

**COMUNE DI PALAZZOLO SULL'OGLIO**  
**PROVINCIA DI BRESCIA**



**S T U D I O**

**DELLA VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO IDRAULICO  
NELLE AREE INTERNE AL CENTRO EDIFICATO DI PALAZZOLO S/O  
CLASSIFICATE NEL PAI A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO  
ELEVATO “T” E “B-Pr” E NELLA FASCIA “B” DEL FIUME OGLIO IN  
RELAZIONE ALLE POSSIBILI ESONDAZIONI FLUVIALI**

**RELAZIONE**

Brescia, 8 Luglio 2011

Dott. Ing. Giuseppe Rossi  
Via Francesco Baracca, 4/C Brescia  
Albo Ingegneri Prov. di Brescia N° 1383

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO</b> .....	<b>3</b>
<b>3. NOTIZIE STORICHE</b> .....	<b>4</b>
<b>4. PROCEDIMENTO DELLO STUDIO</b> .....	<b>5</b>
<b>5. ANALISI IDROLOGICA</b> .....	<b>6</b>
<b>6. CARATTERISTICHE DEL CORSO D'ACQUA E DELLA REGIONE FLUVIALE</b> .....	<b>7</b>
<b>7. OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO REALIZZATE</b> .....	<b>8</b>
<b>8. CALCOLO IDRAULICO</b> .....	<b>9</b>
8.1 METODO E CODICE DI CALCOLO .....	9
8.2 SCHEMA GEOMETRICO DI CALCOLO .....	10
8.3 CONDIZIONI AL CONTORNO.....	10
8.4 COEFFICIENTI DI SCABREZZA .....	10
8.5. CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO.....	11
8.6. CALCOLO IDRAULICO – PROFILI DEL PELO LIBERO .....	11
8.7. ESAME DEI RISULTATI .....	12
8.8. ANALISI DELLE MODALITÀ DELL'ALLAGAMENTO DELL'AREA URBANA.....	14
<b>9. VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO</b> .....	<b>16</b>
<b>ALLEGATO 1 - ELABORAZIONI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA</b> .....	<b>20</b>

### ALLEGATI GRAFICI:

TAVOLA 1	Corografia generale
TAVOLA 2	Planimetria del rilievo fotografico
TAVOLA 3	Planimetria di rilievo topografico
TAVOLA 4	Carta delle aree esondabili
TAVOLA 5	Carta del rischio idraulico
TAVOLA 6	Sezioni trasversali
TAVOLA 7	Profilo idraulico
TAVOLA 8	Confronto: Carte PAI (PSFF e PS267) / Rischio idraulico

## **1. PREMESSA**

Il presente studio si inquadra nell'ambito della componente idrogeologica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Palazzolo Sull'Oglio, riguardo allo specifico aspetto inerente il rischio idraulico esistente nelle aree interne al centro edificato, a causa delle possibili esondazioni del Fiume Oglio.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Po (PAI), adottato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ed approvato con d.P.C.M. 24 Maggio 2001 e successive varianti e integrazioni, nella zona d'interesse per il presente studio pone in evidenza alcune criticità di ordine idraulico. Risultano infatti delimitate le Fasce Fluviali lungo il corso del Fiume Oglio ed individuate, in corrispondenza del centro abitato di Palazzolo, alcune aree a rischio idrogeologico molto elevato per inondazione, classificate Zone I e B-PR, secondo la classificazione del Piano Stralcio PS267.

Nell'ambito delle attività di revisione del quadro conoscitivo del PAI, il Fiume Oglio è stato oggetto di un recente studio idraulico di approfondimento, redatto a cura dell'Autorità di Bacino, contenuto nello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei fiumi Oglio, Cherio, Chiese, Mella, Garza", dal quale emergono e vengono confermate le note criticità idrauliche presenti nella zona urbana di Palazzolo Sull'Oglio.

Per lo svolgimento del presente lavoro, detto studio è stato consultato ed utilizzato, in particolare, per quanto riguarda i dati dell'analisi idrologica, utilizzati per la definizione dello scenario di rischio, e per il confronto dei risultati della modellazione idraulica.

Il presente studio, redatto conformemente ai criteri ed agli indirizzi dell'Autorità di Bacino e della Regione, fornisce una valutazione del rischio idraulico, funzionale alla suddivisione dell'area nelle diverse classi di fattibilità delle azioni di piano, nello specifico aspetto riguardante la compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche di uso del suolo, in riferimento alle possibili esondazioni del Fiume Oglio.

## **2. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO**

Il Fiume Oglio nasce nelle Alpi Orobie, sui versanti meridionale e occidentale del Corno dei Tre Signori, in corrispondenza dello spartiacque fra i bacini dell'Adda, del Noce e dell'Oglio.

Percorre l'incisione valliva della Valcamonica, lungo la quale confluiscono numerose convalli, fino ad immettersi nel Lago d'Iseo, fra Lovere e Pisogne, dopo aver percorso circa 73 km.

Il corso fluviale sottolacuale inizia dall'uscita dal lago d'Iseo a Sarnico e termina con la foce nel Fiume Po, presso Marcaria (MN), dopo un percorso di circa 155 km.

Il tronco fluviale d'interesse per il presente studio è il primo immediatamente seguente l'uscita dal lago, fra la confluenza, dalla destra, dei torrenti Guerna e Uria, a monte di Palazzolo, e del Torrente Cherio, a valle.

Esso è caratterizzato da un andamento monocursale, a tratti regolari e talvolta rettilinei, con alveo inciso in profondità nei depositi della morena glaciale dell'Oglio, confinato fra muri d'argine e sponde rialzate, all'interno di una valle delimitata da alte scarpate.

La pendenza media del fondo è all'incirca pari a 0,0025 m/m, stabilita da numerose traverse e soglie di ponti e derivazioni di canali.

### **3. NOTIZIE STORICHE**

Le piene dell'Oglio a Palazzolo risentono in modo determinante dell'effetto di laminazione prodotto dal bacino del Lago d'Iseo e dalle modalità di regolazione della diga di Sarnico, all'incile dell'Oglio sublacuale.

Il bacino imbrifero dell'Oglio, chiuso a Sarnico, misura oltre 1700 km<sup>2</sup>, mentre il bacino parziale del tratto relativo al tronco da Sarnico a Palazzolo è di modesta entità, limitandosi ai sottobacini dei torrenti Guerna e Uria, di complessivi 47 Km<sup>2</sup> circa.

Lo stato di piena del Fiume Oglio a Palazzolo dipende quindi, oltre che dalle caratteristiche degli eventi meteorici che investono il proprio bacino montano soprattutto prelacuale, anche, ed in modo determinante, dalla regolazione che viene operata nei momenti di piena alle paratoie della diga di Sarnico, presso la quale vengono inoltre misurate le portate erogate dal lago.

Dal 1933 il Consorzio dell'Oglio provvede alla regolazione della diga di Sarnico ed alla raccolta dei dati idrologici nel bacino e lungo il corso del fiume.

La maggiore piena registrata e documentata a partire dal 1933 si è verificata nel mese di Settembre del 1960, durante la quale la massima portata erogata dal lago nelle 24 ore è stata di 413 m<sup>3</sup>/s. Il massimo colmo di piena osservato in quell'occasione all'idrometro di Palazzolo, presso il Ponte Romano, ha prodotto l'altezza idrometrica di 267 cm, corrispondente alla quota 152,52 msm.

Possiamo confrontare i dati idrologici relativi alla piena del 1960 con i dati della piena del mese di Giugno 1997, della quale si conoscono, sulla base delle testimonianze e dei documenti reperiti presso il Comune, l'estensione o l'entità degli allagamenti verificatisi nella zona urbana di Palazzolo in sinistra Oglio.

Durante la piena iniziata il 26 Giugno 1997, la portata massima di 24 ore erogata dal lago è stata di 407.6 m<sup>3</sup>/s, mentre la portata oraria erogata si è mantenuta su valori superiori ai 420 m<sup>3</sup>/s dalle ore 8,00 alle 18,00 di Sabato 28 Giugno (dati Consorzio dell'Oglio).

Il confronto di questi dati consente di affermare che, almeno per quanto riguarda il livello dei colmi di piena in Palazzolo, le piene del 1997 e del 1960 sono paragonabili.

Nel Giugno 1997 si sono verificati allagamenti nella zona urbana di Palazzolo, adiacente alla sponda sinistra, lungo il tratto fluviale a sezione ristretta, sia a monte che a valle del Ponte Romano. Dall'esame della carta quotata risulta che le acque esondate non hanno superato la quota di 153,00 msm a valle della traversa dell'Italcementi e la quota di 154,00 msm a monte della traversa stessa.

Un calcolo teorico del profilo di moto permanente, per la portata di 420 m<sup>3</sup>/s, si trova negli elaborati di progetto del V° ponte sul F. Oglio, eseguito al fine di determinare il franco idraulico, sul livello della piena, dell'impalcato del nuovo ponte.

Alla portata di 420 m<sup>3</sup>/s viene attribuito, secondo un appropriato metodo idrologico, il tempo di ritorno di 100 anni, mentre il profilo è calcolato partendo dalla quota idrometrica massima rilevata all'idrometro presso il Ponte Romano durante la piena del 1960. Il profilo idraulico determina in 155,08 msm la quota della piena nella sezione trasversale situata in corrispondenza del V° Ponte. Detta quota tuttavia appare sovrastimata con largo margine, alla luce di quanto verificato nel Giugno 1997, quando la portata di 420 m<sup>3</sup>/s è effettivamente transitata nell'Oglio a Palazzolo per alcune ore.

Successivamente, altri tre eventi di piena preoccupanti, sebbene di minore intensità rispetto a quelli sopra citati, si sono verificati nei mesi di Novembre 2000, Novembre 2002 e Maggio 2010.

Il 17 Novembre 2000, nonostante la portata erogata dal lago, secondo i dati ufficiali, fu di soli 370 m<sup>3</sup>/s, si registrarono a monte del Ponte Romano livelli idrici massimi superiori a quelli della piena del Settembre 1960. Presso la passerella pedonale di Via Della Maddalena il livello della piena ha raggiunto e parzialmente sormontato il piano di calpestio.

Il 5 Maggio 2010, si sono registrati danni ad una struttura galleggiante ancorata alla sponda sinistra dell'Oglio a monte del ponte di Via XX Settembre ed il forte rigurgito della corrente a monte del Ponte Romano.

#### **4. PROCEDIMENTO DELLO STUDIO**

Nello svolgimento dello studio si è fatto preciso riferimento ai “criteri per la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico”. All. 4 alla D.G.R. 28 Maggio 2008, n°8/7374.

Specialmente per l'analisi idrologica, si sono utilizzati i dati conoscitivi contenuti nello “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei Fiumi Oglio, Cherio, Mella, Garza e Chiese”, predisposto a cura dell' Autorità di Bacino del Fiume Po, elencato nell'allegato 1 alla predetta DGR 7374/2008, messo a disposizione della Regione Lombardia per il tramite del Comune di Palazzolo S/O.

Lo studio idraulico è stato svolto conformemente alla direttiva dell’Autorità di Bacino “Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B”, mediante modellazione idraulica del deflusso della portata di riferimento, in condizioni di moto permanente, lungo il tratto fluviale compreso fra il ponte della Ferrovia Bergamo –Brescia ed il ponte della Strada Statale Ogliese n.573, della lunghezza di circa 1800 m.

A tale scopo si sono acquisiti i piani quotati ed i rilievi topografici del corso fluviale e delle aree limitrofe, eseguiti in occasione di studi idraulici e di progetti di sistemazione precedenti, completando il quadro conoscitivo con un nuovo rilievo topografico di dettaglio, riguardante soprattutto l’attuale assetto delle difese spondali.

Questa rappresentazione aggiornata del corso d’acqua e della relativa regione fluviale, ha consentito di eseguire la modellazione idraulica sulla base di uno schema geometrico maggiormente dettagliato ed aggiornato, rispetto alla configurazione per sezioni risultante dai dati del predetto studio dell’Autorità di Bacino.

Il rilievo topografico ha inoltre consentito di valutare le modalità di deflusso delle portate esondate, nelle zone adiacenti al corso d’acqua, e di delimitare le aree a diverso livello di rischio.

## **5. ANALISI IDROLOGICA**

Per la determinazione delle portate di riferimento per i calcoli idraulici, si utilizzano i risultati delle analisi idrologica e idraulica contenuti nello “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei fiumi Oglio, Cherio, Chiese, Mella, Garza”, redatto a cura dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, quale strumento per l’aggiornamento e l’approfondimento del quadro conoscitivo relativo alla vigente pianificazione.

Lo studio fornisce gli idrogrammi di piena del F. Oglio sottolacuale in corrispondenza delle sezioni idrologiche significative, per i tempi di ritorno di 2, 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni ed i profili del pelo libero delle piene, lungo i vari tronchi fluviali individuati.

Il tratto fluviale d’interesse per il presente studio, fa parte del primo tronco sottolacuale, individuato nello studio dell’AdBPo con il codice OG1, ed è compreso fra la sezione 160P (progressiva 121562 m) e la sezione 155.01P (progressiva 123492 m), .

Per le sezioni di questo tratto fluviale, i valori delle portate al colmo delle piene, in funzione dei vari tempi di ritorno considerati, ed i corrispondenti livelli sono desunti dall’elaborato 3.1.2.2/2/1R e dalla Tabella dei profili di piena: elaborato 3.1.2.2/2/1T, come segue:

**Tabella 1 - Livelli idrici e portate al colmo del F. Oglio sottolacuale – Tronco OG1**

				TR 20		TR 50		TR 200	
Opera	Tipo	Progr. (m)	Località	Livello (m s.l.m.)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Livello (m s.l.m.)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Livello (m s.l.m.)	Portata (m <sup>3</sup> /s)
160P	Ponte FFSS	121562	Castelli Calepio/Palazzolo	155.44	341.489	155.62	394.100	155.93	472.000
159.01M	Salto di fondo	122074	Palazzolo	153.86	341.489	154.16	394.100	154.61	472.000
159P	Ponte - Via XX Settembre	122220	Palazzolo	153.29	341.489	153.78	394.100	154.77	472.000
158P	Ponte - Passerella pedonale	122549	Palazzolo	152.45	341.489	152.90	394.100	153.52	472.000
157P	Ponte Romano	122666	Palazzolo	152.39	341.489	152.82	394.100	153.47	472.000
155.01P	Ponte S.S Ogliese n.573	123492	Palazzolo	150.07	341.484	150.33	394.100	150.60	472.000

Nel PAI, la regione fluviale dell'Oglio nella zona urbana di Palazzolo, è interessata dalla delimitazione delle fasce fluviali e dalla presenza di aree PS267, per fenomeni di esondazione all'esterno della Fascia B di progetto (zone B-Pr) ed in aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale 50 anni (zone I).

Pertanto, conformemente ai criteri metodologici enunciati dall'Autorità di bacino per il tracciamento delle Fasce Fluviali e per la perimetrazione delle aree ad elevato rischio d'inondazione, gli scenari di rischio considerati nel presente studio faranno riferimento al deflusso delle portate al colmo delle piene con tempo di ritorno di 20, 50 e 200 anni, i cui valori sono:

- **Portata TR 20 anni:**        **Q = 341,49 m<sup>3</sup>/s**
- **Portata TR 50 anni:**        **Q = 394,10 m<sup>3</sup>/s**
- **Portata TR 200 anni:**        **Q = 472,00 m<sup>3</sup>/s**

## **6. CARATTERISTICHE DEL CORSO D'ACQUA E DELLA REGIONE FLUVIALE**

Il tronco del Fiume Oglio, oggetto della modellazione idraulica, è quello corrispondente all'attraversamento del centro storico dell'abitato di Palazzolo, fra il ponte della Ferrovia Brescia-Bergamo ed il ponte della Strada Statale n°573 "Ogliese", della lunghezza di circa 1800 metri.

Il corso fluviale si sviluppa in modo regolare e pressoché rettilineo entro un'incisione valliva profonda e di limitata larghezza, con alveo monocursale, contenuto e ristretto entro difese e limiti spondali, addossato alla scarpata valliva naturale destra. La zona urbana del centro storico di Palazzolo si trova nella ristretta fascia di fondo valle limitrofa alla sponda sinistra, fra il corso fluviale e la naturale scarpata morfologica della valle.

La prima parte del tratto fluviale in oggetto, dal ponte ferroviario al ponte stradale di Via XX Settembre, è caratterizzata da un alveo ampio, con sponde inizialmente allo stato naturale, ricoperte dalla vegetazione, e successivamente, presso il ponte stradale, dotate di difese radenti in muratura e scogliera di pietrame. La fascia di terreno limitrofa alla sponda sinistra, situata a quota nettamente inferiore rispetto a quella opposta, si estende trasversalmente fino al rilevato del canale irriguo Seriola Vecchia di Chiari, il cui tracciato, parallelo al corso dell'Oglio, corre al piede della scarpata naturale della valle. Questa fascia di terreno è attualmente destinata a parco urbano, a seguito di un intervento di trasformazione urbanistica della precedente area naturale, già soggetta in passato ad allagamento in caso di piena dell'Oglio. Fra le opere realizzate si evidenzia il rialzo della sponda fluviale sinistra, fino contro le strutture del ponte di Via XX Settembre, e del seguente percorso pedonale in salita verso la Seriola, a formazione di un argine a ridosso dell'area del parcheggio automobilistico accessibile da Via XX Settembre. L'impalcato del predetto ponte stradale si trova a quota tale da non interferire con il deflusso di alcuna piena dell'Oglio.

Il successivo tratto della lunghezza di circa 305 m, fino al Ponte Romano, è quello maggiormente ristretto, incanalato fra il muro alto di scarpa della sponda destra e il muro d'argine in sinistra, a difesa della zona urbana del Centro storico di Palazzolo. Sia il Ponte Romano che il precedente ponte pedonale di Via della Maddalena interferiscono con il regime dei deflussi delle piene: il primo a causa dell'ingombro delle tre pile massicce in alveo e delle volte degli archi, ed il secondo, pur essendo ad unica luce, per effetto della limitata quota d'intradosso dell'impalcato. Entrambe queste strutture causano il rallentamento dei deflussi delle piene ed il conseguente innalzamento dei livelli idrici e l'esonazione in sponda sinistra per tracimazione del muro d'argine. A seguito dei recenti eventi alluvionali, il muro d'argine della sponda sinistra è stato sovralzato sul fronte della Piazza Giovanni XXIII.

A Valle del Ponte Romano la sezione fluviale tende ad ampliarsi in larghezza. Fino alla presa della Seriosa Castrina, la sponda sinistra è delimitata dai muri dei fabbricati e dalle recinzioni delle aree di pertinenza delle abitazioni. Successivamente, fino al ponte della Strada Statale "Ogliese", l'alveo torna allo stato naturale, con sponde in terra ricoperte dalla vegetazione.

## **7. OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO REALIZZATE**

La situazione rappresentata negli strumenti di pianificazione del PAI (PSFF e PS 267), risulta attualmente variata a seguito dell'avvenuta realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico.

Dette opere, già presenti nella geometria del modello di calcolo dei profili di piena del presente lavoro ed in parte già descritte nel precedente capitolo, sono le seguenti:



- 1) Nuovo Parco Fluviale realizzato nell'area compresa fra la sponda sinistra dell'Oglio e la Seriosa Vecchia di Chiari, a monte del ponte di Via XX Settembre. Le opere realizzate comprendono, fra l'altro, la formazione di un terrapieno delimitante l'area golenale, per la connessione ciclopedonale tra il margine spondale, il viale centrale di accesso al parco ed il piano della Seriosa. In tal modo si è realizzato un argine a quota di sicurezza nei confronti delle massime piene dell'Oglio, intestato contro il rilevato stradale di accesso al ponte, da un lato, e la Seriosa Vecchia di Chiari dall'altro, a difesa della zona urbana valliva.
- 2) Nuovi argini del F. Oglio, realizzati nell'anno 2002 alla sponda sinistra presso il V° ponte (ponte stradale di Via XX Settembre), mediante la costruzione di un muro in c.a.
- 3) Arginatura in sponda sinistra del Fiume Oglio, realizzata nell'anno 2004 mediante soprizzo del muro e del rilevato dell'argine dalla presa della Seriosa Castrina verso valle.

## **8. CALCOLO IDRAULICO**

L'analisi consente di quantificare le caratteristiche idrauliche del moto della corrente di piena e di calcolarne i profili idraulici, all'interno dell'alveo e della regione fluviale contribuente al deflusso, per le portate di riferimento definite nel precedente capitolo 5, relative al colmo delle piene con tempo di ritorno di 20, 50 e 200 anni. Il calcolo dei profili idraulici è eseguito con riferimento alla situazione geometrica attuale, ottenuta dai rilievi topografici di dettaglio appositamente eseguiti.

### **8.1 Metodo e codice di calcolo**

I profili idrici della piena sono calcolati schematizzando il deflusso della corrente in condizioni di moto permanente stazionario monodimensionale.

I calcoli idraulici sono stati eseguiti tramite calcolatore elettronico, utilizzando il programma di calcolo numerico dei profili di moto permanente a pelo libero "Hec-Ras" prodotto dall'Hydrologic Engineering Center Statunitense, in grado di sviluppare rapidamente gli algoritmi di calcolo applicati a schemi tipologici e geometrici complessi e vari, rappresentanti il corso d'acqua e le aree laterali interessate dal deflusso.

La procedura alla base del calcolo si basa sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia.

Le perdite di carico per attrito sono valutate mediante l'equazione di Manning, diversificando il coefficiente di scabrezza in funzione della natura e delle caratteristiche delle superfici interessate dal deflusso.

## **8.2 Schema geometrico di calcolo**

Le potenzialità offerte dal software utilizzato hanno consentito di rappresentare, nello schema geometrico di calcolo, l'effettiva configurazione del corso d'acqua e della regione fluviale, immettendo tutti i dati ottenuti dal rilievo topografico e dalle osservazioni locali.

Lo schema geometrico di base è rappresentato da 28 sezioni trasversali, ottenute mediante un rilievo topografico di dettaglio, comprendente il rilievo batimetrico dell'alveo e l'esatta conformazione delle sponde e delle fasce laterali, fino oltre i limiti d'espansione delle esondazioni.

All'interno delle attività di predisposizione del modello idraulico si è provveduto altresì al rilievo e alla modellazione di 2 ponti di attraversamento, presenti lungo lo sviluppo del corso d'acqua esaminato.

Il tratto del Fiume Oglio oggetto della modellazione idraulica ha uno sviluppo complessivo di 1'800 metri, a partire dal ponte ferroviario BS-BG, fino al ponte della Strada Statale n°573 "Ogliese", a distanza ed in posizione tali, rispetto al centro abitato di Palazzolo, da rendere praticamente ininfluyente, nel procedimento di calcolo, un'eventuale imprecisa valutazione dei livelli delle piene al contorno.

## **8.3 Condizioni al contorno**

Nel modello di calcolo, quali condizioni fisiche al contorno, si sono assunte alle sezioni estreme di monte e di valle, le quote dei livelli idrici fornite dallo Studio di approfondimento dell'Autorità di Bacino, "Tabella dei profili di piena" elaborato 3.1.2.2/2/1T già riportata nel precedente capitolo 5. Trattandosi in ogni caso di deflussi in regime permanente lento, la condizione di monte è ininfluyente.

## **8.4 Coefficienti di scabrezza**

I coefficienti di scabrezza di Manning sono stati scelti a seguito di accurate ricognizioni dei luoghi, considerati inoltre i coefficienti già utilizzati nell'analisi idraulica dello Studio dell'Autorità di Bacino.

Nel modello di calcolo si sono assegnate alle varie superfici dell'alveo e della regione fluviale, ove risulti possibile il deflusso di una portata aggiuntiva efficace, in termini quantitativi ed energetici, specifici valori della scabrezza, con riferimento ai dati contenuti nella Direttiva "*Criteria per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B*" del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

I valori delle scabrezze assegnati alle varie tipologie di superfici sono i seguenti:

Alveo	n0=	0.03
Sponda naturale	n1=	0.01
Sponda in pietrame o muratura liscia	n2=	0.016
Golena naturale	n3=	0.04
Golena edificata	n4=	0.05

### 8.5. Condizioni fisiche di riferimento

Il calcolo dei profili idrici delle piene è stato condotto con riferimento all'unica condizione fisica di riferimento di seguito descritta:

1) *Condizione di riferimento – Stato di fatto*: tratto fluviale nelle condizioni geometriche e strutturali attuali, sottoposto al deflusso delle portate al colmo delle piene di ricorrenza ventennale, cinquantennale e duecentennale, in condizioni di moto permanente monodimensionale, considerate costanti lungo l'intero tronco fluviale.

### 8.6. Calcolo idraulico – Profili del pelo libero

I risultati del calcolo idraulico sono riportati nell'**Allegato 1: Elaborazioni della modellazione idraulica**, in cui, per le sezioni del rilievo topografico, sono riportati, nelle tabelle riepilogative, i valori dei principali parametri idraulici della corrente, (quota del pelo libero, quota dell'altezza critica, quota dell'energia specifica, velocità della corrente nell'alveo, numero di Froude), relativi al deflusso delle portate di riferimento.

L'andamento e le quote del pelo libero della corrente, risultanti dalla modellazione idraulica eseguita, sono rappresentati negli schemi contenuti nell'allegato 1 e nelle tavole grafiche.

Nella tabella seguente sono riepilogate le quote dei profili del pelo libero della piena, risultanti dal calcolo, nelle due condizioni relative allo stato di fatto e di progetto, così poste a confronto.

TABELLA 2 - RIEPILOGO DEL CALCOLO DEI PROFILI IDRAULICI

N° sezione	QUOTA IDROMETRICA [m.s.m.]		
	Tr20 anni	Tr50 anni	Tr200 anni
1	150,07	150,33	150,60
2	150,24	150,48	150,74
3	150,50	150,73	151,10
4	150,76	151,01	151,27
5	151,03	151,28	151,56
6	151,08	151,34	151,65
7	151,20	151,46	151,76
8	151,25	151,52	151,85
9	151,23	151,51	151,84
10	151,35	151,60	151,90
11	151,54	151,77	152,06
12	151,61	151,85	152,16
13	151,88	152,20	153,71
14	151,86	152,17	153,68
15	151,88	152,19	153,69
16	151,81	152,11	153,63
17	151,81	153,05	153,85
18	152,04	153,19	153,99
19	152,06	153,21	154,01
20	152,07	153,20	154,00
21	152,22	153,30	154,09
22	152,27	153,32	154,10
23	152,44	153,51	154,32
24	152,65	153,59	154,39
25	153,10	153,67	154,41
26	153,51	153,93	154,68
27	153,88	154,23	154,81
28	154,34	154,63	155,04

### 8.7. Esame dei risultati

Lungo l'intero tronco fluviale considerato e per tutte le portate di riferimento, il deflusso avviene in condizioni di moto permanente lento.

L'andamento longitudinale irregolare del fondo dell'alveo non influenza i profili del pelo libero. I profili delle piene sono invece condizionati dall'ampiezza delle sezioni, dalla scabrezza delle

superfici e, soprattutto, dalla presenza delle strutture del Ponte Romano e della passerella pedonale, interferenti con il deflusso delle acque.

In particolare risulta che la passerella pedonale interferisce sul deflusso della piena duecentennale e cinquantennale e non sulla piena ventennale, mentre il ponte Romano rallenta il deflusso in ogni caso, con effetto crescente all'aumentare della portata.

L'esame comparato dei profili mostra come, all'aumentare della portata oltre il valore della piena ventennale, la prima causa di rallentamento della corrente è rappresentata dalla passerella pedonale, il cui effetto è successivamente superato da quello del ponte Romano all'ulteriore aumento della portata oltre la piena cinquantennale.

I profili idraulici, per i tre valori delle portate considerati, rappresentano, ai fini della valutazione del rischio idraulico, tre scenari assai diversi fra loro.

#### Piena TR 20 anni

Per la portata con tempo di ritorno di 20 anni, lungo tutto il tratto considerato fino alla presa della Seriosa Castrina, il livello del pelo libero non supera la quota del terreno urbanizzato limitrofo alla sponda sinistra. Dopo la presa della Seriosa, tale livello è contenuto dal muro d'argine interposto fra il canale irriguo ed il corso fluviale. L'evento di piena ventennale non costituisce pertanto motivo di rischio idraulico per l'abitato di Palazzolo.

#### Piena TR 50 anni

A monte del ponte di Via XX Settembre, il livello della piena cinquantennale risulta contenuto entro l'alveo inciso dell'Oglio, seppure al limite della tracimazione.

A valle del predetto ponte e fino alla presa della Seriosa Castrina, lungo tutto il tratto in corrispondenza della zona urbana, il livello della piena risulta contenuto dal muro d'argine sinistro, pur essendo superiore al piano dell'area urbanizzata.

A valle della presa della Seriosa Castrina, le arginature fra sponda fluviale sinistra e corso della roggia sono sufficienti a contenere la piena cinquantennale, con franco di circa 50 cm.

In questo caso il rischio idraulico per l'abitato di Palazzolo è limitato all'eventualità di una rottura negli argini ed al rigurgito delle acque attraverso eventuali collegamenti diretti al fiume di reti idrauliche del drenaggio urbano.

#### Piena TR 200 anni

A monte del ponte di Via XX Settembre si verifica il parziale allagamento dell'area del parco, in posizione arretrata rispetto al terrapieno realizzato a difesa del parcheggio, il quale si trova a quota superiore rispetto al livello della piena.

Lungo il successivo tratto, fino al ponte Romano, il muro d'argine della sponda sinistra risulta tracimato. Sia la passerella pedonale che il ponte Romano presentano funzionamento idraulico in carico, con la conseguente tracimazione delle acque lungo le vie di accesso ai ponti. A causa della

morfologia del territorio urbanizzato, le acque tracimate si riversano verso la parte centrale dell'area densamente edificata.

A valle del ponte Romano, le arginature possiedono quota sufficiente a contenere la piena duecentennale.

Eventi alluvionali di quest'ordine costituiscono un reale rischio idraulico per la parte del Centro Storico di Palazzolo, attorno a Piazza Giovanni XXIII e Piazza Roma, a causa della tracimazione del muro d'argine e della morfologia del territorio urbanizzato.

### **8.8. Analisi delle modalità dell'allagamento dell'area urbana**

Accertata l'insufficienza di alcuni tratti della difesa spondale sinistra, costituita dal muro d'argine fra il ponte di Via XX Settembre ed il ponte Romano, in caso di piena eccedente l'evento cinquantennale, si definiscono le modalità di tracimazione del predetto muro e dell'allagamento dell'area urbana, con procedimento semplificato, basato su verifiche e considerazioni di ordine energetico delle correnti idrauliche, con riferimento ai risultati della modellazione idraulica ed ai possibili percorsi delle acque esondate.

Questa verifica consente di individuare l'area urbana interessata dall'allagamento e di quantificare l'ordine di grandezza dei battenti e di volumi d'acqua esondati nelle varie parti dell'area stessa.

#### *Modalità di esondazione delle acque dall'alveo*

La tracimazione delle acque dall'alveo dell'Oglio si verifica principalmente per sormonto del muro d'argine sinistro, lungo il fronte corrispondente all'ampia area aperta della Piazza Giovanni XXIII. L'esondazione presso la precedente area del Parco urbano, in questa verifica, non viene presa in considerazione, poiché rimane limitata esclusivamente a quell'area, senza possibilità di interessare il centro edificato. L'esondazione verso il centro urbano si verifica anche attraverso le aperture spondali in corrispondenza delle strade di accesso alla passerella pedonale ed al ponte Romano. Questa tracimazione è limitata alle larghezze delle strade stesse e pertanto alimenta portate e volumi d'acqua complessivamente molto minori rispetto alla possibile tracimazione del muro a lato della piazza, anche se, come risulta dalla modellazione, all'aumentare dei livelli idrici della piena, il varco presso la strada di accesso al ponte Romano è il primo punto in cui inizia l'esondazione.

Le acque esondate si riversano nel centro edificato verso Piazza Zamara e Piazza Roma, il cui piano è alla quota maggiormente depressa nell'area urbana (150,80 msm), percorrendo via XX Settembre, via Ponte Oglio e via della Maddalena. All'aumentare del livello idrico in Piazza Roma, il deflusso delle acque esondate a monte può interessare via Carvasaglio e proseguire verso valle, lungo via

Santissima Trinità, con percorso inizialmente in salita, verso la zona della presa della Seriola Castrina.

### *Quantificazione delle portate e dei volumi d'acqua esondati*

Il calcolo approssimativo della portata esondabile per tracimazione del muro spondale al variare dei livelli della piena nell'alveo dell'Oglio, è eseguito, per tratti successivi, mediante la formula degli stramassi a larga soglia, con riferimento al carico idraulico ottenuto dal confronto fra l'andamento dei profili del pelo libero risultanti dalla modellazione e le corrispondenti quote della sommità del muro d'argine. Il tracciamento dei profili di moto permanente nell'alveo fluviale, eseguito per una serie di portate comprese fra quelle con tempo di ritorno di 50 e 200 anni, mostra che la tracimazione della difesa spondale inizia quando la piena si avvicina ai  $420 \text{ m}^3/\text{s}$ , valore di poco inferiore a quello corrispondente al tempo di ritorno di 100 anni ( $433 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Sulla lunghezza complessiva dell'argine sormontato di circa 240 metri, per una piena di  $420 \text{ m}^3/\text{s}$  la portata effluente è di circa  $11 \text{ m}^3/\text{s}$ , per il colmo della piena centennale di  $433 \text{ m}^3/\text{s}$  l'efflusso è di circa  $18 \text{ m}^3/\text{s}$  e per la portata al colmo della piena duecentennale di  $472 \text{ m}^3/\text{s}$ , l'esondazione corrisponde a  $71 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Dopo lo stramazzo dalla sommità del muro, la corrente idrica cade sul piano stradale, perdendo almeno in buona parte la propria energia cinetica, iniziando ad espandersi lungo le strade e gli spazi aperti del tessuto urbano, inizialmente con velocità dipendente dall'ampiezza dei percorsi possibili e dagli ostacoli al libero deflusso, presenti al suolo.

La superficie dell'area interessata dalla possibile espansione delle acque tracimate misura complessivamente circa  $111'100 \text{ m}^2$ , di cui circa  $82'600 \text{ m}^2$  costituita da piazze, strade e spazi aperti e circa  $28'500 \text{ m}^2$  occupata da fabbricati.

Quest'area è delimitata lungo il corso dell'Oglio dall'argine fluviale e, lungo la restante parte del perimetro, dal piede dell'avvallamento morfologico naturale della valle. Le acque tracimate allagano la predetta area, potenzialmente fino al limite della quota dell'argine della Seriola Castrina, esistente a tergo dell'argine fluviale al limite di valle dell'area allo studio, nel cui corso possono trovare sfogo.

Considerate le quote del profilo idrico dell'Oglio nei punti di tracimazione e dei limiti di contenimento delle acque per l'area urbana, nei confronti dell'andamento planimetrico ed altimetrico della zona, si stima la quantità d'acqua dell'allagamento nel valore massimo indicativo di circa  $90'000 \text{ m}^3$ .

Il deflusso delle acque esondate procede, lungo le strade dell'area urbana, parallelamente al corso fluviale, da quota 152,50 msm circa a quota 150,40 msm circa, con limite di colmo stradale lungo via Santissima Trinità a quota 151,00 msm.

Per quanto riguarda i battenti idrici e le velocità della corrente lungo i possibili percorsi delle acque nell'area urbana, si distinguono due zone a diverso comportamento idraulico.

La prima zona è quella corrispondente alla piazza Giovanni XXIII ed all'area urbana circostante, a quota maggiormente elevata, dalla quale le acque esondate dall'Oglio fluiscono velocemente verso la parte bassa della Piazza Roma e Piazza Rosa. In questa zona, nei riguardi del rischio idraulico, è prevalente l'aspetto legato alla velocità della corrente rispetto al battente.

La seconda zona comprende la restante parte del centro urbano, attorno a Piazza Roma, Piazza Zamara, Piazza Rosa e via Carvasaglio, infossata alle minori quote, nella quale, le acque provenienti da Piazza Giovanni XXIII e dalle strade di accesso al ponte pedonale ed al ponte Romano, si concentrano e stazionano, fino a che il livello non superi quota 151,00 msm, necessaria per consentire il deflusso lungo via Santissima Trinità. In questa zona, il livello dell'acqua stagnante, prima che si raggiungano le condizioni per uno sfogo a valle, comporta profondità dell'allagamento di 60 cm su piazza Roma, via Carvasaglio e zone limitrofe.

Le velocità ed i battenti della corrente idrica dipendono, in misura uguale, sia dall'entità delle portate esondate, sia dalla loro durata, con prevalente importanza del primo parametro nella prima zona e viceversa nella seconda zona. Si consideri infatti che, con riferimento alle possibili portate delle esondazioni sopra definite, per eventi alluvionali di ricorrenza centennale, il volume d'invaso stimato nell'area urbana in  $90'000 \text{ m}^3$ , si riempie in due ore circa.

Approssimativamente, con procedimento semplificato, condotto iterativamente per la ricerca del valore del livello idrico nelle zone allagate, al quale si raggiunga il pareggio fra portata entrante e portata uscente dal centro urbano attraverso le vie di possibile scorrimento delle acque, si ottengono, per gli eventi di piena centennale e duecentennale, come definiti con riferimento agli drogrammi elaborati per la sezione OG\_12 Capriolo, di cui all'elaborato 3.1.2.2/2/1R dello studio idraulico di approfondimento dell'AdBPo, i seguenti valori massimi indicativi del battente idrico e della velocità delle acque lungo le vie di scorrimento:

- per l'evento centennale:  $h = 0,90 \text{ m}$  (quota 151,90 msm),  $V = 2,00 \text{ m/s}$ ;
- per l'evento duecentennale:  $h = 1,25 \text{ m}$  (quota 152,25 msm),  $V = 2,87 \text{ m/s}$

## **9. VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**

La valutazione della compatibilità idraulica di uso delle aree in oggetto, nell'ambito delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali, è strettamente legata alla valutazione dei rischi idraulici cui sono soggette le aree, sulla base delle risultanze dello studio compiuto e conformemente alle direttive contenute nell'Allegato 4 alla D.G.R. 28.05.2008, n. 8/7374.



La valutazione del rischio idraulico è eseguita con riferimento alle tre situazioni idrologiche prese in considerazione nel presente studio, relative in ogni caso allo stato strutturale attuale del corso d'acqua e delle interferenze presenti.

Il procedimento utilizzato per la delimitazione delle aree a diverso livello di rischio si basa sulle risultanze dello studio idraulico compiuto, mediante il confronto dei livelli di piena con la morfologia del territorio e l'individuazione del possibile andamento delle acque esondate all'interno della regione fluviale interessata, determinandone la velocità di scorrimento.

In tal modo è stato possibile attribuire alle aree inondabili il livello di rischio conforme alle classi qualitative definite nel PAI, valutando la pericolosità corrispondente alla combinazione altezza idrica/velocità di scorrimento, secondo il procedimento stabilito dalla direttiva regionale, per un evento di ricorrenza duecentennale, e considerando costante l'entità del danno al verificarsi dell'evento.

Le classi di rischio adottate sono le seguenti:

- **moderato (R1)** per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali;
- **medio (R2)** per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche;
- **elevato (R3)** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale;
- **molto elevato (R4)** per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio-economiche.

La delimitazione delle aree a diverso grado di rischio idraulico, risultante dallo studio compiuto, è rappresentata nella cartografia allegata e sinteticamente commentata e giustificata nel seguito.

L'area situata a lato della sponda sinistra dell'Oglio, in corrispondenza del centro urbano di Palazzolo, già oggetto della delimitazione delle Fasce Fluviali e classificata Zona I e B-Pr nel PAI, è soggetta al rischio idraulico per esondazione del Fiume Oglio, con modalità e gravità diverse da zona a zona, come segue:

- Area in sinistra Oglio compresa fra il ponte della Ferrovia e il ponte di Via XX Settembre (V ponte), esterna alla perimetrazione del Centro edificato, distinta in tre zone:

1) A monte del ponte di Via XX Settembre, l'area golenale del Parco urbano, a quota inferiore rispetto al livello della piena e direttamente allagata per espansione delle acque oltre il ciglio della sponda fluviale naturale, non arginata, è classificata a rischio molto elevato (**R4**), tenuto conto anche dell'andamento morfologico del terreno, in pendenza trasversale rispetto al corso fluviale, verso l'esterno, fin contro il piede della scarpata della valle, verificandosi, in caso di esondazione dell'Oglio, ristagni d'acqua di elevata profondità.

2) La restante area del Parco urbano, fino al terrapieno delimitante la golena, per la connessione ciclopedonale tra il margine spondale ed il piano della Seriola, è classificata a rischio medio (**R2**).

3) L'area compresa fra il predetto terrapieno e il rilevato di via Sgrazzuti, non presenta alcuna criticità idraulica.

Nella cartografia del PAI, tutta l'area delle tre zone predette rientra nella Fascia B e, contemporaneamente, in Zona I del PS267. Per effetto degli interventi di trasformazione urbanistica della predetta area golenale, compiuti per la realizzazione del Parco urbano, l'attuale delimitazione delle fasce fluviali e delle aree ad elevato rischio idrogeologico risulta non congruente rispetto alla situazione di fatto.

- Area in sinistra Oglio compresa fra il ponte di Via XX Settembre e il Ponte Romano, interna al Centro edificato.

Quest'area, riguardante il centro urbano interamente urbanizzato e densamente edificato, è interessato dagli allagamenti in caso di piena centennale e duecentennale, per sormonto del muro di sponda, lungo il fronte della Piazza Giovanni XXIII e per tracimazione della passerella pedonale e del Ponte Romano, con il conseguente ingresso delle acque attraverso le strade di accesso ai ponti. I livelli della piena cinquantennale sono invece inferiori alle quote delle difese spondali, pur essendo superiori alle quote del terreno urbanizzato.

Tale situazione, in considerazione dell'andamento delle quote del terreno e della possibile circolazione delle acque esondate lungo le strade e gli spazi aperti, comporta l'insorgere di un rischio elevato per l'incolumità delle persone, gli edifici, le attività e le infrastrutture, limitatamente al piano terra ed eventuali piani interrati degli edifici, con maggiore intensità nella fascia compresa fra la sponda fluviale e le vie XX Settembre e Carvasaglio.

Rispetto alle attuali previsioni del PAI, detta area risulta interamente esterna alla Fascia B di progetto, la quale è tracciata lungo il muro di sponda fluviale, e parzialmente esterna alla Fascia C, la quale segue il tracciato delle predette vie XX Settembre e Carvasaglio. L'area B-Pr è anch'essa delimitata esternamente dai tracciati di queste strade, mentre il limite esterno della Zona I è maggiormente arretrato, fino al limite dell'esondazione della piena

duecentennale, coincidente con il risultato della modellazione idraulica relativa allo stato attuale delle difese spondali, rialzate con gli interventi successivi alla piena del 1997.

Per questi motivi, si assegna a quest'area la classe di rischio elevata (**R3**).

- Area in sinistra Oglio compresa fra il Ponte Romano e la presa della Roggia Castrina, interna al Centro edificato.

Quest'area è potenzialmente soggetta ad allagamento, in caso di piena centennale e duecentennale, per effetto dello scorrimento, parallelamente al corso fluviale, lungo le vie Carvasaglio e Santissima Trinità, delle acque esondate a monte. Dato l'andamento altimetrico del terreno e la presenza, lungo le possibili vie di flusso dell'acqua, di allineamenti continui di muri delimitanti le proprietà private, anche in questo caso il rischio idraulico è maggiore per la fascia a ridosso del corso fluviale, diminuendo nella restante parte dell'area urbana all'aumentare della distanza trasversale e della quota geodetica.

Si individuano pertanto due aree omogenee rispettivamente a rischio elevato (**R3**) e medio (**R2**).

- Area in sinistra Oglio a valle della presa della Roggia Castrina, esterna al Centro edificato.

Per effetto dei lavori di soprizzo dell'argine sinistro dell'Oglio, l'area non è più soggetta ad allagamento per tracimazione della piena duecentennale dalla sponda fluviale a valle della presa della Roggia Castrina. Il rischio d'allagamento è limitato pertanto alla zona maggiormente depressa del giardino pubblico a ridosso del corso della roggia, alla quale si assegna la classe di rischio medio (**R2**), per la possibile provenienza lungo Via Santissima Trinità delle acque esondate a monte.

Lo scenario di rischio attuale, ottenuto dal presente studio, risulta diverso da quello desumibile dagli attuali strumenti di pianificazione del PAI, per effetto delle mitigazioni del rischio conseguenti alla realizzazione di opere di difesa descritte nei precedenti capitoli.

Brescia, 8 Luglio 2011

Dott. Ing. Giuseppe Rossi

Via Francesco Baracca, 4/C Brescia  
Albo Ingegneri Prov. di Brescia N° 1383

**COMUNE DI PALAZZOLO SULL'OGLIO**  
**PROVINCIA DI BRESCIA**



**S T U D I O**

**DELLA VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO IDRAULICO  
NELLE AREE INTERNE AL CENTRO EDIFICATO DI PALAZZOLO S/O  
CLASSIFICATE NEL PAI A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO  
ELEVATO "I" E "B-PR" E NELLA FASCIA "B" DEL FIUME OGLIO IN  
RELAZIONE ALLE POSSIBILI ESONDAZIONI FLUVIALI**

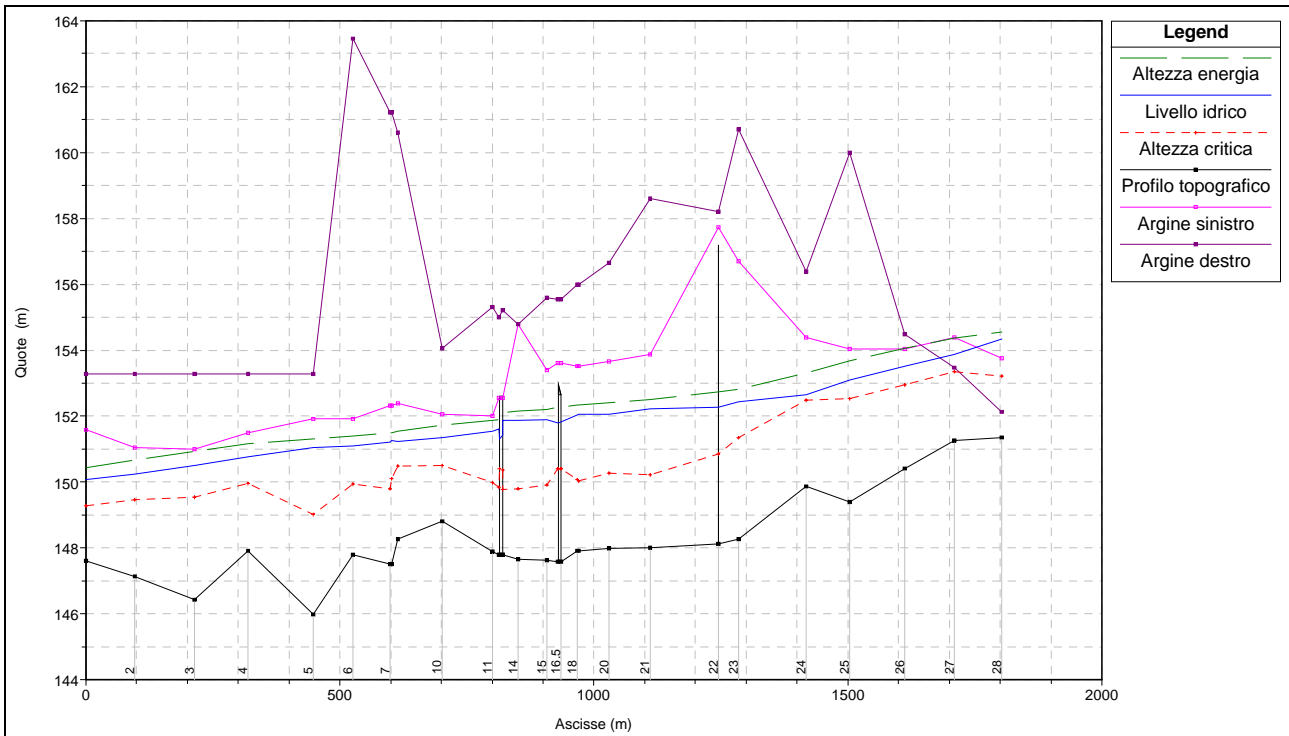
**ALLEGATO 1 - ELABORAZIONI DELLA  
MODELLAZIONE IDRAULICA**

Brescia, 8 Luglio 2011

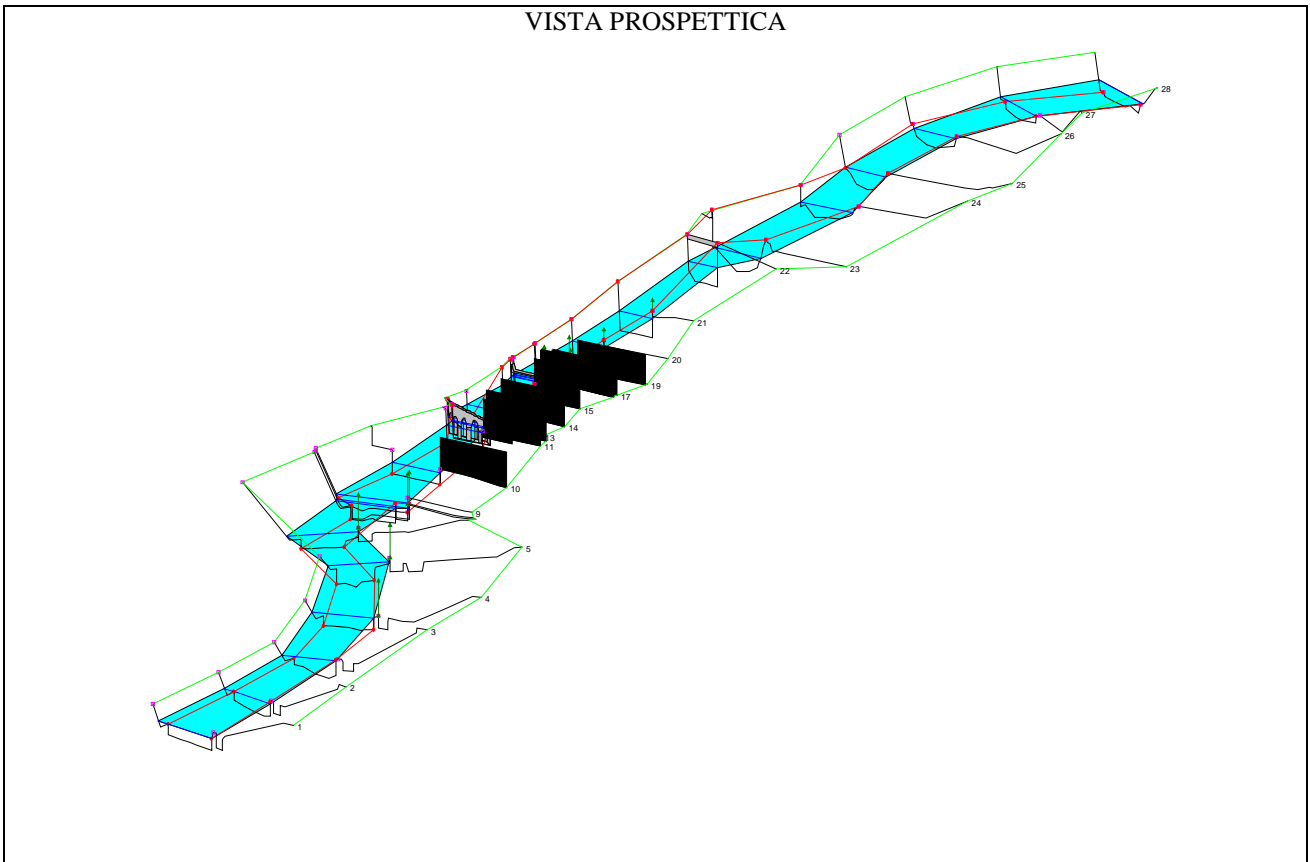
Dott. Ing. Giuseppe Rossi  
Via Vittorio Veneto, 104 Brescia  
Albo Ingegneri Prov. di Brescia N° 1383

# ELABORAZIONE PER TR20 ANNI - PORTATA Q=341,49 m<sup>3</sup>/s

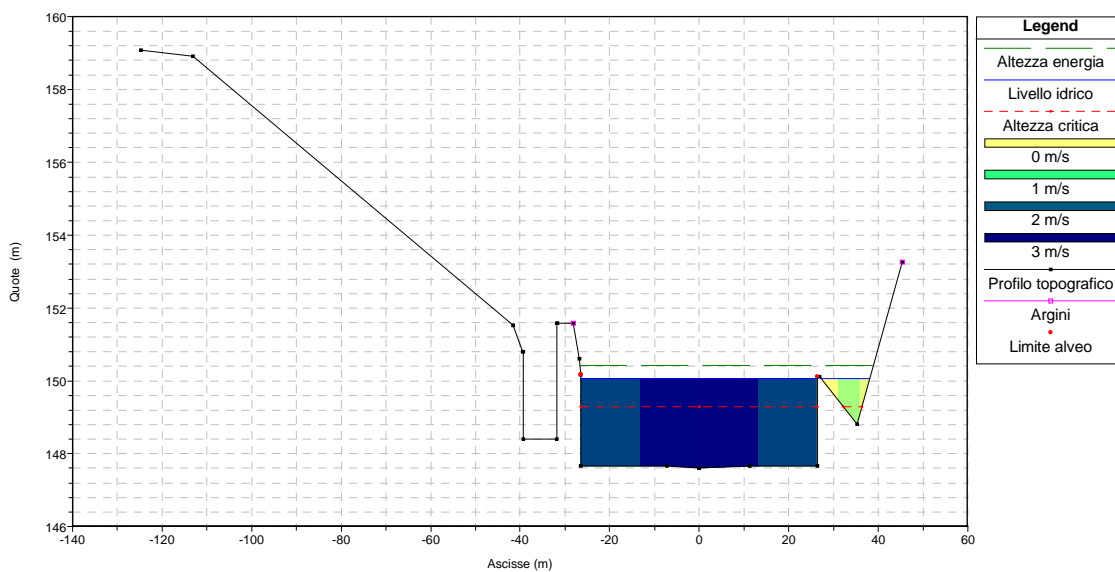
## PROFILO IDRAULICO



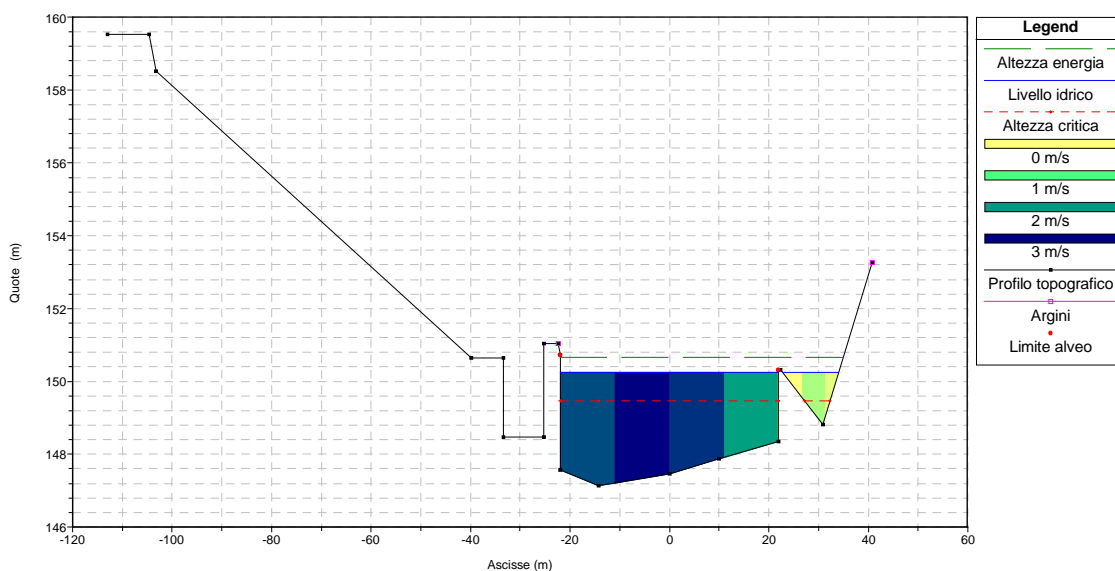
## VISTA PROSPETTICA



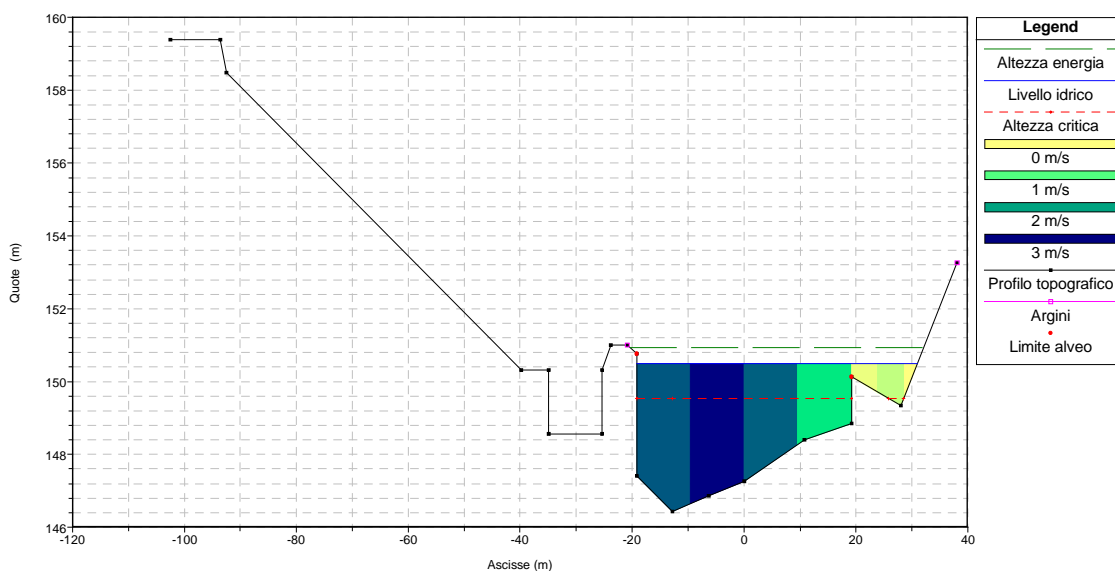
SEZIONE n°1 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m<sup>3</sup>/s)



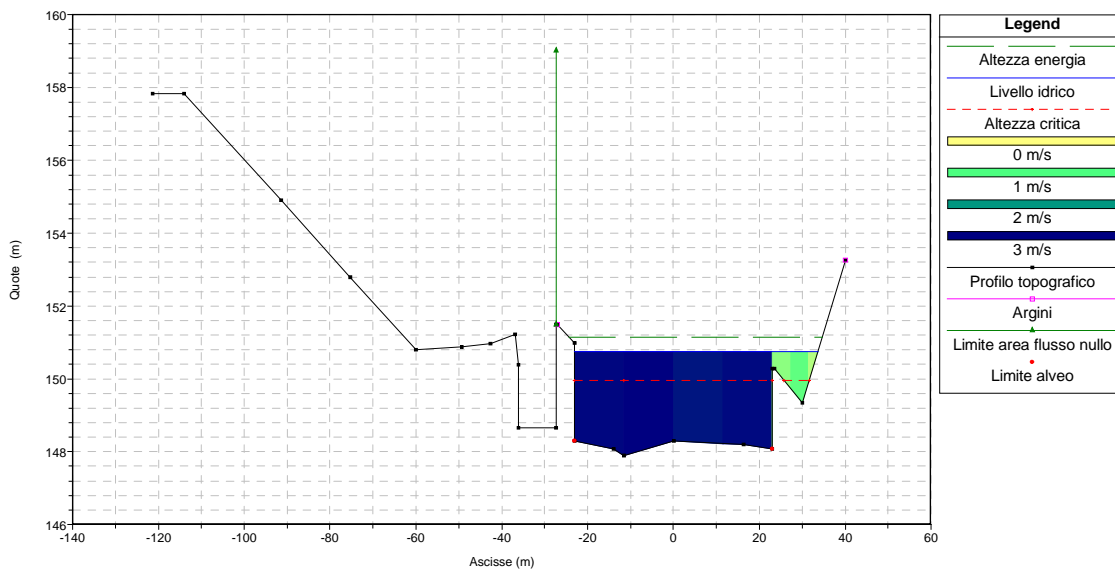
SEZIONE n°2 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m<sup>3</sup>/s)



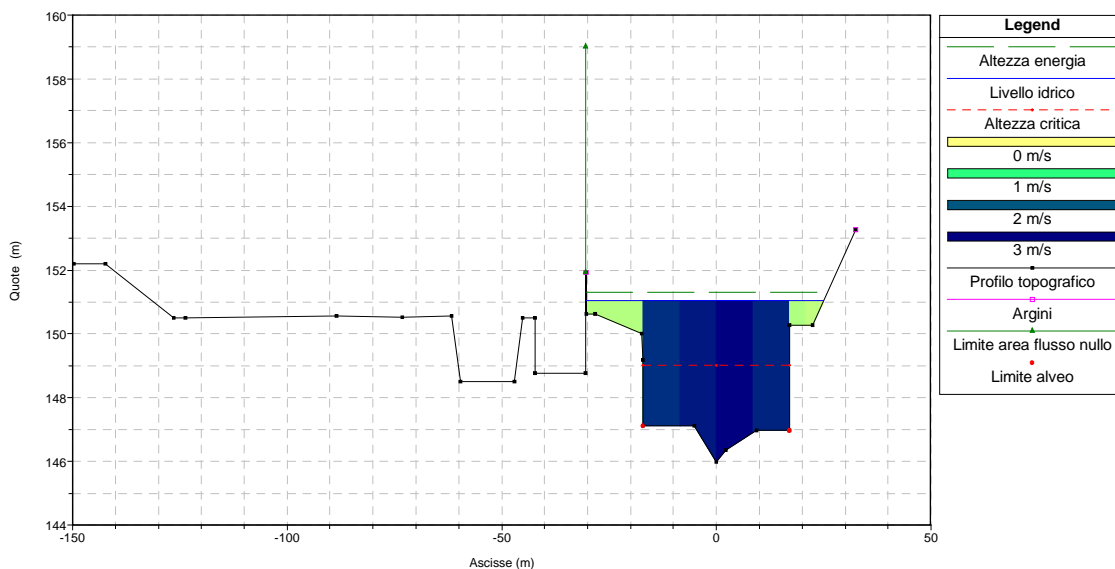
SEZIONE n°3 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m<sup>3</sup>/s)



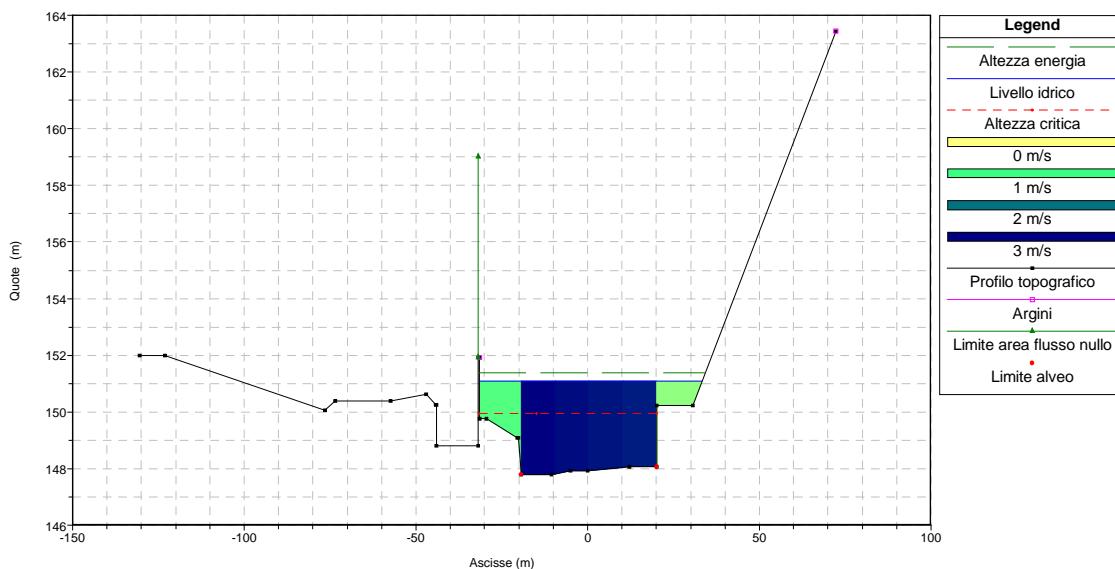
SEZIONE n°4 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m<sup>3</sup>/s)



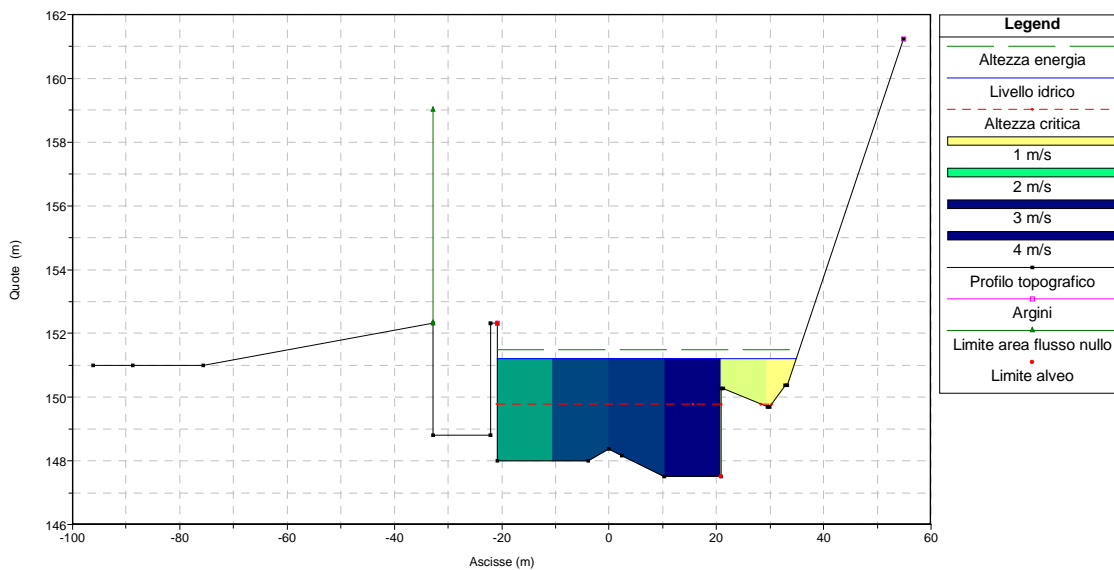
SEZIONE n°5 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m<sup>3</sup>/s)



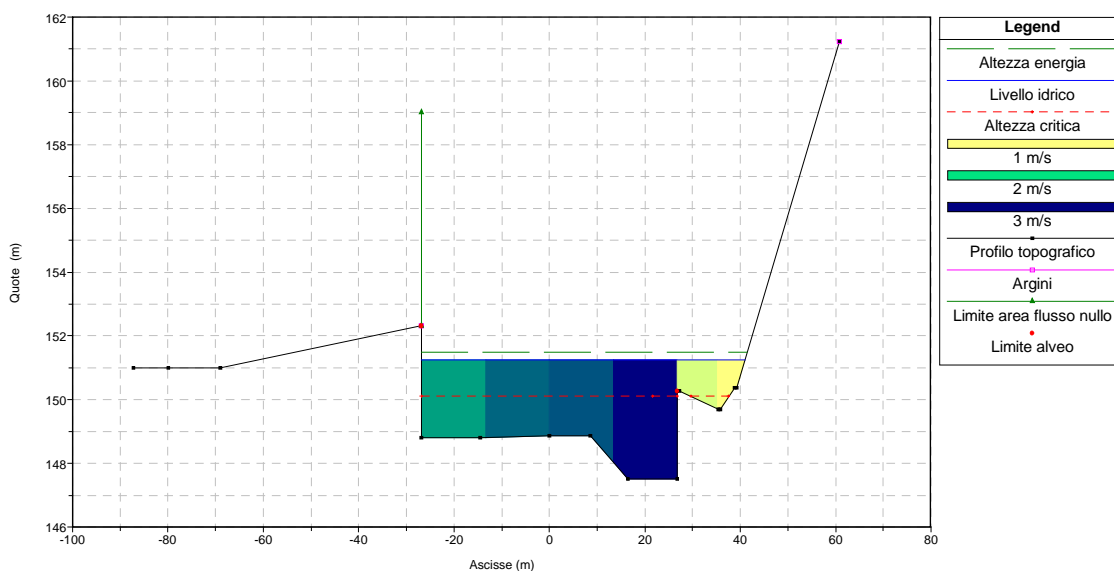
SEZIONE n°6 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m<sup>3</sup>/s)



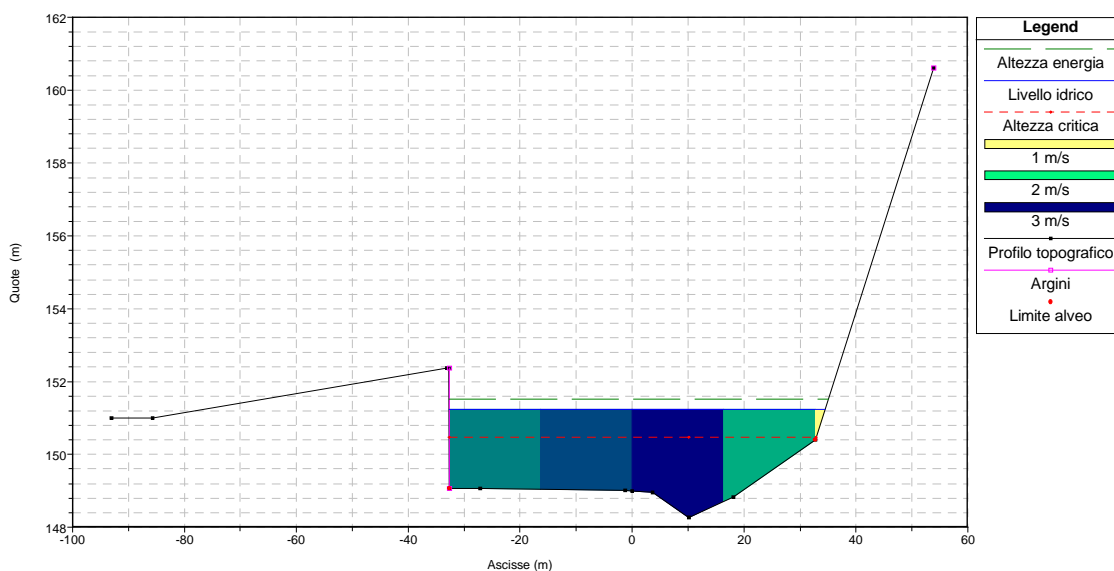
SEZIONE n°7 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m<sup>3</sup>/s)



SEZIONE n°8 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m<sup>3</sup>/s)

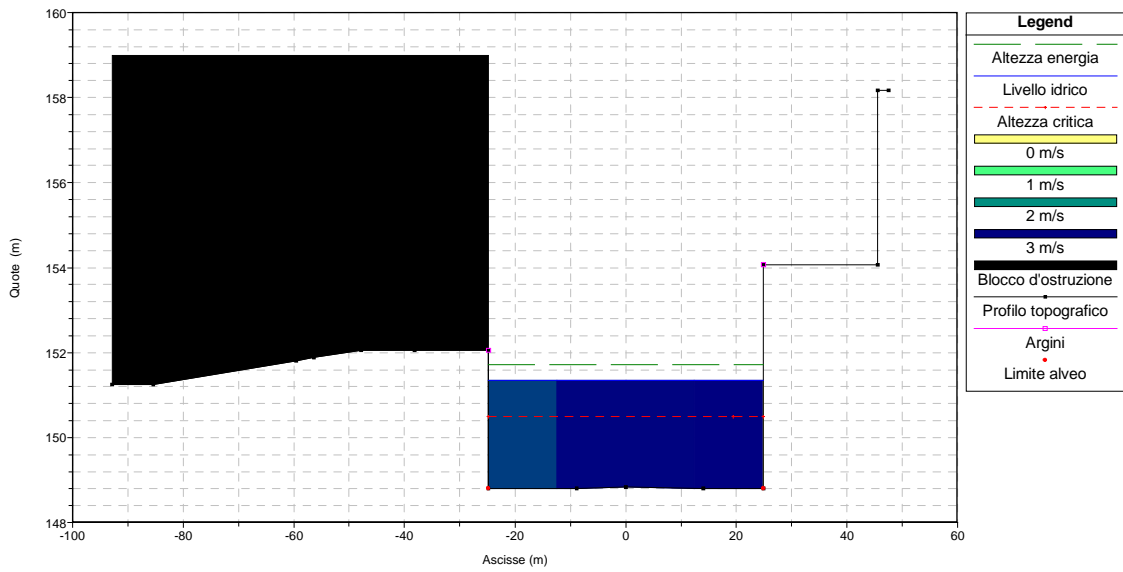


SEZIONE n°9 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m<sup>3</sup>/s)

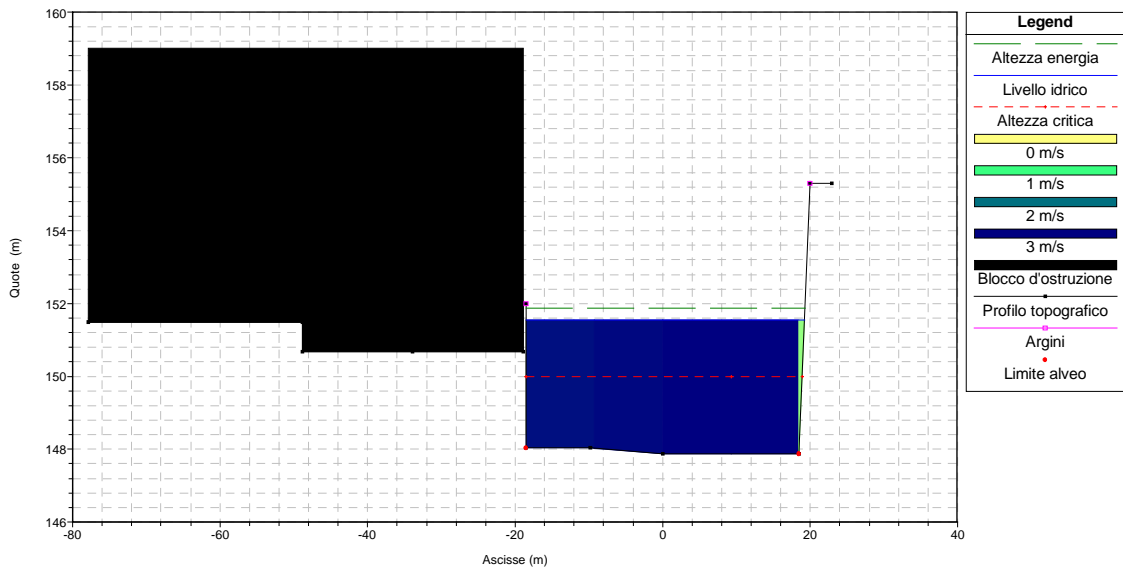




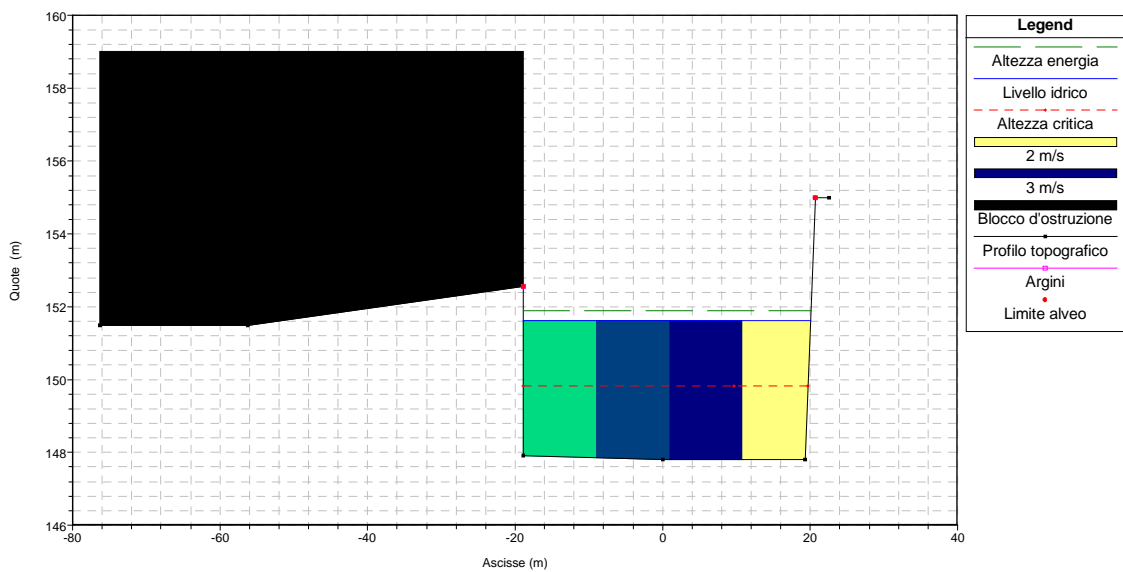
SEZIONE n°10 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



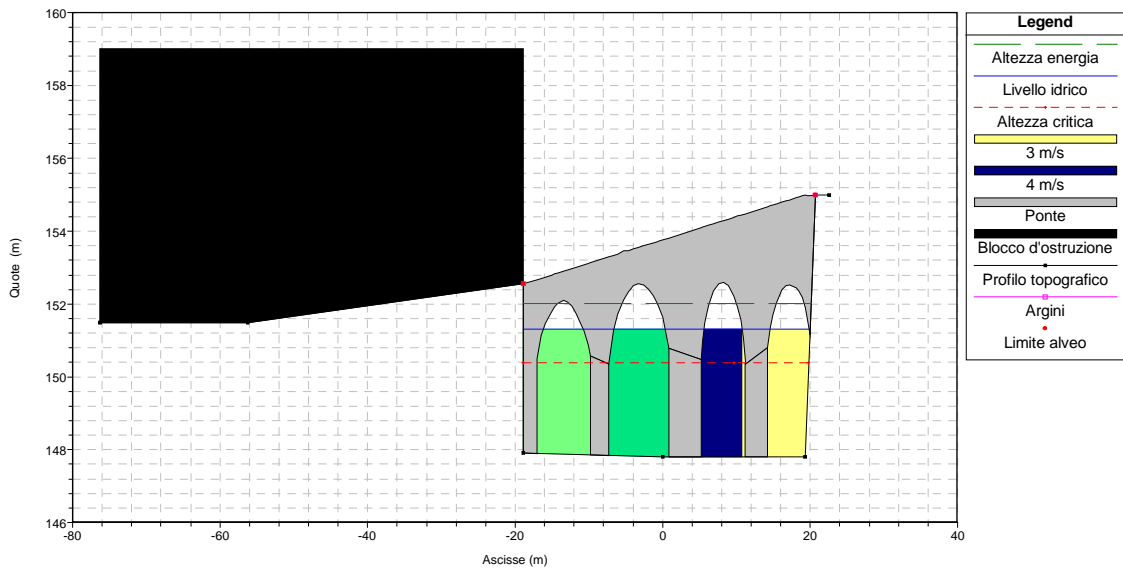
SEZIONE n°11 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



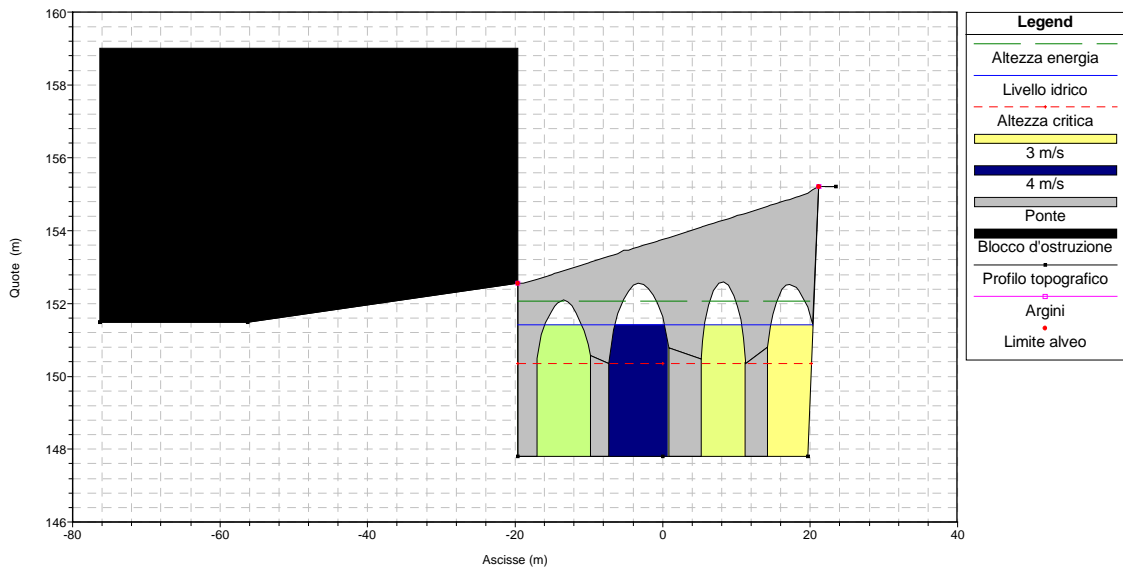
SEZIONE n°12 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



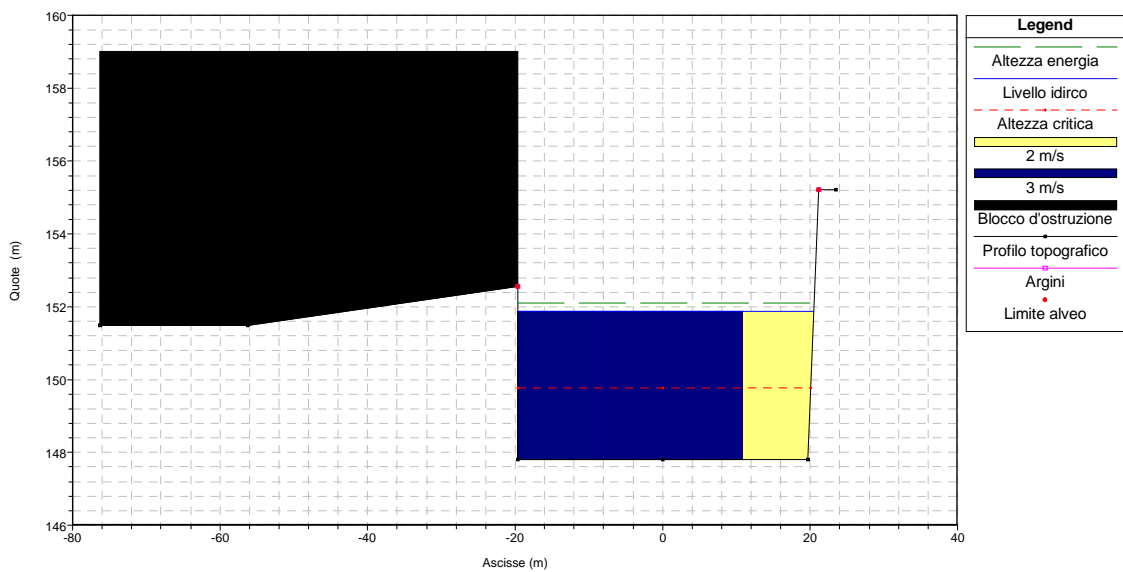
SEZIONE n°12.5 (Ponte - Sez. di valle) - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



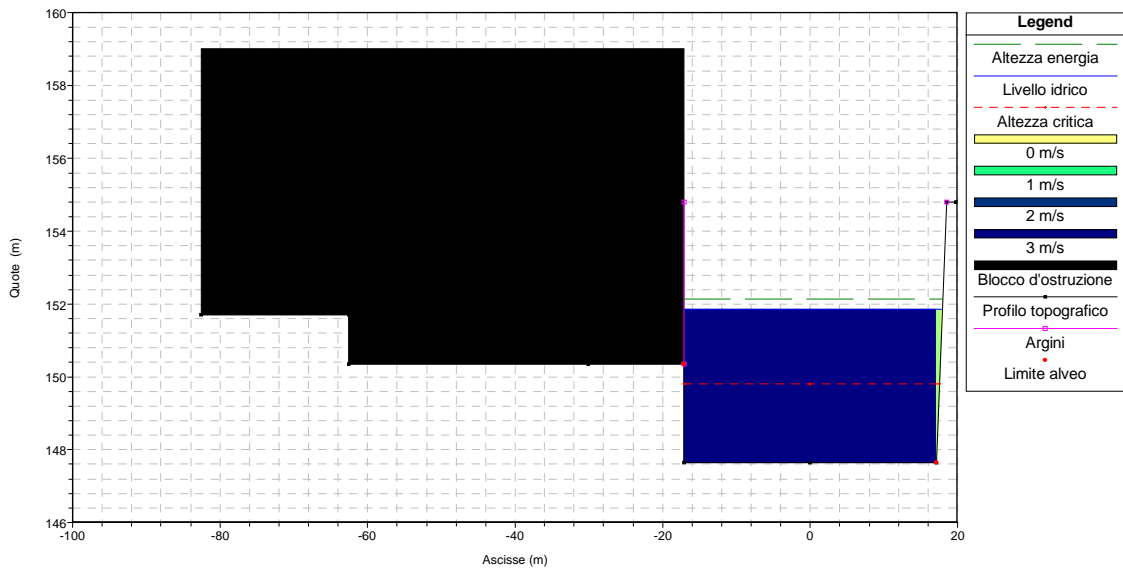
SEZIONE n°12.5 (Ponte - Sez. di monte) - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



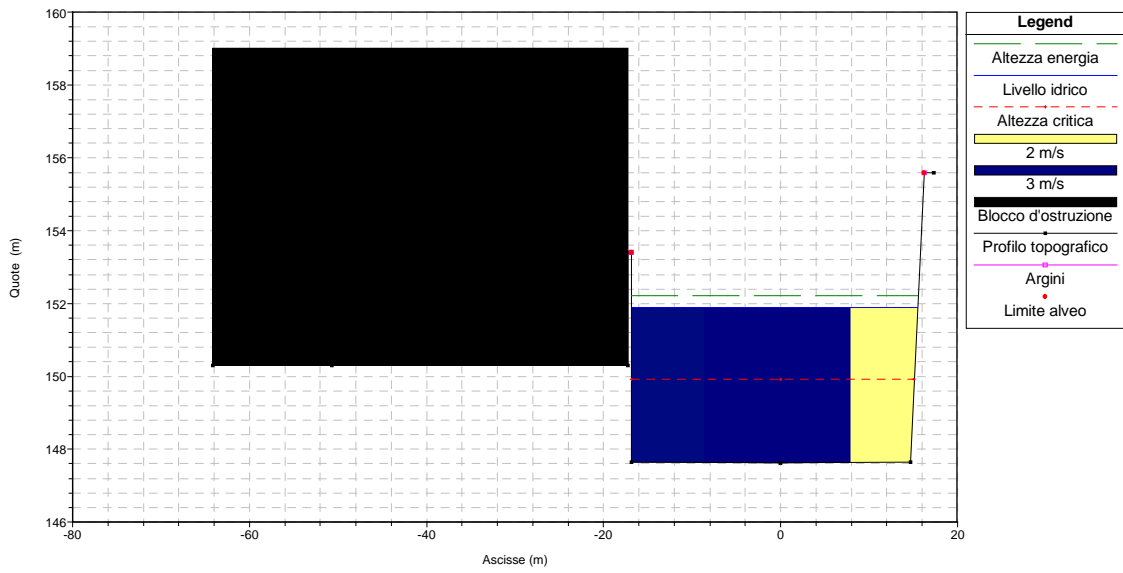
SEZIONE n°13 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



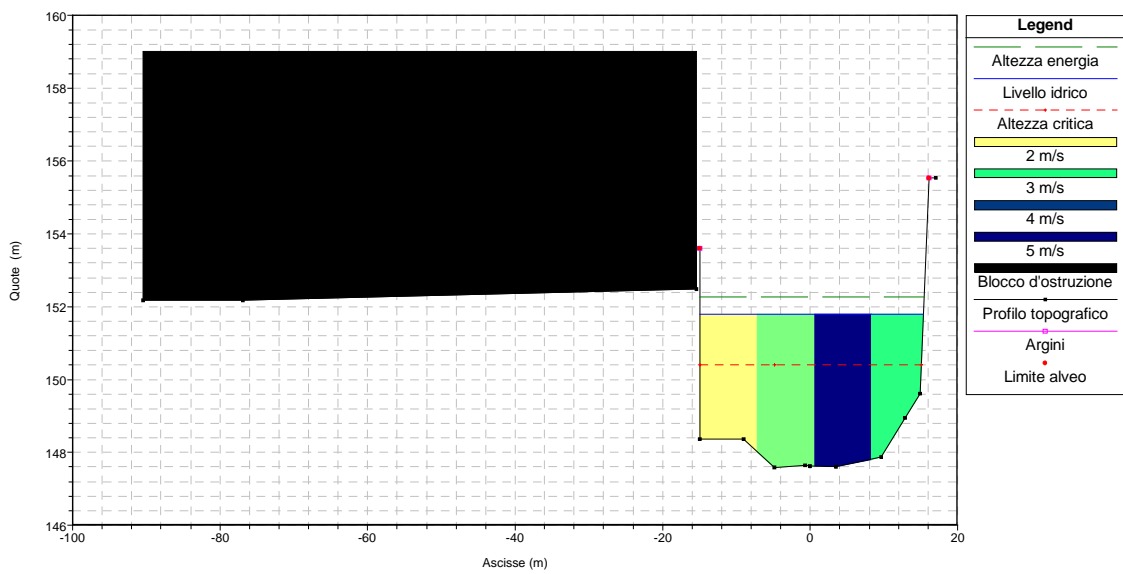
SEZIONE n°14 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



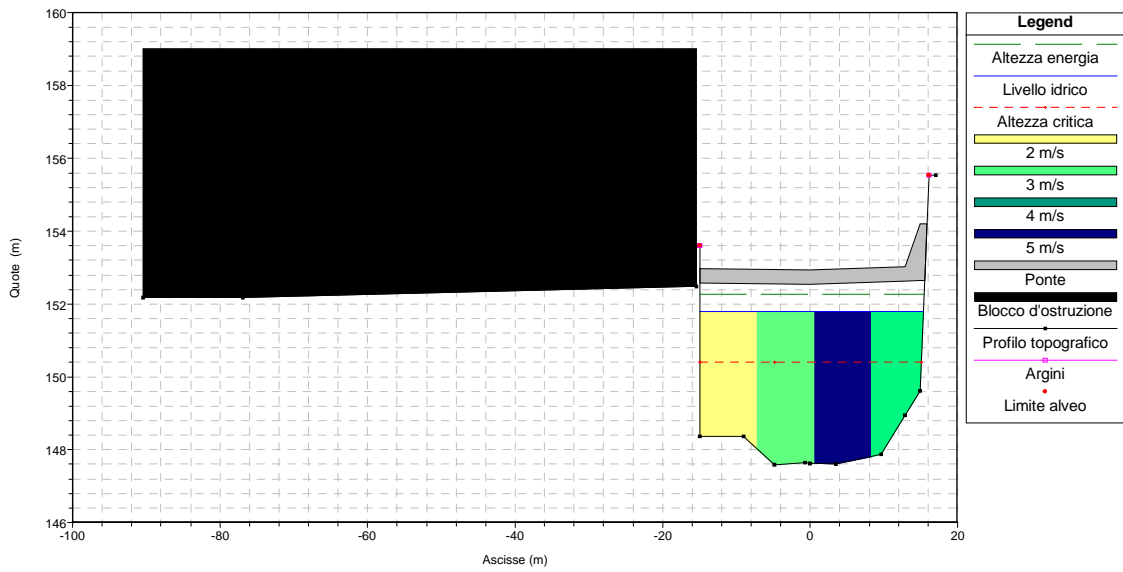
SEZIONE n°15 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



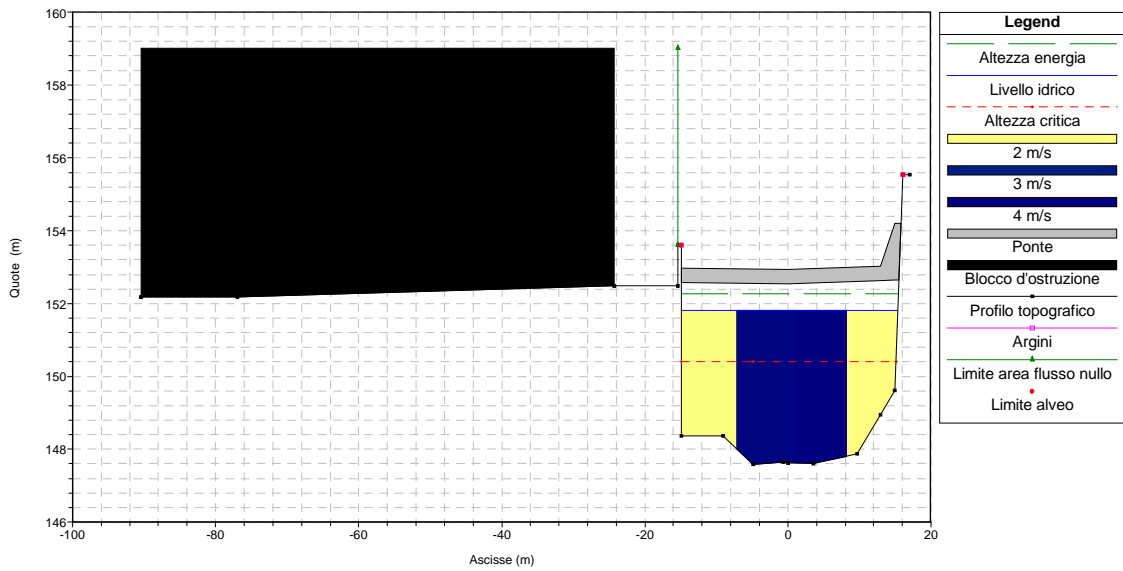
SEZIONE n°16 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



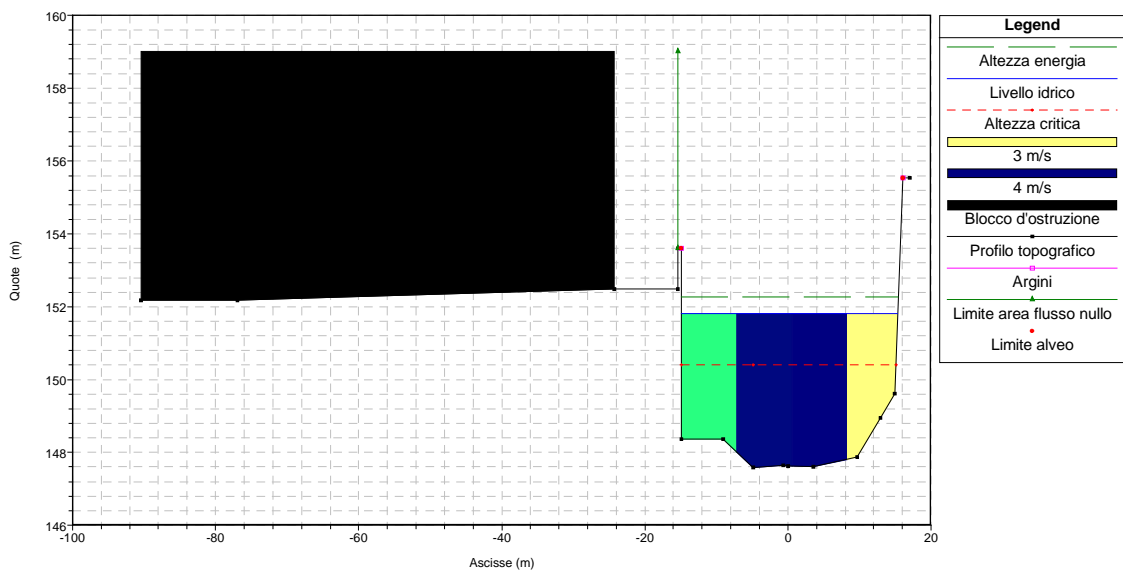
SEZIONE n°16.5 (Ponte - Sez. di valle) - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



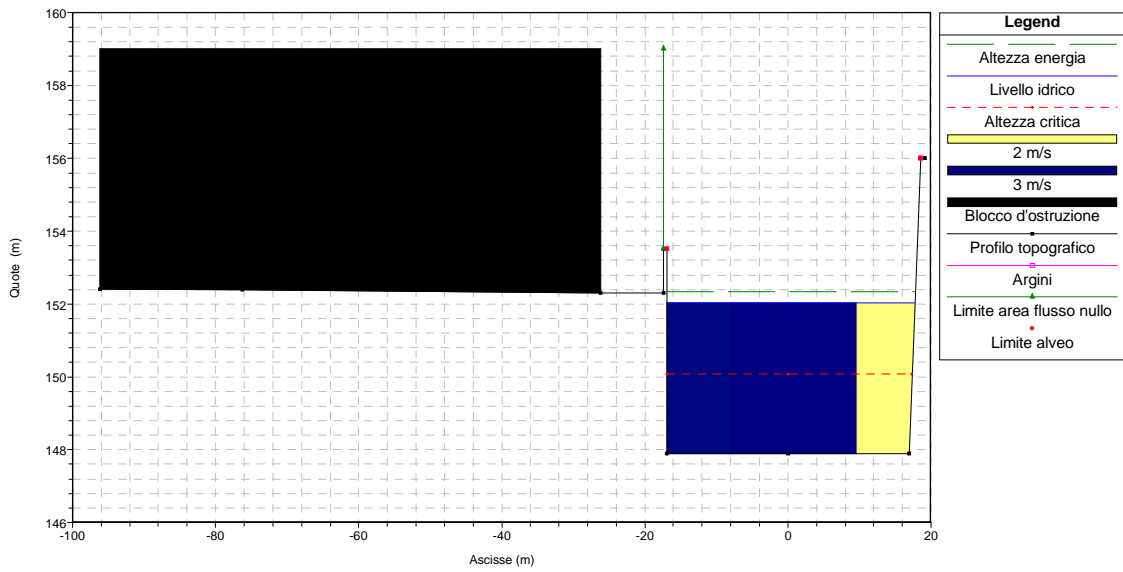
SEZIONE n°16.5 (Ponte - Sez. di monte) - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



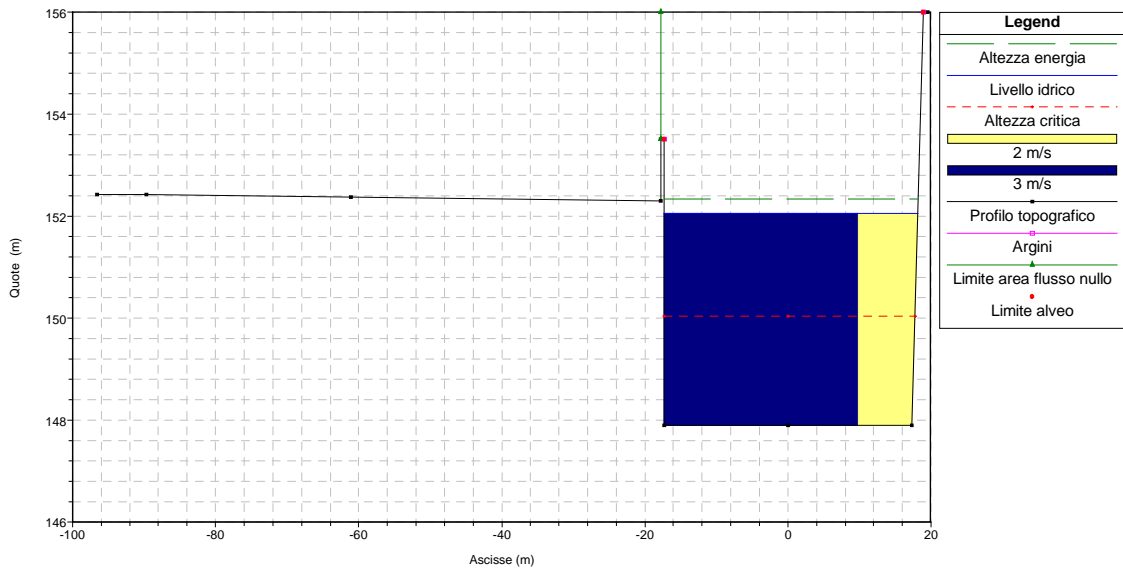
SEZIONE n°17 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



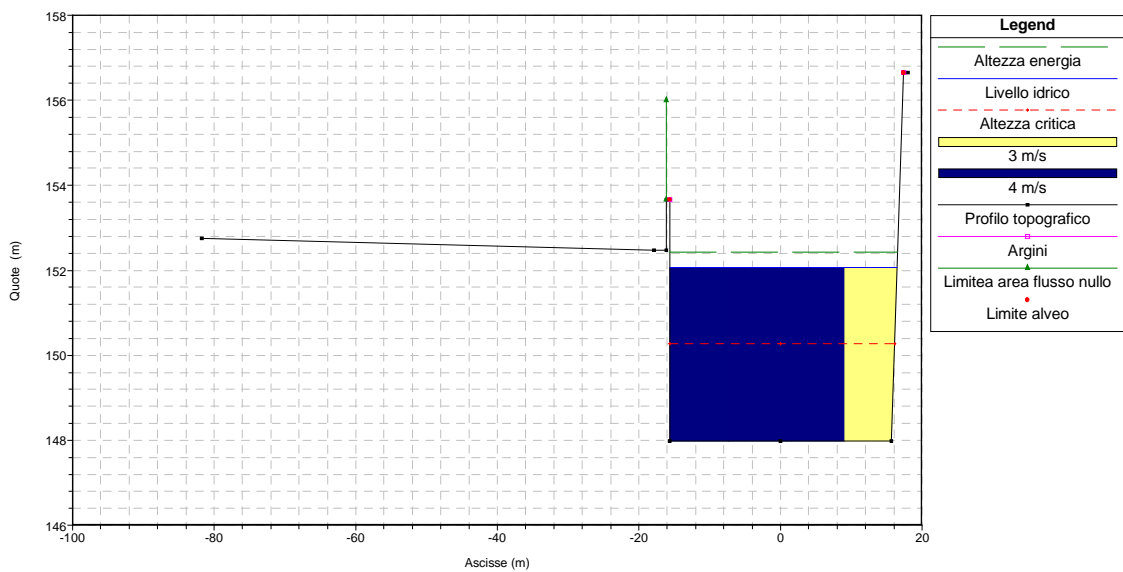
SEZIONE n°18 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



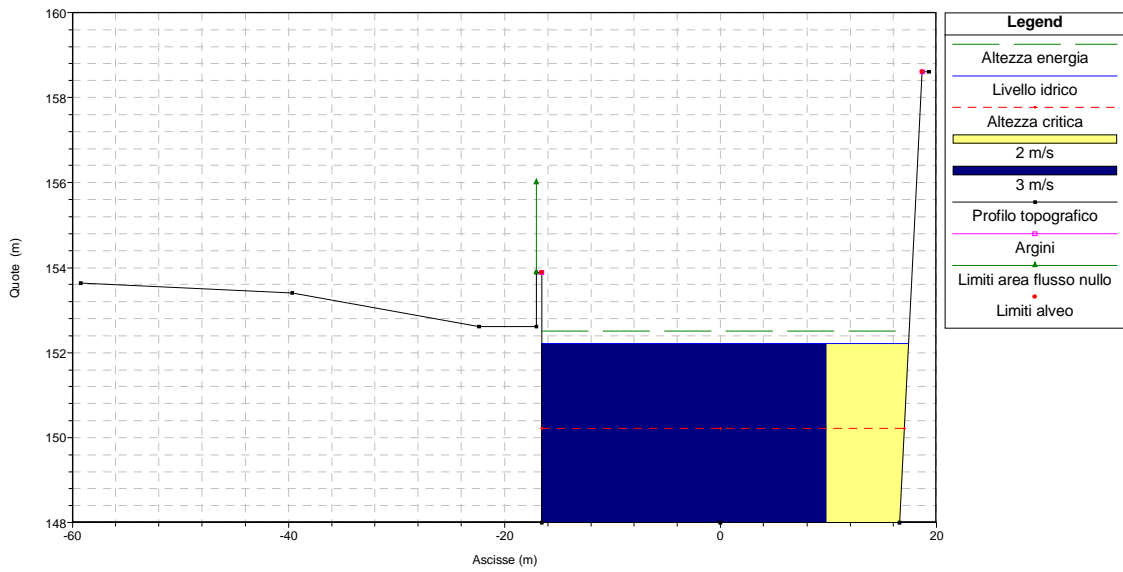
SEZIONE n°19 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



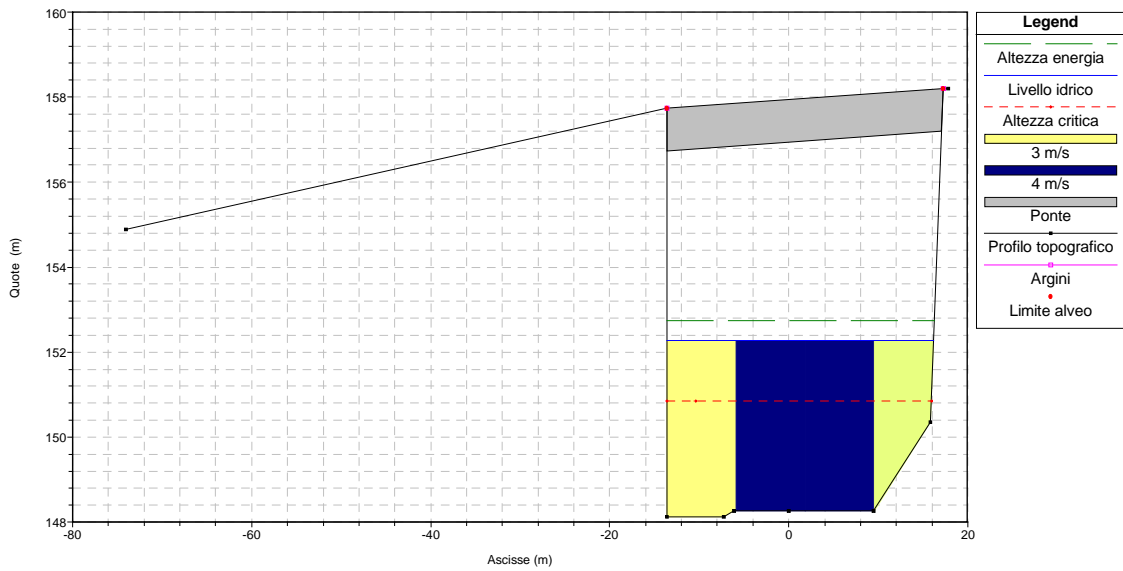
SEZIONE n°20 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



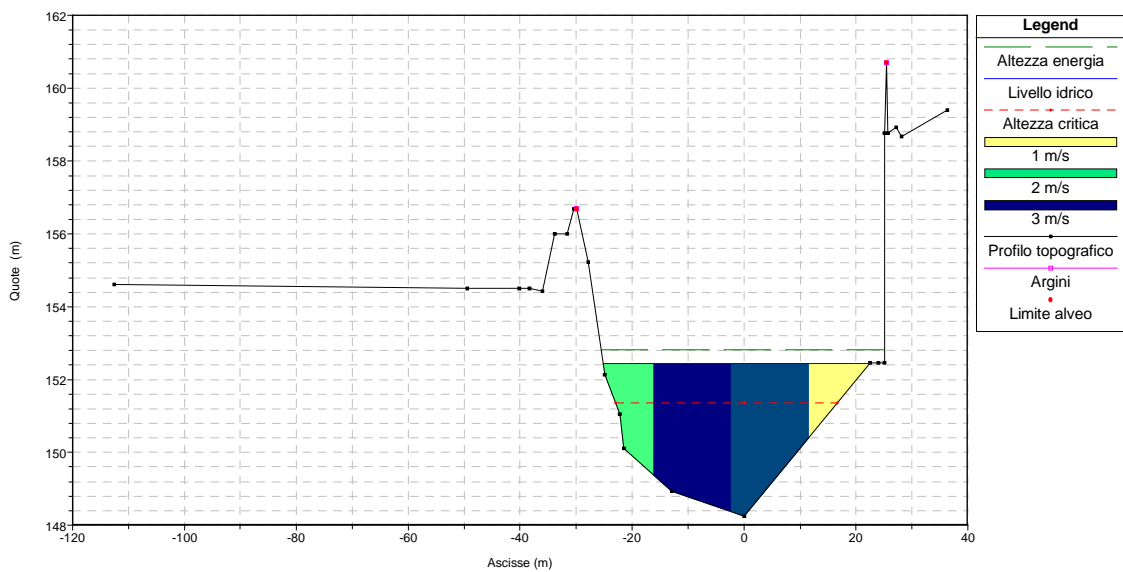
SEZIONE n°21 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



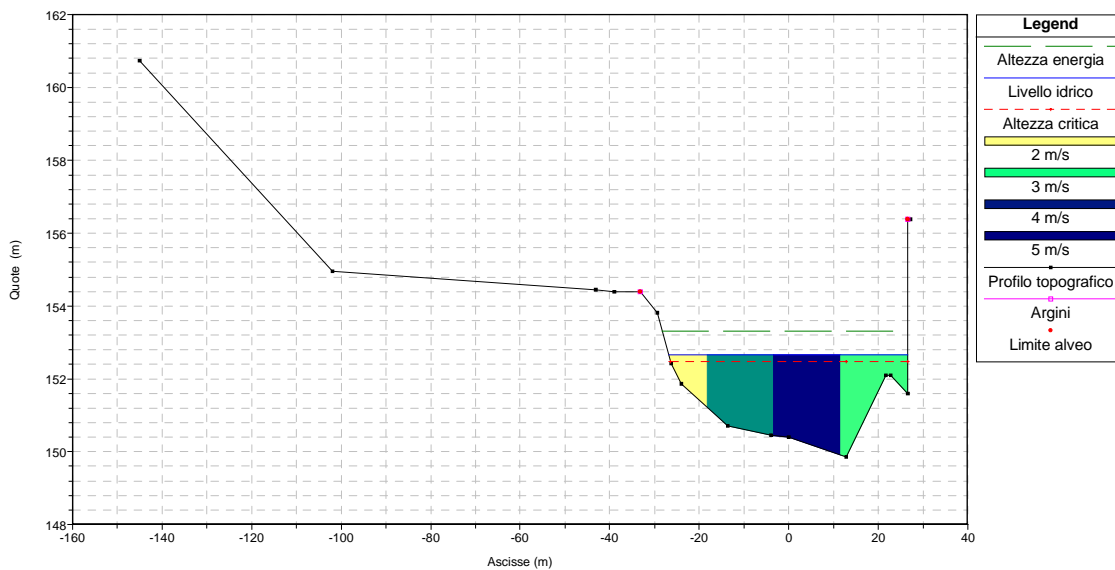
SEZIONE n°22 (Ponte) - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



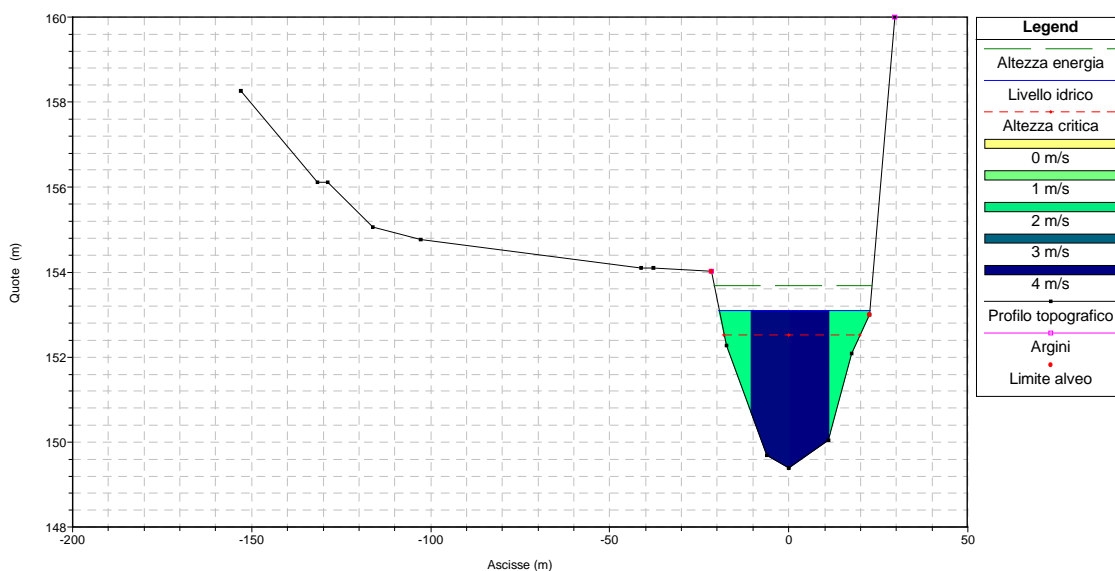
SEZIONE n°23 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



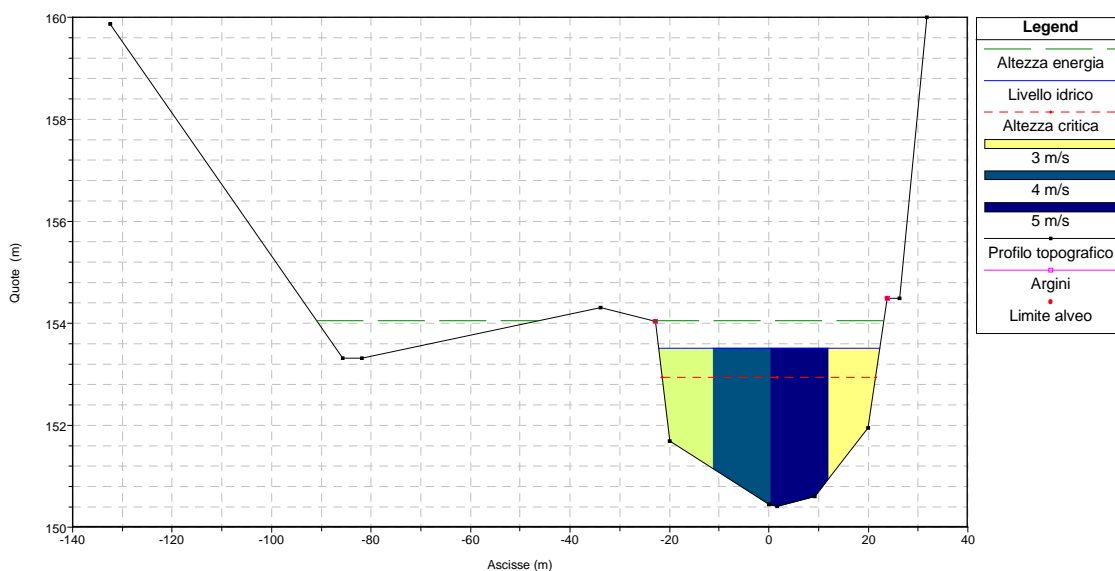
SEZIONE n°24 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



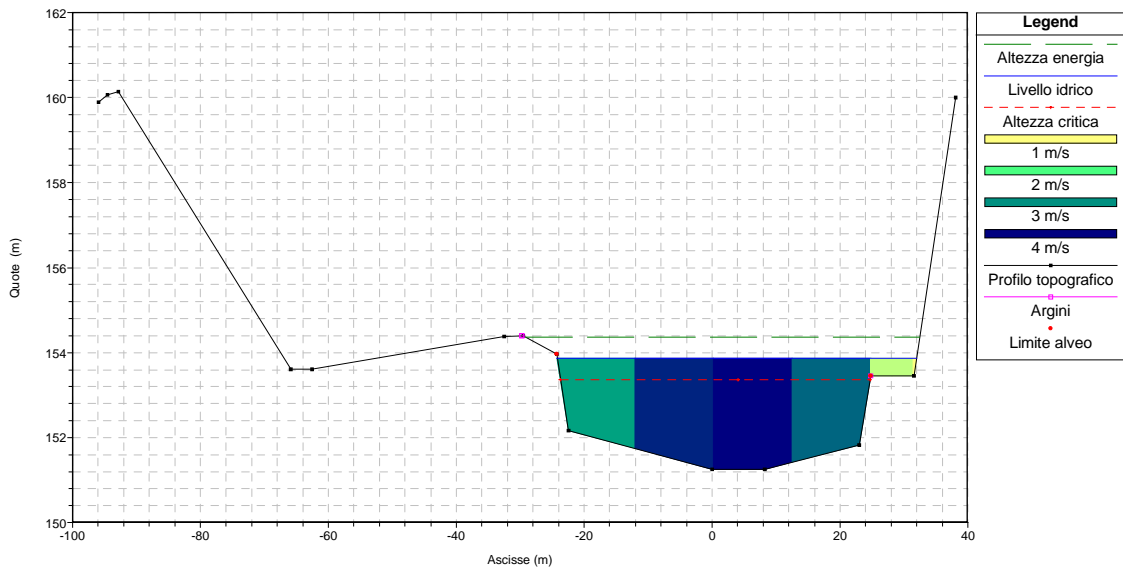
SEZIONE n°25 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



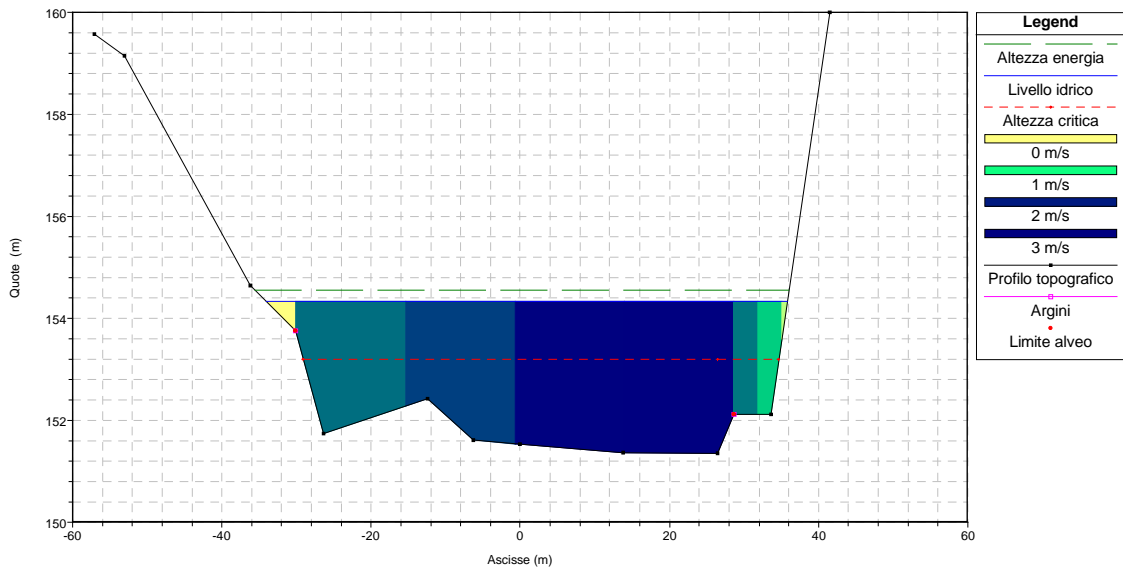
SEZIONE n°26 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m3/s)



SEZIONE n°27 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m<sup>3</sup>/s)



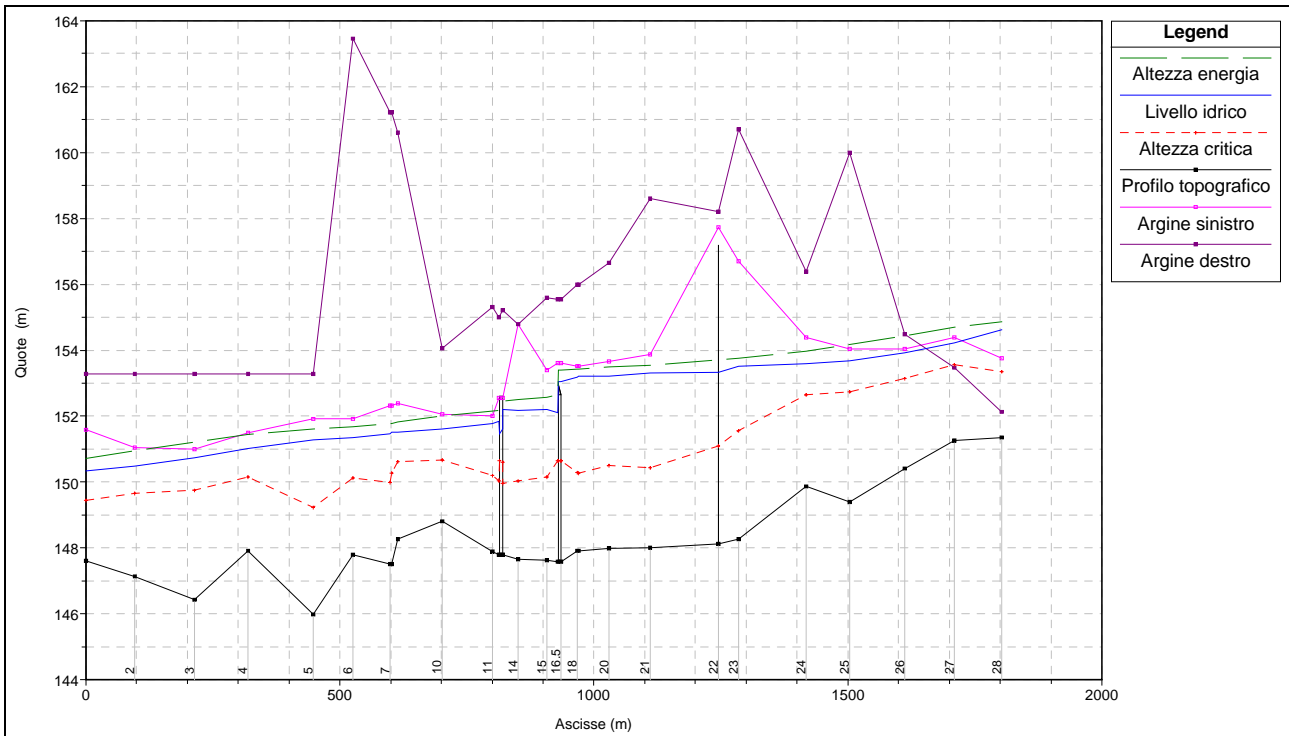
SEZIONE n°28 - Tr = 20 anni (Portata 341.49 m<sup>3</sup>/s)



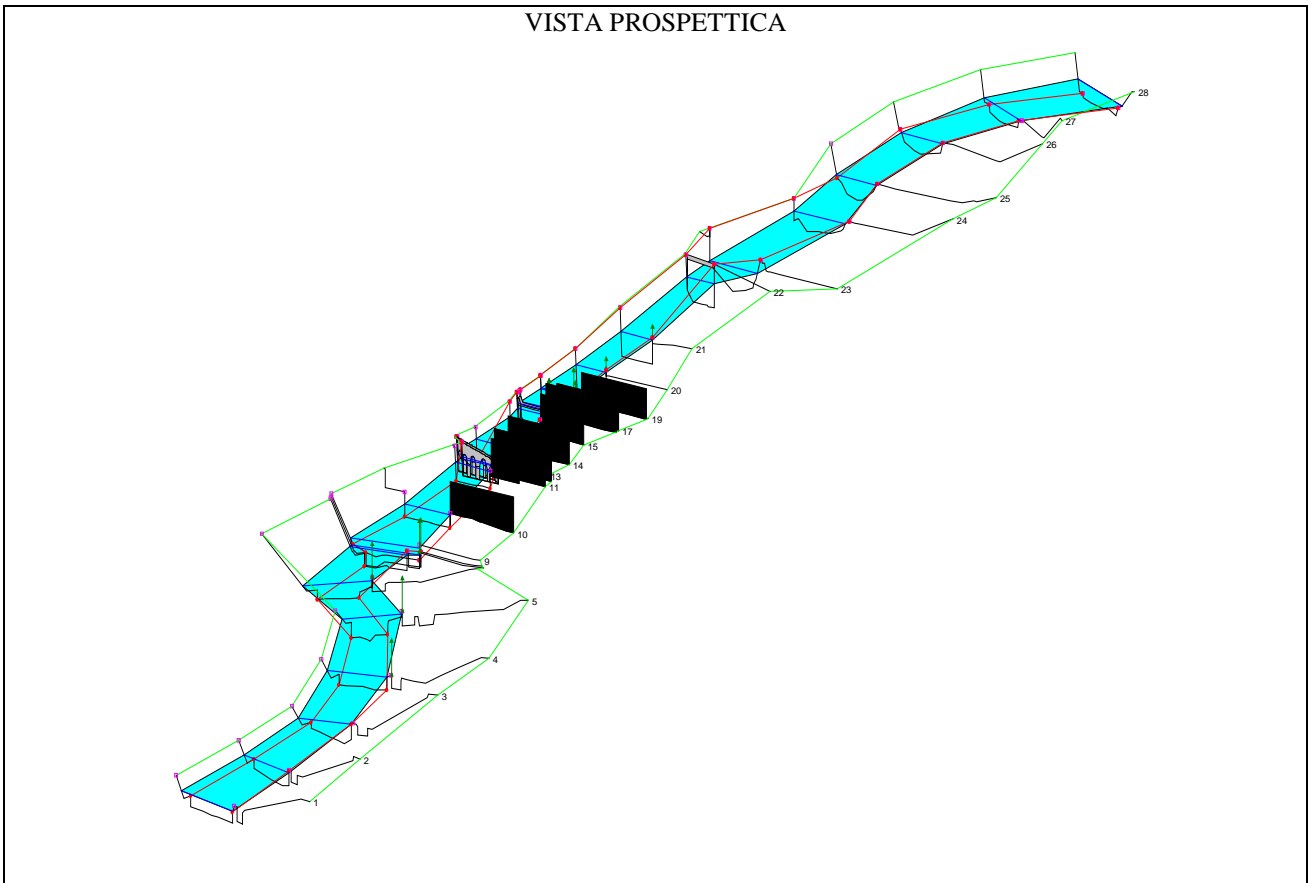


# ELABORAZIONE PER TR50 ANNI - PORTATA Q=394,10 m<sup>3</sup>/s

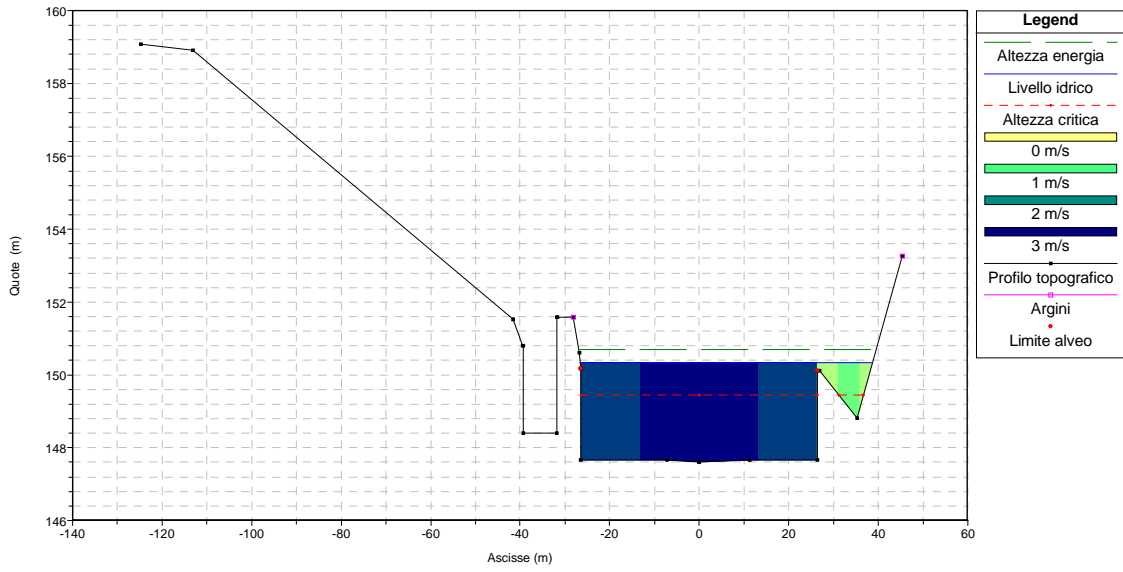
## PROFILO IDRAULICO



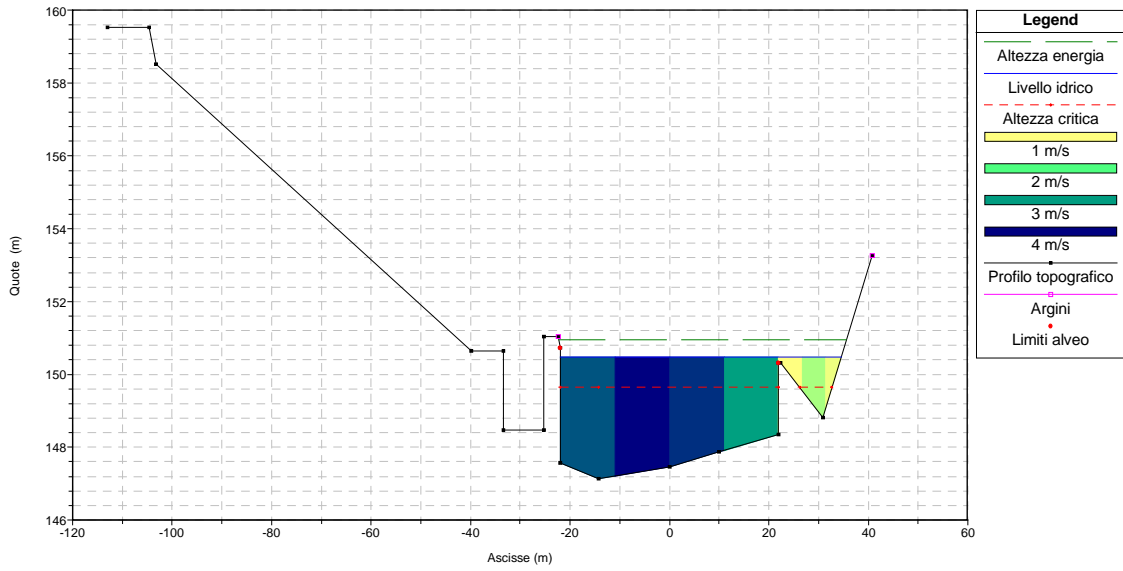
## VISTA PROSPETTICA



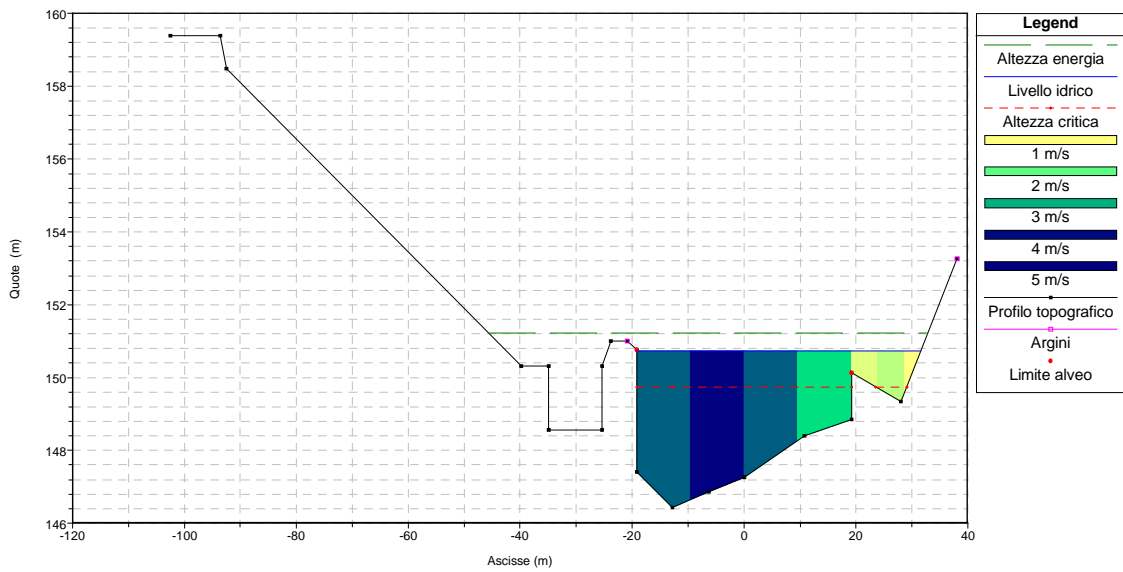
SEZIONE n°1 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



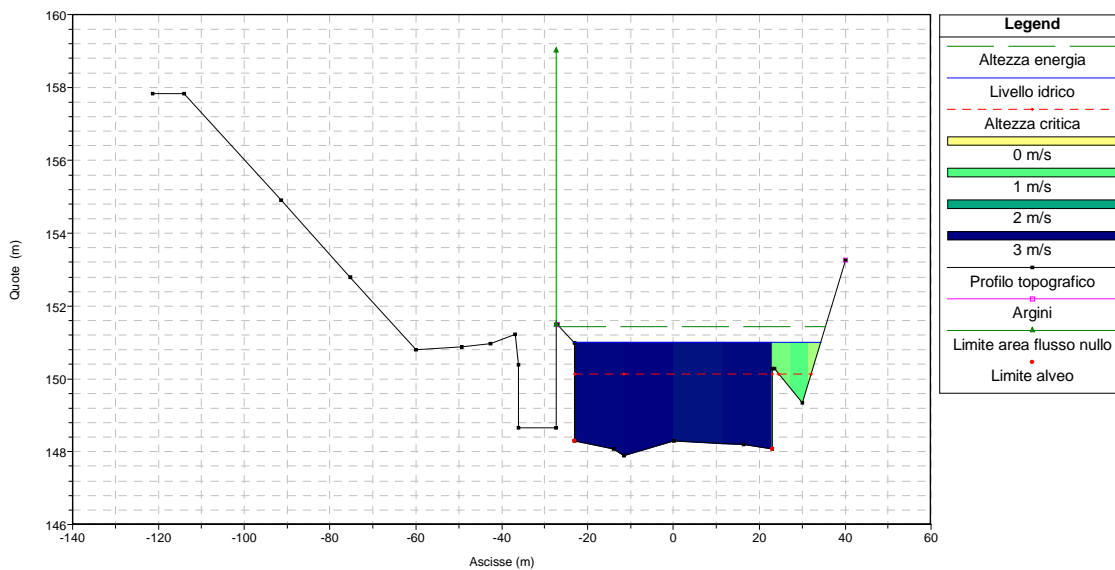
SEZIONE n°2 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



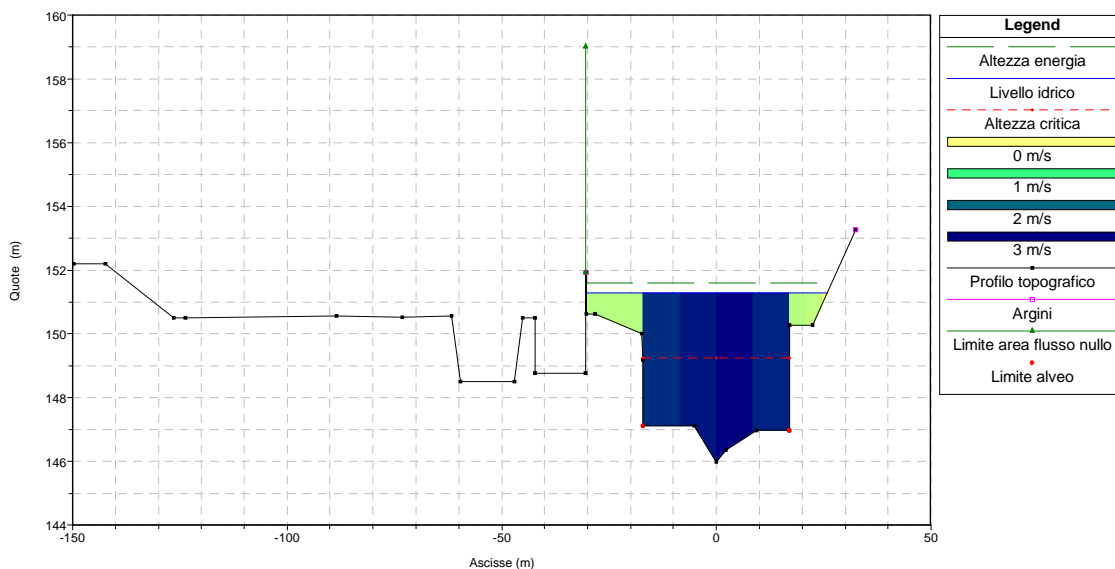
SEZIONE n°3 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



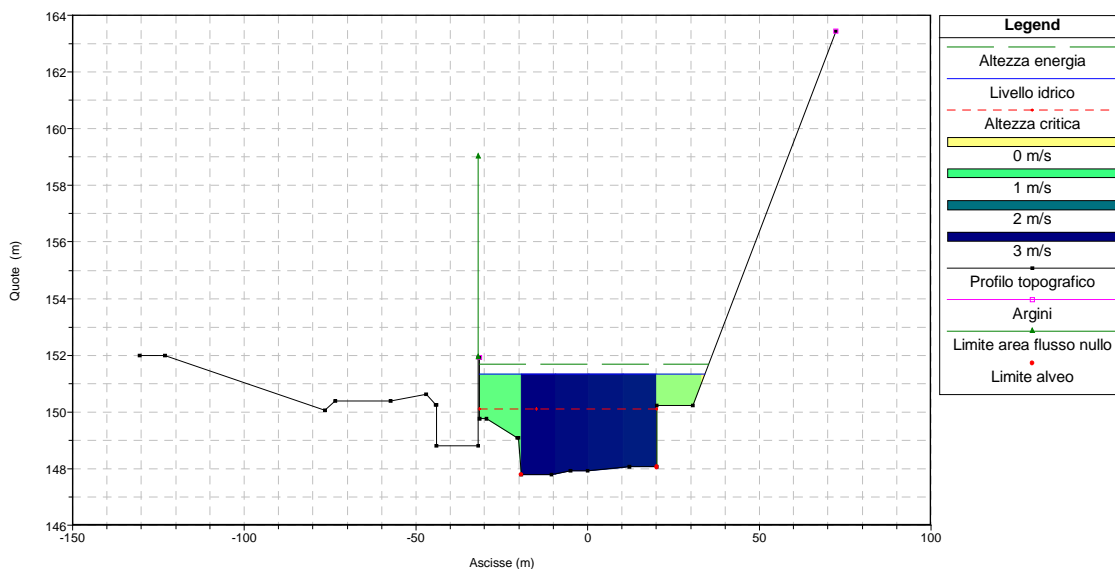
SEZIONE n°4 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



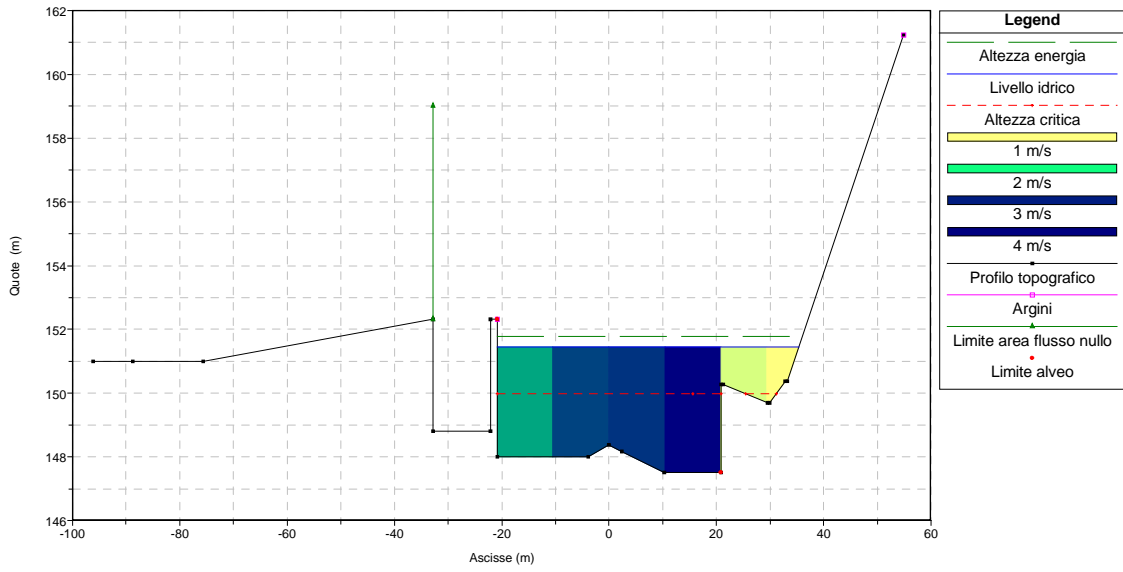
SEZIONE n°5 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



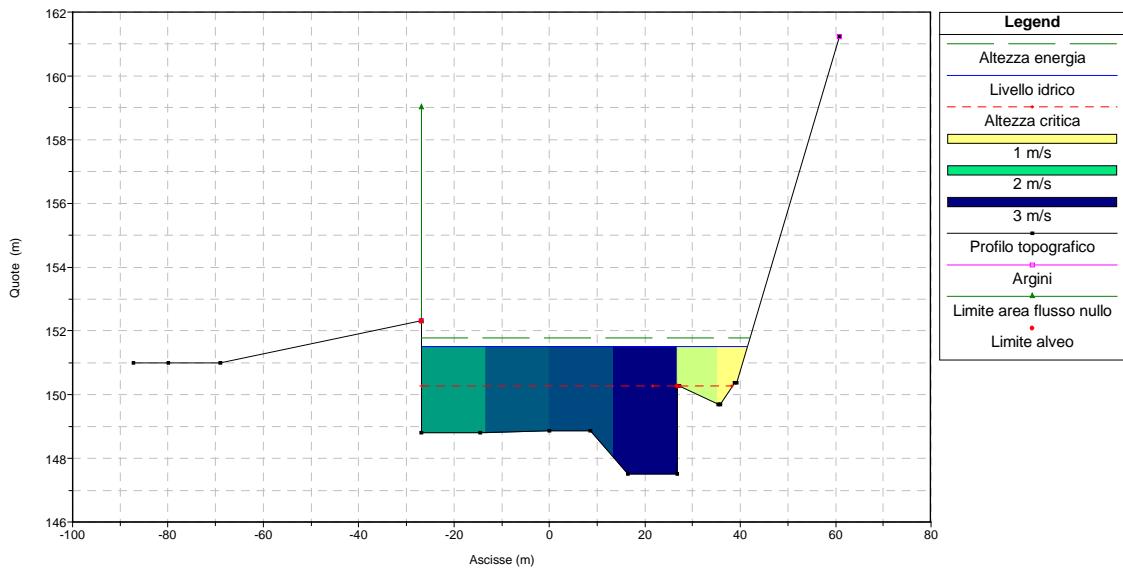
SEZIONE n°6 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



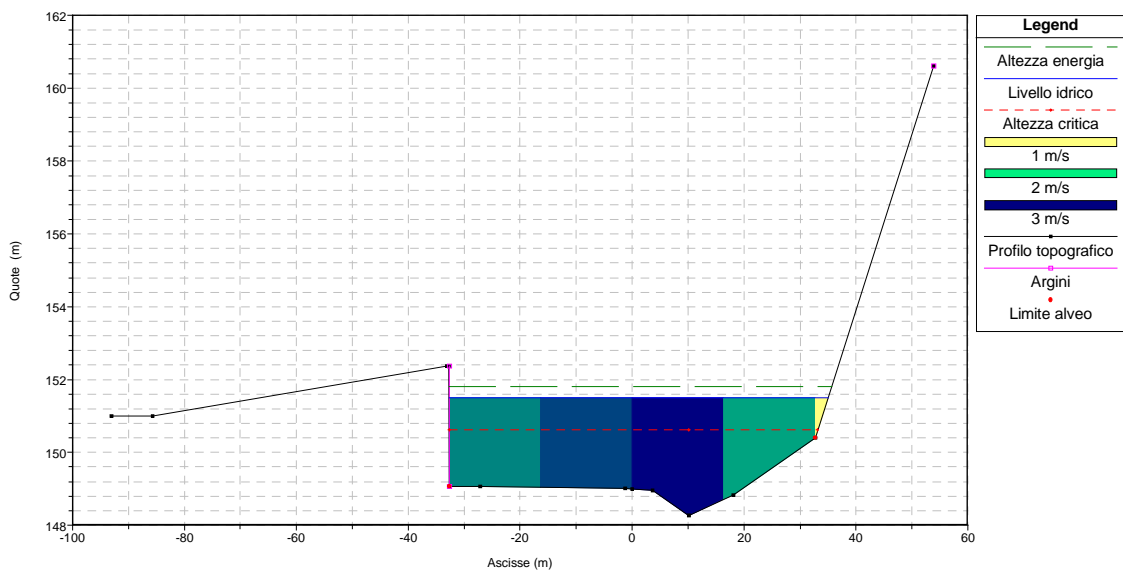
SEZIONE n°7 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



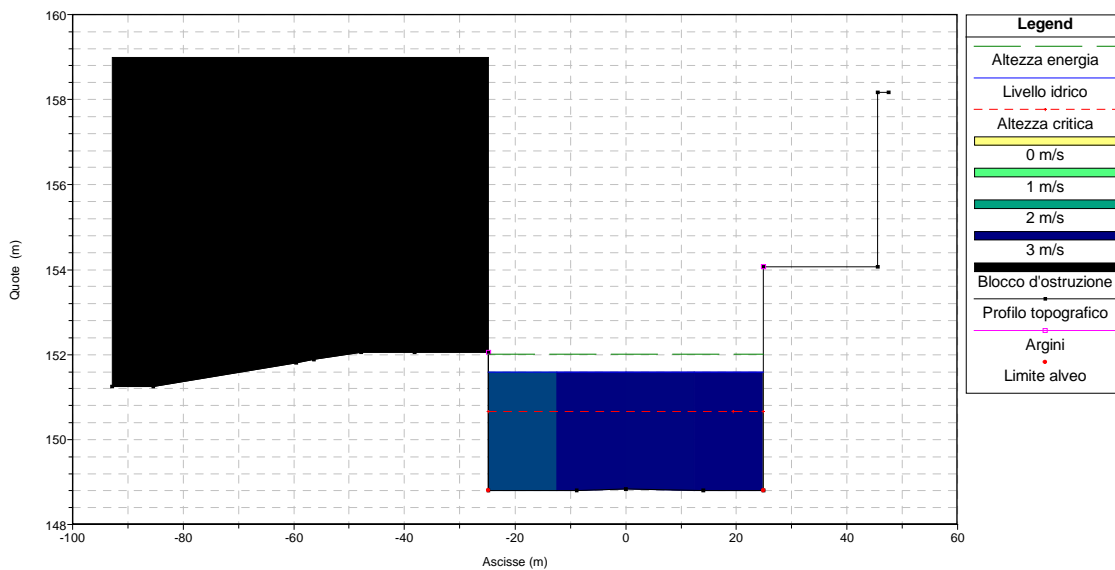
SEZIONE n°8 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



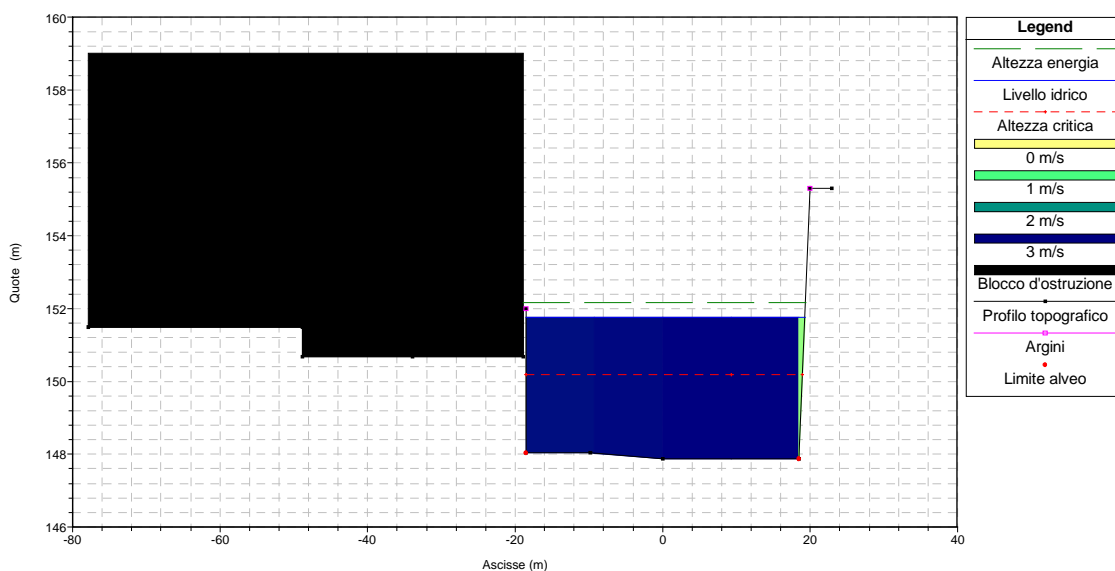
SEZIONE n°9 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



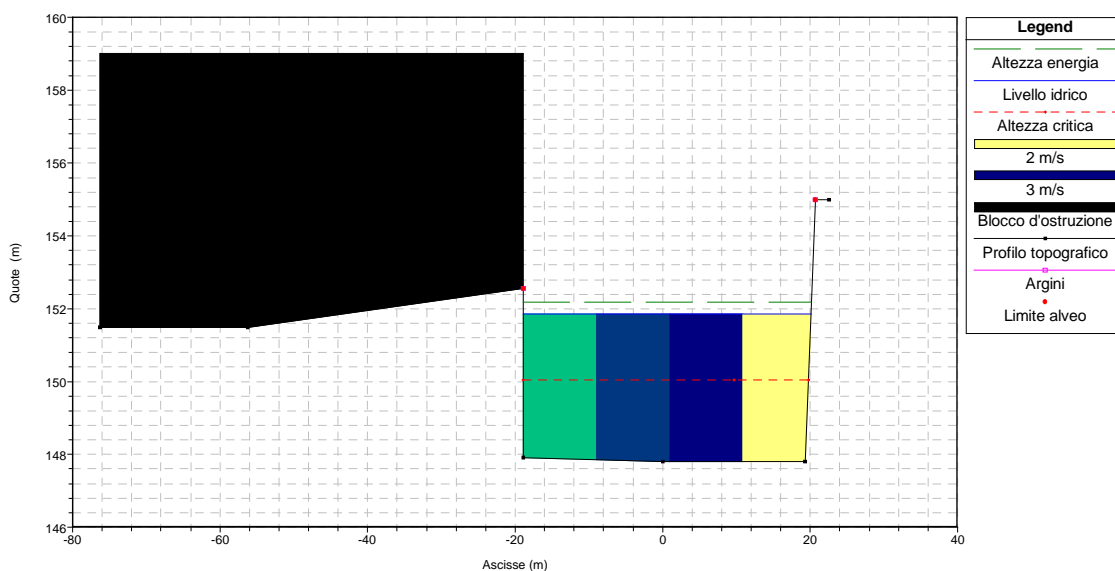
SEZIONE n°10 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



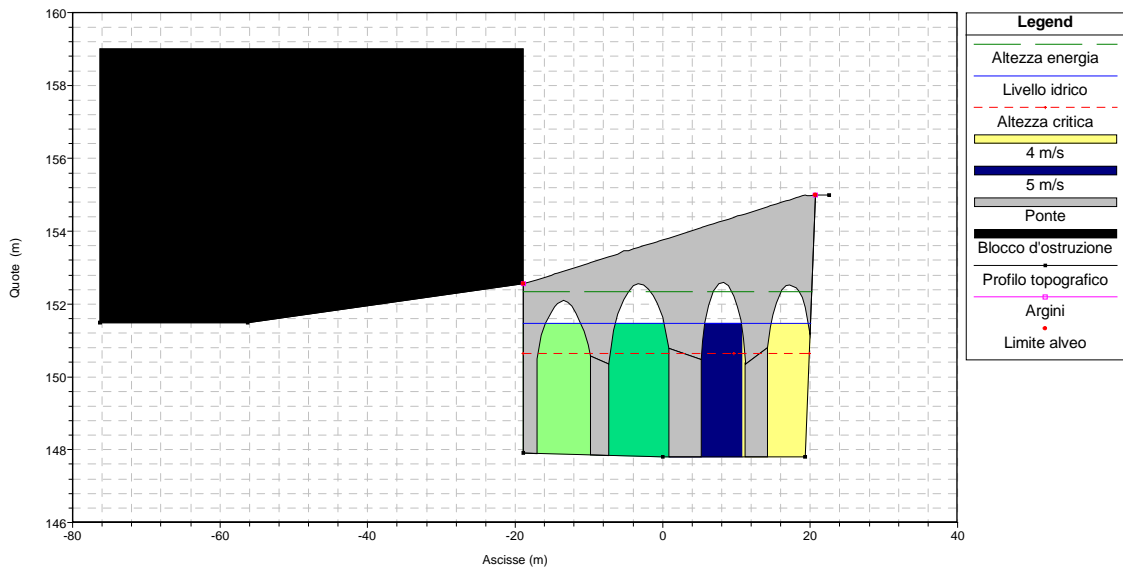
SEZIONE n°11 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



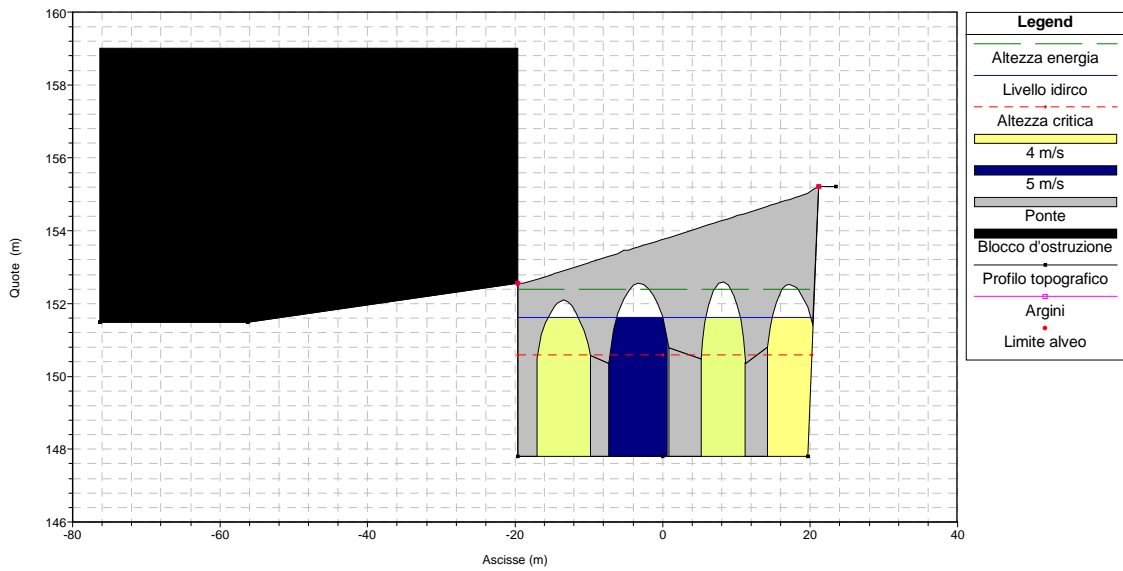
SEZIONE n°12 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



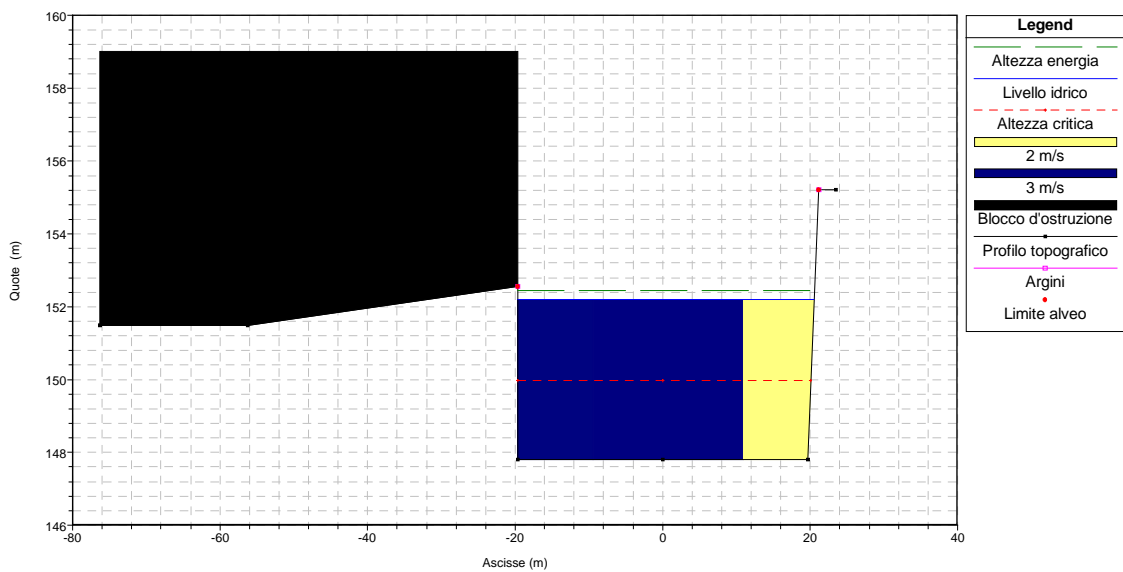
SEZIONE n°12.5 (Ponte - Sez. di valle) - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



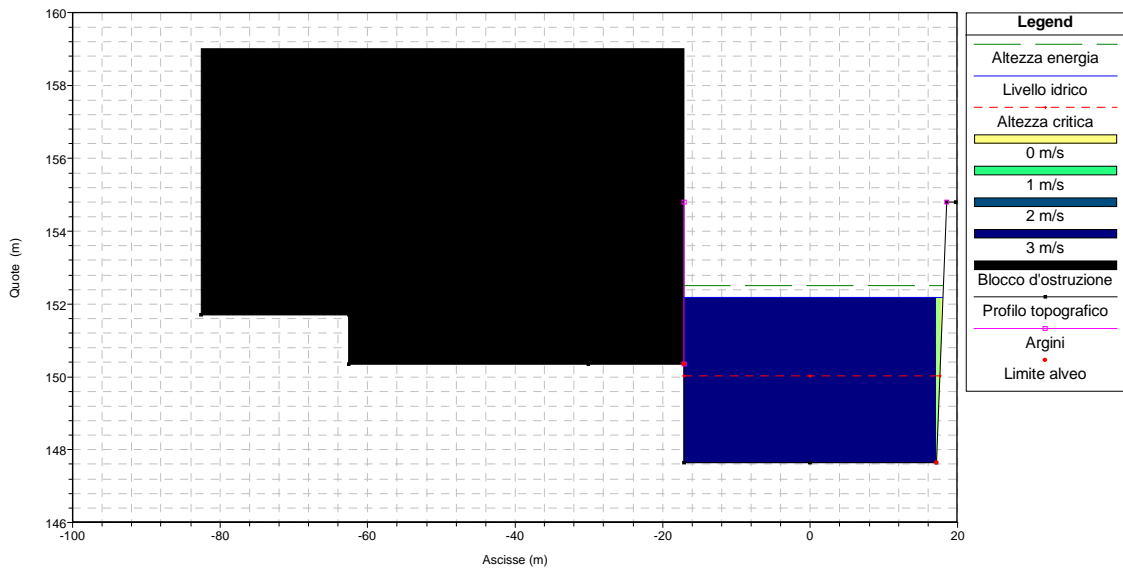
SEZIONE n°12.5 (Ponte - Sez. di monte) - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



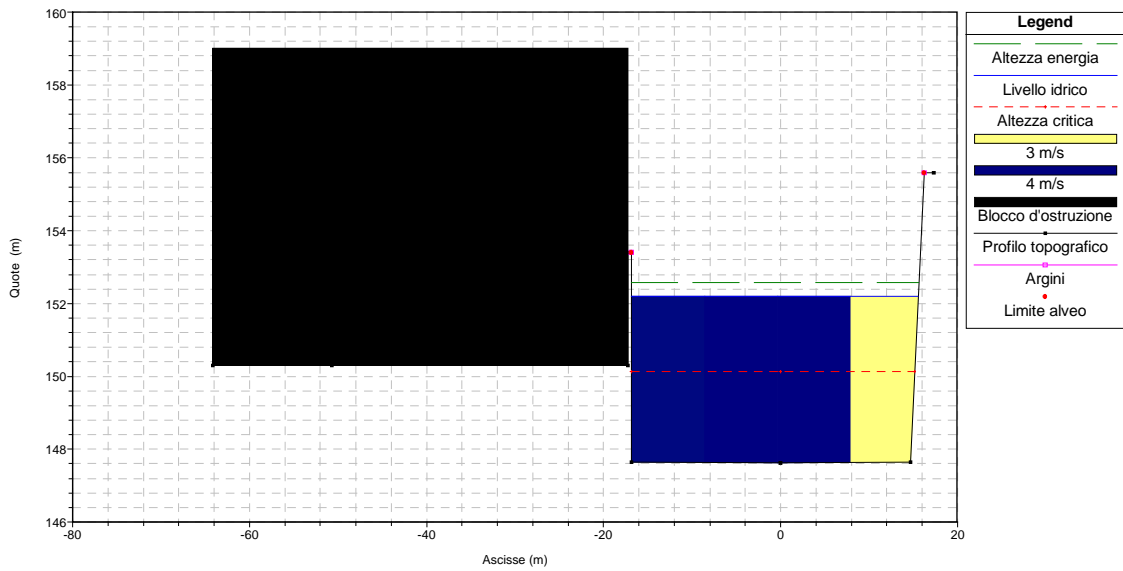
SEZIONE n°13 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



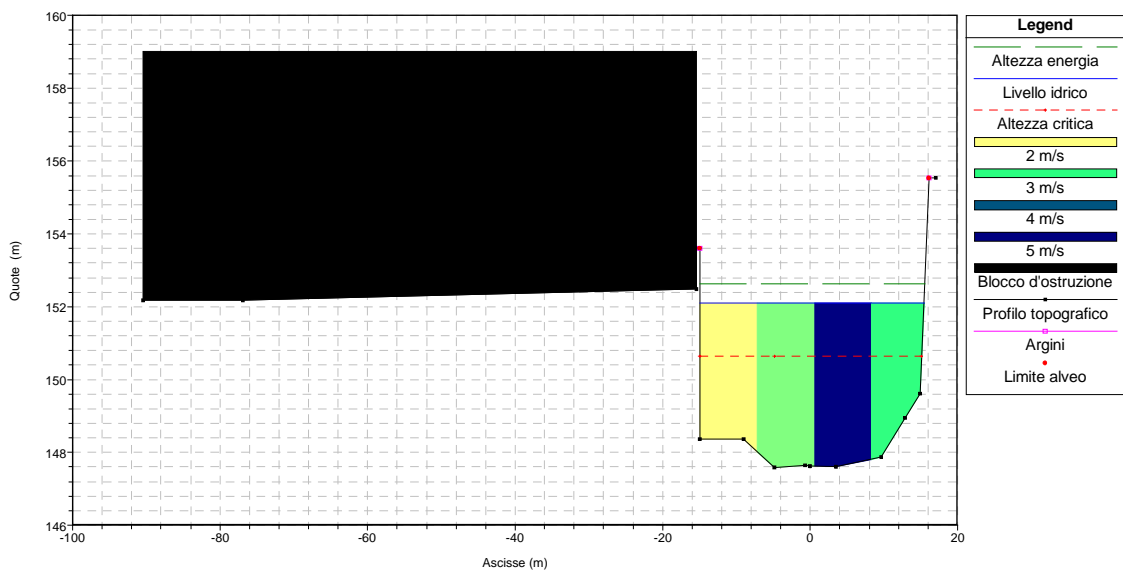
SEZIONE n°14 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



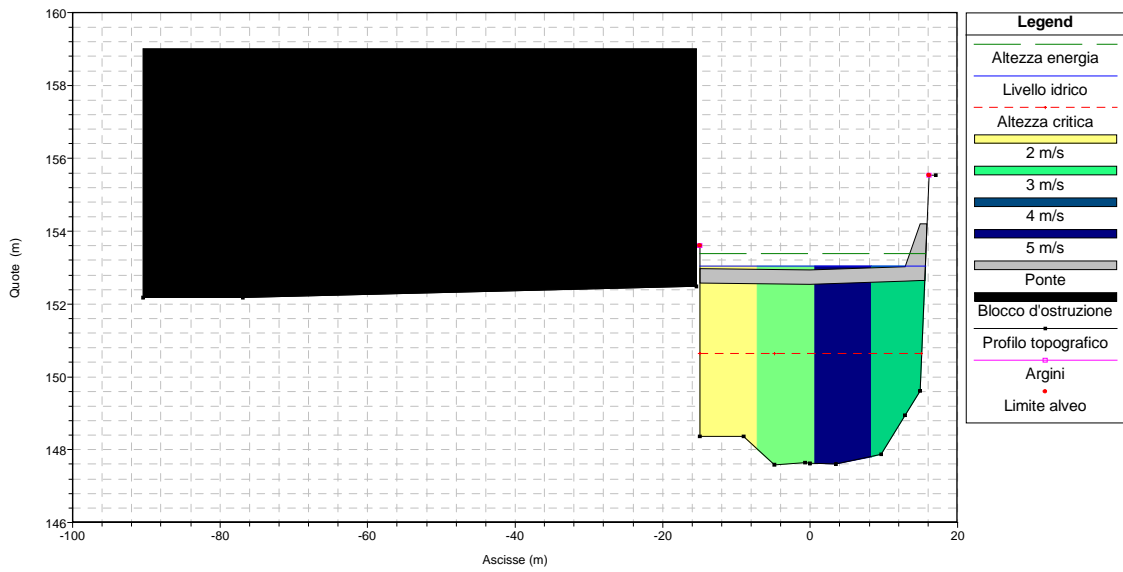
SEZIONE n°15 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



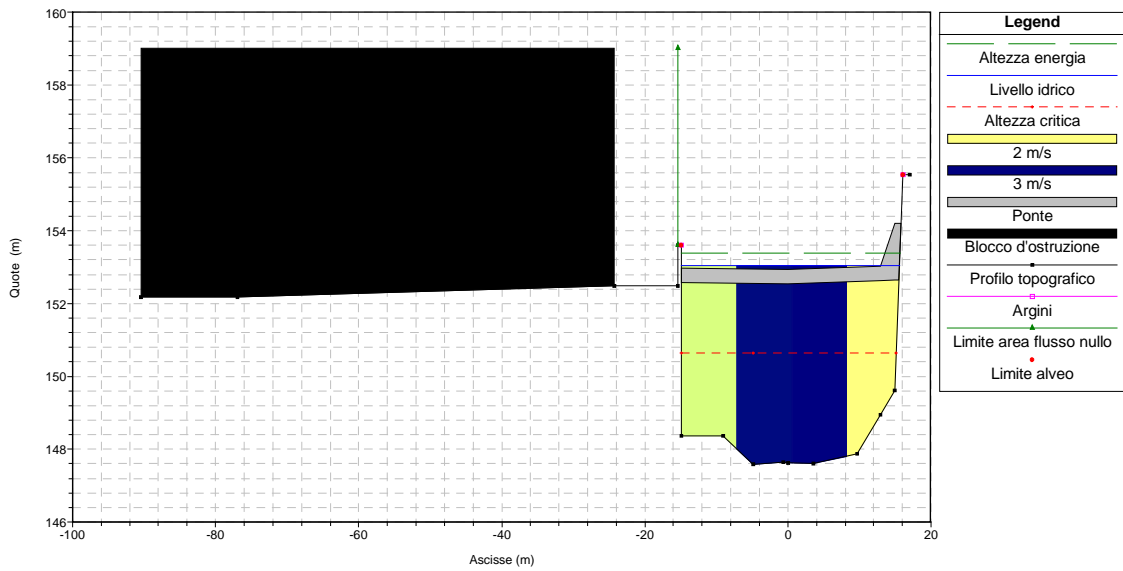
SEZIONE n°16 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



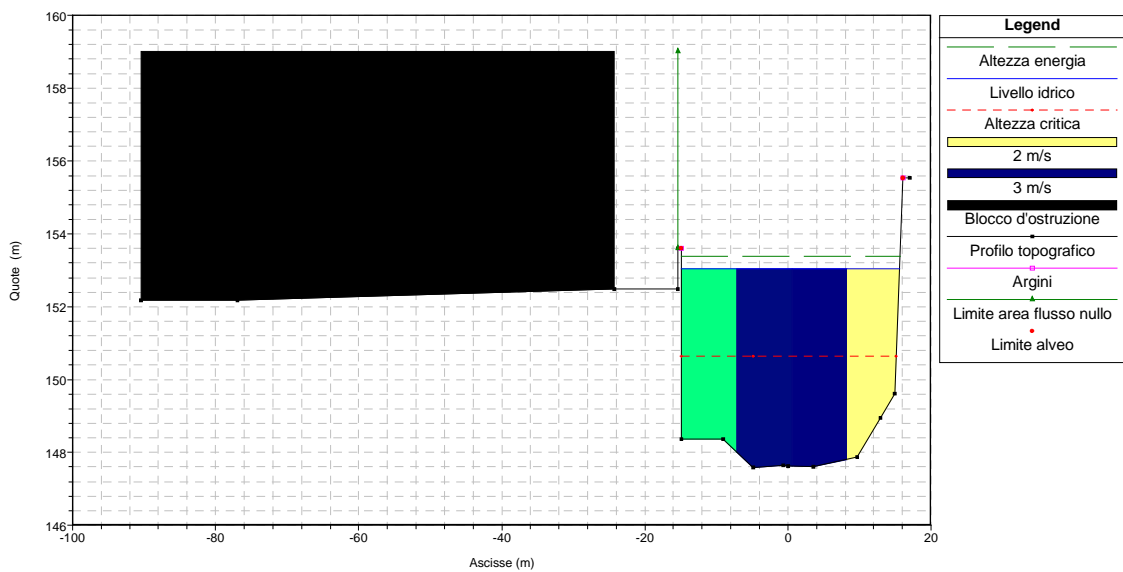
SEZIONE n°16.5 (Ponte - Sez. di valle) - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)



SEZIONE n°16.5 (Ponte - Sez. di monte) - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)

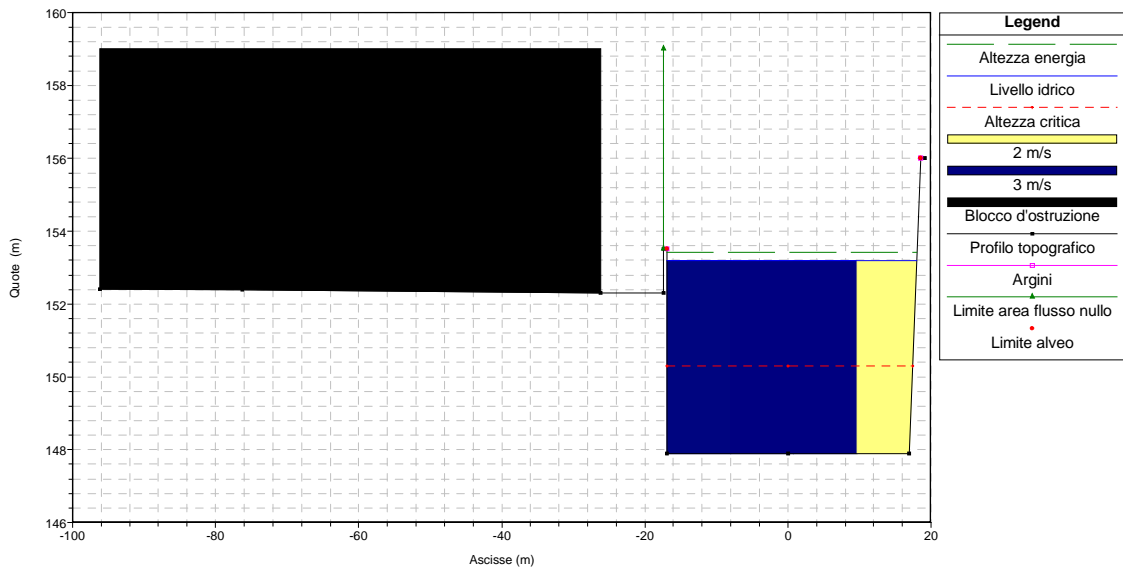


SEZIONE n°17 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)

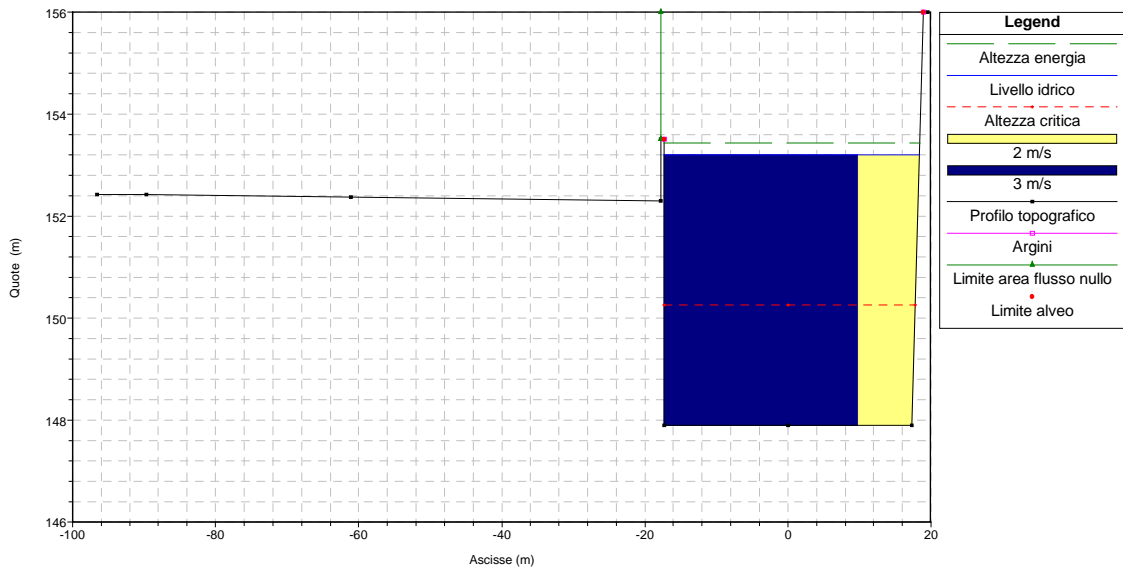




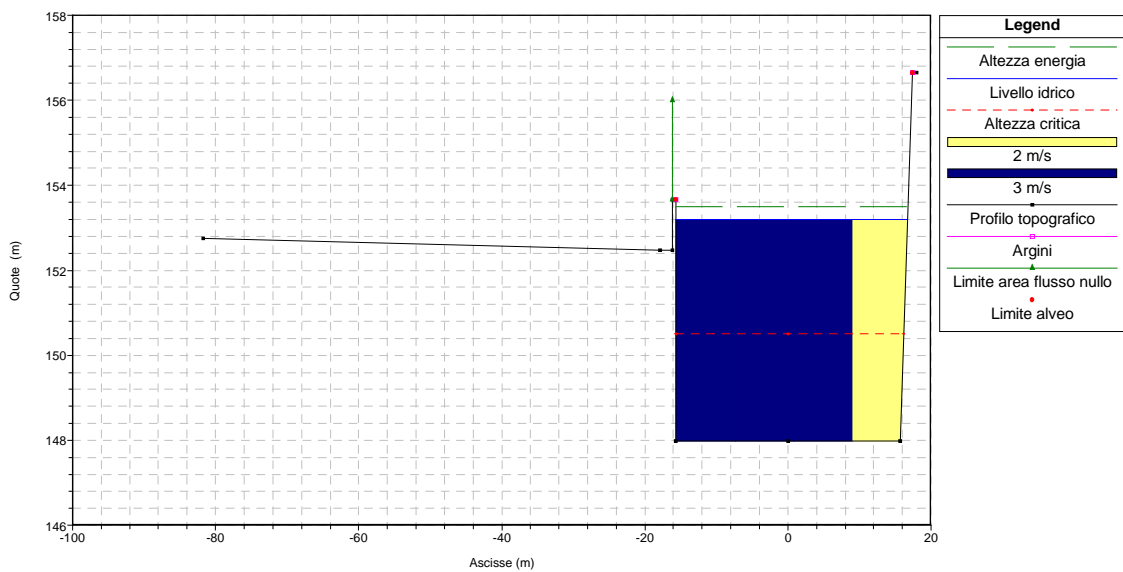
SEZIONE n°18 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



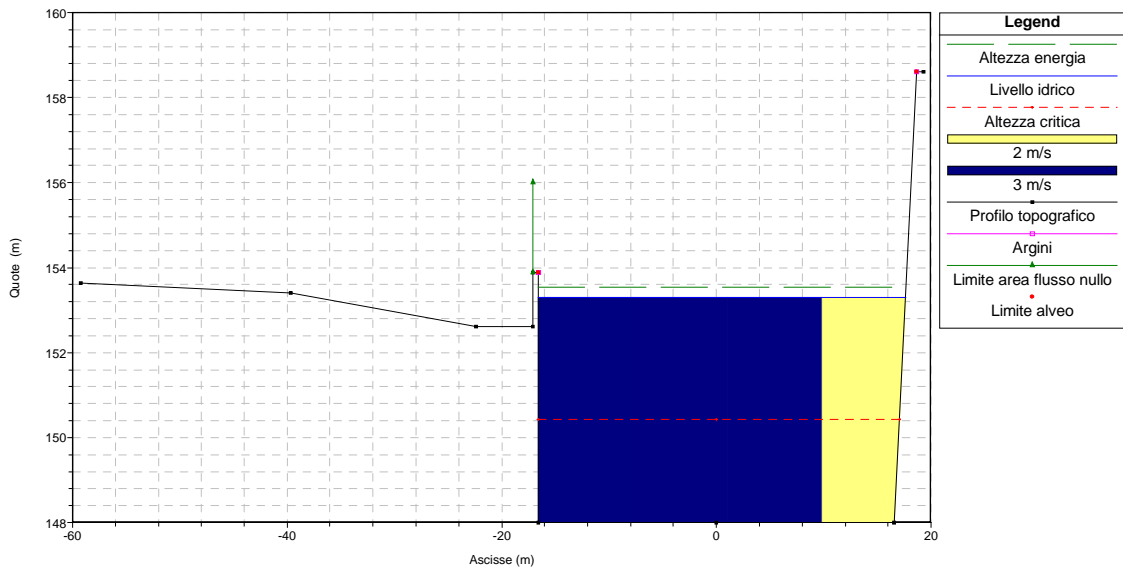
SEZIONE n°19 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



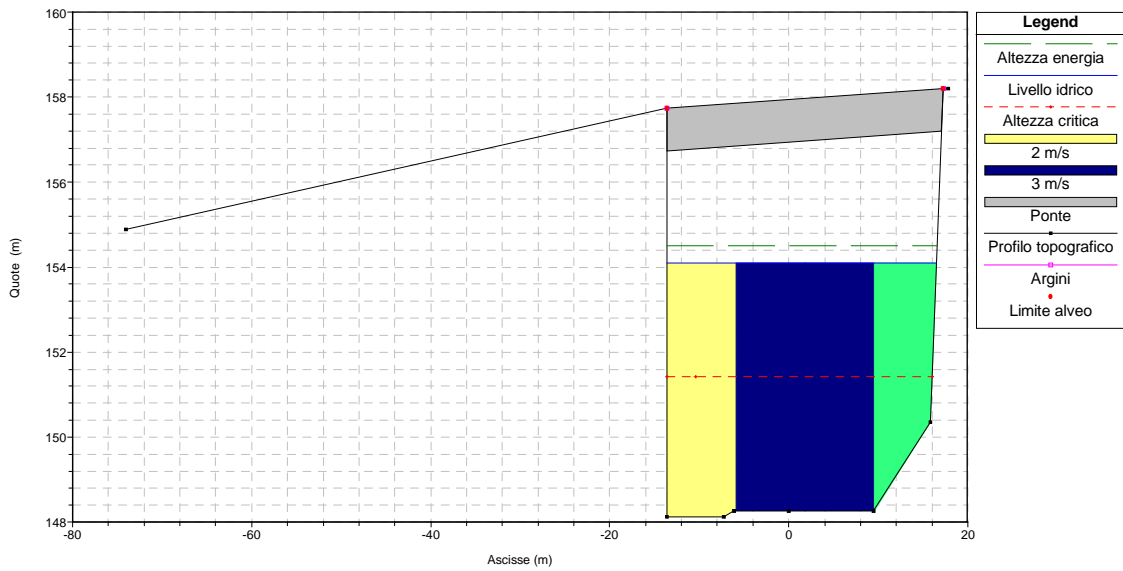
SEZIONE n°20 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



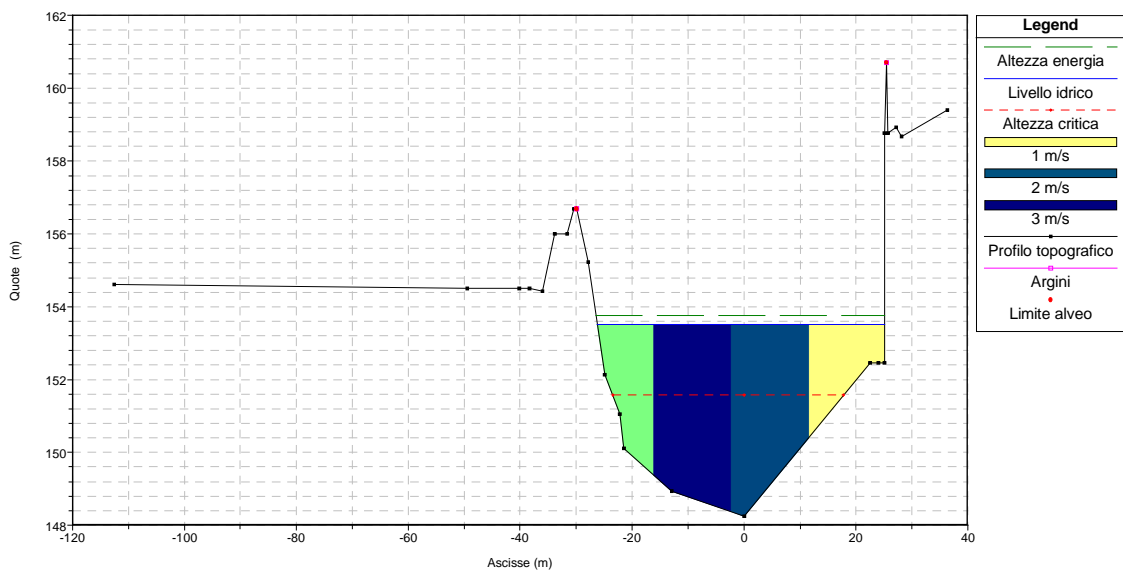
SEZIONE n°21 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



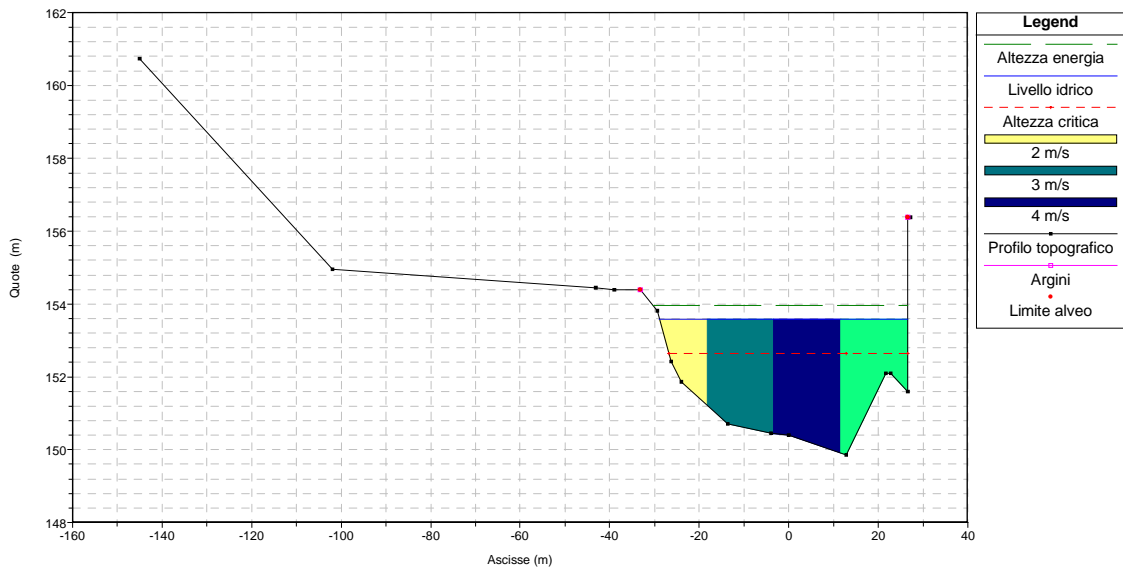
SEZIONE n°22 (Ponte) - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



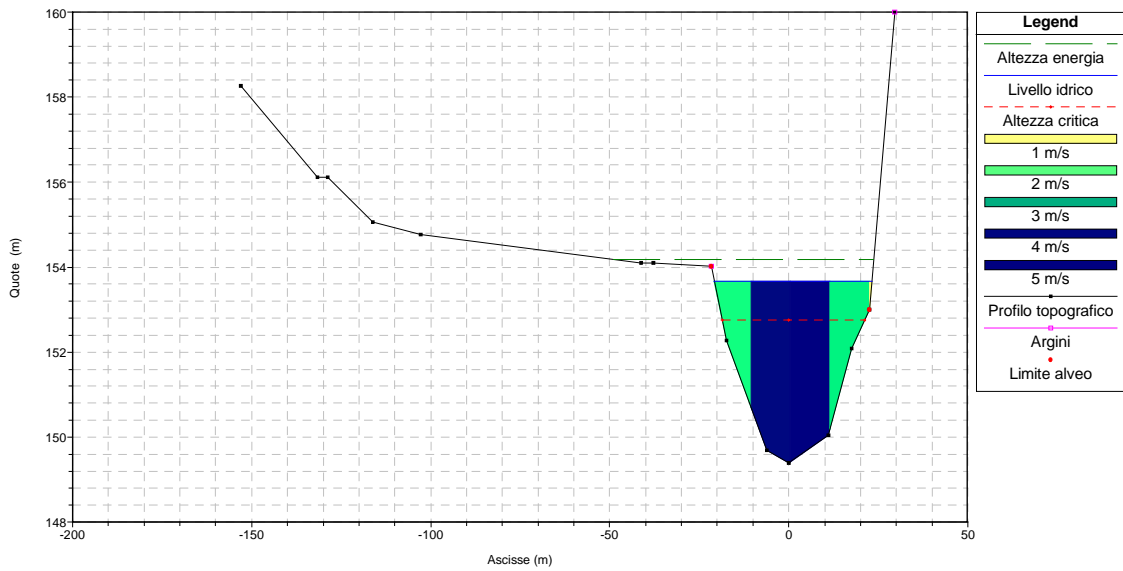
SEZIONE n°23 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



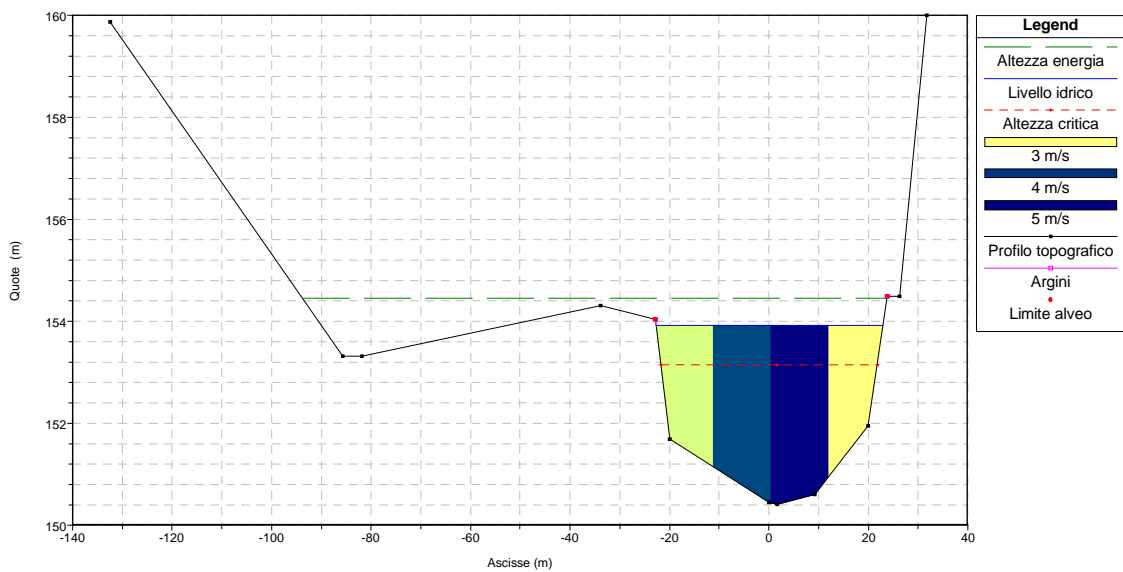
SEZIONE n°24 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



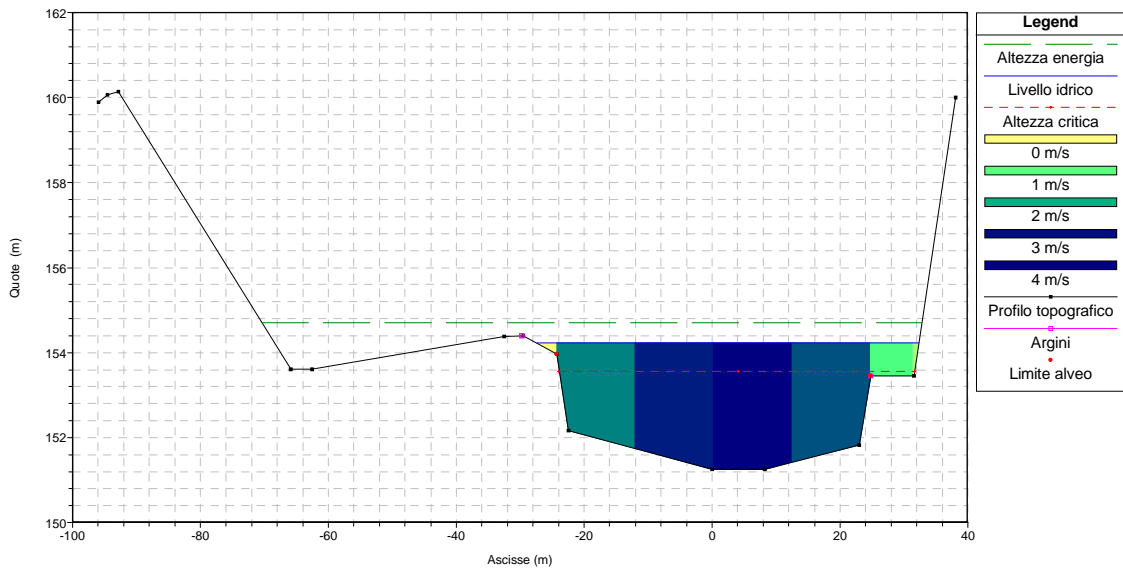
SEZIONE n°25 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



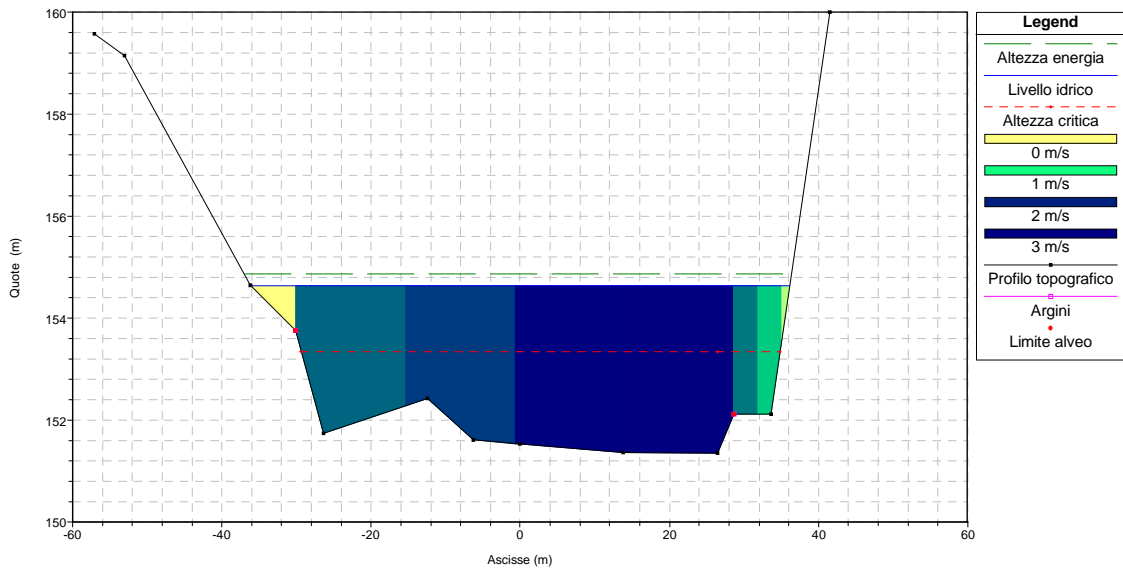
SEZIONE n°26 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m<sup>3</sup>/s)



SEZIONE n°27 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)

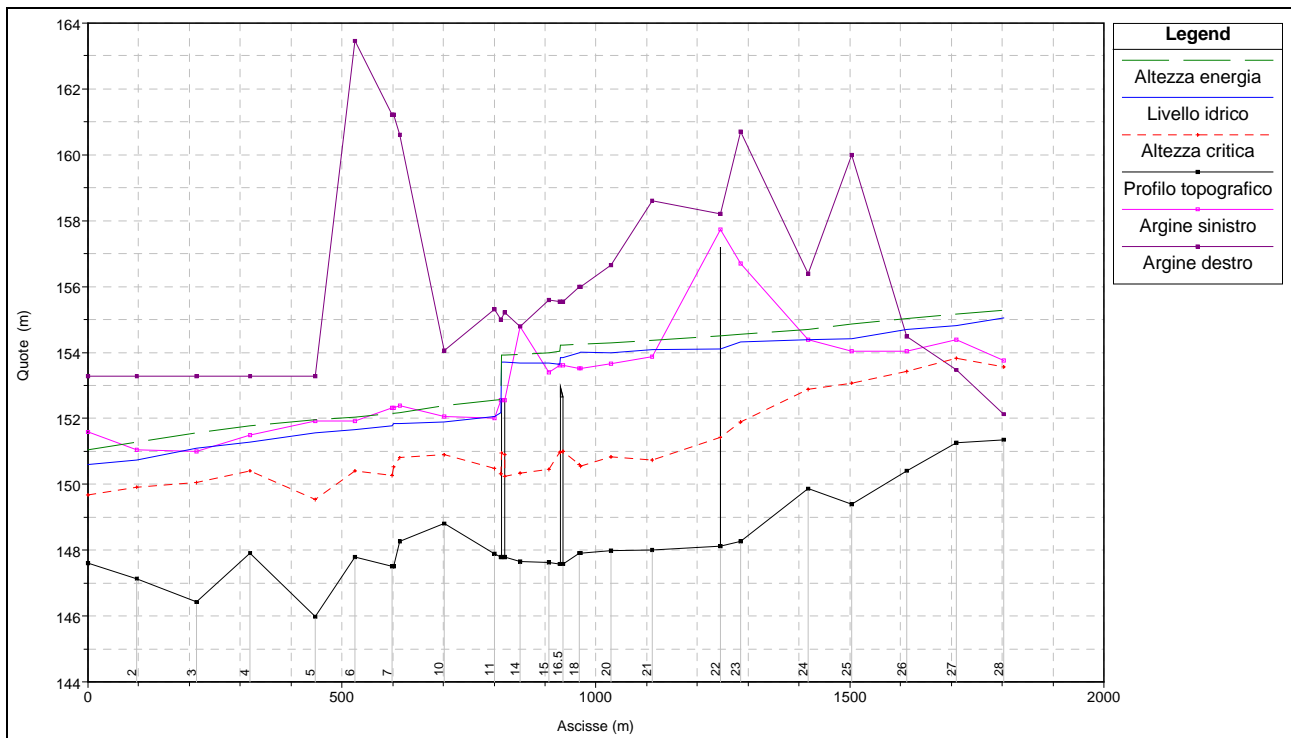


SEZIONE n°28 - Tr = 50 anni (Portata 394.10 m3/s)

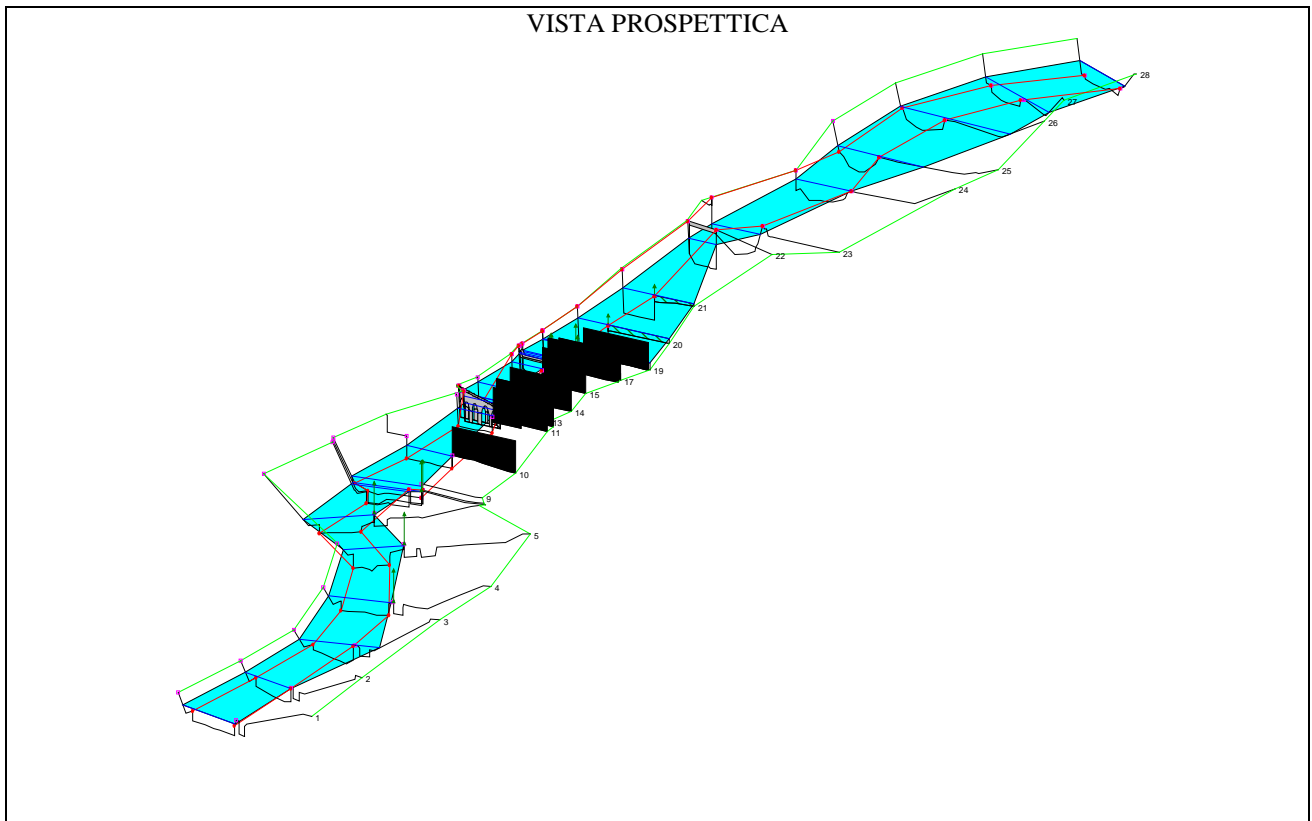


# ELABORAZIONE PER TR200 ANNI - PORTATA $Q=472,00 \text{ m}^3/\text{s}$

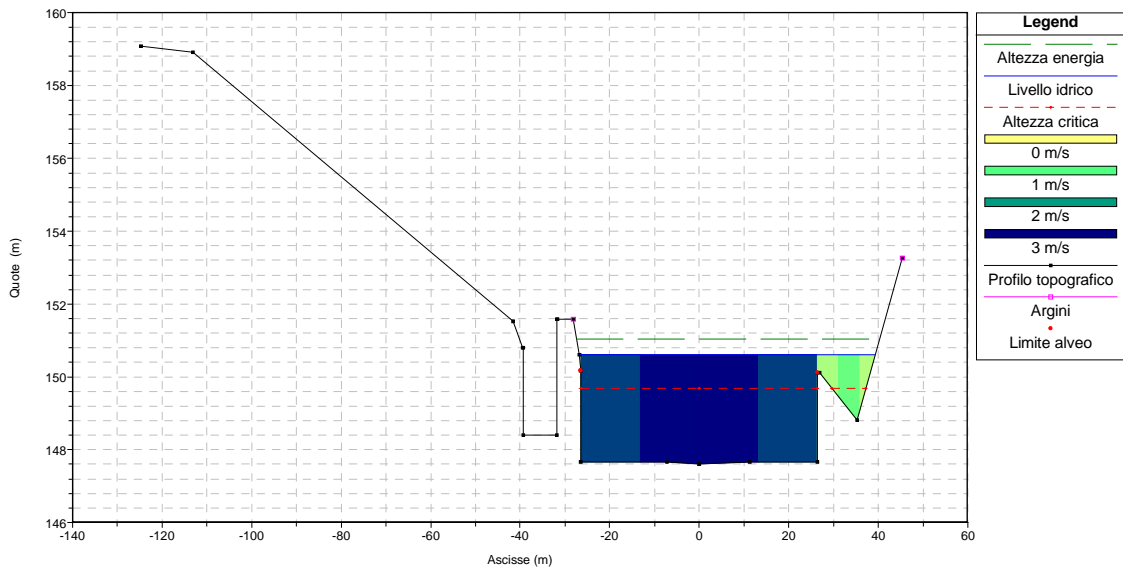
## PROFILO IDRAULICO



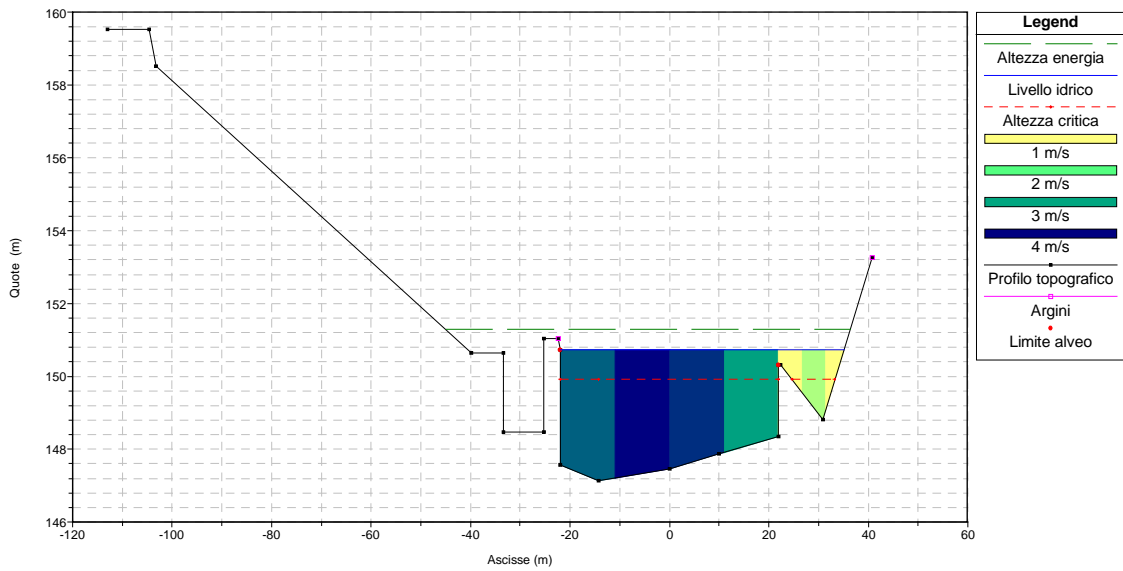
## VISTA PROSPETTICA



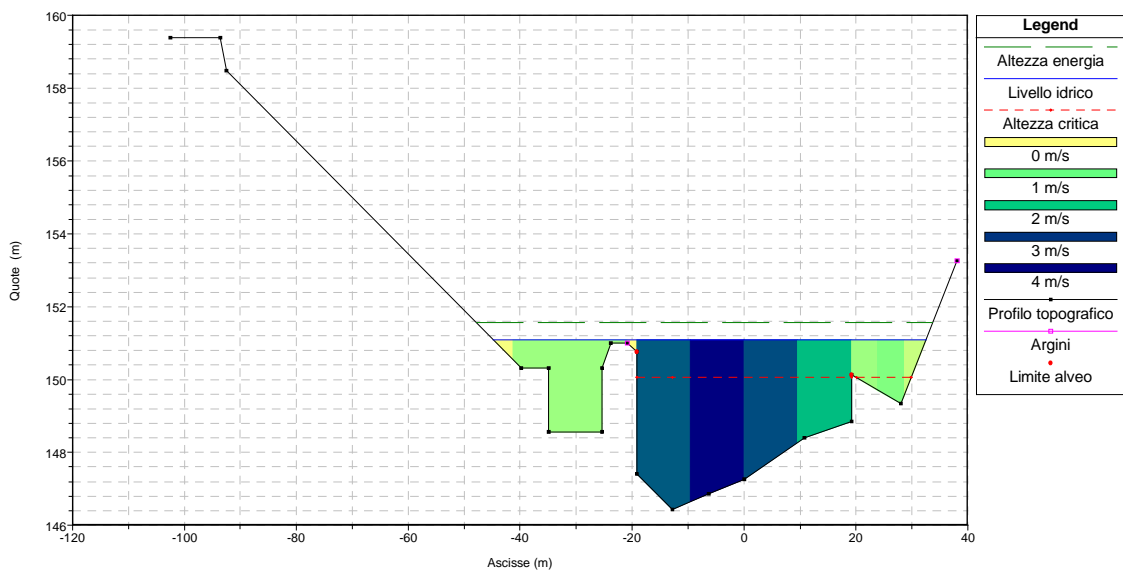
SEZIONE n°1 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



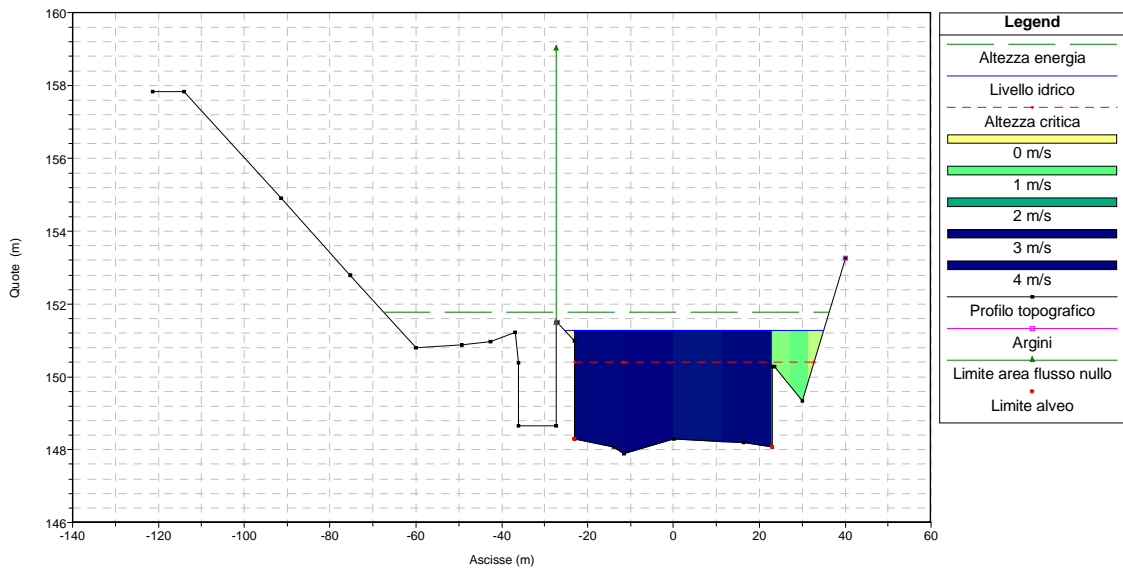
SEZIONE n°2 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



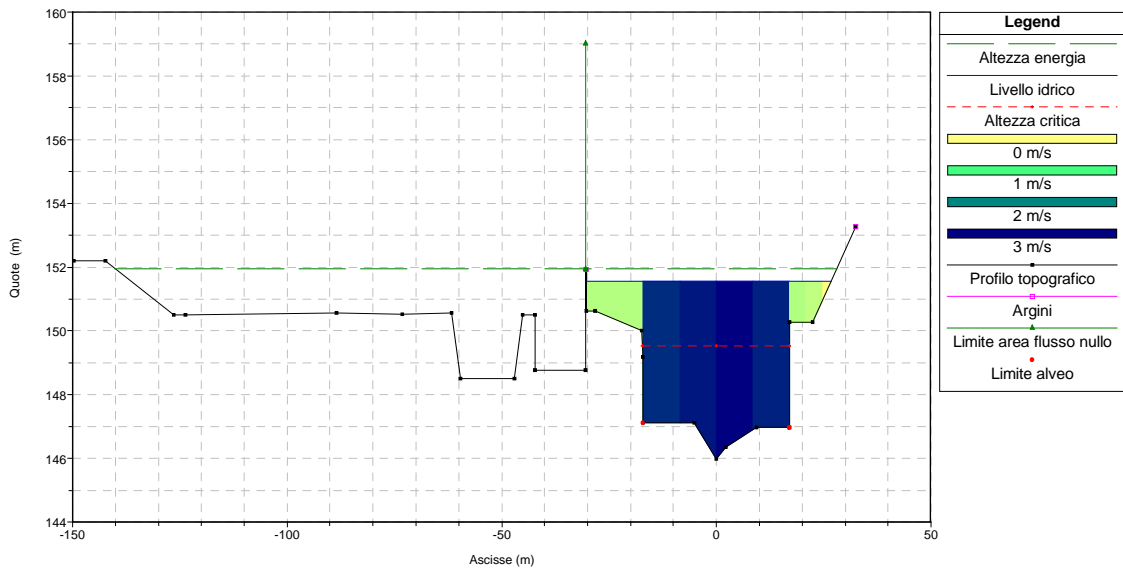
SEZIONE n°3 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



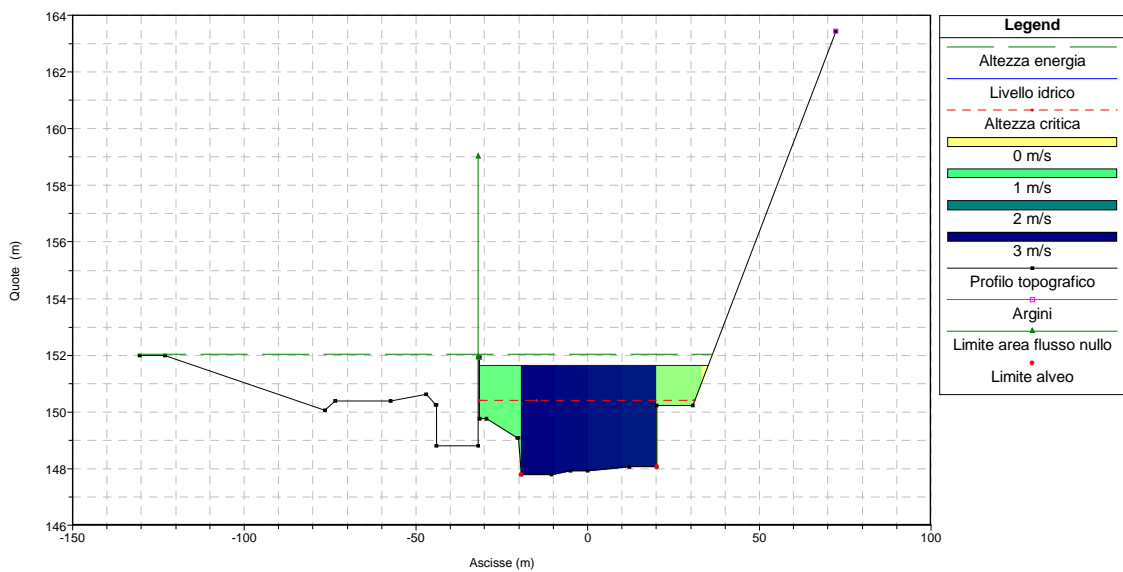
SEZIONE n°4 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



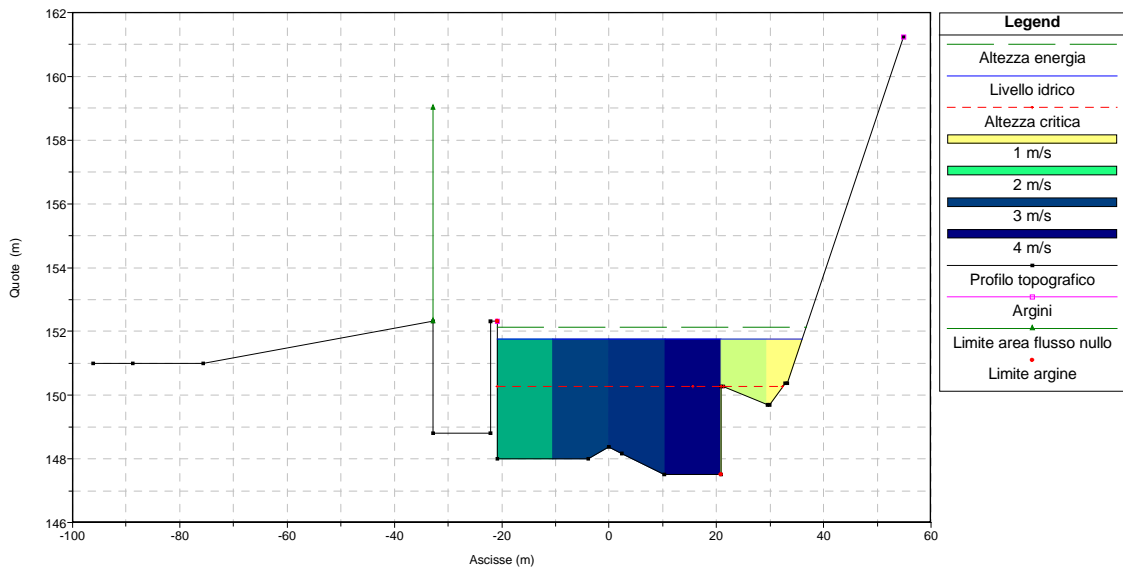
SEZIONE n°5 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



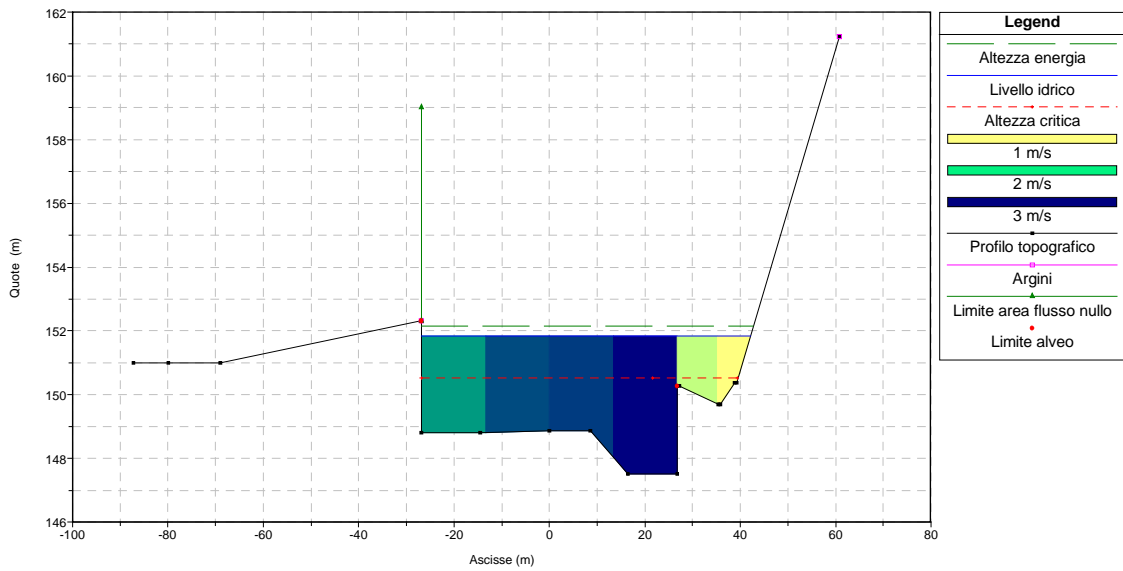
SEZIONE n°6 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



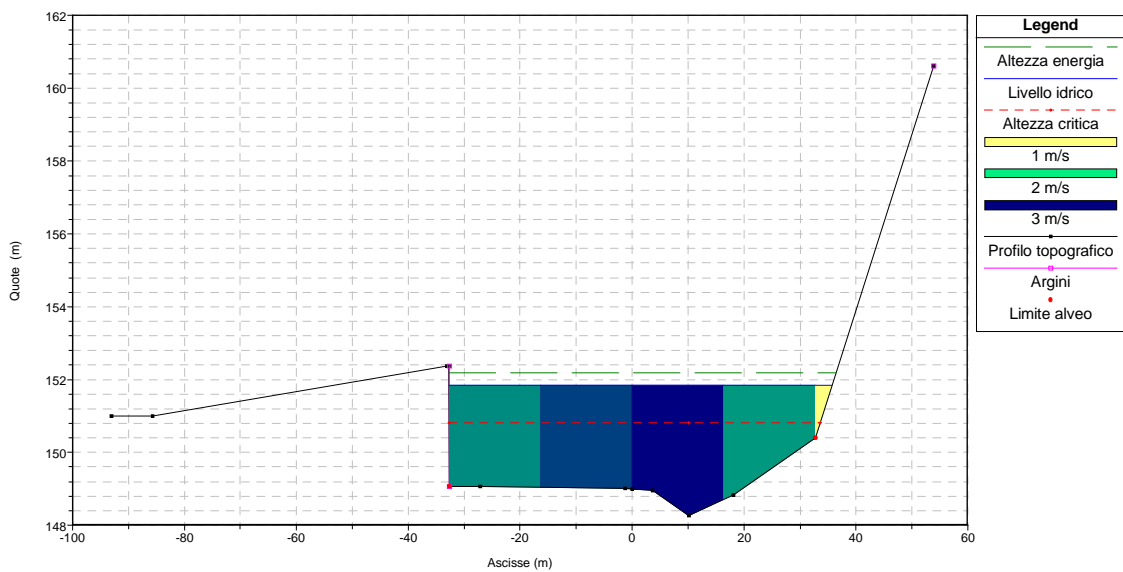
SEZIONE n°7 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



SEZIONE n°8 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)

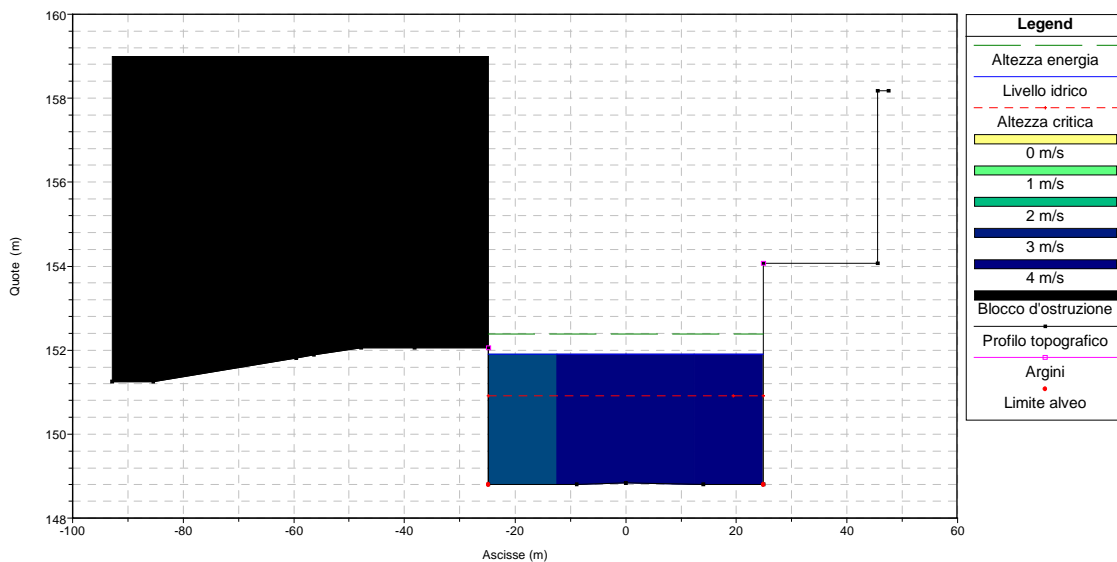


SEZIONE n°9 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)

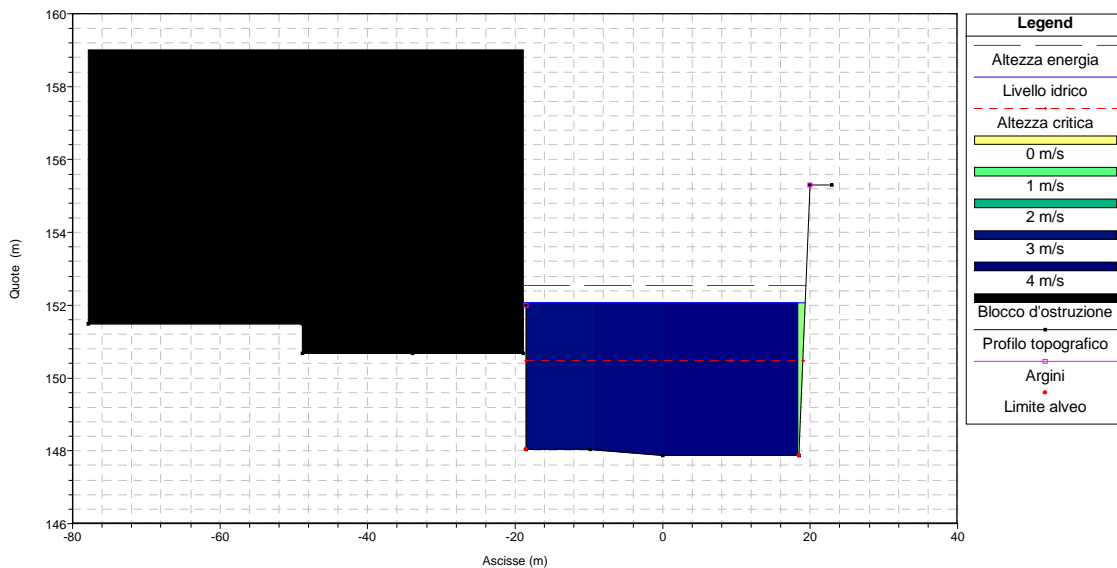




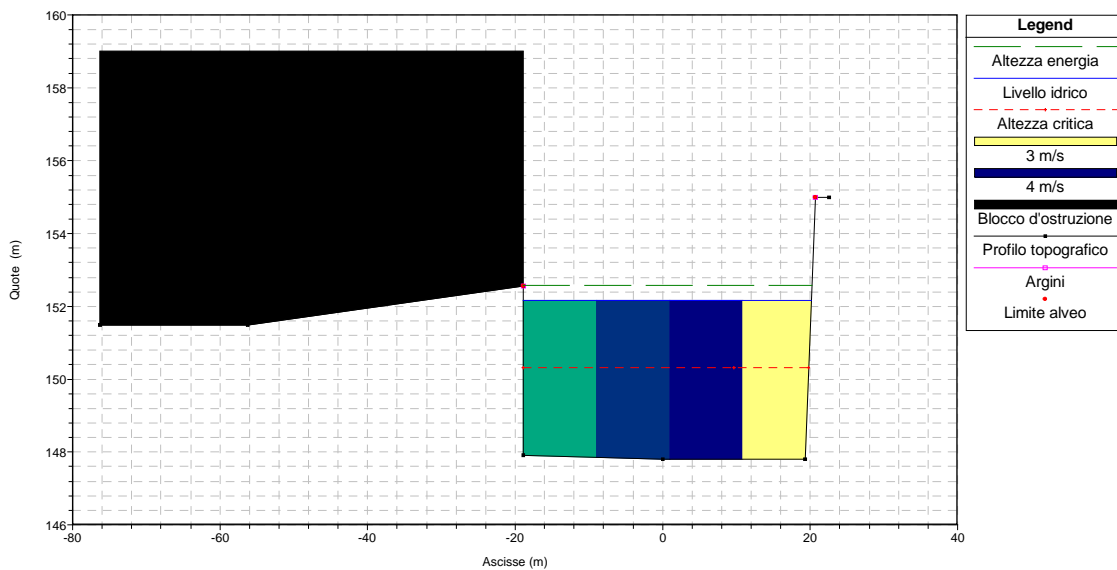
SEZIONE n°10 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



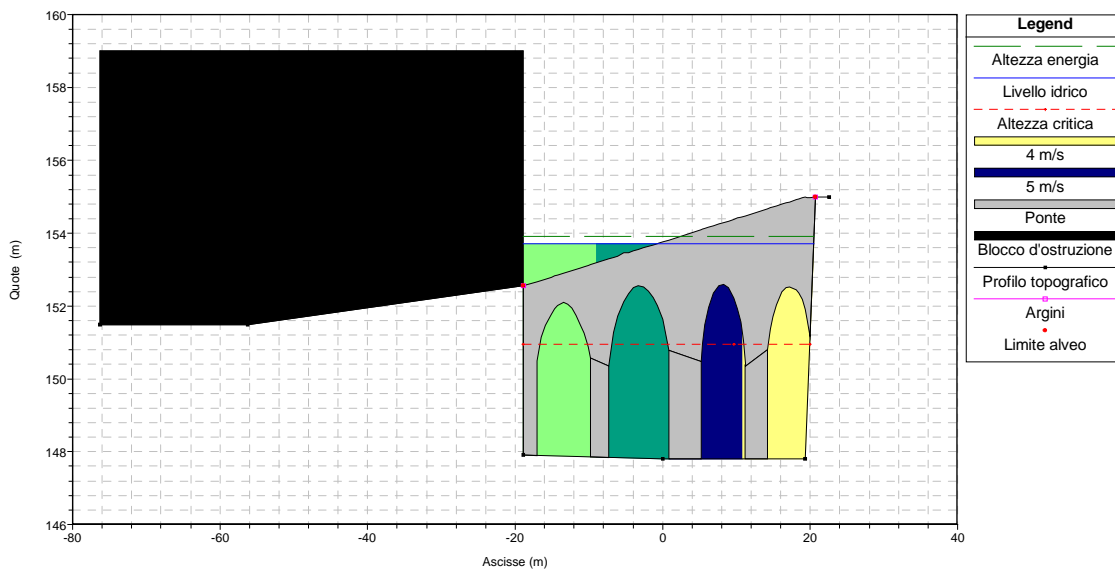
SEZIONE n°11 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



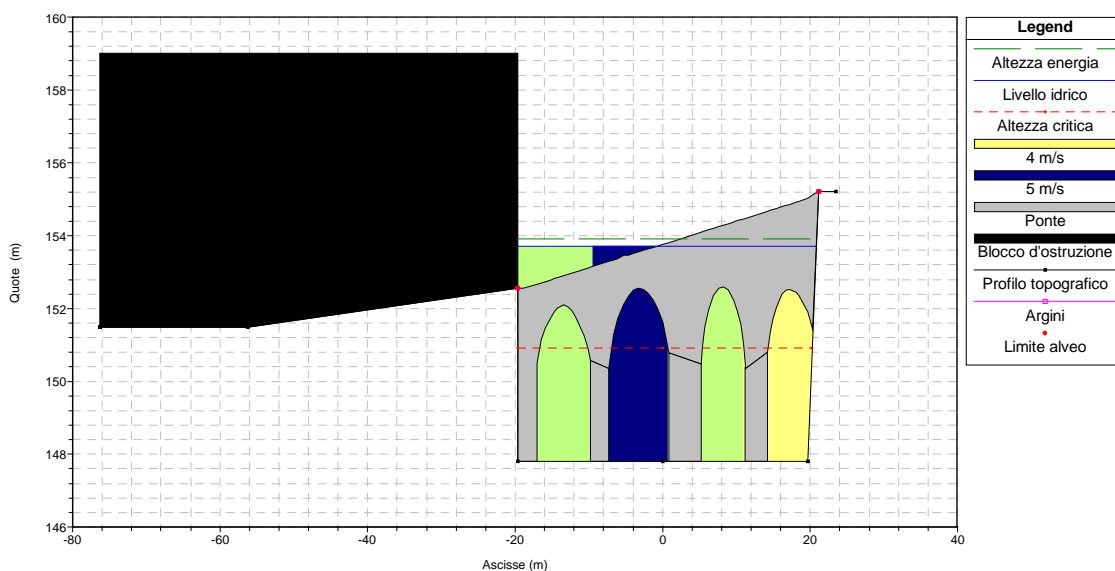
SEZIONE n°12 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



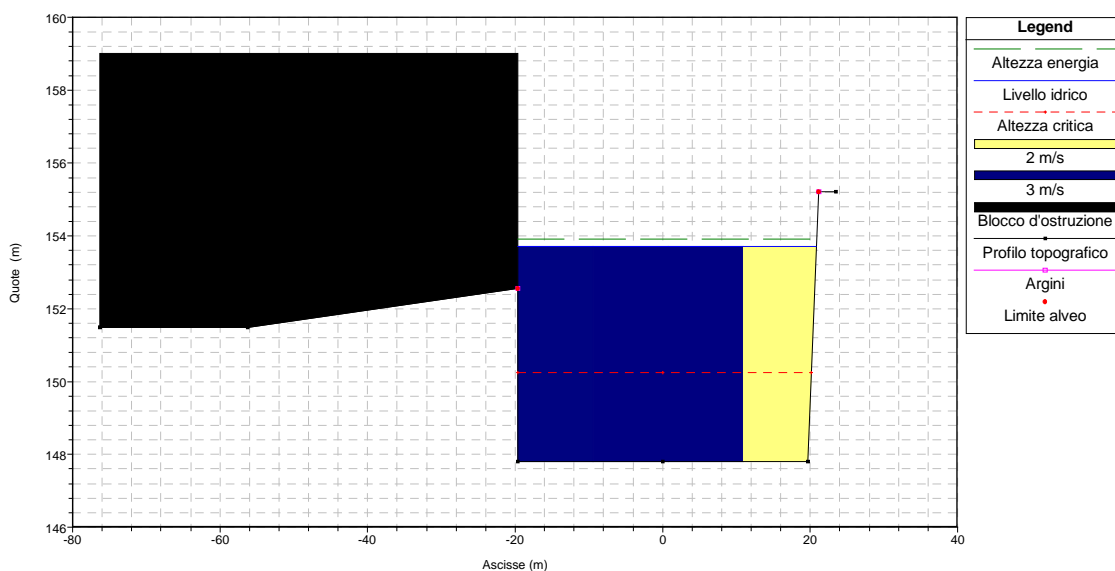
SEZIONE n°12.5 (Ponte Sez. di valle) - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



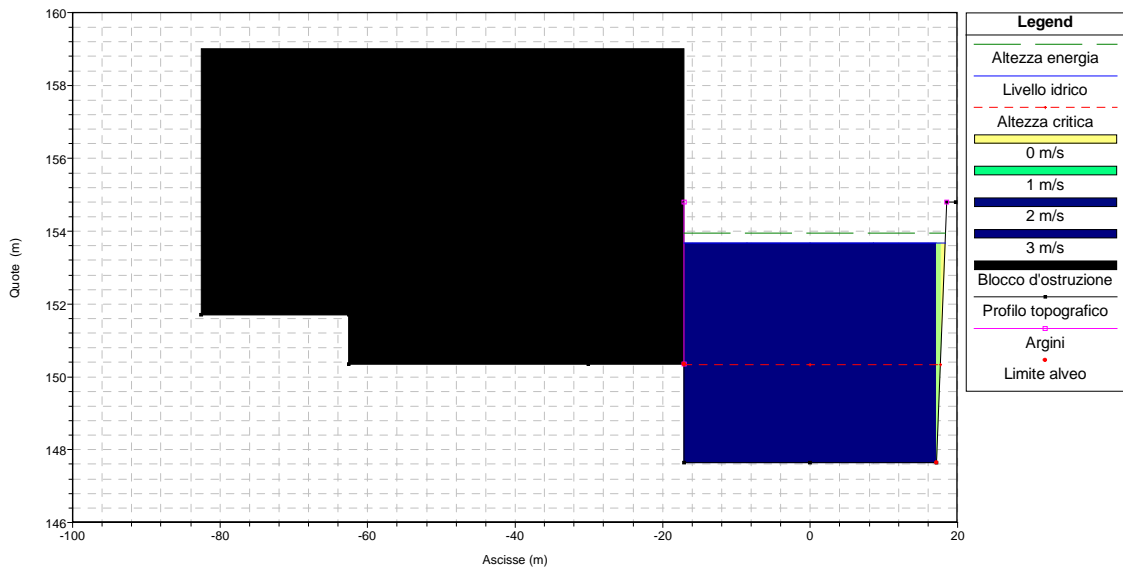
SEZIONE n°12.5 (Ponte Sez. di monte) - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



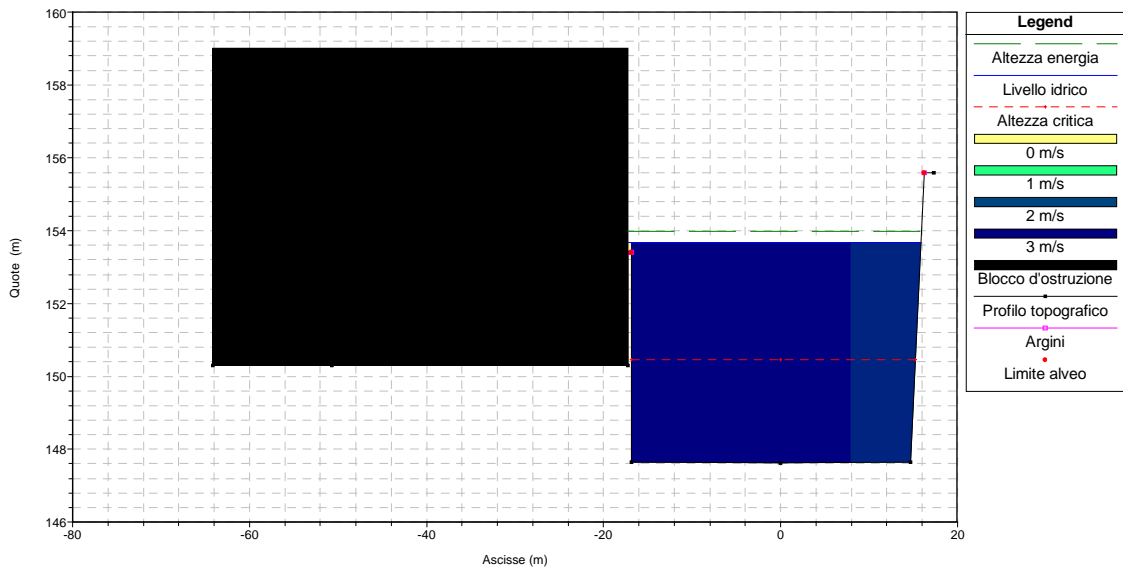
SEZIONE n°13 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



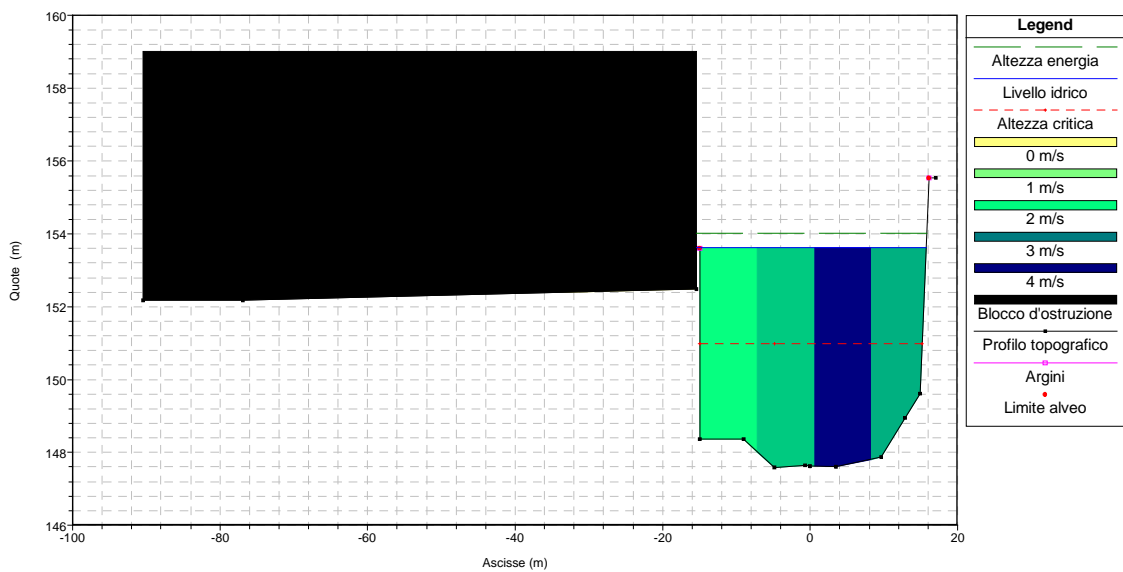
SEZIONE n° 14 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



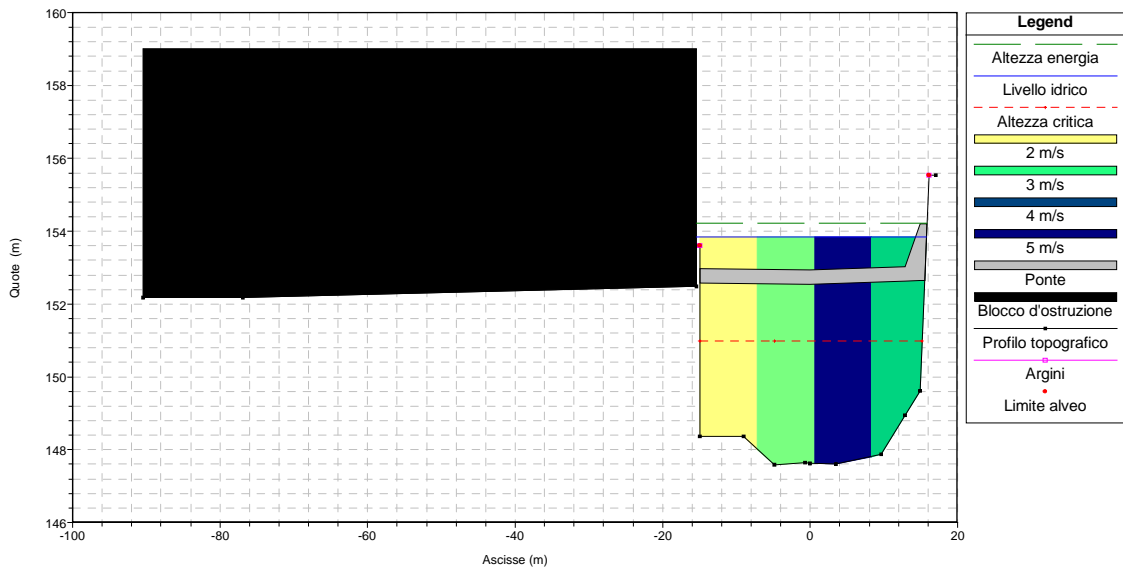
SEZIONE n° 15 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



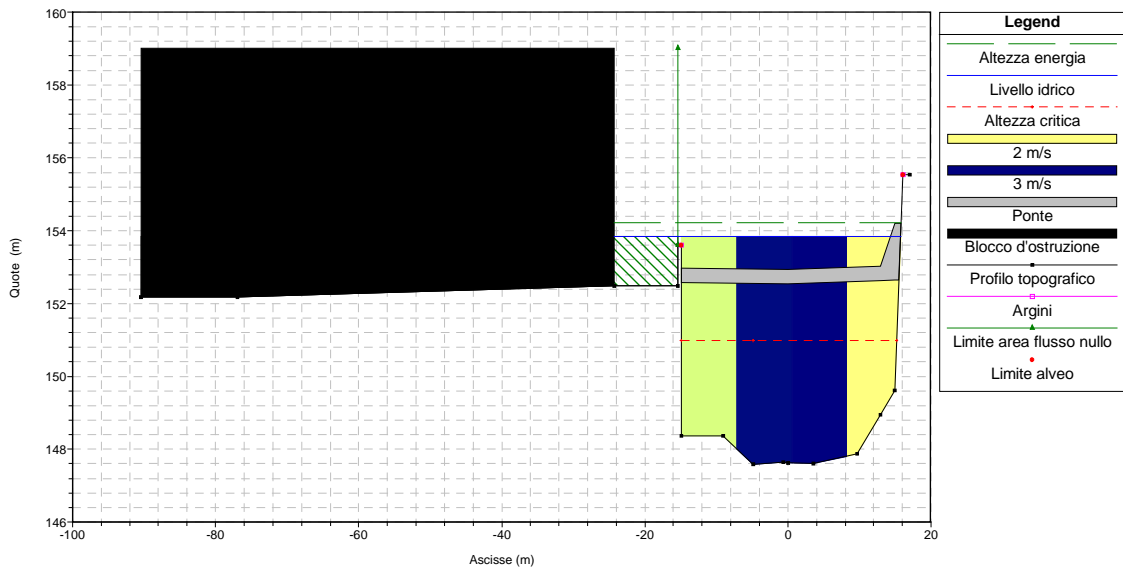
SEZIONE n° 16 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



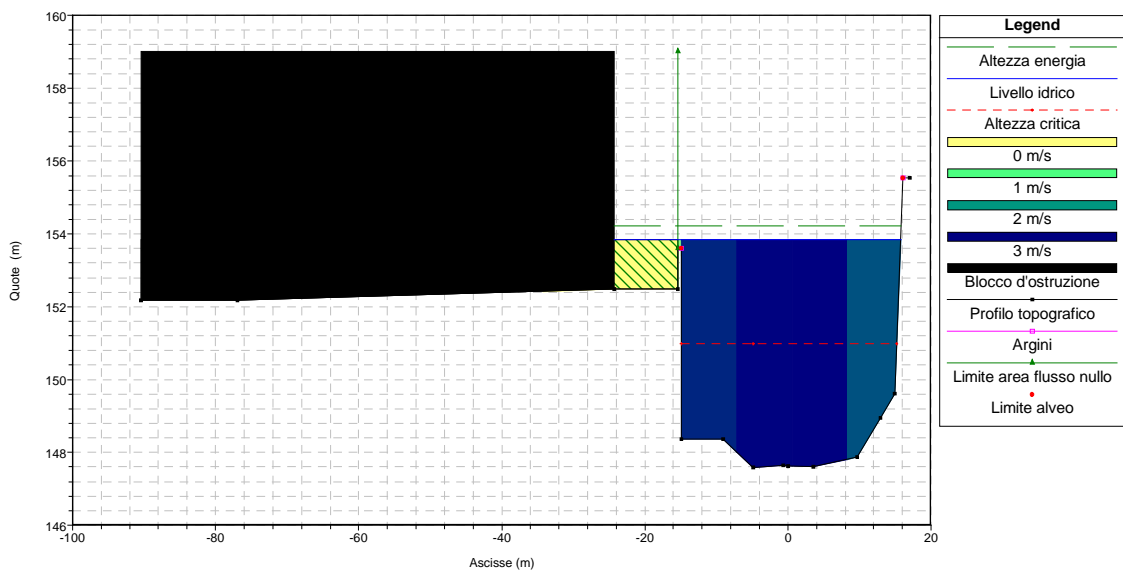
SEZIONE n°16.5 (Ponte - Sez. di valle) - Tr = 20 0 anni (Portata 472 m3/s)



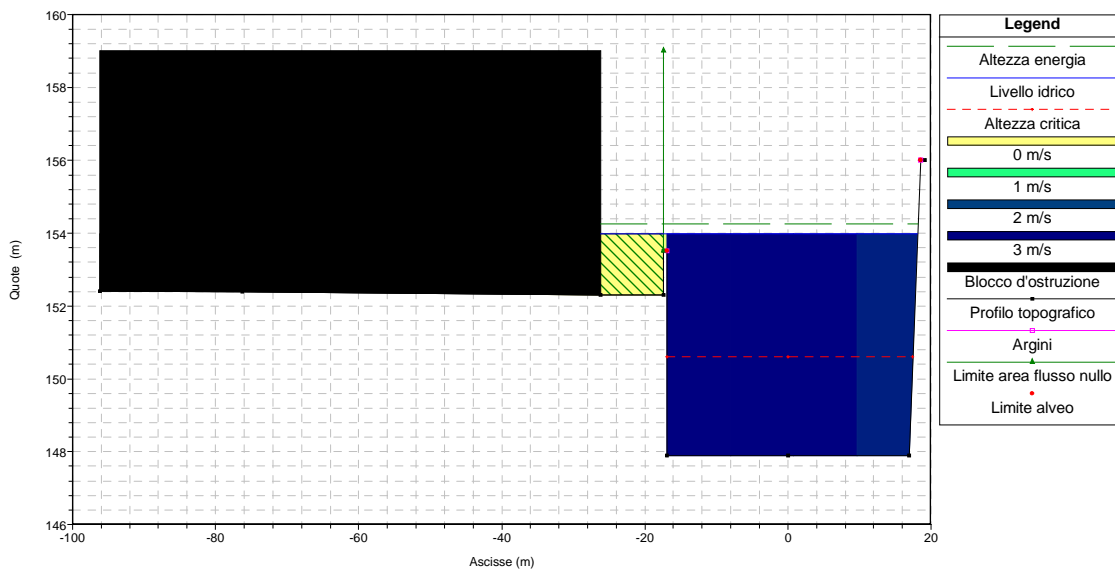
SEZIONE n°16.5 (Ponte - Sez. di monte) - Tr = 20 0 anni (Portata 472 m3/s)



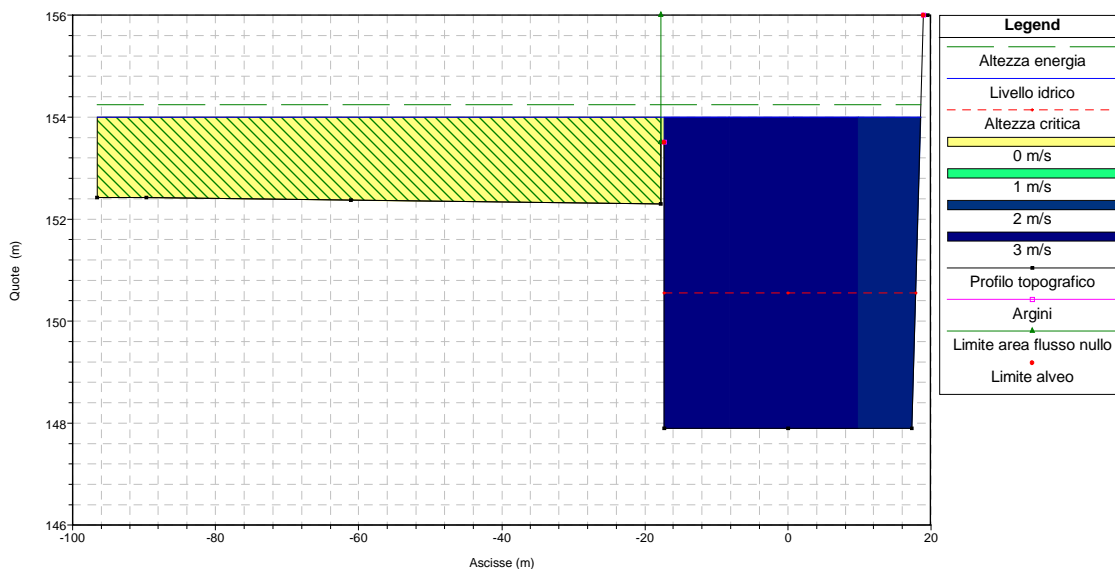
SEZIONE n°17 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



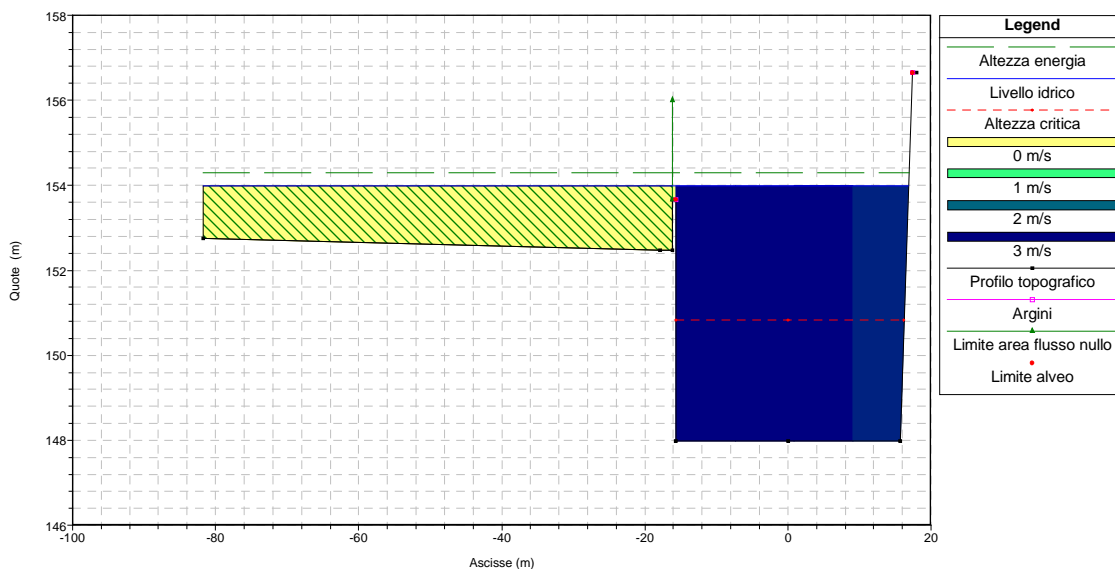
SEZIONE n°18 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



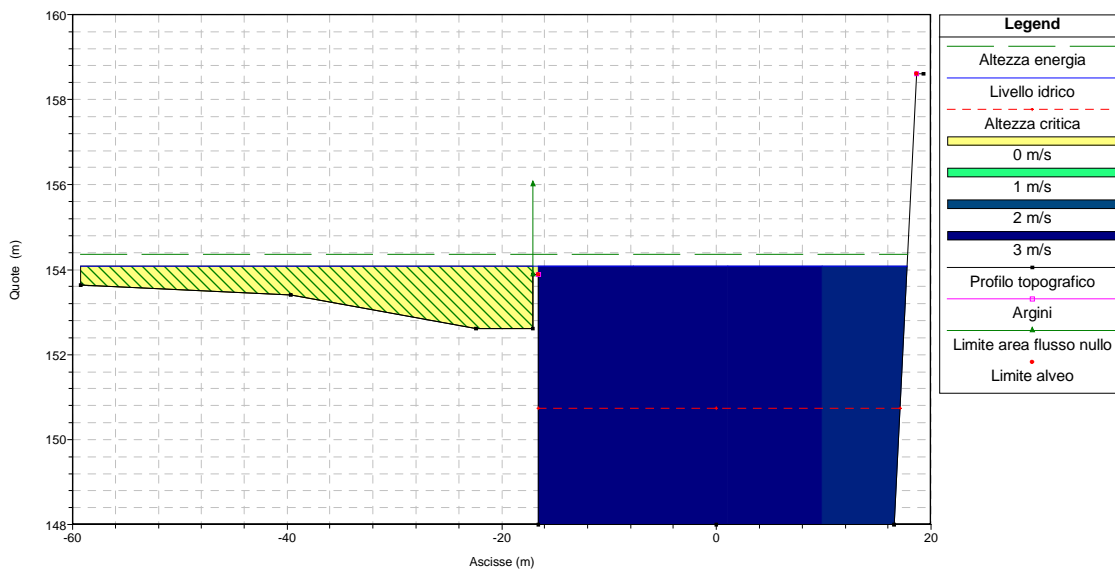
SEZIONE n°19 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



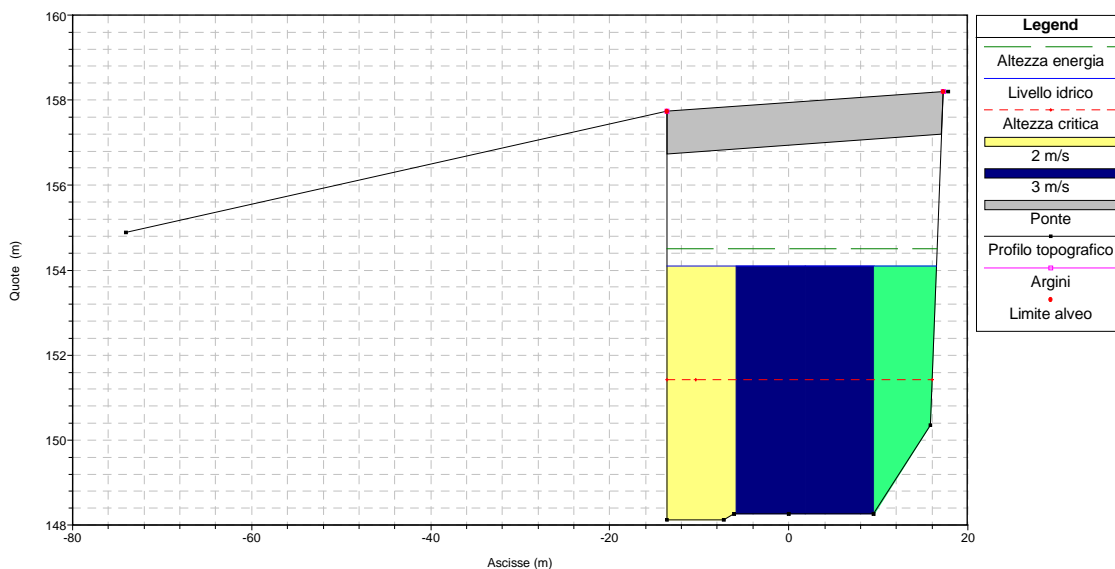
SEZIONE n°20 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



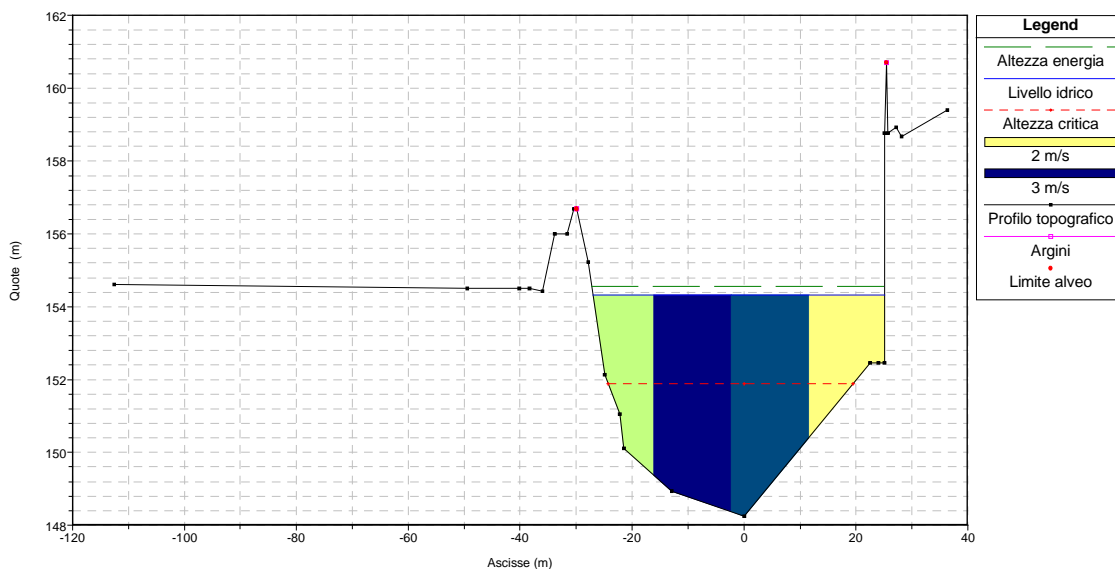
SEZIONE n°21 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



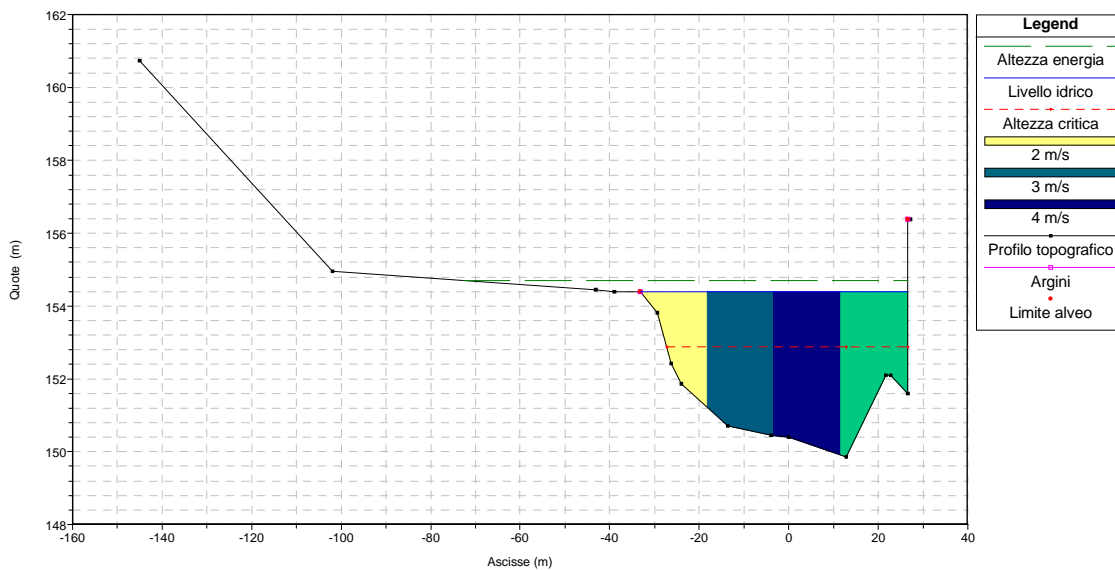
SEZIONE n°22 (Ponte) - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



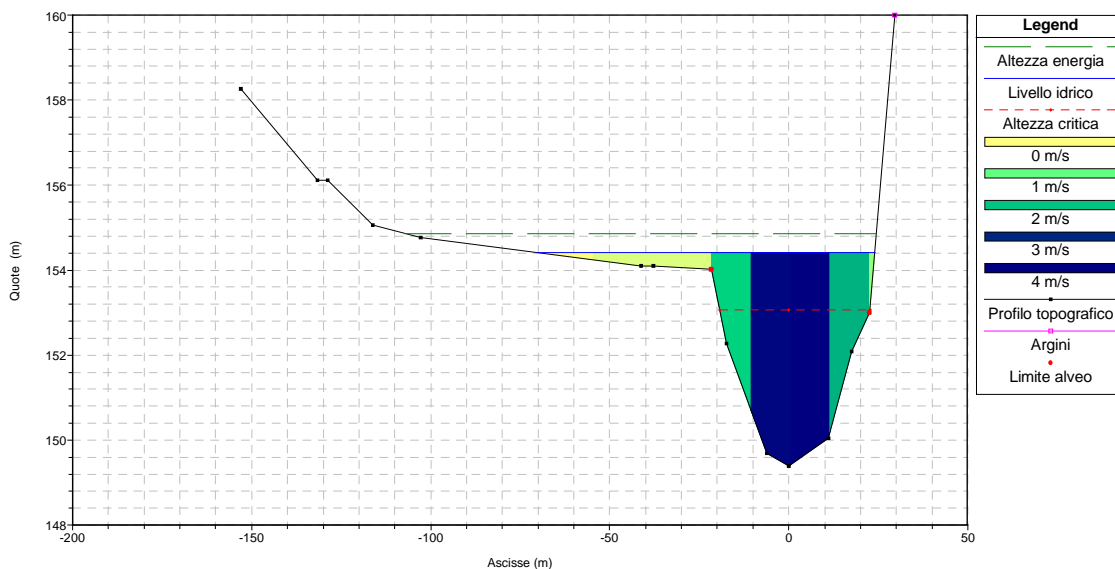
SEZIONE n°23 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



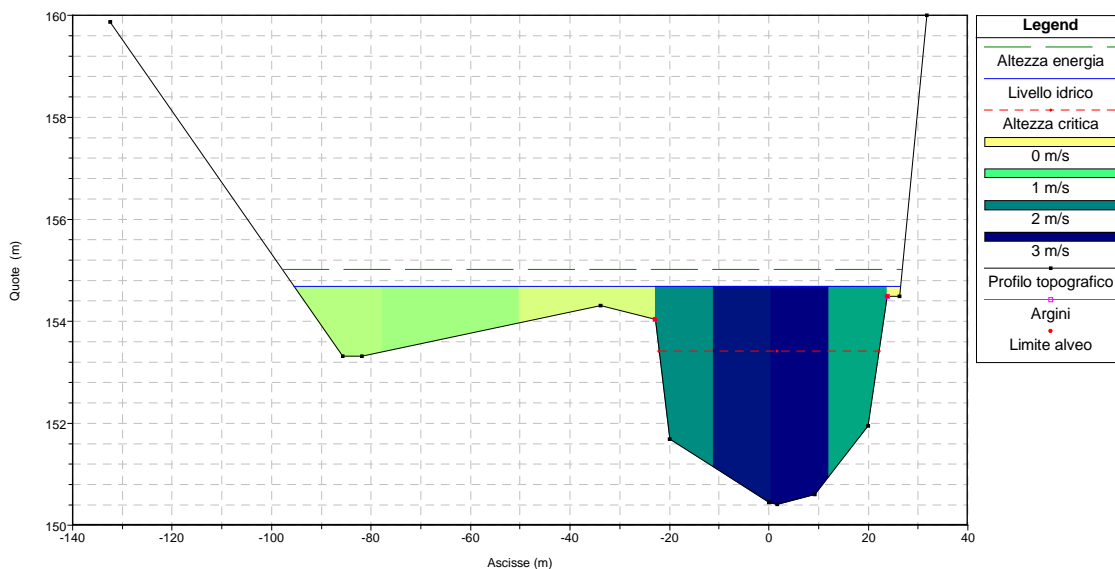
SEZIONE n°24 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



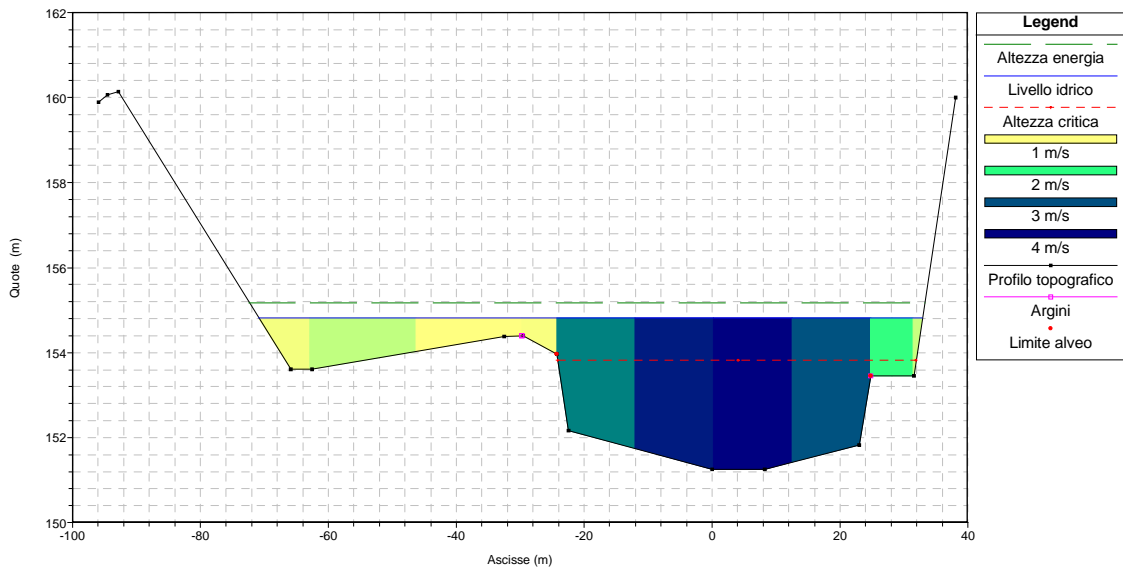
SEZIONE n°25 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



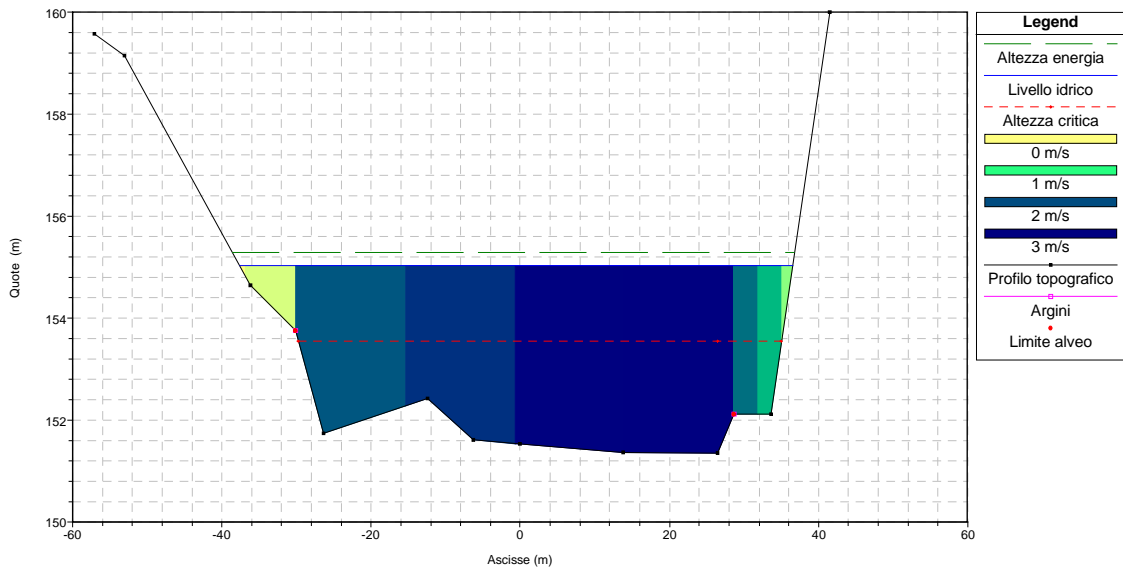
SEZIONE n°26 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



SEZIONE n°27 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)



SEZIONE n°28 - Tr = 200 anni (Portata 472 m3/s)





**TABELLE DI RAFFRONTO DEI RISULTATI  
DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA**

TABELLA 1 - RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA (Tr 20 - Tr 50 - Tr 200)

n° sezione	Tempo di ritorno (anni)	Portata (m3/s)	Quota fondo alveo (m)	Quota argine sinistro (m)	Quota argine destro (m)	Livello idrico (m)	Profondità massima acqua (m)	Altezza critica (m)	Energia specifica (m)	Pendenza linea energia (m/m)	Velocità nell'alveo (m/s)	Area di deflusso (m2)	Larghezza massima di deflusso (m)	Numero di Froude
28	20	341,49	151,35	153,75	152,12	154,34	2,99	153,20	154,56	0,001133	2,10	166,95	69,83	0,42
28	50	394,10	151,35	153,75	152,12	154,63	3,28	153,35	154,87	0,00105	2,17	187,75	72,10	0,41
28	200	472,00	151,35	153,75	152,12	155,04	3,69	153,55	155,29	0,000966	2,27	217,24	74,06	0,40
27	20	341,49	151,25	154,40	153,46	153,88	2,63	153,36	154,37	0,003142	3,12	111,48	56,17	0,67
27	50	394,10	151,25	154,40	153,46	154,23	2,97	153,56	154,70	0,002528	3,08	131,46	59,69	0,61
27	200	472,00	151,25	154,40	153,46	154,81	3,56	153,82	155,17	0,001558	2,77	200,55	103,76	0,50
26	20	341,49	150,41	154,04	154,49	153,51	3,10	152,95	154,05	0,003212	3,27	104,37	44,54	0,68
26	50	394,10	150,41	154,04	154,49	153,93	3,52	153,15	154,45	0,002564	3,20	123,18	45,68	0,62
26	200	472,00	150,41	154,04	154,49	154,68	4,27	153,41	155,02	0,001348	2,70	218,02	121,78	0,47
25	20	341,49	149,39	154,03	160,00	153,10	3,71	152,52	153,69	0,003399	3,42	99,98	42,11	0,71
25	50	394,10	149,39	154,03	160,00	153,67	4,28	152,75	154,18	0,002271	3,16	124,85	44,06	0,60
25	200	472,00	149,39	154,03	160,00	154,41	5,02	153,06	154,86	0,001516	2,97	169,23	94,18	0,50
24	20	341,49	149,86	154,40	156,39	152,65	2,79	152,48	153,31	0,005591	3,59	95,09	53,42	0,86
24	50	394,10	149,86	154,40	156,39	153,59	3,73	152,64	153,96	0,001926	2,70	145,91	55,46	0,53
24	200	472,00	149,86	154,40	156,39	154,39	4,53	152,88	154,70	0,001247	2,46	191,70	59,77	0,44
23	20	341,49	148,26	156,69	160,70	152,44	4,18	151,36	152,82	0,001911	2,73	125,23	47,61	0,54
23	50	394,10	148,26	156,69	160,70	153,51	5,25	151,57	153,75	0,00088	2,20	179,28	51,30	0,38
23	200	472,00	148,26	156,69	160,70	154,32	6,06	151,89	154,56	0,000655	2,13	221,43	52,09	0,33
22	20	341,49	148,12	157,74	158,20	152,27	4,15	150,85	152,74	0,00192	3,03	112,81	29,80	0,49
22	50	394,10	148,12	157,74	158,20	153,32	5,20	151,09	153,70	0,001257	2,73	144,15	29,98	0,40
22	200	472,00	148,12	157,74	158,20	154,10	5,98	151,43	154,50	0,001175	2,82	167,62	30,12	0,38
21	20	341,49	148,00	153,88	158,61	152,22	4,22	150,21	152,51	0,000943	2,41	141,48	33,98	0,38
21	50	394,10	148,00	153,88	158,61	153,30	5,30	150,43	153,55	0,00061	2,21	178,40	34,20	0,31
21	200	472,00	148,00	153,88	158,61	154,09	6,09	150,74	154,36	0,000565	2,30	205,62	77,00	0,30
20	20	341,49	147,98	153,66	156,66	152,07	4,09	150,28	152,42	0,00118	2,64	129,47	32,09	0,42
20	50	394,10	147,98	153,66	156,66	153,20	5,22	150,50	153,49	0,000725	2,37	166,06	32,32	0,33
20	200	472,00	147,98	153,66	156,66	154,00	6,02	150,83	154,30	0,000666	2,46	191,94	98,59	0,32

TABELLA 1 - RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA (Tr 20 - Tr 50 - Tr 200)

n° sezione	Tempo di ritorno (anni)	Portata (m3/s)	Quota fondo alveo (m)	Quota argine sinistro (m)	Quota argine destro (m)	Livello idrico (m)	Profondità massima acqua (m)	Altezza critica (m)	Energia specifica (m)	Pendenza linea energia (m/m)	Velocità nell'alveo (m/s)	Area di deflusso (m2)	Larghezza massima di deflusso (m)	Numero di Froude
19	20	341,49	147,90	153,51	156,00	152,06	4,16	150,04	152,34	0,000896	2,34	145,73	35,47	0,37
19	50	394,10	147,90	153,51	156,00	153,21	5,31	150,26	153,43	0,000551	2,11	186,62	35,70	0,29
19	200	472,00	147,90	153,51	156,00	154,01	6,11	150,56	154,25	0,000506	2,19	215,48	115,09	0,29
18	20	341,49	147,90	153,51	156,00	152,04	4,14	150,08	152,33	0,00096	2,41	141,51	34,62	0,38
18	50	394,10	147,90	153,51	156,00	153,19	5,29	150,30	153,43	0,000587	2,17	181,61	34,86	0,30
18	200	472,00	147,90	153,51	156,00	153,99	6,09	150,60	154,25	0,000539	2,25	209,76	44,34	0,29
17	20	341,49	147,59	153,60	155,54	151,81	4,22	150,41	152,28	0,001634	3,02	113,19	30,28	0,50
17	50	394,10	147,59	153,60	155,54	153,05	5,46	150,65	153,40	0,000895	2,61	150,75	30,53	0,38
17	200	472,00	147,59	153,60	155,54	153,85	6,26	150,98	154,21	0,000809	2,69	175,28	40,01	0,36
16,5		Ponte romano												
16	20	341,49	147,59	153,60	155,54	151,81	4,22	150,41	152,27	0,000969	3,02	112,97	30,28	0,50
16	50	394,10	147,59	153,60	155,54	152,11	4,52	150,65	152,64	0,001012	3,23	122,05	30,34	0,51
16	200	472,00	147,59	153,60	155,54	153,63	6,04	150,98	154,03	0,00053	2,80	168,52	31,14	0,38
15	20	341,49	147,63	153,40	155,60	151,88	4,25	149,92	152,21	0,001027	2,52	135,63	32,34	0,39
15	50	394,10	147,63	153,40	155,60	152,19	4,56	150,14	152,57	0,001095	2,71	145,63	32,40	0,41
15	200	472,00	147,63	153,40	155,60	153,69	6,06	150,46	153,99	0,000644	2,43	194,33	33,10	0,32
14	20	341,49	147,64	154,80	154,80	151,86	4,22	149,81	152,14	0,000782	2,36	146,08	35,02	0,37
14	50	394,10	147,64	154,80	154,80	152,17	4,53	150,02	152,50	0,000826	2,54	156,96	35,09	0,38
14	200	472,00	147,64	154,80	154,80	153,68	6,04	150,33	153,95	0,000463	2,28	210,16	35,39	0,30
13	20	341,49	147,80	152,55	155,22	151,88	4,08	149,77	152,11	0,000725	2,11	162,06	40,14	0,33
13	50	394,10	147,80	152,55	155,22	152,20	4,40	149,97	152,46	0,000761	2,25	174,80	40,20	0,35
13	200	472,00	147,80	152,55	155,22	153,71	5,91	150,24	153,91	0,000427	2,00	235,89	40,50	0,26
12,5		Passerella pedonale												

TABELLA 1 - RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA (Tr 20 - Tr 50 - Tr 200)

n° sezione	Tempo di ritorno (anni)	Portata (m3/s)	Quota fondo alveo (m)	Quota argine sinistro (m)	Quota argine destro (m)	Livello idrico (m)	Profondità massima acqua (m)	Altezza critica (m)	Energia specifica (m)	Pendenza linea energia (m/m)	Velocità nell'alveo (m/s)	Area di deflusso (m2)	Larghezza massima di deflusso (m)	Numero di Froude
12	20	341,49	147,80	152,55	155,00	151,61	3,81	149,84	151,89	0,000982	2,34	145,91	38,96	0,39
12	50	394,10	147,80	152,55	155,00	151,85	4,05	150,04	152,18	0,001071	2,54	155,41	39,00	0,41
12	200	472,00	147,80	152,55	155,00	152,16	4,36	150,32	152,57	0,001213	2,82	167,49	39,07	0,43
11	20	341,49	147,88	152,00	155,30	151,54	3,66	149,99	151,87	0,001064	2,55	134,75	37,79	0,43
11	50	394,10	147,88	152,00	155,30	151,77	3,89	150,19	152,16	0,00115	2,77	143,53	37,84	0,45
11	200	472,00	147,88	152,00	155,30	152,06	4,18	150,48	152,54	0,001294	3,08	154,53	38,29	0,48
10	20	341,49	148,80	152,06	154,07	151,35	2,55	150,50	151,72	0,002034	2,71	126,24	49,76	0,54
10	50	394,10	148,80	152,06	154,07	151,60	2,80	150,67	152,01	0,001999	2,84	138,55	49,76	0,54
10	200	472,00	148,80	152,06	154,07	151,90	3,10	150,90	152,38	0,002044	3,07	153,71	49,76	0,56
9	20	341,49	148,27	152,38	160,60	151,23	2,96	150,48	151,53	0,001957	2,41	142,18	67,14	0,52
9	50	394,10	148,27	152,38	160,60	151,51	3,24	150,62	151,82	0,00175	2,46	160,85	67,71	0,50
9	200	472,00	148,27	152,38	160,60	151,84	3,57	150,81	152,18	0,001643	2,59	183,54	68,41	0,50
8	20	341,49	147,51	152,32	161,23	151,25	3,74	150,11	151,49	0,001297	2,22	164,32	67,78	0,43
8	50	394,10	147,51	152,32	161,23	151,52	4,01	150,27	151,78	0,001251	2,31	182,93	68,32	0,42
8	200	472,00	147,51	152,32	161,23	151,85	4,34	150,51	152,15	0,00126	2,48	205,61	68,98	0,43
7	20	341,49	147,51	152,32	161,23	151,20	3,69	149,78	151,48	0,001141	2,38	154,09	55,80	0,42
7	50	394,10	147,51	152,32	161,23	151,46	3,95	149,99	151,78	0,001177	2,53	168,48	56,31	0,43
7	200	472,00	147,51	152,32	161,23	151,76	4,25	150,28	152,14	0,001275	2,77	185,76	56,92	0,45
6	20	341,49	147,79	151,92	163,45	151,08	3,29	149,94	151,39	0,001263	2,55	155,04	64,81	0,46
6	50	394,10	147,79	151,92	163,45	151,34	3,55	150,12	151,68	0,00126	2,68	172,02	65,63	0,46
6	200	472,00	147,79	151,92	163,45	151,65	3,86	150,41	152,04	0,001328	2,91	192,02	66,58	0,48
5	20	341,49	145,99	151,92	153,27	151,03	5,04	149,01	151,31	0,000741	2,35	157,20	55,27	0,37
5	50	394,10	145,99	151,92	153,27	151,28	5,29	149,23	151,60	0,000801	2,54	170,99	56,10	0,38
5	200	472,00	145,99	151,92	153,27	151,56	5,57	149,53	151,96	0,000918	2,83	186,95	57,04	0,42
4	20	341,49	147,90	151,50	153,27	150,76	2,86	149,96	151,15	0,001999	2,81	127,99	56,61	0,56
4	50	394,10	147,90	151,50	153,27	151,01	3,11	150,14	151,44	0,001927	2,94	142,43	57,41	0,56
4	200	472,00	147,90	151,50	153,27	151,27	3,37	150,41	151,78	0,002041	3,20	157,70	60,16	0,58

TABELLA 1 - RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA (Tr 20 - Tr 50 - Tr 200)

n° sezione	Tempo di ritorno (anni)	Portata (m3/s)	Quota fondo alveo (m)	Quota argine sinistro (m)	Quota argine destro (m)	Livello idrico (m)	Profondità massima acqua (m)	Altezza critica (m)	Energia specifica (m)	Pendenza linea energia (m/m)	Velocità nell'alveo (m/s)	Area di deflusso (m2)	Larghezza massima di deflusso (m)	Numero di Froude
3	20	341,49	146,43	151,00	153,27	150,50	4,07	149,54	150,93	0,002108	2,94	122,65	50,20	0,54
3	50	394,10	146,43	151,00	153,27	150,73	4,30	149,75	151,22	0,002166	3,12	134,48	50,79	0,56
3	200	472,00	146,43	151,00	153,27	151,10	4,67	150,06	151,55	0,00187	3,12	184,84	77,38	0,53
2	20	341,49	147,13	151,04	153,27	150,24	3,11	149,46	150,66	0,002405	2,91	123,17	55,08	0,57
2	50	394,10	147,13	151,04	153,27	150,48	3,35	149,65	150,94	0,002388	3,06	136,55	56,48	0,58
2	200	472,00	147,13	151,04	153,27	150,74	3,61	149,91	151,29	0,002532	3,33	151,53	57,07	0,60
1	20	341,49	147,61	151,59	153,27	150,07	2,46	149,29	150,42	0,002183	2,64	134,32	63,80	0,54
1	50	394,10	147,61	151,59	153,27	150,33	2,72	149,45	150,70	0,002049	2,74	151,16	65,24	0,53
1	200	472,00	147,61	151,59	153,27	150,60	2,99	149,69	151,04	0,002103	2,96	168,89	66,09	0,55

TABELLA 2 - RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRULICA Tr20 - Tr50 - Tr200 (PONTI)

n° Sezione	Tempo di ritorno (anni)	Livello idrico (m)	Quota energia specifica (m)	Q. minima rilevato stradale (m)	Quota intradosso del ponte (m)	Area della luce del ponte (m <sup>2</sup> )	Portata del ponte (m <sup>3</sup> /s)	Velocità della corrente (m/s)	Differenza di energia (m)	Differenza quota acqua (m)	Metodo di calcolo
16,5	20	151,81	152,28	152,94	152,64	136,36	341,49	3,02	0,01	0,01	Energy only
16,5	50	153,05	153,40	152,94	152,64	136,36	373,97	2,74	0,76	0,94	Energy only
16,5	200	153,85	154,21	152,94	152,64	136,36	368,86	2,70	0,18	0,22	Energy only
12,5	20	151,88	152,11	152,55	152,60	109,56	341,49	3,72	0,22	0,27	Energy only
12,5	50	152,20	152,46	152,55	152,60	109,56	394,10	4,14	0,27	0,34	Energy only
12,5	200	153,71	153,91	152,55	152,60	109,56	433,43	3,96	1,35	1,55	Energy only