dei fenomeni idraulici caratterizzati da correnti gradualmente variate in corsi d'acqua naturali e in canali aperti.

Il modello può essere applicato sia per la valutazione delle aree esondabili per le portate di piena che per l'analisi complessiva del corso d'acqua tenendo in conto le situazioni di interferenze quali restringimenti dovuti a ponti o tombature, presenza di isole, sistemazioni idrauliche ed opere d'arte varie, analisi delle confluenze, argini, casse di espansione.

Il modello presuppone che siano introdotte tutte le informazioni necessarie, ed in particolare la geometria del modello che include sia i dati topografici (coordinate planimetriche, quote, sezioni trasversali) che alcune caratteristiche fisiche (coefficiente di Manning), oltre ai dati relativi alle portate e alle condizioni al contorno.

Il programma consente di inserire sezioni trasversali fittizie, interpolando quelle rilevate, in modo da assicurare che il passo di discretizzazione spaziale non ecceda un assegnato valore limite.

Moto permanente

La prima procedura adottata dal programma HEC-RAS per valutare il profilo del pelo libero tra una sezione e la successiva, è quello di assumere la condizione di moto permanente gradualmente vario, attraverso il metodo denominato *standard step*. La procedura di calcolo è basata sulla soluzione iterativa dell'equazione dell'energia:

$$H = Z + Y + \frac{\alpha V^2}{2g}$$

che stabilisce che l'energia totale (H) in una data sezione lungo il tratto in analisi è data dalla somma dell'energia potenziale ($Z + Y$) e dalla energia cinetica ($\frac{\alpha V^2}{2g}$).

Per l'analisi in moto permanente HEC-RAS determina il profilo del pelo libero tra una sezione e la successiva risolvendo l'equazione del bilancio energetico:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

dove:

Y_1 e Y_2 sono le altezze d'acqua riferite al fondo dell'alveo;

Z_1 e Z_2 sono le altezze del fondo rispetto ad una quota di riferimento;

V_1 e V_2 sono le velocità medie della corrente nelle due sezioni estreme del tronco fluviale considerato;

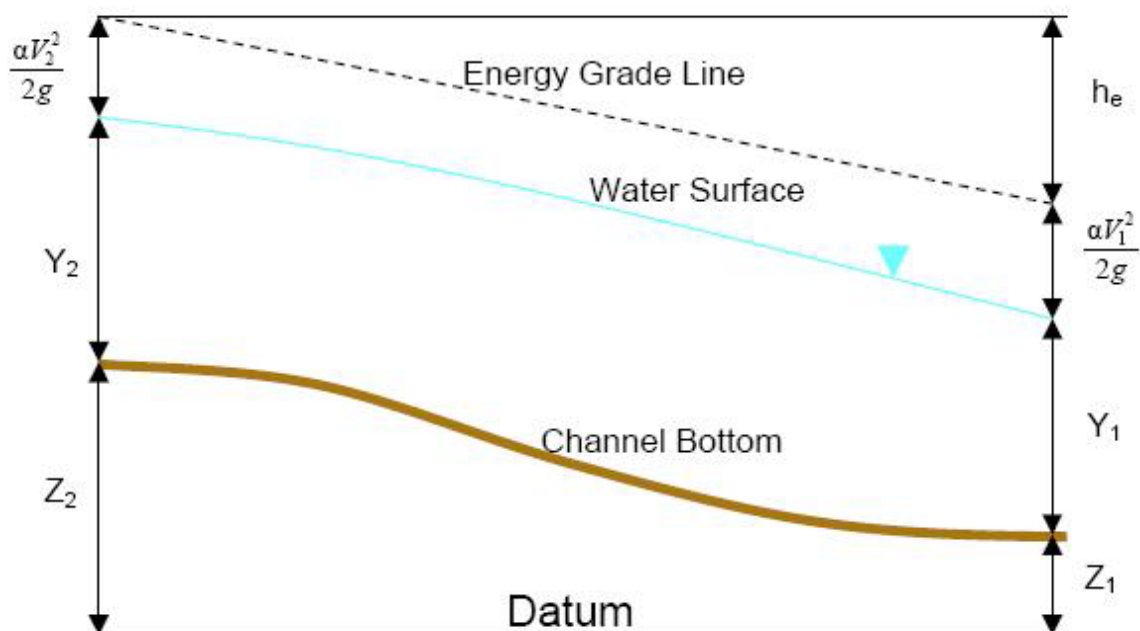
α_1 e α_2 sono coefficienti di ragguglio delle potenze cinetiche;

h_e è la perdita di carico tra le due sezioni considerate.

Il calcolo procederà da monte verso valle o viceversa a seconda del regime del flusso, caratterizzato attraverso il numero di Froude Fr :

- $Fr < 1$ denota un *moto subcritico* (il moto avviene in condizioni di corrente lenta). Le forze inerziali sono minori di quelle gravitazionali e qualsiasi perturbazione può risalire la corrente le cui condizioni di monte sono quindi influenzate da quelle di valle;
- $Fr = 1$ denota lo *stato critico* (la corrente è denominata critica). Le forze uguagliano quelle gravitazionali e la perturbazione può rimanere stazionaria;

- $Fr > 1$ denota un *moto supercritico* (il moto avviene in condizioni di corrente veloce). Le forze inerziali sono maggiori di quelle gravitazionali e la perturbazione può solo discendere la corrente le cui condizioni di valle sono quindi influenzate da quelle di monte.



Il termine h_e dipende sia dalle perdite per attrito che da quelle per contrazione ed espansione. Si può valutare mediante la seguente relazione:

$$h_e = L \cdot \bar{S}_f + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

dove:

L è la lunghezza del tronco considerato;

\bar{S}_f è la cadente media tra le due sezioni;

C è il coefficiente di perdita di carico per contrazione o espansione.

Il primo termine rappresenta la perdita totale per attrito, prodotto tra la distanza tra le due sezioni e la cadente media. Il programma prevede diverse possibilità di calcolo della cadente, che viene determinata presupponendo una suddivisione della sezione d'alveo in sottosezioni all'interno delle quali la velocità possa ritenersi con buona approssimazione costante.

Il secondo termine della equazione per il calcolo delle perdite di carico rappresenta invece il contributo dovuto alla contrazione ed espansione dell'area bagnata; tali perdite sorgono nel momento in cui si abbia un allargamento o restringimento della sezione che determini una situazione di corrente non lineare. Il

coefficiente C varia in un intervallo compreso tra 0,1 e 1 per correnti subcritiche, mentre in caso di correnti veloci generalmente si assumono valori inferiori.

L'altezza del pelo libero, in riferimento ad una assegnata sezione, viene determinato mediante una risoluzione iterativa delle equazioni (1) e (2). Il modello fornisce inoltre i valori dell'altezza critica nelle diverse sezioni fluviali. Qualora si verificano transizioni da corrente lenta e veloce o viceversa, in tali segmenti di asta fluviale l'equazione di bilancio energetico è sostituita dall'equazione globale di equilibrio dinamico.

Condizioni al contorno in moto permanente

Assegnato il valore di portata di moto permanente, nel caso di corrente lenta occorre specificare una condizione al contorno di valle; viceversa, per correnti veloci, è richiesta la definizione di una condizione al contorno di monte. Per un regime misto, invece, si rende necessaria la specifica di entrambe le condizioni, ovvero a monte e a valle. HEC-RAS ammette la definizione delle condizioni al contorno attraverso la specifica di un valore di altezza assegnato, oppure imponendo il passaggio del profilo per l'altezza critica, oppure per l'altezza di moto uniforme.

3 DATI INTRODOTTI NELLA MODELLAZIONE

Per poter procedere alle simulazioni idrauliche occorre definire l'input al modello. Questo input consiste essenzialmente nell'avvalersi dei seguenti dati:

- Geometrie del canale in progetto, del bacino imbrifero e dell'alveo del Rio Bacch'e Linna;
- Condizioni al contorno per l'integrazione dell'equazione del bilancio energetico di cui al punto precedente;
- Portate di calcolo;
- Caratterizzazione del canale, dell'alveo e delle aree golenali in termini di resistenza idraulica.

Le geometrie del canale in progetto, dei tratti più significativi del Rio Bacch'e Linna e del suo bacino sono state definite utilizzando un rilievo topografico

appositamente commissionato e integrato dalle informazioni altimetriche desumibili dalla cartografia regionale 3D.

A partire dal piano quotato si sono ricavate un numero adeguato di sezioni di calcolo corrispondenti alle diverse condizioni plano-altimetriche e di progetto. Per migliorare la precisione di calcolo del modello il programma ha generato una serie di sezioni interpolate ad equidistanza di 1 metro per tutto il tratto.

Sono state considerate due geometrie differenti:

- Geometria Stato Attuale con configurazione del territorio derivante direttamente dai punti battuti nei rilievi di dettaglio in sito e secondo la cartografia aerofotogrammetrica;
- Geometria di Progetto con sezioni scelte tra quelle maggiormente rappresentative e tra quelle corrispondenti ai punti di discontinuità come cambi di pendenza, variazioni delle sezioni idrauliche, ecc.

La corretta esecuzione del programma di simulazione necessita l'inserimento di diversi dati di input corrispondenti a valori calcolati o stimati per i rami idraulici in esame.

3.1 Il bacino del Rio Bacch'e Linna e il canale in progetto

Il software suddetto è stato utilizzato per lo studio del profilo del pelo libero del Rio Bacch'e Linna o profilo di rigurgito che tenderà a generarsi con la realizzazione del nuovo canale progettato per la dismissione dello sbarramento di Perdu Mulas.

Il nuovo canale che attraverserà l'intero corpo diga, con larghezza al fondo di 4,00 metri e pendenza delle sponde pari a 35° , viene riconosciuto come un brusco cambiamento della sezione dell'alveo del Rio Bacch'e Linna, e questo farà variare le condizioni di moto dell'acqua; interessa pertanto conoscere il rigurgito effettivo generato, ovvero il dislivello tra il pelo libero in una sezione immediatamente a monte e in una subito a valle dei paramenti della diga.

L'area di simulazione è quella del bacino idrografico del Rio Bacch'e Linna delimitata dalle sezioni idrauliche ubicate, superiormente nel tratto a monte dello specchio liquido dell'invaso e, inferiormente, superata la diga di Perdu Mulas, a valle della confluenza tra il canale in progetto e il vecchio alveo del Rio Bacch'e Linna.

Nell'ipotesi di simulazione, gli apporti idrici corrispondono alle precipitazioni raccolte nell'area del bacino idrografico del Rio Bacch'e Linna sotteso dalla diga di Perdu Mulas e in quella del sub-bacino del bacino residuo del corso d'acqua naturale, individuabile con la lettera "A" nella Tavola 1, sotteso dalla sezione di chiusura posta in corrispondenza della confluenza tra il Rio Bacch'e Linna e il nuovo canale previsto in progetto. A seguito dell'esecuzione degli interventi in progetto, gli apporti idraulici dovuti alle acque raccolte dal nuovo canale interferiscono con i deflussi del sub-bacino "A" in corrispondenza della sezione di confluenza.

Tipologia delle superfici

I valori delle resistenze idrauliche adottati per le sponde degli alvei in corrispondenza delle sezioni, sono stati espressi mediante il coefficiente di Manning. L'individuazione del coefficiente di scabrezza che riporti le esatte condizioni delle aree naturalistiche in esame è oggetto di numerosi studi: infatti non di rado si riscontrano situazioni di scabrezza fortemente eterogenee, caratterizzate dalla presenza di aree vegetali arbustive o arboree riparie, naturali o piantate, associate alla presenza di materiale ghiaioso nella zona centrale di alveo.

Preciudendo dai numerosi metodi di calcolo, per l'alveo del Rio Bacch'e Linna è stato adottato il valore pari a 0,035 che, secondo la bibliografia, corrisponde a quello più vicino allo stato attuale ovvero quello dei corsi d'acqua con alveo in ghiaia e movimento di materiali sul fondo, caratterizzati da fondo irregolare, scarpate irregolari e depositi alluvionali, che presentano una fitta vegetazione arbustiva lungo le sponde. Invece per le aree golenali del corso d'acqua si è ritenuto più opportuno inserire un valore cautelativo del coefficiente di Manning pari a 0,040 a causa dell'alternarsi di aree con vegetazione arbustiva spontanea molto fitta con altre caratterizzate dalla presenza di aree coltivate.

Per il tratto dell'alveo del Rio Bacch'e Linna che attraversa il fondo del bacino d'invaso a monte della diga di Perdu Mulas, è stato adottato un valore del coefficiente di Manning pari a 0,025 che corrisponde a quello dei corsi d'acqua naturali regolari con pozze profonde; per le sponde è stato usato un valore pari a 0,030, adatto ad aree alluvionali con terra in cattive condizioni, erba bassa, ciottoli e ghiaia.

Per i valori corrispondenti dell'alveo del canale in progetto si è operato una distinzione tra i tratti protetti dall'azione erosiva dell'acqua mediante il

posizionamento sulla superficie del fondo e sulle sponde, per una altezza variabile tra 2,50 m e 3,00 m, di uno strato di materassi Reno, rispetto al tratto in prossimità del salto idraulico protetto da gabbioni in pietrame: per i primi si è adottato un valore del coefficiente di Manning per le sponde pari a 0,030, che in letteratura viene adottato per i corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia, mentre per il fondo si è posto il valore di 0,025, in linea con quello che si adotta nel caso di canali artificiali in terra a sezione uniforme e con presenza di ghiaia e erba; per la parte che riguarda il salto idraulico è stato invece usato un coefficiente di Manning pari a 0,030 sia per il fondo che per le sponde.

Portate idrauliche e condizioni di moto

I dati inseriti riguardo alle portate sono stati ricavati dalle stime riportate nella relazione idrologica, che scaturiscono dall'applicazione del metodo indiretto ottenuto dalle curve di possibilità pluviometrica della distribuzione TCEV, riportate nella seguente Tabella 2.

Denominazione bacino	Stima portata al colmo (m ³ /s) T _R =50 anni	Stima portata al colmo (m ³ /s) T _R =100 anni	Stima portata al colmo (m ³ /s) T _R =200 anni	Stima portata al colmo (m ³ /s) T _R =500 anni	Stima portata al colmo (m ³ /s) T _R =1000 anni
<i>Diga Perdu Mulas</i>	31,42	35,08	38,72	43,60	47,42
<i>Sottobacino "A"</i>	2,25	2,57	2,89	3,32	3,64
<i>Diga Perdu Mulas + "A"</i>	33,67	37,65	41,61	46,92	51,06

Tabella 2: Portate dei bacini "Diga di Perdu Mulas" e "A"

Per quanto riguarda le condizioni al contorno ci si è posti nell'ipotesi di regime misto e pertanto si è imposta una condizione di valle e una condizione di monte.

Come condizione alla sezione di monte e a quella di valle del Rio Bacch'e Linna, rispettivamente in corrispondenza della sezione 1 a monte dello specchio liquido dell'invaso e alla sezione 43 a valle della confluenza tra il canale in progetto e il vecchio alveo del Rio Bacch'e Linna, si è ipotizzata l'altezza di moto uniforme corrispondente alla pendenza media dell'alveo in quel tratto.

Rio Bacch'e Linna

Il corso d'acqua per motivi di studio, nella simulazione è stato diviso in due rami distinti: "ramo superiore" e "ramo inferiore", rispettivamente a monte e a valle della diga di Perdu Mulas.

Lo studio del “ramo superiore” è stato effettuato a partire da una sezione (sez. 1) posta a monte dello specchio liquido dell’invaso, a sezione irregolare con pendenza della livelletta iniziale pari a $i = 0,3052$, sino alla sezione (sez. 19) posta in corrispondenza del pozzetto dello scarico di fondo situato al piede del paramento di monte della diga, dove ha inizio il nuovo canale in progetto.

Nella simulazione il “ramo inferiore” viene definito quel tratto originale del Rio Bacch'e Linna che ha inizio dalla confluenza (sez. 40) tra il canale in progetto e il vecchio alveo del corso d’acqua sino alla sezione di valle denominata sezione 43, con pendenza della livelletta pari a $i = 0,03989$.

A monte del “ramo inferiore” e quindi a monte della confluenza tra il canale in progetto e il vecchio alveo Rio Bacch'e Linna, è stato riprodotto il profilo di quel corso d’acqua che si origina dal canale fugatore della diga di Perdu Mulas e che dopo un piccolo salto idraulico ricade nel vecchio alveo del Rio; nella simulazione questo breve tratto prende il nome di “fugatore” e ha inizio nella sezione 1F, con pendenza della livelletta pari a $i = 0,01022$, e termina nella sezione 6F, coincidente con la sezione 40, dove si ha la confluenza dei tre rami, due in ingresso (“canale” e “fugatore”) e uno in uscita (“ramo inferiore”).

Canale in progetto

Il modello idraulico relativo al canale previsto in progetto prevede lo studio di un canale in terra che possa far confluire nel vecchio alveo del Rio Bacch'e Linna a valle della diga, le acque superficiali provenienti dal bacino idrografico sotteso dallo sbarramento di Perdu Mulas. Il canale dovrebbe avere una lunghezza totale pari a 277,25 metri, sezione trapezia per l’intero suo percorso (sezz. 19 - 40), larghezza al fondo di 4,00 metri, pendenza longitudinale del fondo costante pari a $J = 0,001$ e sponde con inclinazione pari a 35° .

Il canale in progetto ha origine nella sezione 19 alla quota di 62,50 m s.l.m., posta in corrispondenza del pozzetto dello scarico di fondo situato al piede del paramento di monte della diga, e termina nella sezione 40 alla quota di 60,575 m s.l.m., posta alla confluenza (sez. 40) tra il canale in progetto e il vecchio alveo del corso d’acqua.

Il primo tratto del canale (sezz. 19 - 26), ricavato dopo l’esecuzione di un taglio nel corpo diga con l’asportazione dell’intera sua parte centrale, avrà una lunghezza di 115 metri e si presenta con andamento ad asse rettilineo e perpendicolare al

coronamento dello sbarramento. La superficie del fondo e le sponde, per una altezza variabile tra 3,20 m e 4,00 m, saranno rivestite mediante uno strato di materassi Reno.

Il secondo tratto (sezz. 26 - 35), sempre con andamento ad asse rettilineo e di lunghezza pari a 120 metri, necessita l'inserimento, dopo i primi 45 metri, di un salto idraulico (sez. 29) di 1,34 metri, al fine di mantenere la pendenza del fondo su valori che limitano la velocità media della corrente. Il progetto prevede l'esecuzione di tale opera mediante la sistemazione di un fronte di gabbioni posizionati parallelamente alla direzione del flusso, per la parte a monte; a valle del salto il fondo e le pareti del canale verranno protetti dall'azione dell'acqua in caduta mediante l'inserimento sulla superficie del fondo e delle sponde di materassi Reno.

Il terzo e ultimo tratto del canale (sezz. 35 - 40) avrà un andamento leggermente curvilineo che permetterà la sua immissione nel vecchio tratto originale del Rio Bacch'e Linna (sez. 40).

4 RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE

Come affermato precedentemente, il presente studio è finalizzato allo studio del profilo del pelo libero del Rio Bacch'e Linna che tenderà a generarsi con la realizzazione del nuovo canale in progetto per la dismissione dello sbarramento di Perdu Mulas.

Si espongono inoltre i risultati prodotti dal modello HEC-RAS, sia su una parte delle aree a monte della diga di Perdu Mulas che di quelle a valle attraversate dal Rio Bacch'e Linna (prima del viadotto della nuova S.S. 125) dove, in quest'ultimo tratto, il corso d'acqua sarà soggetto ad un incremento di portata determinata dalla nuova sistemazione.

4.1 Rio Bacch'e Linna

Per quanto riguarda le variazioni sul deflusso del Rio Bacch'e Linna dovuto all'incremento di portata causato dall'apporto delle acque provenienti dal bacino idrografico sotteso dallo sbarramento di Perdu Mulas e convogliate nel suo alveo dal canale in progetto, è stato valutato e confrontato lo stato attuale con la configurazione che prevede la realizzazione del canale.

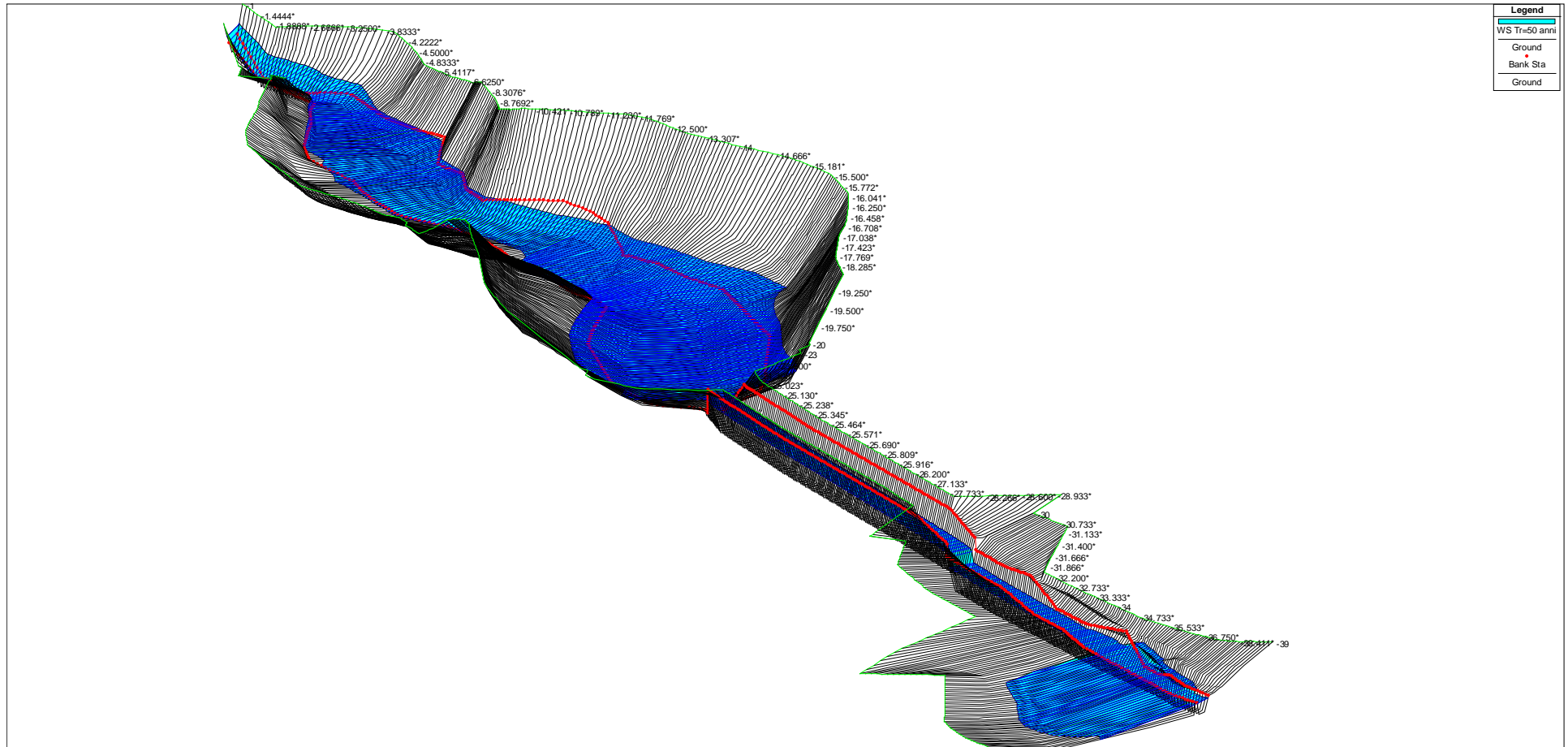


Figura 1: Prospettiva 3D delle aree di allagamento (Tempo di ritorno = 50 anni)

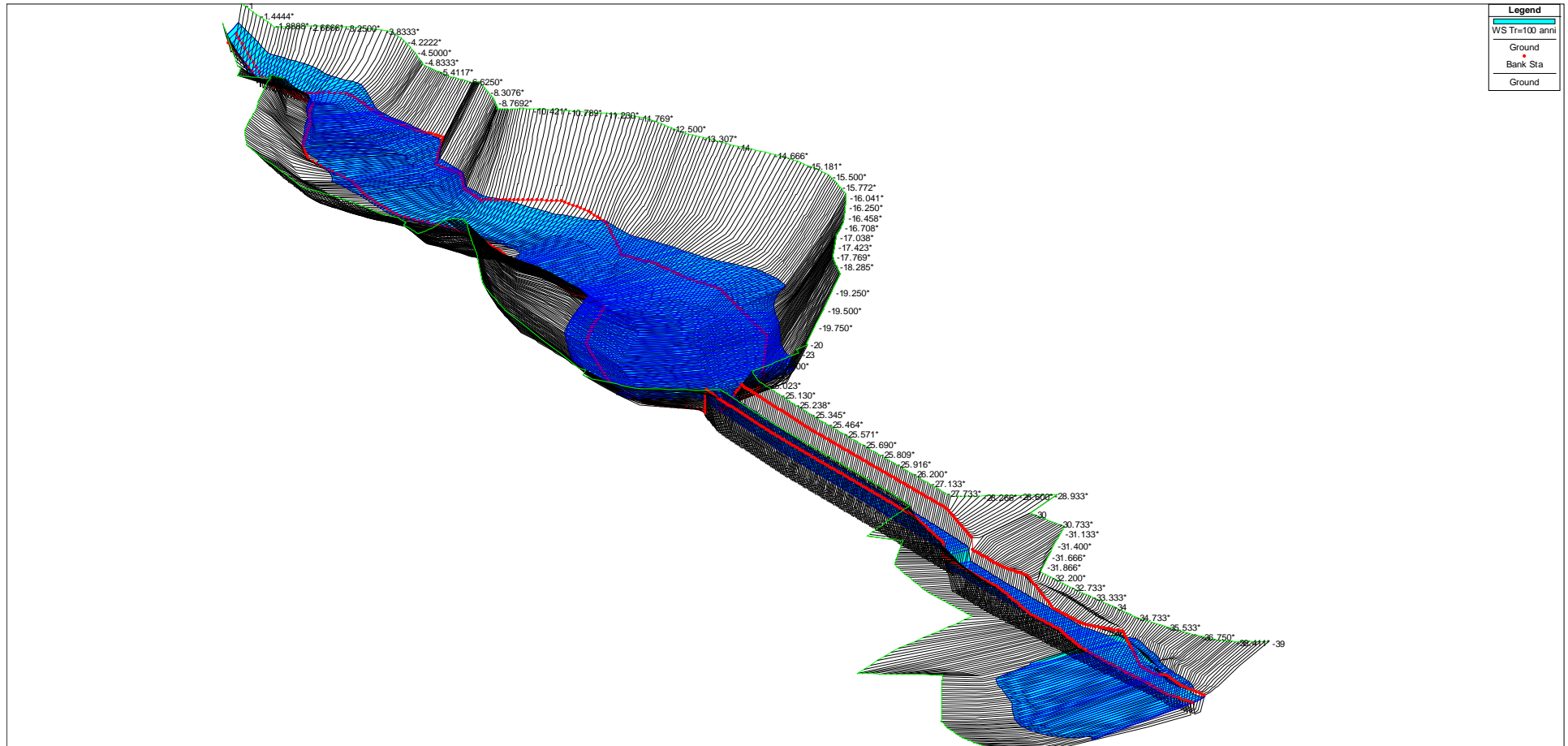


Figura 2: Prospettiva 3D delle aree di allagamento (Tempo di ritorno = 100 anni)

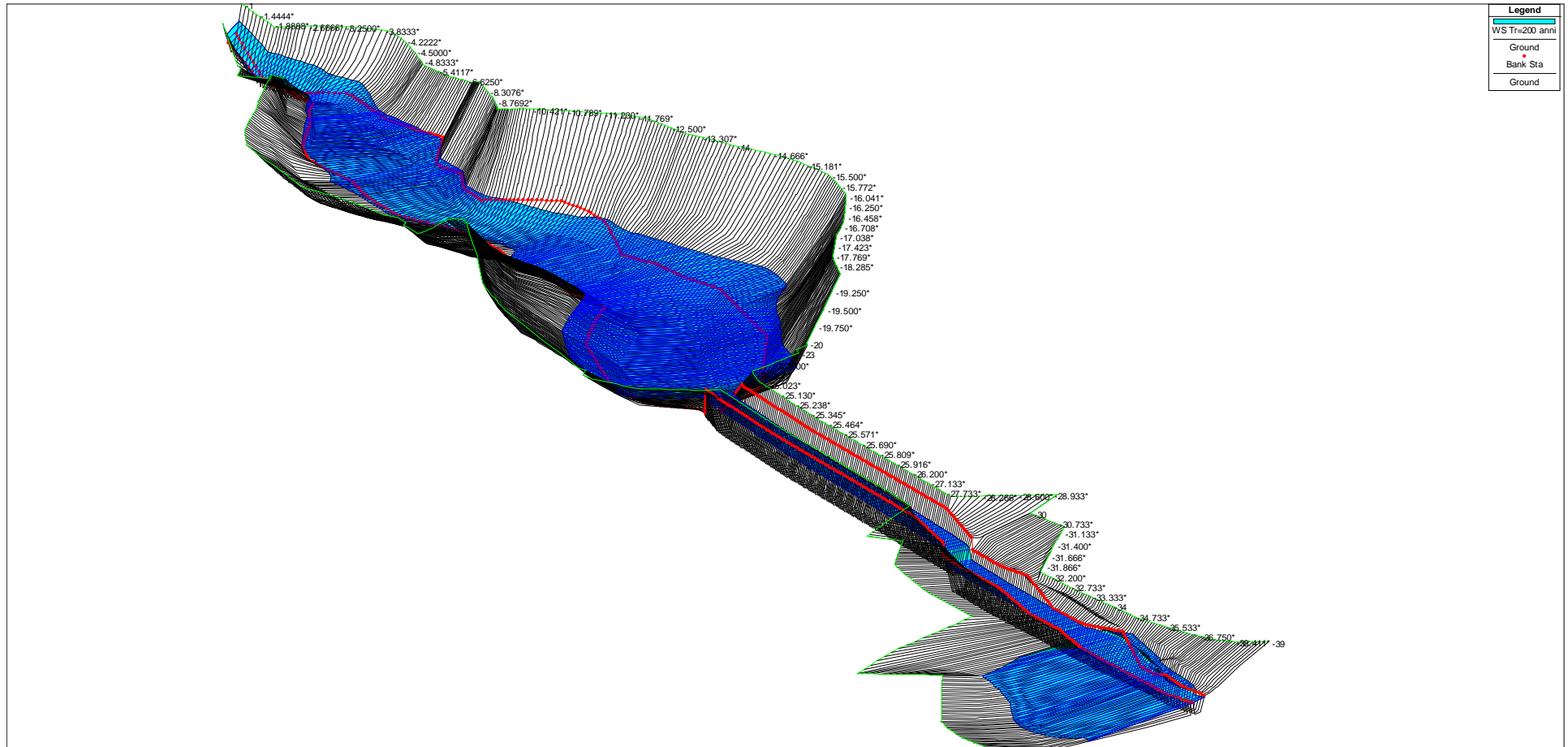


Figura 3: Prospettiva 3D delle aree di allagamento (Tempo di ritorno = 200 anni)

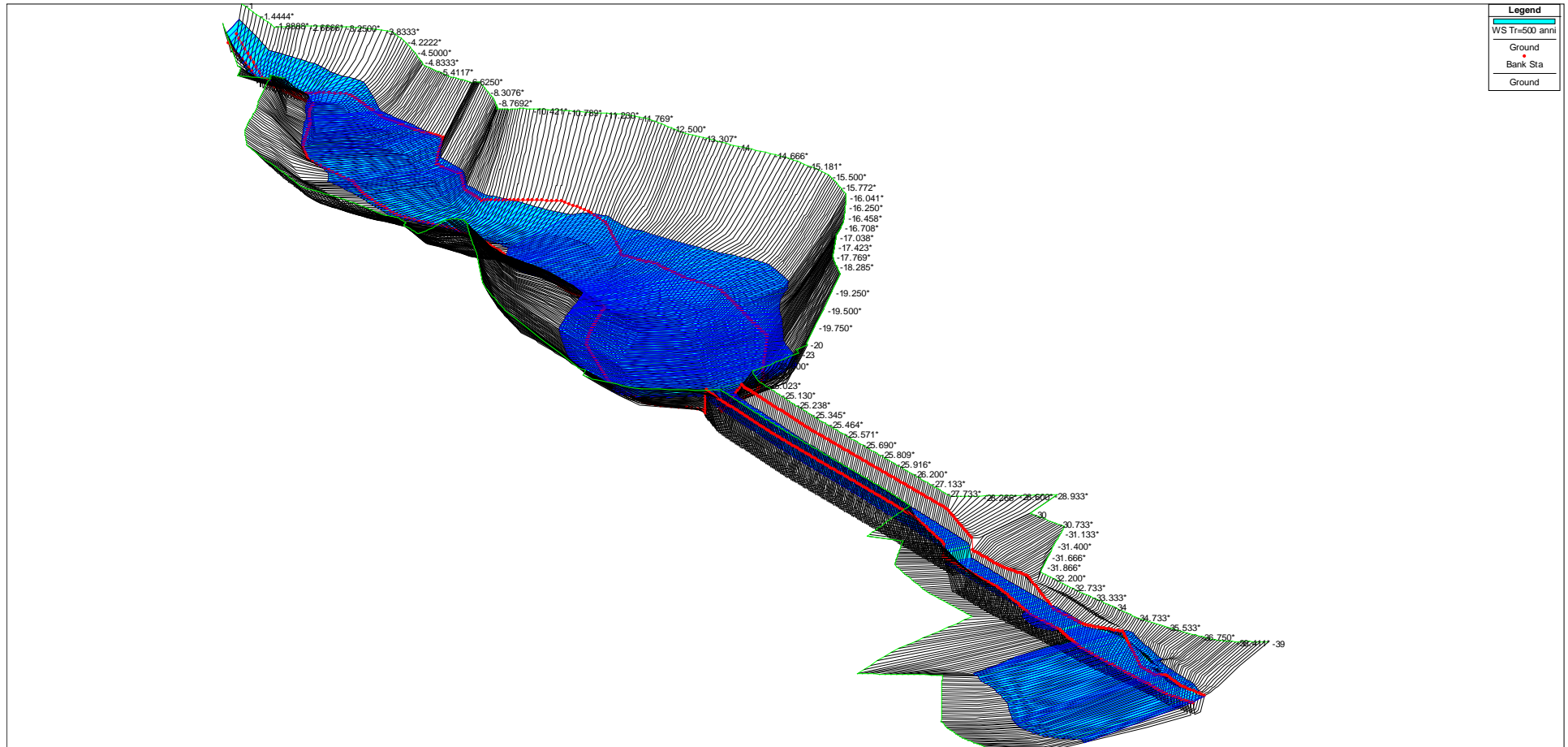


Figura 4: Prospettiva 3D delle aree di allagamento (Tempo di ritorno = 500 anni)

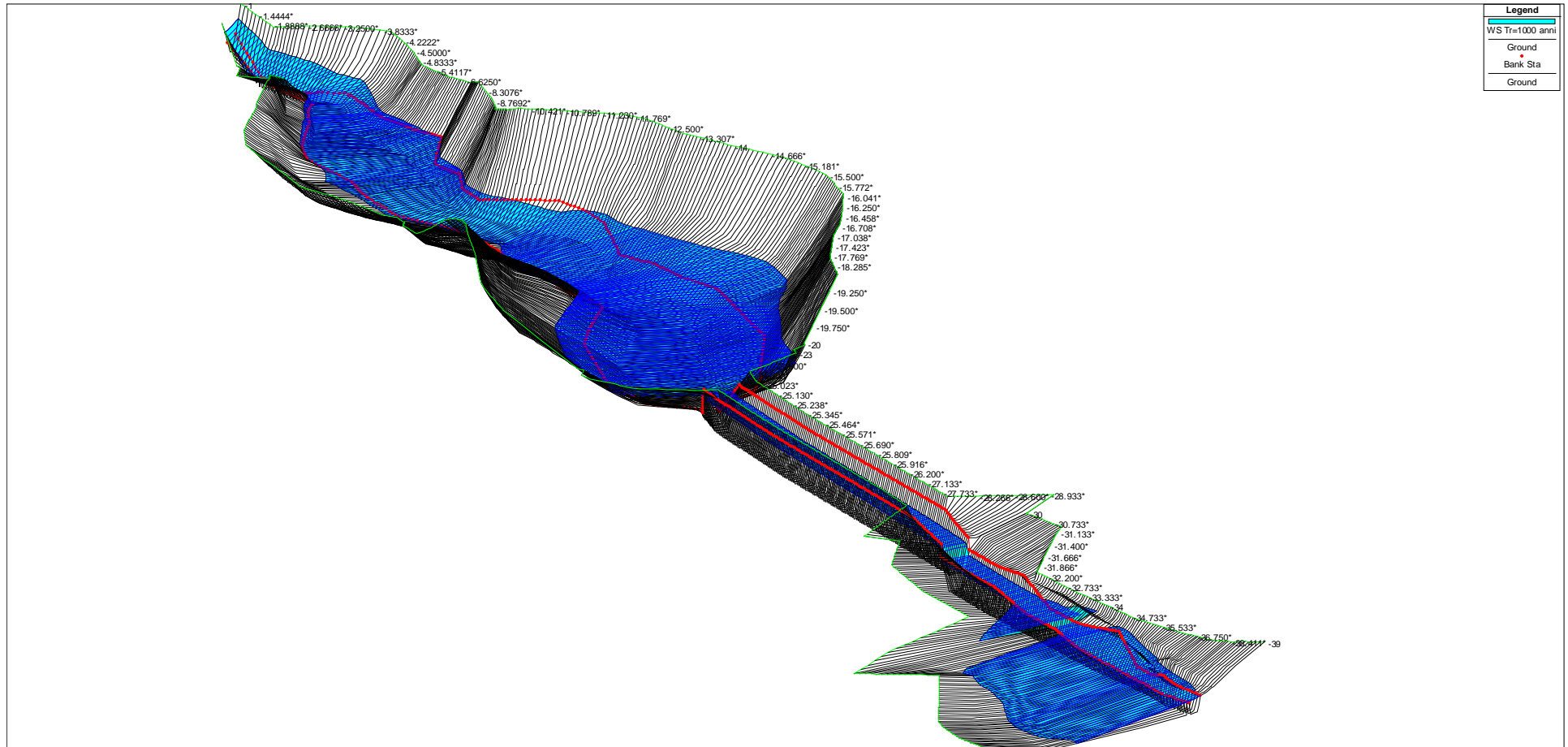


Figura 5: Prospettiva 3D delle aree di allagamento (Tempo di ritorno = 1000 anni)

I dati utilizzati per i valori di portata che scaturiscono dall'applicazione del metodo indiretto ottenuto dalle curve di possibilità pluviometrica della distribuzione TCEV, per tempi di ritorno di $T_R = 50$ anni, $T_R = 100$ anni, $T_R = 200$ anni, $T_R = 500$ anni e $T_R = 1000$ anni, sono stati riportati nella Tabella 2.

L'esame di tutte le sezioni naturali dell'alveo fluviale effettuato con il programma HEC-RAS evidenzia alcune caratteristiche specifiche dell'andamento della piena e della capacità di deflusso del Rio Bacch'e Linna che, nel tratto a valle della confluenza con il canale in progetto (sezione 40), viene indiscutibilmente influenzato dall'immissione della piena convogliata dal nuovo canale. Come si può anche rilevare dalle sopra ritratte Figure 1, 2 3, 4 e 5, riferite alle cinque portate di piena di riferimento, gli incrementi dovuti agli apporti del canale in progetto, in occasione delle piene sul Rio Bacch'e Linna fan sì che dopo la confluenza, le quote del pelo libero sormontino la quota dell'alveo invadendo delle ampie zone semipianeggianti, già con i valori di piena stimati con i tempi di ritorno più bassi come 50 anni. Tali straripamenti riguardano in particolare, le aree in sponda destra del Rio e comunque, superfici prive di insediamenti abitativi o produttivi e di basso valore agricolo.

4.2 Canale in progetto

Come già illustrato, il modello idraulico relativo al canale previsto in progetto prevede lo studio di un canale in terra che possa far confluire nel vecchio alveo del Rio Bacch'e Linna a valle della diga, le acque superficiali provenienti dal bacino idrografico sotteso dallo sbarramento di Perdu Mulas.

Nel paragrafo 5 del presente studio sono rappresentati i valori che le grandezze idrauliche di interesse assumono, per i cinque tempi di ritorno, nelle sezioni di calcolo (sezz. 19 - 40) in cui è stato suddiviso e studiato il nuovo canale.

Dall'esame delle elaborazioni numeriche del paragrafo 5 e dallo studio delle sezioni e profili idraulici del paragrafo 6, è immediato riscontrare come il canale in progetto è pienamente in grado di smaltire, sino alla sezione 32, i volumi d'acqua stimati delle piene calcolate per i diversi tempi di ritorno. L'esame del modello effettuato con il programma HEC-RAS evidenzia che dalla sezione 32 sino alla confluenza con il Rio Bacch'e Linna (sez. 40), il livello del pelo libero sormonta la parte superiore delle sponde solo per valori di piena stimati per tempi di ritorno di 500

e 1000 anni, mentre dalla sezione 35 alla sezione 40, le quote del pelo libero delle portate di piena superano le quote degli argini anche per tempi di ritorno pari o superiori ai 50 anni.

L'esame del profilo di rigurgito per il valore di portata della piena di riferimento corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni, evidenzia che dalla sezione 19, sul paramento di monte, sino alla sezione 27, sul paramento di valle, il tirante idrico risulta variare tra un valor massimo pari a 2,57 metri (sezioni di monte) sino a quello di 1,98 metri (sezione 27 di valle). Se si dovesse utilizzare il valore di portata della piena di riferimento corrispondente ad un tempo di ritorno di 100 anni, i rispettivi valori massimi e minimi dei tiranti idrici, assumono rispettivamente i valori di 2,45 metri e 1,89 metri.

La sezione 19, alla quota di 62,50 m s.l.m., è posta in corrispondenza del pozzetto dello scarico di fondo situato al piede del paramento di monte della diga, dove ha inizio l'opera di scavo della parte centrale del corpo della diga di Perdu Mulas per realizzare in seguito il canale in terra a sezione trapezia con larghezza al fondo pari a 4,00 metri, ad asse rettilineo, perpendicolare al coronamento dello sbarramento, pendenza longitudinale del fondo pari a $J = 0,001$ e sponde con inclinazione pari a 35° .

Nella seguente Tabella 3 sono stati rappresentati i valori della portata, della quota del fondo, della quota del pelo libero e del tirante idrico, che rispettivamente assumono per i cinque tempi di ritorno, nelle sezioni di calcolo (sezz. 19 - 27) in cui è stata suddivisa e studiata la prima parte del nuovo canale.

Sezione	Tempo ritorno	Portata	Quota fondo	Quota pelo libero	Tirante idrico
	<i>(anni)</i>	<i>(m³/s)</i>	<i>(m slm)</i>	<i>(m slm)</i>	<i>(m)</i>
19 (inizio canale)	Tr=50	31.42	62.50	64.82	2.32
	Tr=100	35.08	62.50	64.95	2.45
	Tr=200	38.72	62.50	65.07	2.57
	Tr=500	43.60	62.50	65.22	2.72
	Tr=1000	47.42	62.50	65.33	2.83
20	Tr=50	31.42	62.50	64.82	2.32
	Tr=100	35.08	62.50	64.95	2.45
	Tr=200	38.72	62.50	65.07	2.57
	Tr=500	43.60	62.50	65.22	2.72
	Tr=1000	47.42	62.50	65.33	2.83

Sezione	Tempo ritorno	Portata	Quota fondo	Quota pelo libero	Tirante idrico
	(anni)	(m ³ /s)	(m slm)	(m slm)	(m)
21	Tr=50	31.42	62.49	64.81	2.32
	Tr=100	35.08	62.49	64.94	2.45
	Tr=200	38.72	62.49	65.06	2.57
	Tr=500	43.60	62.49	65.21	2.72
	Tr=1000	47.42	62.49	65.33	2.83
22	Tr=50	31.42	62.49	64.80	2.31
	Tr=100	35.08	62.49	64.93	2.44
	Tr=200	38.72	62.49	65.05	2.56
	Tr=500	43.60	62.49	65.20	2.71
	Tr=1000	47.42	62.49	65.31	2.82
23	Tr=50	31.42	62.49	64.72	2.23
	Tr=100	35.08	62.49	64.86	2.37
	Tr=200	38.72	62.49	64.98	2.50
	Tr=500	43.60	62.49	65.15	2.66
	Tr=1000	47.42	62.49	65.27	2.78
24	Tr=50	31.42	62.48	64.54	2.06
	Tr=100	35.08	62.48	64.65	2.17
	Tr=200	38.72	62.48	64.75	2.28
	Tr=500	43.60	62.48	64.88	2.41
	Tr=1000	47.42	62.48	65.98	2.50
25	Tr=50	31.42	62.47	64.51	2.05
	Tr=100	35.08	62.47	64.62	2.16
	Tr=200	38.72	62.47	64.73	2.26
	Tr=500	43.60	62.47	64.86	2.39
	Tr=1000	47.42	62.47	64.95	2.48
26	Tr=50	31.42	62.38	64.21	1.83
	Tr=100	35.08	62.38	64.31	1.93
	Tr=200	38.72	62.38	64.41	2.02
	Tr=500	43.60	62.38	64.53	2.14
	Tr=1000	47.42	62.38	64.62	2.23
27	Tr=50	31.42	62.37	64.16	1.79
	Tr=100	35.08	62.37	64.26	1.89
	Tr=200	38.72	62.37	64.35	1.98
	Tr=500	43.60	62.37	64.47	2.10
	Tr=1000	47.42	62.37	64.56	2.19

Tabella 3

Portata, quota del fondo, quota del pelo libero e tirante idrico
nelle sezioni 19 - 27 del canale in progetto

4.3 Esame dei processi erosivi e di sedimentazione

Gli interventi previsti comportano una variazione del regime dei deflussi del Rio Bacch'e Linna e di conseguenza una modifica delle azioni idrauliche lungo il tratto di fiume interessato e sul canale in progetto; in particolare vengono interessati il tratto dell'alveo fluviale in corrispondenza della confluenza del canale, il fondo e le sponde del canale.

Le metodologie di studio sono volte a determinare le condizioni create dai diversi regimi di corrente che in funzione delle caratteristiche granulometriche dei suoli presenti in alveo e nelle aree di esondazione possano innescare fenomeni di erosione e conseguentemente scalzamento al piede, oppure possano produrre processi di progressiva sedimentazione in corrispondenza delle opere di protezione.

La metodologia esaminata per l'esame dei fenomeni si basa sul calcolo delle velocità in corrispondenza delle sezioni dell'alveo fluviale e del canale in progetto, confrontandole con valori indicativi delle velocità della corrente e del diametro del trasporto solido (ove per determinare le condizioni di stabilità degli alvei si correlano i dati di portata, diametro dei sedimenti e pendenza dell'alveo che sono legati fra loro nelle varie condizioni di capacità/trasporto solido).

I risultati illustrati nella Figura 6 e riportati nella Tabella 4 del paragrafo 5 del presente studio, mostrano che nelle sezioni fluviali del Rio Bacch'e Linna l'andamento delle velocità, in generale, segue quello della pendenza del fondo, per cui i tratti a forte pendenza presentano valori via via più elevati. I tratti a bassa pendenza favoriscono l'instaurarsi di correnti lente condizionate da valle, come dimostrano i valori assunti dal numero di Froude.

Il canale in progetto presenta un andamento crescente della velocità media, influenzata dalla presenza del salto idraulico dove si ha il passaggio per l'altezza critica; le alte velocità lungo tutto il tratto e soprattutto in corrispondenza del salto giustificano la scelta effettuata di rivestire il fondo e le sponde del canale con materassi Reno in grado di assorbire gli effetti erosivi dell'acqua che in alcuni tratti raggiunge velocità che superano anche i 3 m/s. L'intero canale verrà quindi protetto mediante il posizionamento sulla superficie del fondo e sulle sponde, per una altezza variabile tra circa 3,20 m e 4,00 m, di uno strato di materassi Reno, realizzati mediante scatole prismatiche in rete metallica a doppia torsione in maglia esagonale

galvanizzata e rivestite in polimero plastico, che verranno riempite con pietrame locale, legate tra loro ed opportunamente incassate nel terreno. La protezione del canale è stata dimensionata assicurando un franco di sicurezza pari ad almeno un metro rispetto alle altezze di flusso che scaturiscono per i valori di portata con tempo di ritorno pari a mille anni.

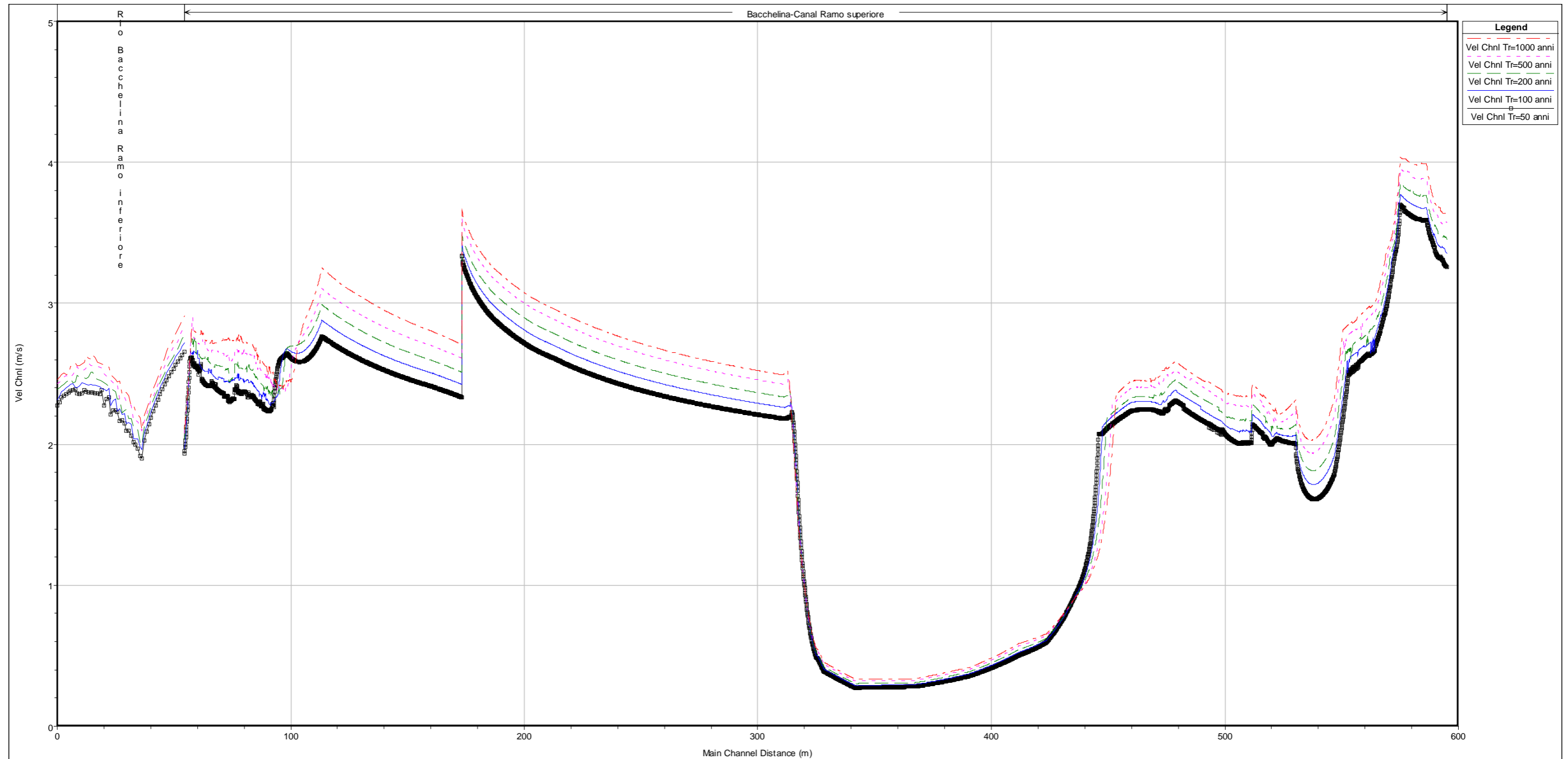


Figura 6: Andamento delle velocità per i vari Tempi di ritorno

5 RISULTATI DELLE ELABORAZIONI NUMERICHE

5.1 – Tabella 4 – Valori delle principali grandezze: Stato di Progetto – Nuovo Canale

Sezione	Tempo ritorno (anni)	Portata (m ³ /s)	Quota fondo (m s.l.m.)	Quota pelo libero (m s.l.m.)	Tirante idrico (m)	Velocità (m/s)	Numero di Froude
1	Tr=50	31.42	71.00	72.68	1.68	3.26	0.94
1	Tr=100	35.08	71.00	72.77	1.77	3.36	0.93
1	Tr=200	38.72	71.00	72.85	1.85	3.46	0.93
1	Tr=500	43.60	71.00	72.96	1.96	3.58	0.93
1	Tr=1000	47.42	71.00	73.04	2.04	3.64	0.92
2	Tr=50	31.42	68.36	70.41	2.05	3.59	0.85
2	Tr=100	35.08	68.36	70.49	2.13	3.68	0.85
2	Tr=200	38.72	68.36	70.57	2.21	3.76	0.86
2	Tr=500	43.60	68.36	70.66	2.30	3.88	0.87
2	Tr=1000	47.42	68.36	70.71	2.35	3.99	0.88
3	Tr=50	31.42	67.62	69.44	1.82	3.70	0.91
3	Tr=100	35.08	67.62	69.52	1.90	3.77	0.91
3	Tr=200	38.72	67.62	69.59	1.97	3.85	0.91
3	Tr=500	43.60	67.62	69.67	2.05	3.95	0.91
3	Tr=1000	47.42	67.62	69.73	2.11	4.04	0.92
4	Tr=50	31.42	67.43	68.50	1.07	2.66	0.95
4	Tr=100	35.08	67.43	68.58	1.15	2.70	0.92
4	Tr=200	38.72	67.43	68.61	1.18	2.84	0.95
4	Tr=500	43.60	67.43	68.69	1.26	2.93	0.94
4	Tr=1000	47.42	67.43	68.74	1.31	2.99	0.94
5	Tr=50	31.42	67.27	68.15	0.88	1.80	0.64
5	Tr=100	35.08	67.27	68.18	0.91	1.93	0.67
5	Tr=200	38.72	67.27	68.21	0.94	2.05	0.70
5	Tr=500	43.60	67.27	68.25	0.98	2.21	0.74
5	Tr=1000	47.42	67.27	68.28	1.01	2.33	0.77
6	Tr=50	31.42	67.17	68.00	0.83	2.00	0.99
6	Tr=100	35.08	67.17	68.04	0.87	2.07	0.98
6	Tr=200	38.72	67.17	68.06	0.89	2.14	0.98
6	Tr=500	43.60	67.17	68.10	0.93	2.24	0.99
6	Tr=1000	47.42	67.17	68.13	0.96	2.31	1.00
7	Tr=50	31.42	67.04	67.86	0.82	2.04	1.01
7	Tr=100	35.08	67.04	67.90	0.86	2.09	1.01
7	Tr=200	38.72	67.04	67.93	0.89	2.13	1.01
7	Tr=500	43.60	67.04	67.98	0.94	2.17	1.01
7	Tr=1000	47.42	67.04	68.01	0.97	2.22	1.01

Dismissione della diga di Perdu Mulas sul Rio Bacch'e Linna – Sarroch (CA)

8	Tr=50	31.42	66.75	67.40	0.65	2.01	0.88
8	Tr=100	35.08	66.75	67.44	0.69	2.09	0.88
8	Tr=200	38.72	66.75	67.47	0.72	2.16	0.89
8	Tr=500	43.60	66.75	67.52	0.77	2.26	0.90
8	Tr=1000	47.42	66.75	67.55	0.80	2.32	0.90
9	Tr=50	31.42	66.33	67.11	0.78	2.11	1.00
9	Tr=100	35.08	66.33	67.15	0.82	2.16	0.99
9	Tr=200	38.72	66.33	67.18	0.85	2.23	0.99
9	Tr=500	43.60	66.33	67.22	0.89	2.32	0.99
9	Tr=1000	47.42	66.33	67.25	0.92	2.38	0.99
10	Tr=50	31.42	65.36	66.23	0.87	2.31	0.98
10	Tr=100	35.08	65.36	66.28	0.92	2.39	0.98
10	Tr=200	38.72	65.36	66.32	0.96	2.46	0.98
10	Tr=500	43.60	65.36	66.38	1.02	2.52	0.96
10	Tr=1000	47.42	65.36	66.42	1.06	2.59	0.96
11	Tr=50	31.42	64.48	65.33	0.85	2.24	1.01
11	Tr=100	35.08	64.48	65.37	0.89	2.30	1.01
11	Tr=200	38.72	64.48	65.42	0.94	2.33	1.00
11	Tr=500	43.60	64.48	65.47	0.99	2.40	1.00
11	Tr=1000	47.42	64.48	65.51	1.03	2.45	1.00
12	Tr=50	31.42	63.93	64.81	0.88	2.07	1.01
12	Tr=100	35.08	63.93	64.86	0.93	2.07	0.98
12	Tr=200	38.72	63.93	65.01	1.08	1.70	0.75
12	Tr=500	43.60	63.93	65.18	1.25	1.45	0.55
12	Tr=1000	47.42	63.93	65.30	1.37	1.34	0.47
13	Tr=50	31.42	63.37	64.81	1.44	0.93	0.28
13	Tr=100	35.08	63.37	64.94	1.57	0.92	0.26
13	Tr=200	38.72	63.37	65.06	1.69	0.92	0.25
13	Tr=500	43.60	63.37	65.21	1.84	0.91	0.24
13	Tr=1000	47.42	63.37	65.32	1.95	0.91	0.23
14	Tr=50	31.42	63.00	64.82	1.82	0.59	0.15
14	Tr=100	35.08	63.00	64.95	1.95	0.61	0.15
14	Tr=200	38.72	63.00	65.07	2.07	0.62	0.15
14	Tr=500	43.60	63.00	65.22	2.22	0.64	0.15
14	Tr=1000	47.42	63.00	65.33	2.33	0.66	0.15
15	Tr=50	31.42	62.62	64.82	2.37	0.50	0.12
15	Tr=100	35.08	62.62	64.95	2.52	0.52	0.12
15	Tr=200	38.72	62.62	65.07	2.65	0.54	0.12
15	Tr=500	43.60	62.62	65.22	2.83	0.57	0.12
15	Tr=1000	47.42	62.62	65.33	2.95	0.59	0.12
16	Tr=50	31.42	62.18	64.83	2.64	0.36	0.08
16	Tr=100	35.08	62.18	64.95	2.77	0.37	0.08
16	Tr=200	38.72	62.18	65.07	2.89	0.39	0.08
16	Tr=500	43.60	62.18	65.22	3.04	0.40	0.08

Dismissione della diga di Perdu Mulas sul Rio Bacch'e Linna – Sarroch (CA)

16	Tr=1000	47.42	62.18	65.34	3.16	0.42	0.08
17	Tr=50	31.42	62.16	64.83	2.67	0.28	0.06
17	Tr=100	35.08	62.16	64.95	2.79	0.29	0.06
17	Tr=200	38.72	62.16	65.07	2.91	0.31	0.06
17	Tr=500	43.60	62.16	65.23	3.07	0.32	0.07
17	Tr=1000	47.42	62.16	65.34	3.18	0.34	0.07
18	Tr=50	31.42	62.18	64.83	2.64	0.27	0.06
18	Tr=100	35.08	62.18	64.95	2.77	0.29	0.06
18	Tr=200	38.72	62.18	65.07	2.89	0.30	0.06
18	Tr=500	43.60	62.18	65.23	3.04	0.32	0.06
18	Tr=1000	47.42	62.18	65.34	3.16	0.33	0.06
19 (inizio canale)	Tr=50	31.42	62.50	64.82	2.32	0.39	0.09
19 (inizio canale)	Tr=100	35.08	62.50	64.95	2.45	0.40	0.09
19 (inizio canale)	Tr=200	38.72	62.50	65.07	2.57	0.42	0.09
19 (inizio canale)	Tr=500	43.60	62.50	65.22	2.72	0.44	0.09
19 (inizio canale)	Tr=1000	47.42	62.50	65.33	2.83	0.45	0.09
20	Tr=50	31.42	62.50	64.82	2.32	0.49	0.11
20	Tr=100	35.08	62.50	64.95	2.45	0.50	0.11
20	Tr=200	38.72	62.50	65.07	2.57	0.52	0.11
20	Tr=500	43.60	62.50	65.22	2.72	0.54	0.11
20	Tr=1000	47.42	62.50	65.33	2.83	0.55	0.11
21	Tr=50	31.42	62.49	64.81	2.32	0.61	0.13
21	Tr=100	35.08	62.49	64.94	2.45	0.636	0.13
21	Tr=200	38.72	62.49	65.06	2.57	0.64	0.13
21	Tr=500	43.60	62.49	65.21	2.72	0.66	0.13
21	Tr=1000	47.42	62.49	65.33	2.83	0.67	0.13
22	Tr=50	31.42	62.49	64.80	2.31	1.00	0.21
22	Tr=100	35.08	62.49	64.93	2.44	1.00	0.21
22	Tr=200	38.72	62.49	65.05	2.56	1.00	0.20
22	Tr=500	43.60	62.49	65.20	2.71	0.99	0.19
22	Tr=1000	47.42	62.49	65.31	2.82	0.99	0.19
23	Tr=50	31.42	62.49	64.72	2.23	1.70	0.37
23	Tr=100	35.08	62.49	64.86	2.37	1.66	0.35
23	Tr=200	38.72	62.49	64.98	2.50	1.63	0.33
23	Tr=500	43.60	62.49	65.15	2.66	1.57	0.31
23	Tr=1000	47.42	62.49	65.27	2.78	1.53	0.30
24	Tr=50	31.42	62.48	64.54	2.06	2.19	0.58
24	Tr=100	35.08	62.48	64.65	2.17	2.27	0.59
24	Tr=200	38.72	62.48	64.75	2.28	2.35	0.60
24	Tr=500	43.60	62.48	64.88	2.41	2.44	0.61
24	Tr=1000	47.42	62.48	64.98	2.50	2.50	0.61
25	Tr=50	31.42	62.47	64.51	2.05	2.22	0.59
25	Tr=100	35.08	62.47	64.62	2.16	2.30	0.60

Dismissione della diga di Perdu Mulas sul Rio Bacch'e Linna – Sarroch (CA)

25	Tr=200	38.72	62.47	64.73	2.26	2.37	0.61
25	Tr=500	43.60	62.47	64.86	2.39	2.47	0.62
25	Tr=1000	47.42	62.47	64.95	2.48	2.53	0.62
26	Tr=50	31.42	62.38	64.21	1.83	2.61	0.73
26	Tr=100	35.08	62.38	64.31	1.93	2.70	0.74
26	Tr=200	38.72	62.38	64.41	2.02	2.78	0.74
26	Tr=500	43.60	62.38	64.53	2.14	2.88	0.75
26	Tr=1000	47.42	62.38	64.62	2.23	2.96	0.76
27	Tr=50	31.42	62.37	64.16	1.79	2.68	0.76
27	Tr=100	35.08	62.37	64.26	1.89	2.78	0.76
27	Tr=200	38.72	62.37	64.35	1.98	2.86	0.77
27	Tr=500	43.60	62.37	64.47	2.10	2.98	0.78
27	Tr=1000	47.42	62.37	64.56	2.19	3.04	0.79
28	Tr=50	31.42	62.36	64.06	1.70	2.87	0.82
28	Tr=100	35.08	62.36	64.16	1.80	2.96	0.83
28	Tr=200	38.72	62.36	64.25	1.89	3.05	0.84
28	Tr=500	43.60	62.36	64.37	2.01	3.15	0.85
28	Tr=1000	47.42	62.36	64.45	2.10	3.23	0.85
29 (salto idraulico)	Tr=50	31.42	62.34	63.86	1.52	3.34	1.00
29 (salto idraulico)	Tr=100	35.08	62.34	63.96	1.62	3.43	1.01
29 (salto idraulico)	Tr=200	38.72	62.34	64.06	1.72	3.49	1.00
29 (salto idraulico)	Tr=500	43.60	62.34	64.17	1.83	3.61	1.01
29 (salto idraulico)	Tr=1000	47.42	62.34	64.26	1.92	3.66	1.00
30	Tr=50	31.42	61.00	62.98	1.98	2.33	0.63
30	Tr=100	35.08	61.00	63.08	2.08	2.42	0.64
30	Tr=200	38.72	61.00	63.17	2.17	2.51	0.65
30	Tr=500	43.60	61.00	63.30	2.30	2.61	0.66
30	Tr=1000	47.42	61.00	63.37	2.37	2.71	0.68
31	Tr=50	31.42	60.98	62.91	1.92	2.42	0.66
31	Tr=100	35.08	60.98	63.01	2.02	2.52	0.67
31	Tr=200	38.72	60.98	63.10	2.12	2.61	0.68
31	Tr=500	43.60	60.98	63.22	2.24	2.71	0.70
31	Tr=1000	47.42	60.98	63.29	2.31	2.81	0.71
32	Tr=50	31.42	60.97	62.85	1.88	2.50	0.69
32	Tr=100	35.08	60.97	62.95	1.97	2.60	0.70
32	Tr=200	38.72	60.97	63.03	2.06	2.70	0.72
32	Tr=500	43.60	60.97	63.15	2.18	2.81	0.73
32	Tr=1000	47.42	60.97	63.22	2.25	2.92	0.75
33	Tr=50	31.42	60.96	62.78	1.82	2.61	0.73
33	Tr=100	35.08	60.96	62.87	1.91	2.72	0.74
33	Tr=200	38.72	60.96	62.96	2.00	2.82	0.76
33	Tr=500	43.60	60.96	63.07	2.12	2.93	0.76
33	Tr=1000	47.42	60.96	63.13	2.18	3.06	0.78

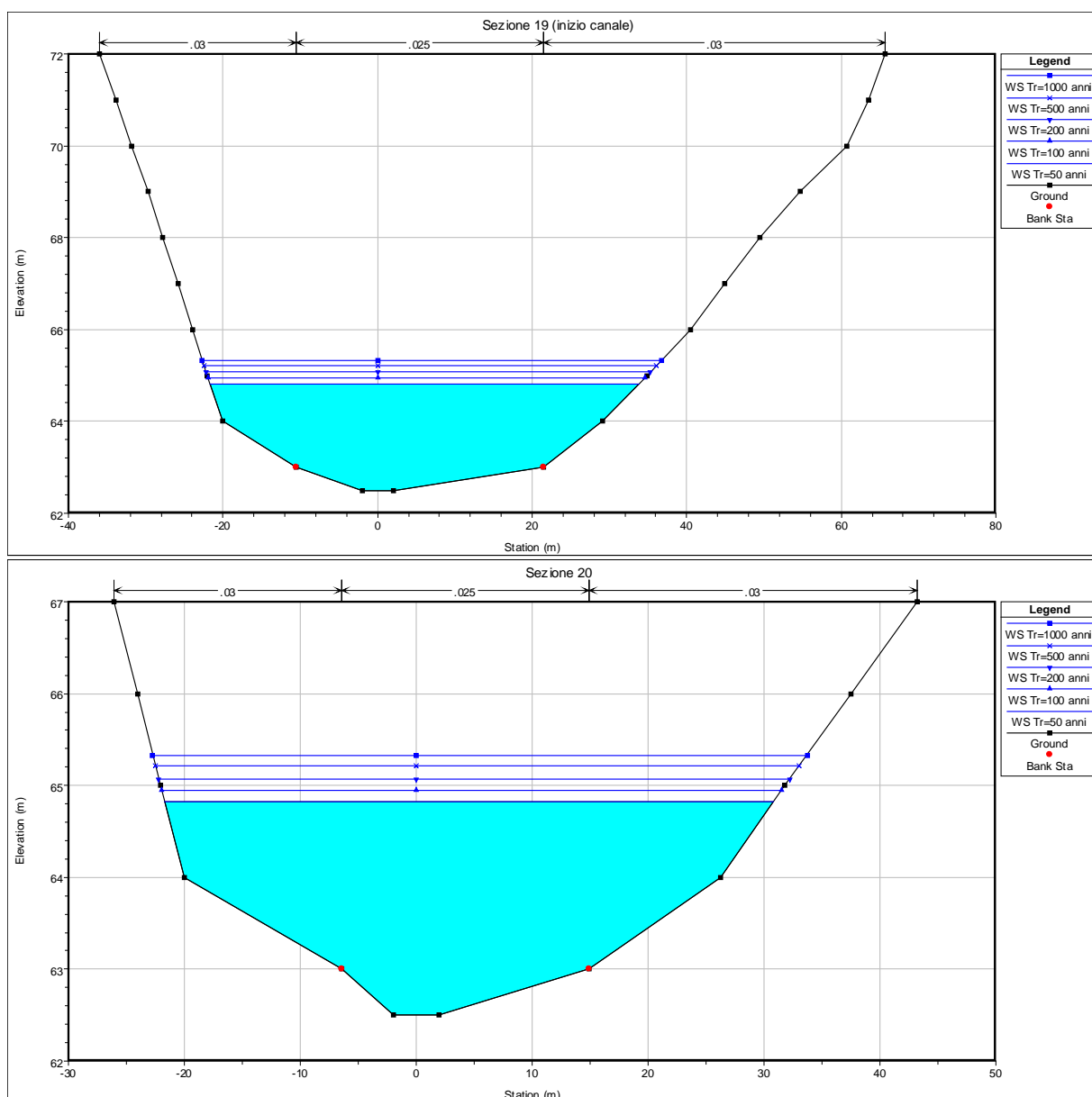
Dismissione della diga di Perdu Mulas sul Rio Bacch'e Linna – Sarroch (CA)

34	Tr=50	31.42	60.94	62.69	1.75	2.76	0.79
34	Tr=100	35.08	60.94	62.78	1.84	2.88	0.80
34	Tr=200	38.72	60.94	62.86	1.92	2.99	0.82
34	Tr=500	43.60	60.94	62.97	2.03	3.10	0.83
34	Tr=1000	47.42	60.94	63.03	2.09	3.25	0.86
35	Tr=50	31.42	60.92	62.64	1.72	2.64	0.83
35	Tr=100	35.08	60.92	62.74	1.82	2.68	0.82
35	Tr=200	38.72	60.92	62.84	1.92	2.68	0.81
35	Tr=500	43.60	60.92	63.02	2.09	2.41	0.70
35	Tr=1000	47.42	60.92	63.07	2.15	2.42	0.70
36	Tr=50	31.42	60.91	62.35	1.44	2.35	0.68
36	Tr=100	35.08	60.91	62.38	1.47	2.44	0.70
36	Tr=200	38.72	60.91	62.41	1.50	2.55	0.72
36	Tr=500	43.60	60.91	62.45	1.54	2.63	0.74
36	Tr=1000	47.42	60.91	62.48	1.57	2.71	0.75
37	Tr=50	31.42	60.90	62.10	1.19	2.32	0.73
37	Tr=100	35.08	60.90	62.12	1.21	2.46	0.77
37	Tr=200	38.72	60.90	62.15	1.25	2.48	0.76
37	Tr=500	43.60	60.90	62.18	1.28	2.61	0.79
37	Tr=1000	47.42	60.90	62.19	1.29	2.74	0.83
38	Tr=50	31.42	60.90	62.07	1.17	2.36	0.75
38	Tr=100	35.08	60.90	62.09	1.19	2.46	0.78
38	Tr=200	38.72	60.90	62.12	1.22	2.55	0.80
38	Tr=500	43.60	60.90	62.15	1.25	2.64	0.82
38	Tr=1000	47.42	60.90	62.16	1.26	2.76	0.85
39	Tr=50	31.42	60.58	61.53	0.95	1.93	0.72
39	Tr=100	35.08	60.58	61.57	1.00	1.97	0.72
39	Tr=200	38.72	60.58	61.61	1.04	2.03	0.73
39	Tr=500	43.60	60.58	61.66	1.09	2.08	0.73
39	Tr=1000	47.42	60.58	61.70	1.13	2.11	0.73
40 (confluenza)	Tr=50	33.67	60.58	61.42	0.85	2.66	1.05
40 (confluenza)	Tr=100	37.65	60.58	61.46	0.88	2.72	1.05
40 (confluenza)	Tr=200	41.61	60.58	61.49	0.92	2.77	1.05
40 (confluenza)	Tr=500	46.92	60.58	61.54	0.96	2.83	1.05
40 (confluenza)	Tr=1000	51.06	60.58	61.56	0.99	2.91	1.07
41	Tr=50	33.67	59.91	60.45	0.54	1.90	1.03
41	Tr=100	37.65	59.91	60.48	0.57	1.96	1.04
41	Tr=200	41.61	59.91	60.51	0.60	2.00	1.03
41	Tr=500	46.92	59.91	60.54	0.63	2.09	1.05
41	Tr=1000	51.06	59.91	60.57	0.66	2.10	1.03
42	Tr=50	33.67	59.07	59.95	0.88	2.37	1.04
42	Tr=100	37.65	59.07	59.98	0.91	2.42	1.05
42	Tr=200	41.61	59.07	60.00	0.93	2.51	1.07
42	Tr=500	46.92	59.07	60.03	0.96	2.56	1.07

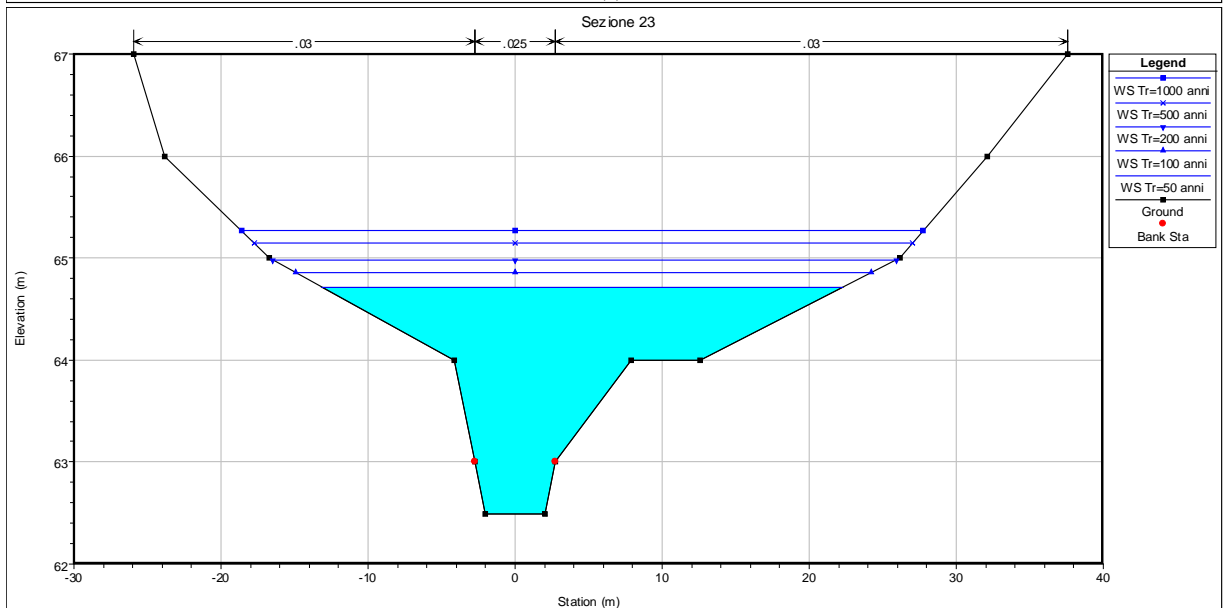
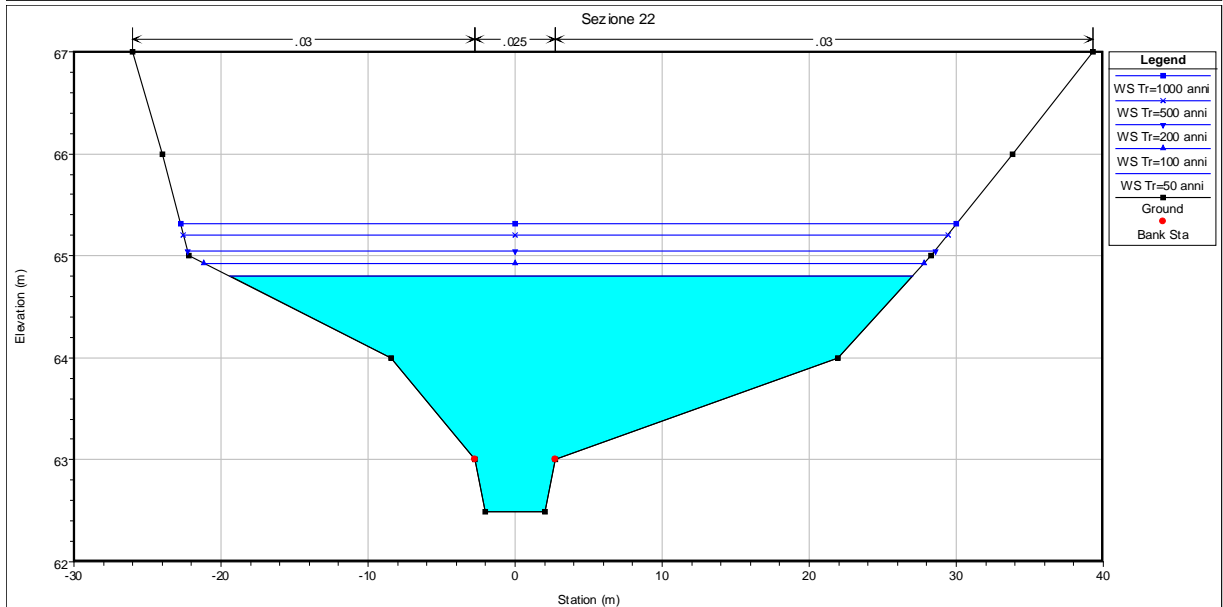
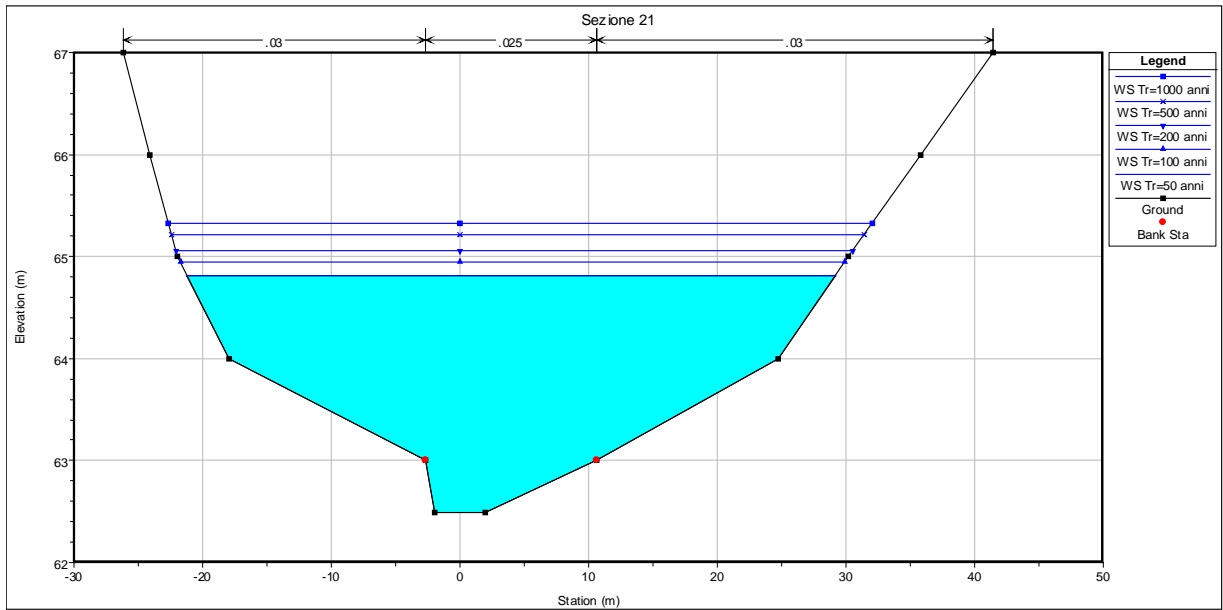
42	Tr=1000	51.06	59.07	60.05	0.98	2.60	1.07
43	Tr=50	33.67	58.65	59.30	0.74	2.28	1.10
43	Tr=100	37.65	58.65	59.33	0.77	2.32	1.10
43	Tr=200	41.61	58.65	59.35	0.79	2.39	1.11
43	Tr=500	46.92	58.65	59.39	0.83	2.43	1.11
43	Tr=1000	51.06	58.65	59.41	0.85	2.46	1.11

6 DOCUMENTAZIONE GRAFICA CON SEZIONI E PROFILI IDRAULICI

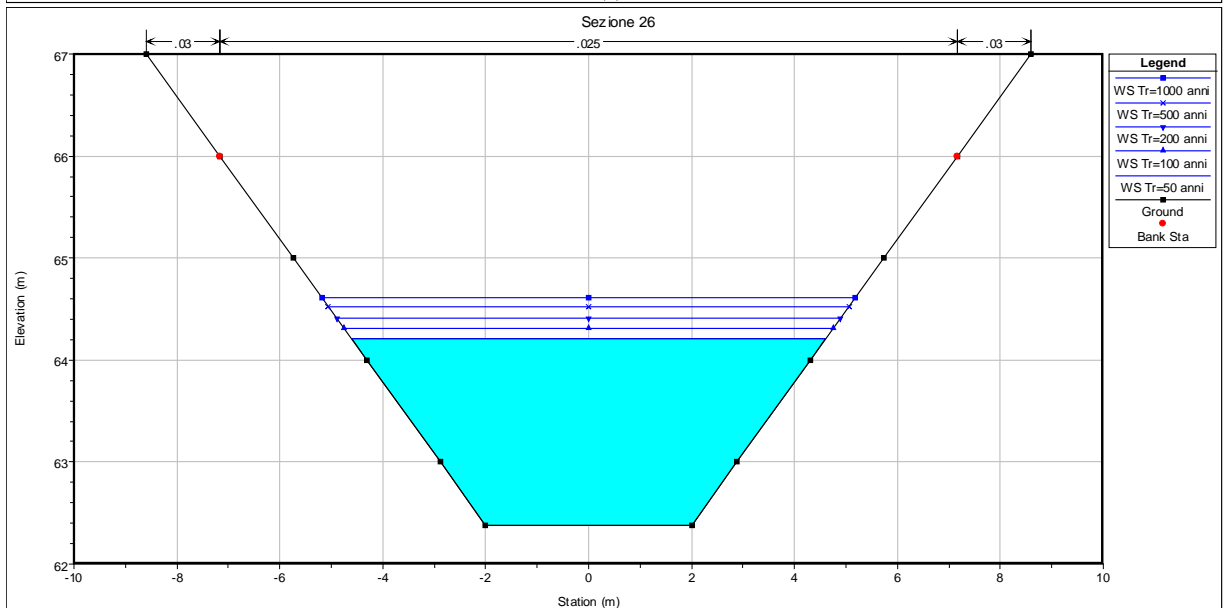
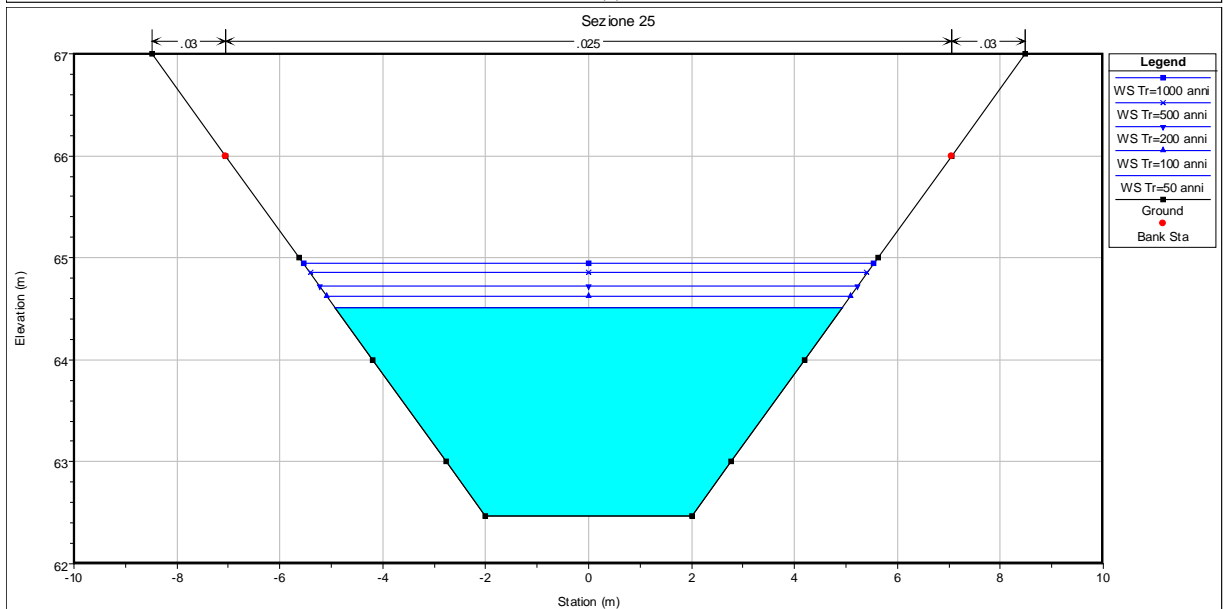
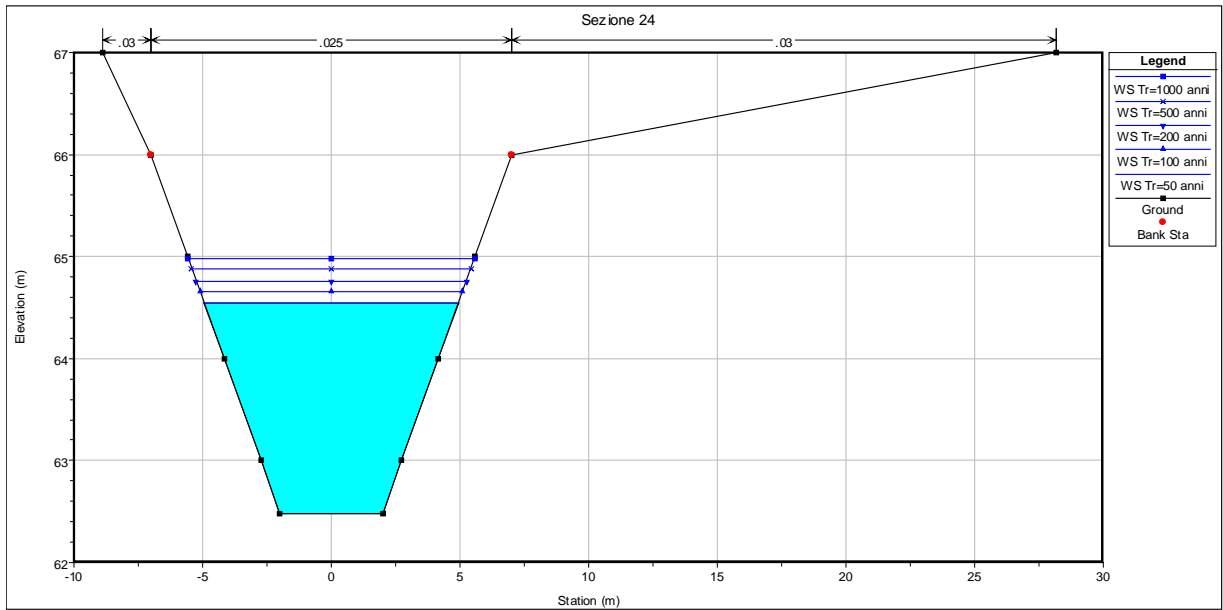
6.1 Sezioni idrauliche del canale in progetto

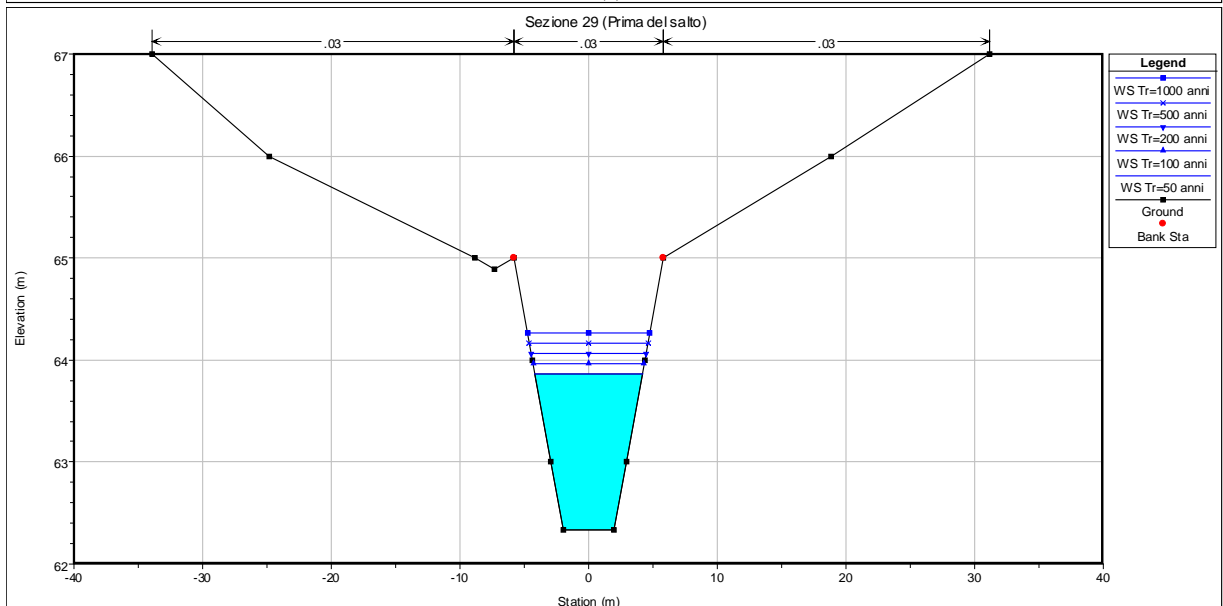
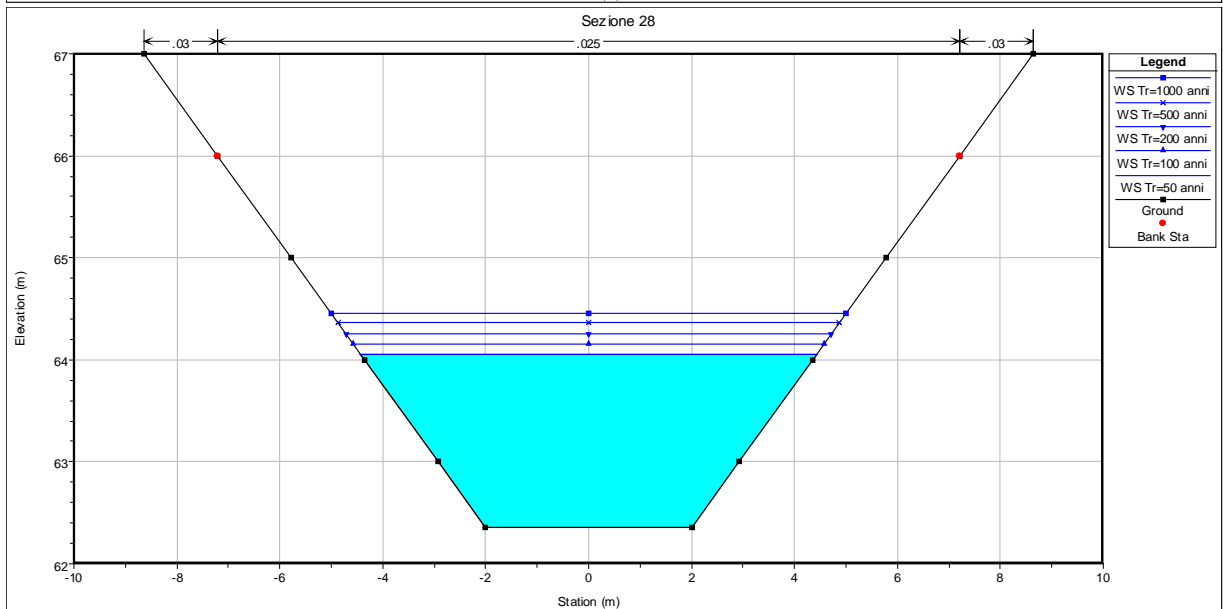
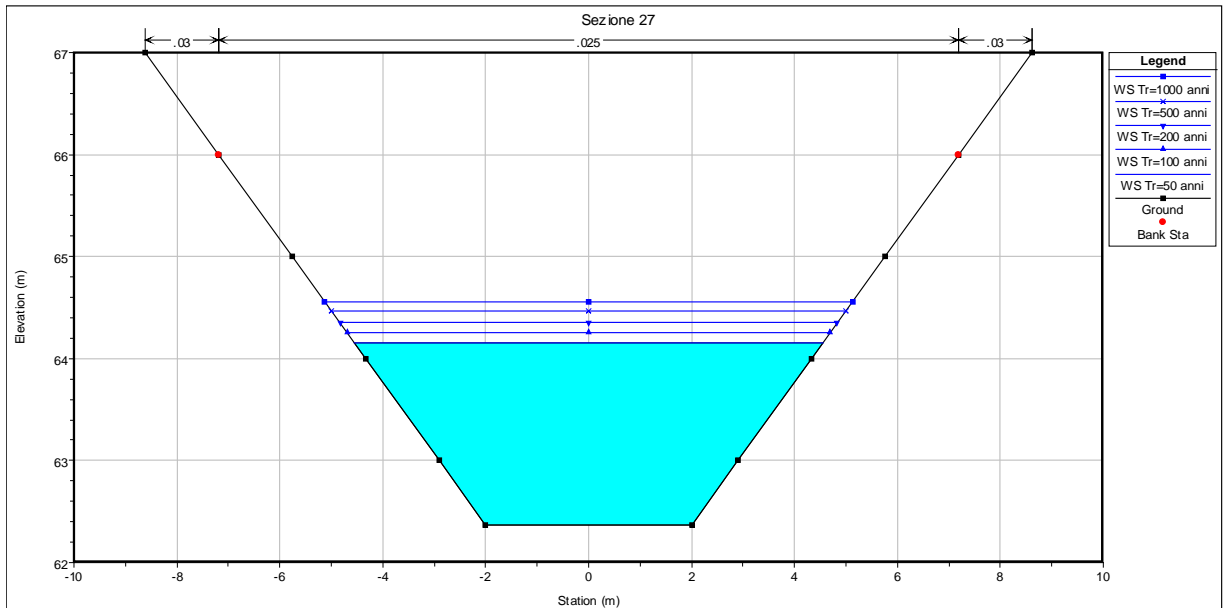


Dismissione della diga di Perdu Mulas sul Rio Bacch'e Linna - Sarroch (CA)

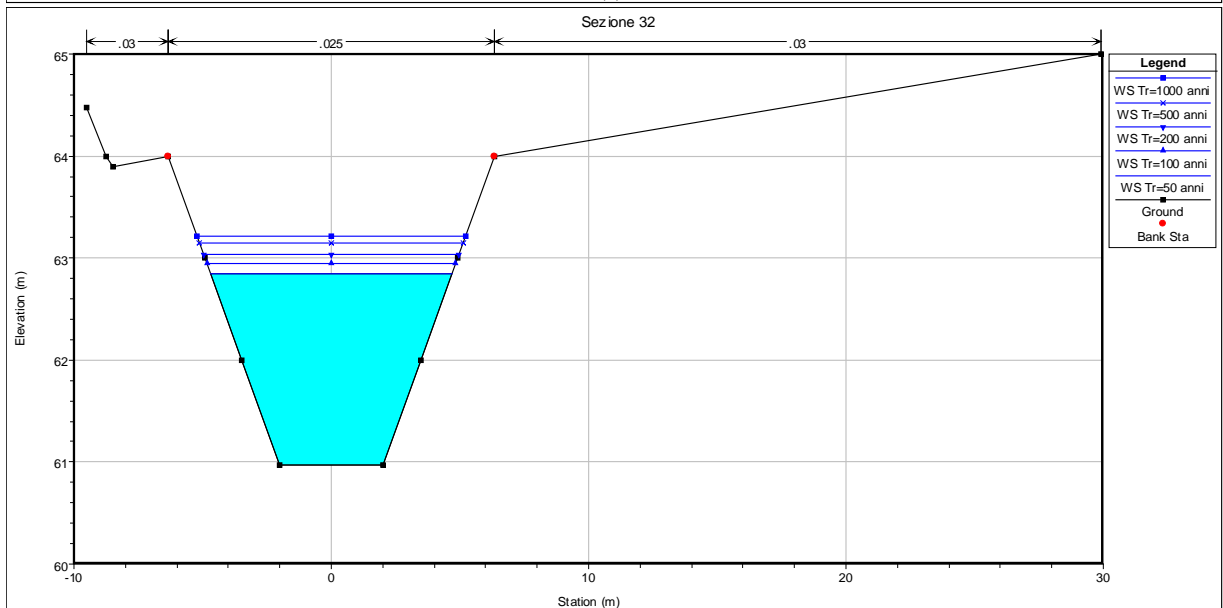
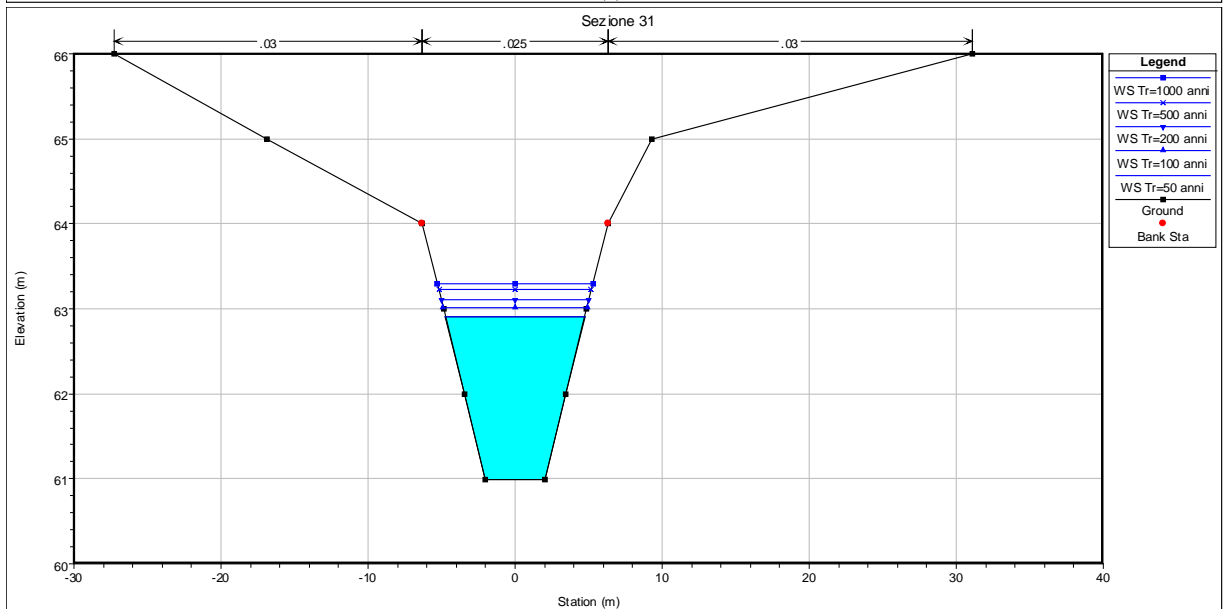
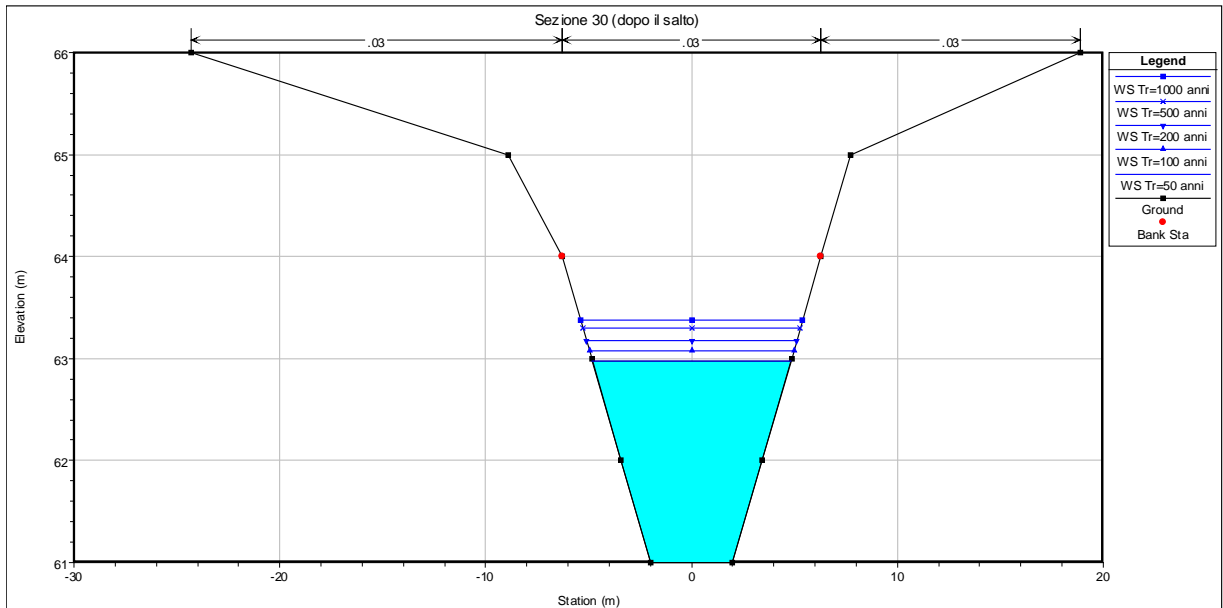


Dismissione della diga di Perdu Mulas sul Rio Bacch'e Linna - Sarroch (CA)

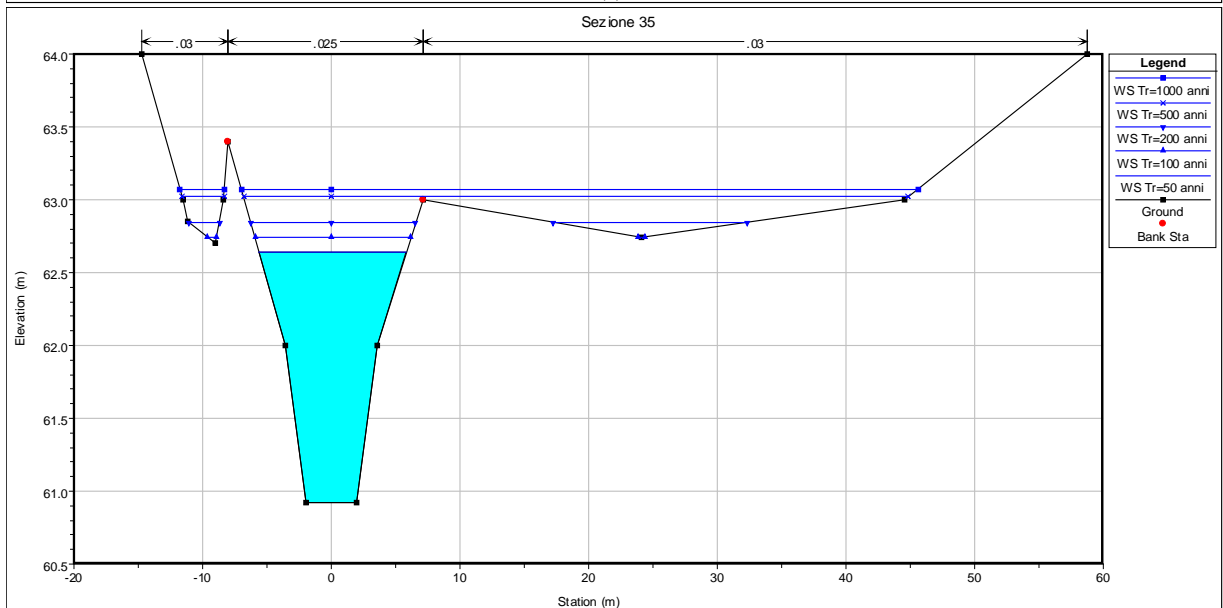
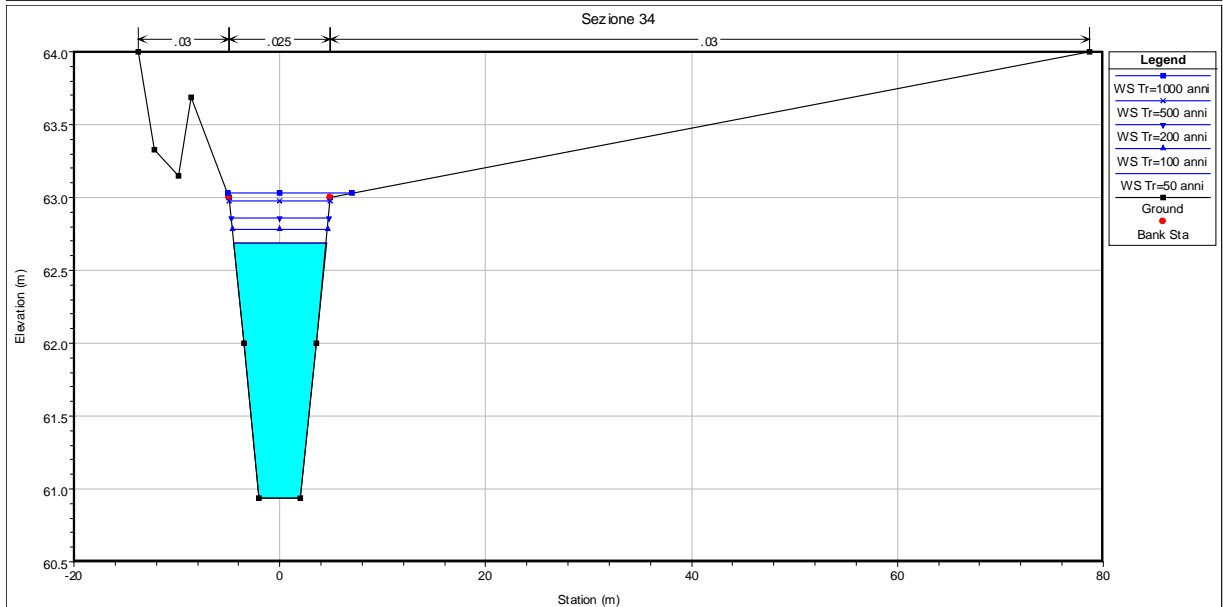
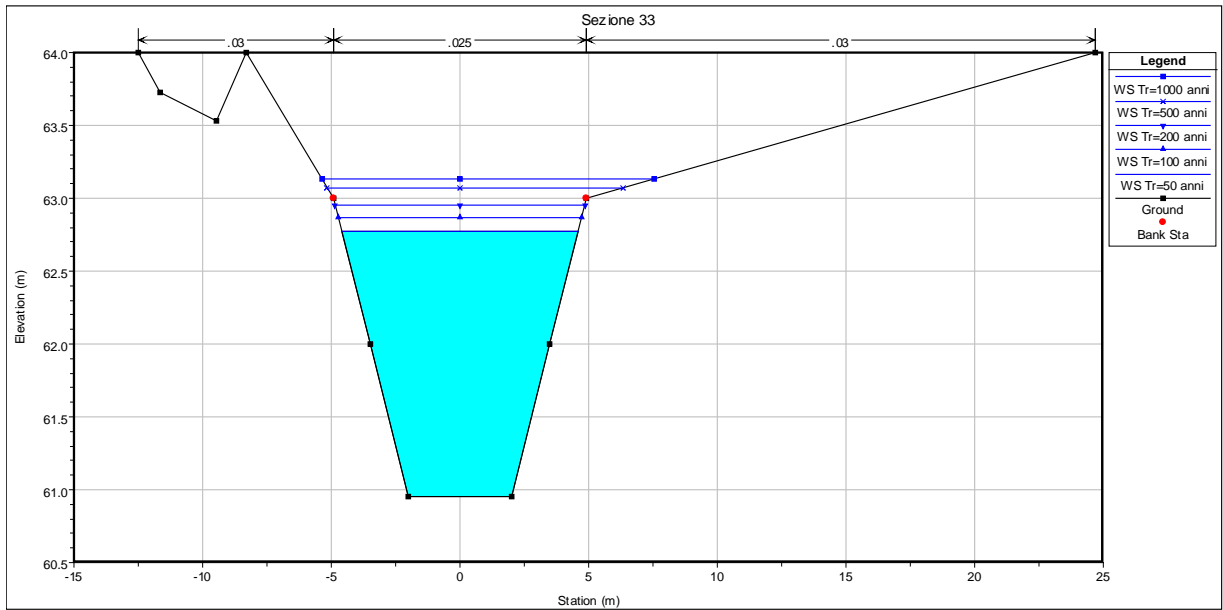




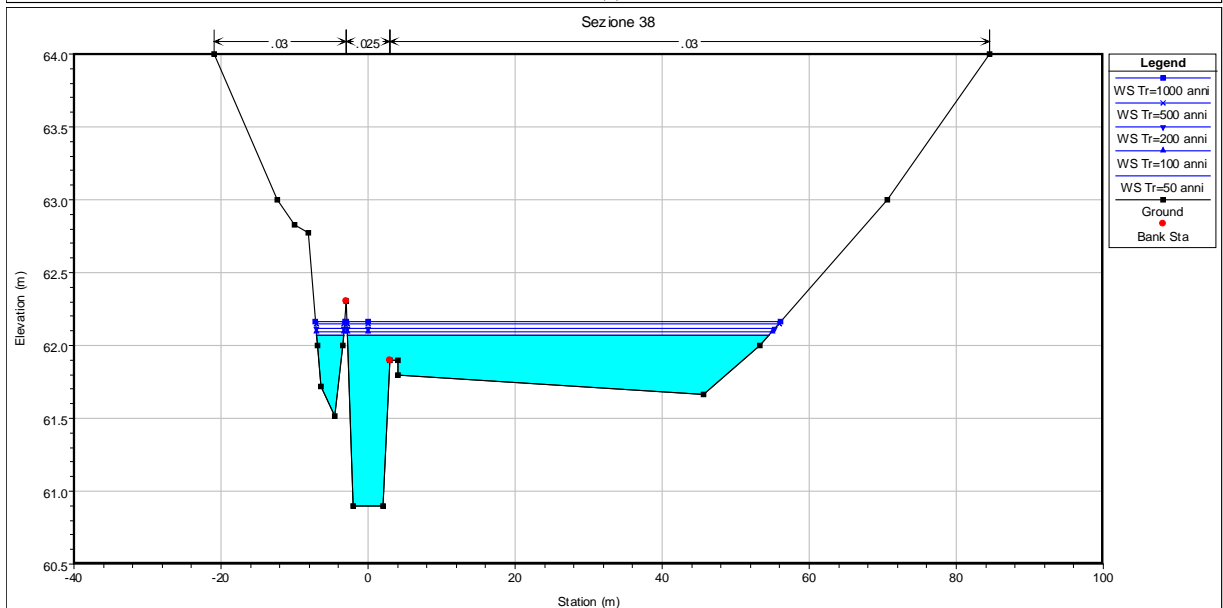
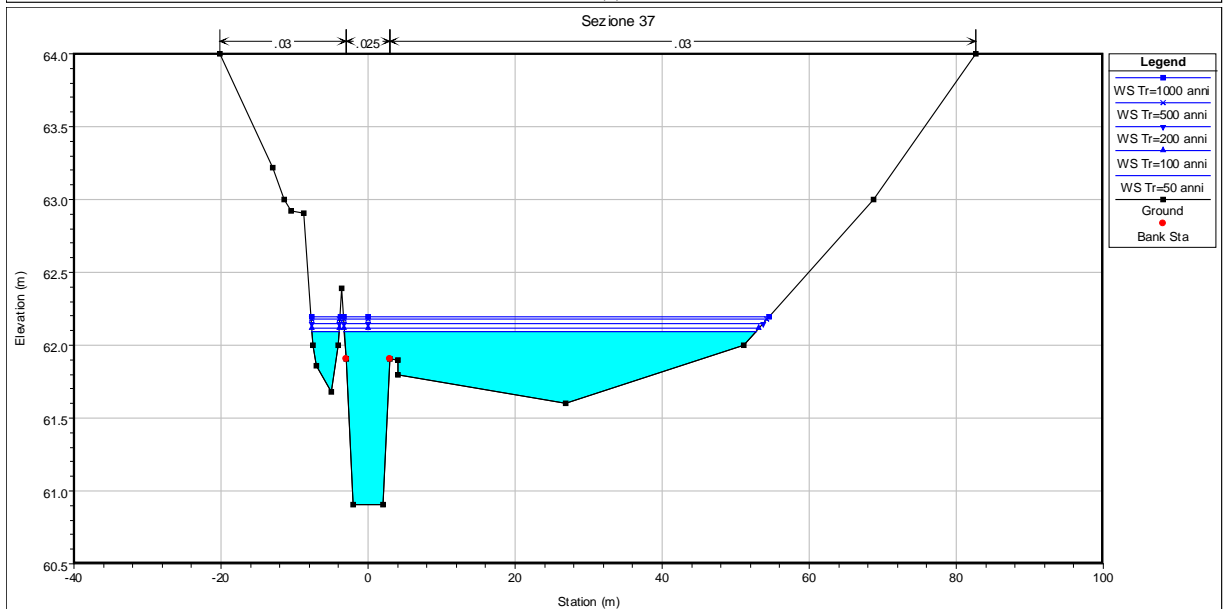
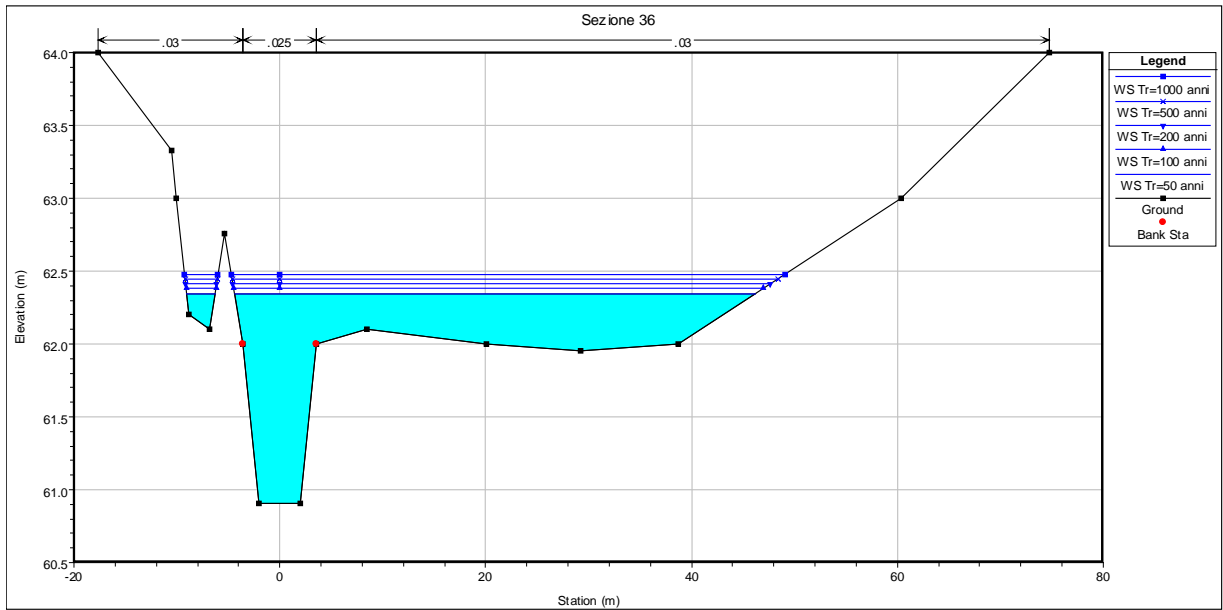
Dismissione della diga di Perdu Mulas sul Rio Bacch'e Linna - Sarroch (CA)

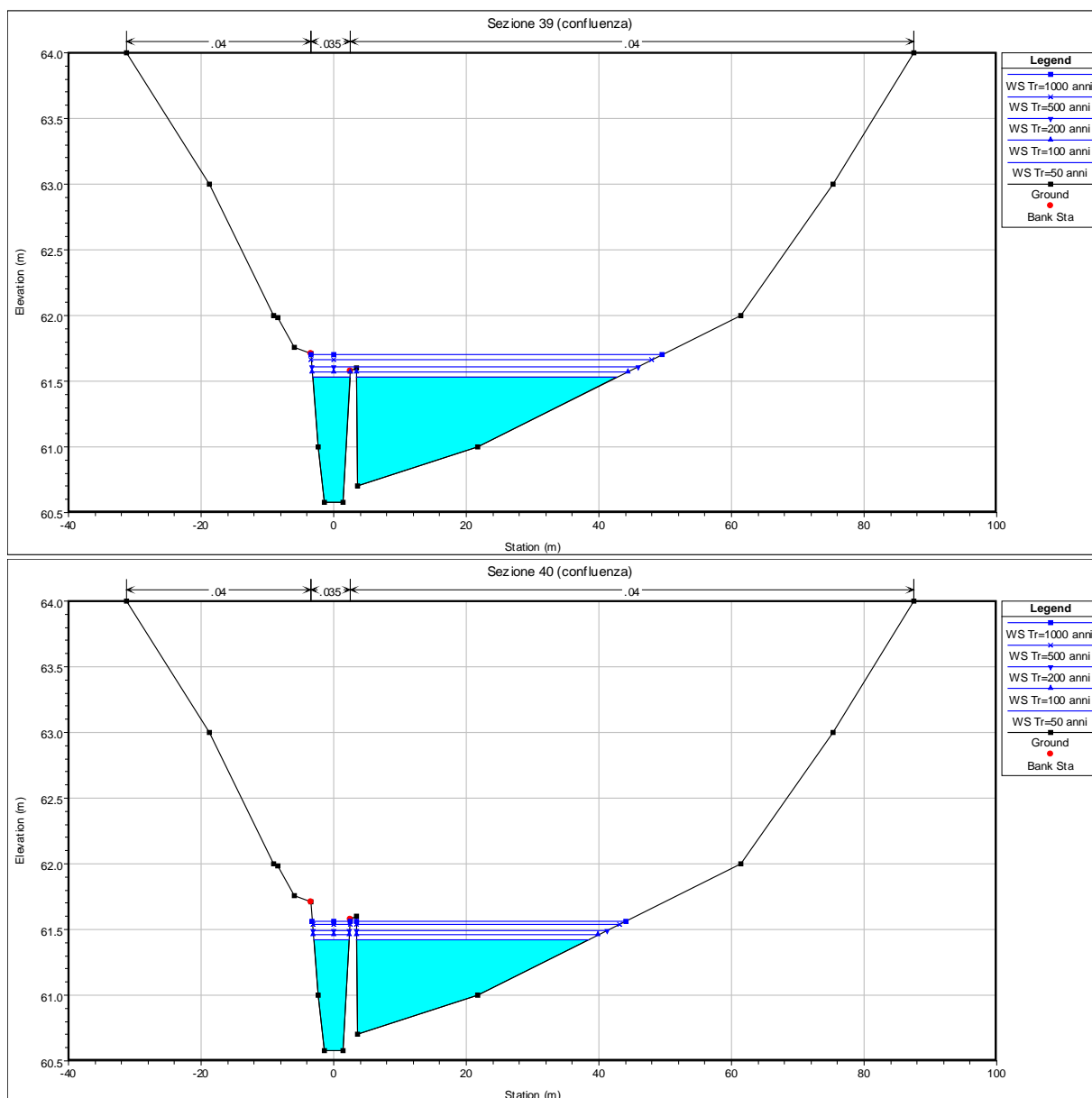


Dismissione della diga di Perdu Mulas sul Rio Bacch'e Linna - Sarroch (CA)



Dismissione della diga di Perdu Mulas sul Rio Bacch'e Linna - Sarroch (CA)





6.2 Profilo idraulico del Rio Bacch'e Linna e del canale in progetto

I profili idraulici del pelo libero del Rio Bacch'e Linna e del canale in progetto per tempi di ritorno di $T_R = 50$ anni, $T_R = 100$ anni, $T_R = 200$ anni, $T_R = 500$ anni e $T_R = 1000$ anni, sono rappresentati nelle seguenti Figure 7, 8, 9, 10 e 11.

Inoltre, nella Tavola 5 del presente progetto sono stati riportati, con una rappresentazione grafica più accurata, i profili del pelo libero per i due tempi di ritorno più rappresentativi ($T_R = 100$ anni, $T_R = 200$ anni).

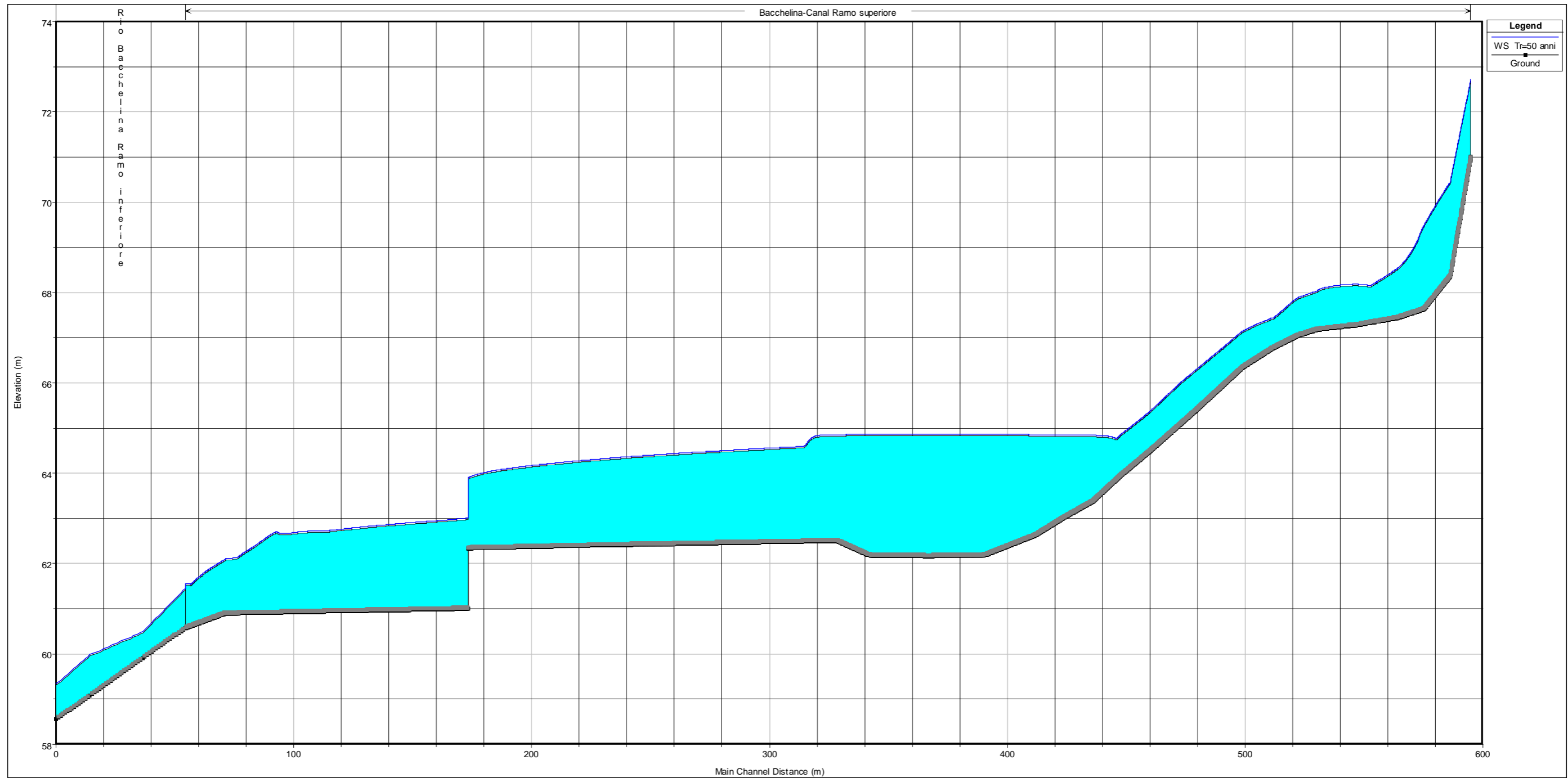


Figura 7: Profilo idraulico del pelo libero (Tempo di ritorno = 50 anni)

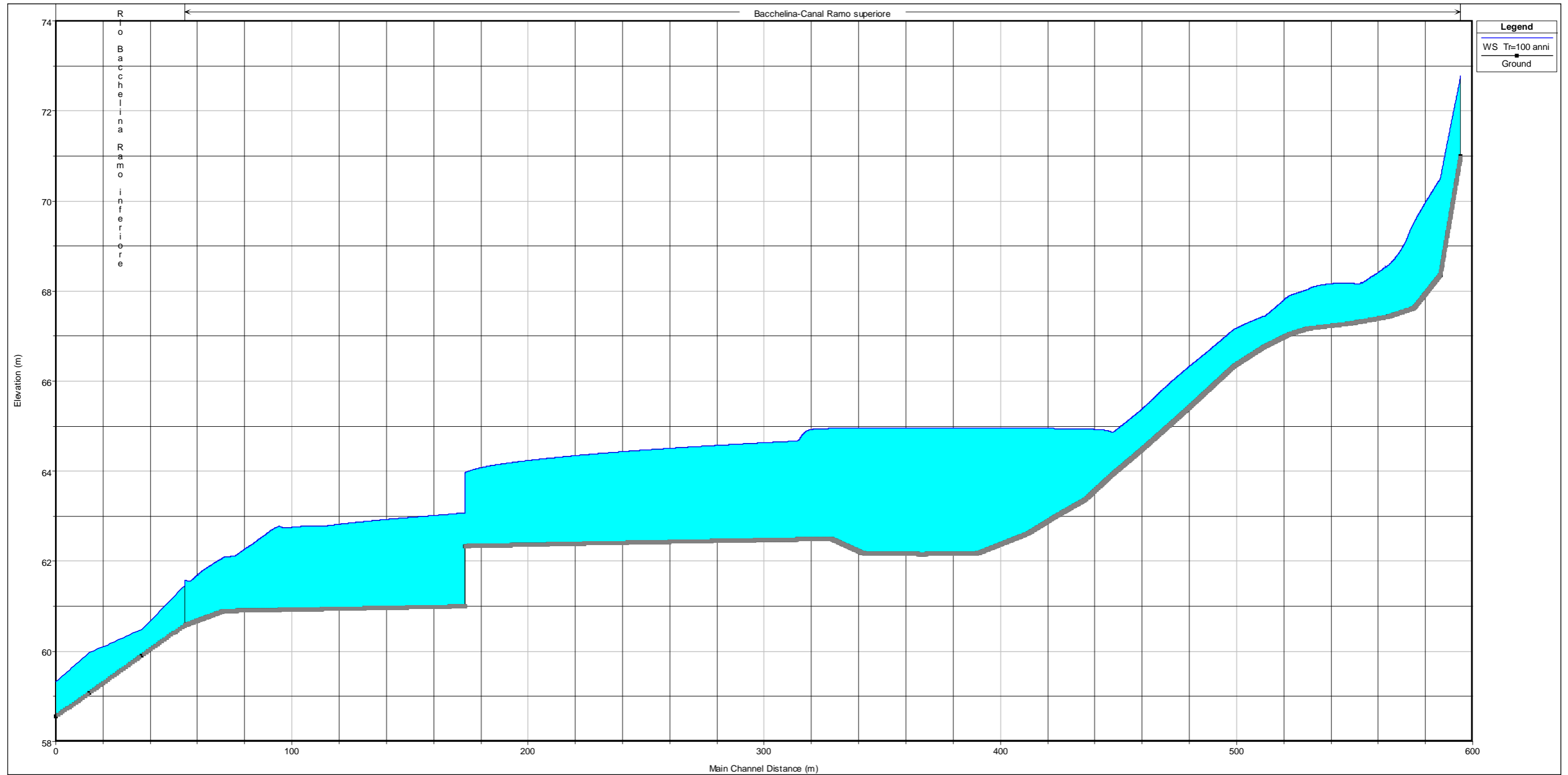


Figura 8: Profilo idraulico del pelo libero (Tempo di ritorno = 100 anni)

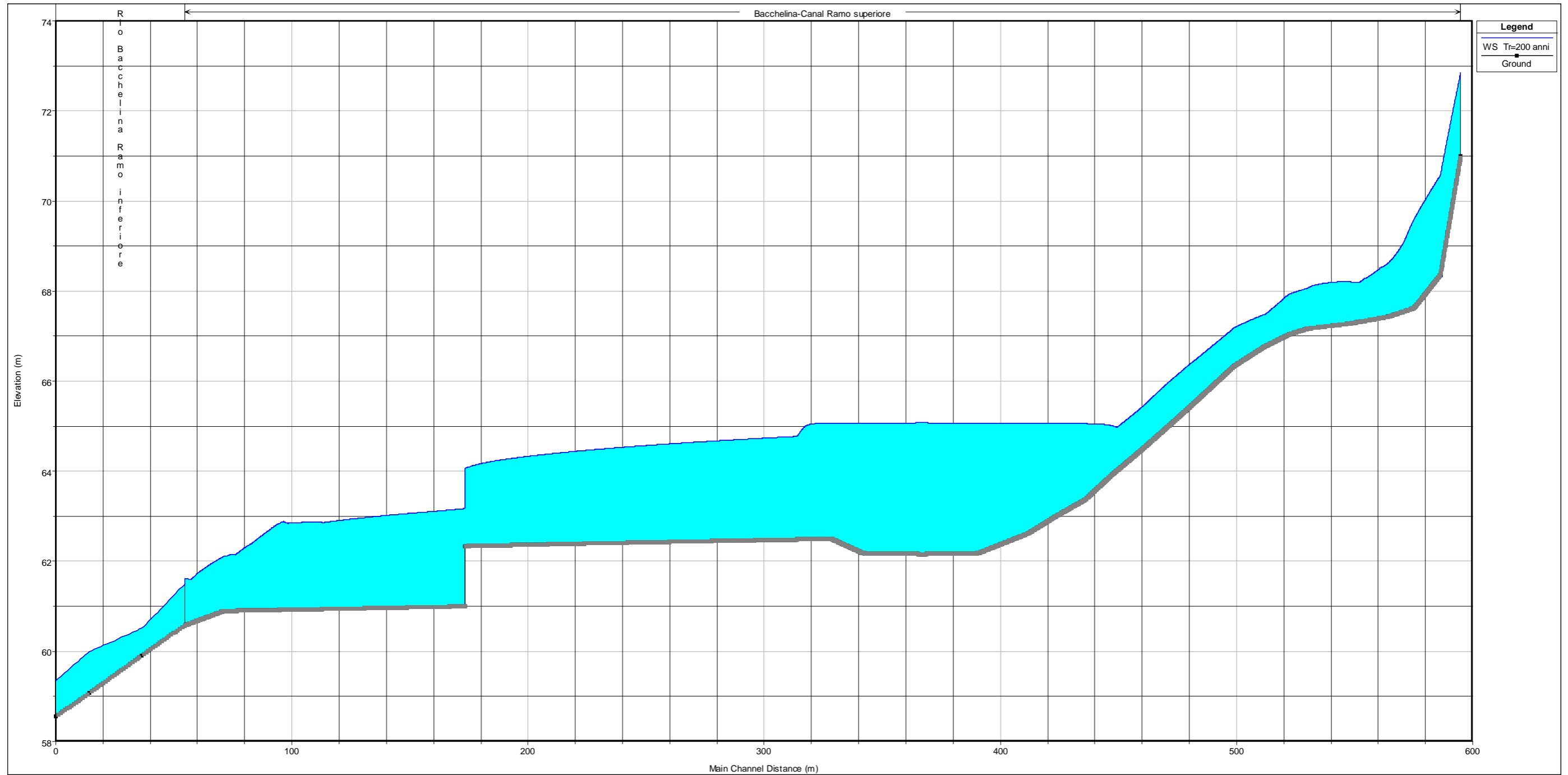


Figura 9: Profilo idraulico del pelo libero (Tempo di ritorno = 200 anni)

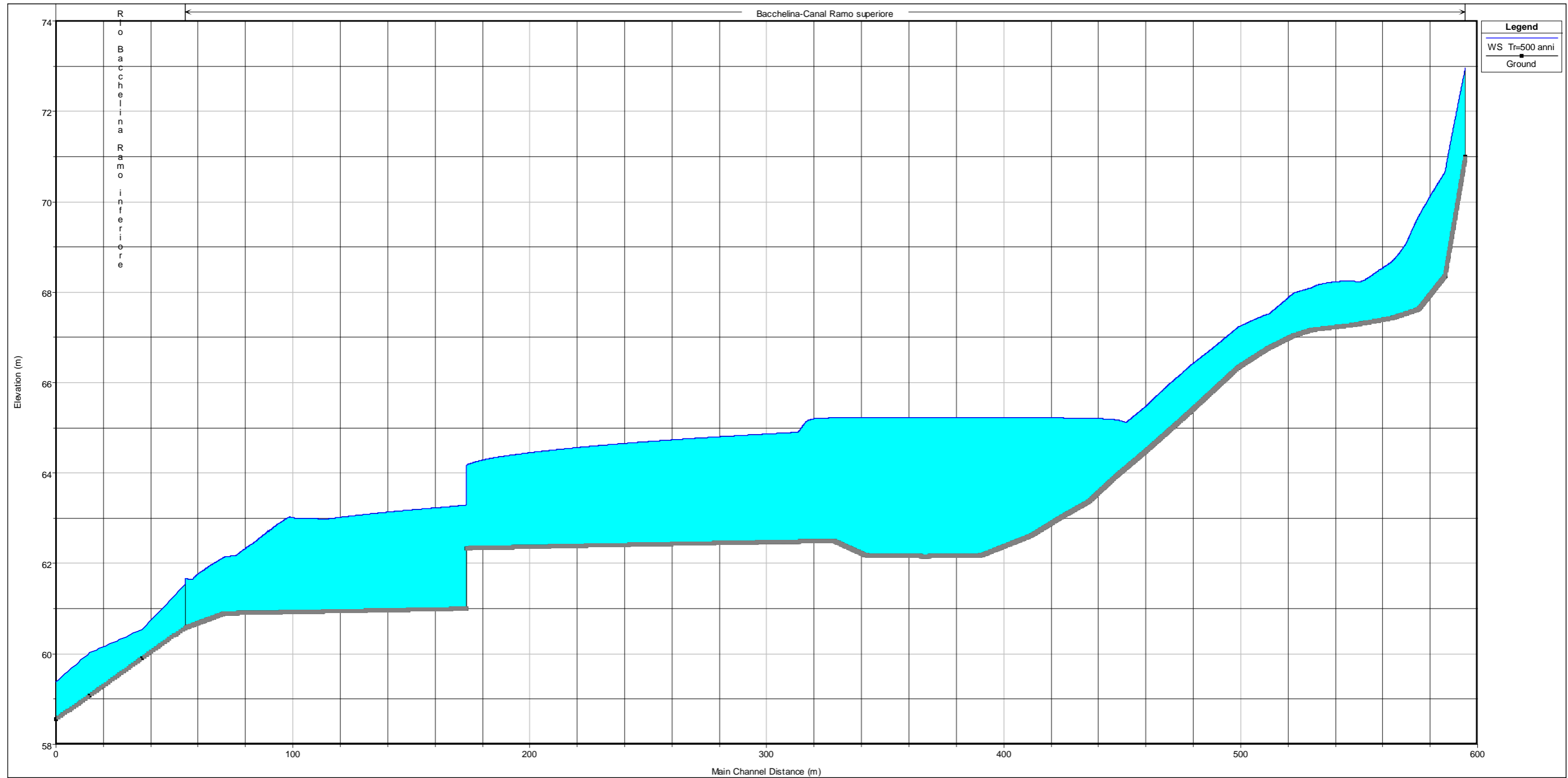


Figura 10: Profilo idraulico del pelo libero (Tempo di ritorno = 500 anni)

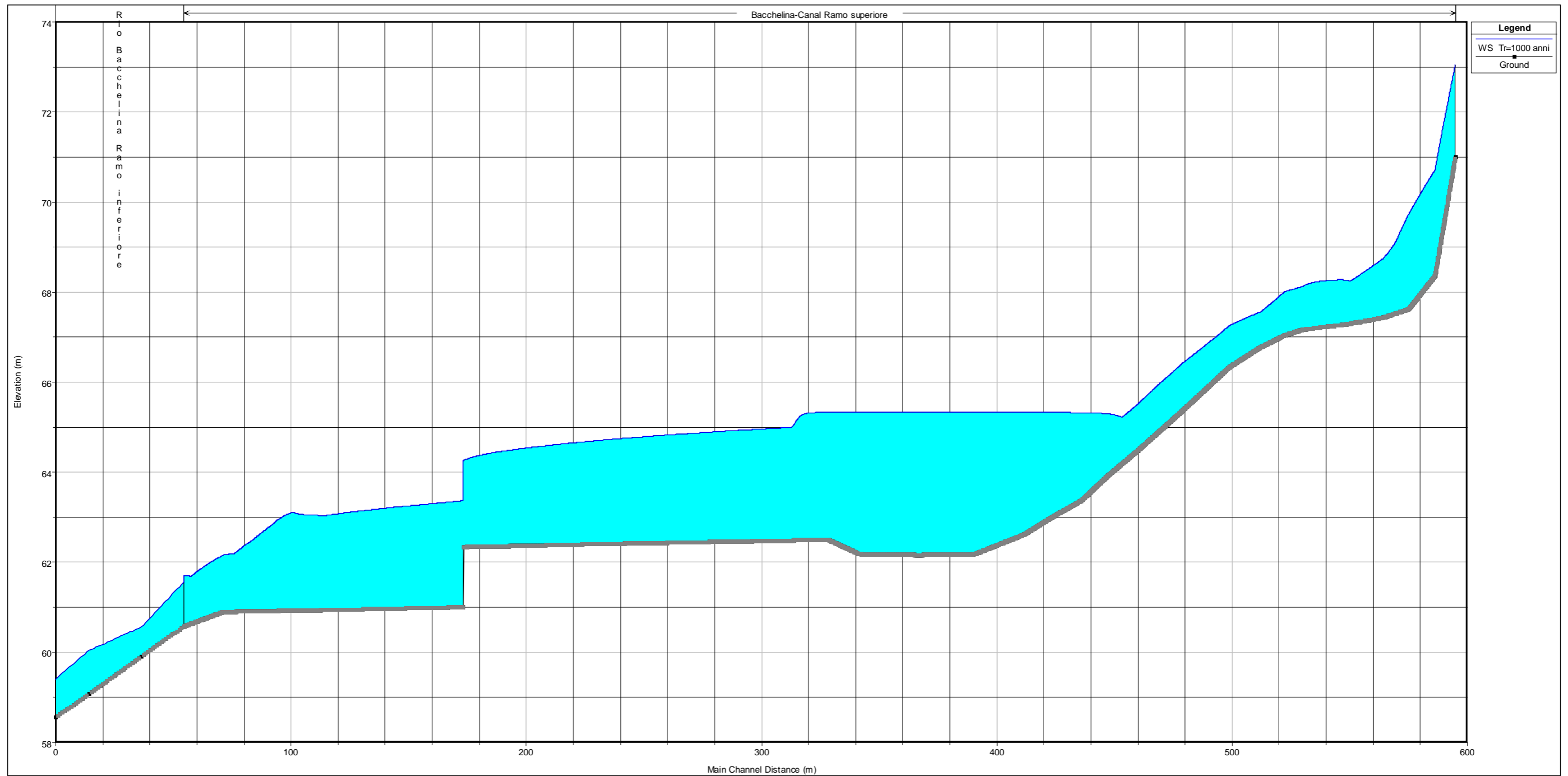


Figura 11: Profilo idraulico del pelo libero (Tempo di ritorno = 1000 anni)

Cagliari, settembre 2020

Il Tecnico

Dott. Ing. Gianni Lai

