

**S.S 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"**  
**TRATTO SPOLETO - ACQUASPARTA**  
**1° stralcio: Madonna di Baiano-Firenzuola**

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PG143**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA**

**IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

Dott. Ing. Nando Granieri  
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

**IL PROGETTISTA:**

Dott. Ing. Federico Durastanti  
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° Terni n°A844

**IL GEOLOGO:**

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini  
 Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

Dott. Ing. Filippo Pambianco  
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

**Il Responsabile di Progetto**

Arch. Pianificatore Marco Colazza

**Il Responsabile del Procedimento**

Dott. Ing.  
 Alessandro Micheli

PROTOCOLLO

DATA

**IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

**MANDATARIA:**

**MANDANTI:**



Dott.Ing. N.Granieri  
 Dott.Arch. N.Kamenicky  
 Dott.Ing. V.Truffini  
 Dott.Arch. A.Bracchini  
 Dott.Ing. F.Durastanti  
 Dott.Ing. E.Bartolucci  
 Dott.Geol. G.Cerquiglini  
 Geom. S.Scopetta  
 Dott.Ing. L.Sbrenna  
 Dott.Ing. E.Sellari  
 Dott.Ing. L.Dinelli  
 Dott.Ing. L.Nani  
 Dott.Ing. F.Pambianco  
 Dott. Agr. F.Berti Nulli

Dott. Ing. D.Carlaccini  
 Dott. Ing. S.Sacconi  
 Dott. Ing. G.Cordua  
 Dott. Ing. V.De Gori  
 Dott. Ing. C.Consorti  
 Dott. Ing. F.Dominici

Dott. Ing. V.Rotisciani  
 Dott. Ing. F.Macchioni  
 Geom. C.Vischini  
 Dott. Ing. V.Piunno  
 Dott. Ing. G.Pulli  
 Geom. C.Sugaroni



**04.STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO**  
**04.01 IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione idraulica**

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	T00ID00IDRRE02A		
DTPG143	E	23	CODICE ELAB. T00ID00IDRRE02	A	-
A	Emissione		Ago 2023	F.Macchioni	V.Rotisciani N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>IL MODELLO DI CALCOLO – HEC-RAS</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>VERIFICA IDRAULICA DEI CORSI D’ACQUA PRINCIPALI</b> .....	<b>8</b>
3.1	TORRENTE MARROGGIA I (KM 1+354).....	10
3.2	CANALE DEI MOLINI I (KM 2+400).....	14
3.3	CANALE DEI MOLINI II (KM 3+300).....	18
3.4	FOSSO DI S. ANTONIO (KM 3+525).....	22
<b>4</b>	<b>VERIFICA IDRAULICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI MINORI</b> .....	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>SISTEMAZIONI IDRAULICHE - STIMA DELL’EROSIONE E VERIFICHE DI STABILITA’ DEI MATERIALI</b> .....	<b>29</b>
5.1	STIMA DELL’EROSIONE IN CORRISPONDENZA DEI PONTI .....	29
5.2	VERIFICA DI STABILITÀ DEI MATERIALI.....	36
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>38</b>

**ALLEGATO A – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

**ALLEGATO B – TORRENTE MARROGGIA I – STATO ATTUALE**

**ALLEGATO C – TORRENTE MARROGGIA I – STATO DI PROGETTO**

**ALLEGATO D – CANALE DEI MOLINI I – STATO ATTUALE**

**ALLEGATO E – CANALE DEI MOLINI I – STATO DI PROGETTO**

**ALLEGATO F – CANALE DEI MOLINI II – STATO ATTUALE**

**ALLEGATO G – CANALE DEI MOLINI II – STATO DI PROGETTO**

**ALLEGATO H – FOSSO DI S. ANTONIO – STATO ATTUALE**

**ALLEGATO I – FOSSO DI S. ANTONIO – STATO DI PROGETTO**

## 1 PREMESSA

L'obiettivo della presente relazione idraulica è il dimensionamento e la verifica delle opere d'arte di attraversamento dei corsi d'acqua principali e del reticolo minore, nonché il dimensionamento e la verifica delle opere di intercettazione e scarico delle acque meteoriche afferenti alla piattaforma stradale.

In via generale gli obiettivi che saranno perseguiti nella definizione delle opere e delle sistemazioni idrauliche dell'area interessata dal nuovo tracciato stradale saranno principalmente quelle di:

- evitare che l'opera arrechi modifiche al regime idraulico dei corsi d'acqua tali da creare un aumento del rischio idraulico nelle aree di monte o di valle;
- difendere le opere stradali e le relative opere di sostegno dall'azione erosiva delle acque;
- assicurare il deflusso delle acque meteoriche ricadenti sulle superfici utilizzate per la sede e le pertinenze stradali;
- dare continuità a tutta la rete idrografica naturale e di scolo superficiale evitando di concentrare i deflussi e conservando, per quanto possibile, l'originaria disposizione del reticolo minore.

## 2 IL MODELLO DI CALCOLO – HEC-RAS

Il modello di moto permanente è stato messo a punto adottando il codice di calcolo HEC-RAS del quale si fornisce una sintesi delle principali caratteristiche. In particolare vengono riportate le ipotesi di calcolo, le equazioni di base, i criteri di suddivisione delle sezioni per il calcolo della distribuzione delle portate e delle velocità, le espressioni adottate per il calcolo delle perdite di carico e la metodologia iterativa di risoluzione del problema.

### *Le ipotesi di calcolo*

Il modello risolve il problema della individuazione del livello del pelo libero della corrente in una assegnata sezione nelle seguenti ipotesi:

- corrente stazionaria;
- moto gradualmente variato;
- flusso monodimensionale;
- pendenze del fondo inferiori al 10 %.

### *Equazioni di base*

Facendo riferimento alle sezioni trasversali 1 e 2 del corso d'acqua in Figura 1, a cui si rimanda per il significato dei simboli, le due equazioni base del modello sono le seguenti:

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$
$$h_e = L\bar{S}_f + C \left[ \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right]$$

dove:

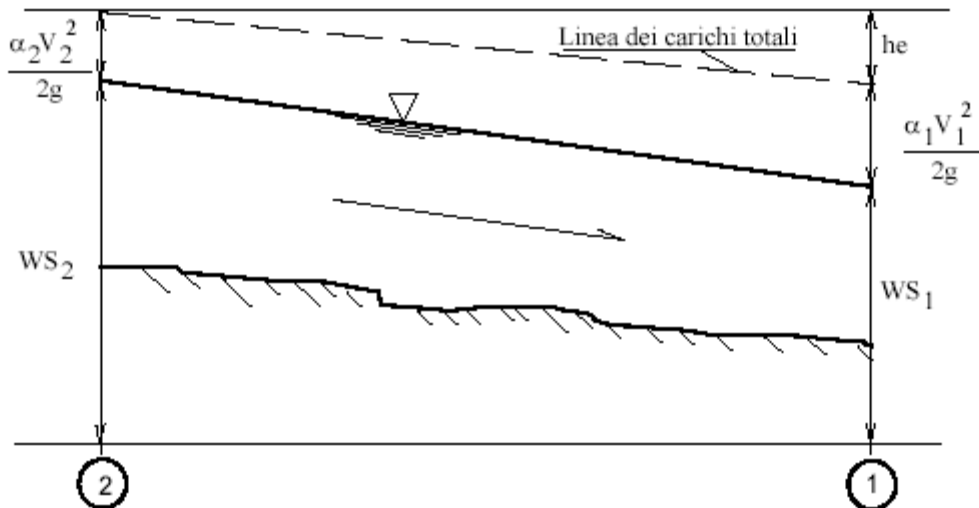
$WS_2; WS_1$  = livello del pelo libero alle sezioni estreme del tratto 2, 1;

$V_2 ; V_1$  = velocità medie delle sezioni 2,1;

$\alpha_1, \alpha_2$  = coefficienti di velocità;

$g$  = accelerazione di gravità;

- $h_e$  = perdite di carico totali;  
 $L$  = distanza tra le due sezioni;  
 $S_f$  = perdite di carico per attrito;  
 $C$  = coefficiente delle perdite per espansione o contrazione.



Rappresentazione dei vari termini dell'equazione dell'energia

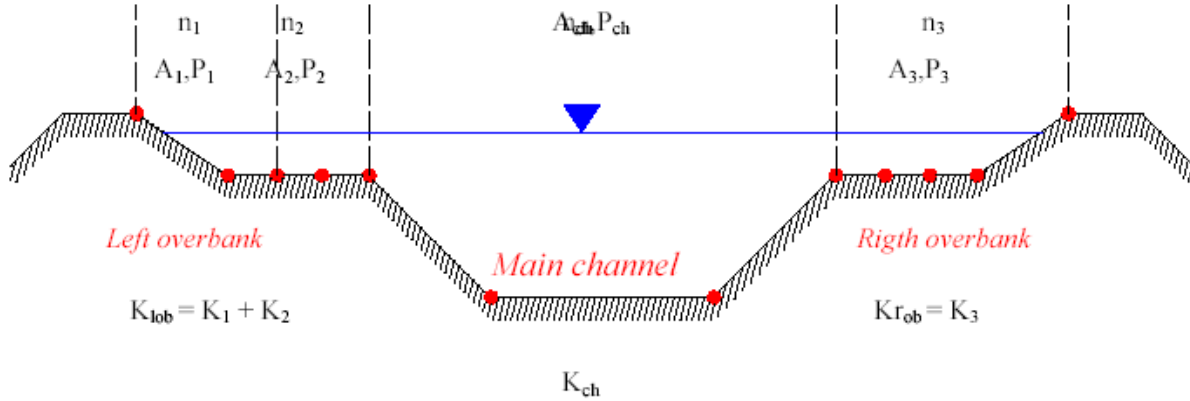
#### Criteria di schematizzazione trasversale della sezione

La sezione idraulica del corso d'acqua viene rappresentata geometricamente per punti. All'interno di essa si distinguono in generale tre zone, che, adottando la terminologia inglese, indichiamo con:

*main channel* = *M.CHA.* (canale principale)

*left overbank* = *L.O.* (golena sinistra)

*right overbank* = *R.O.* (golena destra)



*Schema fondamentale di suddivisione in sottosezioni.*

In ciascuna fascia vengono definite le scabrezze del fondo, che poi vengono composte al fine di generare una scabrezza equivalente valida per l'intera sezione. Per ciascuna sottosezione si determina la capacità di deflusso (portata per unità di pendenza<sup>1/2</sup>) in moto uniforme:

$$K = \frac{a \cdot r^{2/3}}{n}$$

dove:

- K [m<sup>3</sup>/s] = capacità di deflusso nella fascia;
- n [m<sup>1/3</sup>/s<sup>-1</sup>] = scabrezza di Manning;
- r [m] = raggio idraulico della fascia;
- a [m<sup>2</sup>] = area della sezione bagnata della fascia.

*Valutazione delle perdite di carico per attrito*

Le perdite di carico per attrito sono calcolate attraverso la formula  $LS_f$  dove,  $S_f$  è la pendenza d'attrito media, pesata, del tratto, secondo la seguente formula:

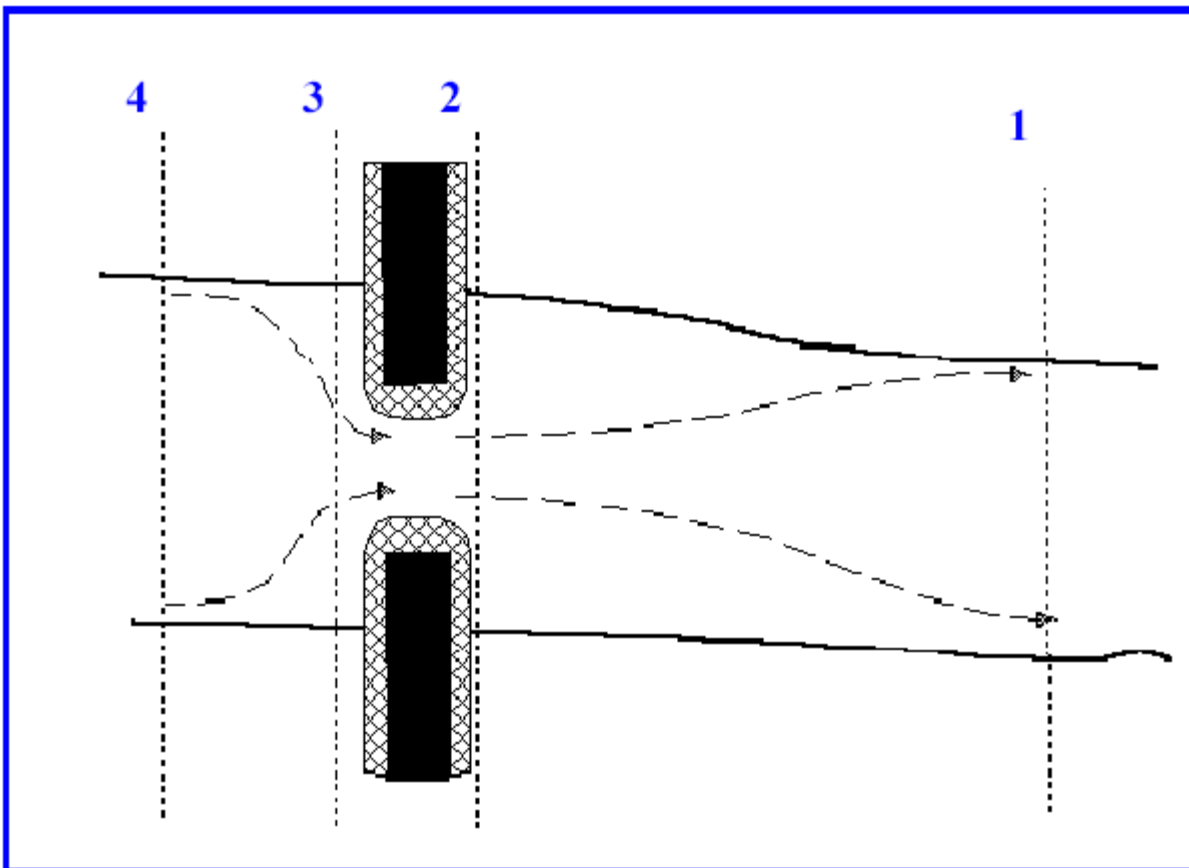
$$\bar{S}_f = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

dove  $K_1$ ,  $K_2$  rappresentano le capacità di deflusso totali delle sezioni estreme.

*Modellazione di ponti e culverts*

Il software consente la modellazione idraulica di ponti e culverts di qualunque geometria, forma e dimensione, mediante l'utilizzo di quattro sezioni trasversali necessarie per la valutazione delle perdite energetiche dovute alla struttura stessa.

Sia per i ponti che per i culverts il programma necessita di 2 sezioni (sezione 1 e sezione 4 nella figura 5.3) sufficientemente lontane dalla struttura in modo tale che i filetti fluidi risultino paralleli e non influenzati dalla presenza del manufatto, e di 2 sezioni (sezione 2 e 3) una subito a monte ed una subito a valle, che rappresentino l'effettiva luce della struttura.



Localizzazione delle sezioni in corrispondenza di ponti e culverts

La modellazione dei ponti può essere condotta in 2 modalità distinte (a pelo libero oppure in pressione) ciascuna delle quali può essere sviluppata attraverso 3 metodi (risoluzione dell'equazione dell'energia, applicazione dell'equazione della quantità di moto, equazioni empiriche di Yarnell).

Nella modellazione dei culverts invece HEC-RAS calcola le perdite energetiche dovute alla struttura dividendole in 3 parti: la prima comprende le perdite che si verificano subito a valle della struttura a seguito dell'espansione della corrente; la seconda conteggia le perdite per attrito dovute all'attraversamento della struttura stessa; la terza considera le perdite a monte del manufatto a seguito della brusca contrazione che subisce la corrente all'imbocco dell'opera.

Per il calcolo di questi termini il programma utilizza le equazioni standard fornite dalla Federal Highway Administration (FHWA, 1985), appositamente studiate e rilasciate per computare l'idraulica dei culverts e largamente utilizzate ed impiegate nella letteratura tecnica americana.



### 3 VERIFICA IDRAULICA DEI CORSI D'ACQUA PRINCIPALI

Il modello idraulico dei diversi corsi d'acqua è stato costruito sulla base del rilievo topografico di opportune sezioni trasversali d'alveo per un tratto significativo a monte ed a valle dell'intersezione con la viabilità in progetto. All'interno del rilievo di dettaglio sono comprese alcune sezioni caratteristiche come ad esempio la presenza di eventuali opere d'arte esistenti o singolarità idrauliche. I rilievi di dettaglio sono stati integrati con le informazioni desunte dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 o 1:10.000 opportunamente modellate. In questo modo è stato possibile determinare lo "Stato Attuale" volto a determinare le attuali condizioni idrauliche del corso d'acqua. Al rilievo di campagna è stato sovrapposto il tracciato della nuova viabilità, andando ad ottimizzare le interferenze tra le opere in progetto ed i corsi d'acqua, per arrivare a definire la configurazione "Stato di Progetto" caratteristica della situazione post operam.

Per ciascun corso d'acqua è riportata in allegato la planimetria topografica con indicazione del tracciato, delle sezioni trasversali e delle opere nelle condizioni attuali e di progetto.

Contestualmente al rilievo topografico sono stati condotti dei sopralluoghi volti alla definizione delle caratteristiche idrauliche di dettaglio dei corsi d'acqua, alla valutazione della presenza di sezioni critiche e opere idrauliche di interesse significativo.

Per quanto riguarda la definizione delle condizioni al contorno è stata innanzitutto presa in esame l'eventuale presenza di singolarità idrauliche in grado di determinare condizioni critiche della corrente. In mancanza di ciò si sono assunte come condizioni al contorno per la soluzione del problema o quelle di altezza critica in caso di alvei non regolari, o quelle di moto uniforme per alvei prismatici a sezione e pendenza circa uniforme, tenendo comunque in considerazione il fatto che i tratti d'asta in cui è prevista la realizzazione degli attraversamenti fossero a significativa distanza dagli estremi del ramo oggetto di indagine, garantendo così al profilo idrico la possibilità di assestarsi sulle effettive condizioni di deflusso. Altre condizioni al contorno particolari verranno discusse nel dettaglio nella descrizione dei singoli tratti oggetto di studio.

Per un miglior tracciamento dei profili sono inoltre state introdotte delle sezioni interpolate oltre a quelle di rilievo in maniera tale da garantire una gradualità nei calcoli e negli output.

Nella scelta della tipologia e posizionamento delle opere idrauliche si è cercato di ridurre al minimo gli effetti di queste sull'andamento del profilo di piena duecentennale dello stato Attuale, mantenendo gli allineamenti con opere esistenti, cercando di utilizzare sezioni di attraversamento

## Relazione Idraulica

---

simili a quelle a cielo aperto, e operando modifiche del tracciato solo per i fossi minori o nei casi in cui non fossero percorribili soluzioni alternative.

Le verifiche idrauliche saranno condotte in riferimento alle portate con frequenza duecentennale come prescritto dal Capitolato ANAS per la Progettazione Definitiva e dalle NTC2018.

### 3.1 Torrente Marroggia I (km 1+354)

Il Torrente Marroggia interferisce con l'opera in progetto in corrispondenza del viadotto Marroggia I alla progressiva km 1+354 in un tratto in cui l'asta ha un andamento rettilineo. Più a valle dell'attraversamento in progetto il Torrente piega bruscamente a destra affiancandosi al tracciato stradale per poi allontanarsi e attraversare la SR 418 tramite un ponte a campata unica con luce netta di circa 15 m e altezza dell'intradosso sul fondo di circa 3 m.

In questo tratto il corso d'acqua presenta caratteristiche pedemontane, con pendenze del fondo intorno allo 0.8% ed alveo inciso sul fondovalle, piuttosto che di corso d'acqua di pianura con robuste arginature, caratteristiche che assumerà nei tratti di valle attraversando la Valle Umbra a nord di Spoleto.

Il viadotto è costituito da campate aventi luce di circa 30 m, le pile hanno forma stondata e ingombro massimo 3x6 m orientate in direzione della corrente di piena.

La sistemazione idraulica prevede la protezione della sponda destra in corrispondenza dell'attraversamento alla progressiva 1+354 e la protezione della sponda destra e sinistra nel tratto in cui il tracciato stradale si avvicina alla sponda destra del Torrente fino alla SR 418.

La protezione di sponda sarà realizzata mediante scogliera in massi ciclopici intasata con terreno vegetale e rinverdita mediante talee di salice per un migliore inserimento ambientale dell'opera. La protezione di sponda sarà effettuata sull'attuale profilo di sponda senza procedere alla riprofilatura dell'intero tratto del Torrente Marroggia oggetto di intervento per un migliore raccordo con le sezioni naturali e per un minore impatto sul corso d'acqua.

Le pile del viadotto saranno anch'esse protette da una scogliera in massi ciclopici per scongiurare il pericolo di erosioni localizzate dovute alla presenza di correnti di piena fuori alveo.

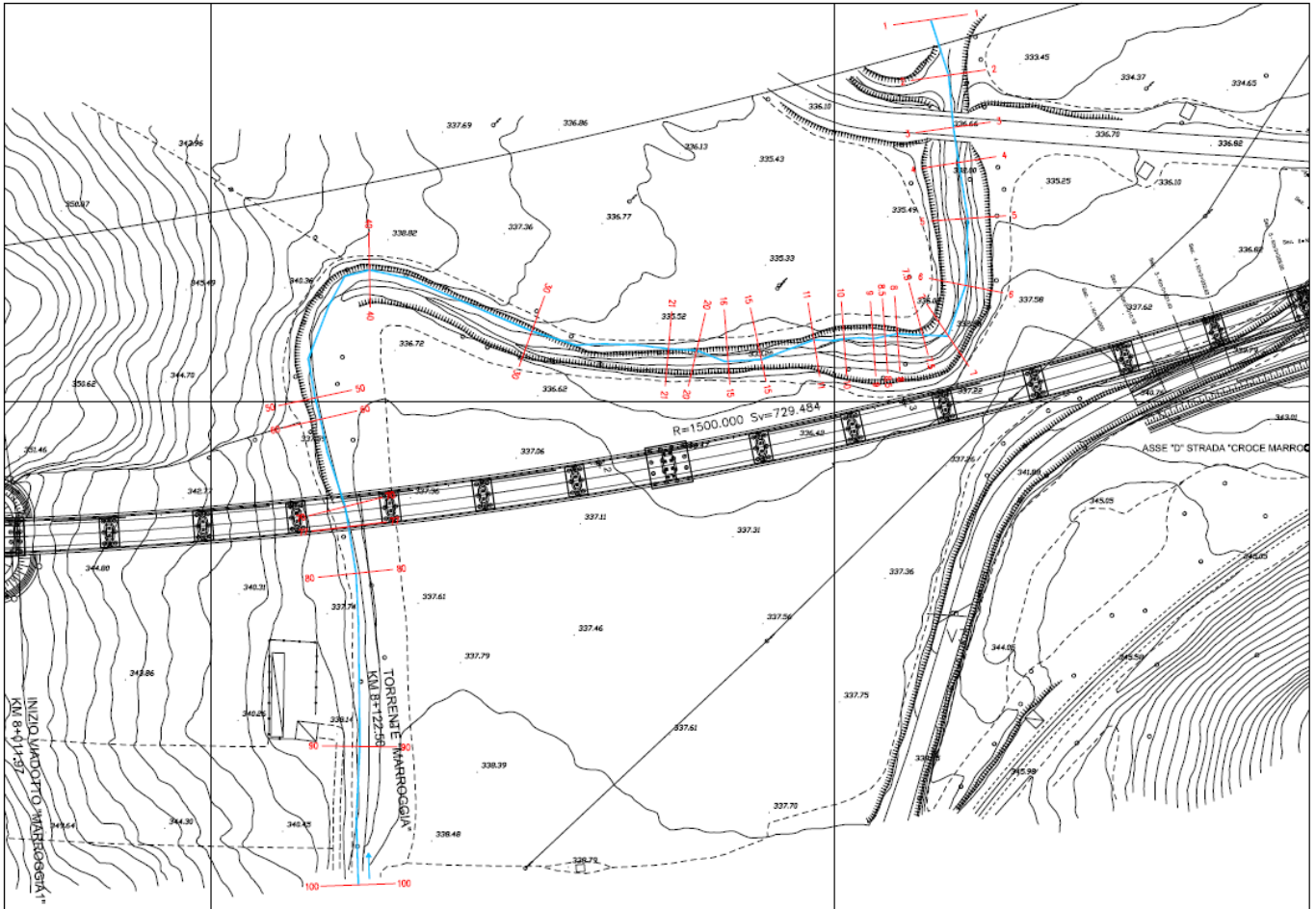


Figura 3.1.1 Planimetria e sezioni trasversali d'alveo.

Per le simulazioni in moto permanente viene assunta una scabrezza di manning pari  $0.035 \text{ m}^{1/3}/\text{s}^{-1}$  per l'alveo attuale con presenza di vegetazione erbacea e arbustiva sulle sponde, pari a  $0.045 \text{ m}^{1/3}/\text{s}^{-1}$  per le aree agricole circostanti.

Come condizioni al contorno si assume l'altezza critica a monte e valle.

L'analisi in moto permanente viene effettuata su un tratto di lunghezza complessiva pari a 500 m, compreso fra la sezione 1 e la sezione 100.

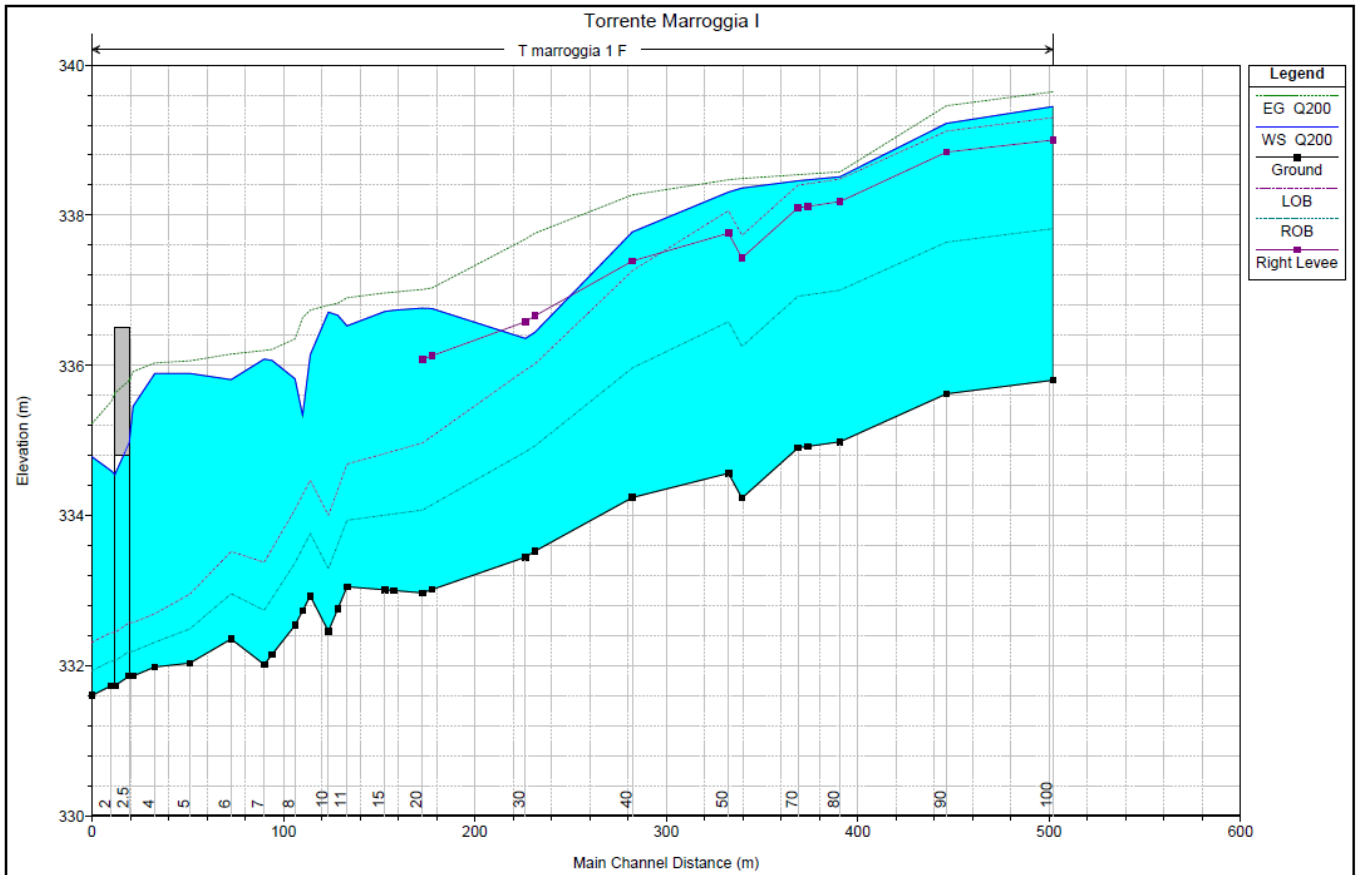


Figura 3.1.2. Profilo della piena duecentennale  $Q_{200} = 133 \text{ m}^3/\text{s}$  – Stato Attuale.

Allo stato attuale l'alveo ordinario del Torrente Marroggia non è in grado di contenere la piena con frequenza duecentennale nel tratto compreso fra la sezione n° 100 e la sezione n° 3 a monte del ponte sulla SR 418. La corrente si espande in destra idraulica nell'ampia area alluvionale con tiranti inferiori a 1 m.

L'attraversamento esistente sulla SR 418 costituisce un ostacolo per la corrente di piena che rigurgita nel tratto di monte invadendo le aree in destra e sinistra prossime all'attraversamento.

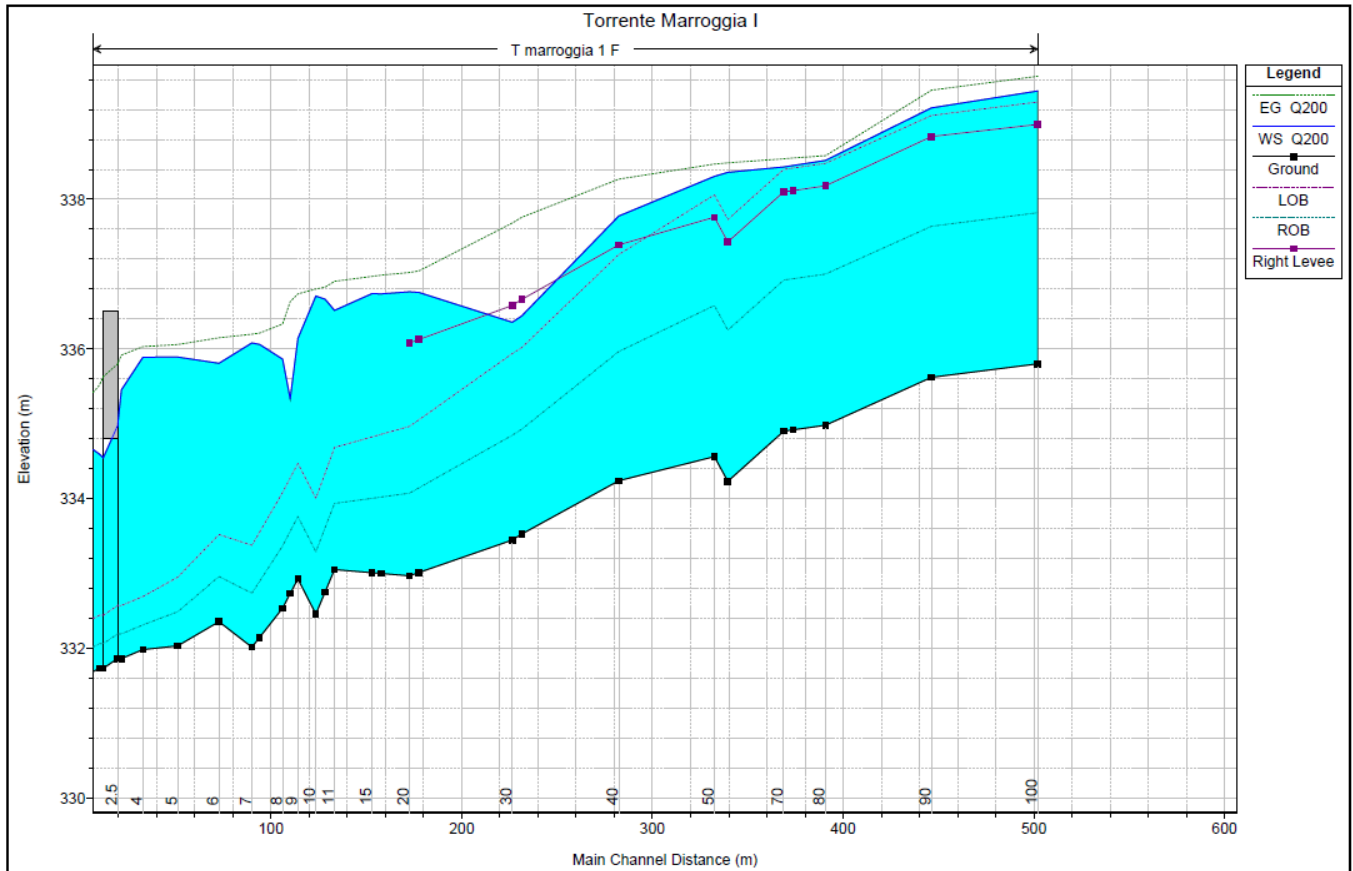


Figura 3.1.3. Profilo della piena duecentennale  $Q_{200} = 133 \text{ m}^3/\text{s}$  – Stato di Progetto.

Allo stato di progetto il deflusso della portata duecentennale avviene in modo analogo allo stato attuale, pertanto l'opera non arreca modifica all'esistente regime idraulico del corso d'acqua nel tratto di intervento. I risultati dei calcoli sono sinteticamente riportati nelle figure 3.1.2 e 3.1.3 ed in dettaglio nell'Allegato B "Risultati delle simulazioni in moto permanente – Stato Attuale" e nell'Allegato C "Risultati delle simulazioni in moto permanente – Stato di Progetto".

### 3.2 Canale dei Molini I (km 2+400)

Il nuovo tracciato stradale interferisce con il Canale dei Molini I al Km 2+400 nel tratto in cui il canale riceve esclusivamente le acque derivate dal Torrente Marroggia.

Il canale ha attualmente sezione trapezia con sponde 1:1,  $h=b=1$  e pendenza minima intorno allo 0.2%. L'alveo è attualmente a cielo aperto ad esclusione del tratto compreso fra la sezione n° 35 e la n° 40 dove è presente una tubazione in cls  $D=1$  m.

Il tracciato stradale in corrispondenza dell'interferenza corre su rilevato, pertanto si prevede la riprofilatura e risagomatura dell'alveo secondo le attuali dimensioni, e di realizzare l'attraversamento mediante un tombino circolare  $D=1$  m e  $L=140$  m, in sostituzione di quello esistente. La risagomatura e la riprofilatura sarà effettuata per un tratto di oltre 100 m a monte e 100 m a valle.

L'analisi in moto permanente viene effettuata su un tratto di lunghezza complessiva di oltre 500 m, compreso fra la sezione 10 e la sezione 100.

Viene assunta una scabrezza pari  $0.035 \text{ m}^{1/3}/\text{s}^{-1}$  per l'alveo e pari a  $0.045 \text{ m}^{1/3}/\text{s}^{-1}$  per le aree circostanti e condizioni al contorno l'altezza di moto uniforme a monte e valle.

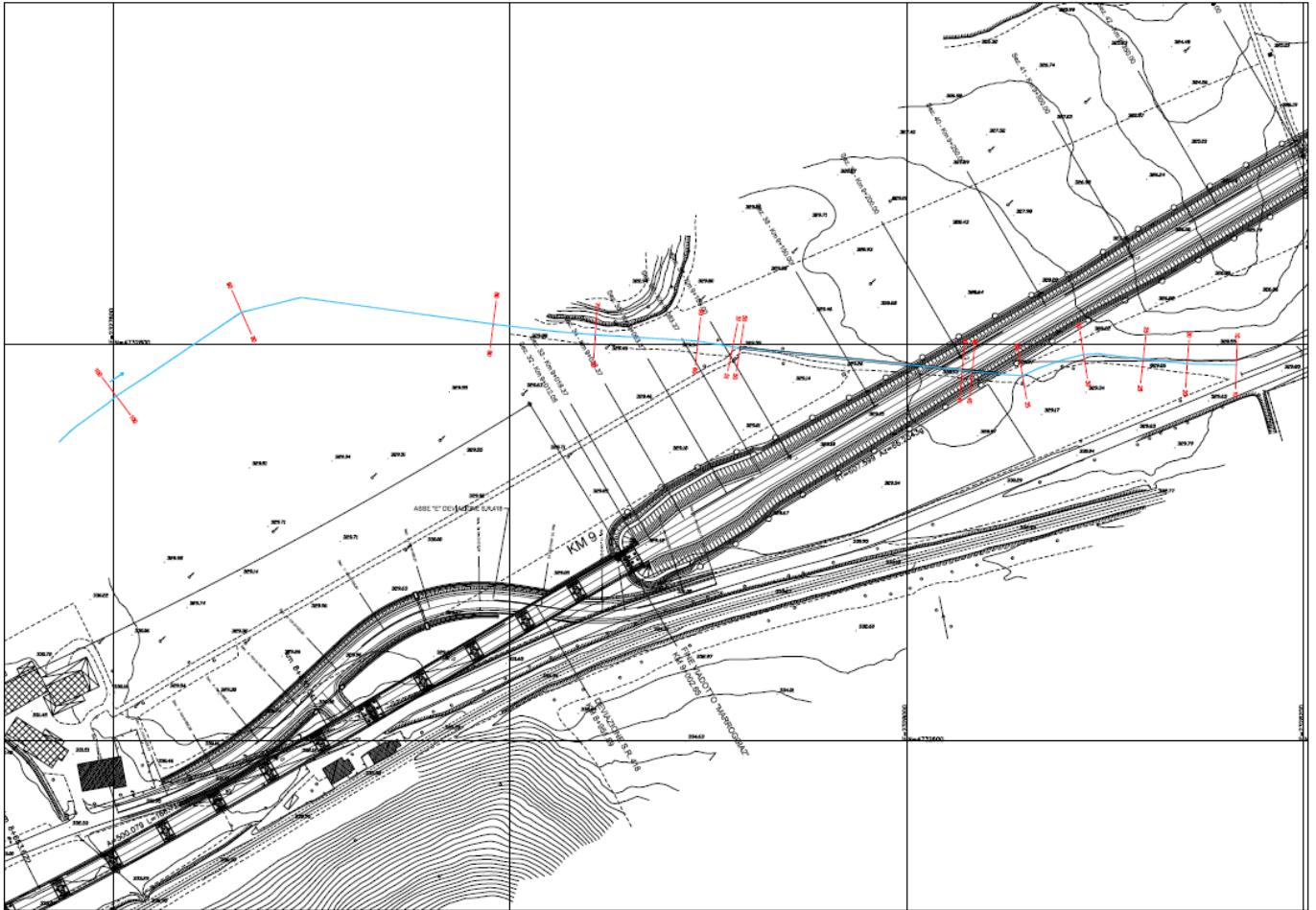


Figura 3.2.1 Planimetria dell'intervento e sezioni trasversali d'alveo.



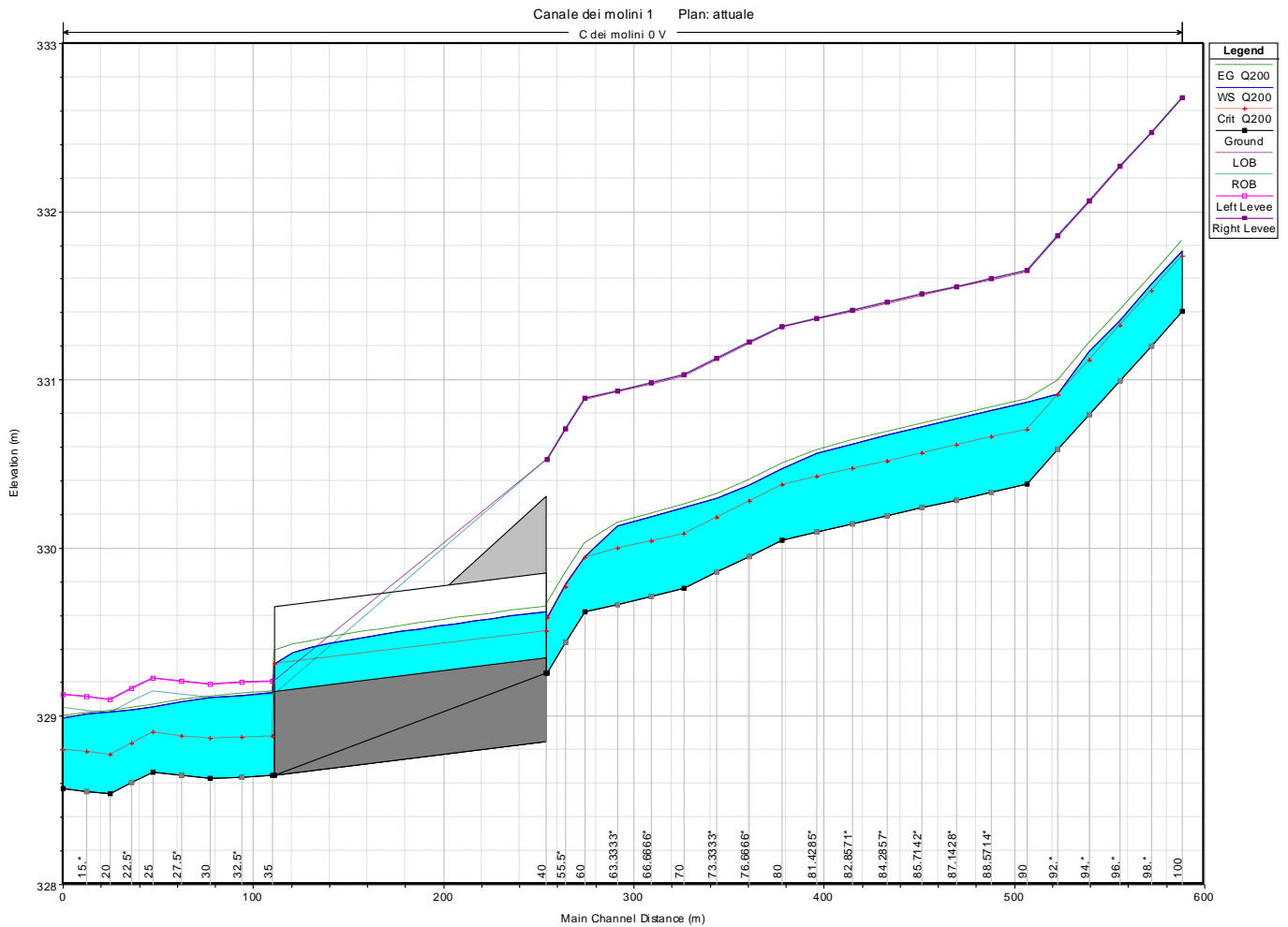


Figura 3.2.2. Profilo portata di progetto  $Q = 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$  – Stato Attuale.

Allo Stato Attuale la portata di progetto transita all'interno dell'alveo lungo tutto il tratto di studio, in regime di corrente lenta con velocità inferiori ad 1 m/s.

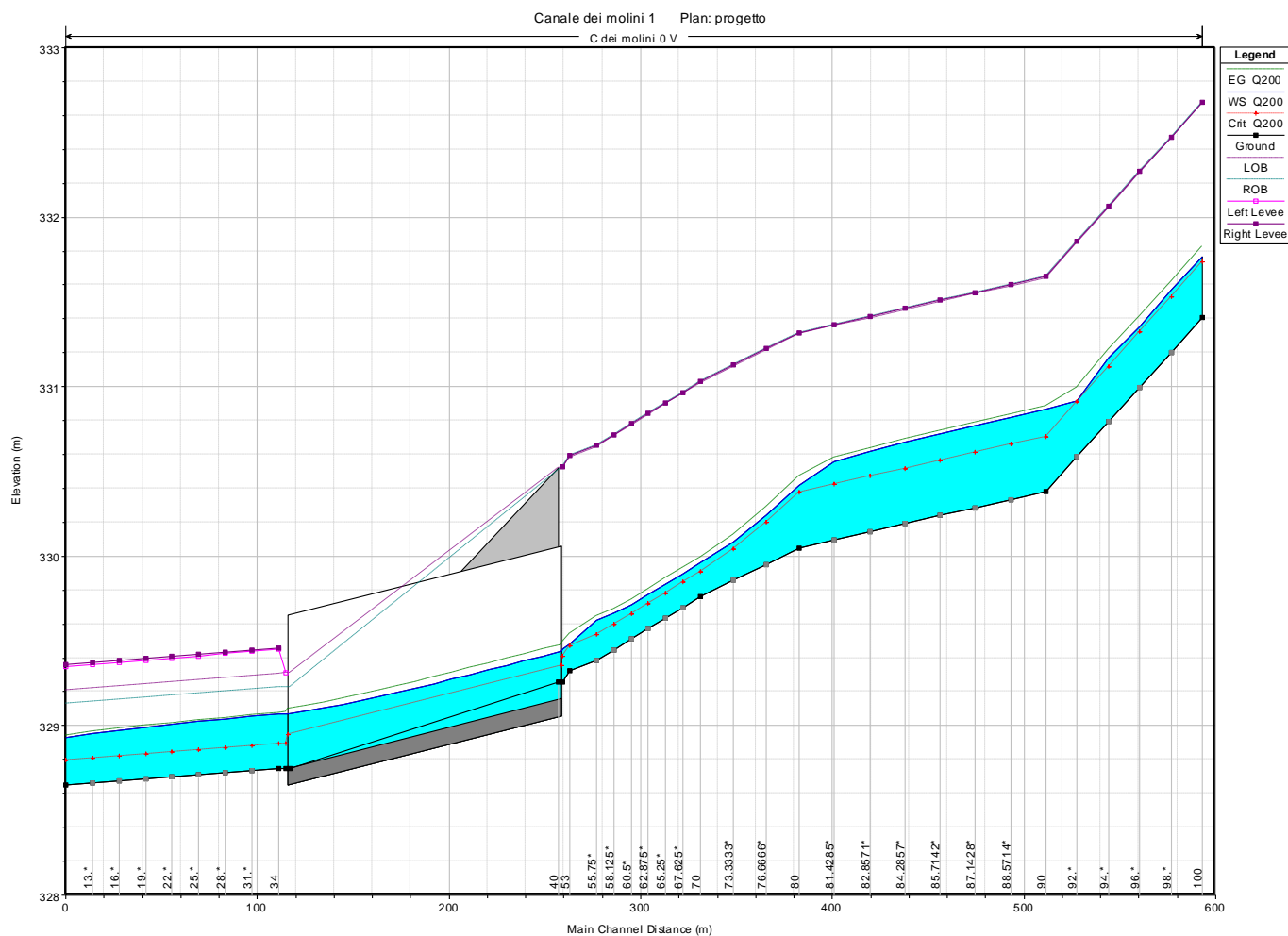


Figura 3.2.3 Profilo portata di progetto  $Q = 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$  – Stato di Progetto.

Allo stato di progetto la riprofilatura dell'alveo e la sostituzione della tubazione esistente parzialmente ostruita genera una regolarizzazione del profilo idraulico lungo il tratto di intervento. I risultati dei calcoli sono sinteticamente riportati nelle figure 3.2.2 e 3.2.3. ed in dettaglio nell'Allegato D "Risultati delle simulazioni in moto permanente – Stato Attuale" e nell'Allegato E "Risultati delle simulazioni in moto permanente – Stato di Progetto".

### 3.3 Canale dei Molini II (km 3+300)

In corrispondenza della progressiva 3+300 il Canale dei Molini interferisce una seconda volta con l'opera in progetto in corrispondenza del viadotto "Canale dei Molini".

In questo tratto il canale assolve la funzione di collettore di scarico delle acque bianche provenienti dall'abitato di S. Giovanni di Baiano.

Il bacino è di ridotte dimensioni, circa 0.2 kmq con morfologia pianeggiante, e la formazione geologica prevalente è quella alluvionale del fondo valle, mentre la copertura del suolo è caratterizzata da un tessuto urbano discontinuo e da seminativo.

Il canale in questo tratto è completamente a cielo aperto con sezione trapezia, sponde 1:1 e  $b=h=1$  m. La nuova viabilità in progetto costeggia il canale per un lungo tratto fino ad interferire con l'asse dello stesso in corrispondenza di una pila del viadotto.

Il tratto analizzato ha una lunghezza complessiva di circa 250 m compreso fra la sezione n°1 e la n° 120. In corrispondenza della sezione n°4 è presente un partitore che scarica una parte delle acque nel Torrente Marroggia, mentre il canale prosegue in destra idraulica del torrente per alcuni chilometri.

La sistemazione idraulica di progetto prevede l'adeguamento della sezione idraulica alla portata duecentennale  $Q_{200}=3.8$  m<sup>3</sup>/s mediante un allargamento della base portandola da 1 m a 1.5 m e la deviazione dell'asse in corrispondenza della pila del viadotto. In questo tratto si provvederà a proteggere le sponde del canale con un rivestimento antierosione realizzato mediante materassi tipo "Reno" per una adeguata lunghezza a monte e a valle delle deviazioni dell'asse.

Viene assunta una scabrezza di Manning pari  $0.035$  m<sup>1/3</sup>/s<sup>-1</sup> per l'alveo e pari a  $0.045$  m<sup>1/3</sup>/s<sup>-1</sup> per le aree circostanti. Come condizioni al contorno si assume l'altezza di moto uniforme a monte e valle.

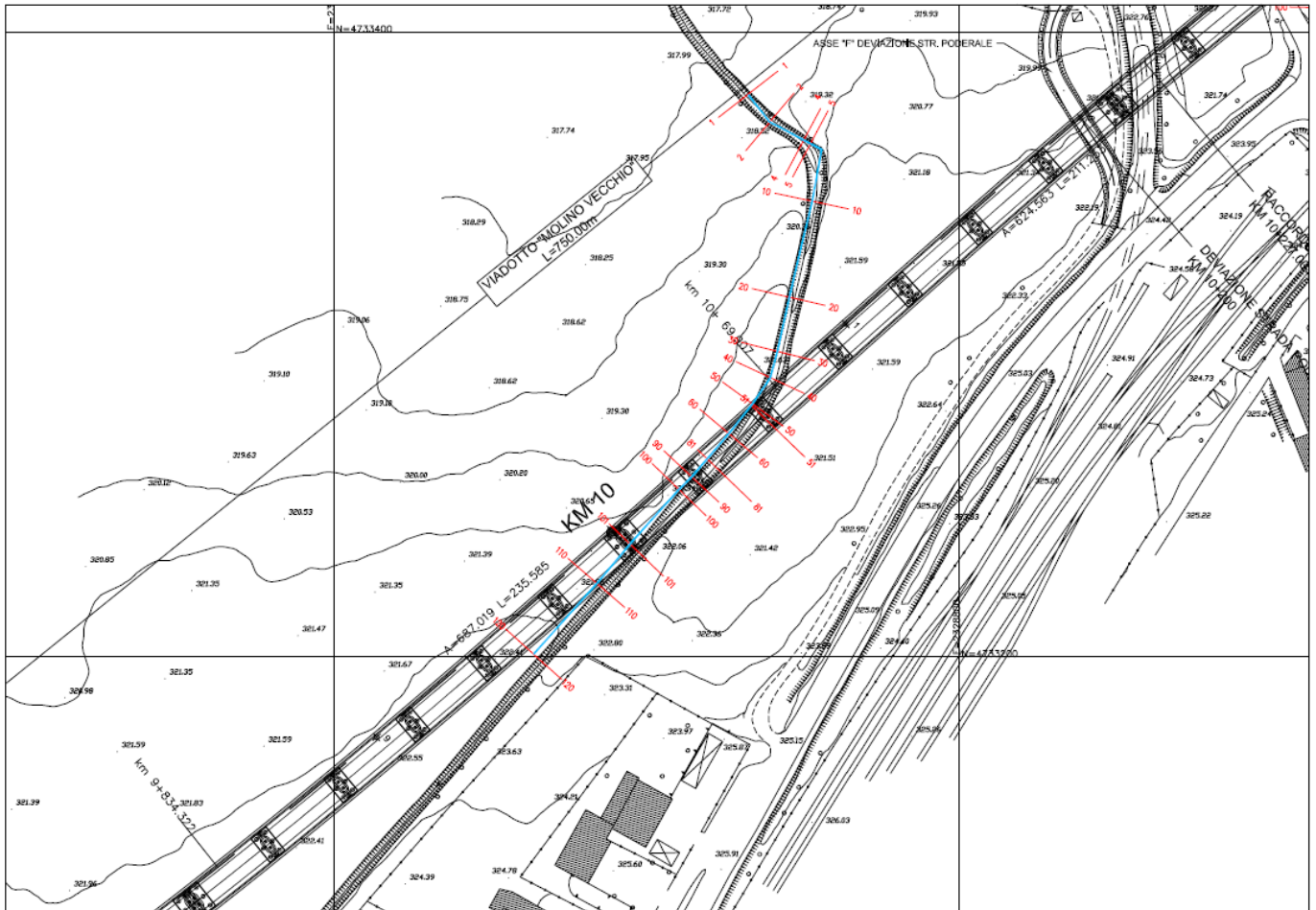


Figura 3.3.1 Planimetria dell'intervento e sezioni trasversali d'alveo.

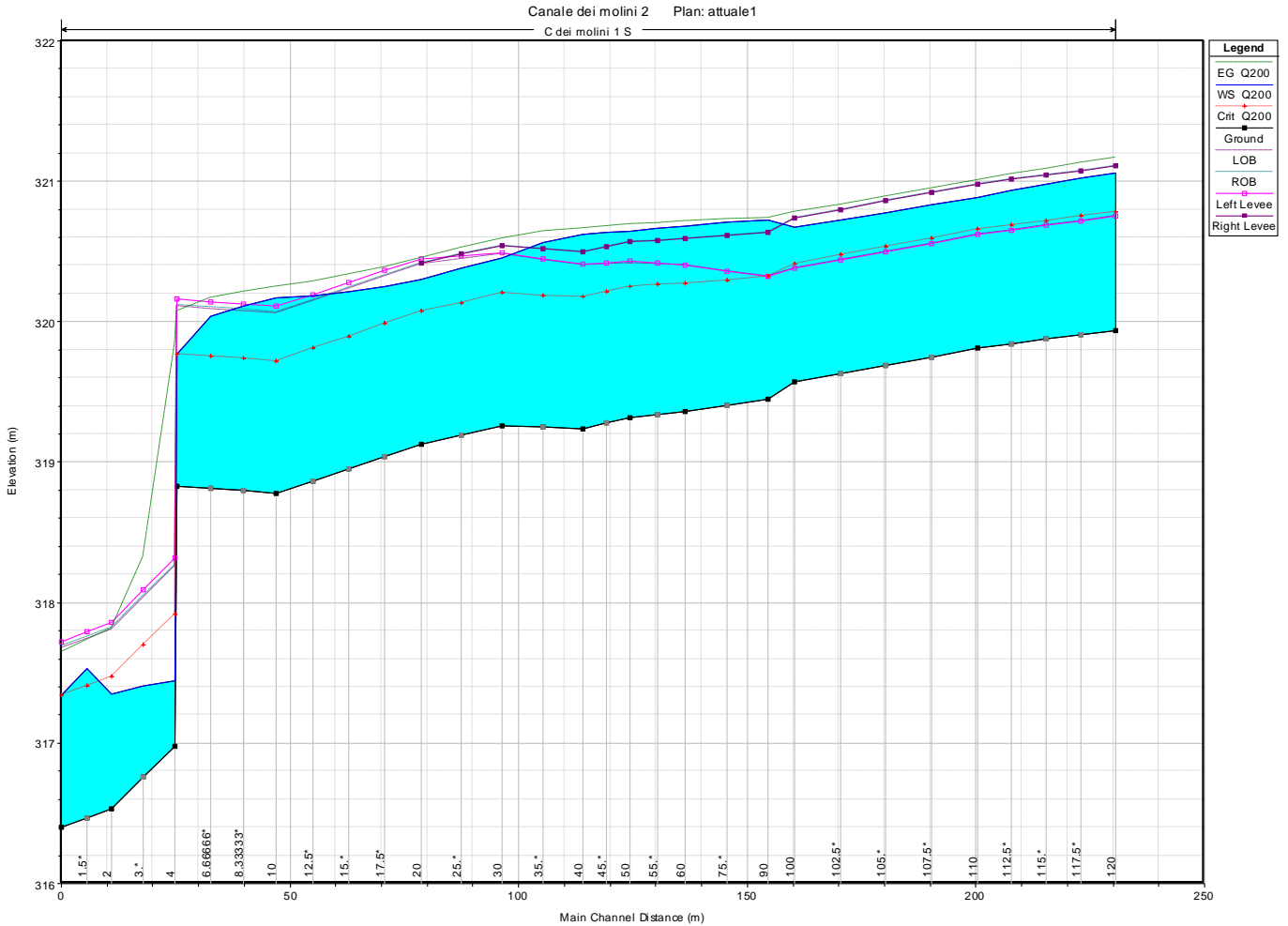


Figura 3.3.2 Profilo della piena duecentennale  $Q_{200} = 3.8 \text{ m}^3/\text{s}$  – Stato Attuale.

L'alveo allo stato attuale non è in grado di contenere la piena duecentennale che si espande in modo particolare in sinistra idraulica, caratterizzata da un'altezza del piano campagna inferiore che in destra. Le velocità della corrente sono mediamente superiori a 1 m/s su tutto il tratto.

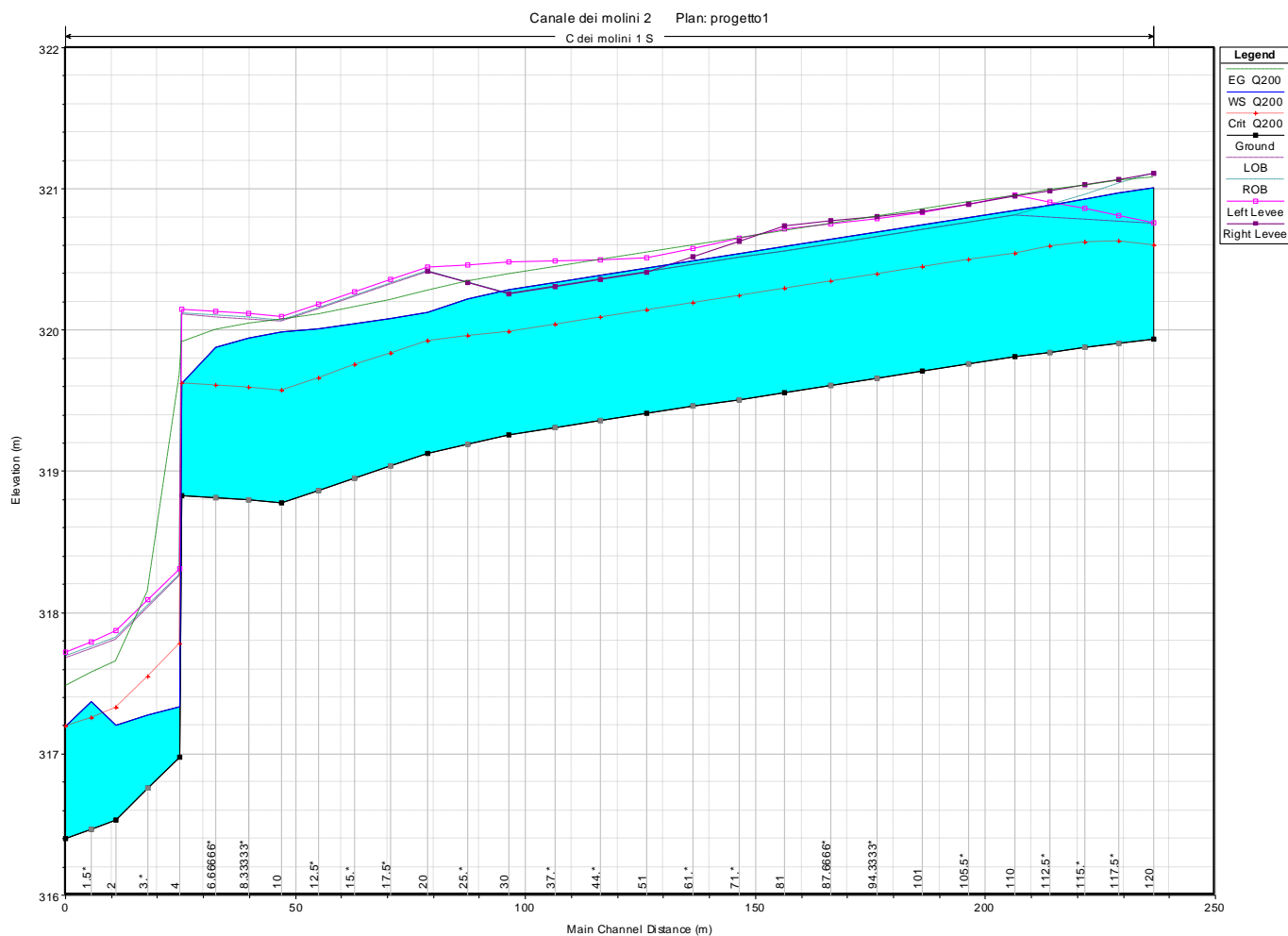


Figura 3.3.3 Profilo della piena duecentennale  $Q_{200} = 3.8 \text{ m}^3/\text{s}$  – Stato di Progetto.

La piena duecentennale allo stato di progetto transita all'interno dell'alveo in tutto il tratto oggetto di intervento senza interessare le pile del viadotto.

I risultati dei calcoli sono sinteticamente riportati nelle figure 3.3.3 e 3.3.4. ed in dettaglio nell'Allegato F "Risultati delle simulazioni in moto permanente – Stato Attuale" e nell'Allegato G "Risultati delle simulazioni in moto permanente – Stato di Progetto".

### 3.4 Fosso di S. Antonio (Km 3+525)

L'opera in progetto interferisce con il fosso S. Antonio in corrispondenza del viadotto "Molino Vecchio" in corrispondenza della progressiva 3+525.

Nel tratto prossimo alla SR 418 il fosso ha forma trapezia con base pari a 1 m, larghezza in testa 6 m e altezza del ciglio di sponda pari a 2.5 m, mentre nel tratto di valle, verso la confluenza con il Torrente Marroggia, l'altezza della sezione diminuisce fino a circa 1.5 m, riducendo sensibilmente la sua capacità di deflusso.

La pendenza media del fosso in questo tratto è pari al 2.5%

A monte del tratto di intervento è presente l'attraversamento della SR 418 costituito da un manufatto in c.a di ridotte dimensioni e parzialmente ostruito dai sedimenti.

L'intervento prevede la risagomatura della sezione adeguandola alla portata duecentennale  $Q_{200}=27.6$  mc/s mediante un canale in c.a. con sezione ad U nel tratto compreso fra la sezione 100 e la sezione 60. Per ridurre la pendenza del fosso nel tratto del canale ad U è prevista la realizzazione di n.3 piccoli salti di fondo da 30 cm ciascuno. Il tratto successivo sarà realizzato mediante una sezione trapezia con protezione delle sponde mediante scogliera per una lunghezza di 25 m, per poi essere raccordato alla sezione naturale mediante risagomatura del canale in terra. L'analisi in moto permanente viene effettuata su un tratto di lunghezza complessiva pari a 100 m, compreso fra la sezione n° 1 e la sezione n° 100.

Viene assunta una scabrezza di manning pari a  $0.015$  m<sup>1/3</sup>/s<sup>-1</sup> per il canale in c.a.,  $0.035$  m<sup>1/3</sup>/s<sup>-1</sup> per l'alveo naturale e per la scogliera, e pari a  $0.045$  m<sup>1/3</sup>/s<sup>-1</sup> per le aree circostanti. Come condizioni al contorno viene assunta l'altezza di moto uniforme a monte e valle.

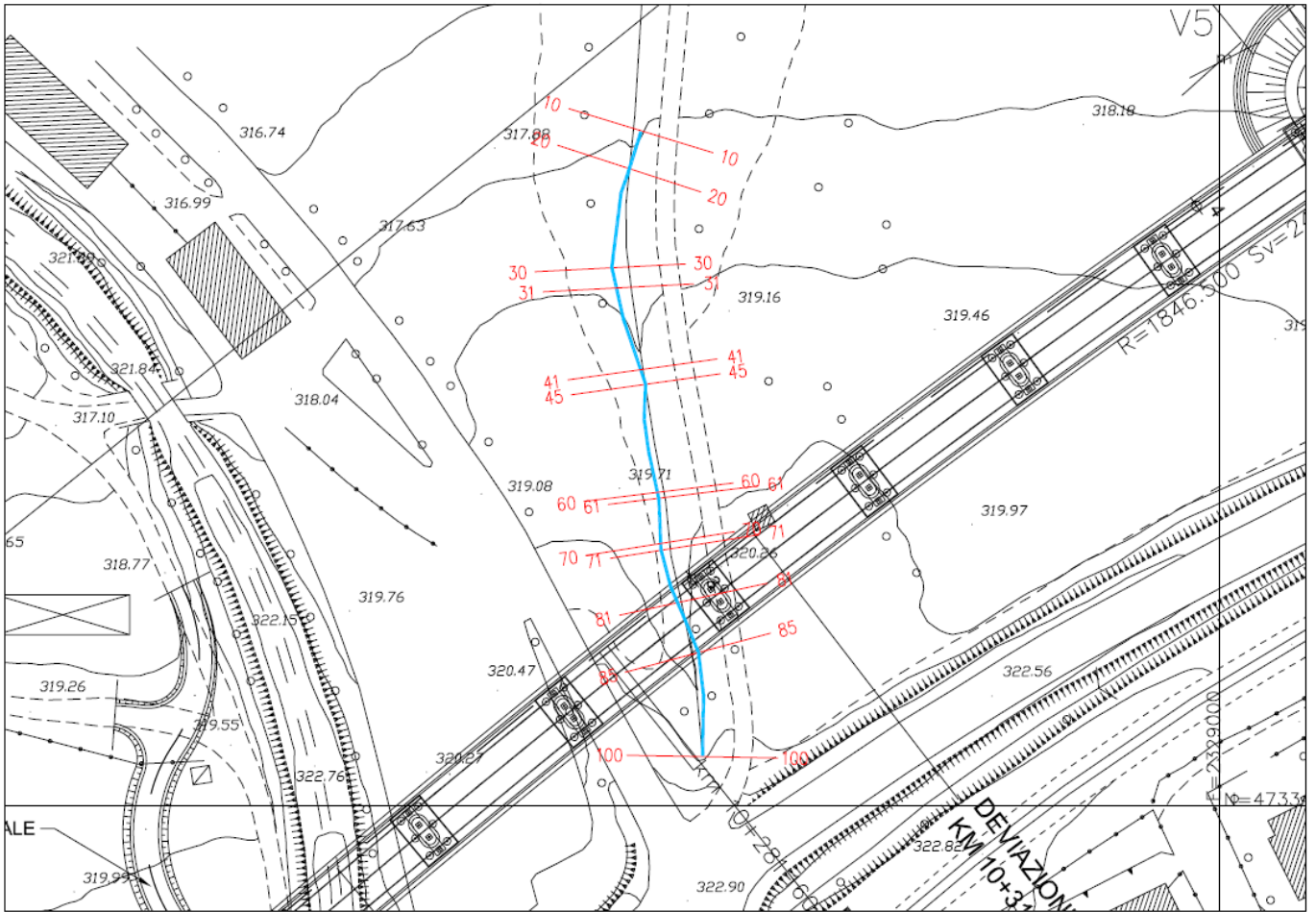


Figura 3.4.1 Planimetria dell'intervento e sezioni trasversali d'alveo.



Allo Stato Attuale la portata duecentennale  $Q_{200} = 27.6 \text{ m}^3/\text{s}$  transita in regime di corrente veloce per quasi tutto il tratto di studio. L'attuale sezione non è adeguata a contenere la piena di progetto che si espande in destra ed in sinistra idraulica.

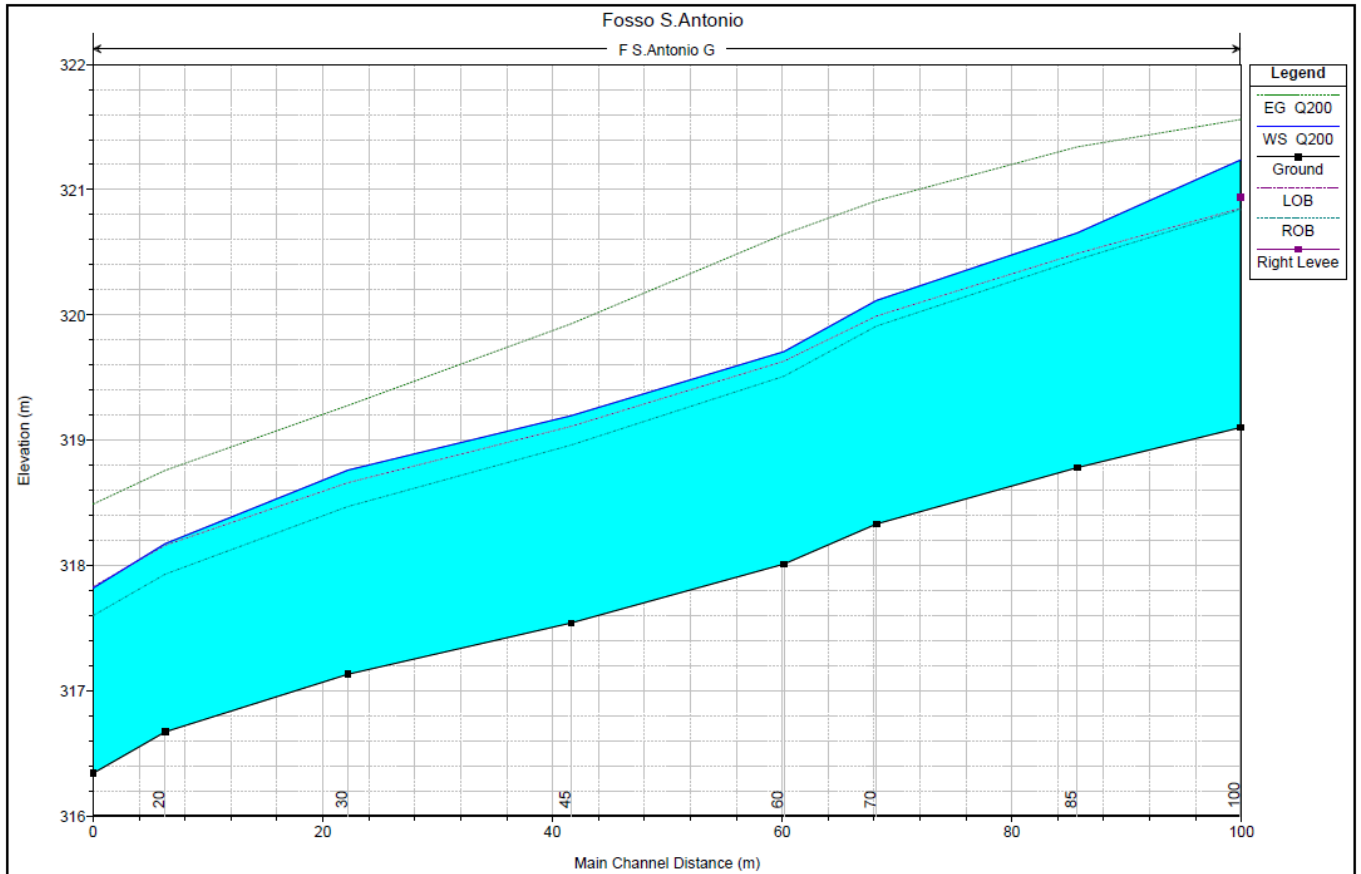


Figura 3.4.2 Profilo della piena duecentennale  $Q_{200} = 27.6 \text{ m}^3/\text{s}$  – Stato Attuale.

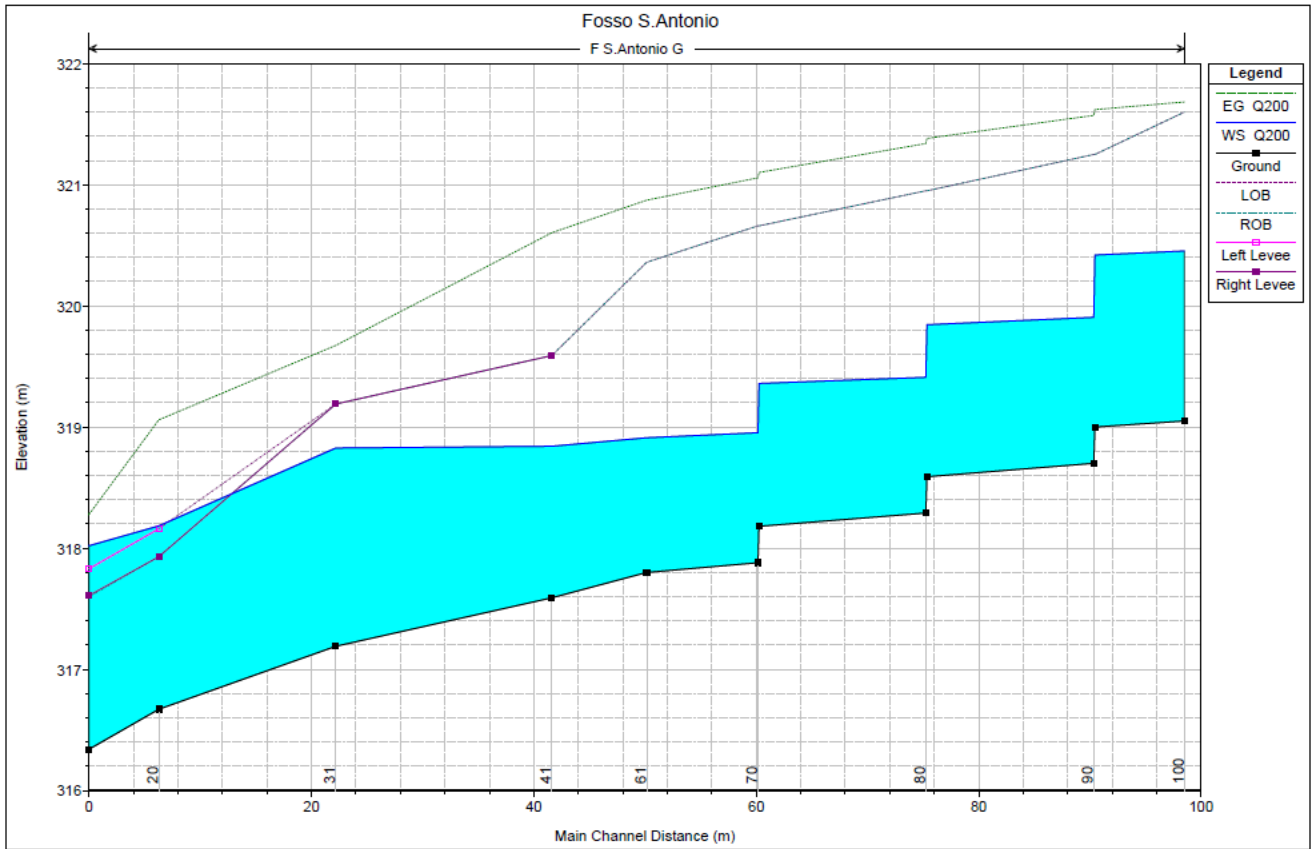


Figura 3.4.3 Profilo della piena duecentennale  $Q_{200} = 27.6 \text{ m}^3/\text{s}$  – Stato di Progetto.

Allo stato di progetto l'alveo riesce a contenere la piena duecentennale per il tutto il tratto oggetto della sistemazione idraulica.

I risultati dei calcoli sono sinteticamente riportati nelle figure 3.4.2 e 3.4.3. ed in dettaglio nell'Allegato H "Risultati delle simulazioni in moto permanente – Stato Attuale" e nell'Allegato I "Risultati delle simulazioni in moto permanente – Stato di Progetto".

#### 4 VERIFICA IDRAULICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI MINORI

Per quanto riguarda le opere attraversamento minori il criterio utilizzato per il posizionamento e dimensionamento dei tombini è principalmente quello di dare continuità a tutta la rete idrografica naturale e di scolo superficiale, evitando di concentrare i deflussi e conservando, per quanto possibile, l'originaria disposizione del reticolo minore. In questo modo si intende evitare che l'opera arrechi modifiche al regime dei corsi d'acqua tali da creare un aumento del rischio idraulico nelle aree di monte o di valle ed allo stesso tempo difendere le opere stradali dall'azione erosiva delle acque. L'esatta ubicazione delle opere è riportata nelle planimetrie di progetto.

Gli attraversamenti avranno diametro minimo di 1.5 m ad esclusione dei tratti in cui l'altezza del rilevato non consente l'utilizzo di certi diametri, oppure nei tratti in cui la superficie scolante è rappresentata dalla piattaforma stradale e dalle scarpate del rilevato.

Il tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento dei tali opere è pari a 200 anni.

Il calcolo delle portate per il dimensionamento dei tombini è stato effettuato nella Relazione Idrologica a cui si rimanda per eventuali approfondimenti. I valori ottenuti sono di seguito sinteticamente riportati.

Tabella 4.1. Dati idrologici di riferimento per i tombini.

progr. Iniziale (Km)	L (m)	Cd	Sezione	Area (mq)	j (15,200) (mm/ora)	Q <sub>200</sub> (l/s)
0+566	20	0.4	DN1500	14000	170.80	266
2+850	30	0.4	DN1500	22000	170.80	418
3+950	40	0.4	DN800	18000	170.80	342
4+025	30	0.4	DN800	20000	170.80	380

I tombini saranno realizzati in cls con pendenza minima del fondo pari all'1%, provvisti di opere di imbocco e sbocco raccordate alle sezioni naturali, ove necessario, mediante protezione delle sponde con scogliera formata da massi sciolti, tali da ridurre le perdite di carico localizzate e da scongiurare l'instaurarsi di fenomeni di erosione localizzata nei pressi delle opere di attraversamento del corpo stradale.

La verifica del generico tombino viene condotta in regime di moto uniforme in quanto si ritiene che il posizionamento degli attraversamenti lungo il tracciato originario del fosso, e cioè evitando curve, brusche deviazioni e cambiamenti di sezione, permette di mantenere valida l'ipotesi che il regime di moto sia prossimo a quello del moto uniforme.

La verifica viene effettuata utilizzando la formula di Chèzy, con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, assumendo per il calcestruzzo un valore di K pari a  $67 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ .

$$Q = A \cdot k \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Nella formula sopra riportata si ha che:

- A è l'area della sezione idrica;
- k è il coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler;
- R è il raggio idraulico della sezione idrica;
- i è la pendenza del fondo;

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei calcoli idraulici di verifica per la portata massima per tempo di ritorno pari a 200 anni ed il valore della portata smaltibile da ciascun tombino nelle condizioni di riempimento pari al 70% ( $Q_{\max}$ ).

Tabella 4.2. Risultati delle verifiche idrauliche.

progr. Iniziale	Q	if	Gr	H	V	$Q_{\max}$
-----------------	---	----	----	---	---	------------

Relazione Idraulica

(Km)	(l/s)	(%)	(%)		(m/s)	(l/s)
0+566	266	1	7%	0.11	2.1	4800
2+850	418	1	10%	0.16	2.3	4800
3+950	342	1	32%	0.26	2.1	900
4+025	380	1	35%	0.28	2.2	900

Dalle verifiche effettuate risulta che tutti i tombini in progetto risultano avere un grado di riempimento largamente inferiore al 70% ed un franco idraulico superiore a 50 cm rispetto alla sommità dell'attraversamento, anche nel caso dei due tombini DN800 che raccolgono le acque della piattaforma e delle scarpate dei rilevati.

## **5 SISTEMAZIONI IDRAULICHE - STIMA DELL'EROSIONE E VERIFICHE DI STABILITA' DEI MATERIALI**

### **5.1 Stima dell'erosione in corrispondenza dei ponti**

La stima dell'erosione verrà effettuata in corrispondenza delle principali opere d'arte per l'attraversamento dei corsi d'acqua. In particolare le verifiche saranno effettuate per per il Torrente Marroggia in corrispondenza del viadotto "Marroggia I" alla progr. Km 1+354.

I fenomeni d'erosione dovuti alla costruzione di manufatti idraulici come i ponti hanno diverse componenti:

- Erosione generalizzata su tutto il fondo, a causa del restringimento della sezione;
- Erosione localizzata ai piedi delle pile, generata dai vortici indotti dalle pile;
- Erosione localizzata in corrispondenza delle spalle, dovuta alla vorticosità locale.

### Erosione generalizzata

L'erosione generalizzata del letto del fiume è un fenomeno dipendente dal regime della corrente e dalla natura del materiale di fondo. In presenza di un ponte, molti fattori contribuiscono alla formazione del fenomeno di erosione, come ad esempio la contrazione del flusso in prossimità della sezione di attraversamento, con il passaggio totale o parziale del flusso delle golene nell'alveo principale, oppure l'ostruzione delle pile di parte del flusso.

Ci sono due differenti forme di erosione generalizzata, dipendenti dal trasporto di materiale presente nel tratto a monte della sezione di attraversamento. Nel caso in cui ci sia trasporto solido nel tratto a monte del ponte, si parla di "Live-Bed Contraction Scour", se il trasporto di materiale è trascurabile si ha "Clear-Water Contraction Scour".

Per stabilire in che condizione ci si trovi, l'HEC-RAS calcola la velocità critica  $V_c$  di trasporto del materiale del letto e la confronta con la velocità  $V$  del flusso nella sezione a monte del ponte dove il flusso non è disturbato dalla presenza del ponte. Se  $V_c > V$ , allora si considera il caso "Live-Bed Contraction Scour", altrimenti si ricade nel caso "Clear-Water Contraction Scour". La velocità critica  $V_c$  viene calcolata con l'espressione di Laursen:

$$V_c = K_u y_1^{1/6} D_{50}^{1/3}$$

dove

- $V_c$  = velocità critica al di sopra della quale il materiale di dimensione uguale o inferiore a  $D_{50}$  va in trasporto (m/s)
- $y_1$  = profondità media del flusso (m)
- $D_{50}$  = diametro medio del materiale di fondo
- $K_u = 6.19$

Nel caso "Live Bed Contraction Scour", l'espressione utilizzata per il calcolo dell'erosione è la formula di Laursen

$$y_2 = y_1 \left( \frac{Q_2}{Q_1} \right)^{6/7} \left( \frac{W_2}{W_1} \right)^{K_1}$$

$$y_s = y_2 - y_0$$

dove:

- $y_s$  = profondità media dell'erosione (m)
- $y_2$  = profondità del canale dopo l'erosione nella sezione contratta (m)
- $y_1$  = profondità media del canale nella sezione a monte (m)
- $y_0$  = profondità iniziale del canale nella sezione contratta (m)
- $Q_1$  = portata nella sezione di monte ( $m^3/s$ )
- $Q_2$  = portata nella sezione contratta ( $m^3/s$ )
- $W_1$  = larghezza del fondo nella sezione di monte (m)
- $W_2$  = larghezza del fondo nella sezione contratta meno la larghezza delle pile (m)
- $K_1$  = esponente dipendente dal tipo di trasporto di materiale

I valori dell'esponente  $K_1$

$V^*/\omega$	$K_1$	Tipo di trasporto di materiale
$< 0.5$	0.59	Principalmente trasporto di fondo
$0.5 \div 2.0$	0.64	Presenza di sospensione
$> 2.0$	0.69	Principalmente in sospensione

dove:

- $V^* = (gy_1S_1)^{1/2}$  velocità di taglio nella sezione di monte (m/s)
- $\omega$  = velocità di caduta del materiale del letto con  $D_{50}$  (m/s)
- $g = 9.81$  accelerazione di gravità ( $m/s^2$ )
- $S_1$  = pendenza della linea dell'energia

Nel caso "Clear Water Contraction Scour" si utilizza l'espressione di Laursen

$$y_2 = \left( \frac{Q_2^2}{CD_m^{2/3}W_2^2} \right)^{3/7}$$

$$y_s = y_2 - y_0$$

dove:

- $y_s$  = profondità media dell'erosione (m);
- $y_2$  = profondità del canale dopo l'erosione nella sezione contratta (m);
- $y_0$  = profondità iniziale del canale nella sezione contratta (m);



- $Q_2$  = portata nella sezione contratta ( $m^3/s$ );
- $W_2$  = larghezza del fondo nella sezione contratta meno la larghezza delle pile (m);
- $D_m$  = diametro della particella non trasportabile più piccola ( $1.25 D_{50}$ ) nella sezione contratta (m);
- $D_{50}$  = diametro medio del materiale di fondo;
- $C = 40$

#### *Erosione localizzata in corrispondenza delle pile*

L'erosione localizzata in corrispondenza delle pile è causata dall'accelerazione del flusso intorno alla pila e alla formazione di vortici. I vortici rimuovono materiale dalla base della pila, creando un buco. Al crescere della profondità dell'erosione, diminuisce la velocità del vortice e quindi la rimozione di materiale. Quando si raggiunge l'equilibrio tra il materiale depositato e il materiale scalzato, l'erosione cessa.

I fattori che influenzano la profondità dell'erosione sono:

- la velocità del flusso a monte della pila, la profondità del flusso;
- la larghezza della pila;
- la forma della pila.
- la lunghezza della pila quando non è ortogonale alla corrente;
- le dimensioni del materiale del letto,

Hec – Ras permette di calcolare l'erosione con la formula Colorado State University (CSU) o con la formula di Froehlich.

L'equazione CSU ha la forma

$$y_s = 2.0K_1K_2K_3K_4a^{0.65}y_1^{0.35}Fr_1^{0.43}$$

dove:

- $y_s$  = profondità dell'erosione (m)
- $K_1$  = fattore di correzione per la forma dell'estremità della pila
- $K_2$  = fattore di correzione per l'angolo d'attacco del flusso

- $K_3$  = fattore di correzione per le forme di fondo
- $K_4$  = fattore di correzione per il materiale di fondo
- $a$  = larghezza della pila (m)
- $y_1$  = profondità del flusso a monte della pila (m)
- $Fr_1$  = Numero di Froude a monte della pila

I valori dei coefficienti correttivi sono automaticamente calcolati dal programma una volta disegnato il ponte.

L'equazione di Froehlich è:

$$y_s = 0.32\phi(a')^{0.62} y_1^{0.47} Fr_1^{0.22} D_{50}^{-0.09} + a$$

dove:

- $\phi$  = fattore di correzione per la forma dell'estremità della pila
- $a'$  = larghezza della pila proiettata nella direzione del flusso

#### *Erosione localizzata in corrispondenza delle spalle*

L'erosione localizzata in corrispondenza delle spalle si verifica quando una spalla ostruisce il flusso. Si forma in tal caso un vortice orizzontale che comincia all'estremità di monte della spalla e prosegue lungo il piede della spalla, formando un vortice verticale a valle della spalla.

Hec – Ras utilizza due formule per il calcolo dell'erosione localizzata in corrispondenza delle spalle. Nel caso in cui il rapporto tra la lunghezza del rilevato bagnato (L) e la profondità del flusso nella sezione di monte ( $y_1$ ) sia maggiore di 25, viene utilizzata l'equazione HIRE, altrimenti si utilizza l'equazione di Froehlich

L'equazione HIRE è stata ricavata da una serie di osservazioni di erosione alla fine di speroni nel fiume Mississippi, la sua espressione è:

$$y_s = 4y_1 \left( \frac{K_1}{0.55} \right) K_2 Fr_1^{0.33}$$

dove:

- $y_s$  = profondità dell'erosione (m)

- $y_1$  = profondità del flusso al piede della spalla, misurata alla sezione a monte del ponte (m)
- $K_1$  = fattore di correzione per la forma della spalla
- $K_2$  = fattore di correzione per l'angolo di attacco del flusso
- $Fr_1$  = numero di Froude calcolato con la velocità e la profondità a monte della spalla

L'equazione di Froehlich ha la forma

$$y_s = 2.27K_1K_2(L')^{0.43} y_a^{0.57} Fr^{0.61} + y_a$$

dove :

- $y_s$  = profondità dell'erosione (m)
- $K_1$  = fattore di correzione per la forma della spalla
- $K_2$  = fattore di correzione per l'angolo di attacco
- $L'$  = lunghezza della spalla proiettata nella direzione del flusso (m)
- $y_a$  = profondità media del flusso nella sezione di monte (m)
- $Fr = \frac{V_e}{(gy_a)^2}$  numero di Froude nella sezione di monte del ponte
- $V_e = Q_e/A_e$  velocità media a monte del ponte (m/s)
- $Q_e$  = portata ostruita dalla spalla e dal rilevato nella sezione di monte (m<sup>3</sup>/s)
- $A_e$  = Area della sezione di monte ostruita dalla spalla e dal rilevato (m<sup>2</sup>)

*Risultati del calcolo*

Di seguito sono presentati i risultati dell'applicazione del modello Hec – Ras al Torrente Marroggia in corrispondenza del viadotto "Marroggia I".

## Torrente Marroggia

Erosione Generalizzata

Golena Dx 0.24 m

Erosione localizzata

Golena Dx 0.94 m

Erosione Totale

Golena Dx 1.18 m

## 5.2 Verifica di stabilità dei materiali

Il progetto degli attraversamenti dei corsi d'acqua prevedono in vari punti delle sistemazioni idrauliche in scogliera per la protezione delle sponde.

Le due scogliere in massi ciclopici accompagneranno l'andamento naturale delle sponde, e saranno intasati con terreno vegetale e rinverditi mediante piantumazione di essenze arbustive autoctone. Il singolo elemento lapideo sulla sponda è sollecitato, oltre che dal peso proprio immerso ( $G$ ), dall'azione idrodinamica della corrente: una spinta  $F_1$  nel senso del moto ed una spinta  $F_2$  verso l'alto dovuta alla portanza. Indicato con  $\Phi$  l'angolo d'attrito, ritenuta trascurabile la  $F_2$  (portanza) per la sua esiguità, la condizione di moto incipiente è data dalla relazione:

$$G \cdot \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi = \sqrt{(G \cdot \sin \alpha)^2 + F_1^2}$$

Dove:

$$G \cdot \sin \alpha = (\gamma_s - \gamma) \cdot d^3 \cdot \sin \alpha \quad \text{è la componente tangenziale al peso proprio;}$$

$$F_1 = C_D \cdot d^2 \cdot \gamma \cdot \frac{v^2}{2g} \quad \text{è l'azione di trascinamento;}$$

$$R = G \cdot \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi = (\gamma_s - \gamma) \cdot d^3 \cdot \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad \text{è la resistenza d'attrito;}$$

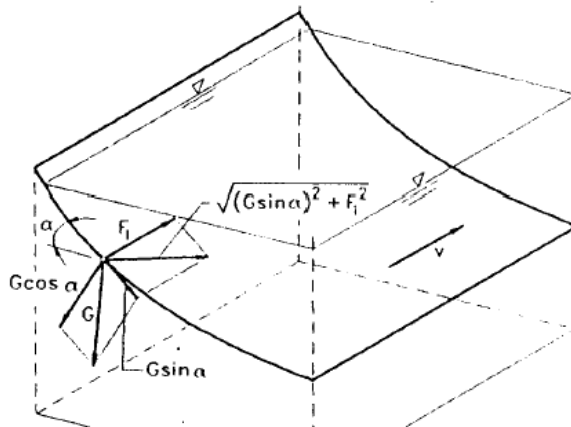


Fig. 9.1 – Forze agenti su un elemento lapideo sulla sponda.

Relazione Idraulica

Assumendo per l'angolo di inclinazione delle sponde il valore  $\alpha = 30^\circ$ , per il peso specifico del materiale  $\gamma_s = 2600 \text{ kg/mc}$ , ponendo l'angolo d'attrito  $\Phi = 40^\circ$  e assegnando il valore  $CD = 0.7$  per il coefficiente di resistenza idrodinamica, si ottiene, rispetto alla condizione di equilibrio riportata sopra, il seguente valore del diametro minimo dell'elemento da utilizzare per il rivestimento delle sponde.

<b>ID SIST</b>	<b>Vmax (m/s)</b>	<b>Dmin (m)</b>	<b>Peso min (kg)</b>	<b>Peso progetto (kg)</b>
Torrente Marroggia	5.7	1.2	2200	3000
Fosso di S. Antonio	5.8	1.2	2250	2400

## 6 BIBLIOGRAFIA

**Autorità di Bacino del F. Tevere (ABT)**, “Piano di assetto Idrogeologico (P.A.I.)” - (2002).

**Chow, V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W.**, Applied Hydrology, McGraw Hill International Edition, 1988.

**Da Deppo L., Datei C.**, “Fognature”, Edizioni Libreria Cortina Padova, 2000.

**Metcalf & Eddy, Inc.**, “Wastewater Engineering”, McGraw Hill International Edition, 2003.

**Lee C.C., Shun Dar Lin**, “Handbook of Environmental Engineering Calculations”, McGraw Hill Professional, 2000.

**ALLEGATO A**  
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**





Figura 1. Torrente Marroggia in corrispondenza del ponte esistente sulla SR 418 (vista verso valle).



Figura 2. Torrente Marroggia in corrispondenza del ponte esistente sulla SR 418 (vista verso monte).



Figura 3. Torrente Marroggia, area in destra idraulico in corrispondenza del viadotto Marroggia I.



Figura 4. Torrente Marroggia, area in destra idraulico in corrispondenza del viadotto Marroggia I.



Figura 5. Torrente Marroggia, area in destra idraulica in corrispondenza del viadotto Marroggia I nel tratto in affiancamento del corso d'acqua.



Figura 6. Destra idraulica del torrente Marroggia in corrispondenza del rilevato alla fine del viadotto Marroggia I.



Figura 7. Destra idraulica del torrente Marroggia in corrispondenza del rilevato alla fine del viadotto Marroggia I.



Figura 8. Canale dei Mulini in corrispondenza del viadotto Mulini.



Figura 9. Canale dei Mulini in corrispondenza del viadotto Mulini.



Figura 10. Canale dei Mulini in corrispondenza del viadotto Mulini.



Figura 11. Canale dei Mulini in corrispondenza del viadotto Mulini.



Figura 12. Fosso di S. Antonio in corrispondenza del viadotto Mulini (vista verso valle).



Figura 13. Fosso di S. Antonio, manufatto di attraversamento della SR 418.



Figura 14. Fosso di S. Antonio in corrispondenza della sez.71 (vista verso valle).

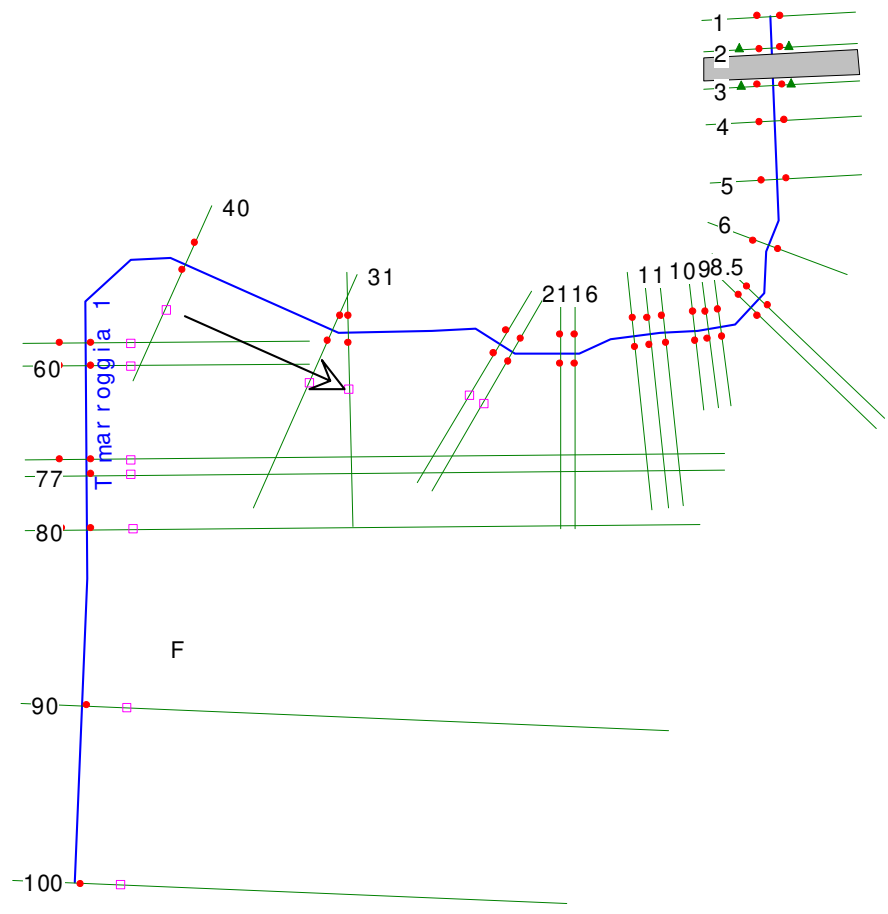


Figura 15. Fosso di S. Antonio in corrispondenza della sez.61 (vista verso valle).



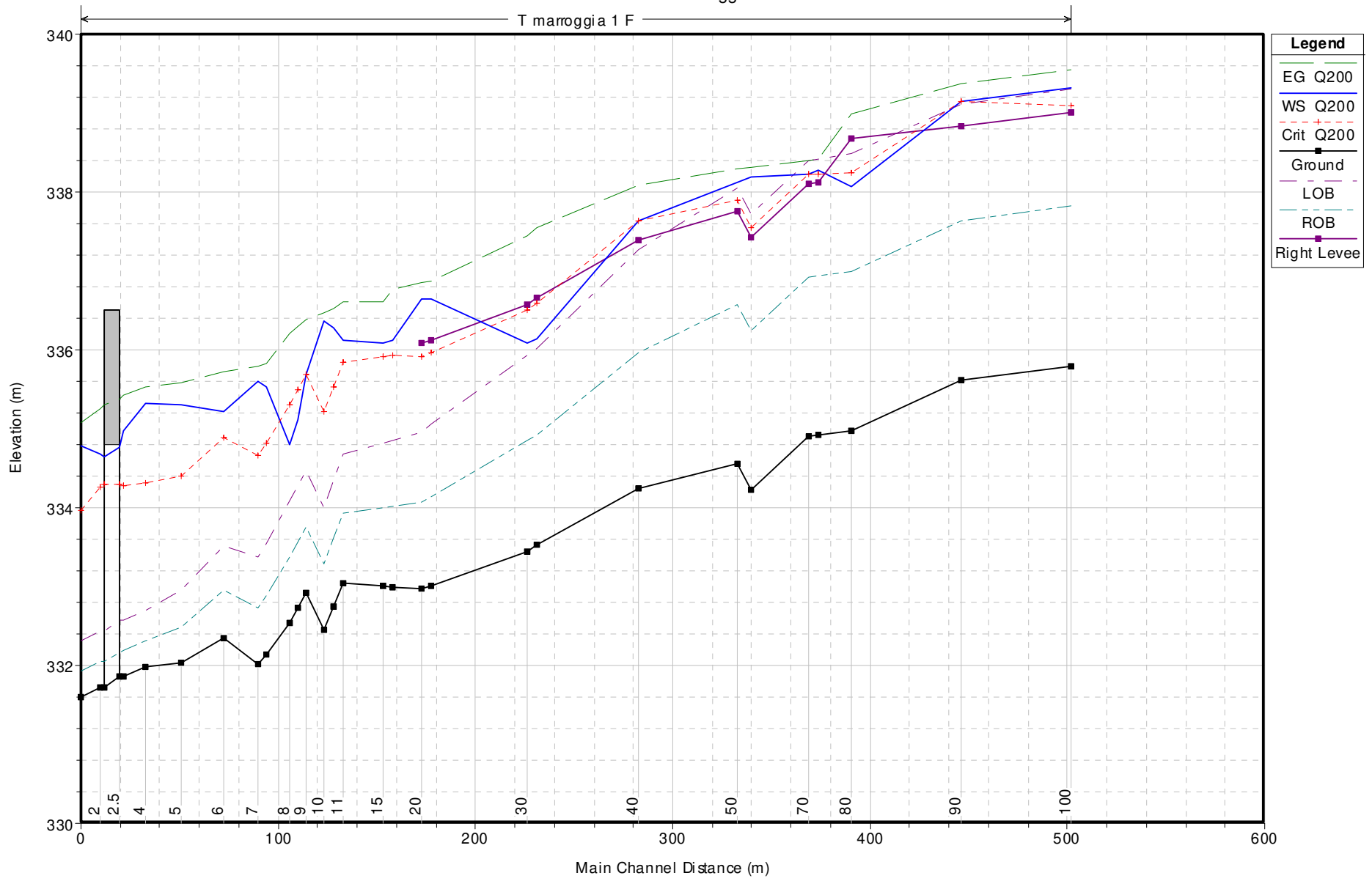
**ALLEGATO B**

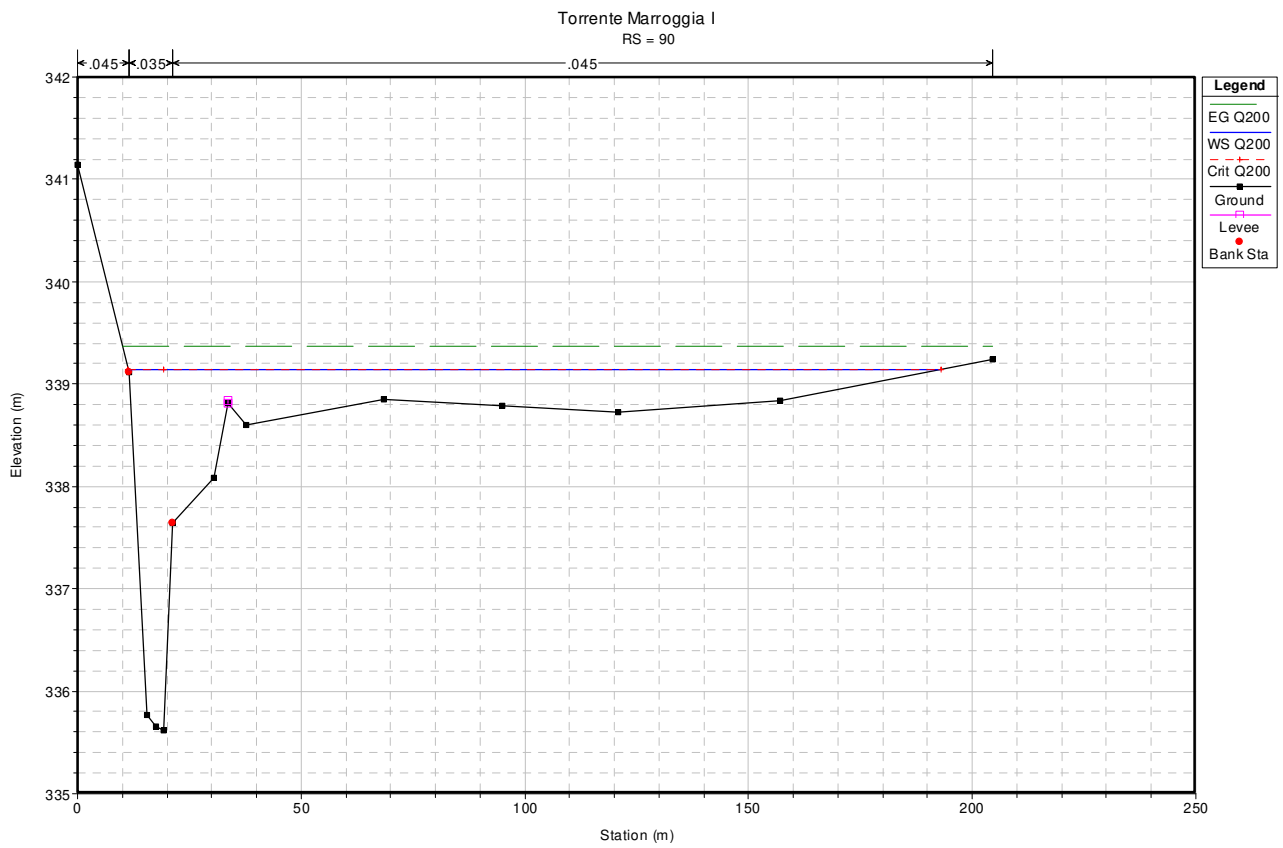
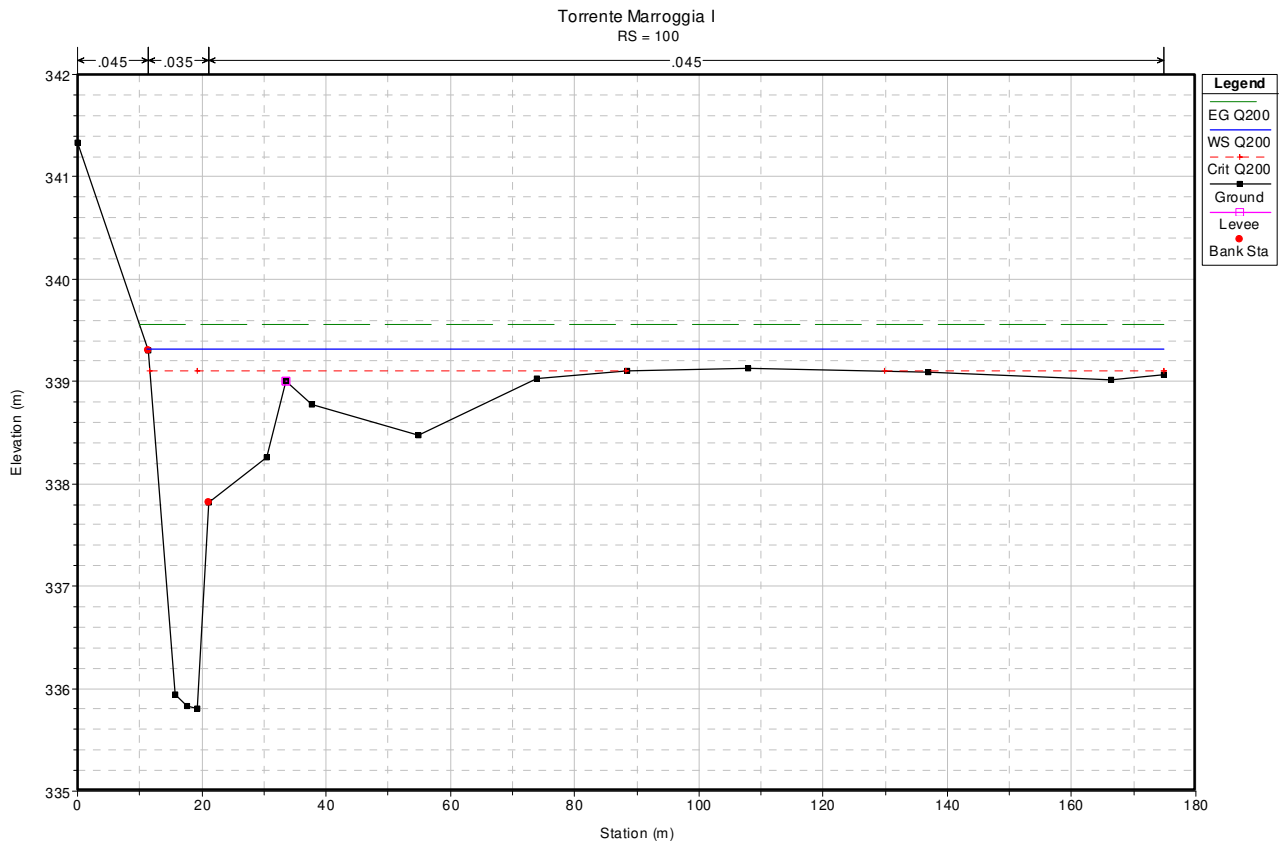
**RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN MOTO PERMANENTE  
TORRENTE MARROGGIA – STATO ATTUALE**

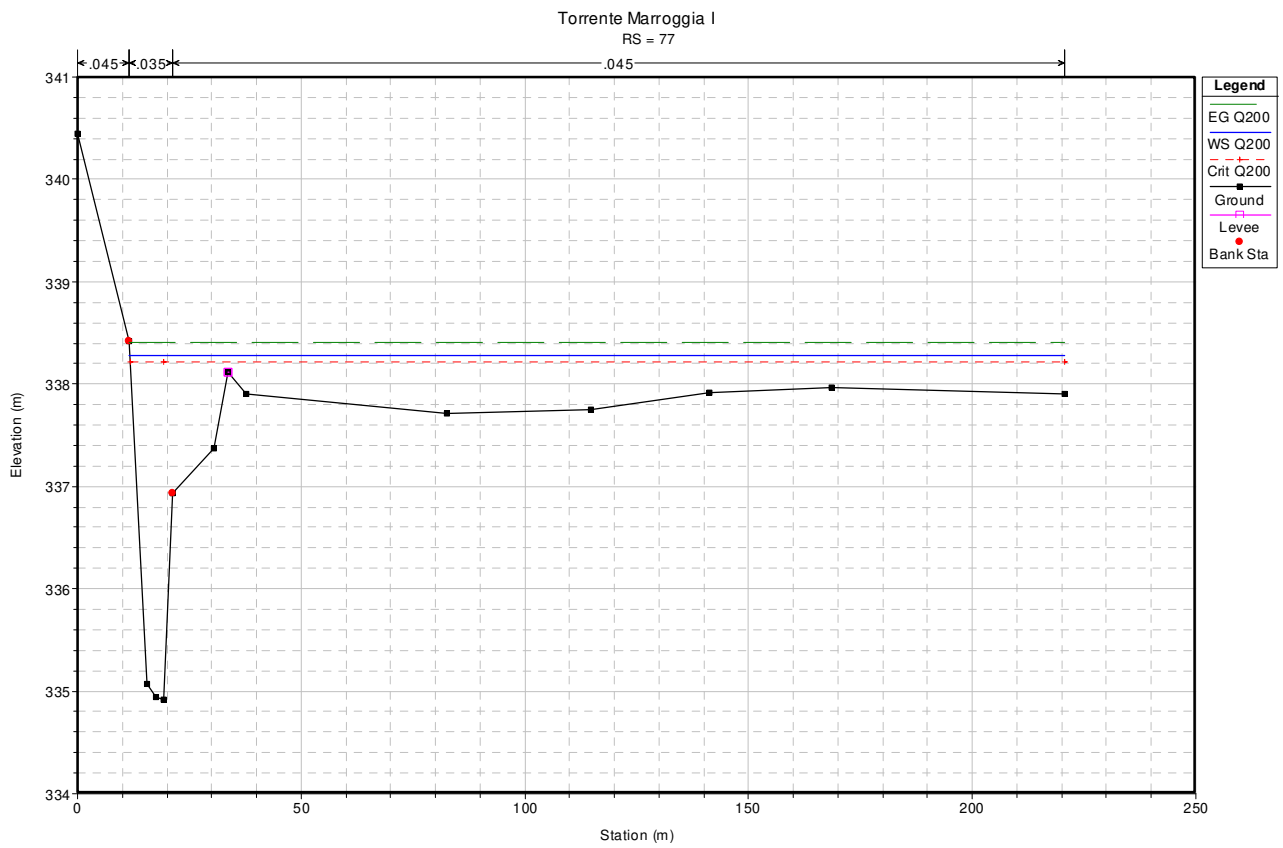
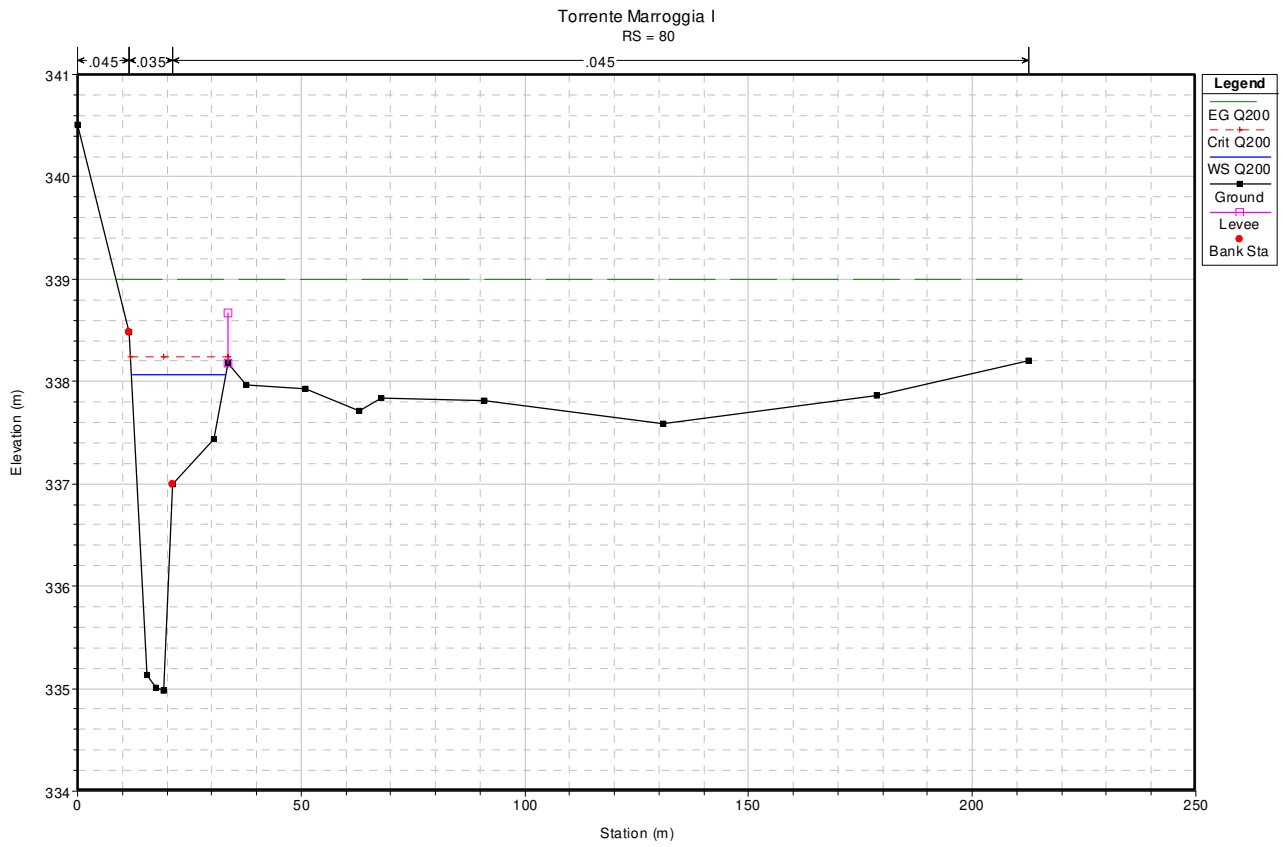


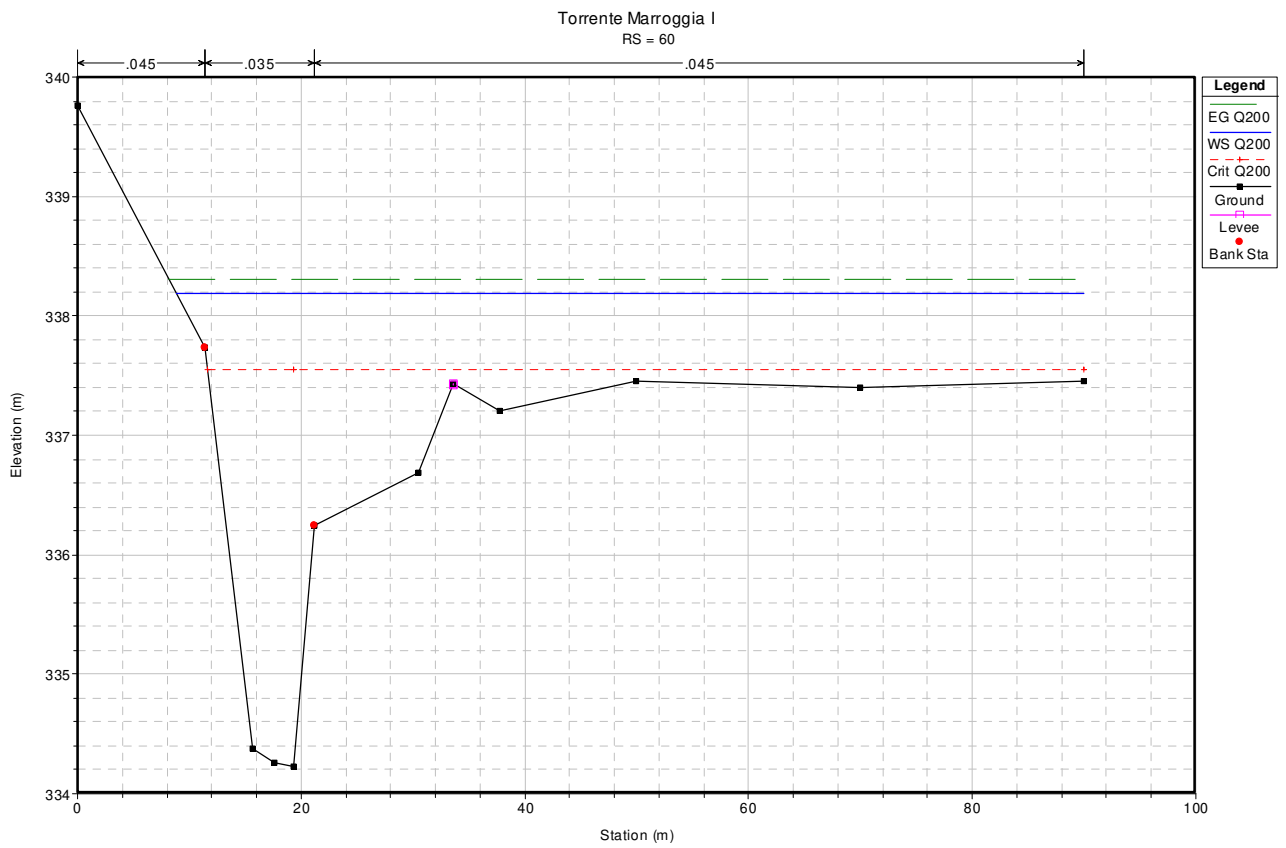
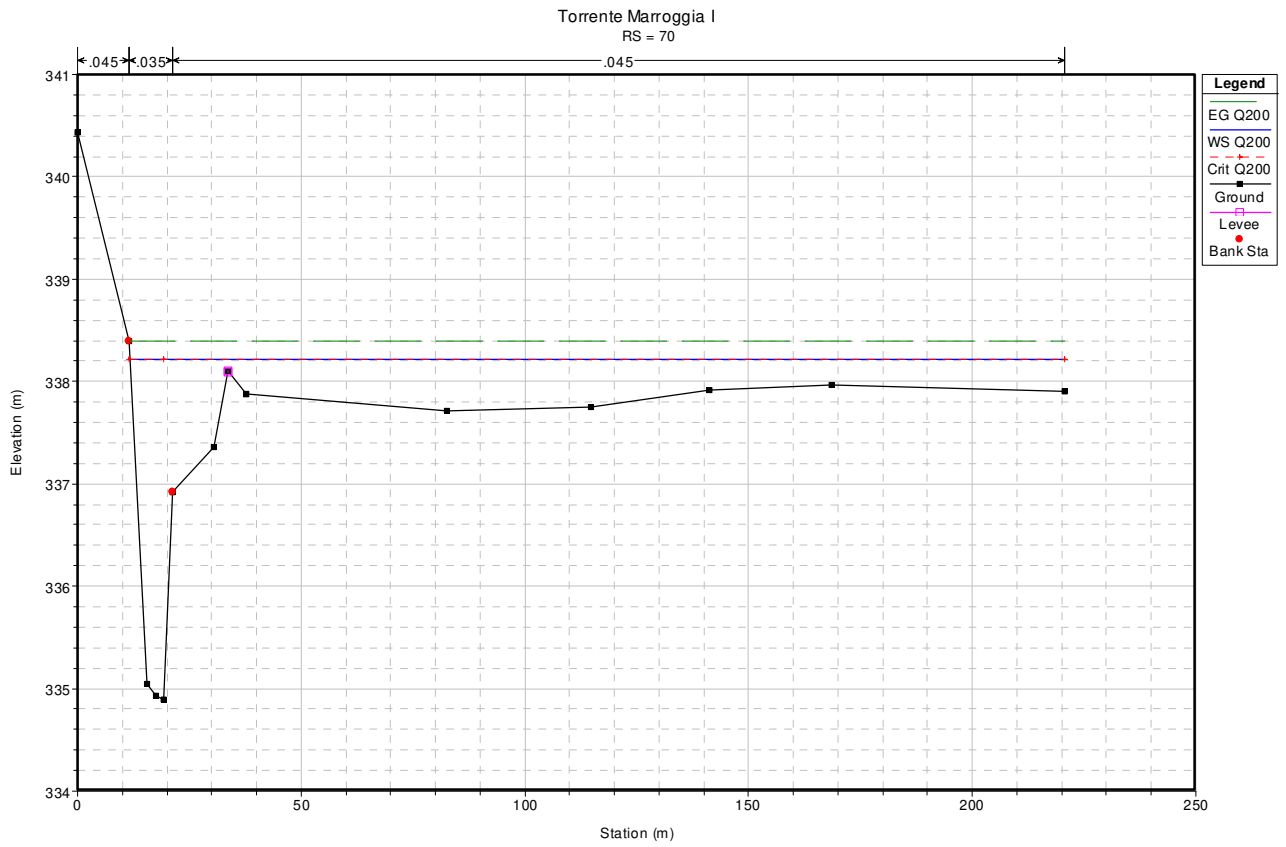
# Torrente Marroggia I

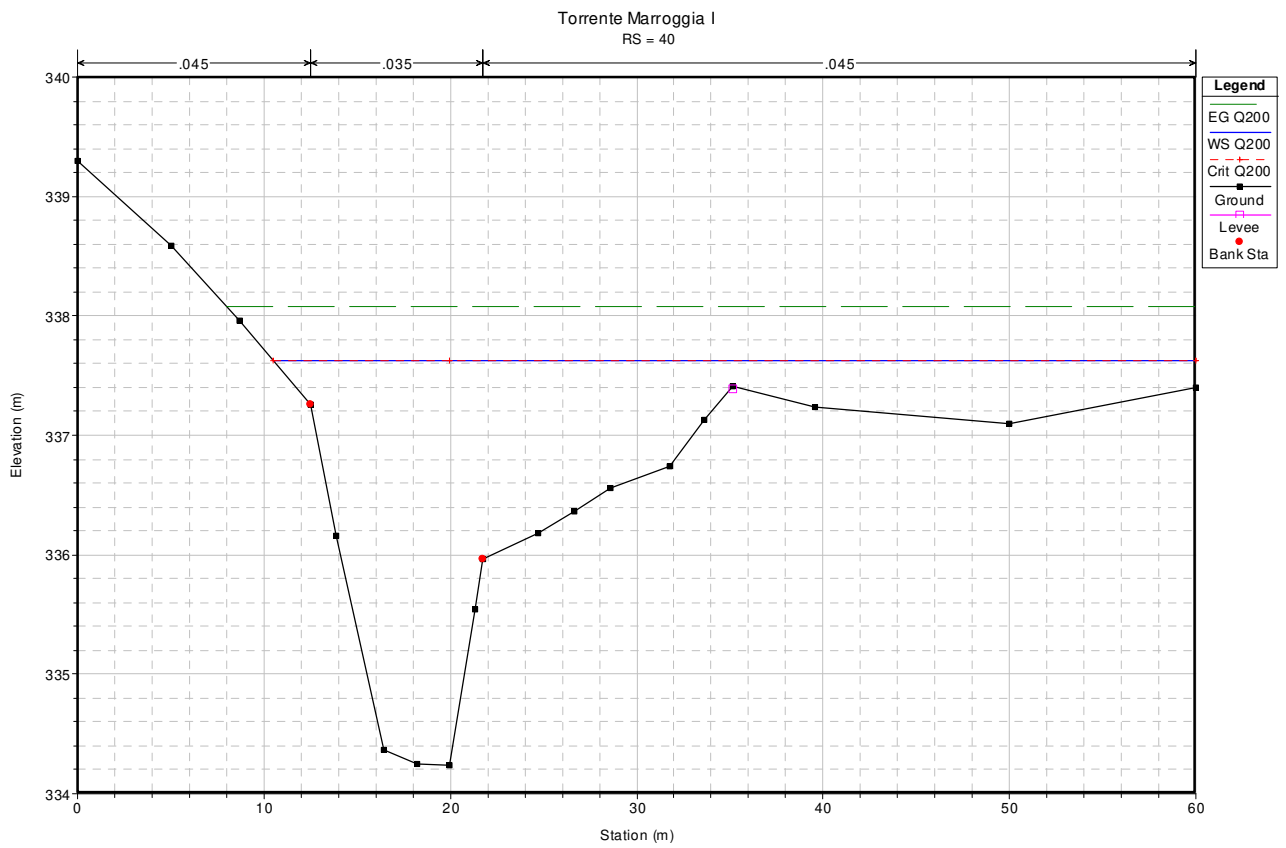
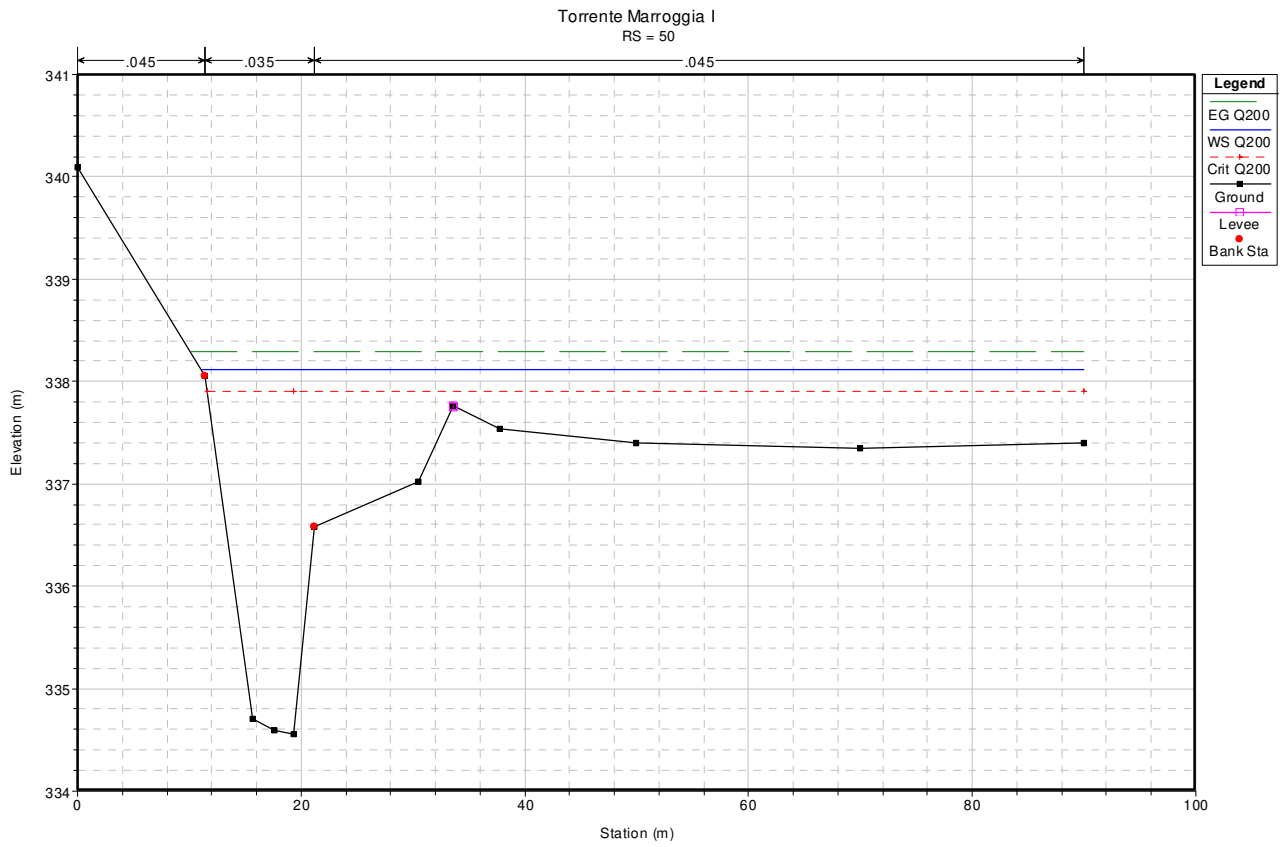
T marroggia 1 F

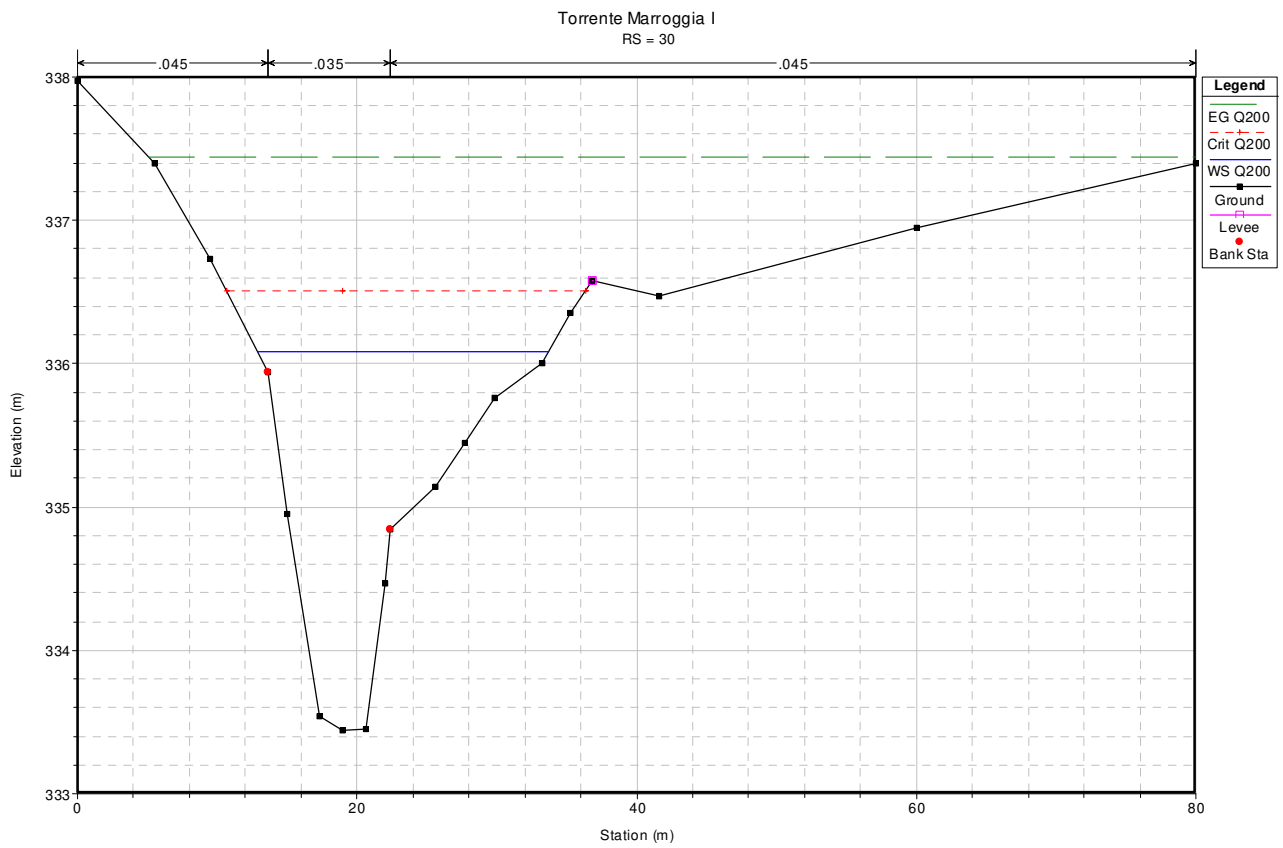
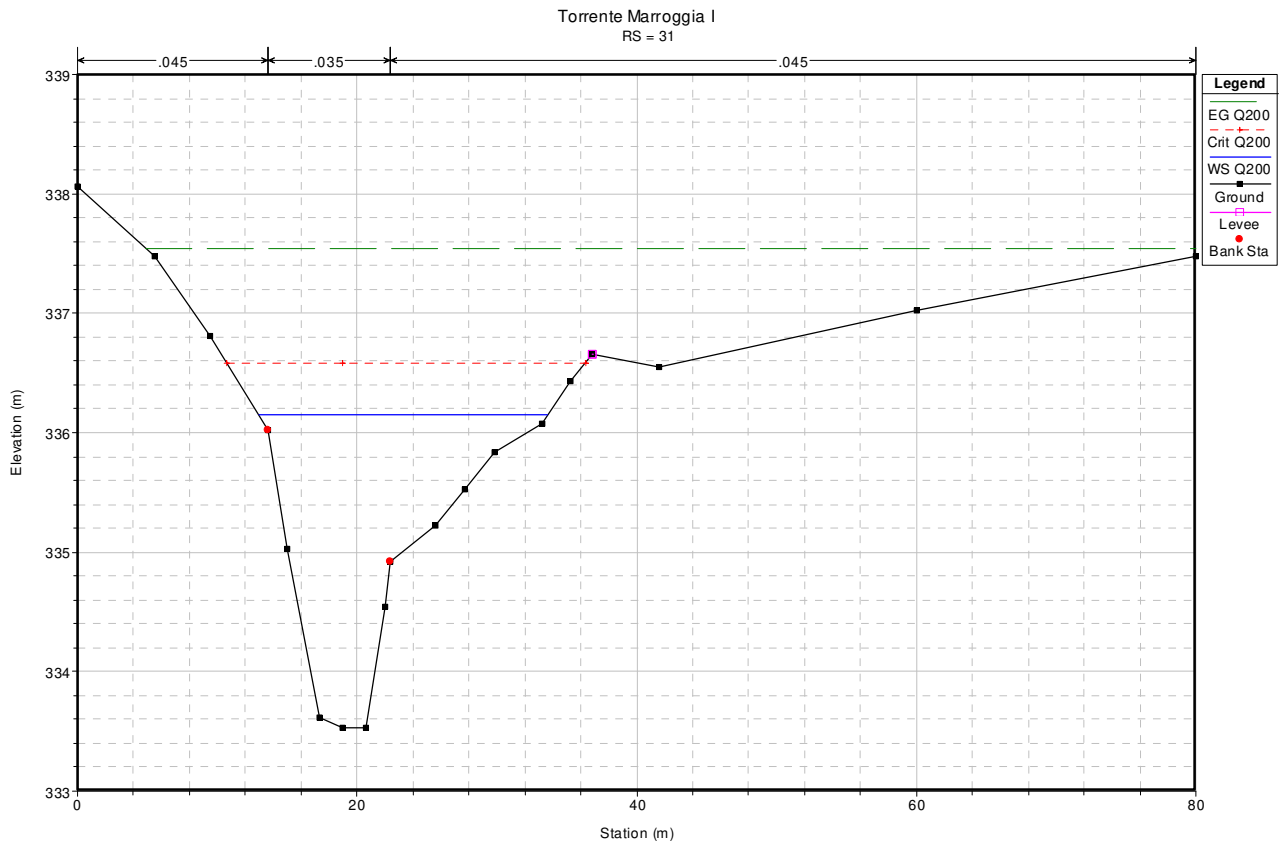




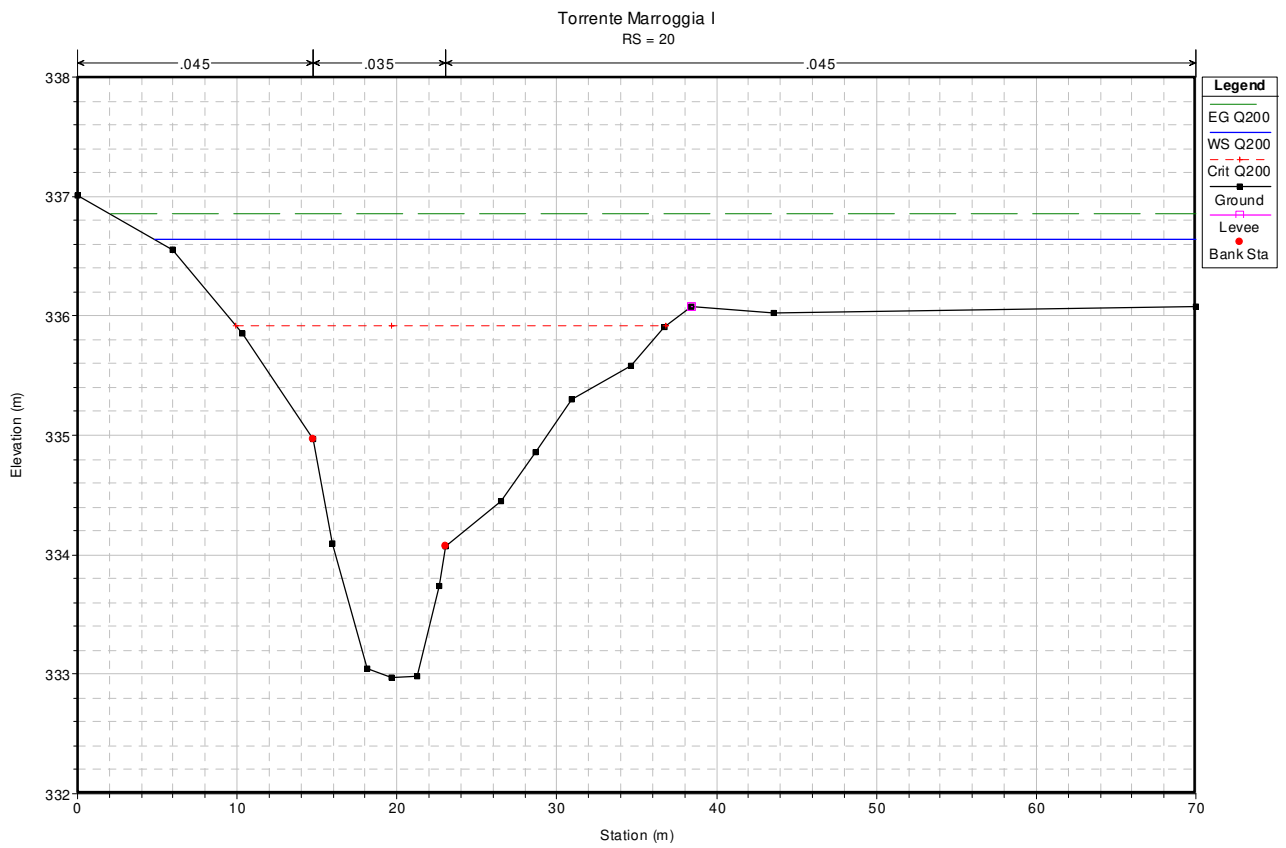
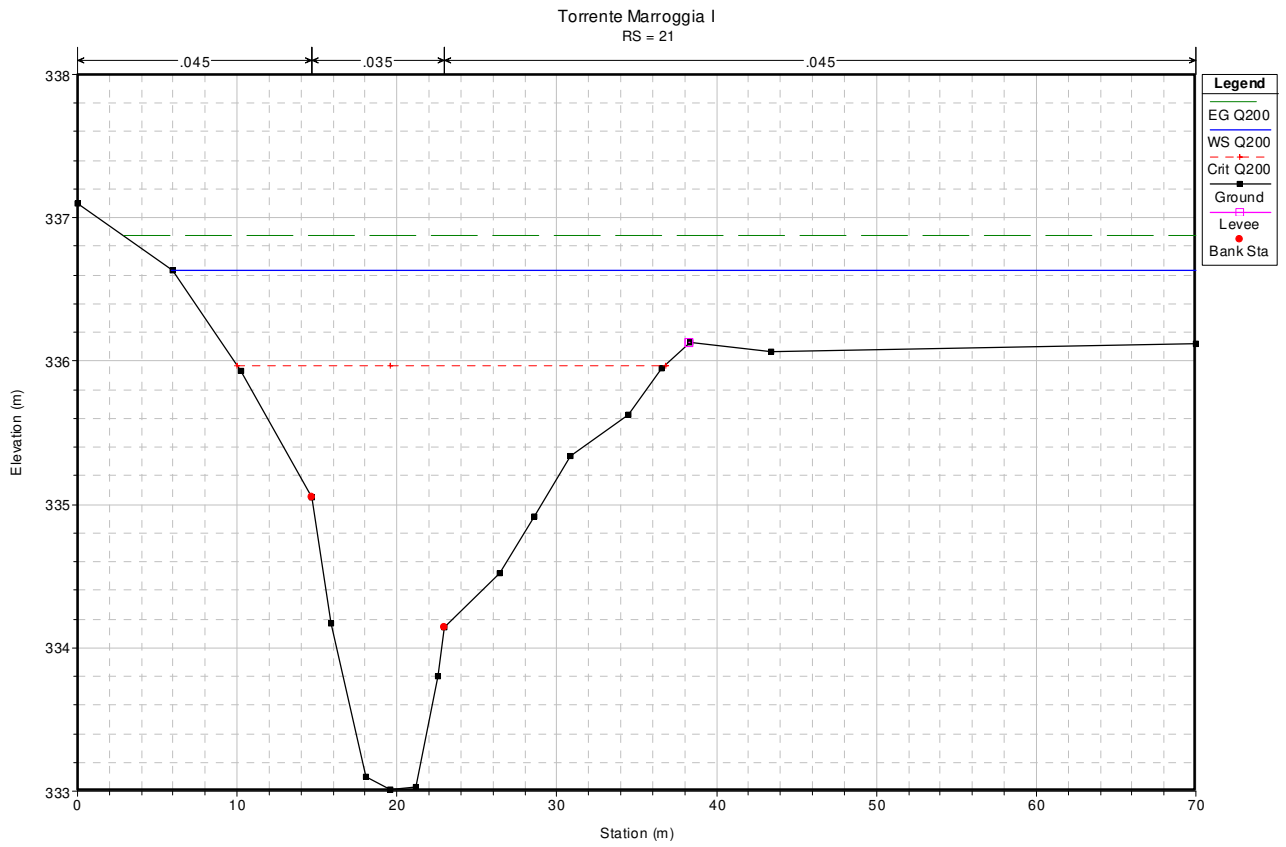


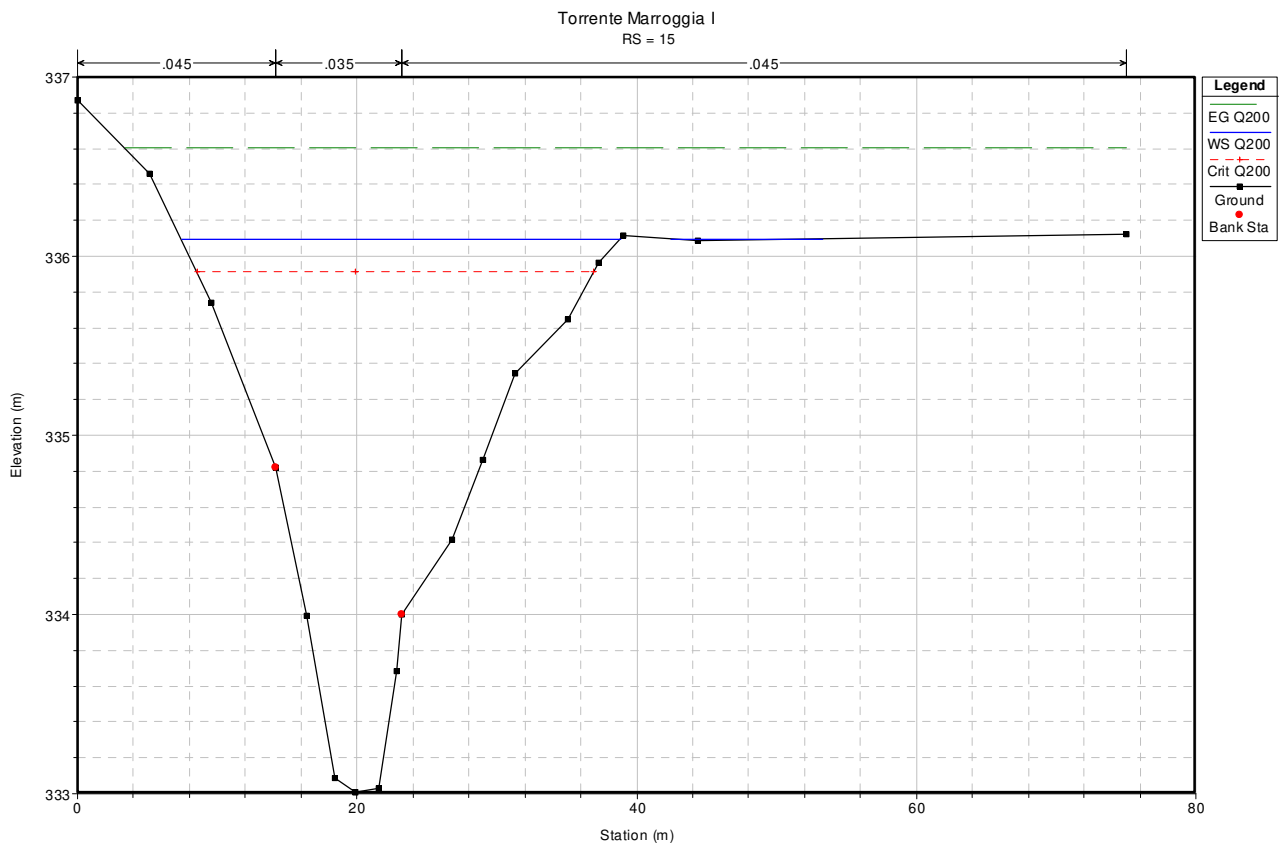
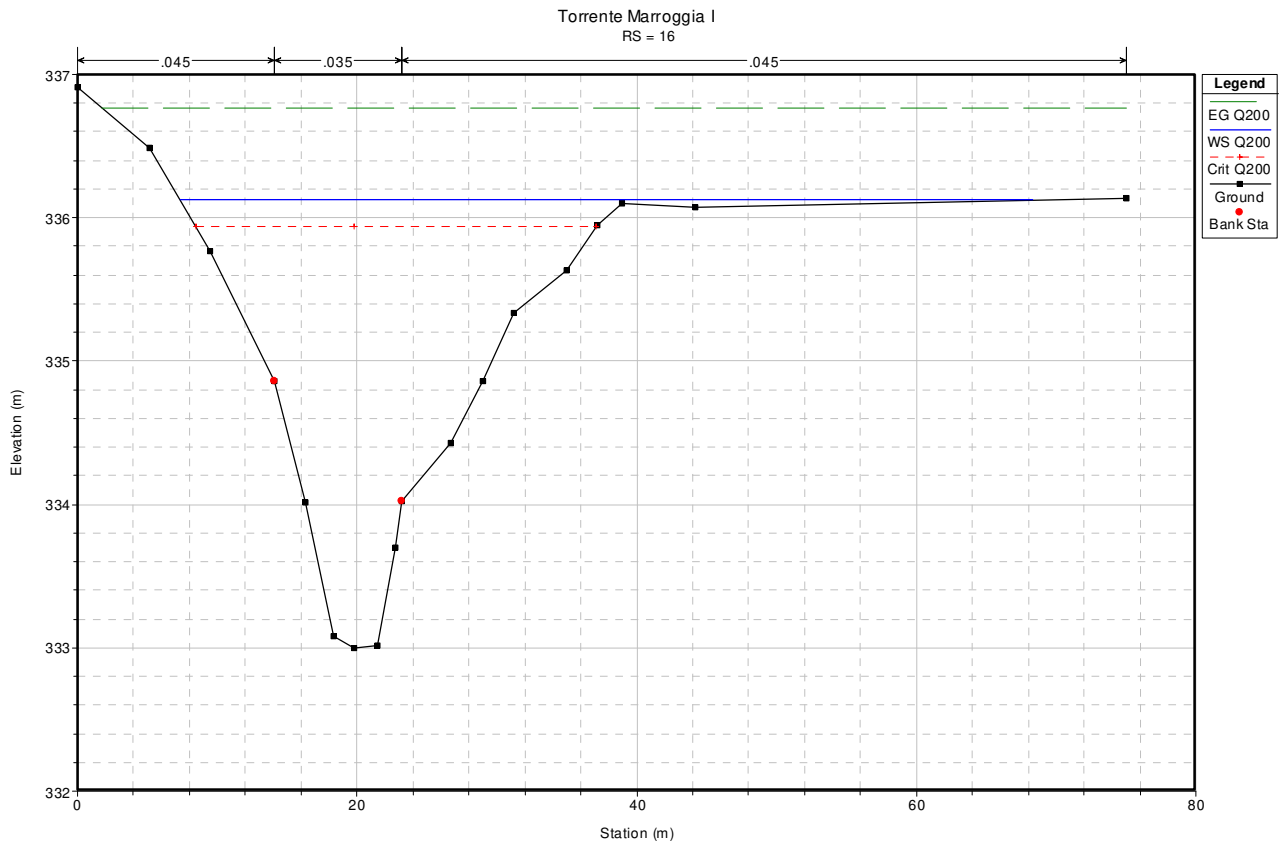


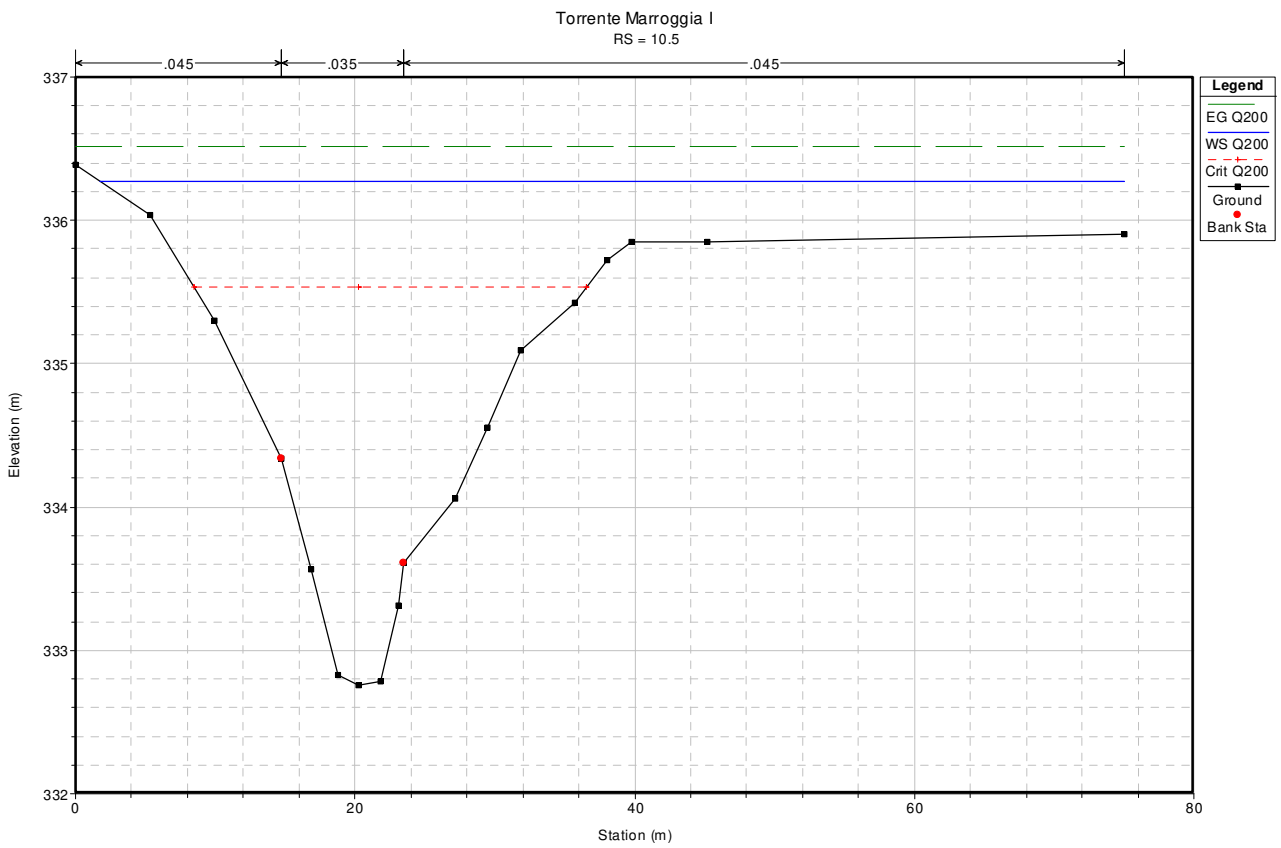
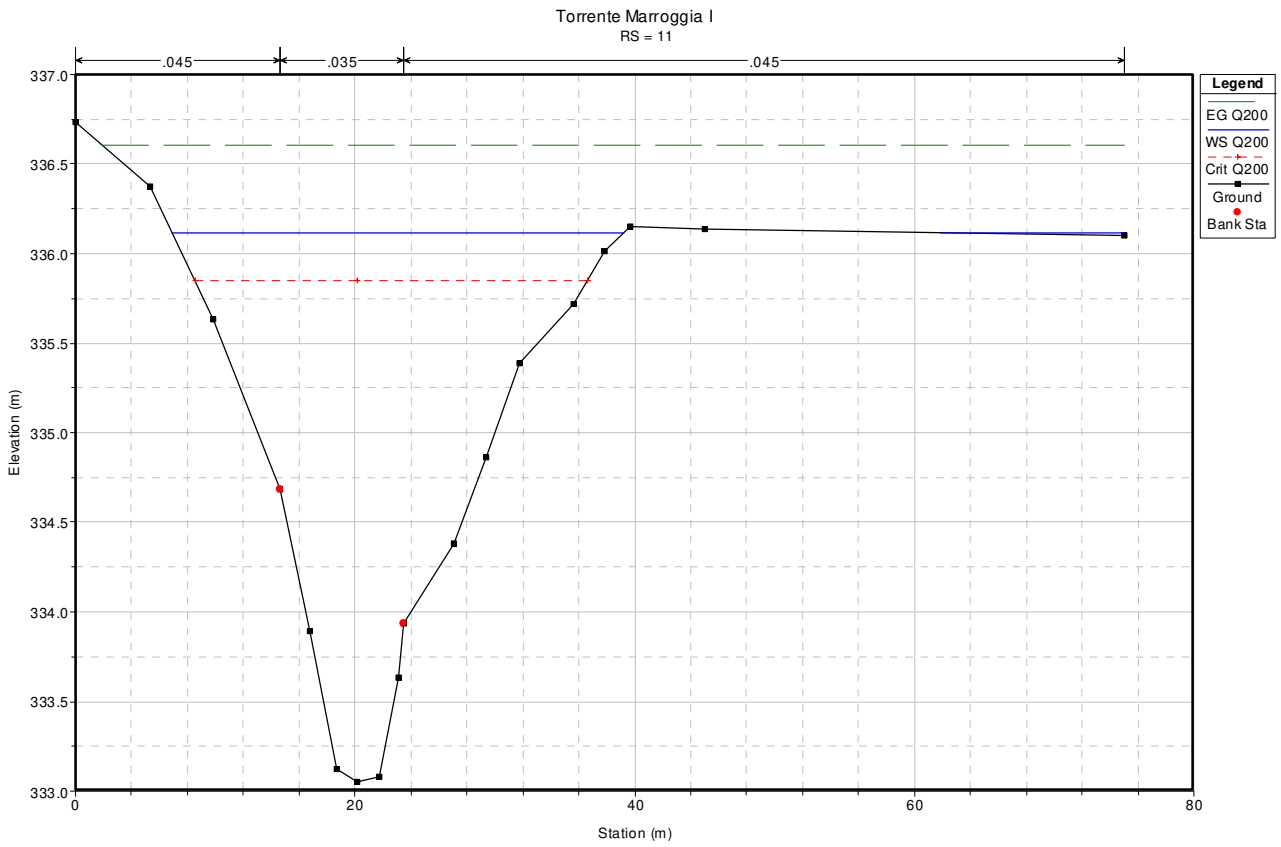


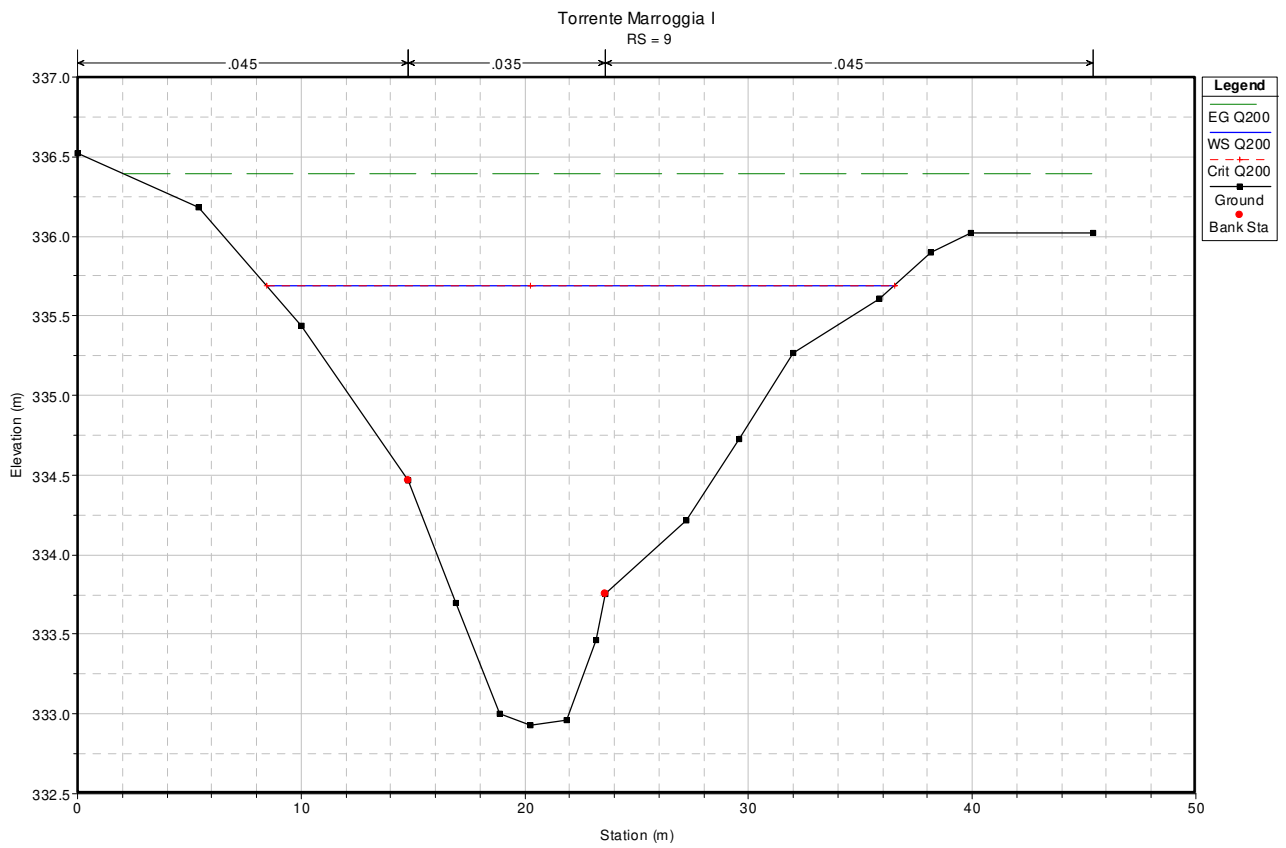
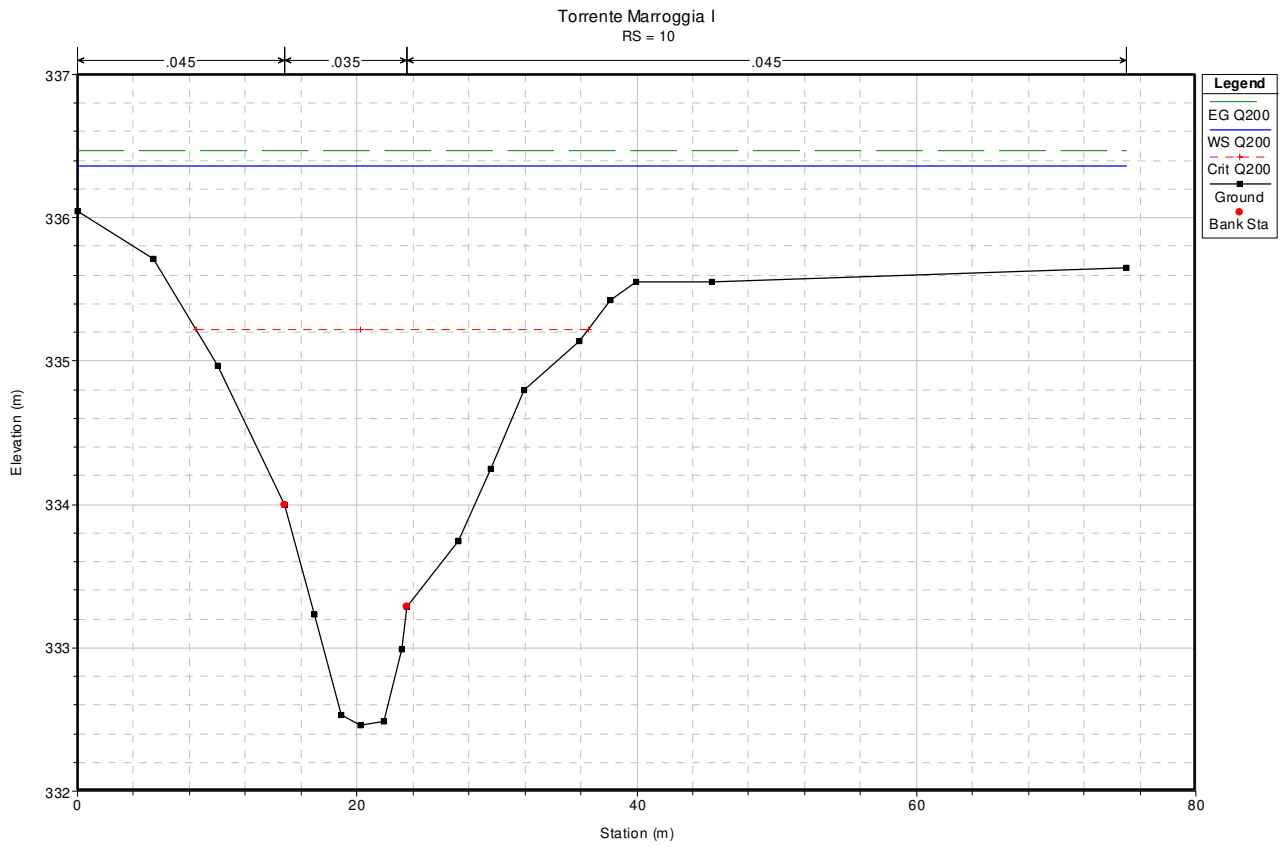


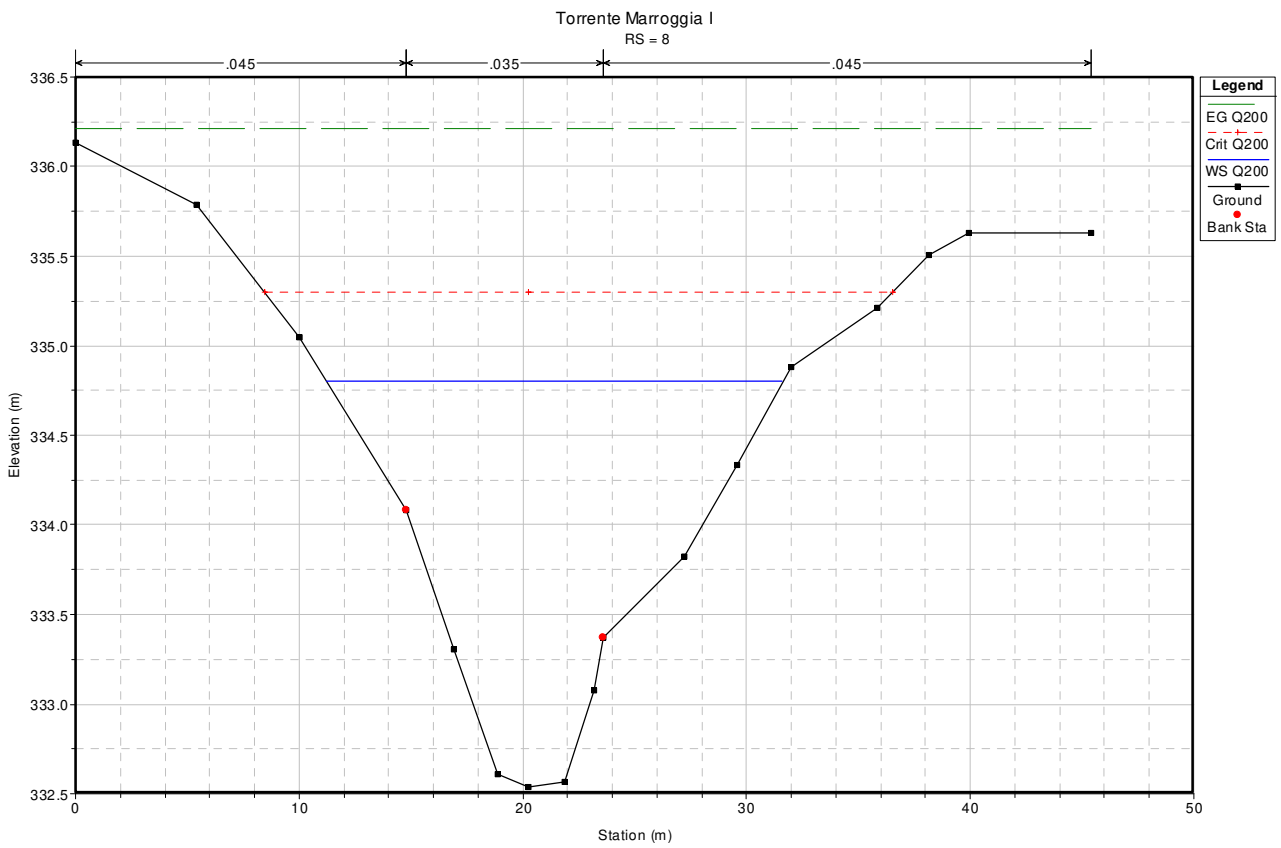
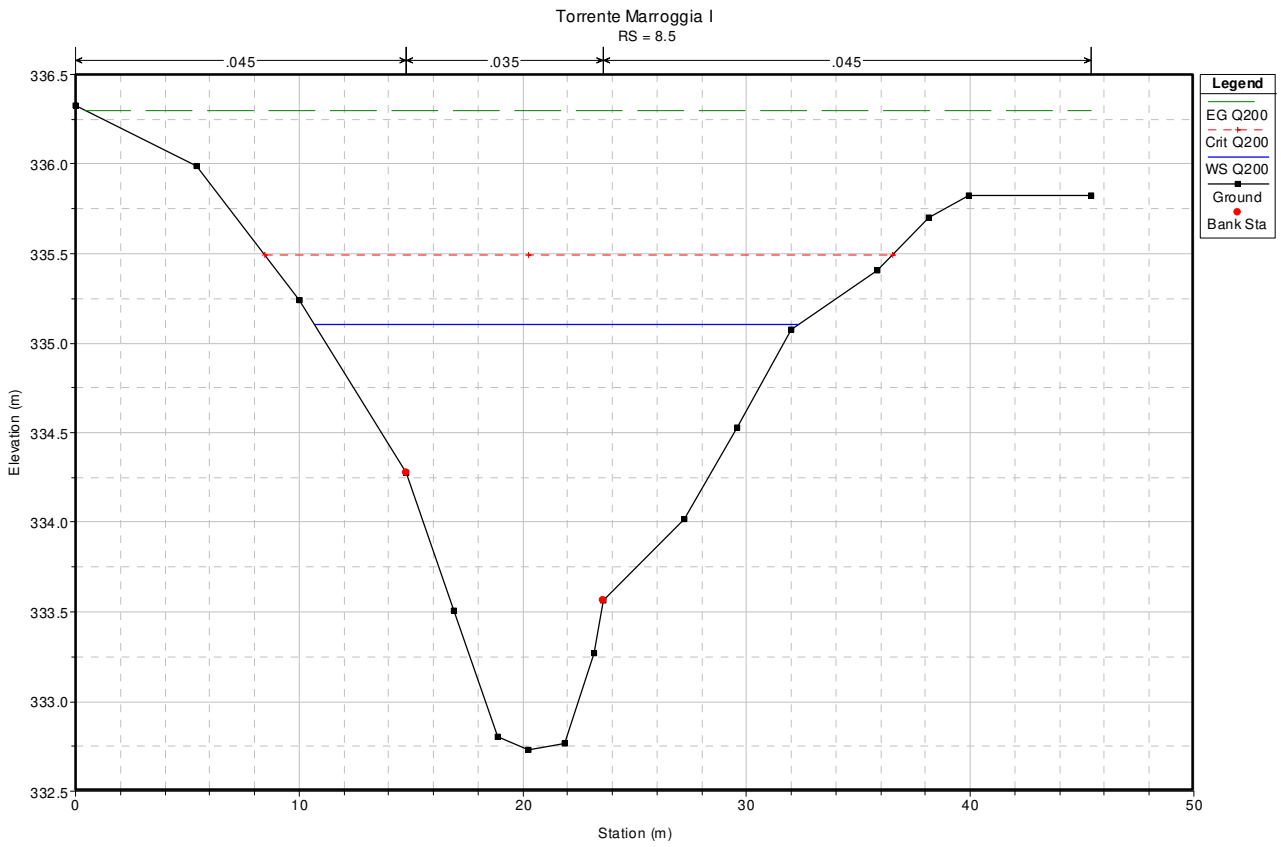


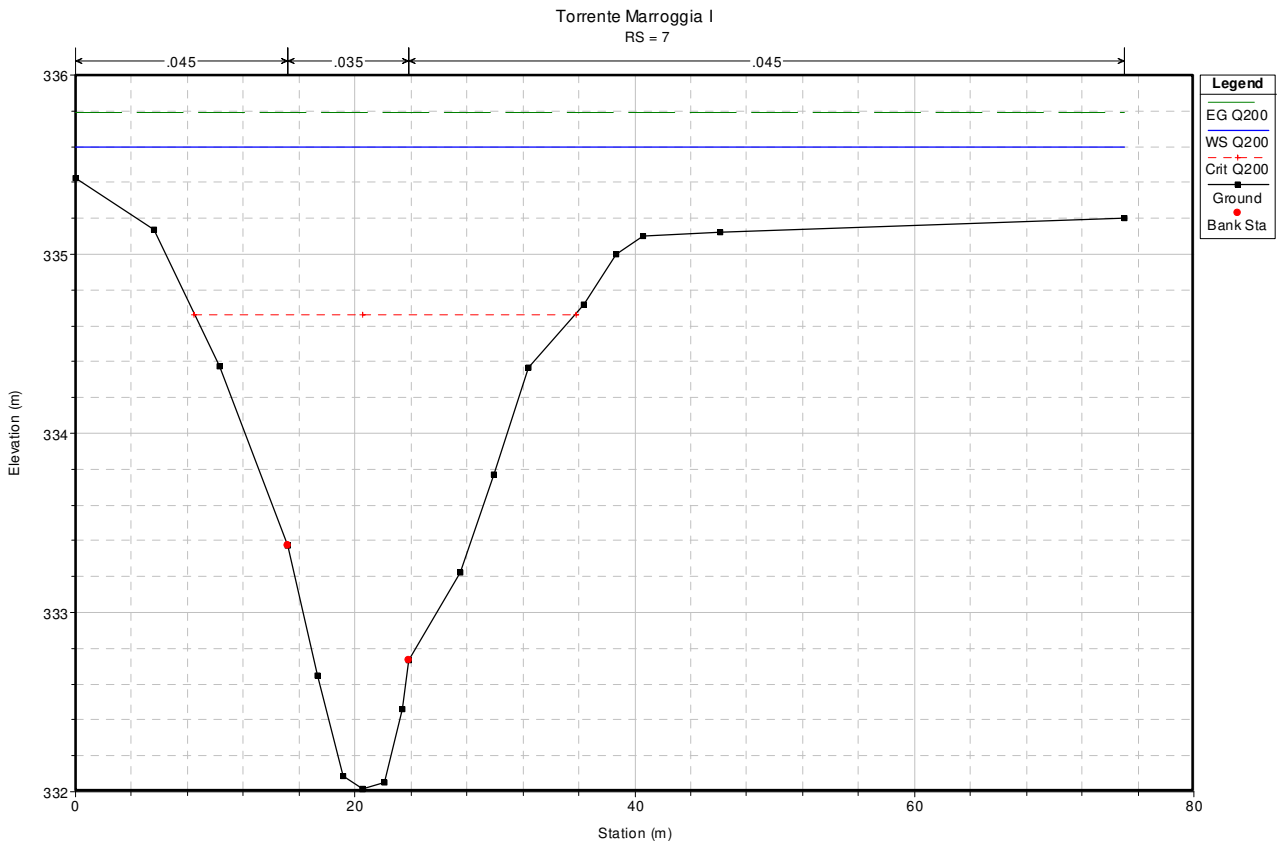
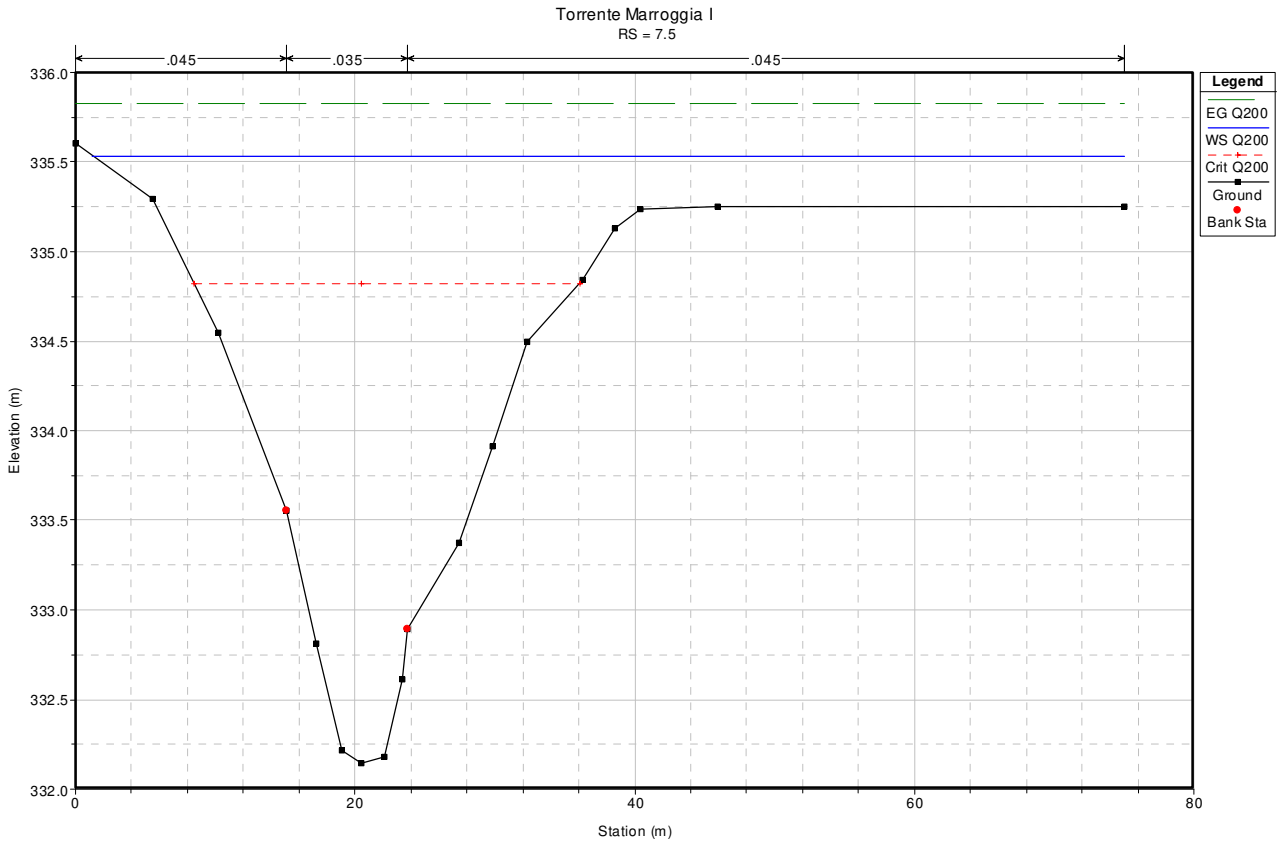


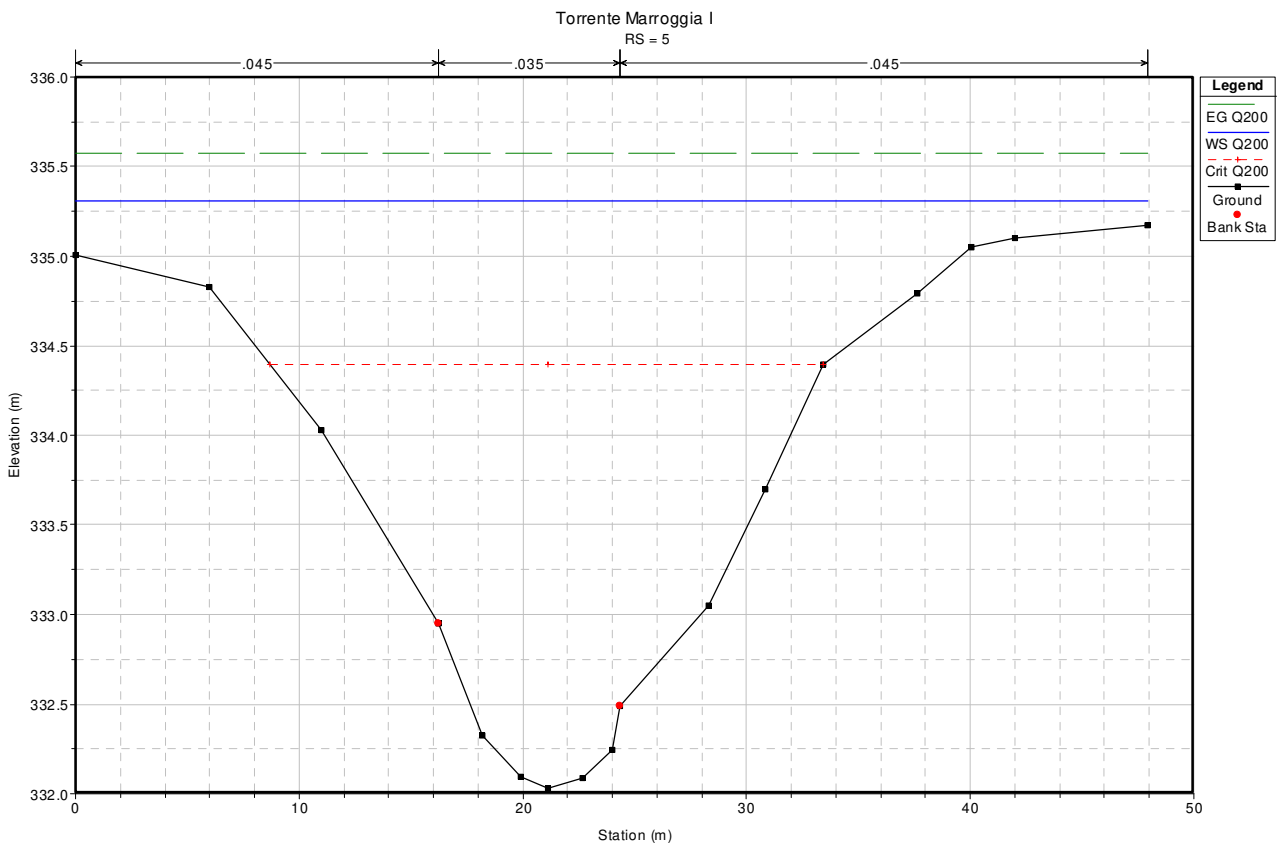
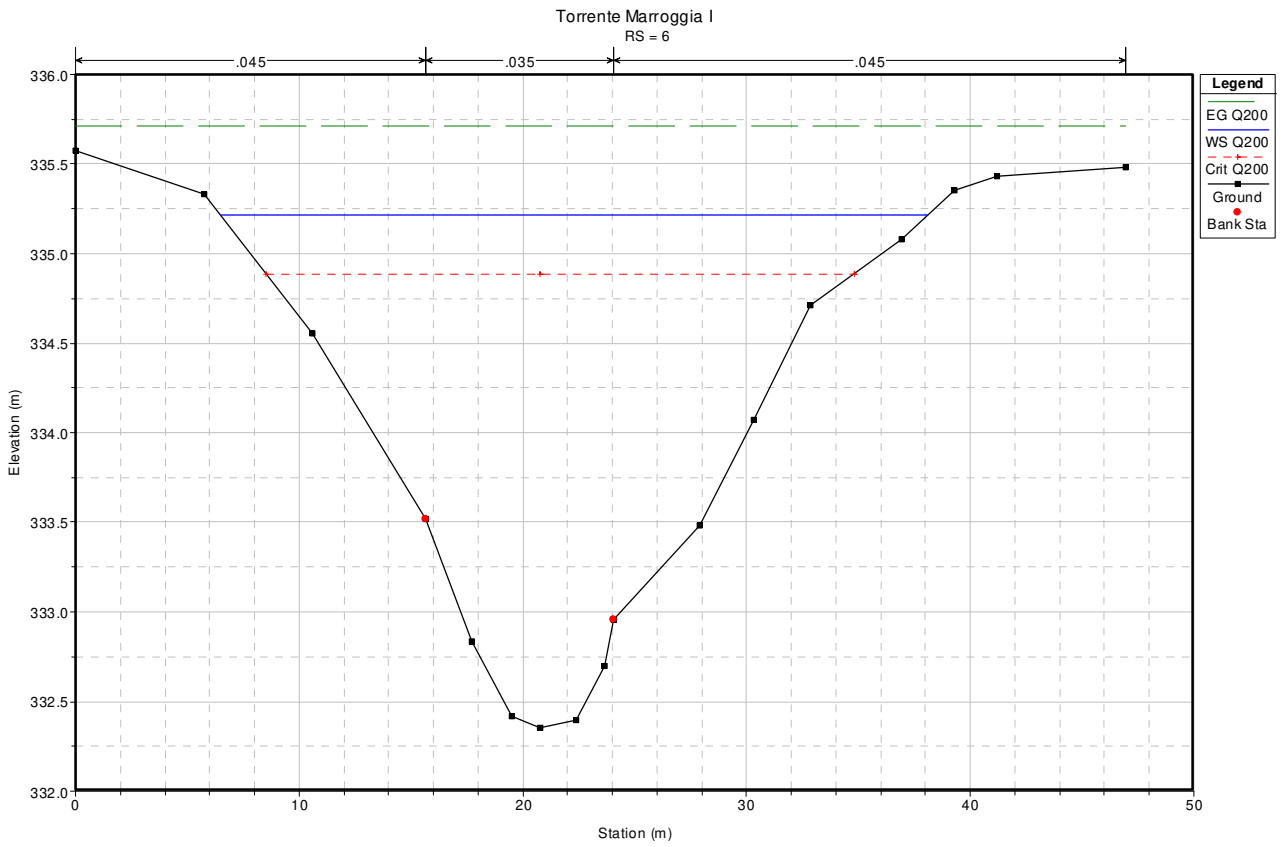


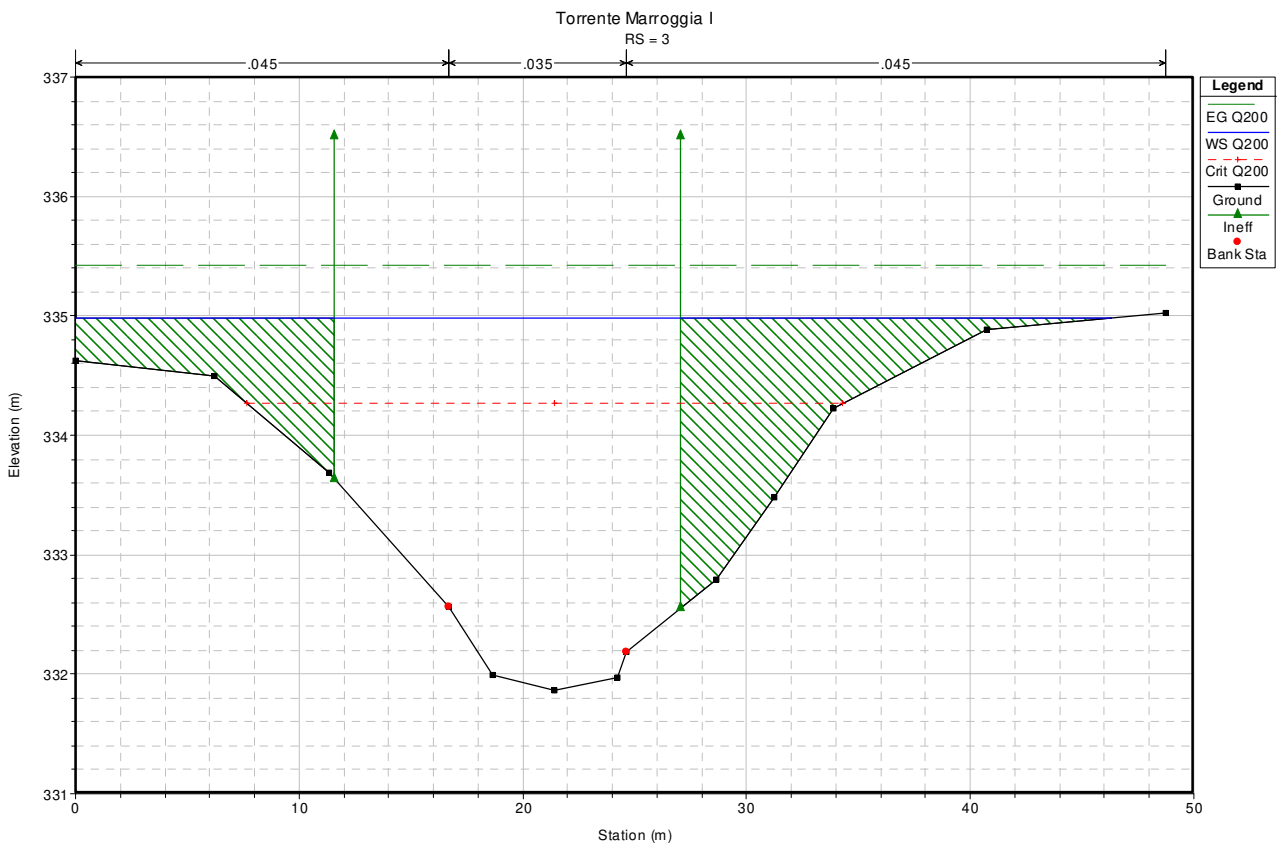
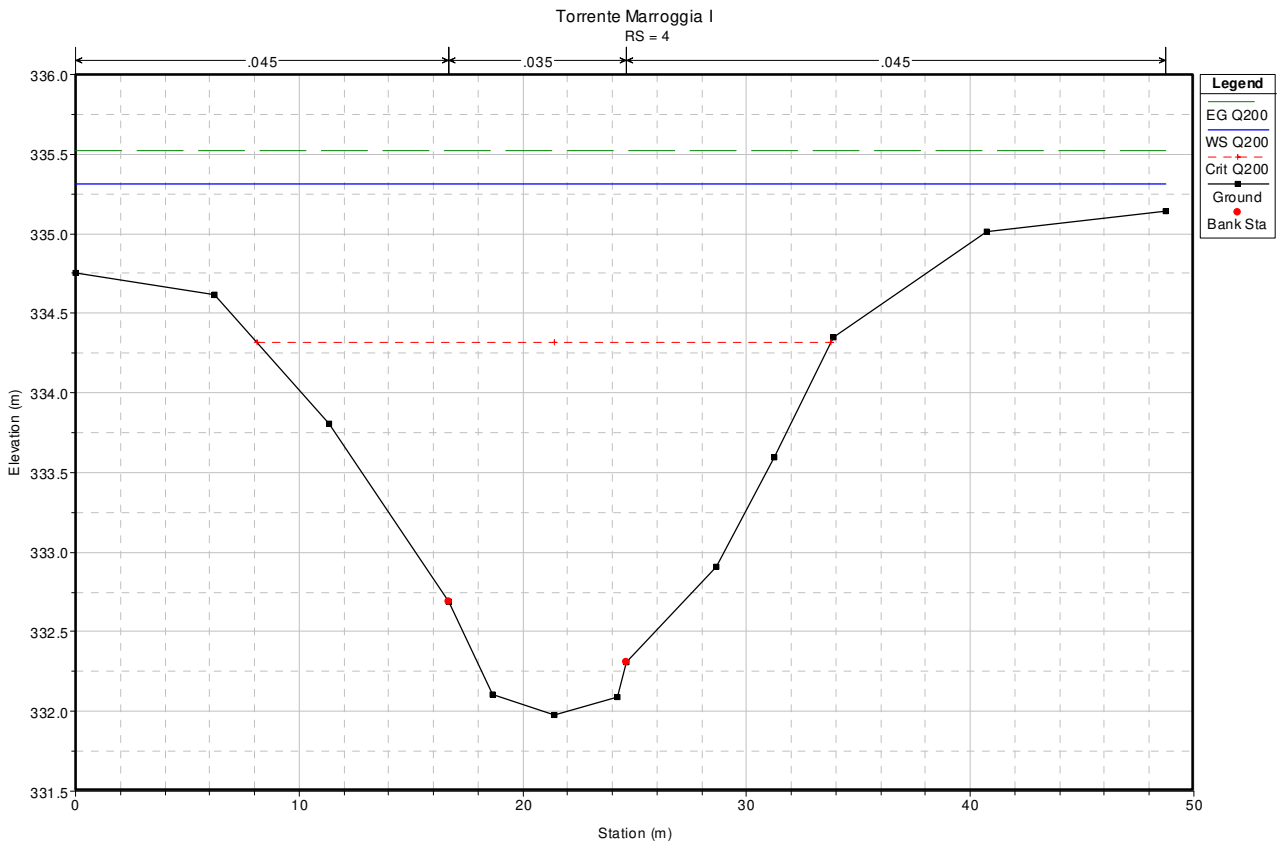




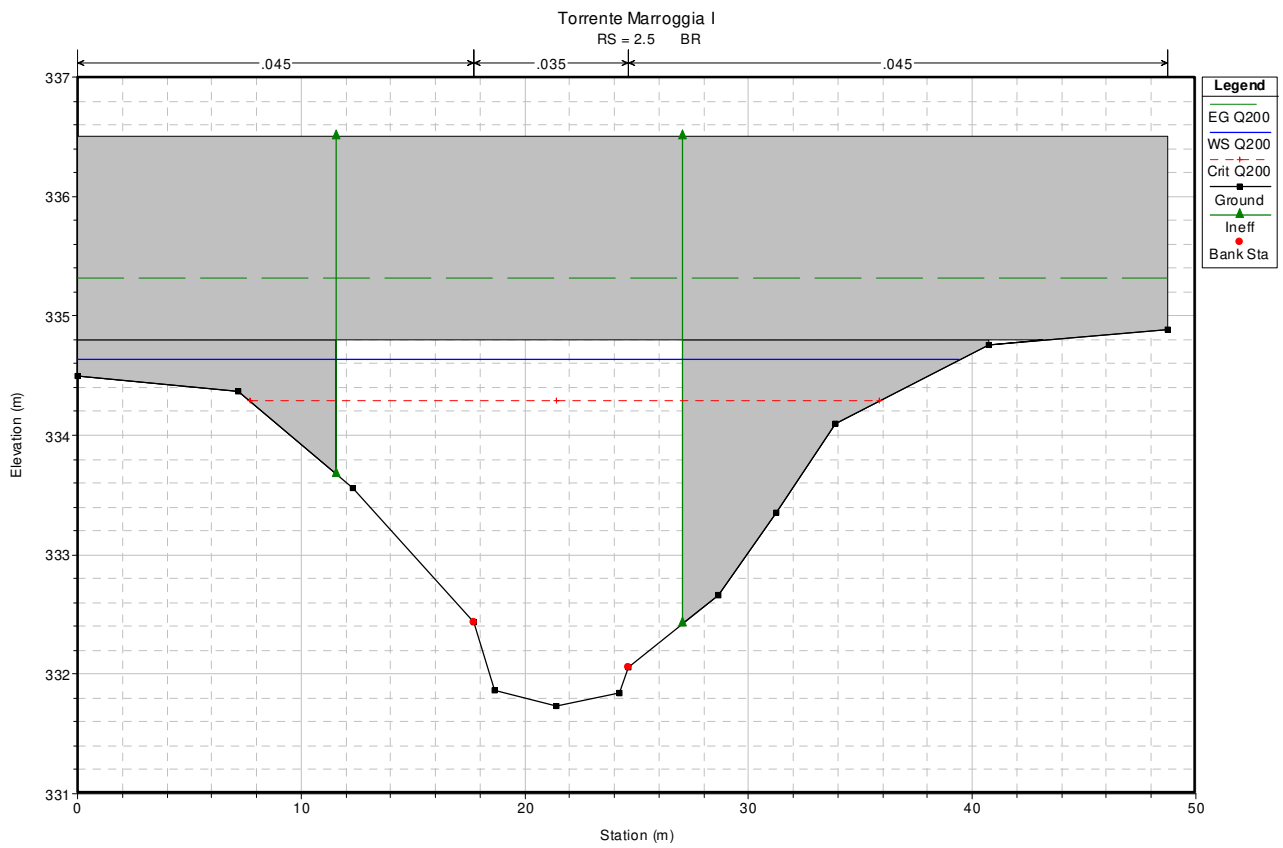
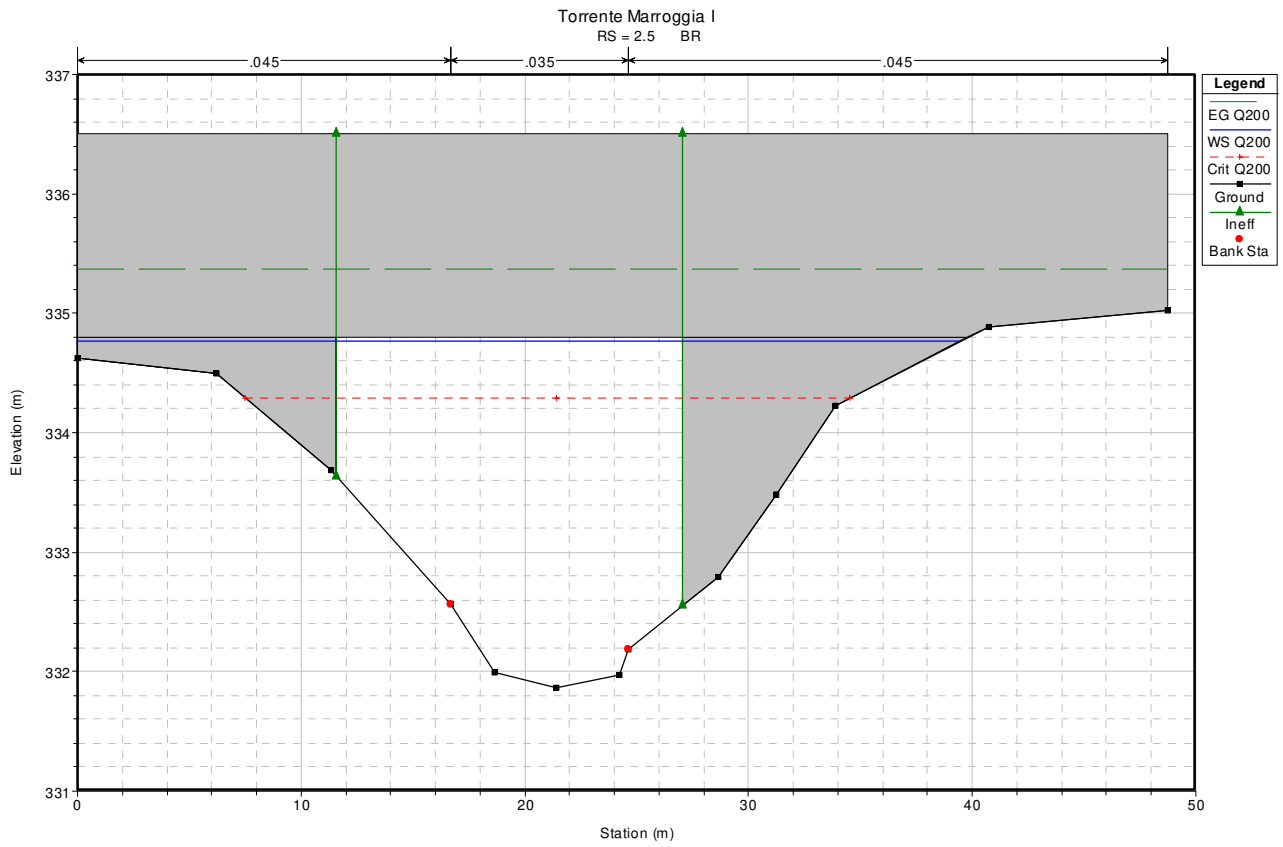


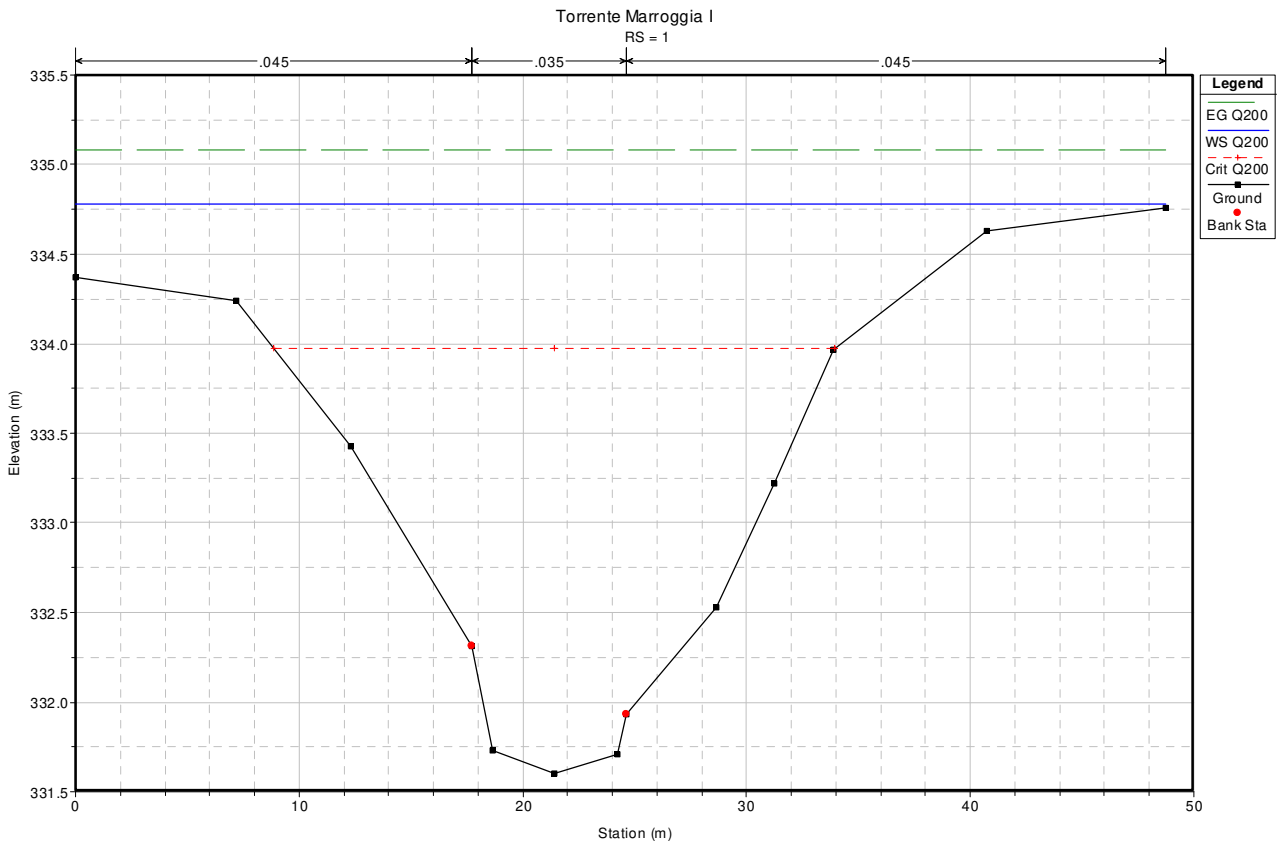
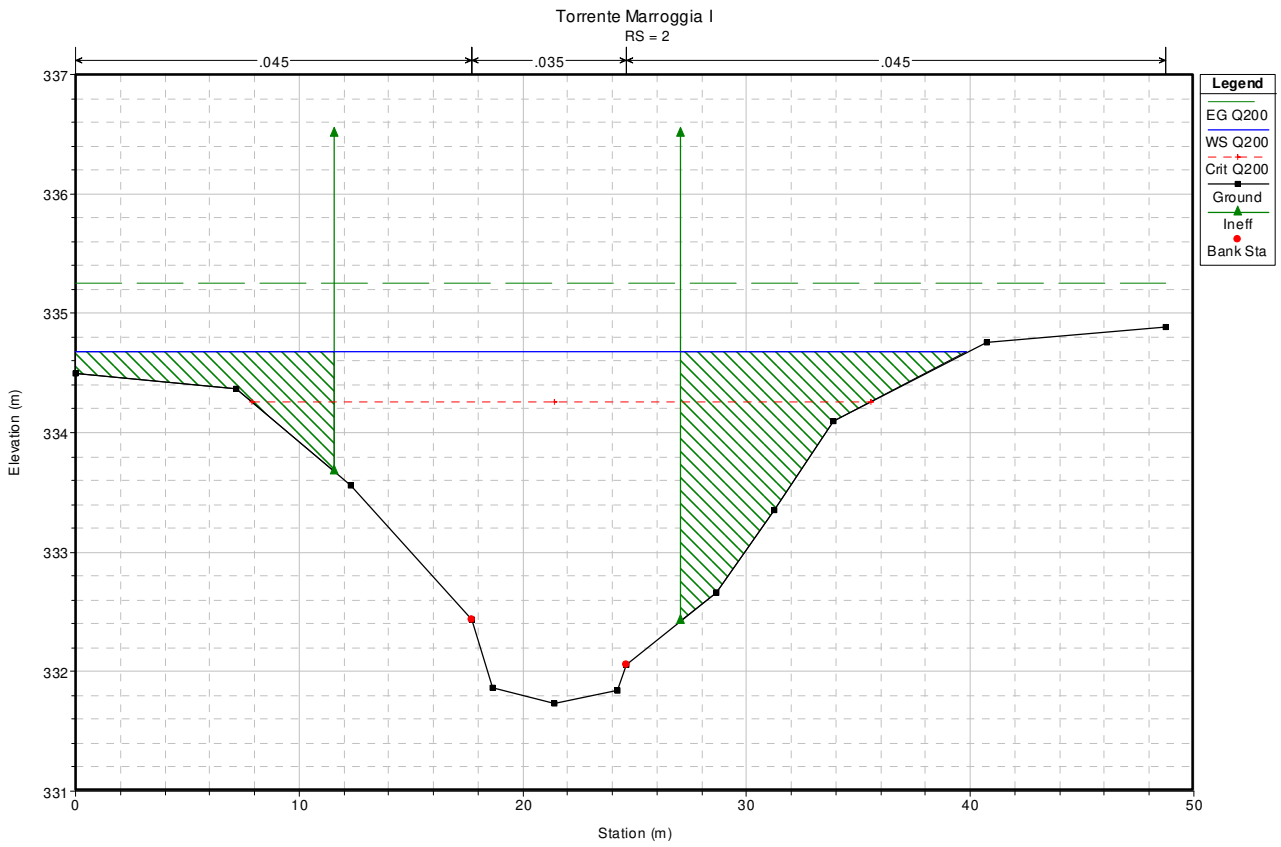








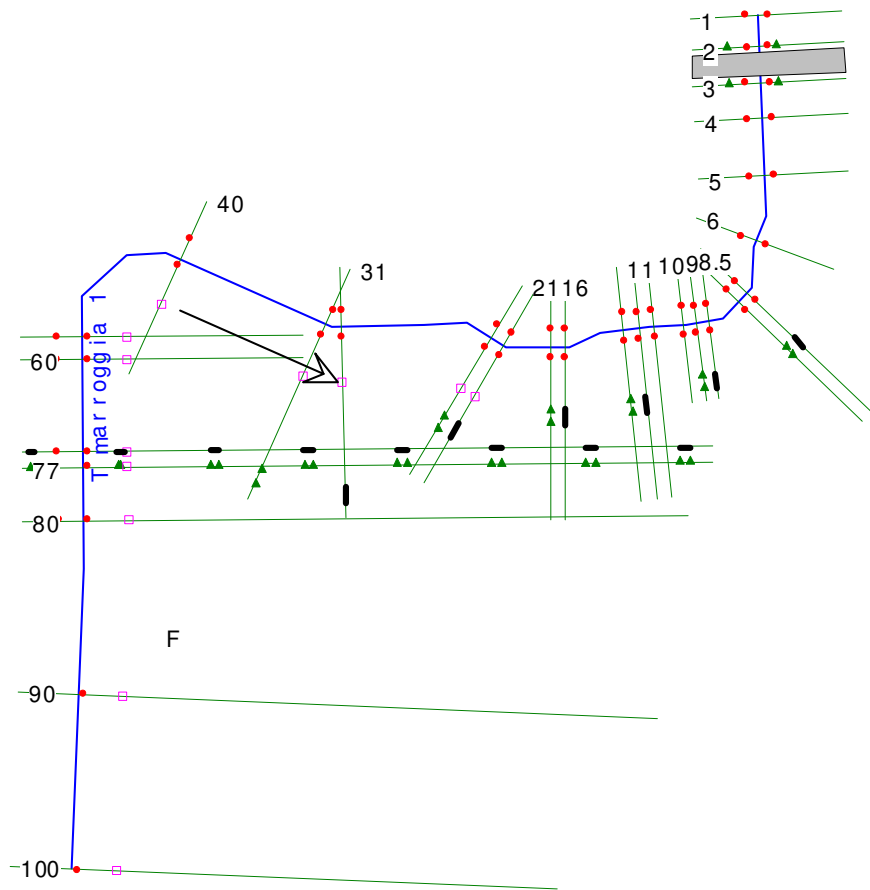




HEC-RAS Plan: SA1 River: T marroggia 1 Reach: F Profile: Q200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
viadotto	100	Q200	109.5	335.8	339.32	339.1	339.55	0.003286	2.67	87.34	163.5	0.54
viadotto	90	Q200	109.5	335.62	339.15	339.15	339.37	0.003225	2.65	91	181.68	0.53
viadotto	80	Q200	109.5	334.98	338.06	338.24	338.99	0.01145	4.57	29	21.15	0.98
viadotto	77	Q200	109.5	334.92	338.29	338.22	338.41	0.002329	2.18	115.48	209.07	0.45
viadotto	70	Q200	109.5	334.9	338.22	338.22	338.39	0.003114	2.5	101.94	209.01	0.52
viadotto	60	Q200	109.5	334.23	338.18	337.55	338.31	0.0015	2	93.14	81.13	0.37
viadotto	50	Q200	109.5	334.56	338.11	337.9	338.29	0.002533	2.36	78.77	78.89	0.47
viadotto	40	Q200	109.5	334.24	337.63	337.63	338.08	0.005123	3.42	48.33	49.5	0.68
viadotto	31	Q200	109.5	333.52	336.15	336.59	337.54	0.018316	5.56	23.88	20.62	1.27
viadotto	30	Q200	109.5	333.44	336.08	336.51	337.44	0.017673	5.49	24.23	20.81	1.25
viadotto	21	Q200	109.5	333.01	336.64	335.97	336.87	0.00214	2.63	72.09	64.09	0.48
viadotto	20	Q200	109.5	332.97	336.64	335.91	336.85	0.001903	2.52	75.79	65.16	0.45
viadotto	16	Q200	109.5	333	336.12	335.94	336.77	0.005777	3.88	43.9	60.94	0.77
viadotto	15	Q200	109.5	333.01	336.09	335.91	336.61	0.004914	3.56	42.35	42.21	0.71
viadotto	11	Q200	109.5	333.05	336.12	335.85	336.6	0.004567	3.5	43.95	45.53	0.7
viadotto	10.5	Q200	109.5	332.75	336.28	335.53	336.51	0.00204	2.62	74.64	73.22	0.48
viadotto	10	Q200	109.5	332.46	336.36	335.22	336.47	0.000923	1.92	103.01	75	0.33
viadotto	9	Q200	109.5	332.93	335.69	335.69	336.39	0.007329	4.13	35.77	28.09	0.87
viadotto	8.5	Q200	109.5	332.73	335.11	335.5	336.3	0.015153	5.26	26.08	21.65	1.21
viadotto	8	Q200	109.5	332.54	334.8	335.3	336.21	0.019175	5.68	23.71	20.37	1.35
viadotto	7.5	Q200	109.5	332.14	335.53	334.82	335.83	0.002491	2.87	68.36	73.76	0.53
viadotto	7	Q200	109.5	332.01	335.6	334.66	335.79	0.001615	2.42	82.46	75	0.43
viadotto	6	Q200	109.5	332.35	335.21	334.89	335.71	0.004818	3.61	43.23	31.6	0.72
viadotto	5	Q200	109.5	332.03	335.31	334.4	335.58	0.002175	2.76	64.83	47.91	0.5
viadotto	4	Q200	109.5	331.98	335.32	334.32	335.52	0.001704	2.52	71.92	48.74	0.45
viadotto	3	Q200	109.5	331.86	334.98	334.27	335.43	0.003139	3.26	39.47	46.32	0.6
viadotto	2.5		Bridge									
viadotto	2	Q200	109.5	331.73	334.67	334.26	335.25	0.004547	3.77	35.29	39.83	0.72
viadotto	1	Q200	109.5	331.6	334.78	333.97	335.08	0.002638	3.03	62.06	48.74	0.55

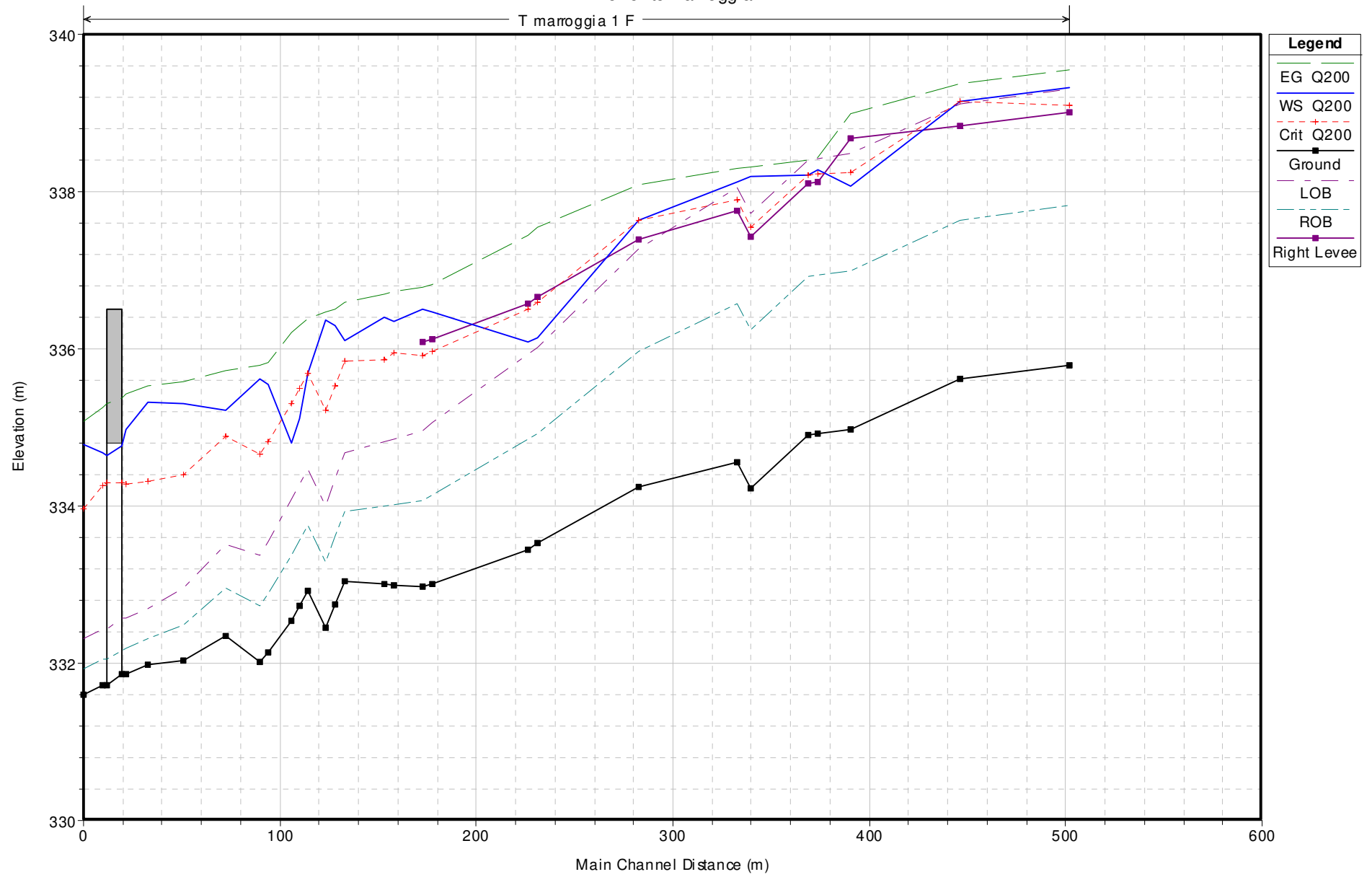
**ALLEGATO C**

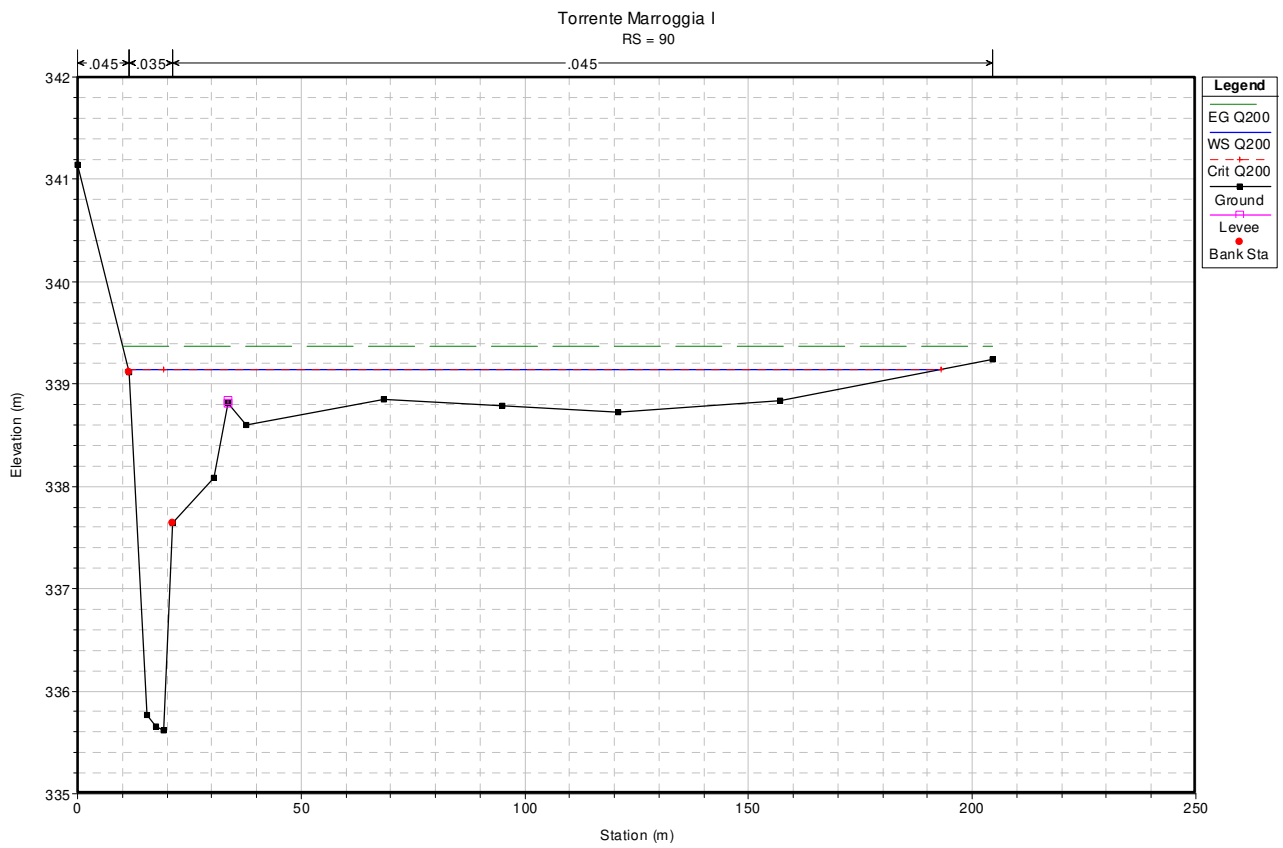
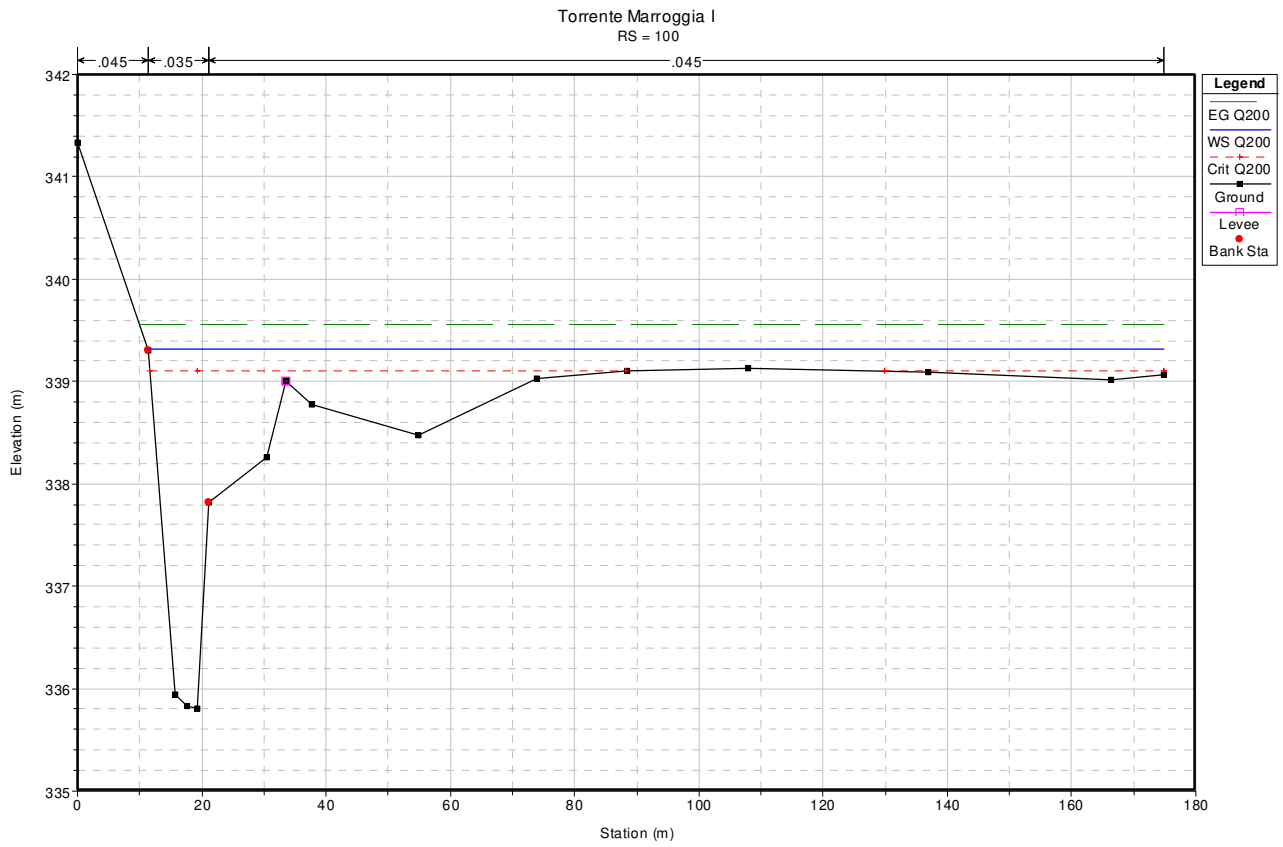
**RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN MOTO PERMANENTE  
TORRENTE MARROGGIA – STATO DI PROGETTO**

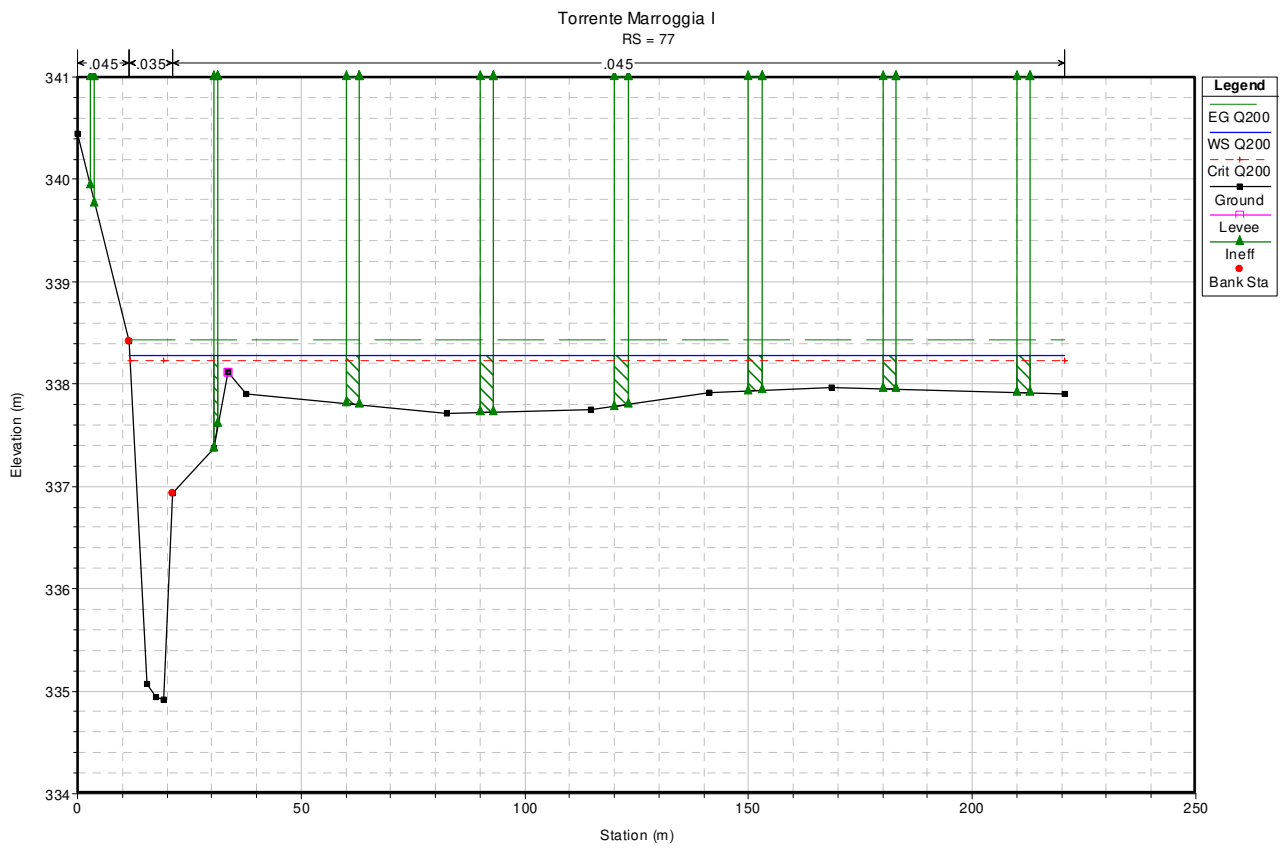
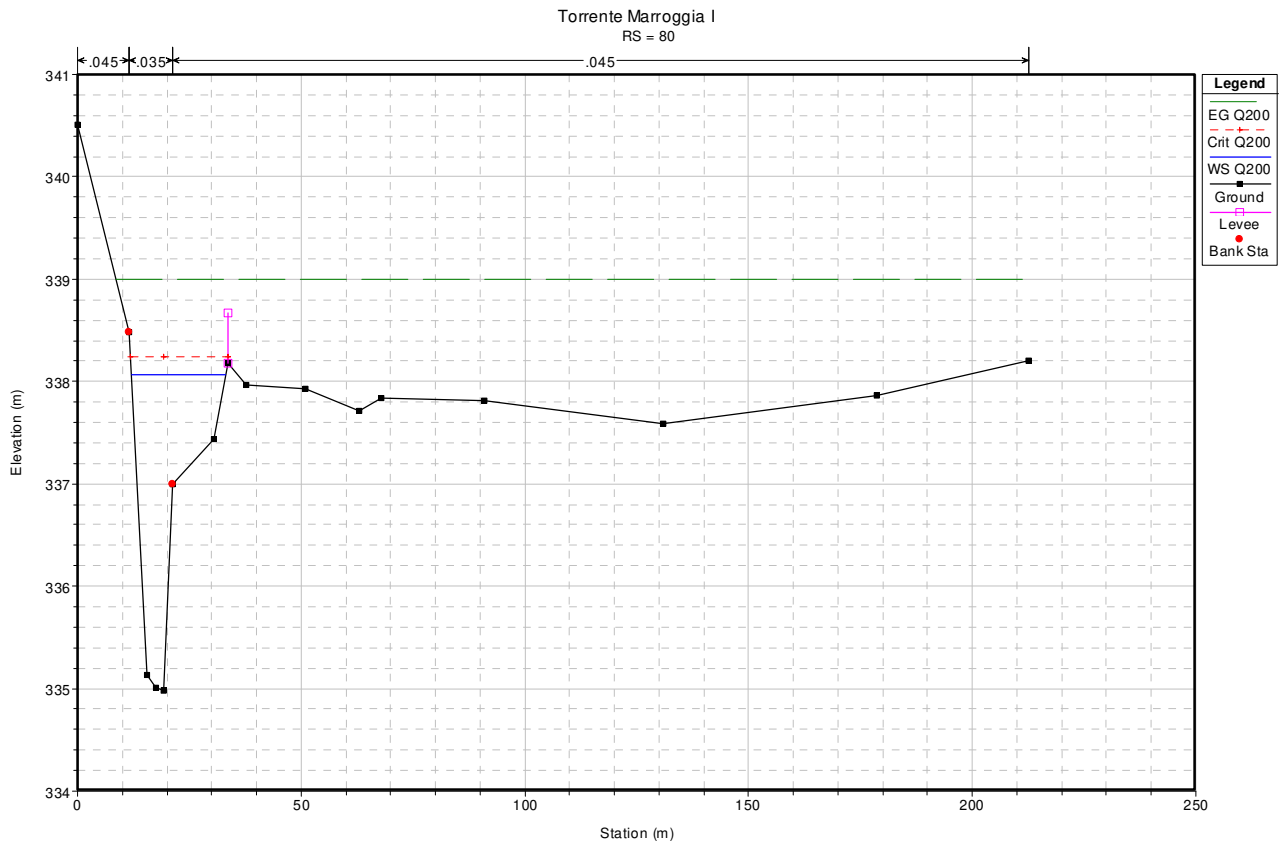


# Torrente Marroggia I

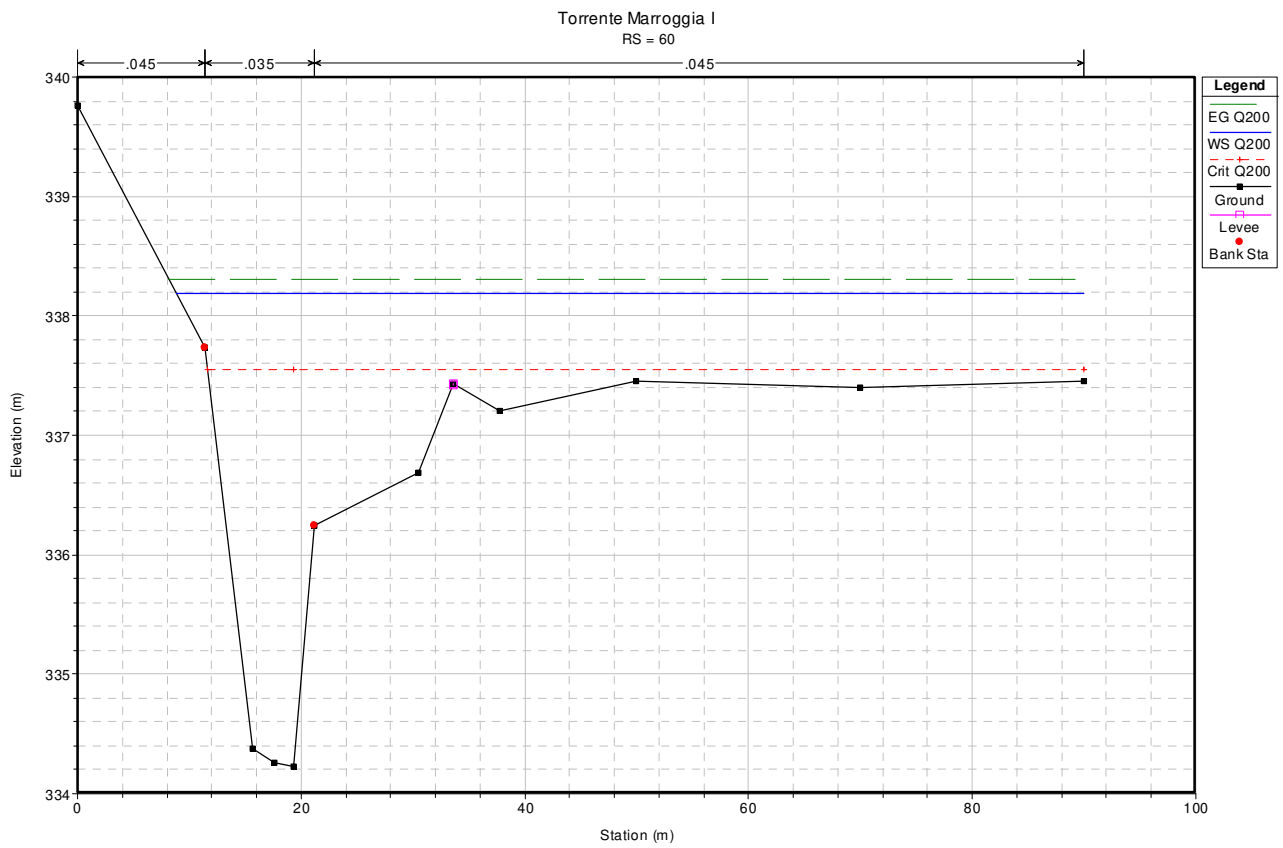
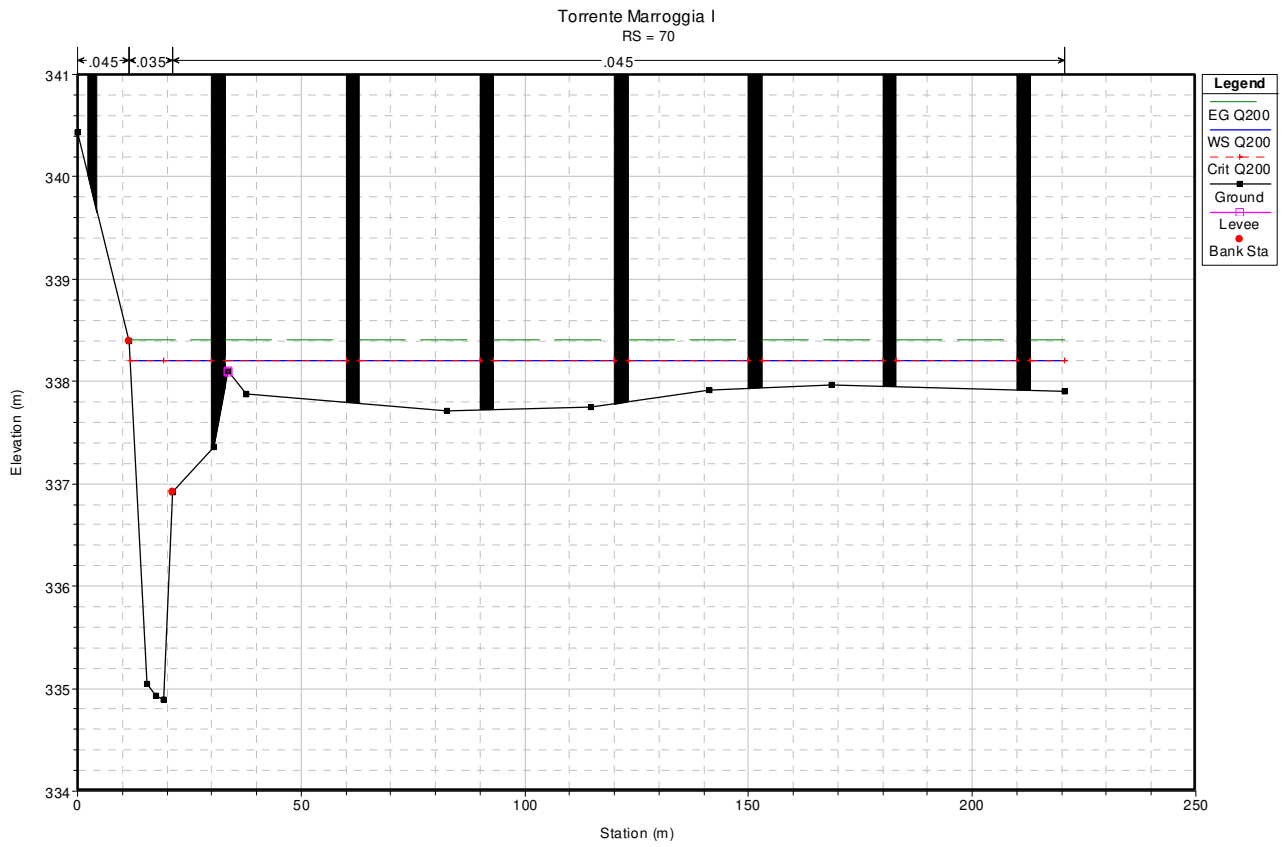
T marroggia 1 F

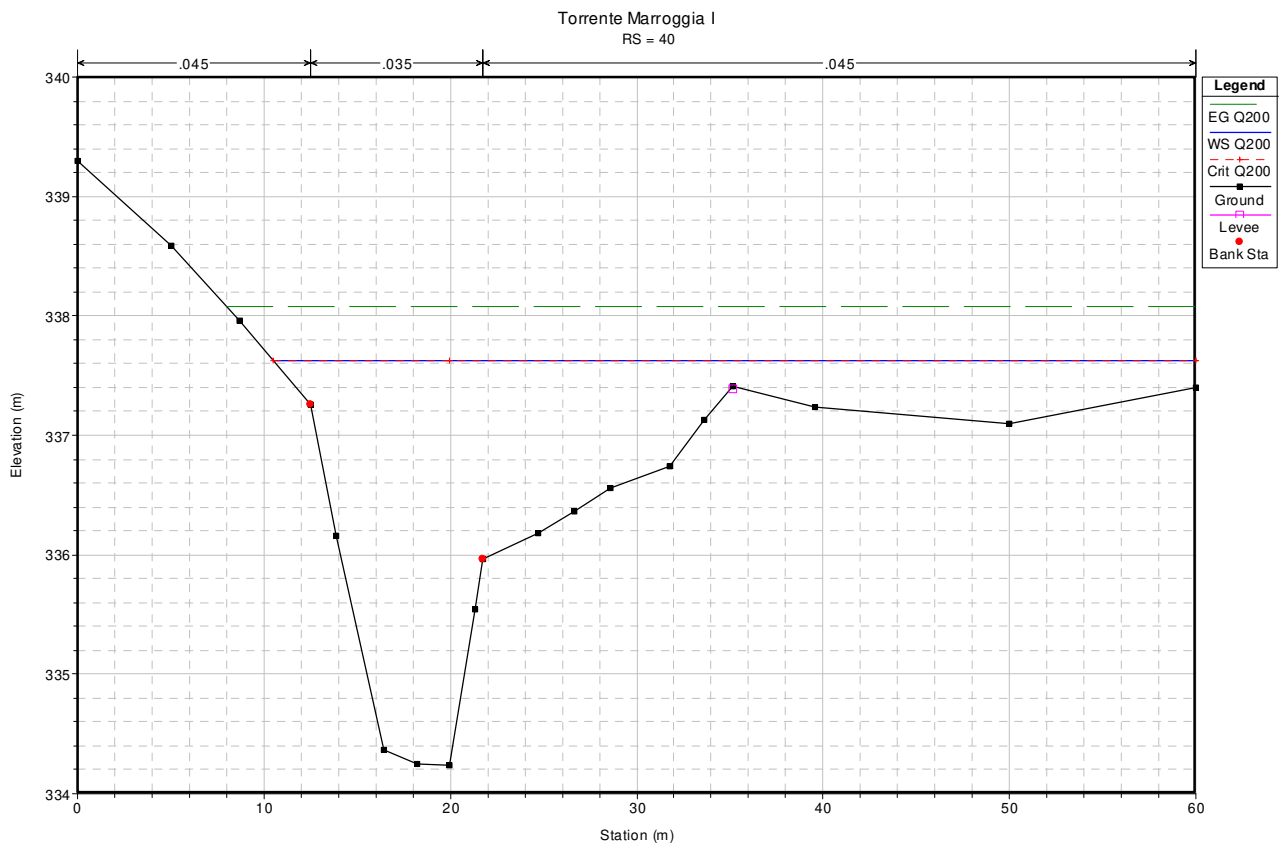
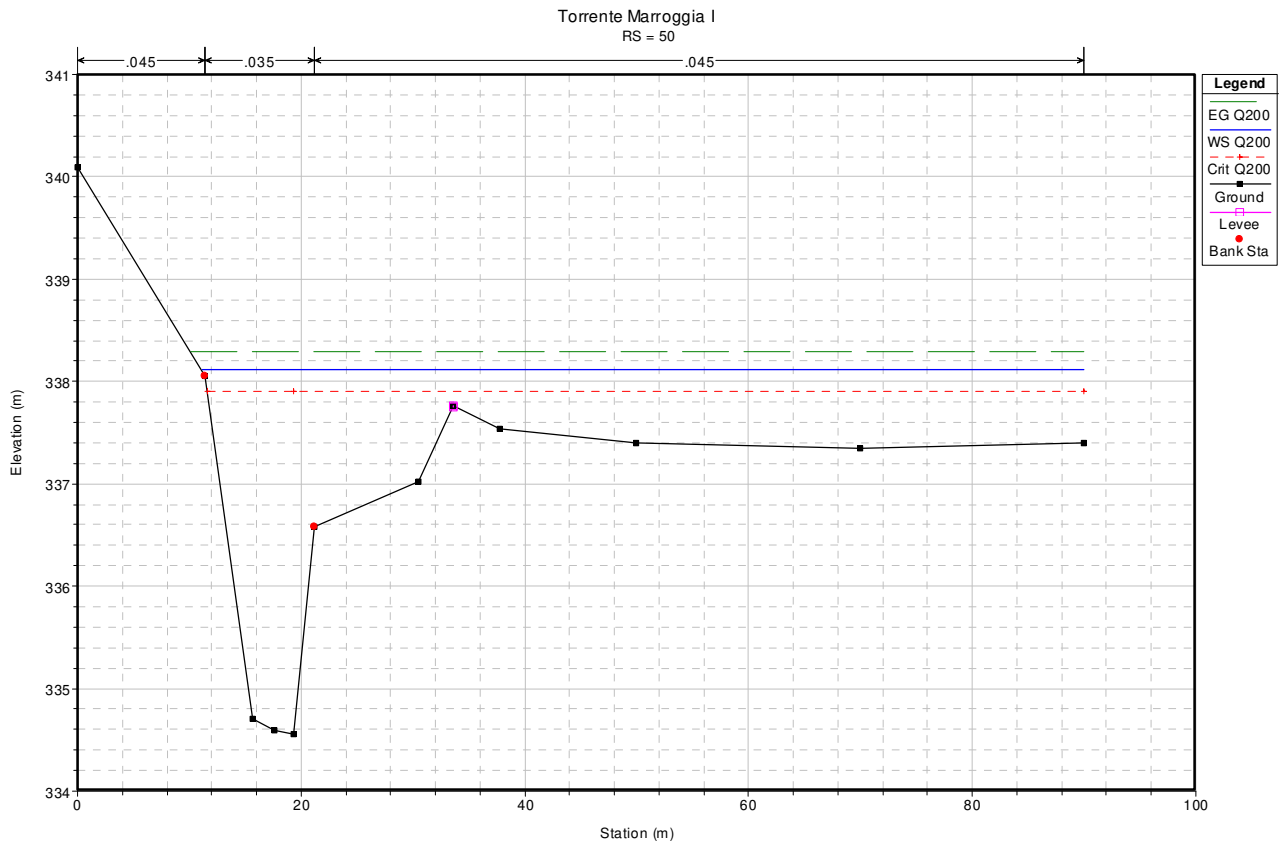


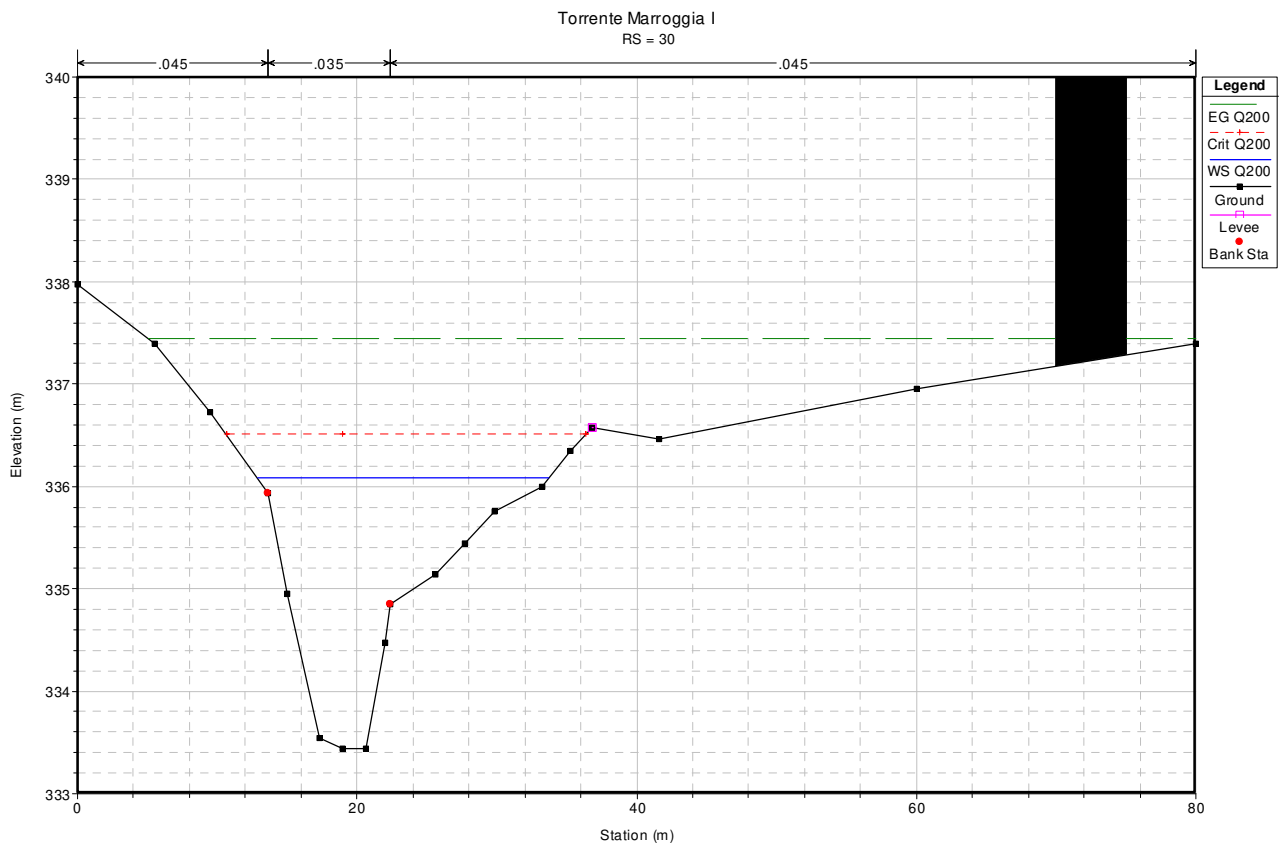
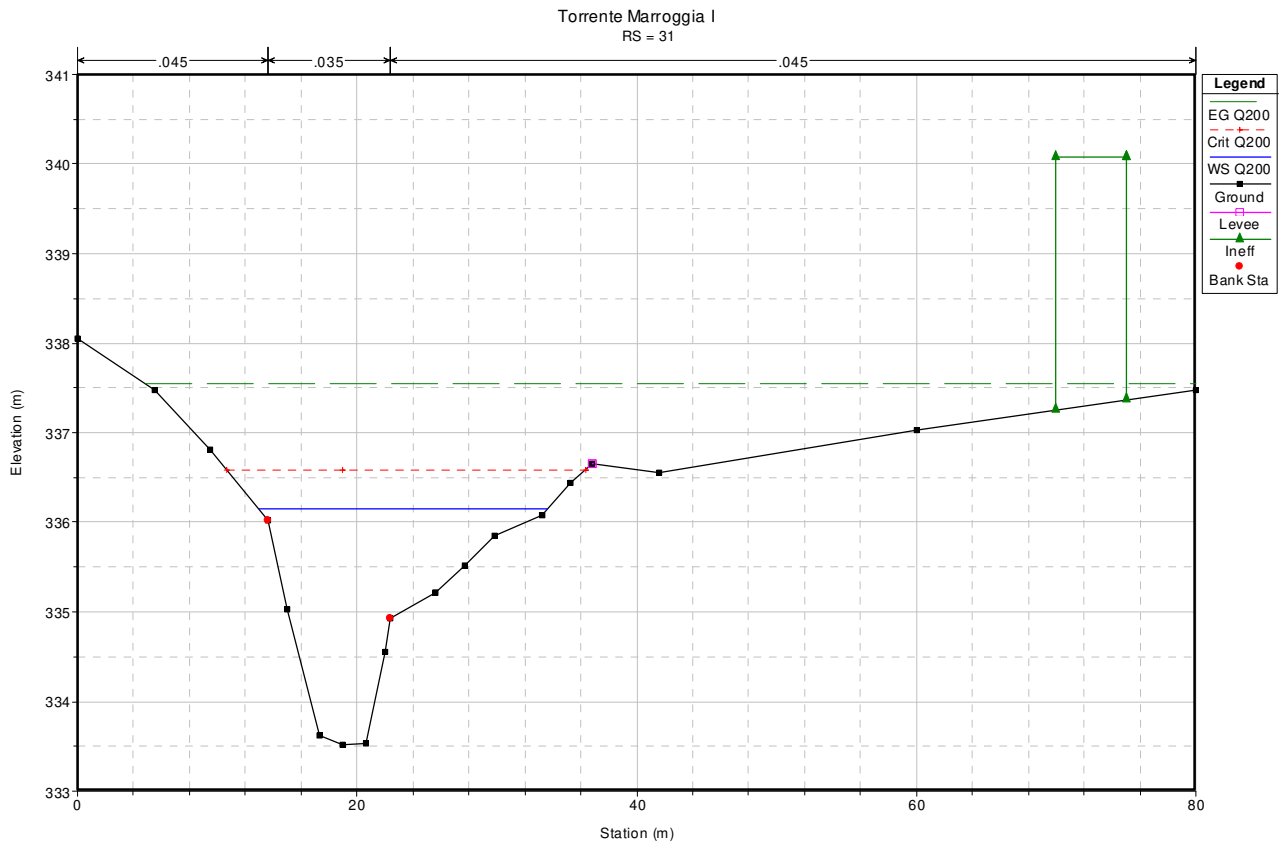


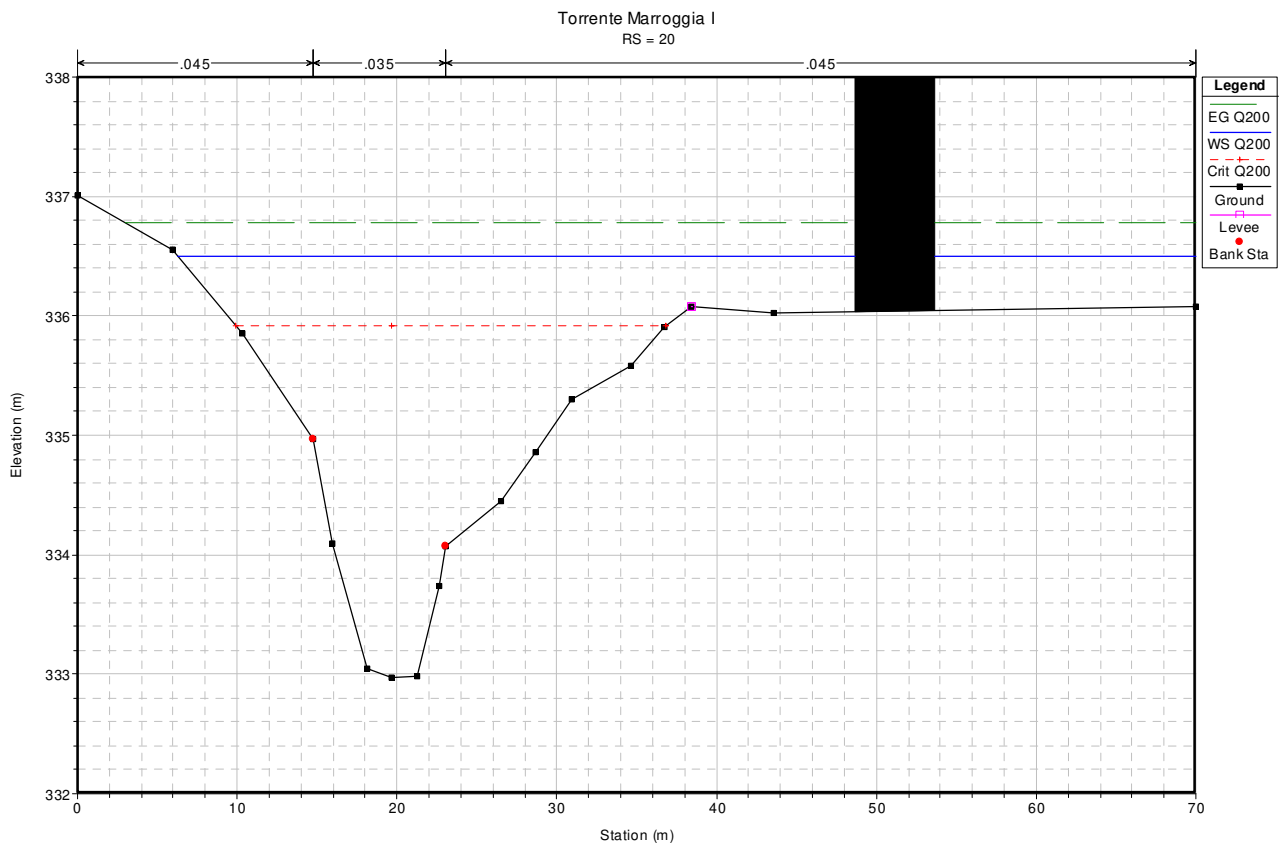
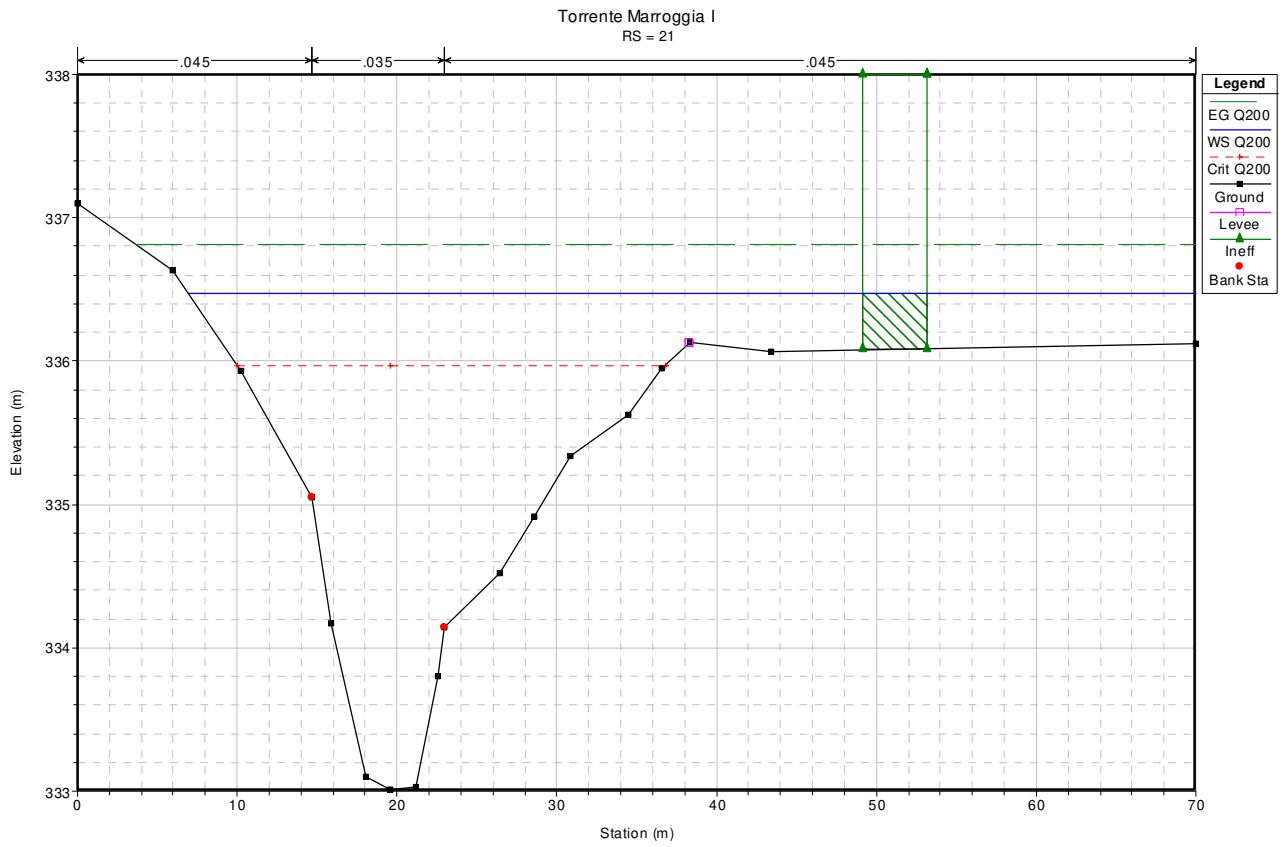


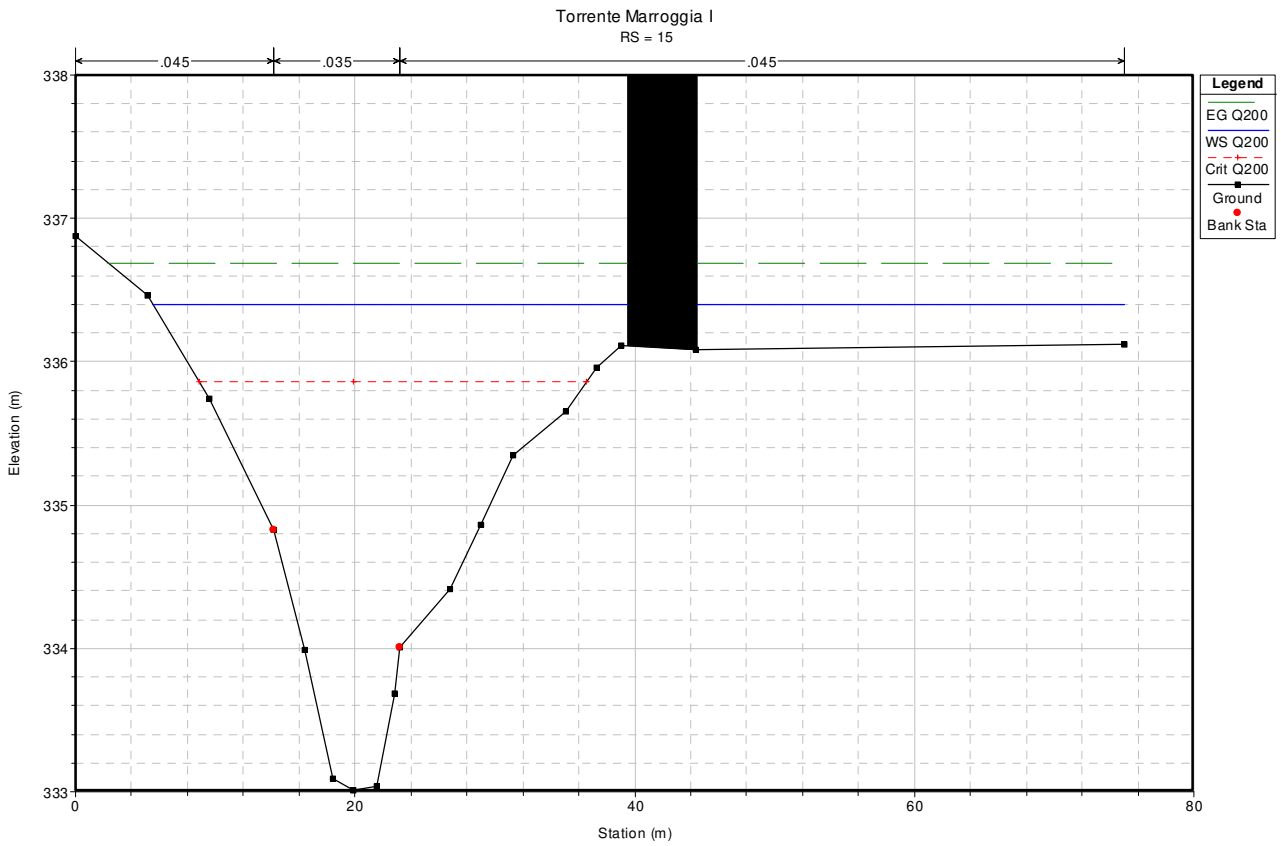
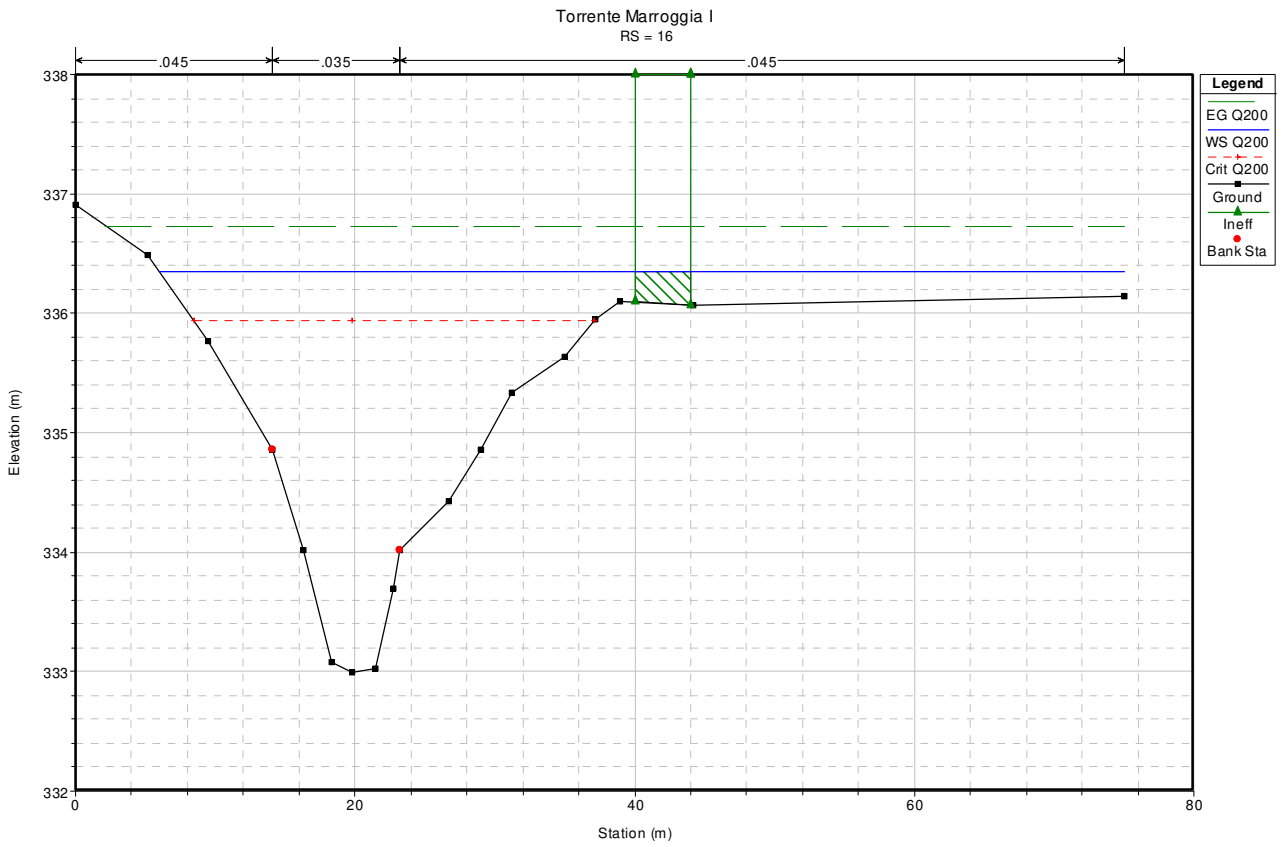


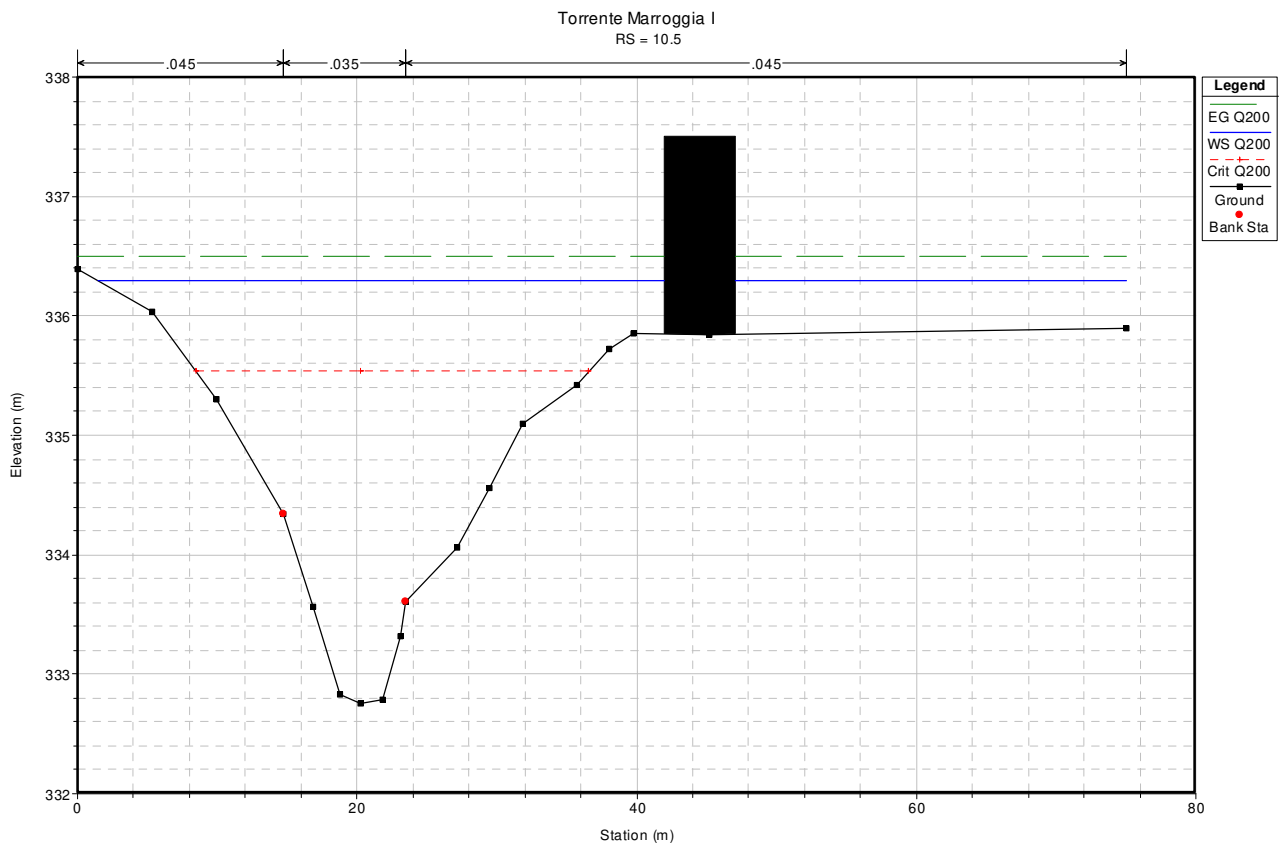
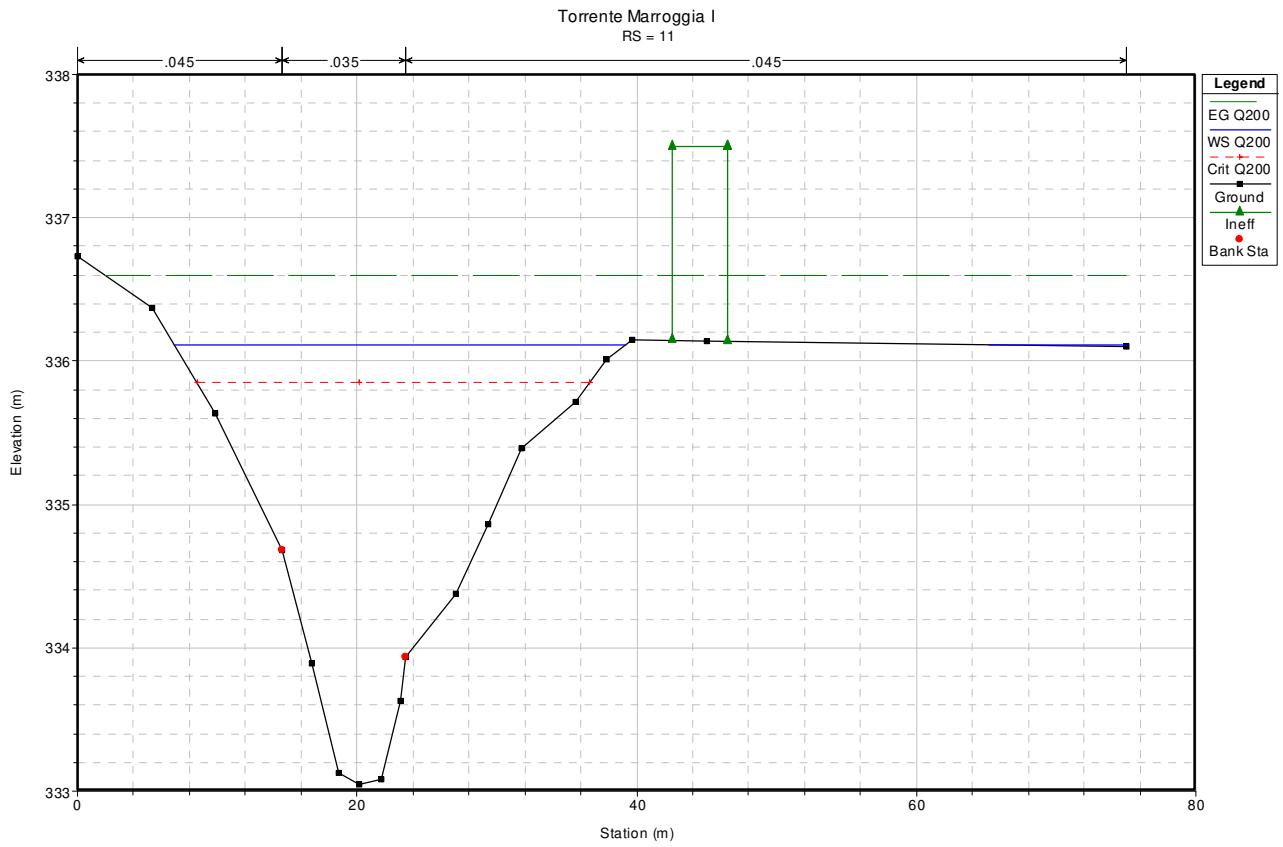


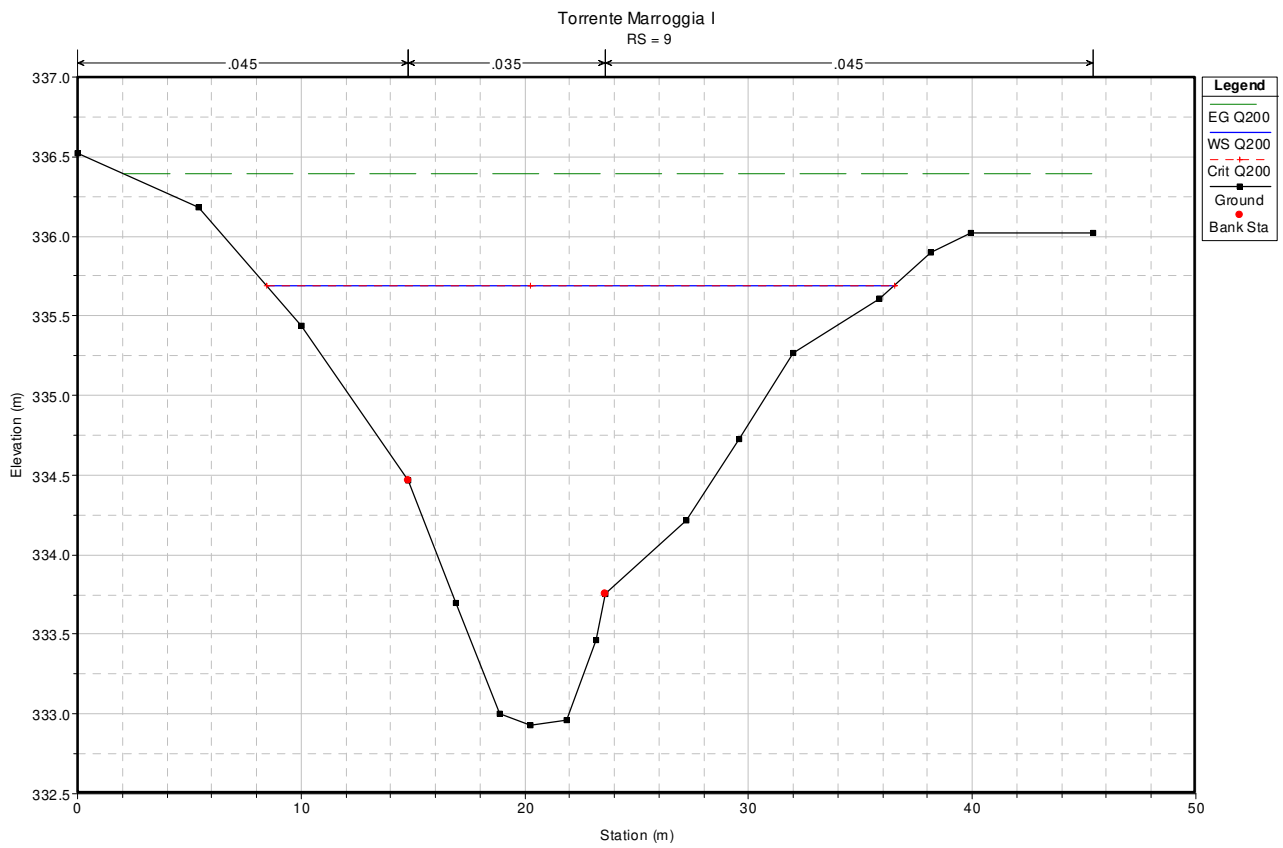
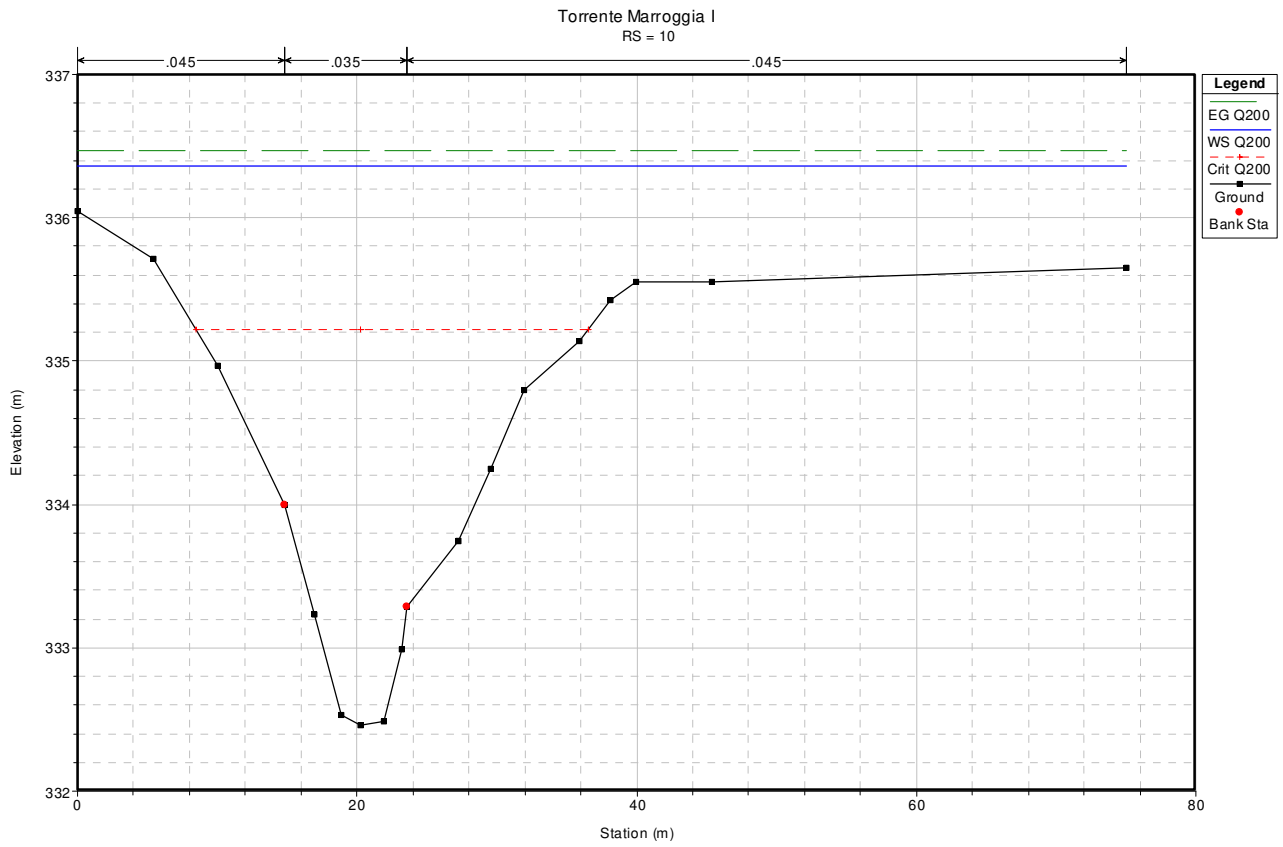


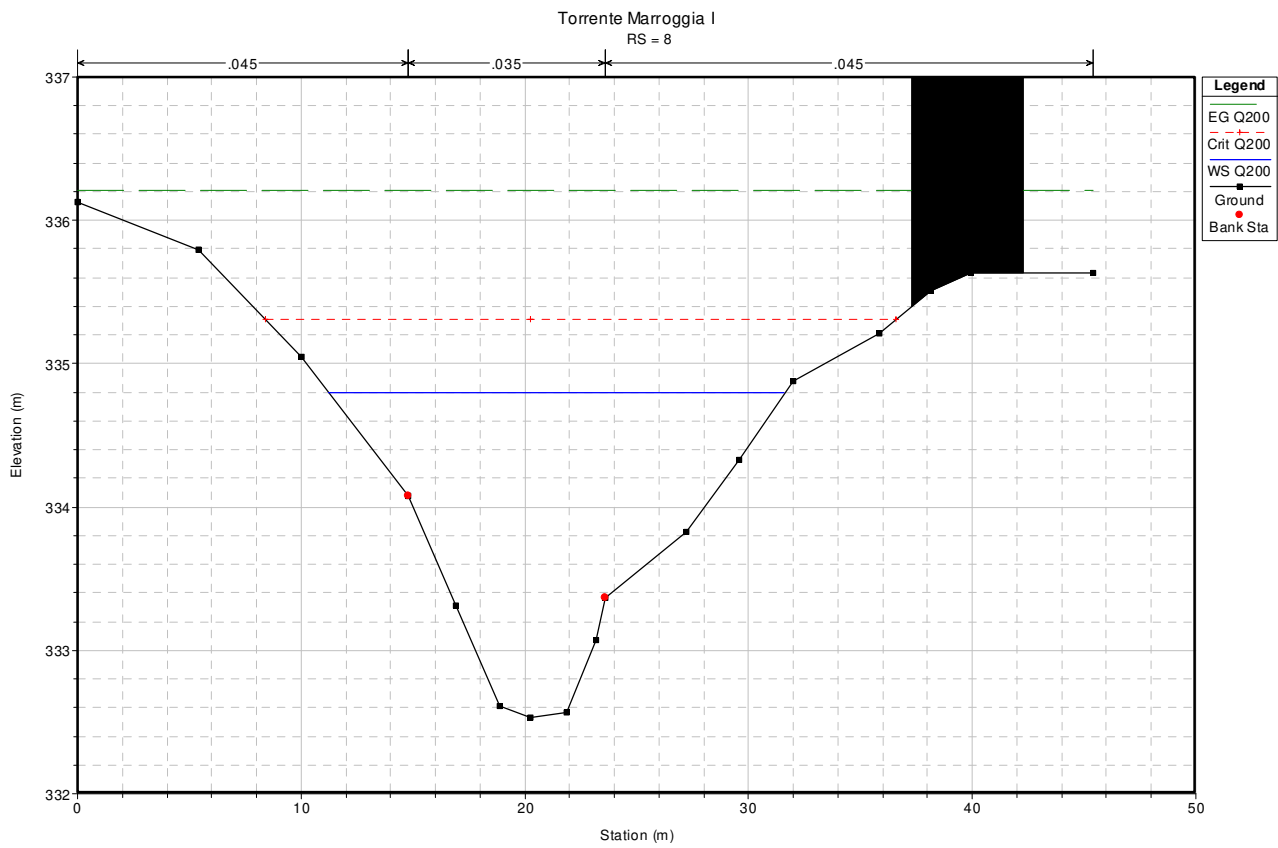
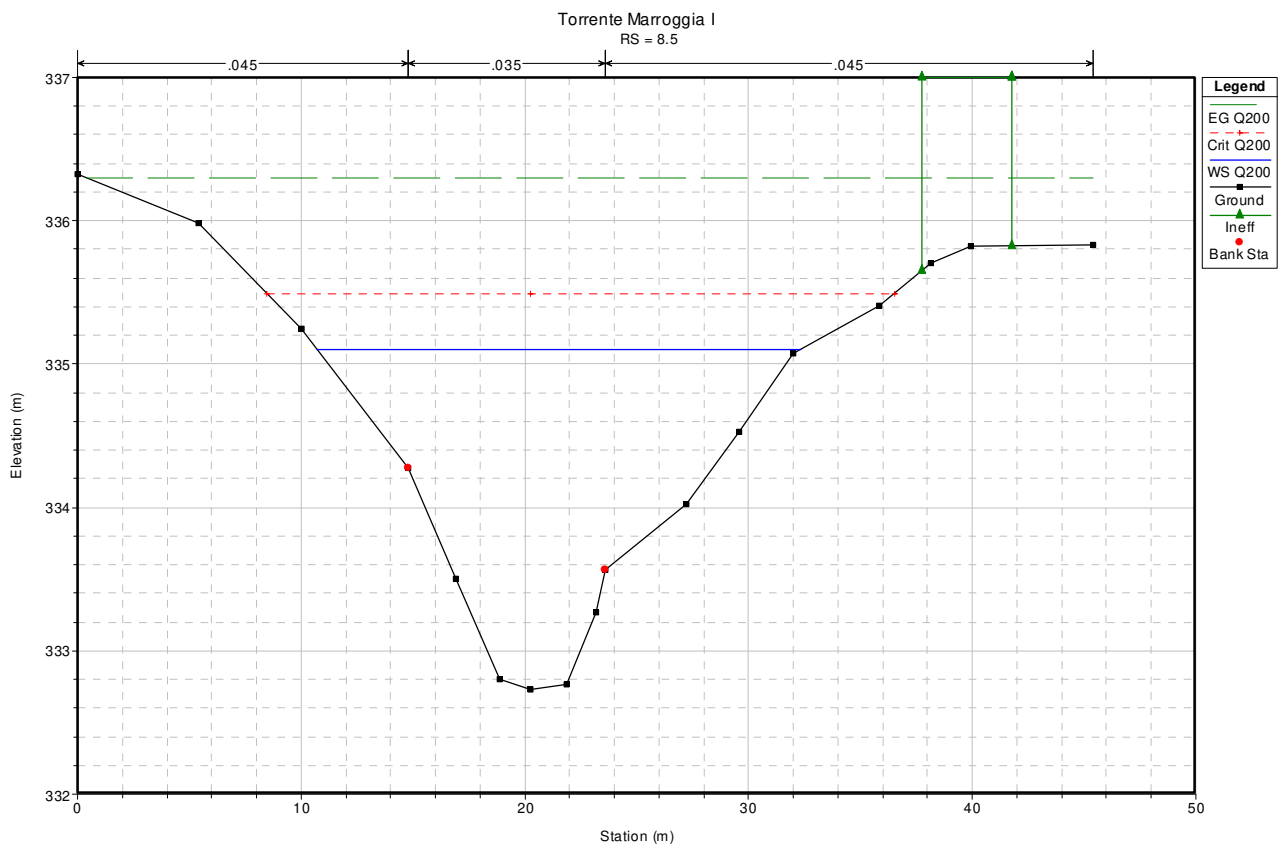




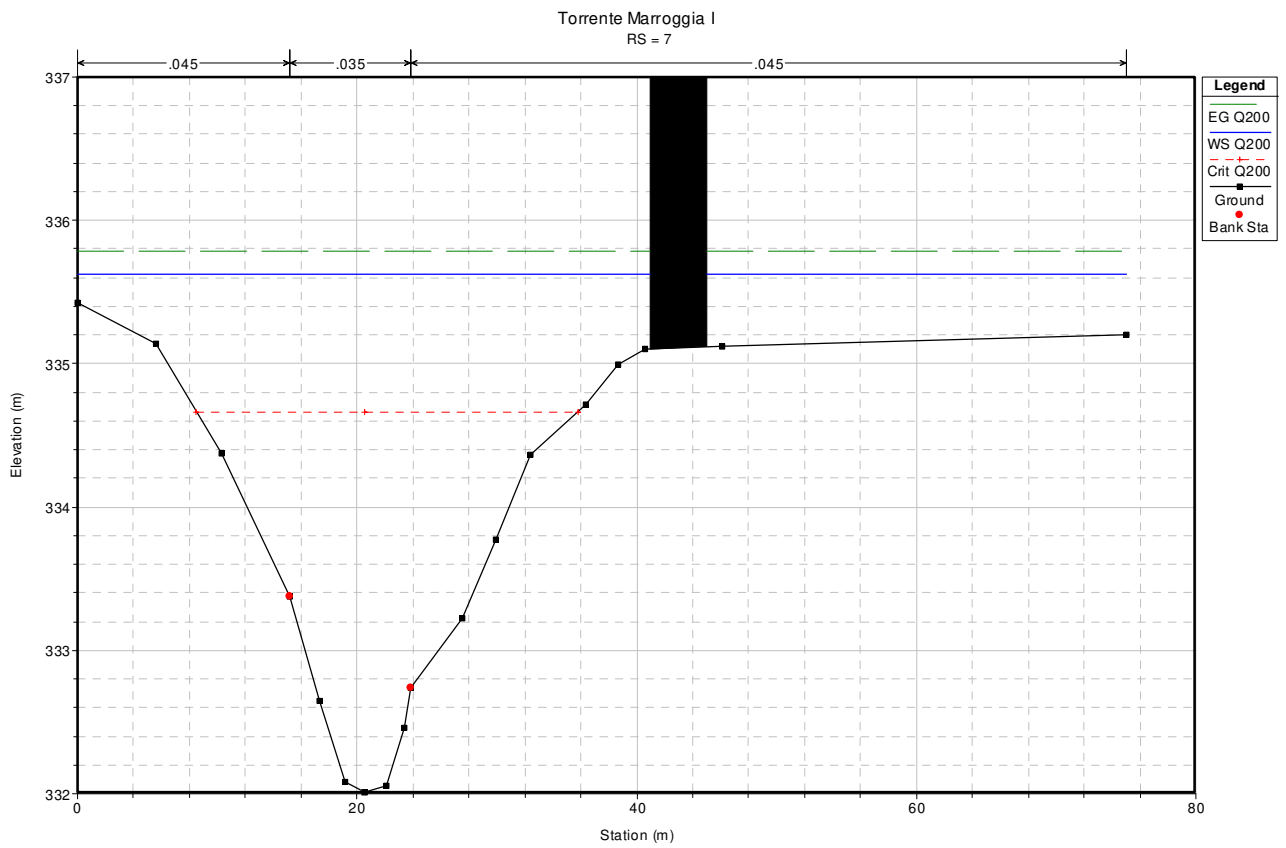
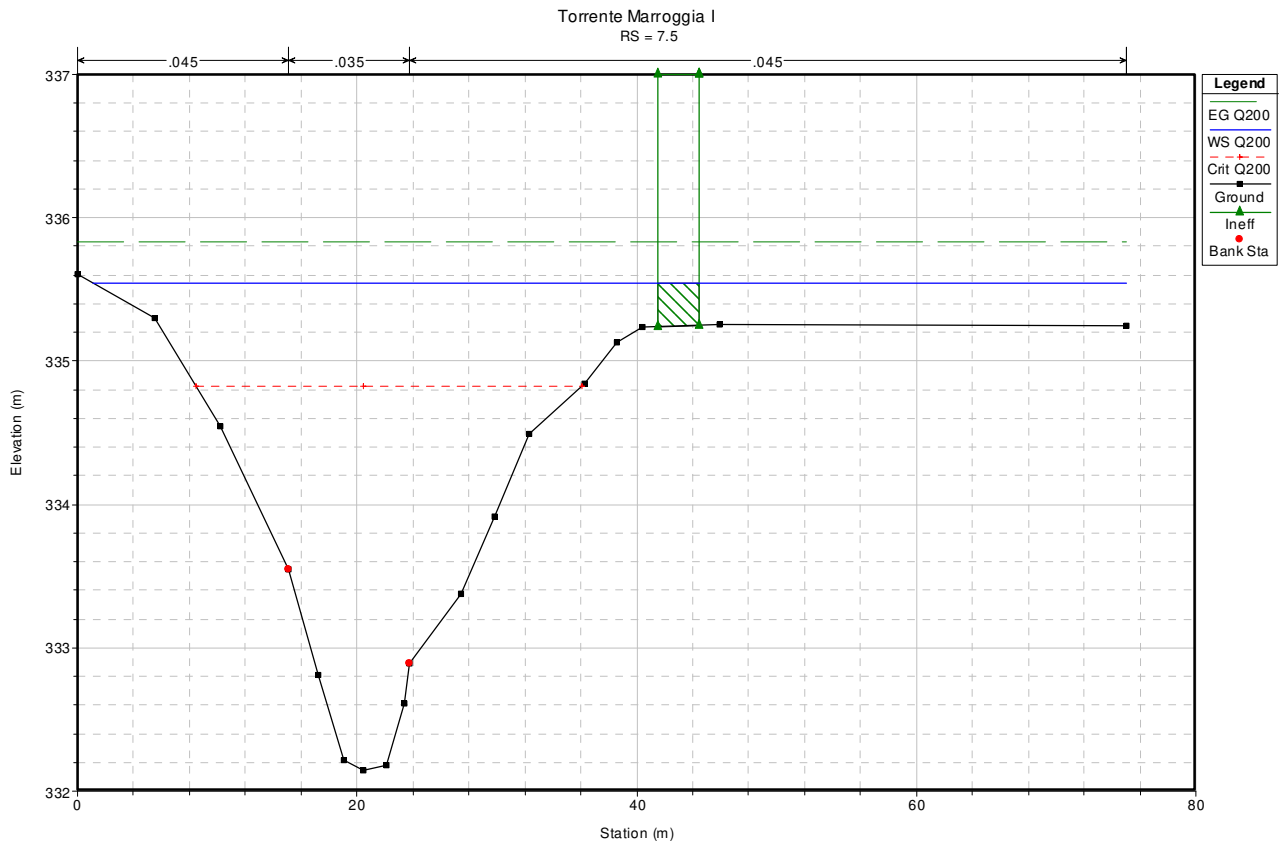


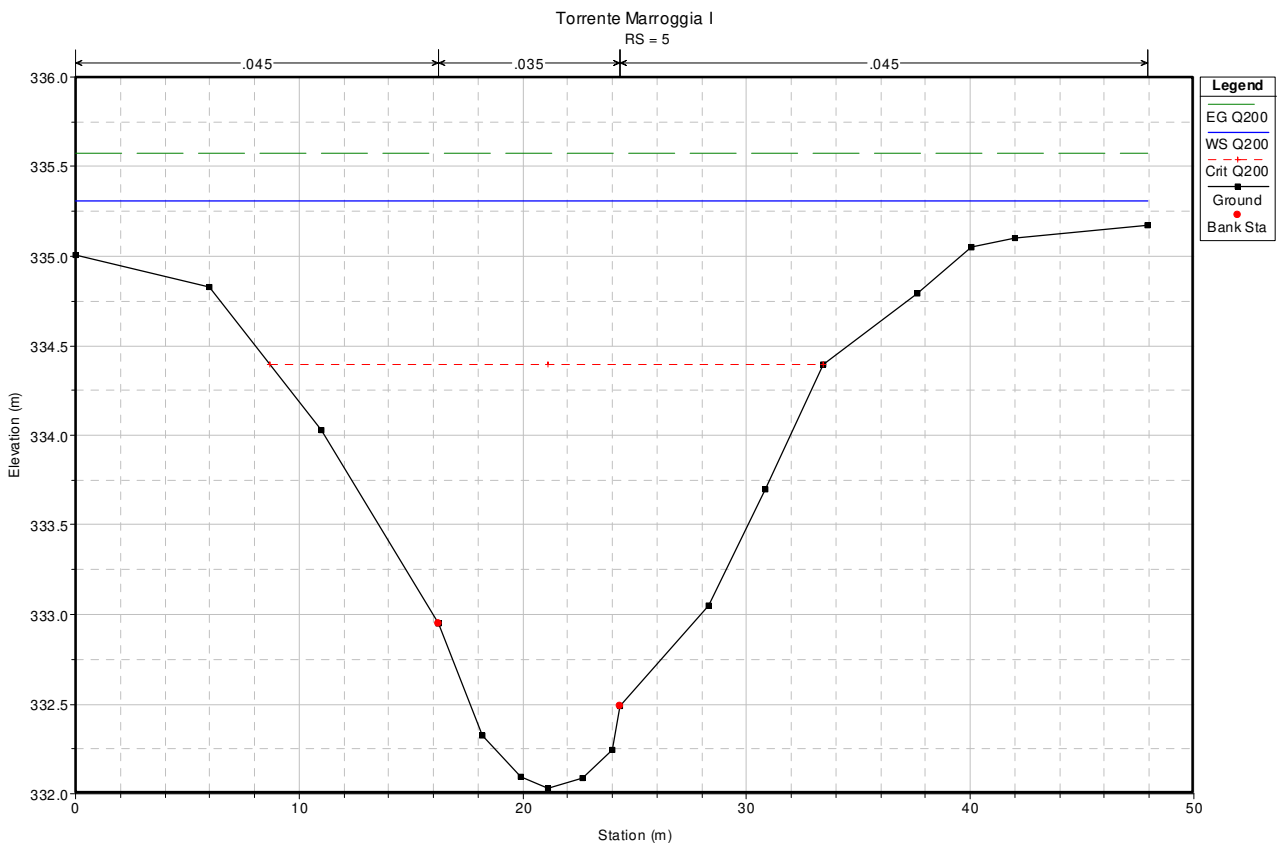
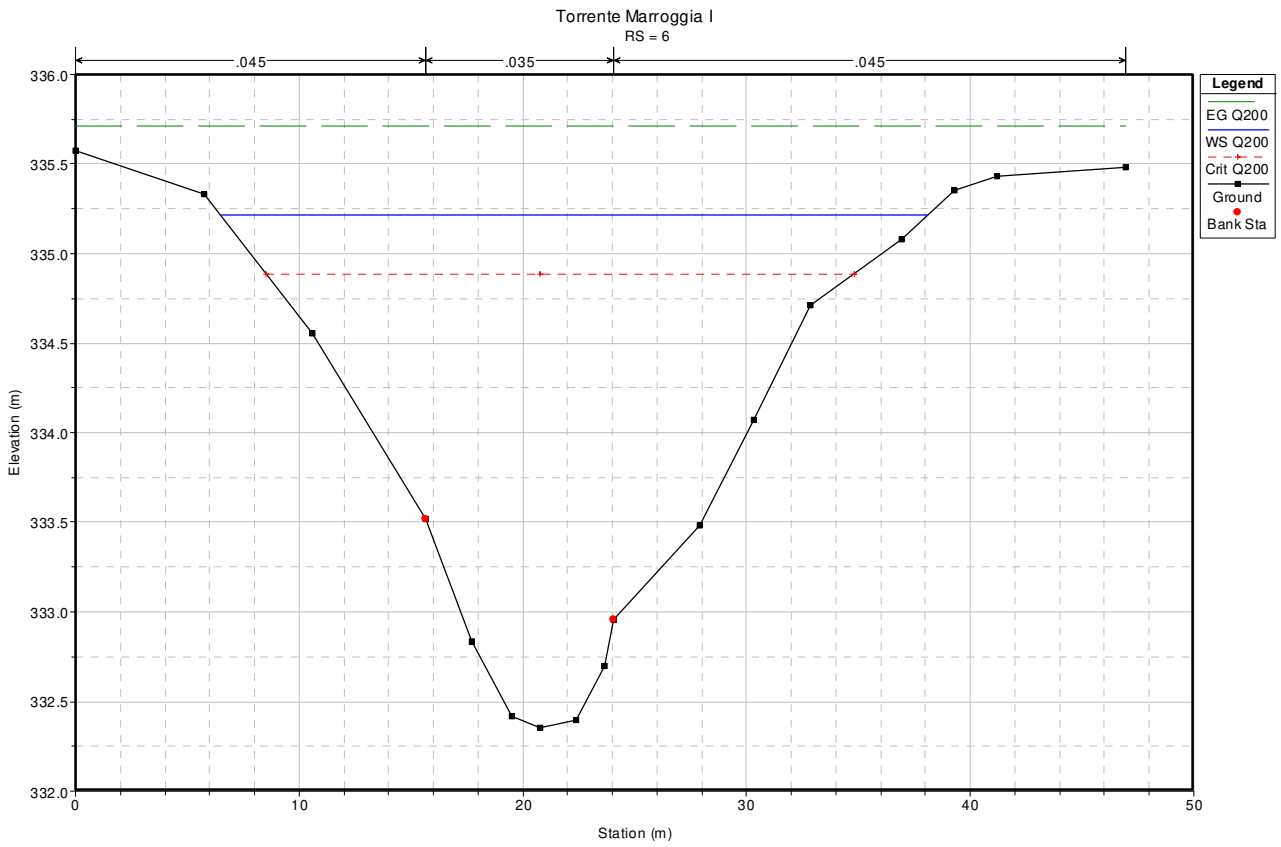


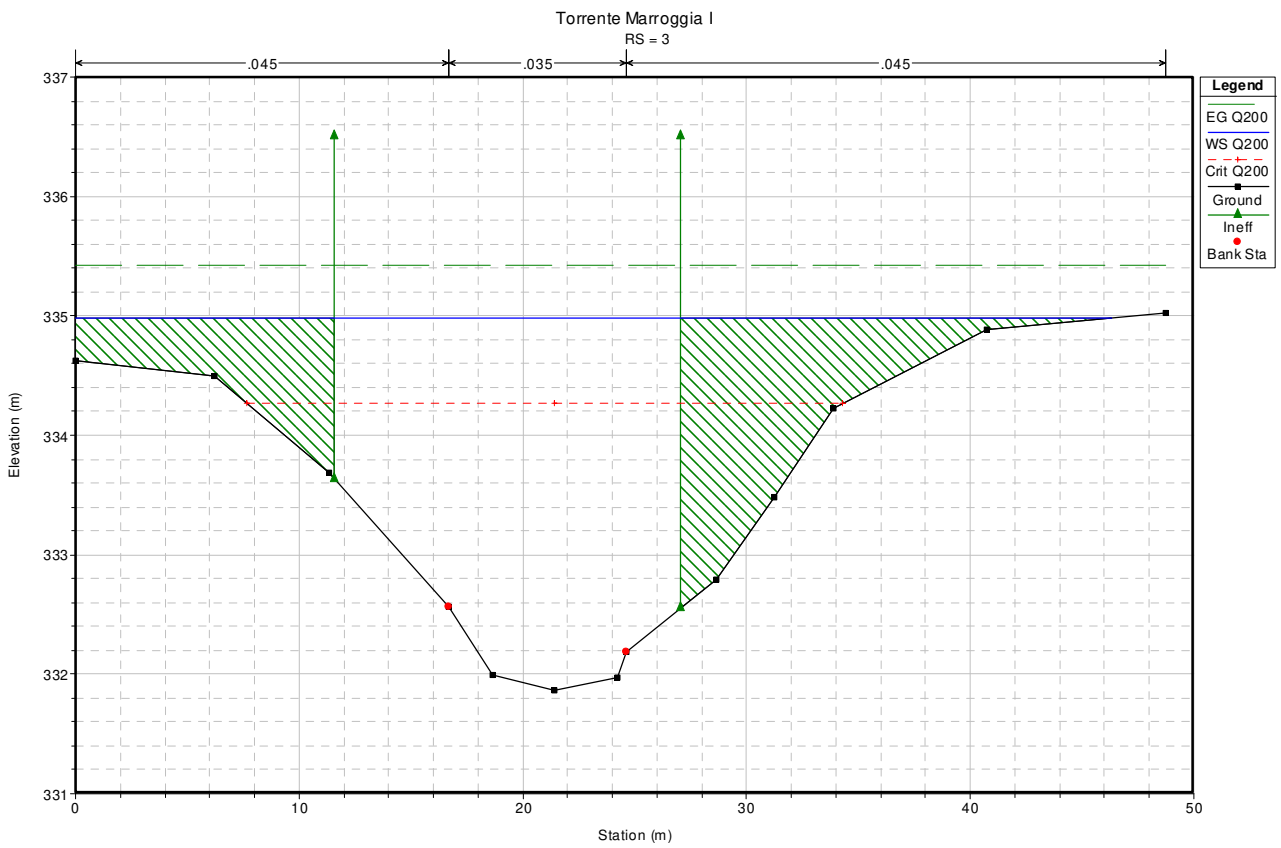
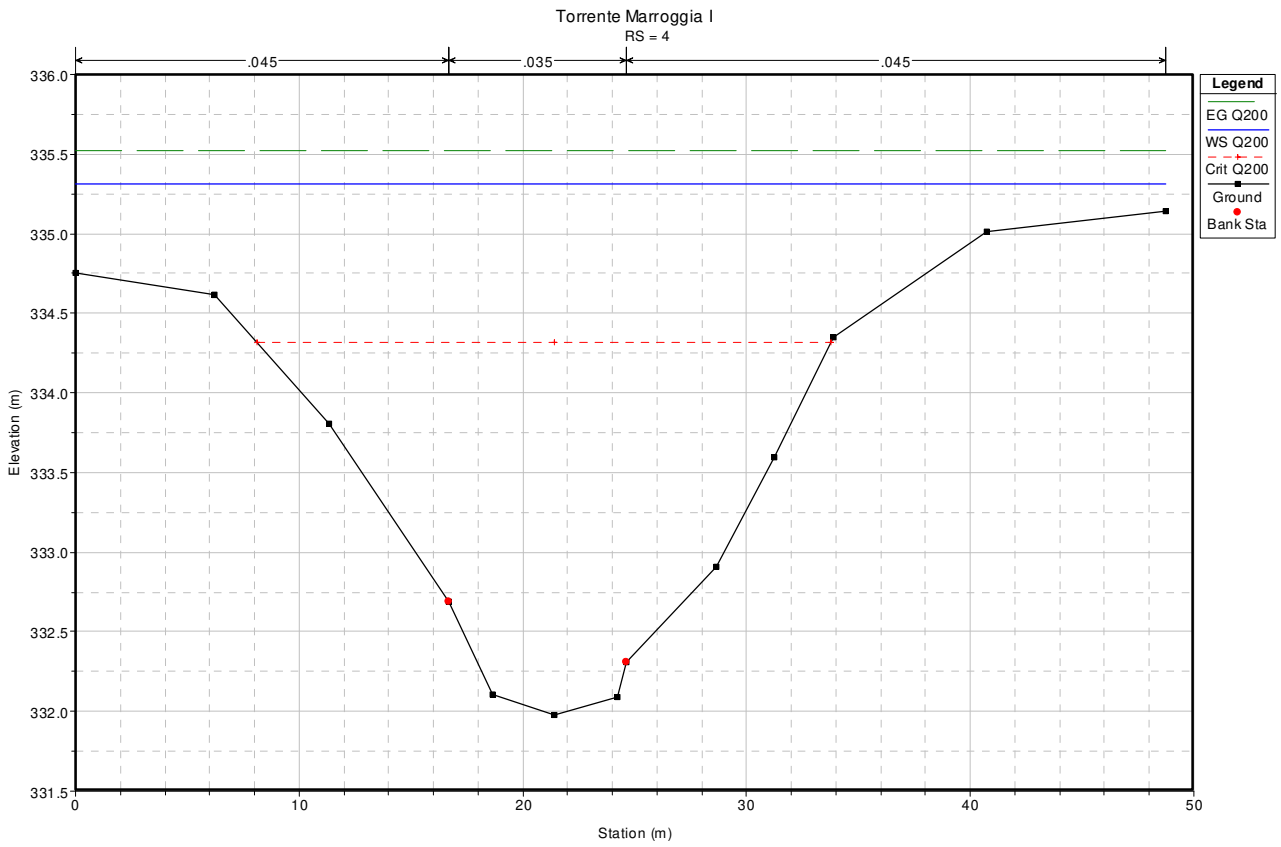


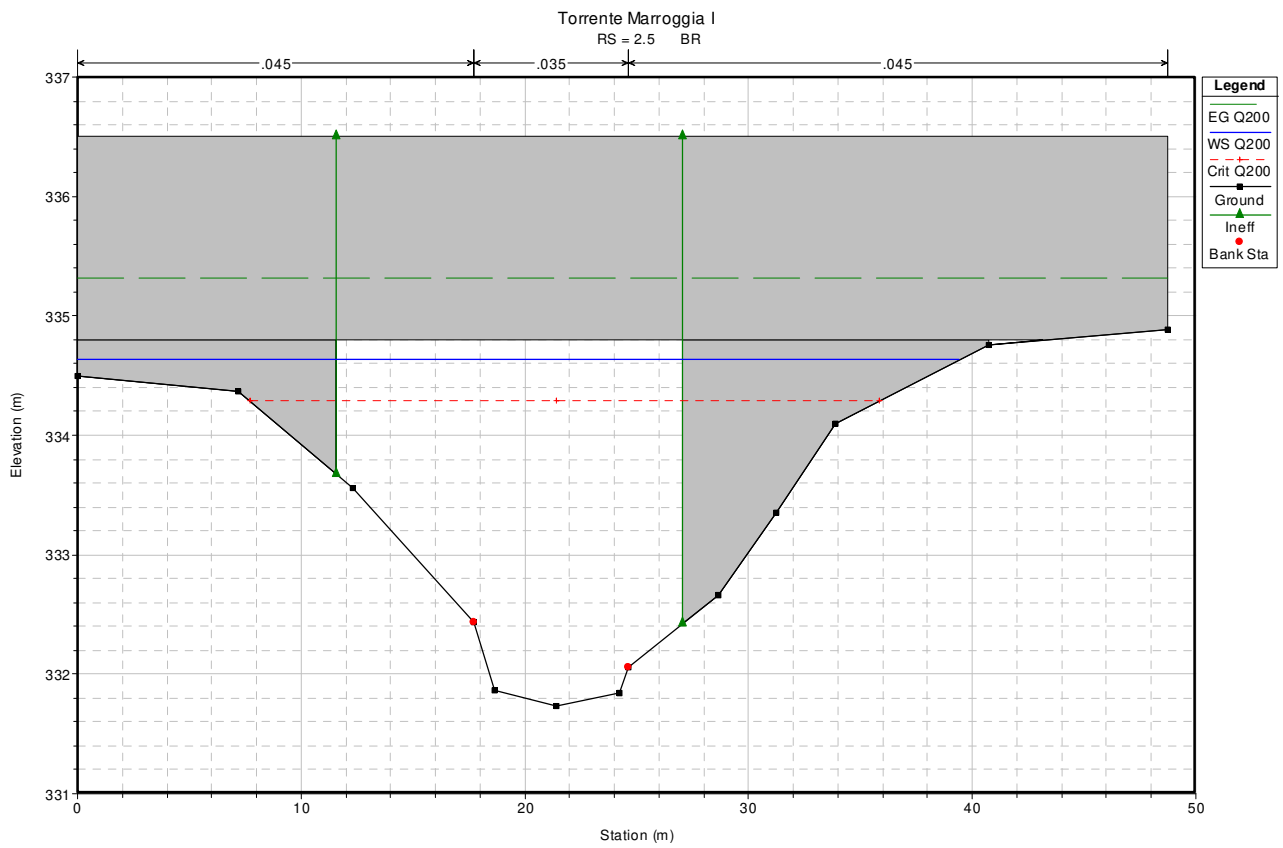
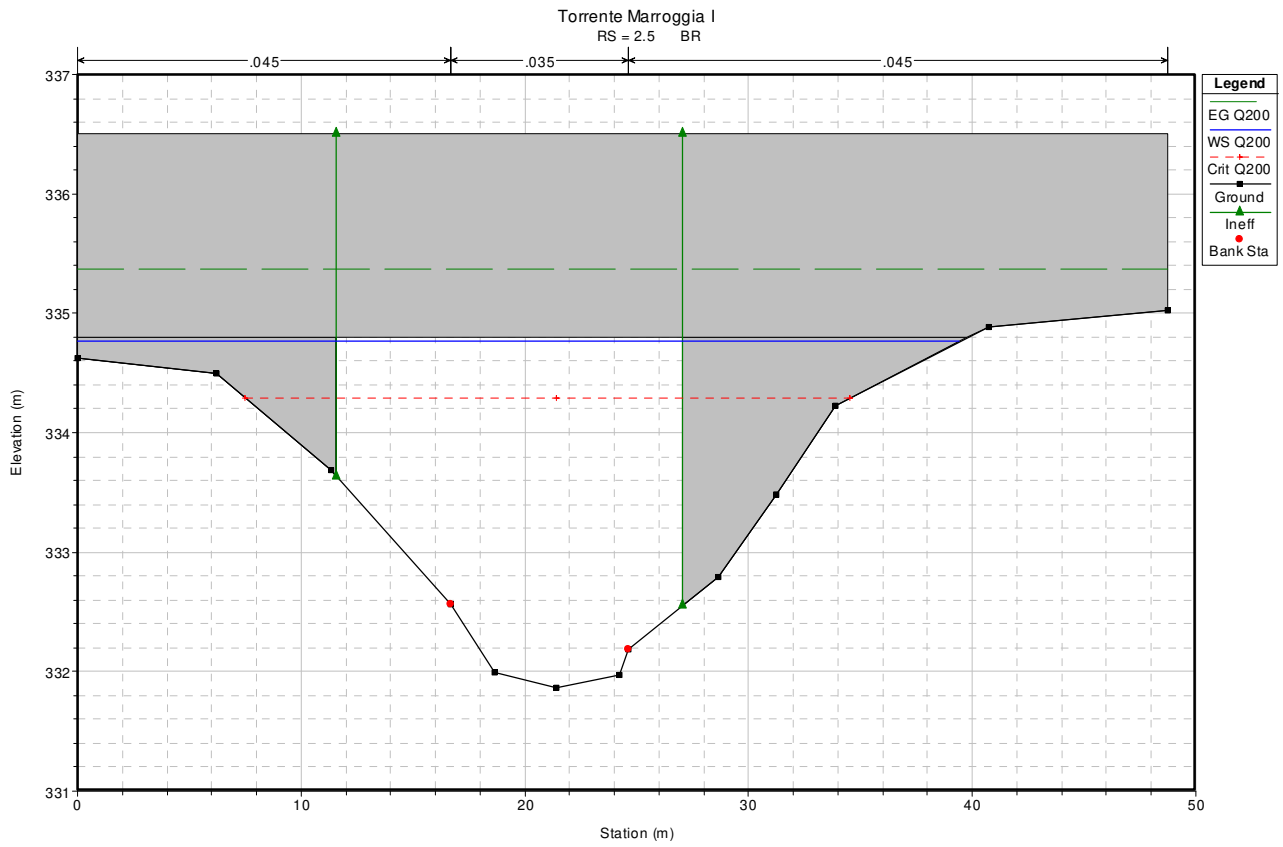


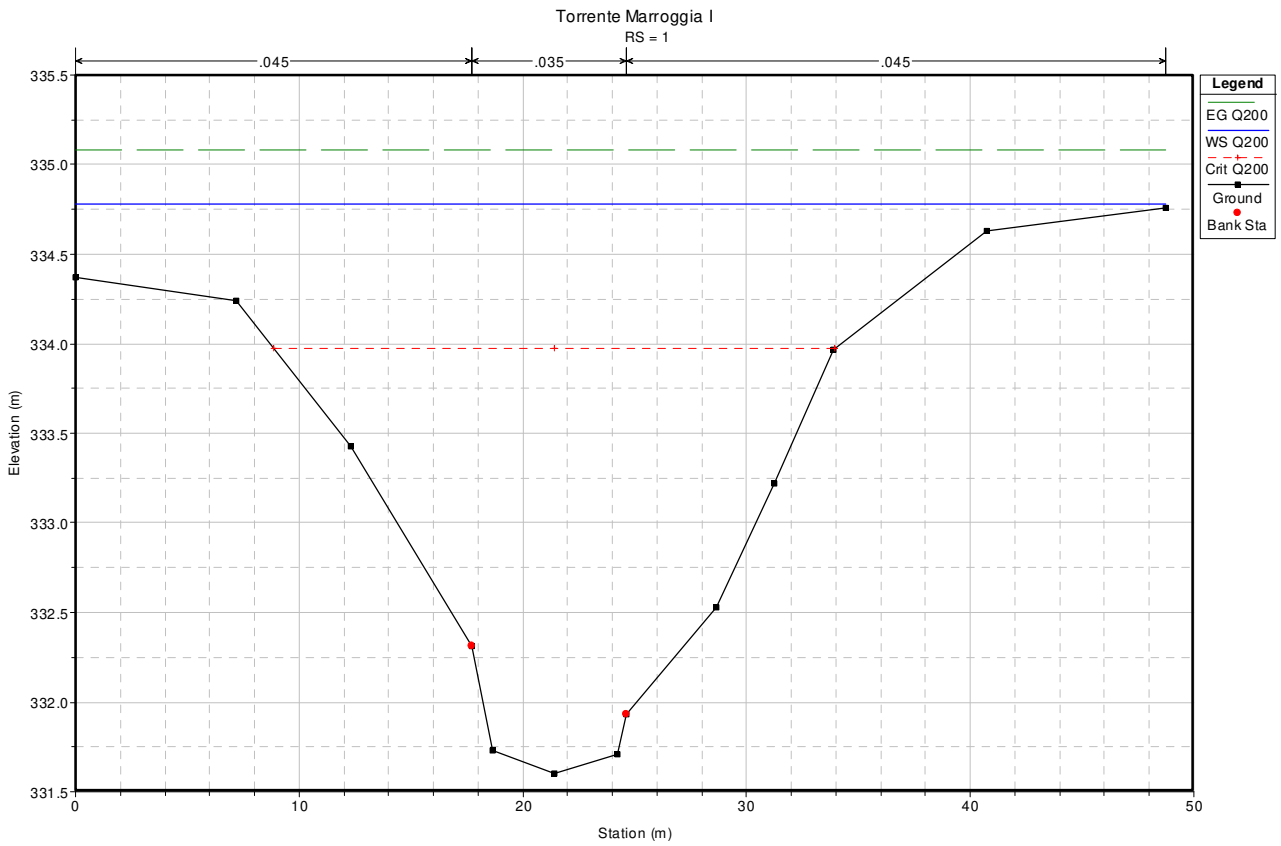
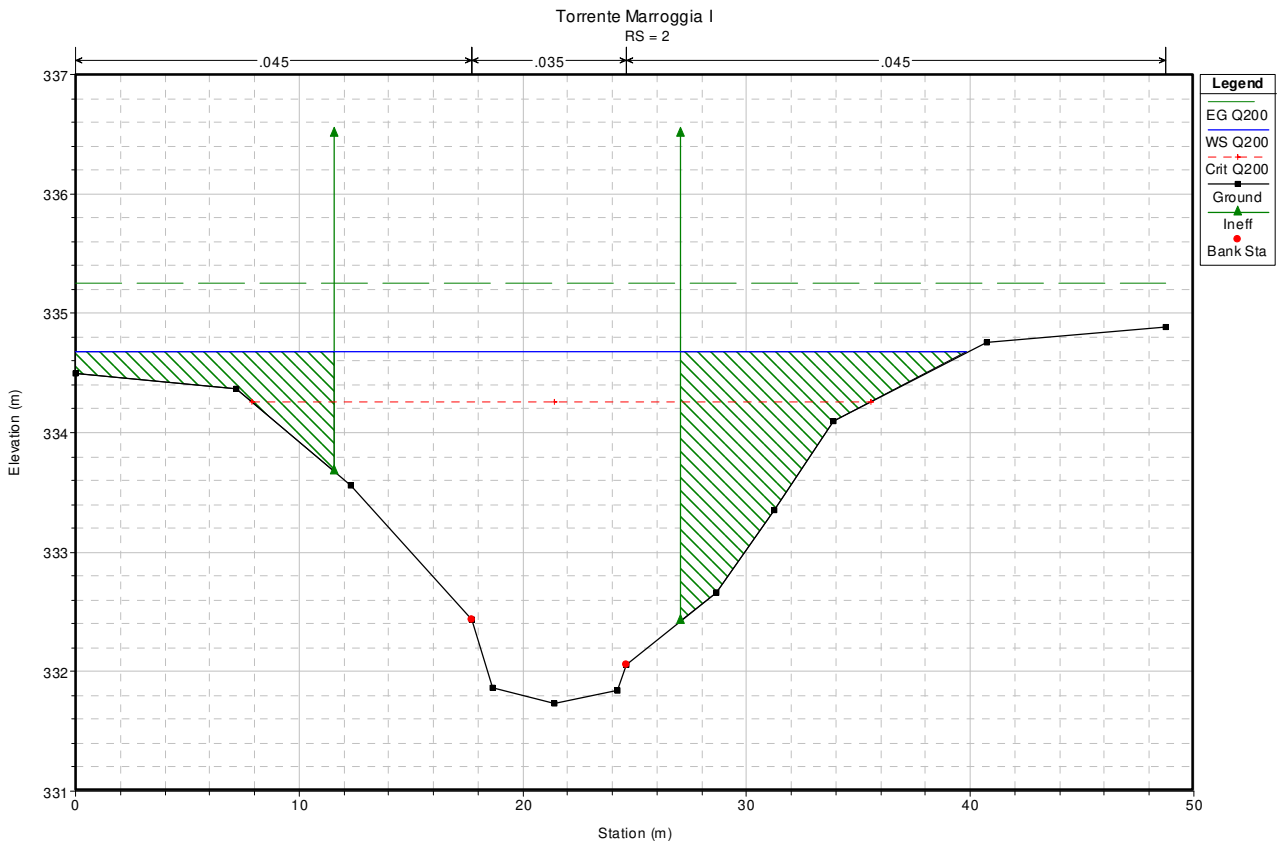








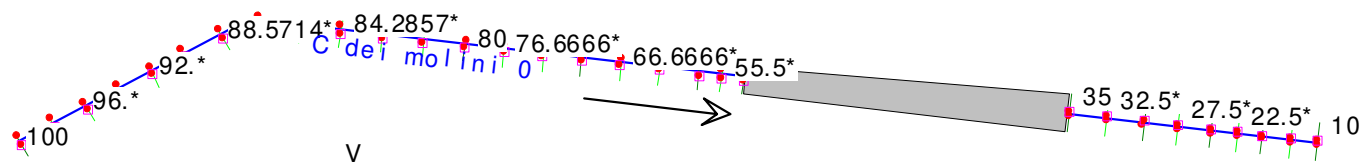




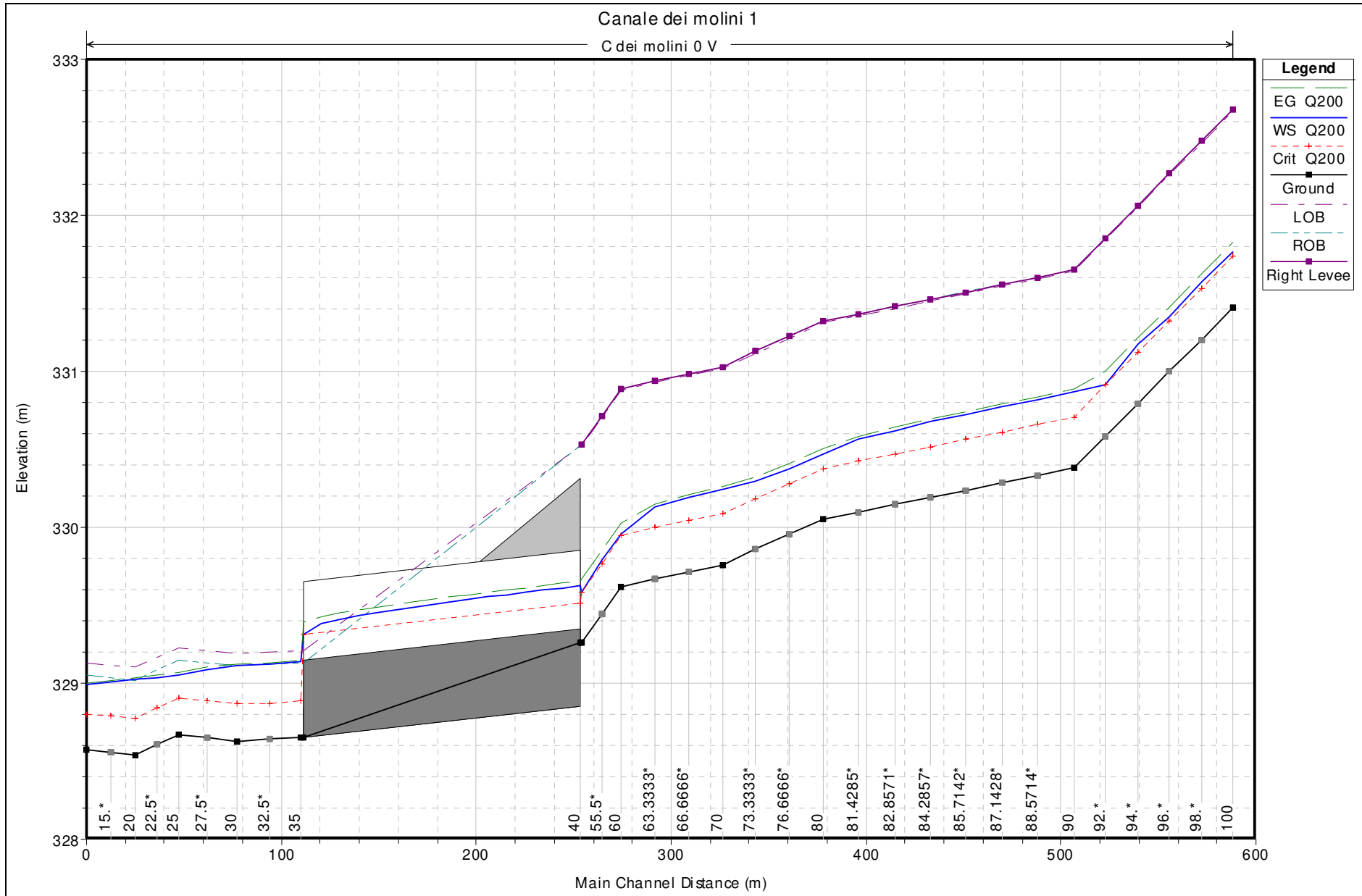
HEC-RAS Plan: prog River: T marroggia 1 Reach: F Profile: Q200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
viadotto	100	Q200	109.5	335.8	339.32	339.1	339.55	0.003286	2.67	87.34	163.5	0.54
viadotto	90	Q200	109.5	335.62	339.15	339.15	339.37	0.003225	2.65	91	181.68	0.53
viadotto	80	Q200	109.5	334.98	338.06	338.24	338.99	0.01145	4.57	29	21.15	0.98
viadotto	77	Q200	109.5	334.92	338.28	338.23	338.43	0.002609	2.31	106.37	209.07	0.47
viadotto	70	Q200	109.5	334.9	338.2	338.2	338.4	0.003442	2.62	91.05	187.99	0.54
viadotto	60	Q200	109.5	334.23	338.18	337.55	338.31	0.0015	2	93.14	81.13	0.37
viadotto	50	Q200	109.5	334.56	338.11	337.9	338.29	0.002533	2.36	78.77	78.89	0.47
viadotto	40	Q200	109.5	334.24	337.63	337.63	338.08	0.005123	3.42	48.33	49.5	0.68
viadotto	31	Q200	109.5	333.52	336.15	336.59	337.54	0.018316	5.56	23.88	20.62	1.27
viadotto	30	Q200	109.5	333.44	336.08	336.51	337.44	0.017673	5.49	24.23	20.81	1.25
viadotto	21	Q200	109.5	333.01	336.47	335.97	336.82	0.00311	3.06	60.18	63.08	0.57
viadotto	20	Q200	109.5	332.97	336.5	335.91	336.78	0.002525	2.82	64.48	58.68	0.52
viadotto	16	Q200	109.5	333	336.35	335.94	336.73	0.003373	3.14	58.37	69.06	0.6
viadotto	15	Q200	109.5	333.01	336.4	335.86	336.69	0.002665	2.83	61.34	64.43	0.54
viadotto	11	Q200	109.5	333.05	336.11	335.85	336.6	0.0046	3.51	43.76	42.13	0.7
viadotto	10.5	Q200	109.5	332.75	336.29	335.53	336.5	0.001829	2.49	73.73	68.49	0.45
viadotto	10	Q200	109.5	332.46	336.36	335.22	336.47	0.000923	1.92	103.01	75	0.33
viadotto	9	Q200	109.5	332.93	335.69	335.69	336.39	0.007329	4.13	35.77	28.09	0.87
viadotto	8.5	Q200	109.5	332.73	335.11	335.49	336.3	0.01516	5.26	26.07	21.64	1.21
viadotto	8	Q200	109.5	332.54	334.8	335.31	336.21	0.019241	5.69	23.68	20.36	1.35
viadotto	7.5	Q200	109.5	332.14	335.54	334.82	335.83	0.00246	2.86	67.98	73.88	0.53
viadotto	7	Q200	109.5	332.01	335.62	334.66	335.79	0.001414	2.28	82.2	71	0.41
viadotto	6	Q200	109.5	332.35	335.21	334.89	335.71	0.004818	3.61	43.23	31.6	0.72
viadotto	5	Q200	109.5	332.03	335.31	334.4	335.58	0.002175	2.76	64.83	47.91	0.5
viadotto	4	Q200	109.5	331.98	335.32	334.32	335.52	0.001704	2.52	71.92	48.74	0.45
viadotto	3	Q200	109.5	331.86	334.98	334.27	335.43	0.003139	3.26	39.47	46.32	0.6
viadotto	2.5		Bridge									
viadotto	2	Q200	109.5	331.73	334.67	334.26	335.25	0.004547	3.77	35.29	39.83	0.72
viadotto	1	Q200	109.5	331.6	334.78	333.97	335.08	0.002638	3.03	62.06	48.74	0.55

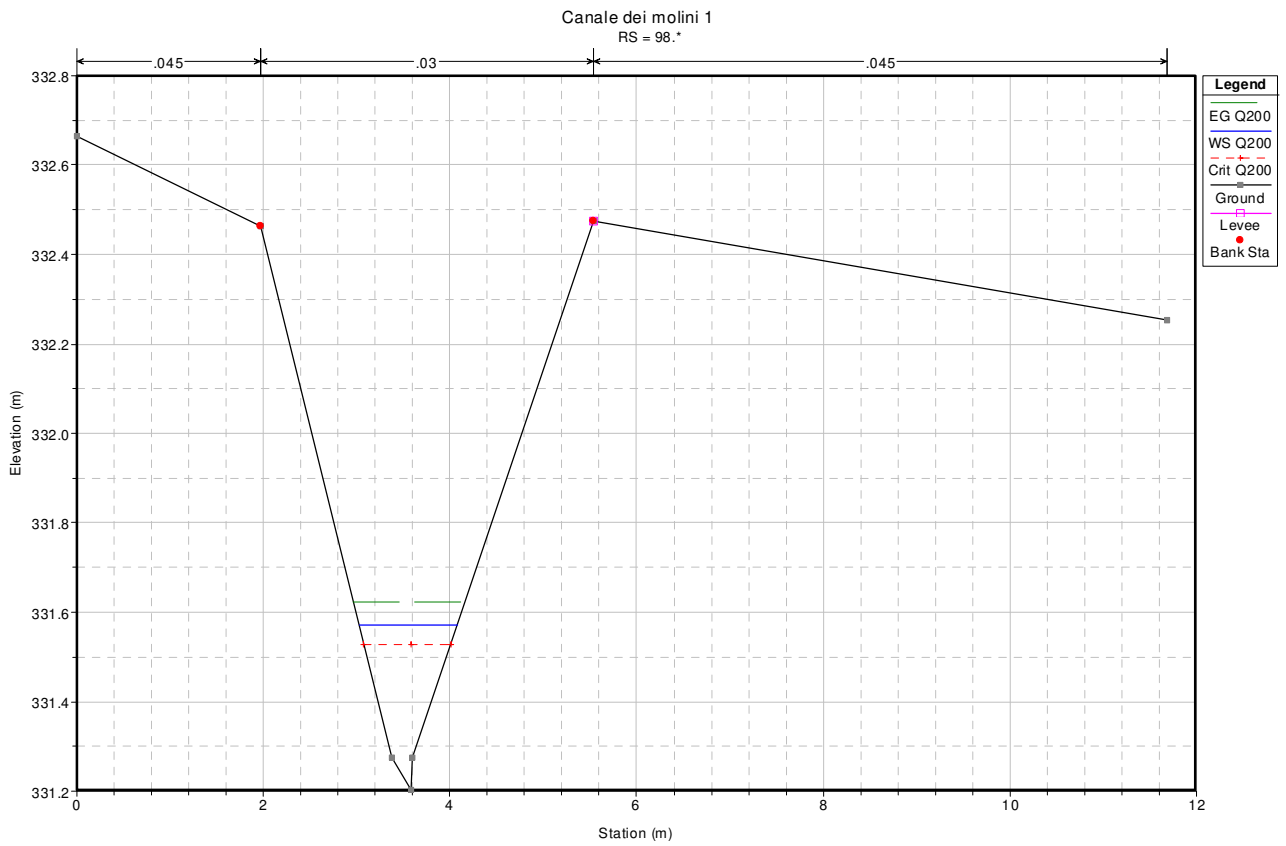
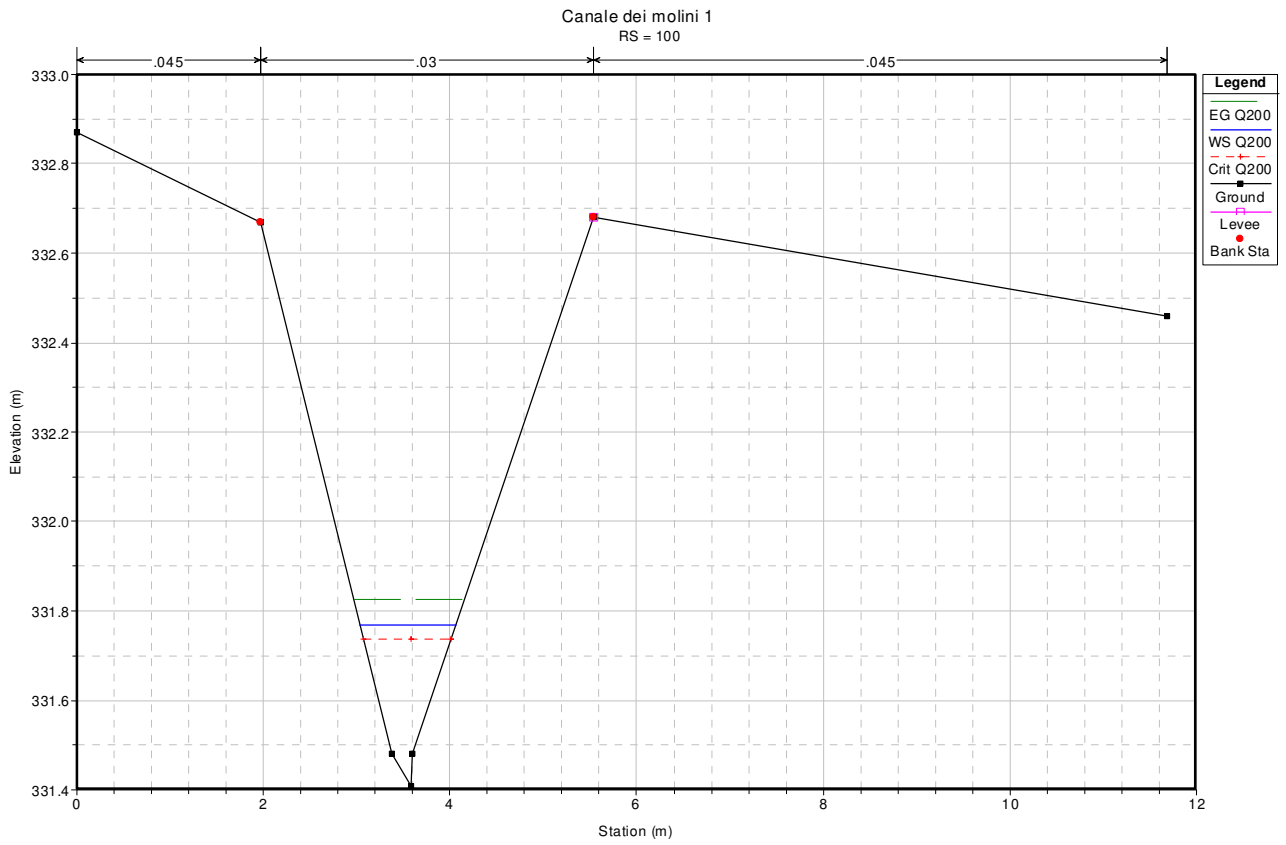
**ALLEGATO D**

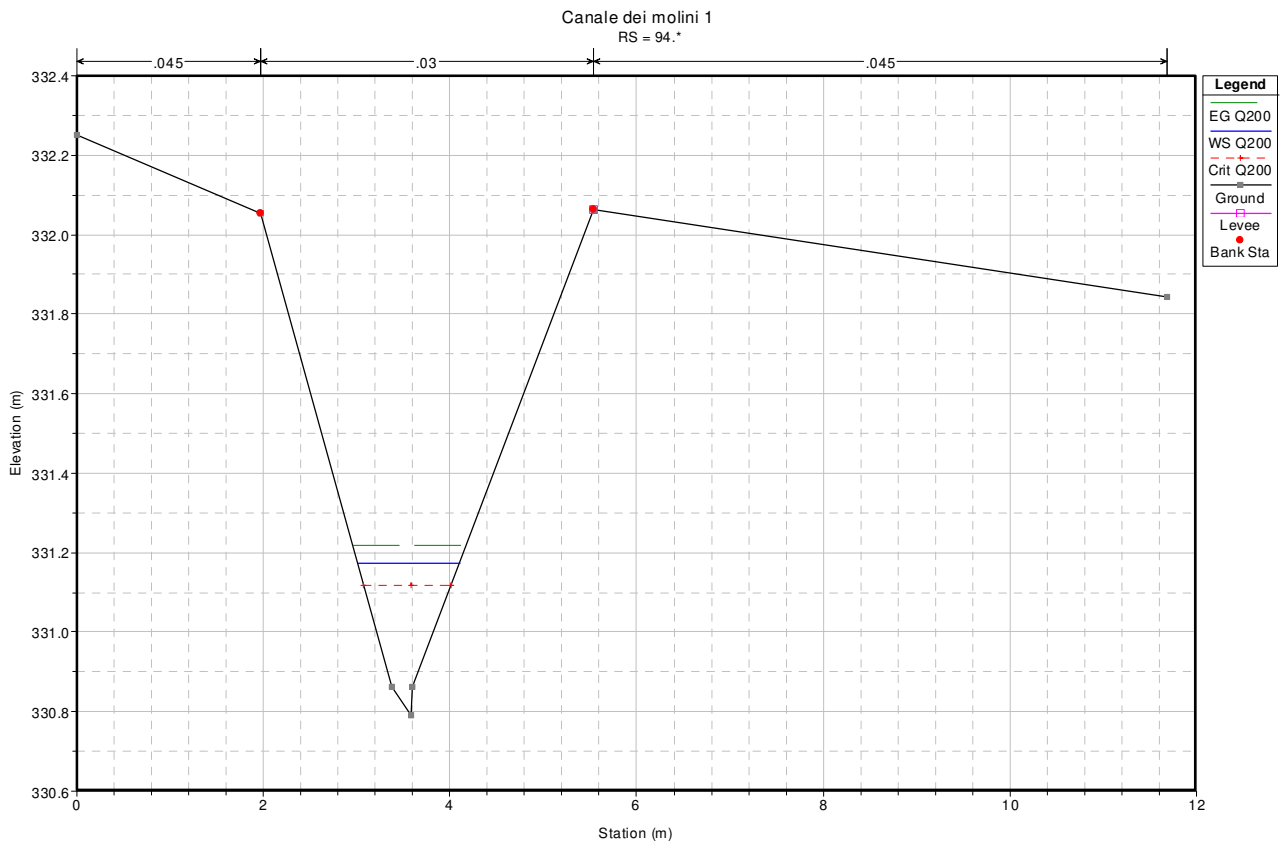
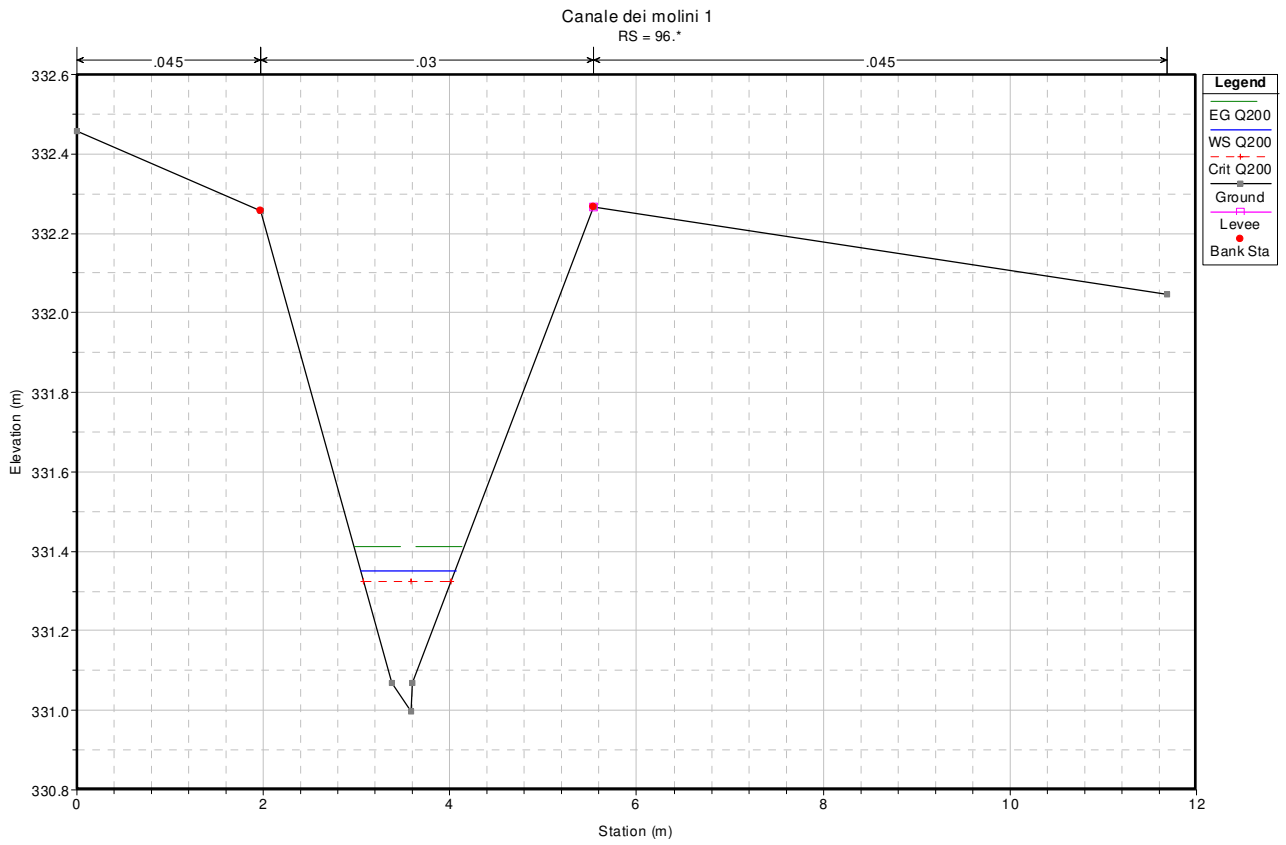
**RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN MOTO PERMANENTE  
CANALE DEI MOLINI I – STATO ATTUALE**

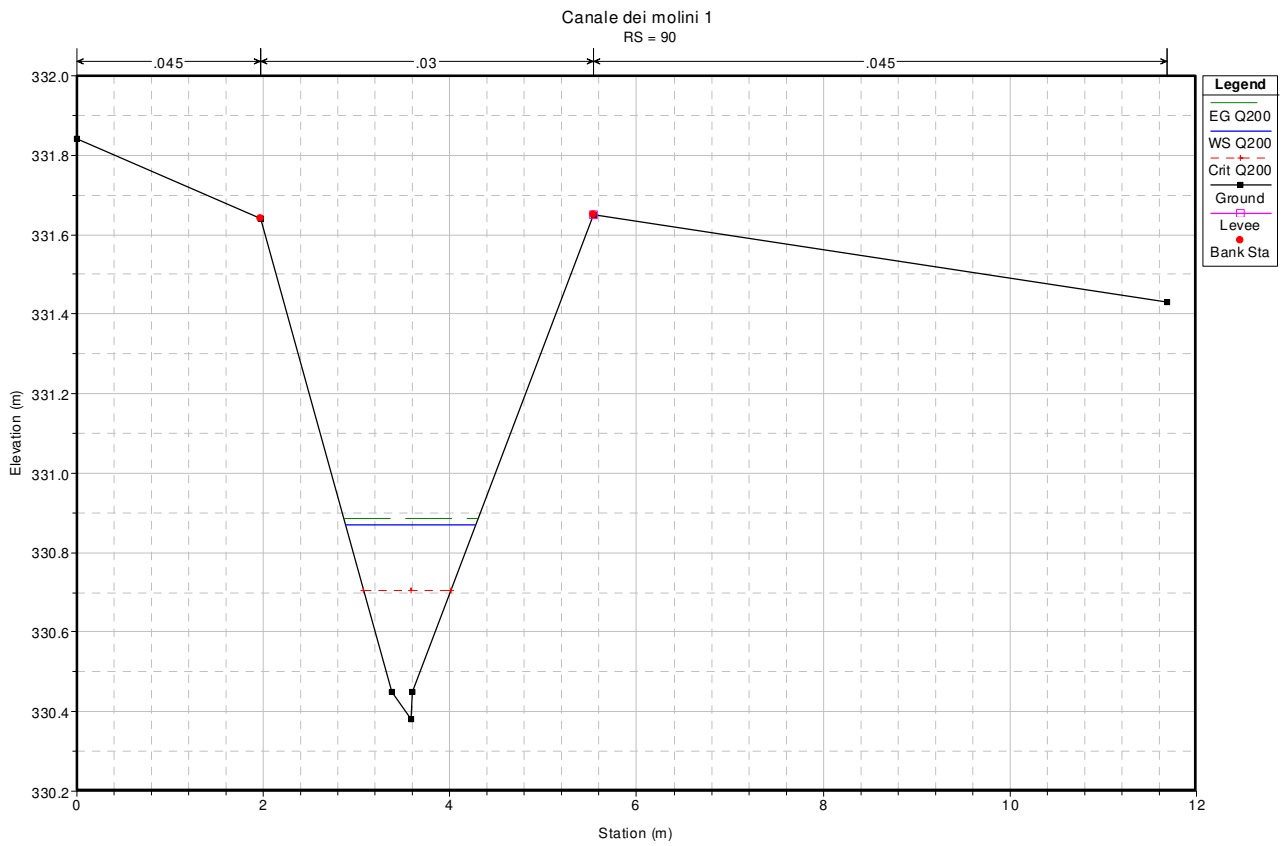
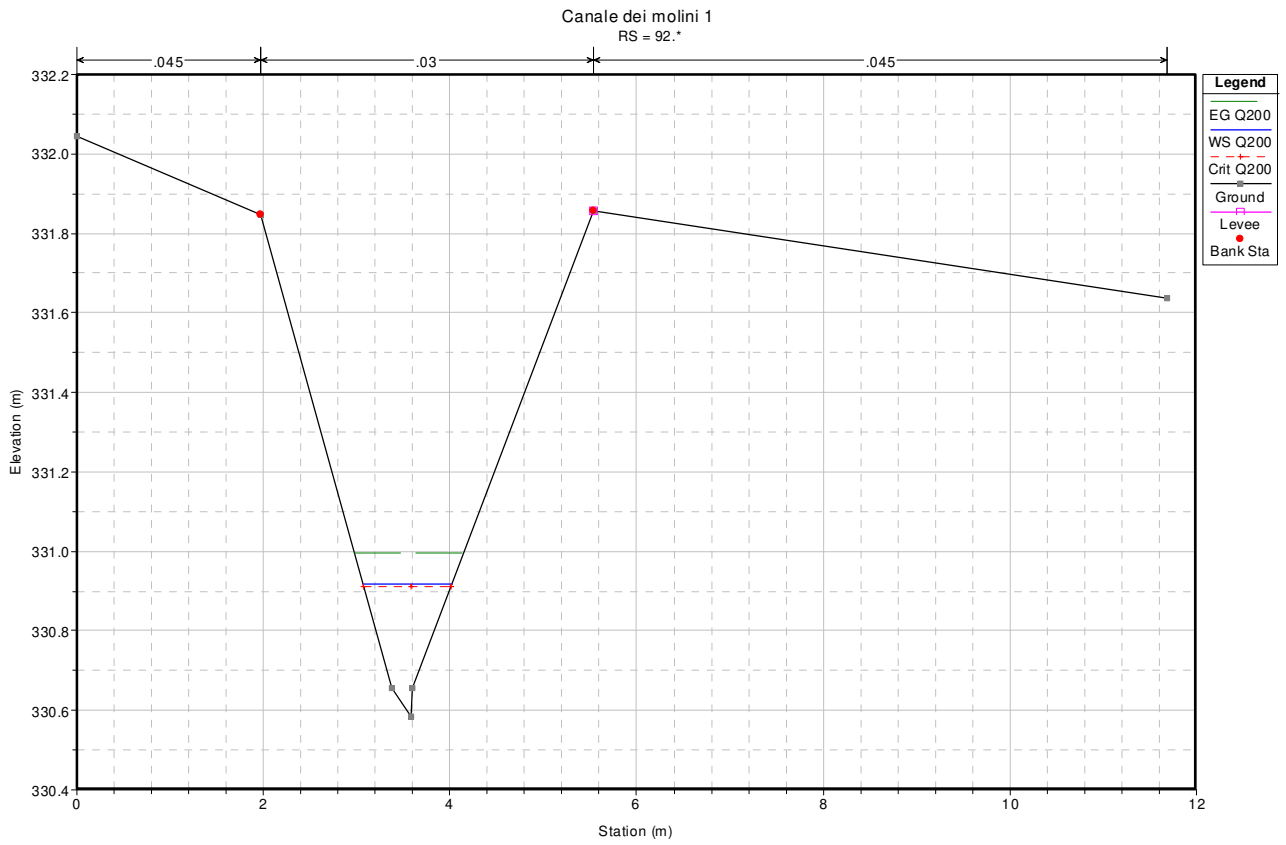


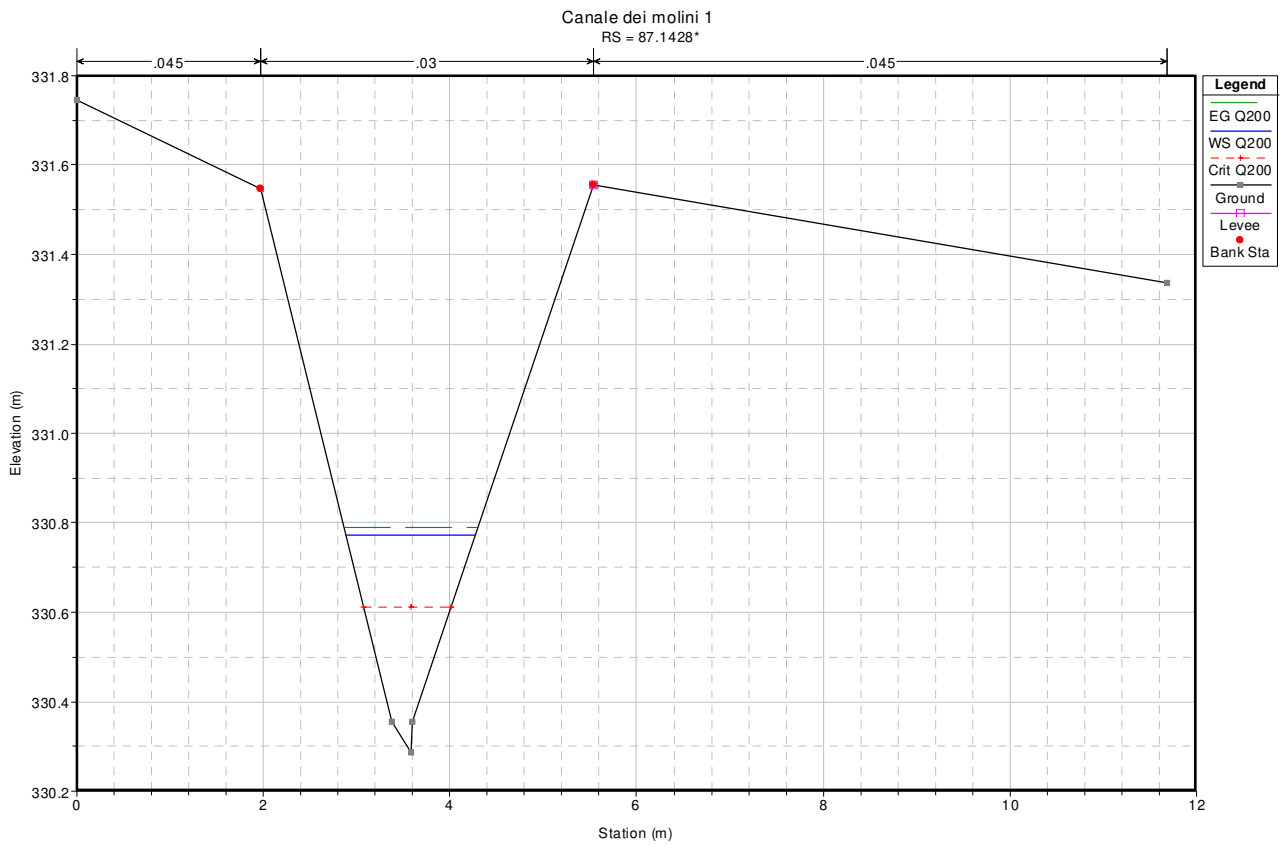
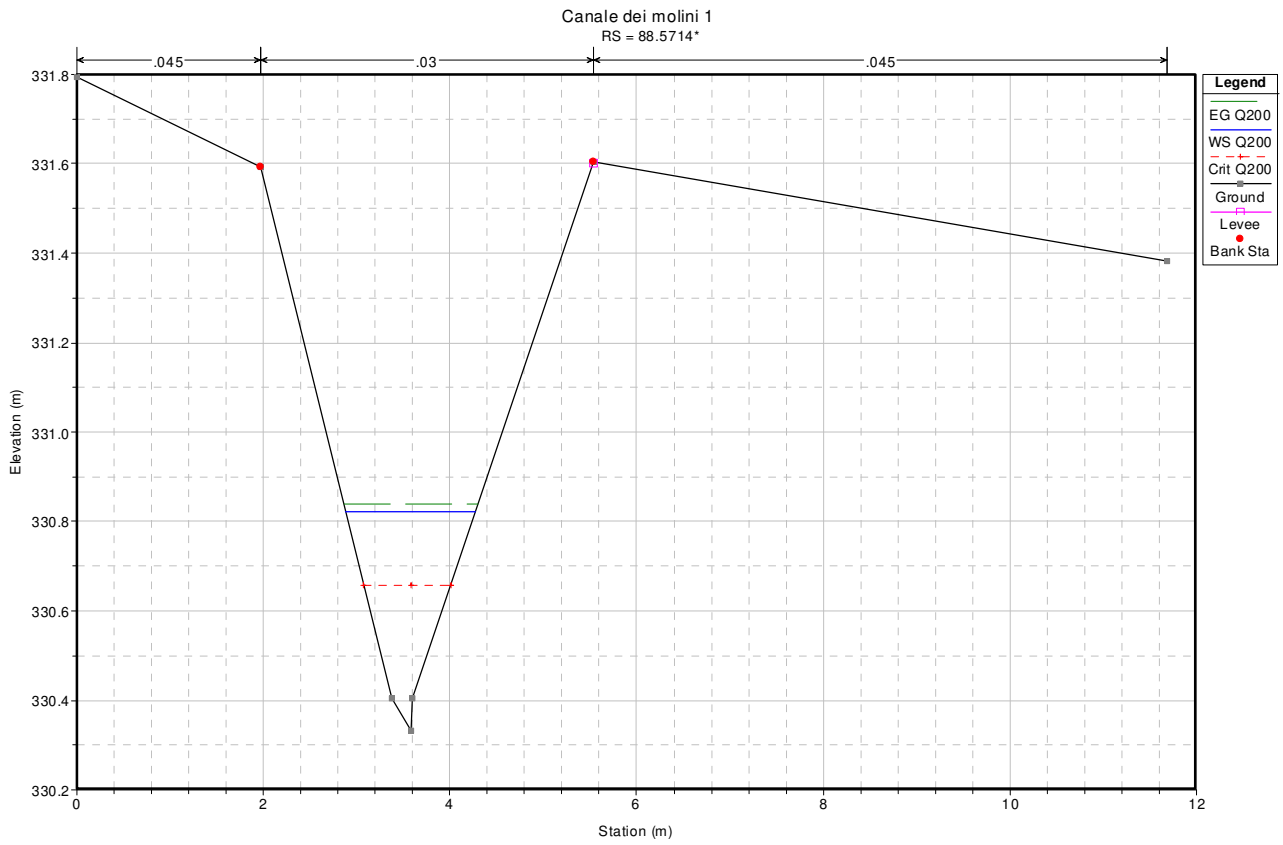


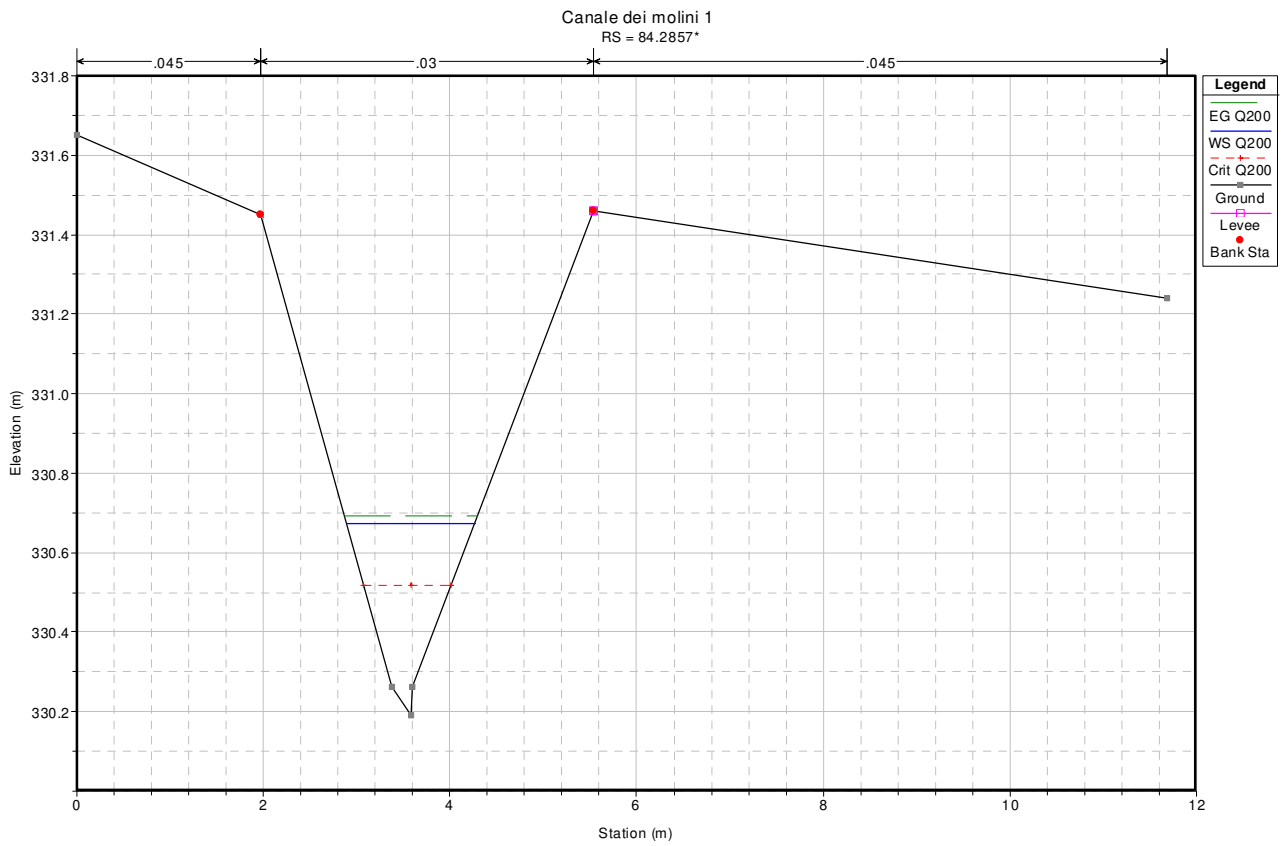
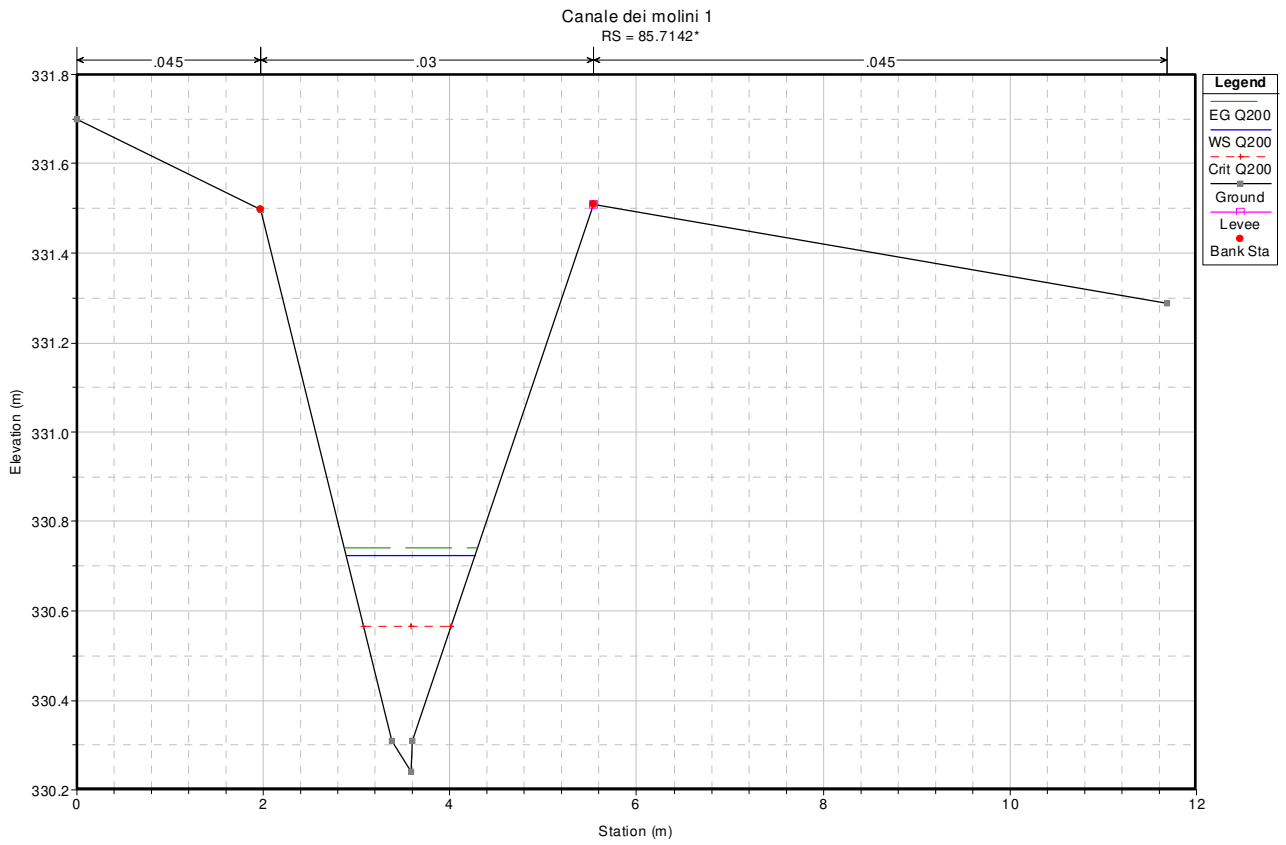


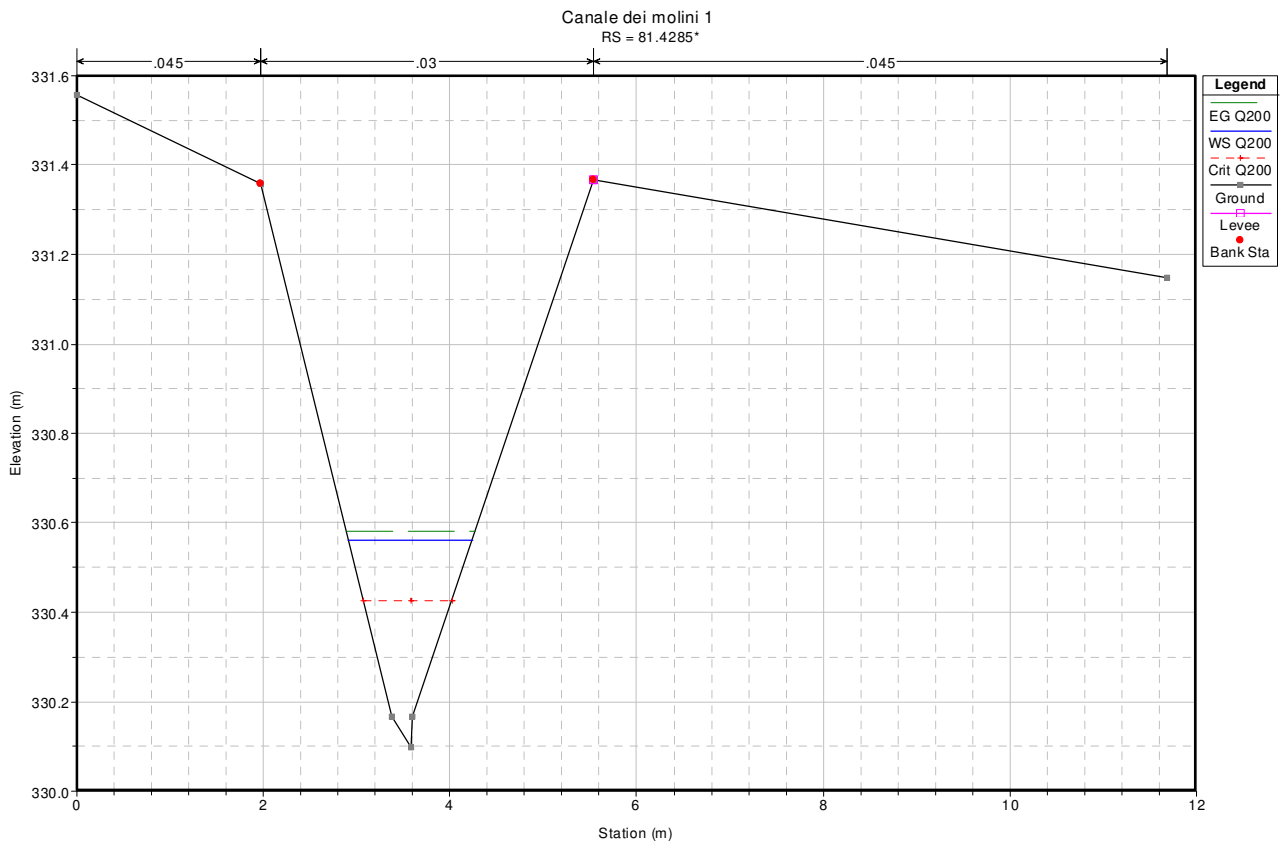
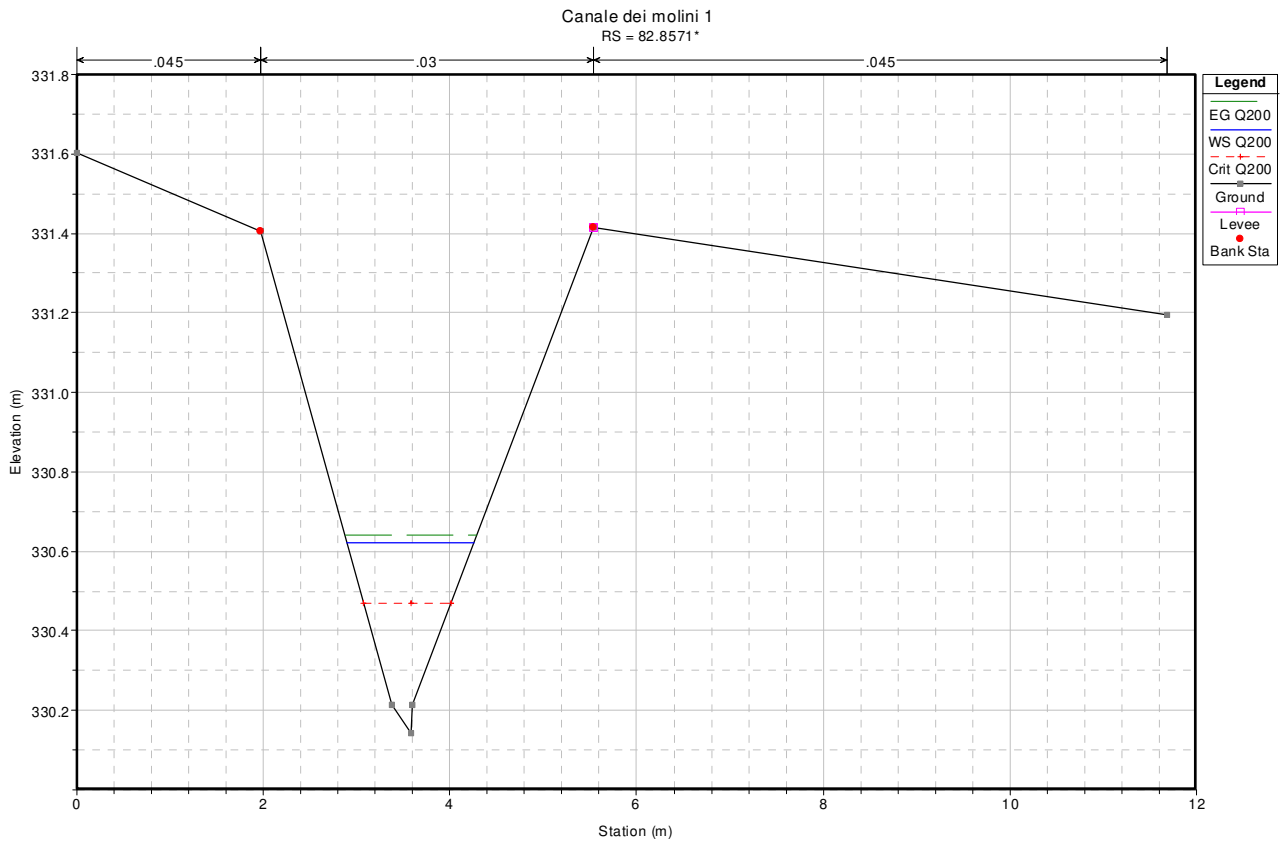


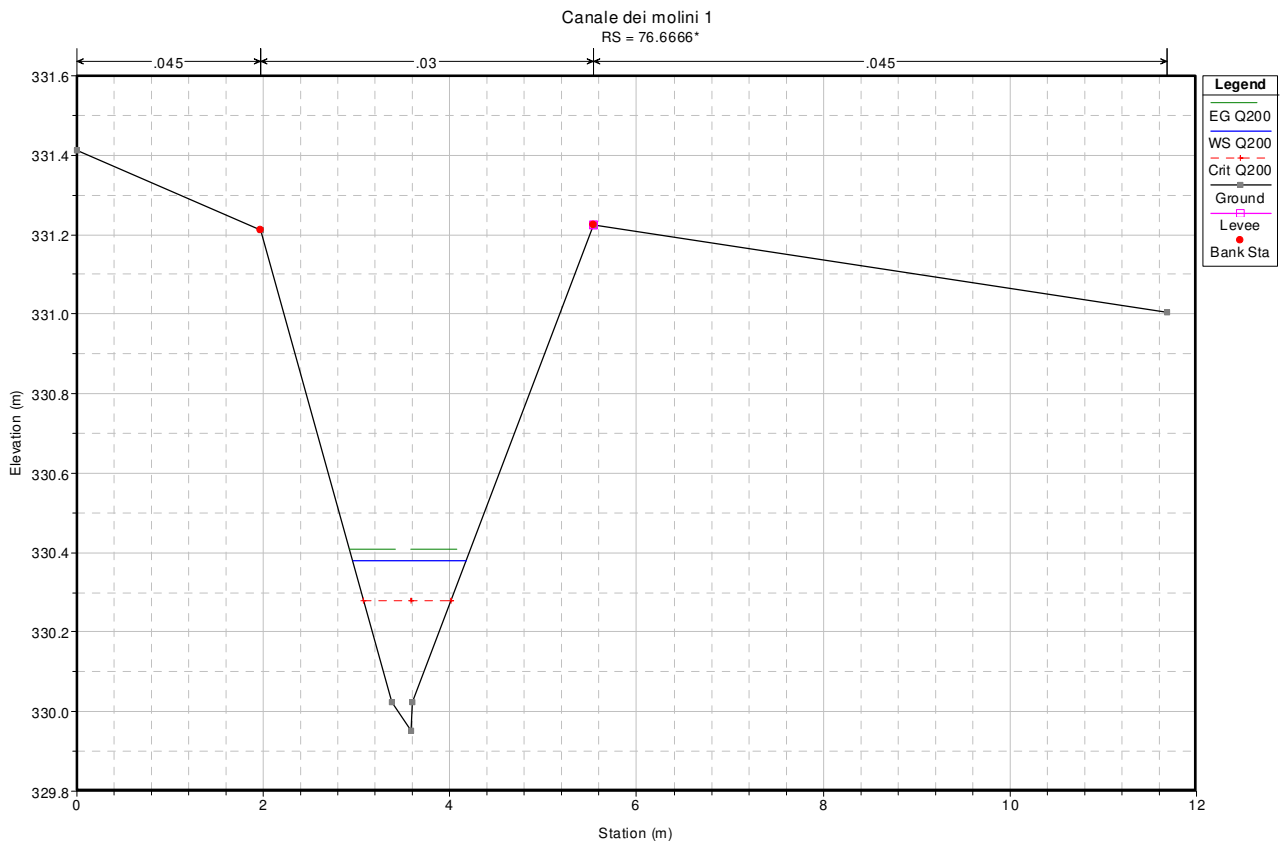
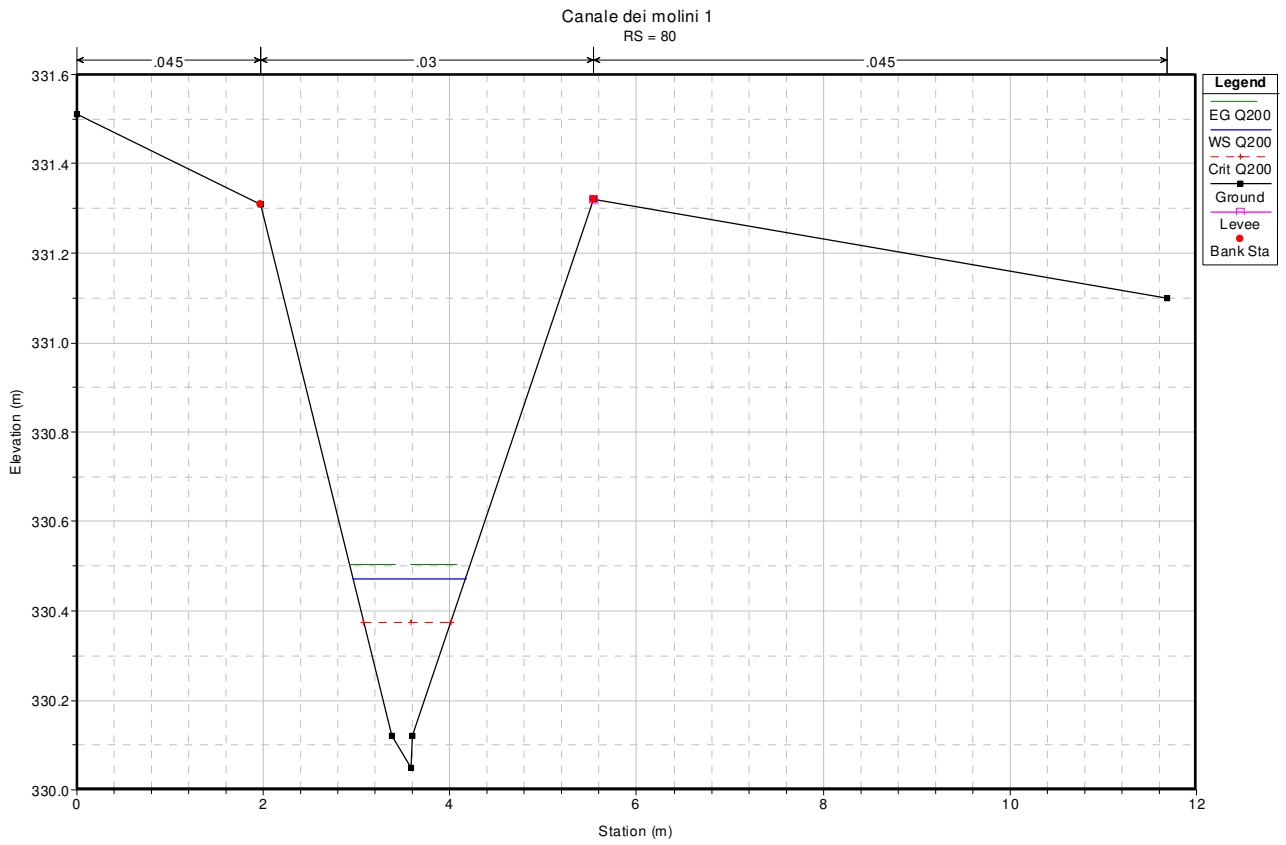




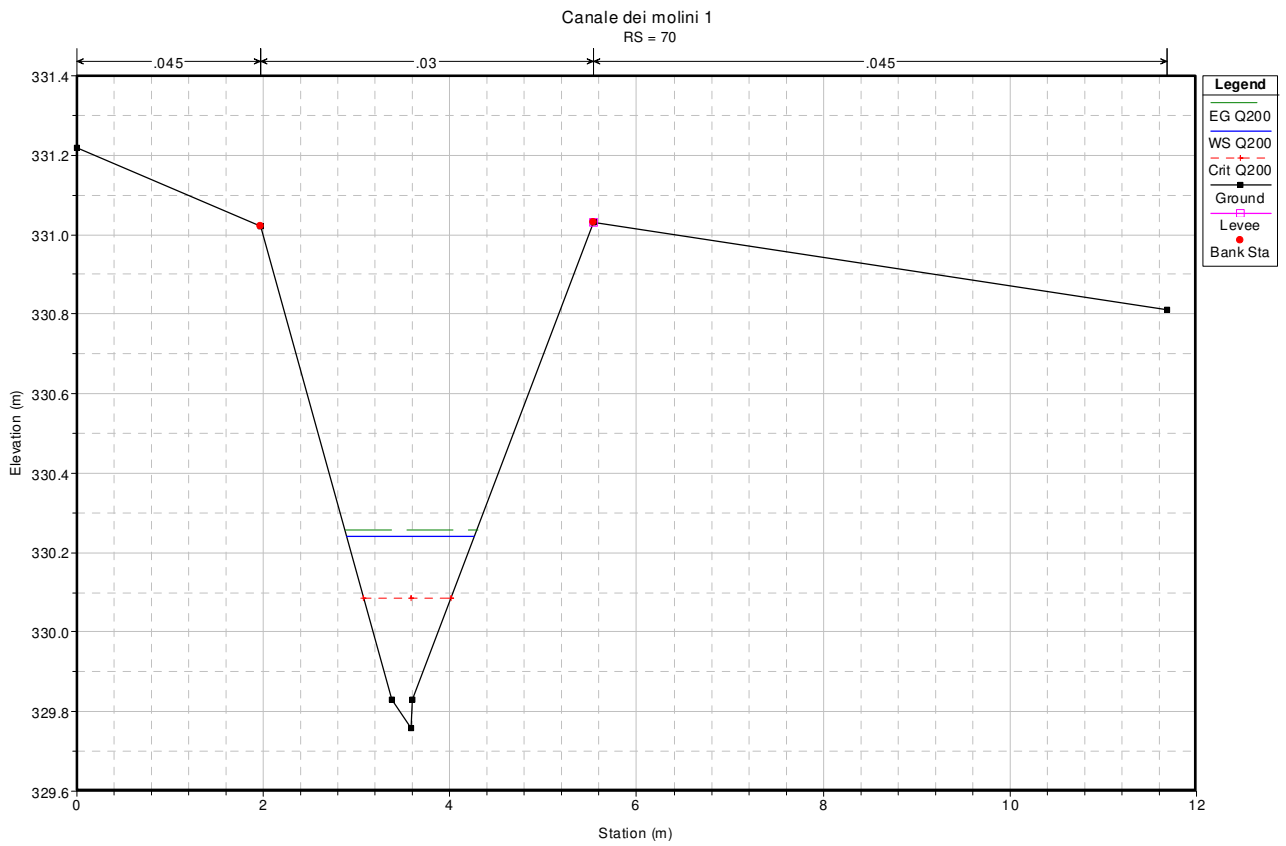
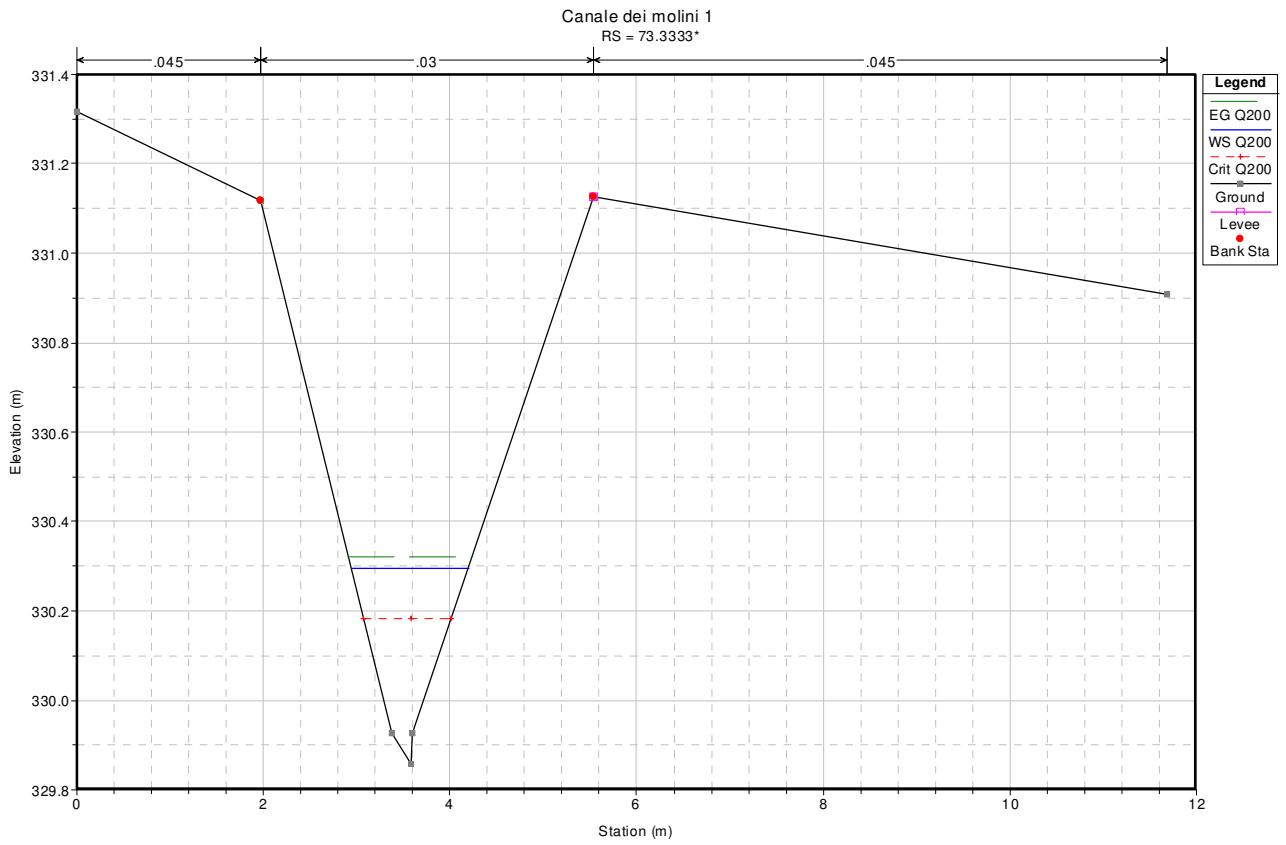


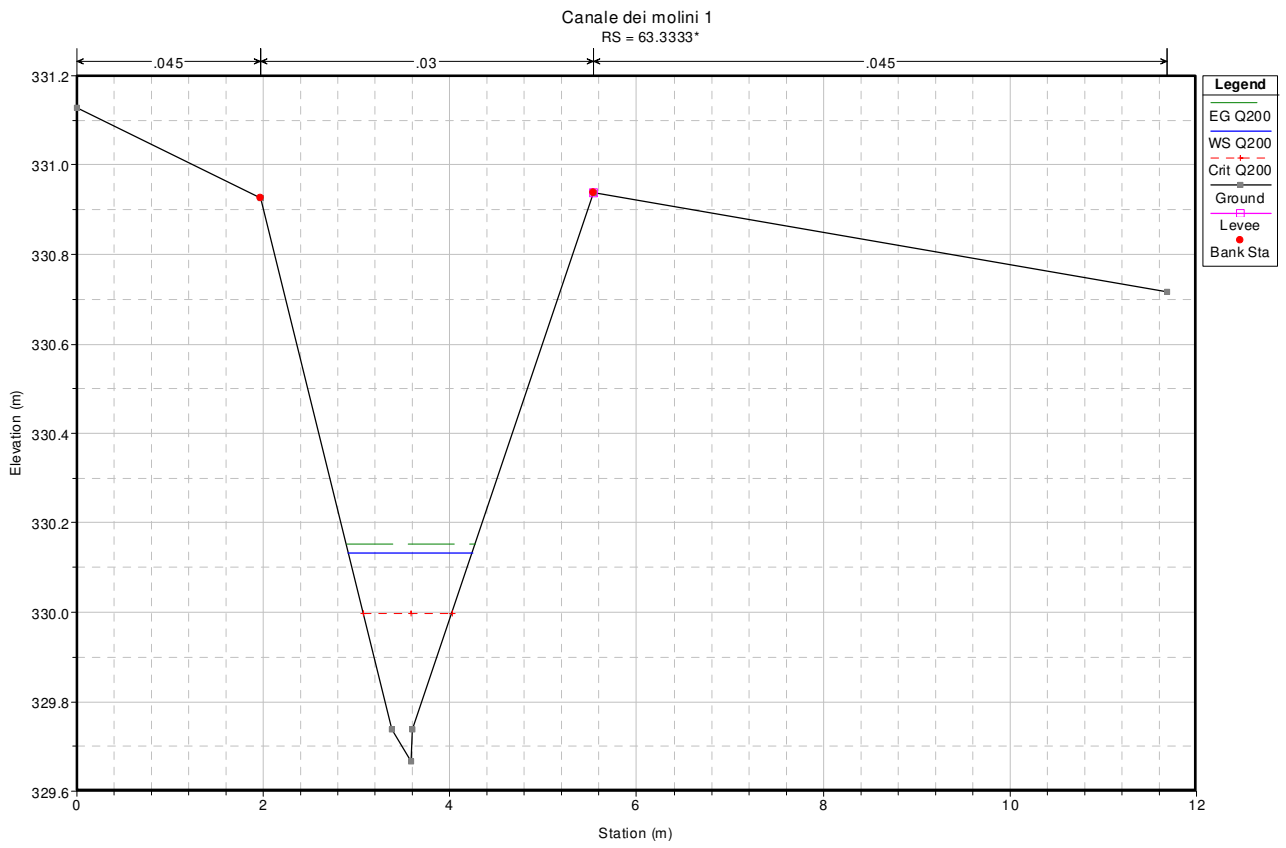
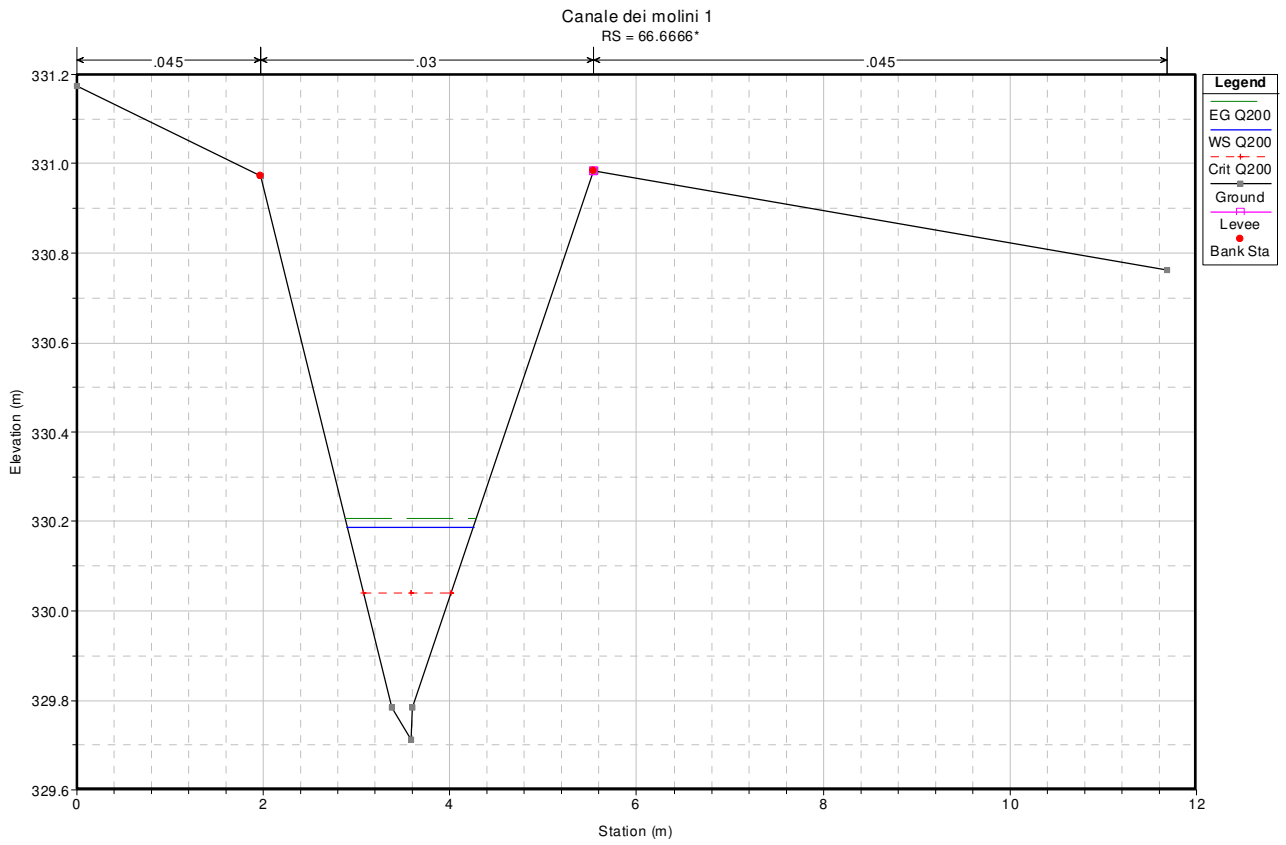


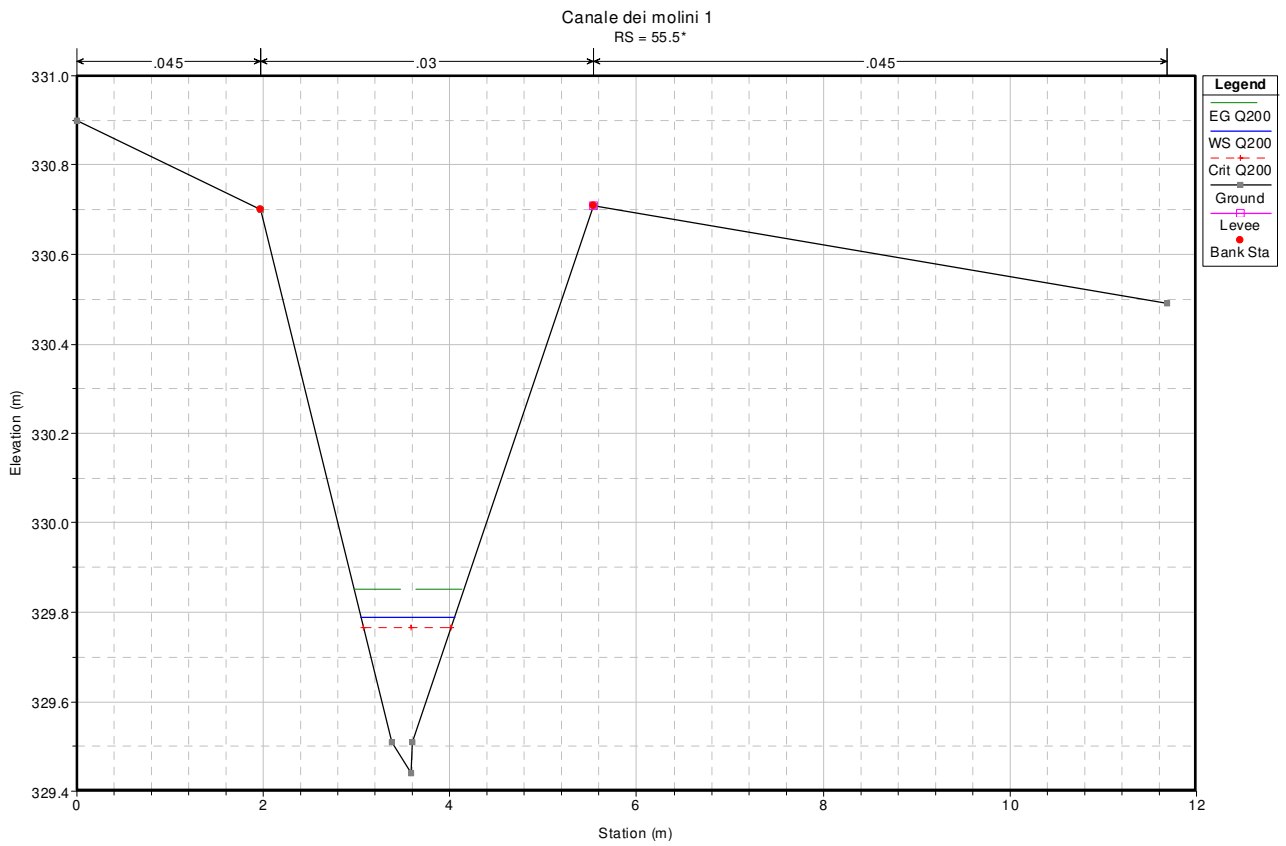
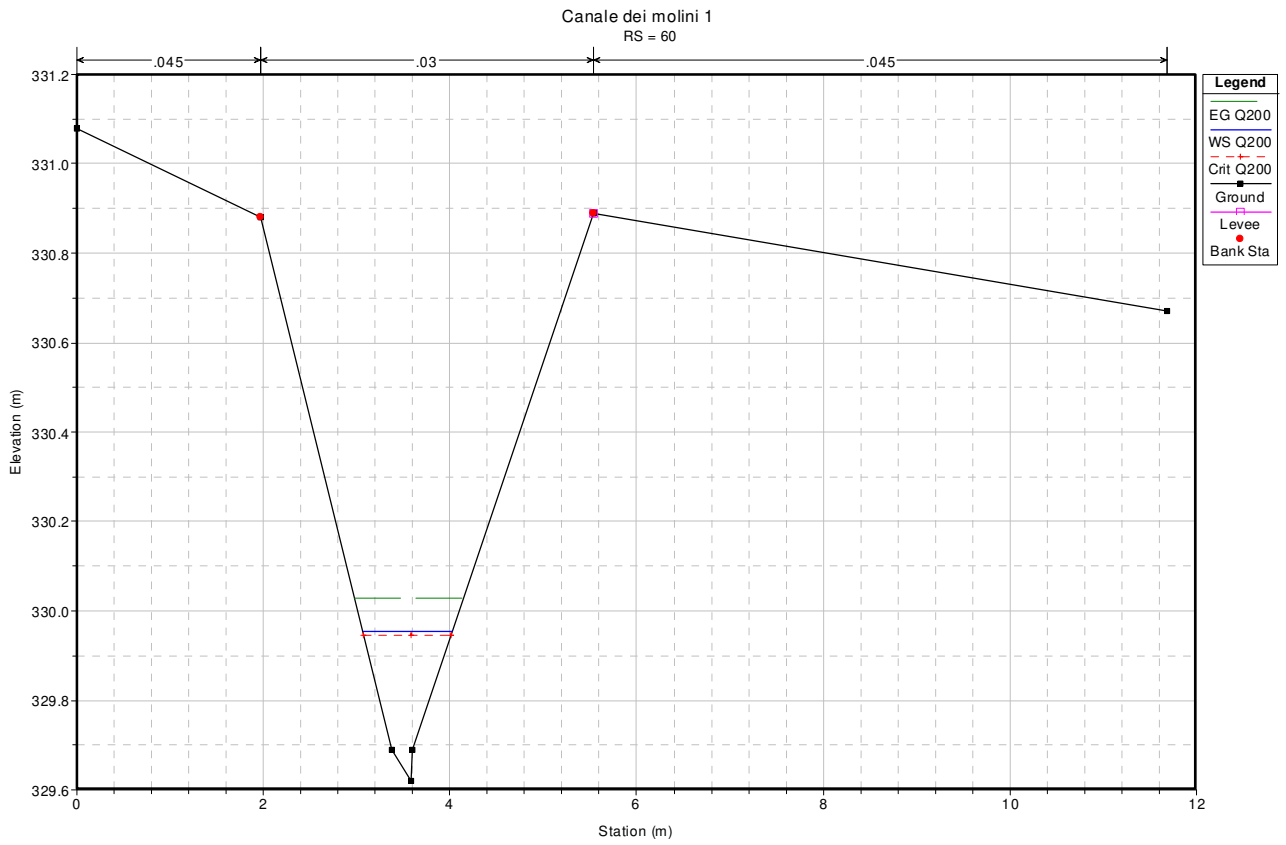


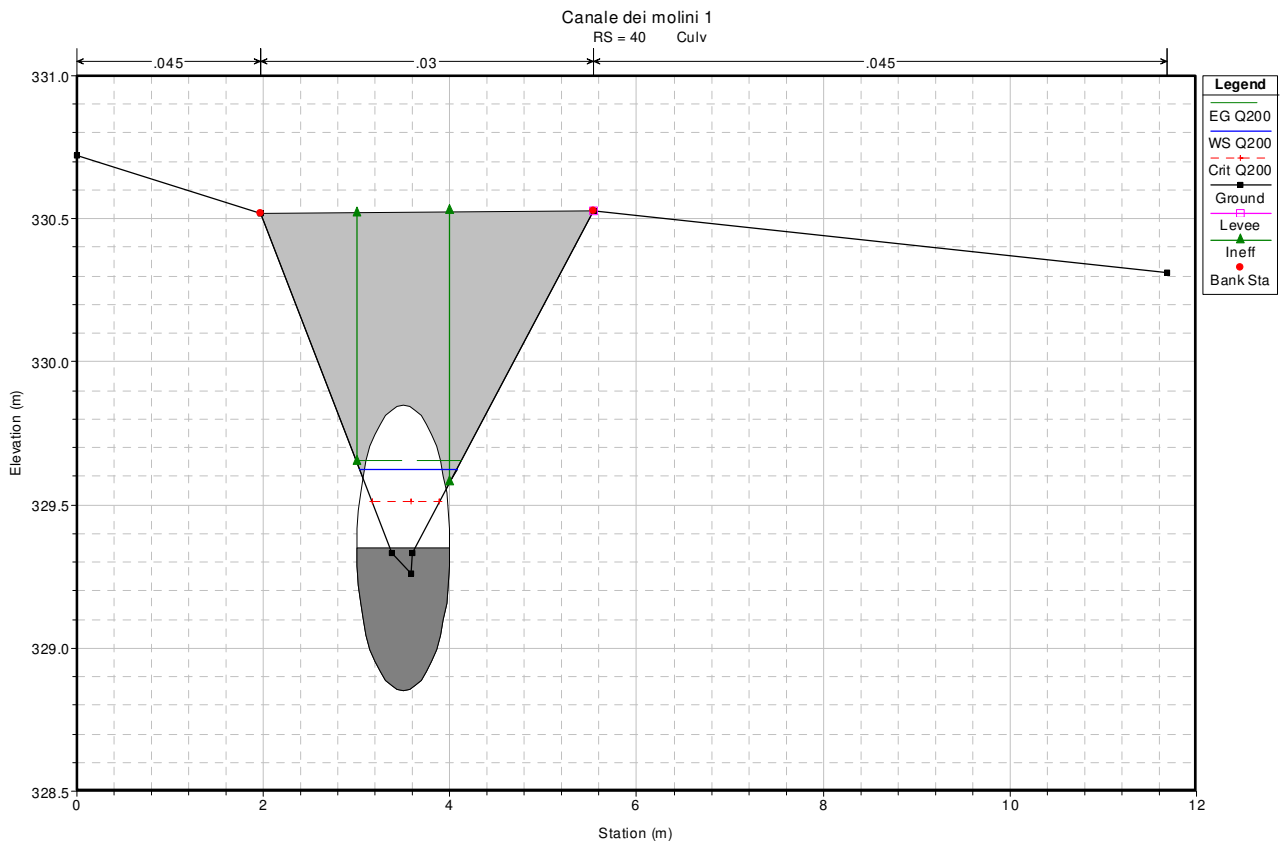
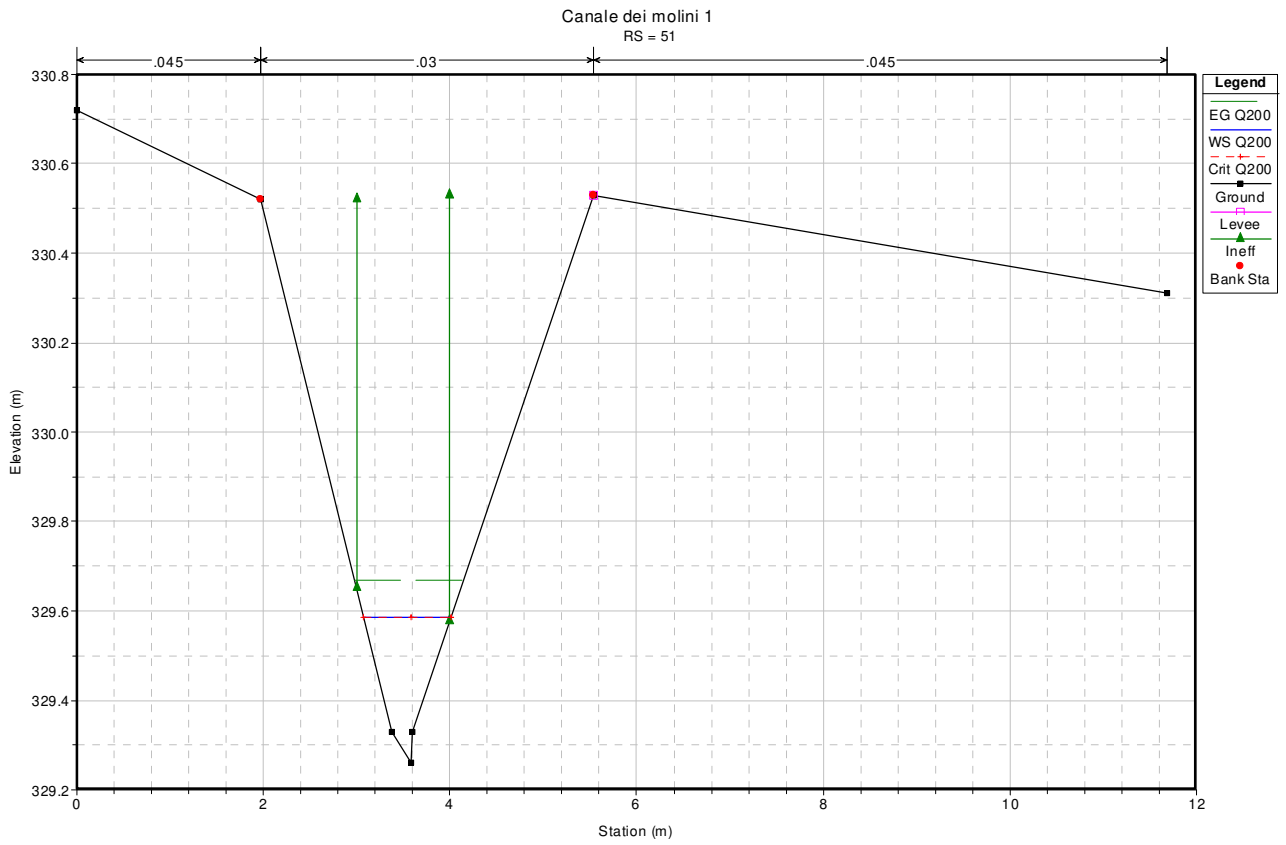


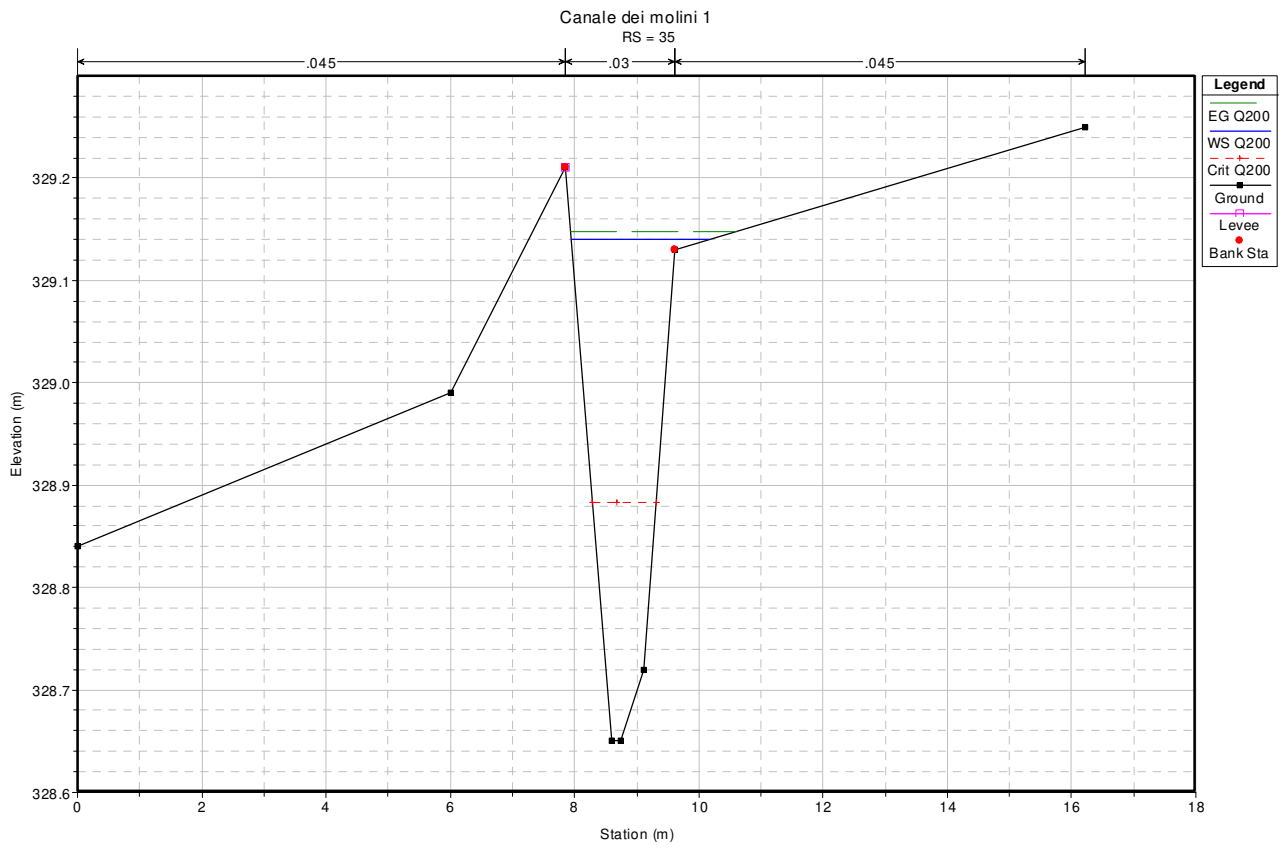
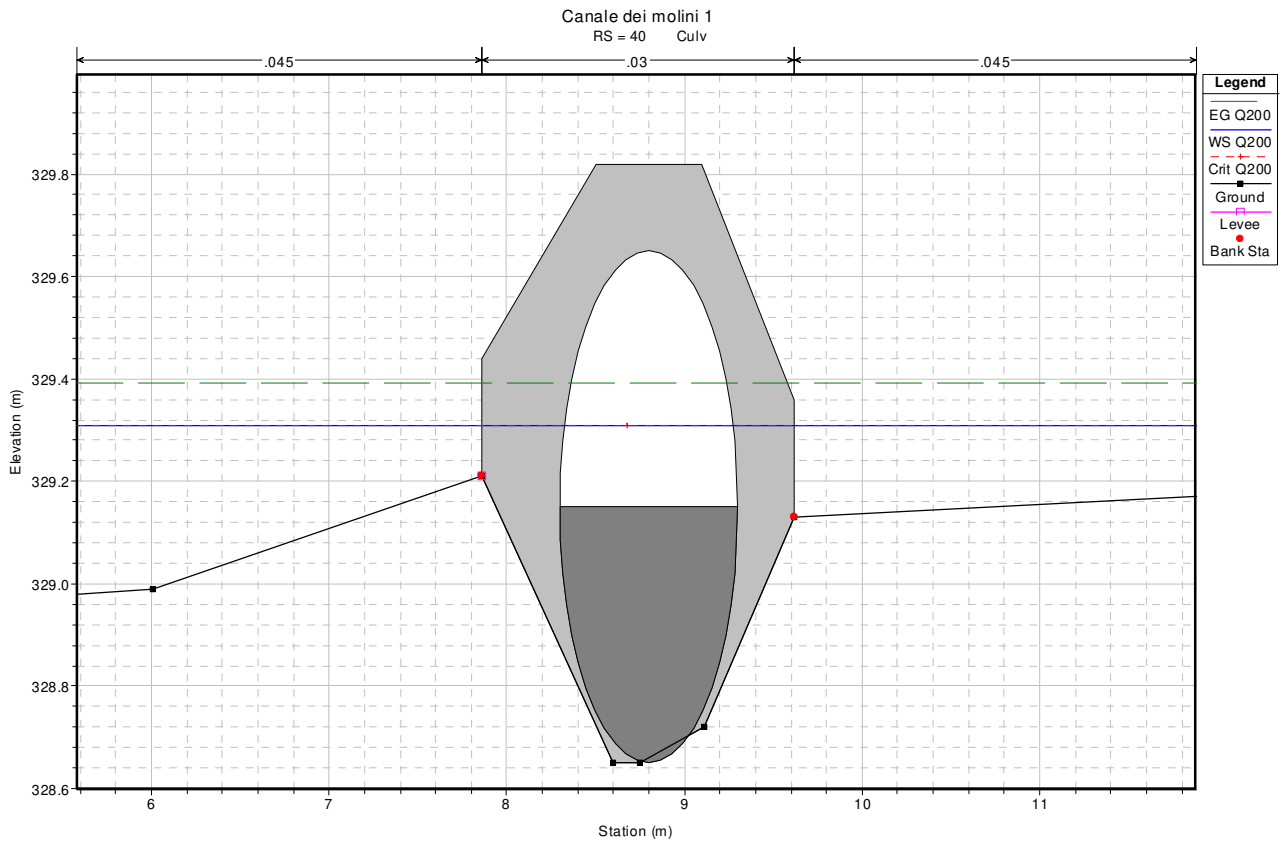


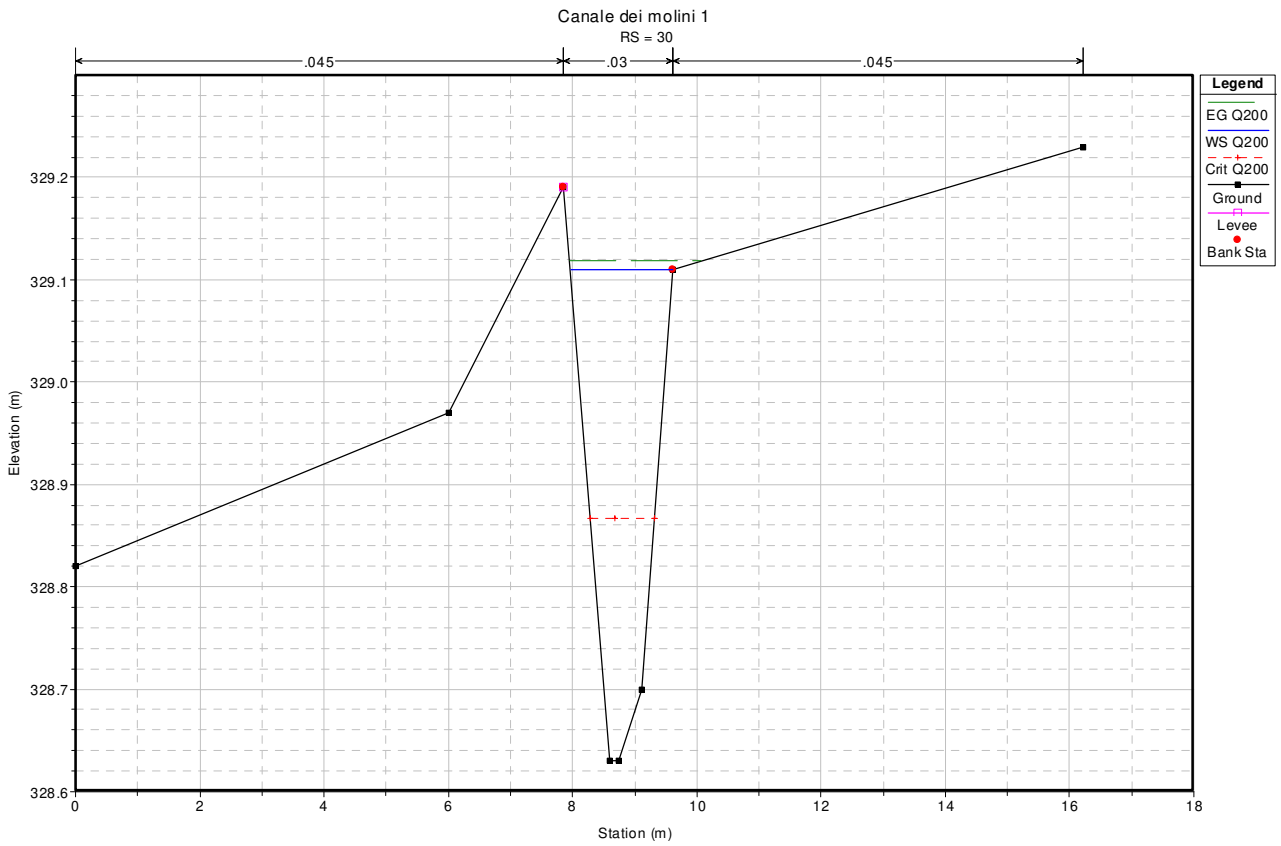
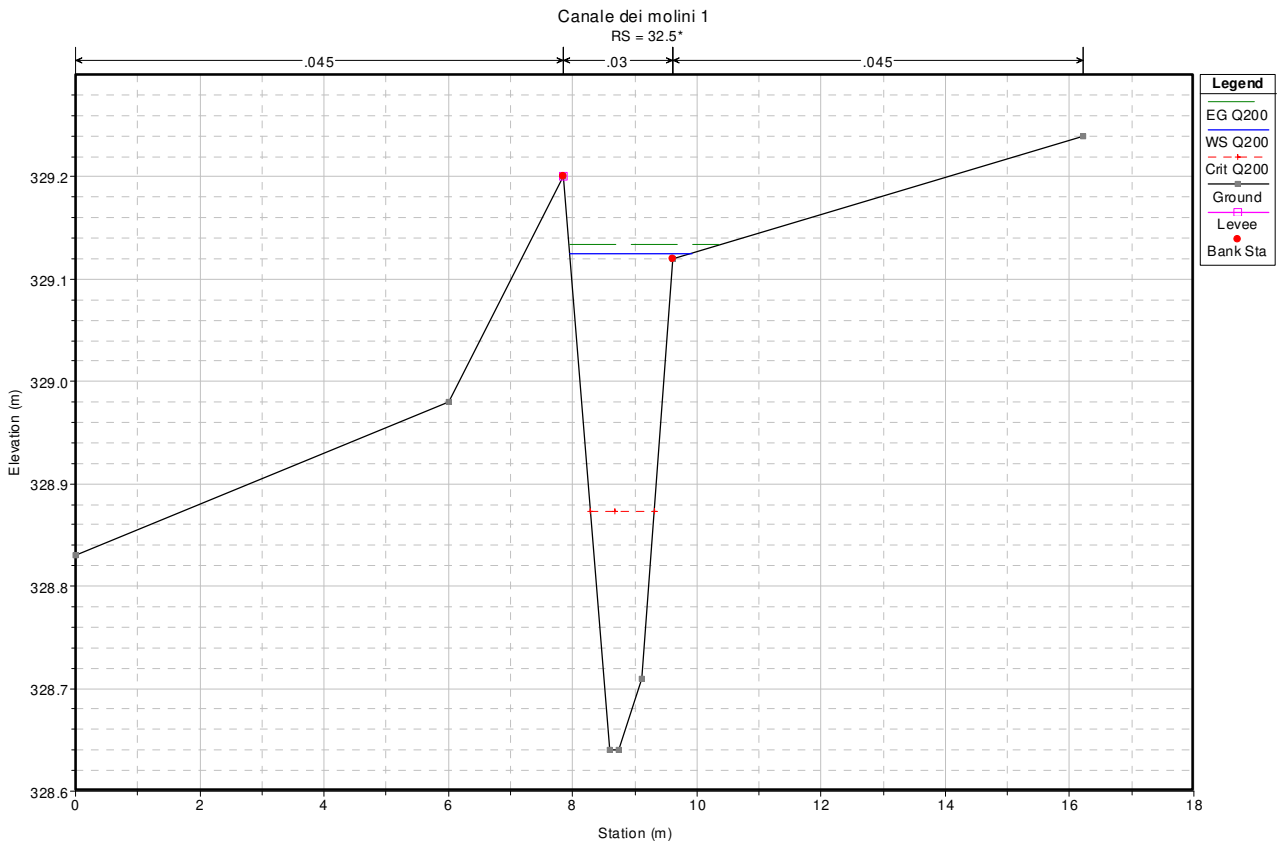


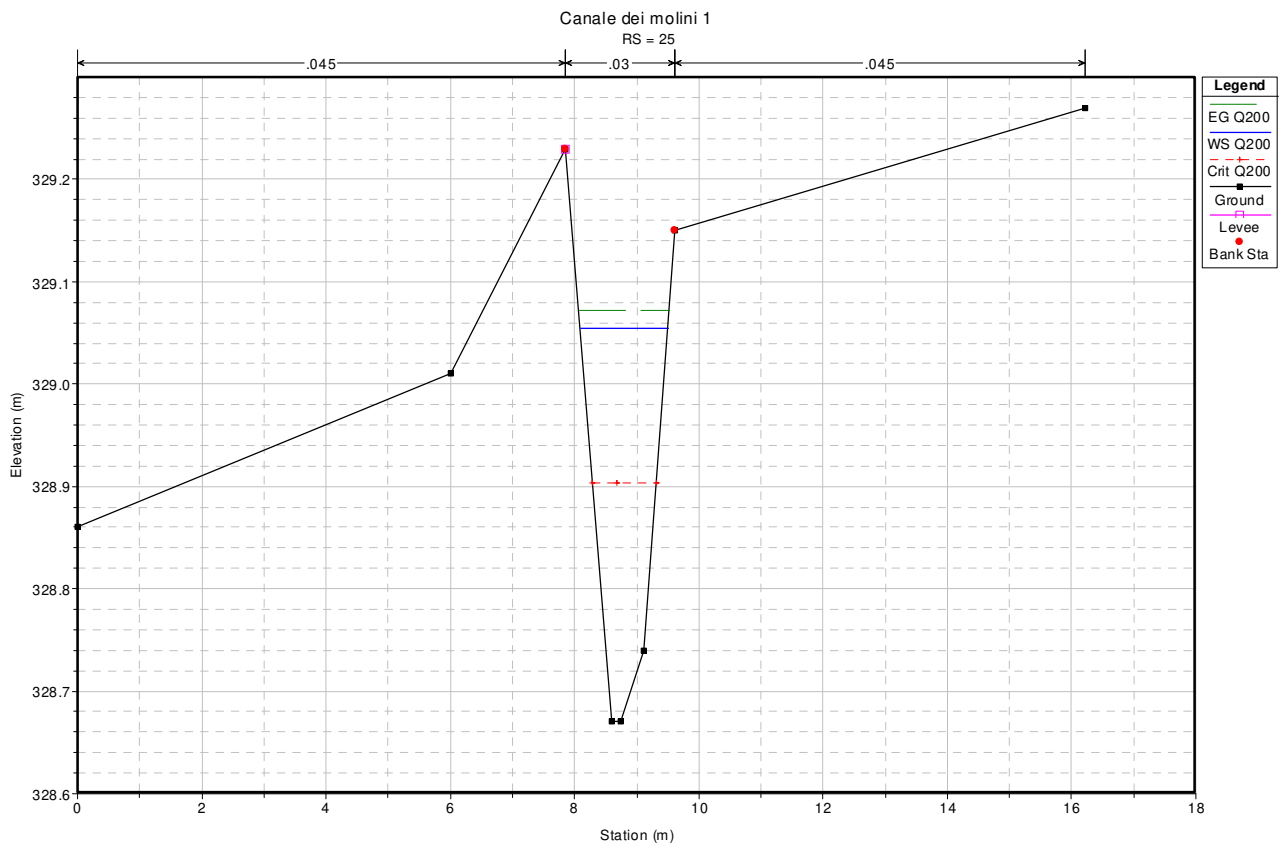
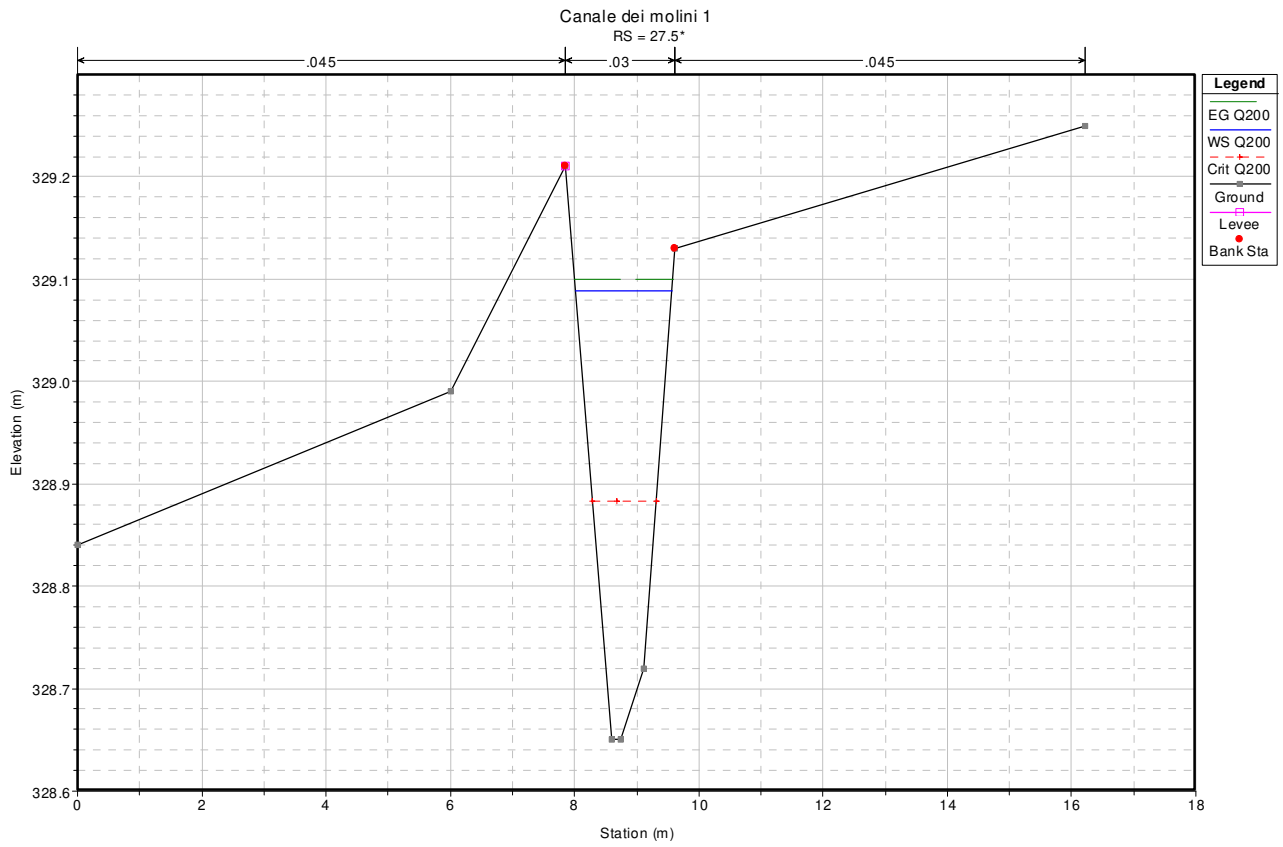


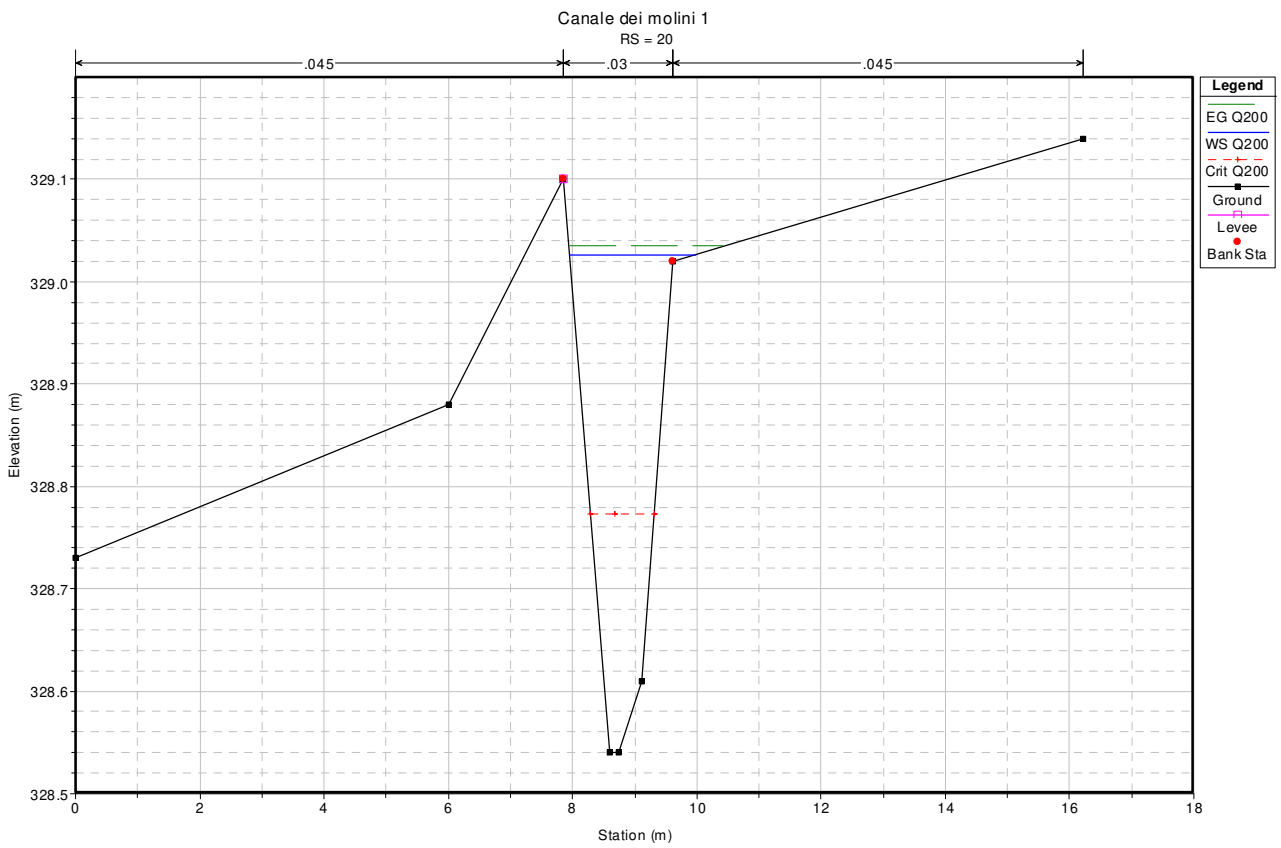
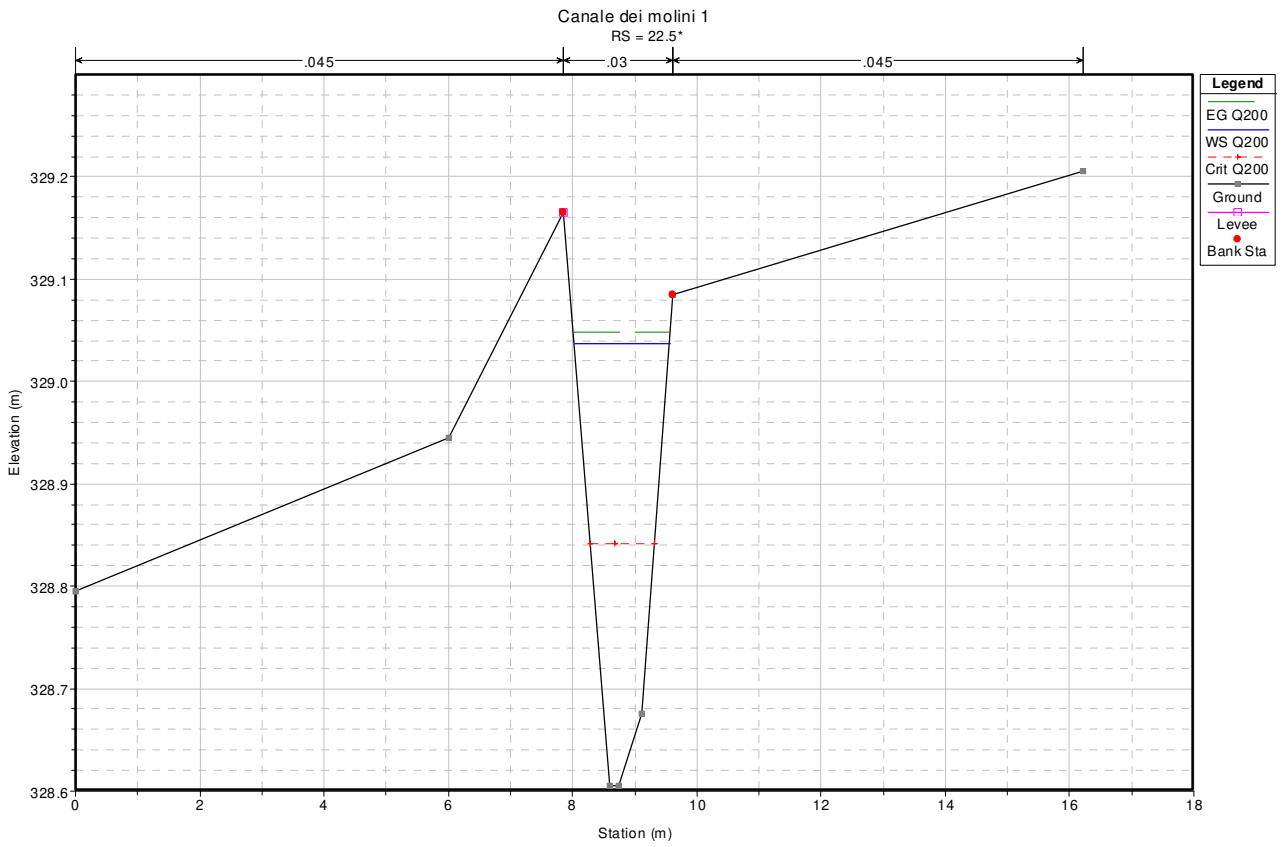




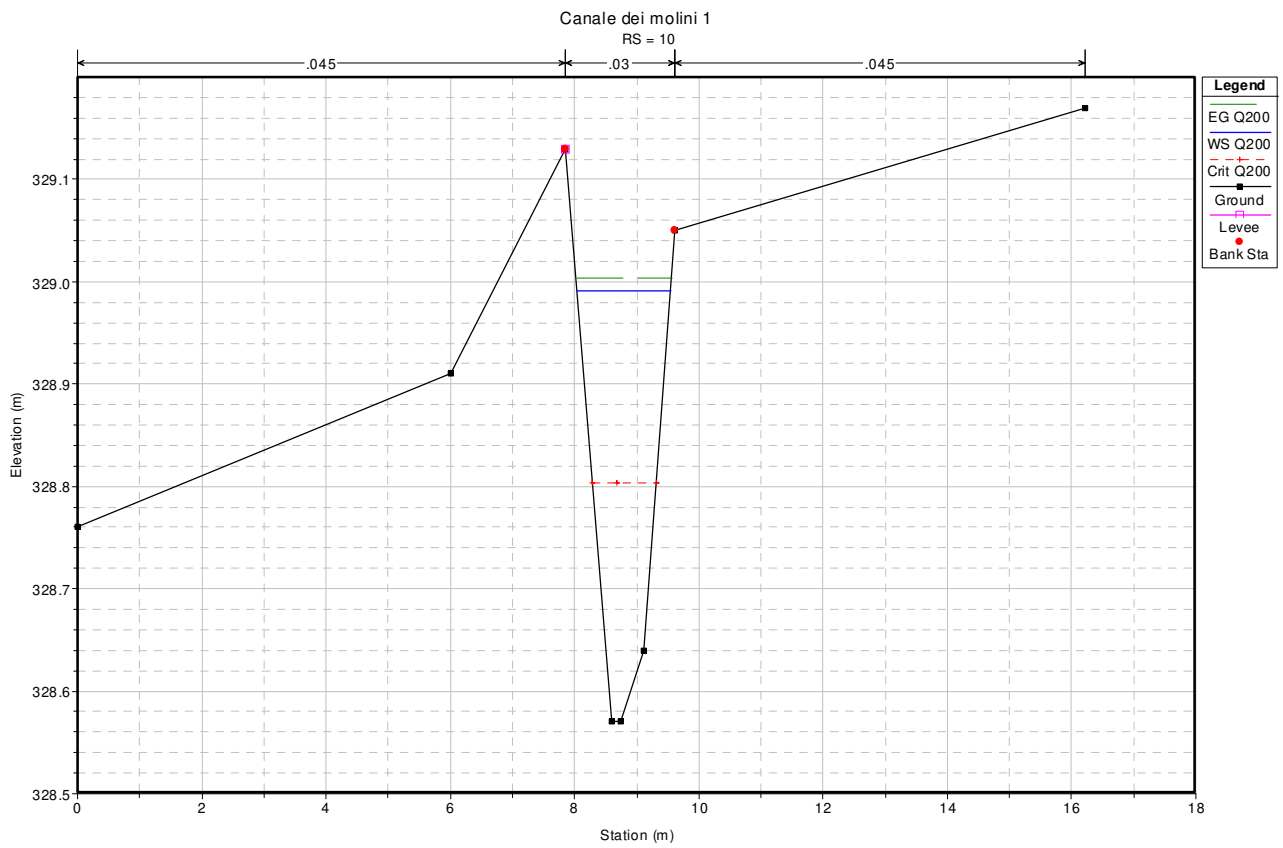
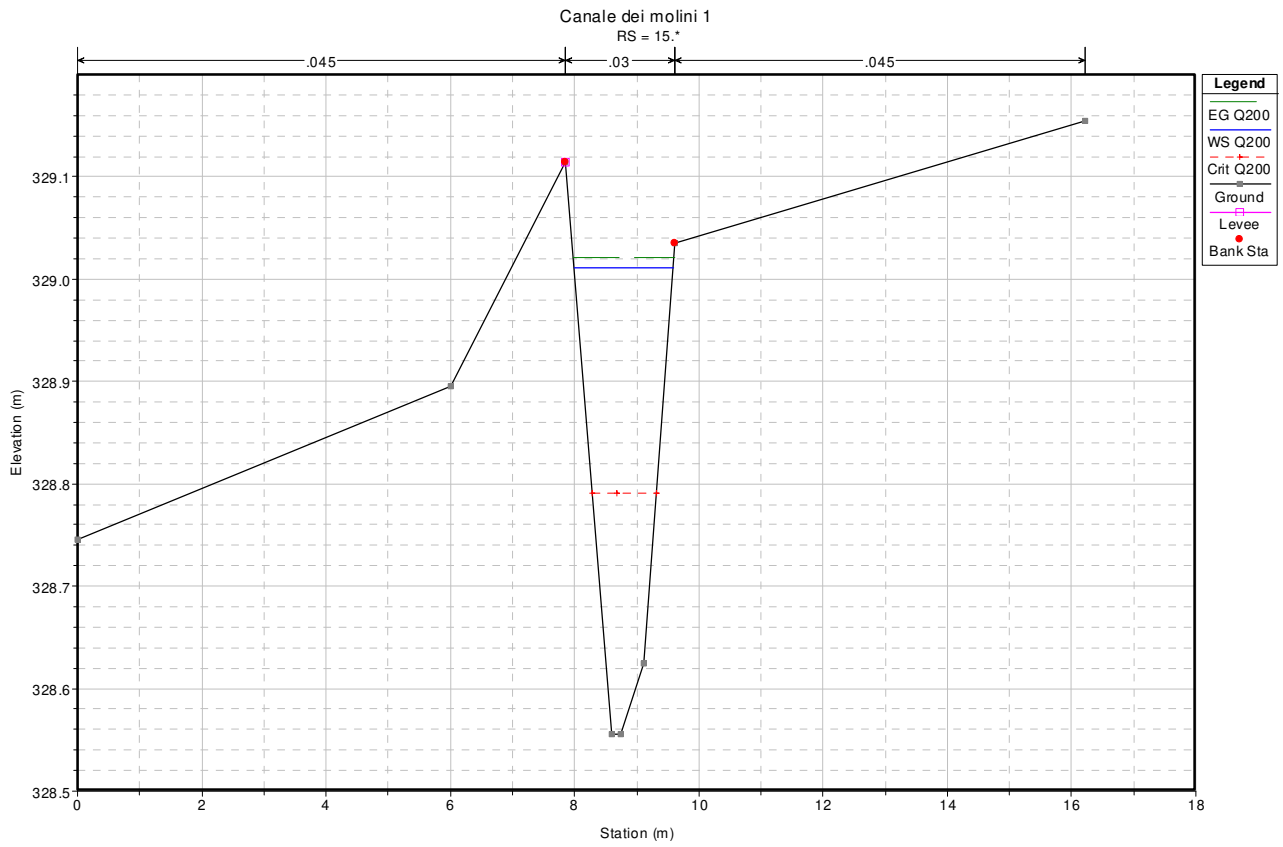










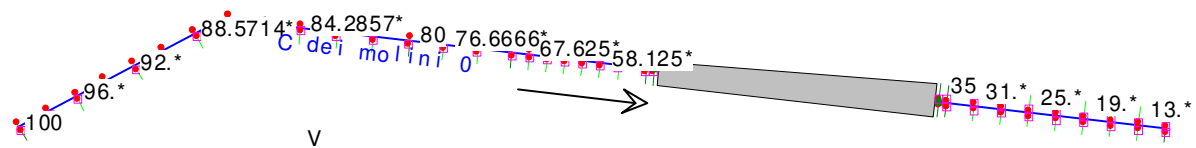


HEC-RAS Plan: att River: C dei molini 0 Reach: V Profile: Q200							E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
attr_ril	100	Regione	0.2	331.41	331.77	331.74	331.83	0.013084	1.06	0.19	1.03	0.79
attr_ril	98.*	Regione	0.2	331.2	331.57	331.53	331.62	0.011659	1.02	0.2	1.05	0.75
attr_ril	96.*	Regione	0.2	331	331.35	331.32	331.41	0.014317	1.1	0.18	1.01	0.83
attr_ril	94.*	Regione	0.2	330.79	331.17	331.12	331.22	0.009604	0.95	0.21	1.09	0.69
attr_ril	92.*	Regione	0.2	330.59	330.92	330.91	331	0.019927	1.24	0.16	0.95	0.96
attr_ril	90	Regione	0.2	330.38	330.87	330.71	330.89	0.002585	0.58	0.35	1.39	0.37
attr_ril	88.5714*	Regione	0.2	330.33	330.82	330.66	330.84	0.002596	0.58	0.34	1.39	0.37
attr_ril	87.1428*	Regione	0.2	330.29	330.77	330.61	330.79	0.002627	0.58	0.34	1.39	0.37
attr_ril	85.7142*	Regione	0.2	330.24	330.72	330.56	330.74	0.002689	0.59	0.34	1.38	0.38
attr_ril	84.2857*	Regione	0.2	330.19	330.67	330.52	330.69	0.002742	0.59	0.34	1.38	0.38
attr_ril	82.8571*	Regione	0.2	330.14	330.62	330.47	330.64	0.002926	0.61	0.33	1.36	0.39
attr_ril	81.4285*	Regione	0.2	330.1	330.56	330.43	330.58	0.003397	0.64	0.31	1.32	0.42
attr_ril	80	Regione	0.2	330.05	330.47	330.38	330.5	0.005595	0.77	0.26	1.21	0.53
attr_ril	76.6666*	Regione	0.2	329.95	330.38	330.28	330.41	0.005394	0.76	0.26	1.21	0.52
attr_ril	73.3333*	Regione	0.2	329.86	330.3	330.18	330.32	0.004584	0.72	0.28	1.25	0.49
attr_ril	70	Regione	0.2	329.76	330.24	330.09	330.26	0.002853	0.6	0.33	1.37	0.39
attr_ril	66.6666*	Regione	0.2	329.71	330.19	330.04	330.21	0.002991	0.61	0.33	1.36	0.4
attr_ril	63.3333*	Regione	0.2	329.67	330.13	330	330.15	0.003393	0.64	0.31	1.32	0.42
attr_ril	60	Regione	0.2	329.62	329.95	329.95	330.03	0.01941	1.23	0.16	0.96	0.95
attr_ril	55.5*	Regione	0.2	329.44	329.79	329.77	329.85	0.015586	1.13	0.18	1	0.86
attr_ril	51	Regione	0.2	329.26	329.59	329.59	329.67	0.021187	1.28	0.16	0.94	0.99
attr_ril	40		Culvert									
attr_ril	35	Regione	0.2	328.65	329.14	328.88	329.15	0.00087	0.4	0.51	2.22	0.23
attr_ril	32.5*	Regione	0.2	328.64	329.13	328.87	329.13	0.000912	0.4	0.5	1.95	0.23
attr_ril	30	Regione	0.2	328.63	329.11	328.87	329.12	0.000966	0.41	0.49	1.65	0.24
attr_ril	27.5*	Regione	0.2	328.65	329.09	328.88	329.1	0.001418	0.47	0.42	1.55	0.29
attr_ril	25	Regione	0.2	328.67	329.05	328.9	329.07	0.002508	0.58	0.34	1.41	0.38
attr_ril	22.5*	Regione	0.2	328.6	329.04	328.84	329.05	0.001525	0.49	0.41	1.53	0.3
attr_ril	20	Regione	0.2	328.54	329.03	328.77	329.03	0.000902	0.4	0.5	2.02	0.23
attr_ril	15.*	Regione	0.2	328.55	329.01	328.79	329.02	0.001196	0.44	0.45	1.59	0.27
attr_ril	10	Regione	0.2	328.57	328.99	328.8	329	0.001703	0.51	0.4	1.5	0.31

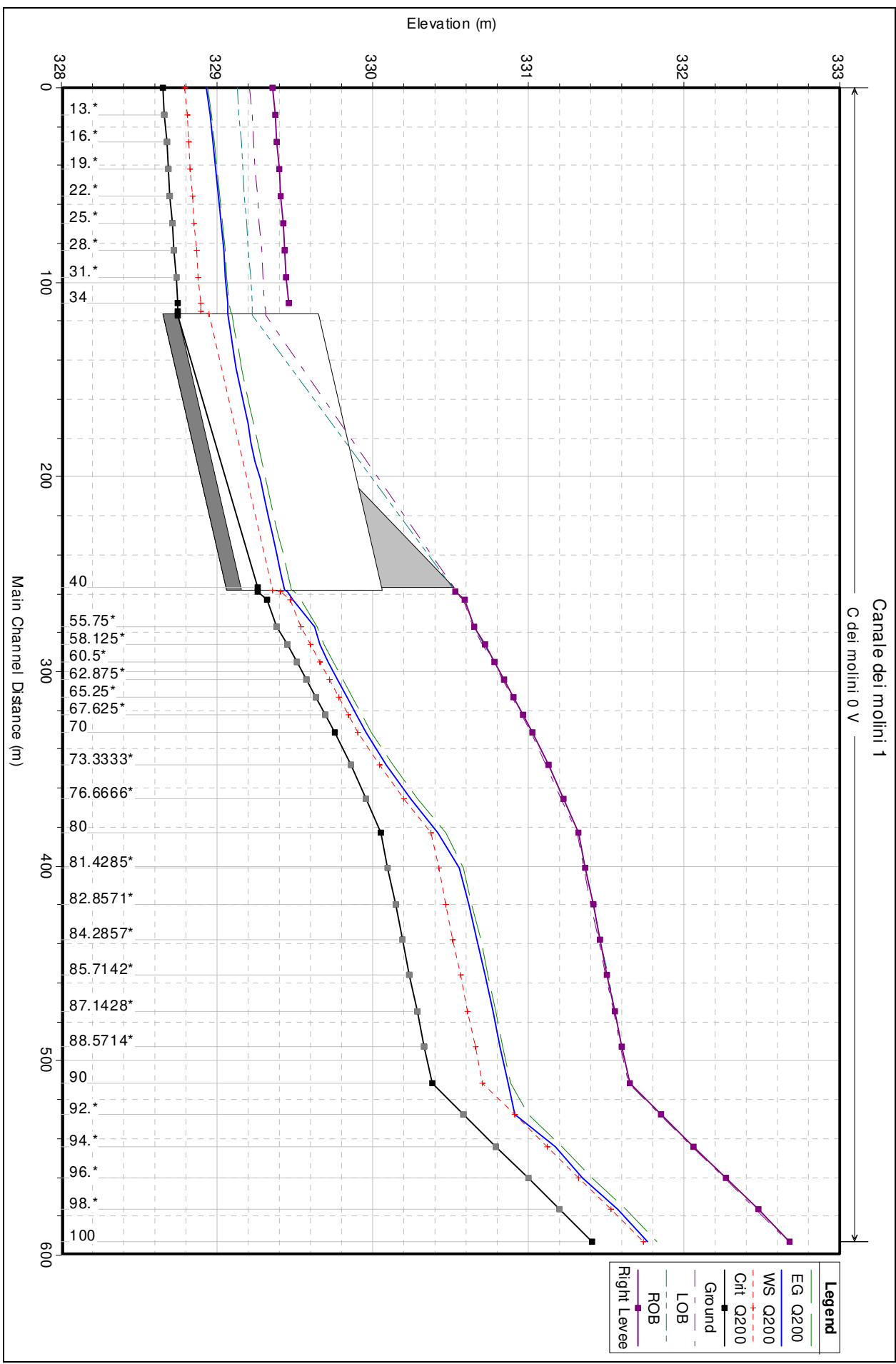


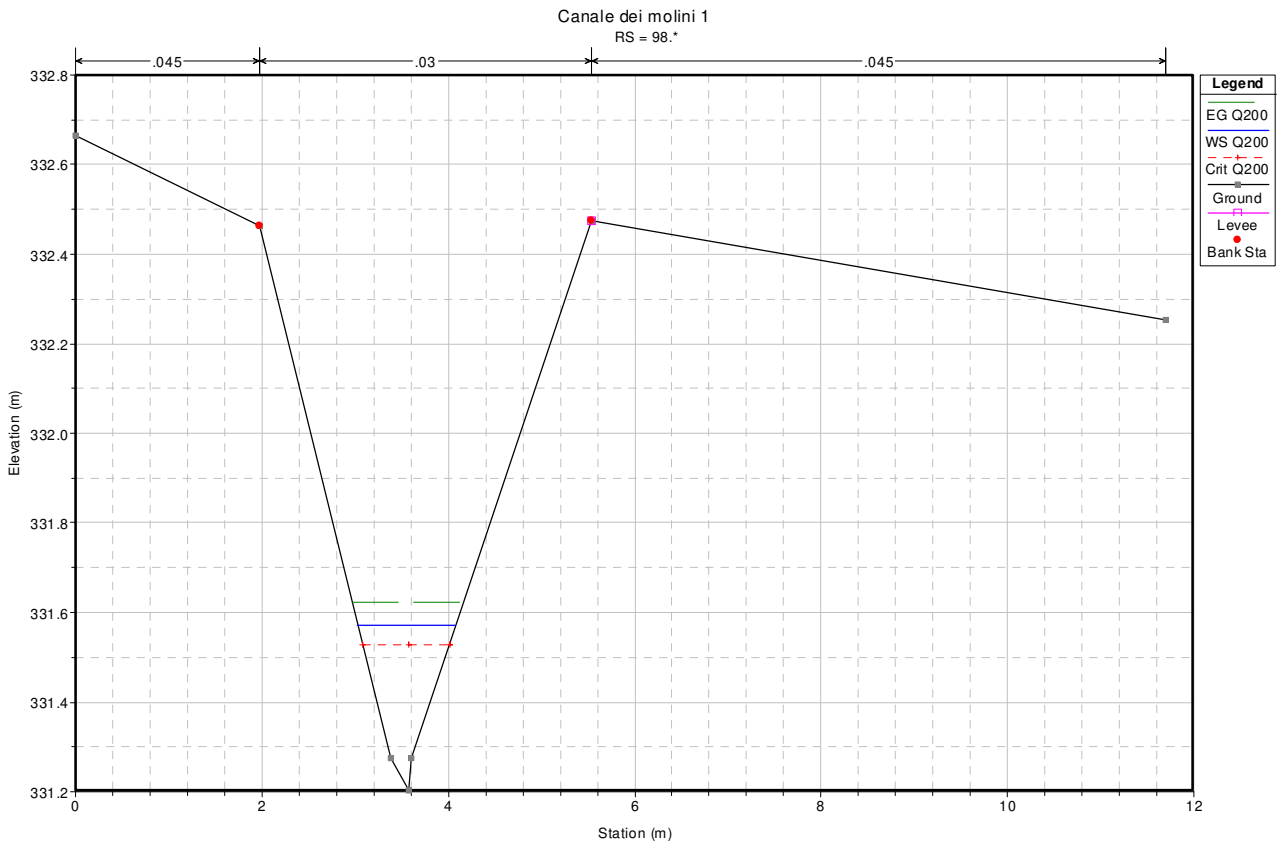
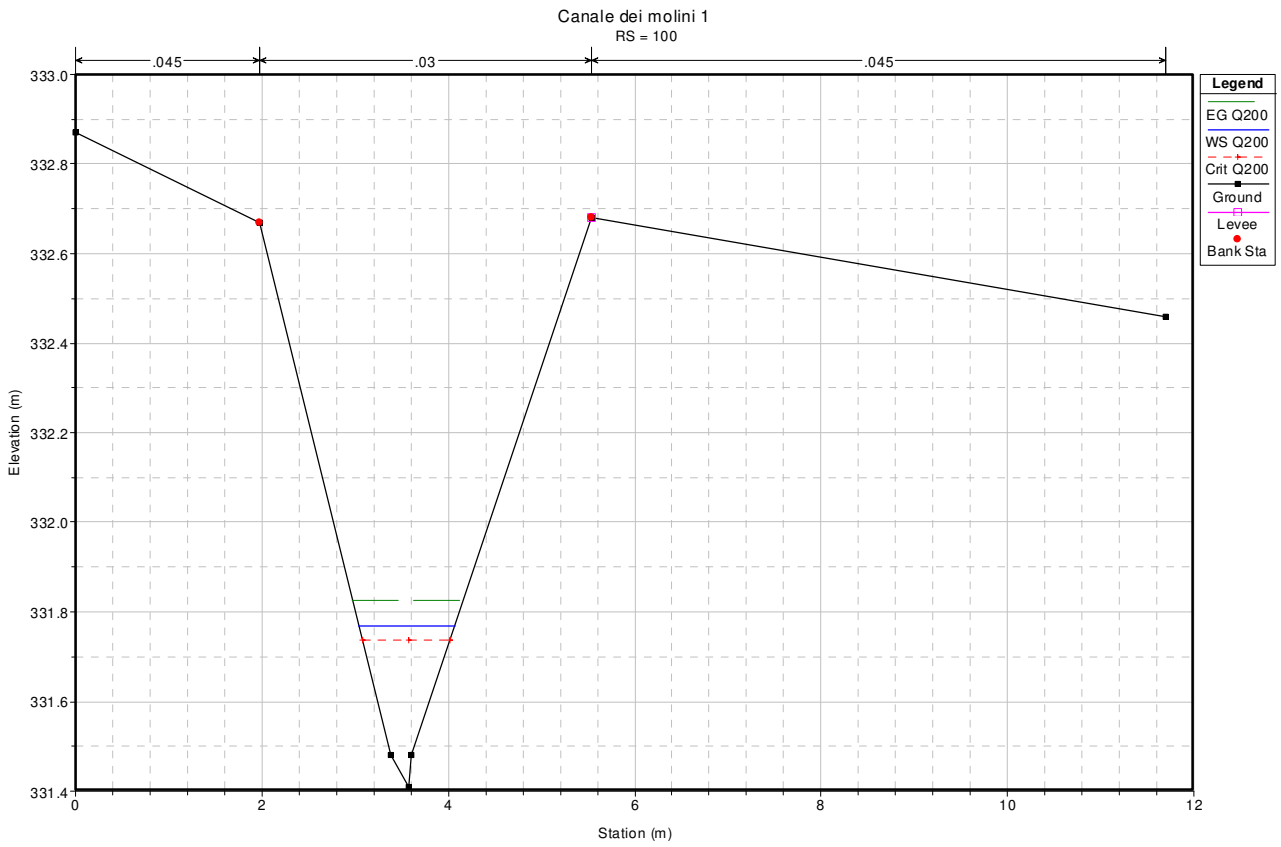
**ALLEGATO E**

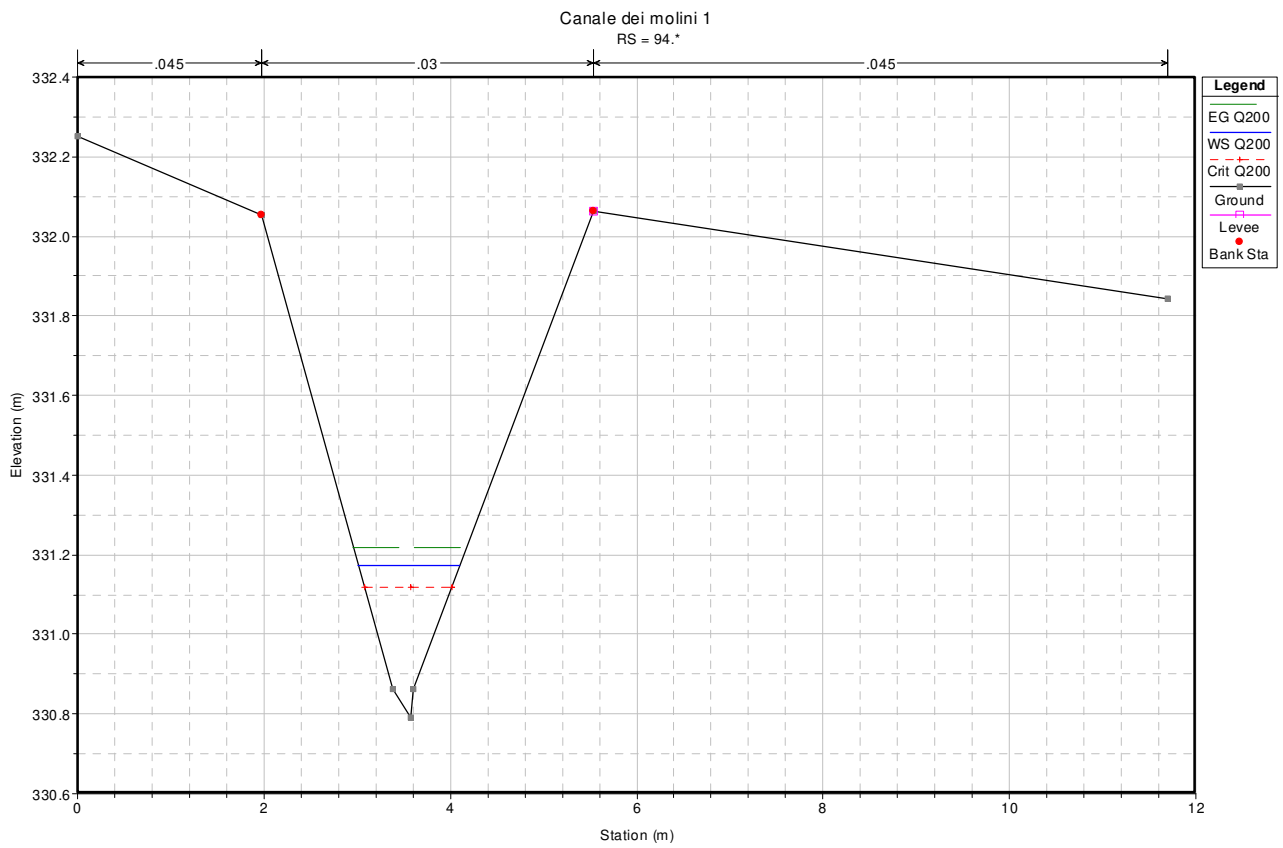
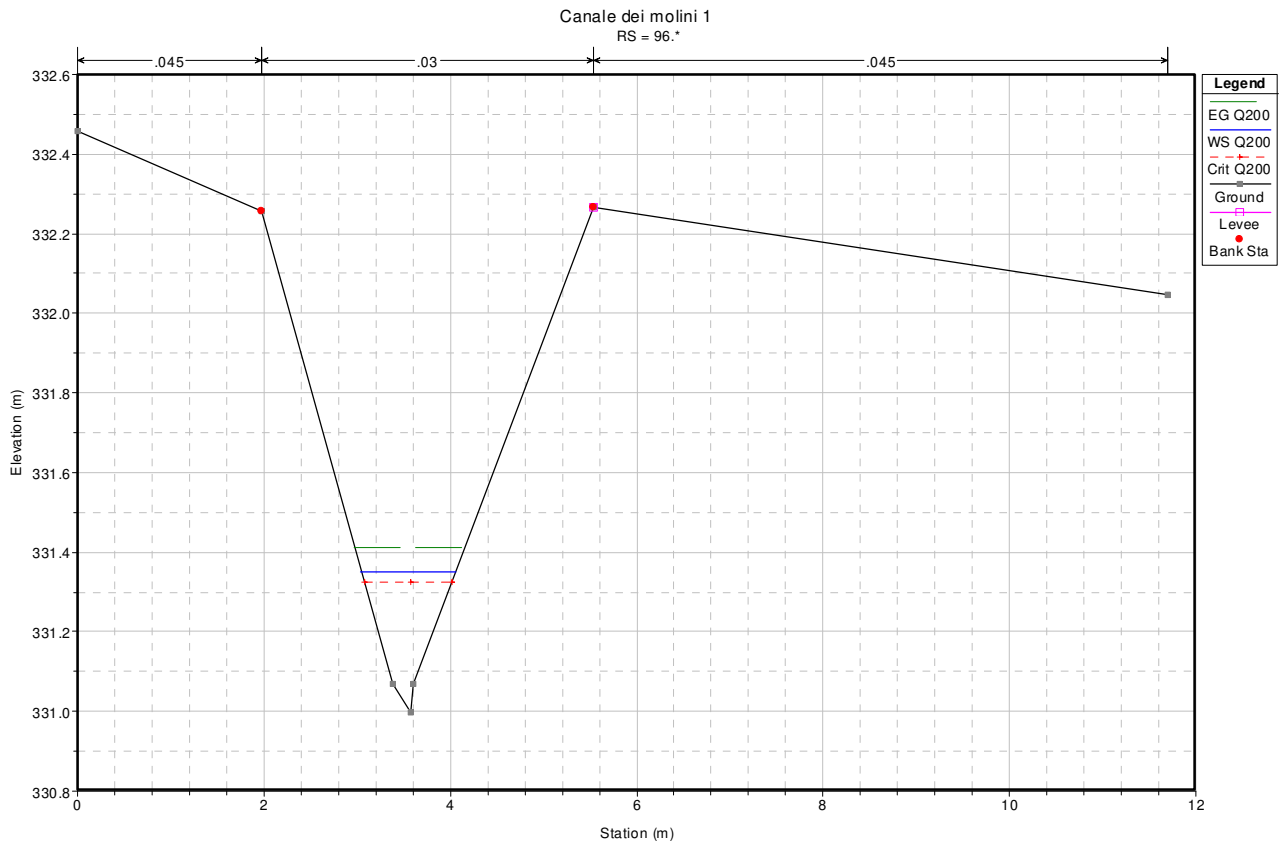
**RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN MOTO PERMANENTE  
CANALE DEI MOLINI I – STATO DI PROGETTO**



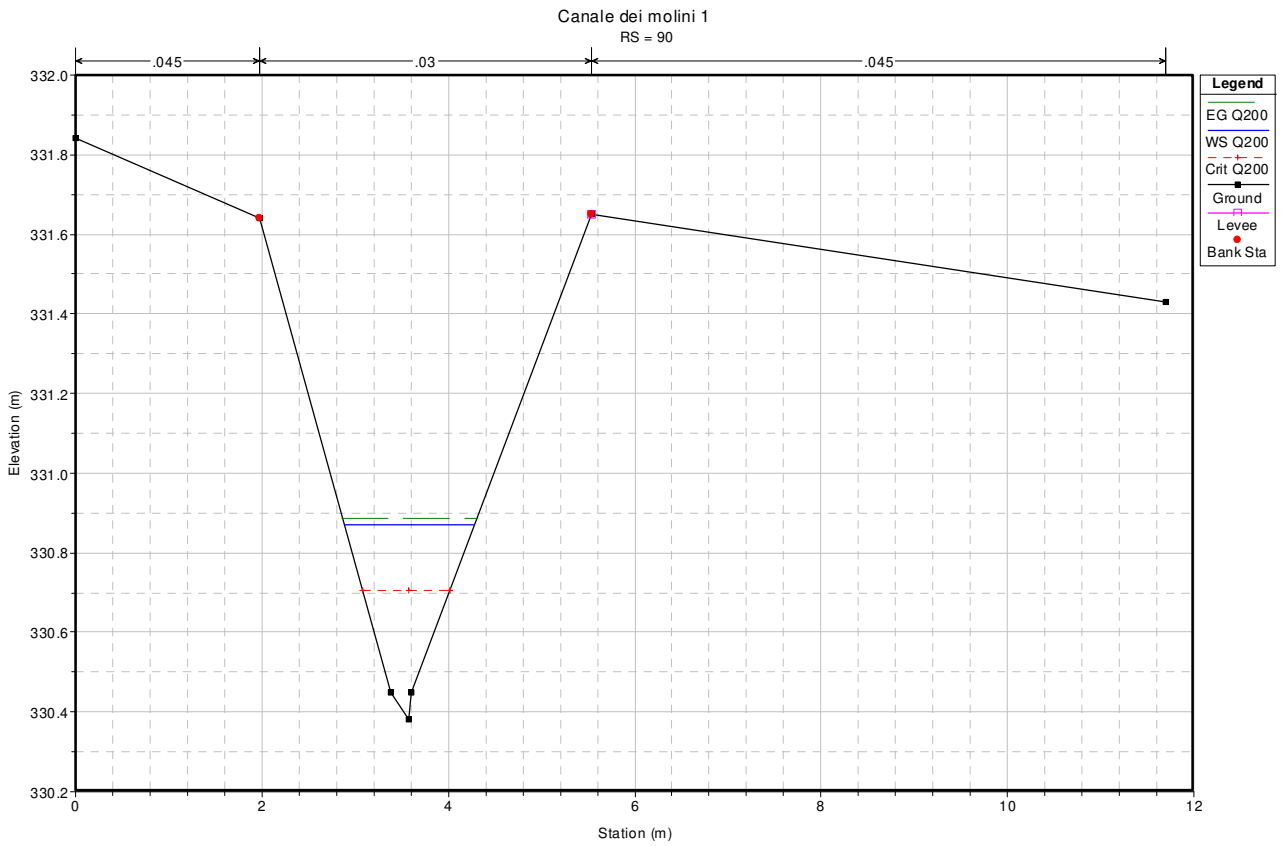
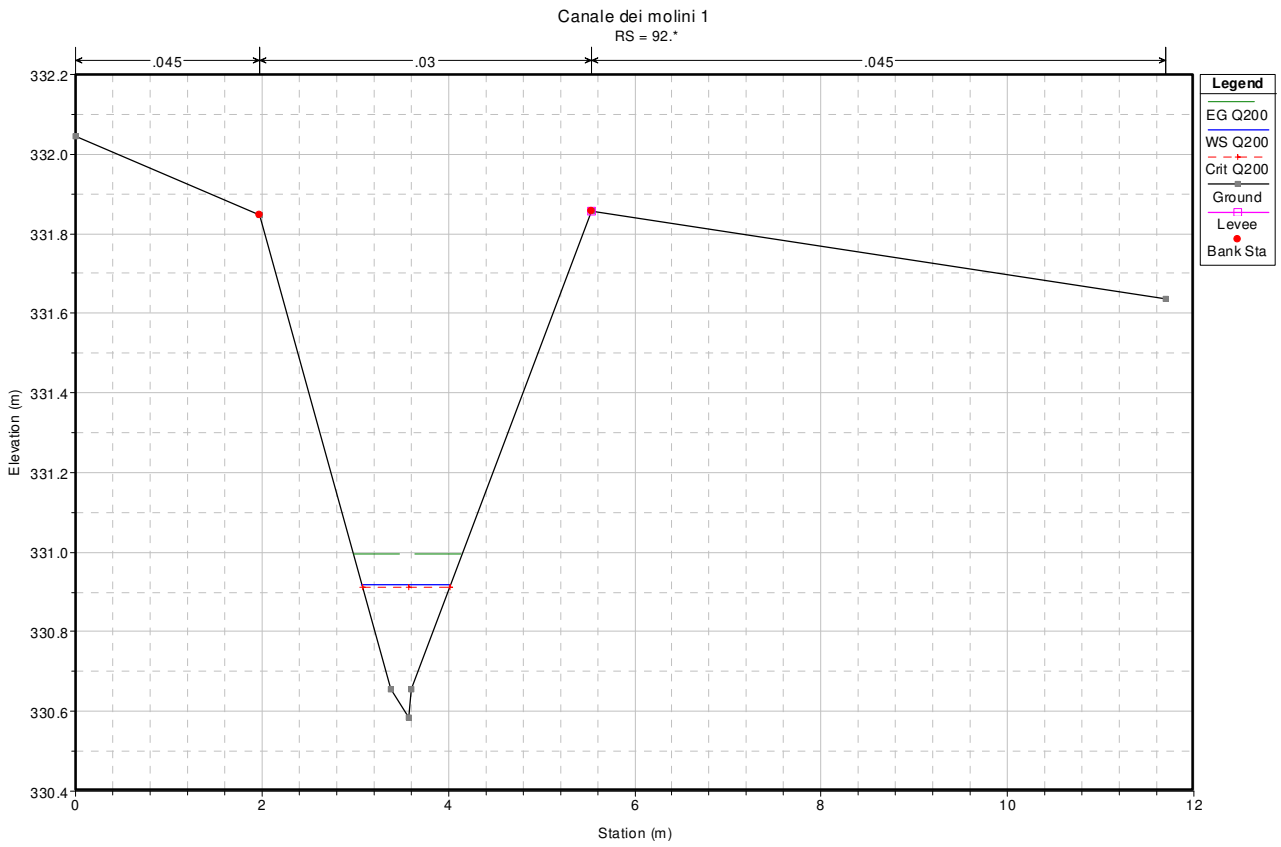
v

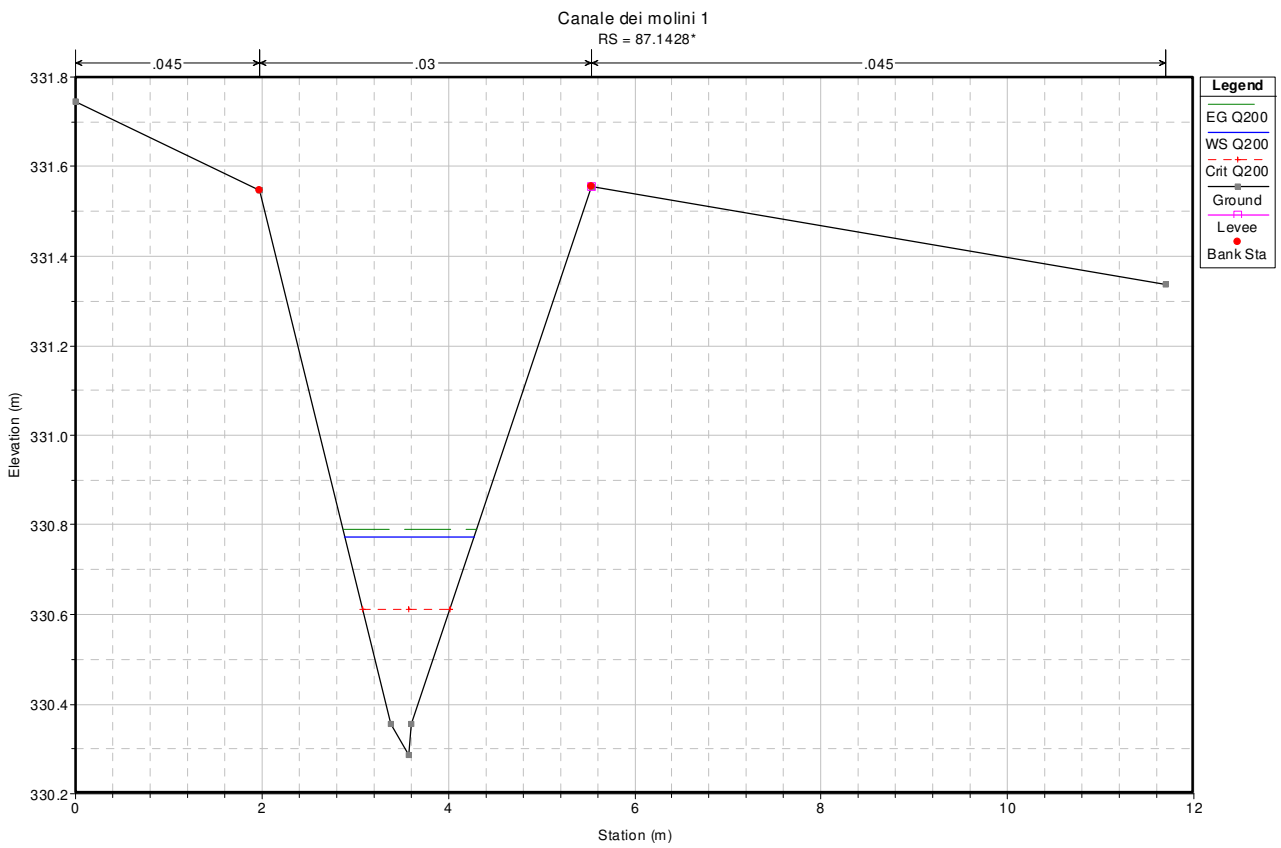
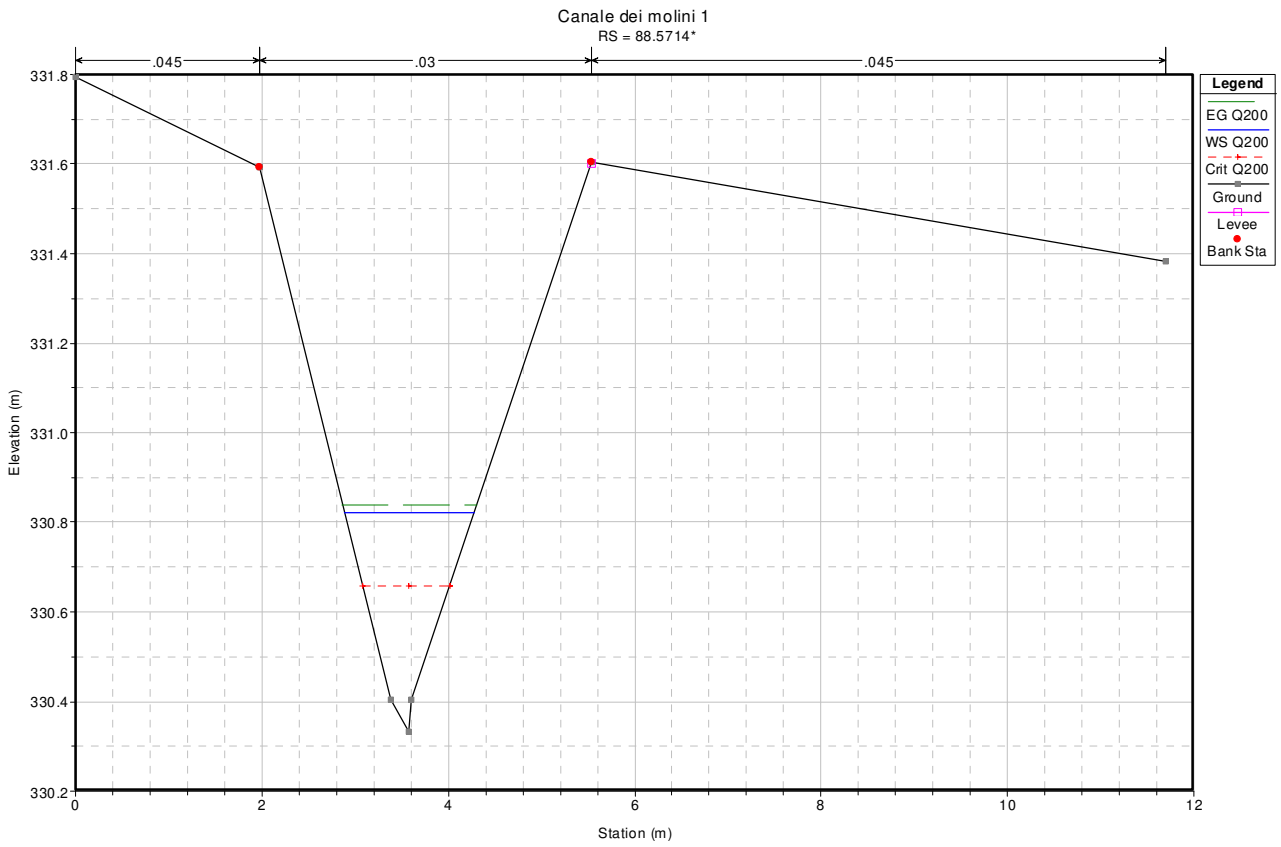


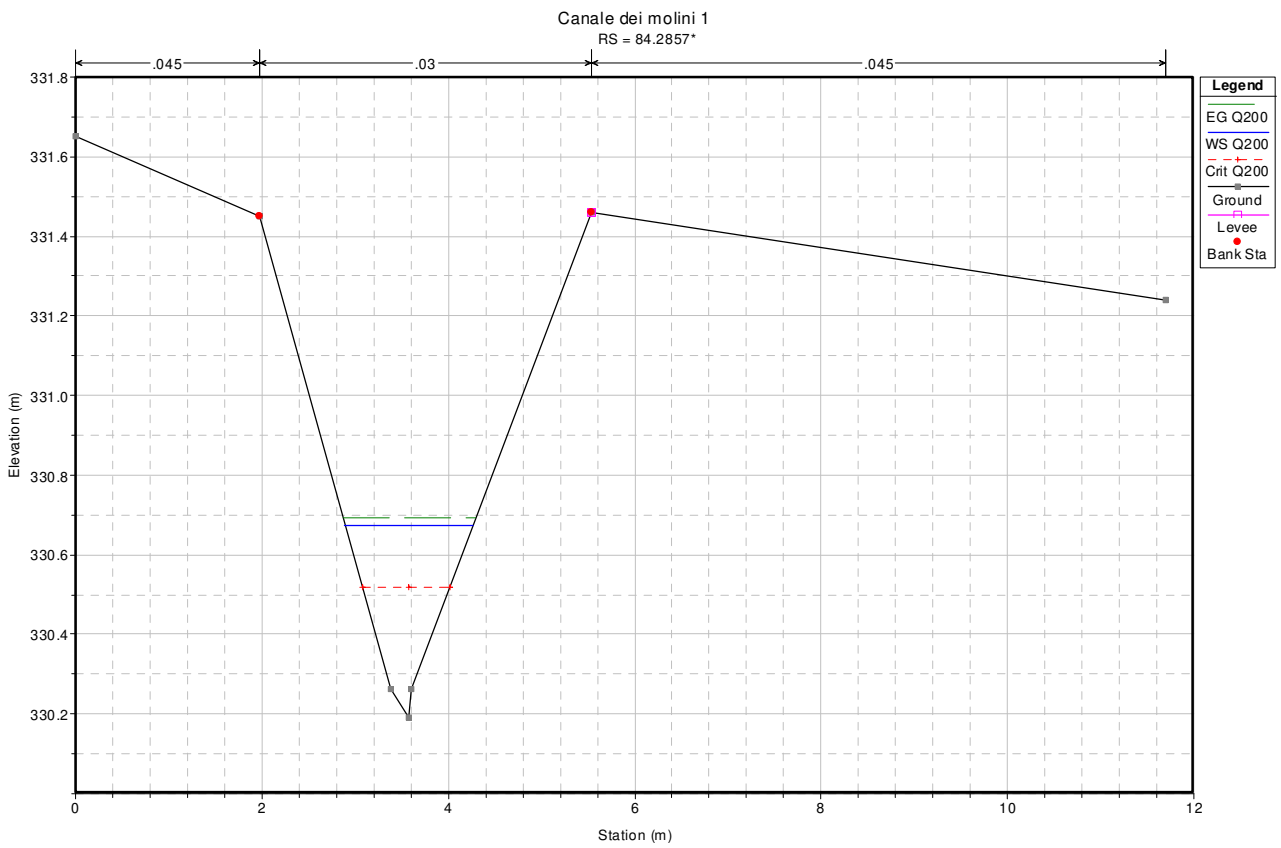
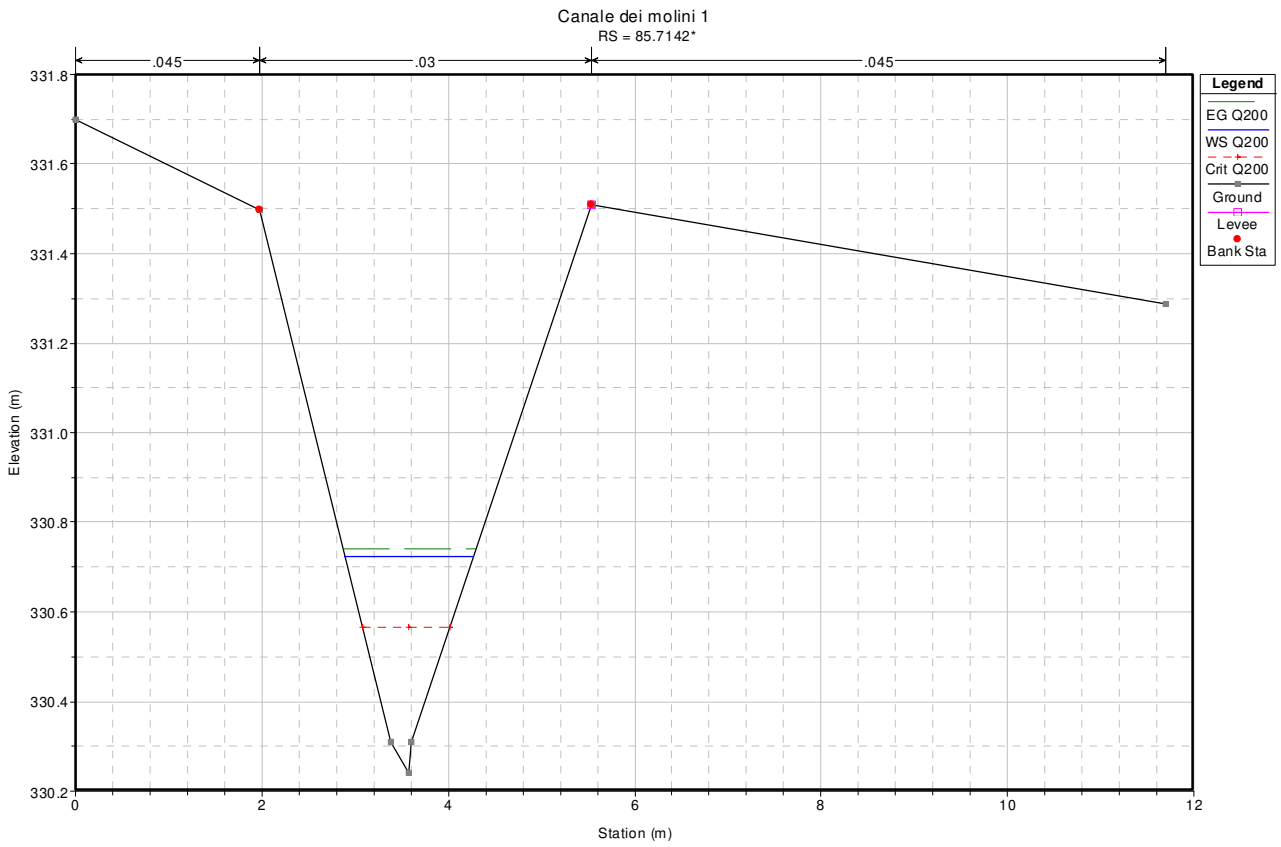


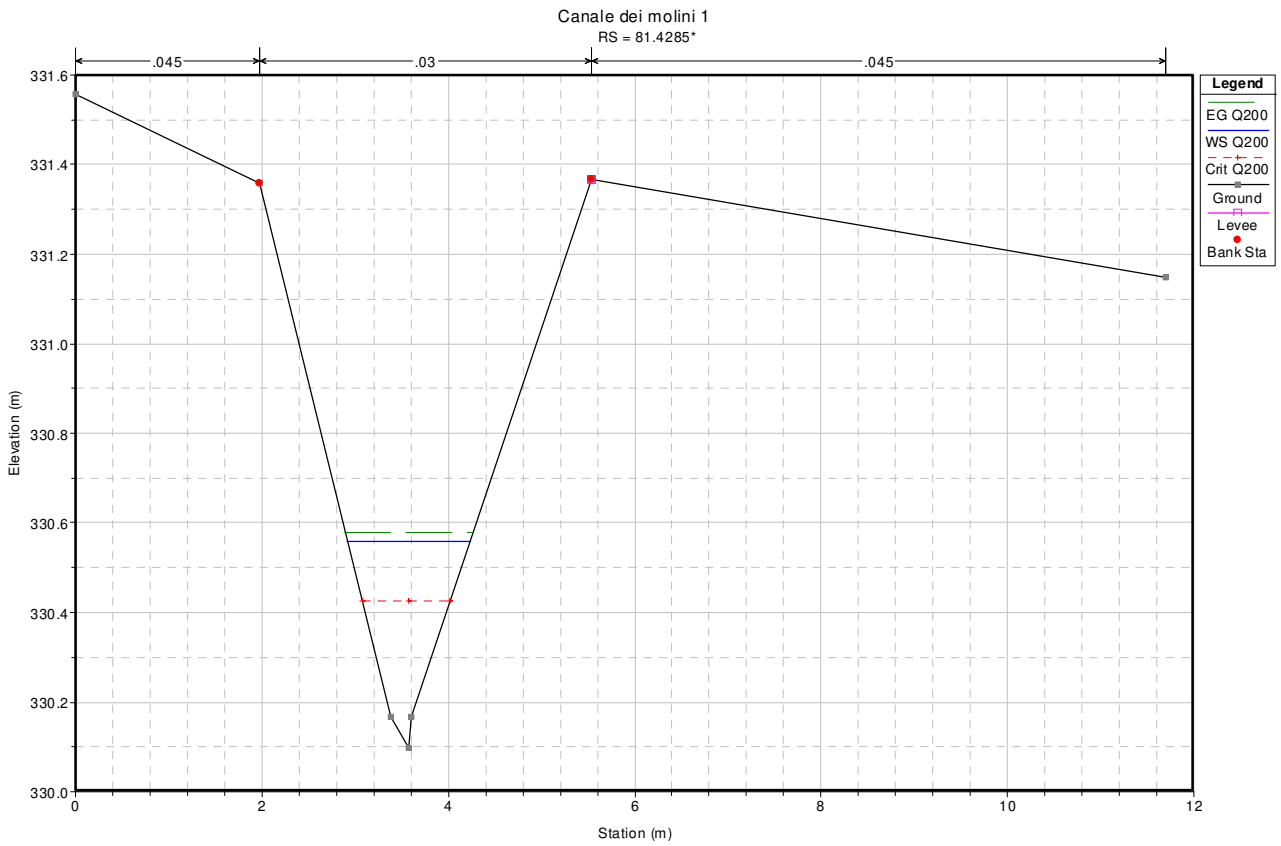
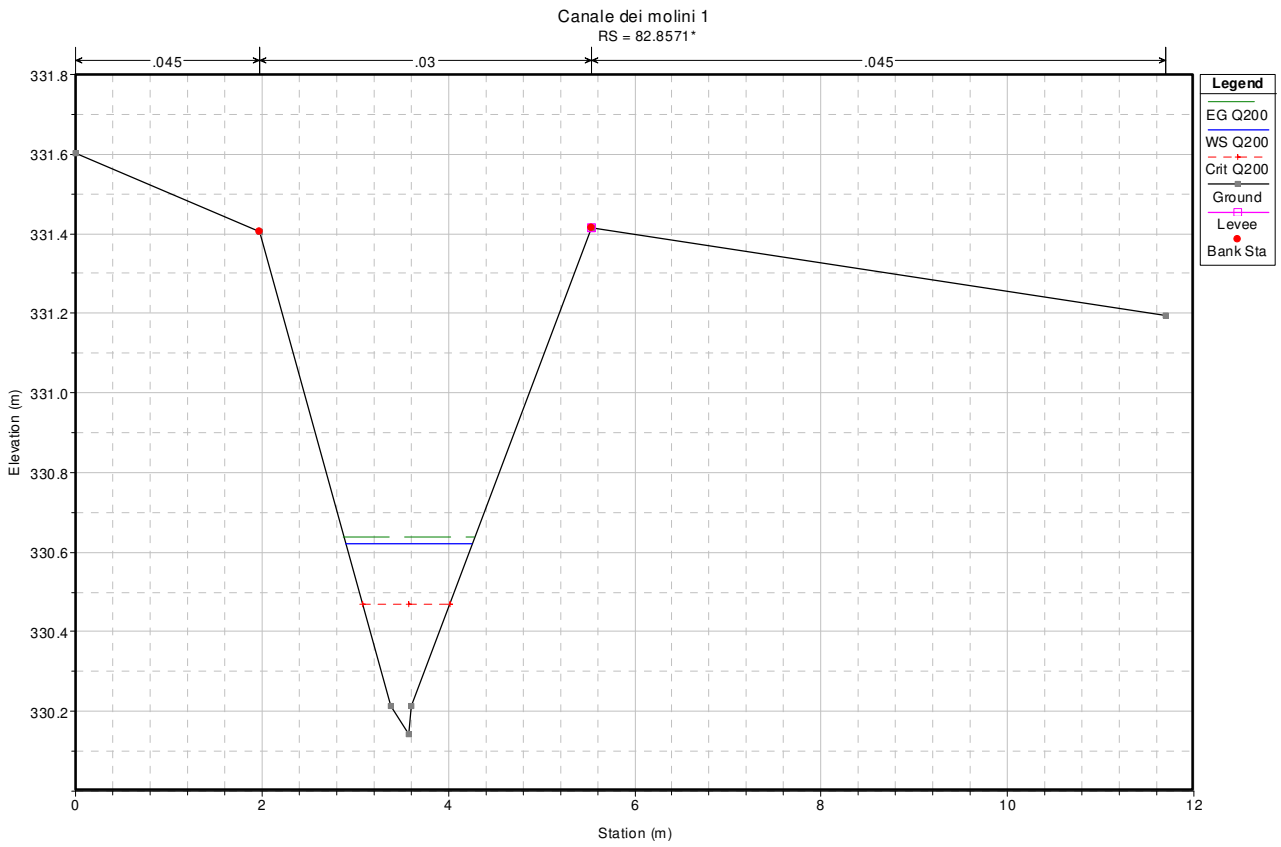


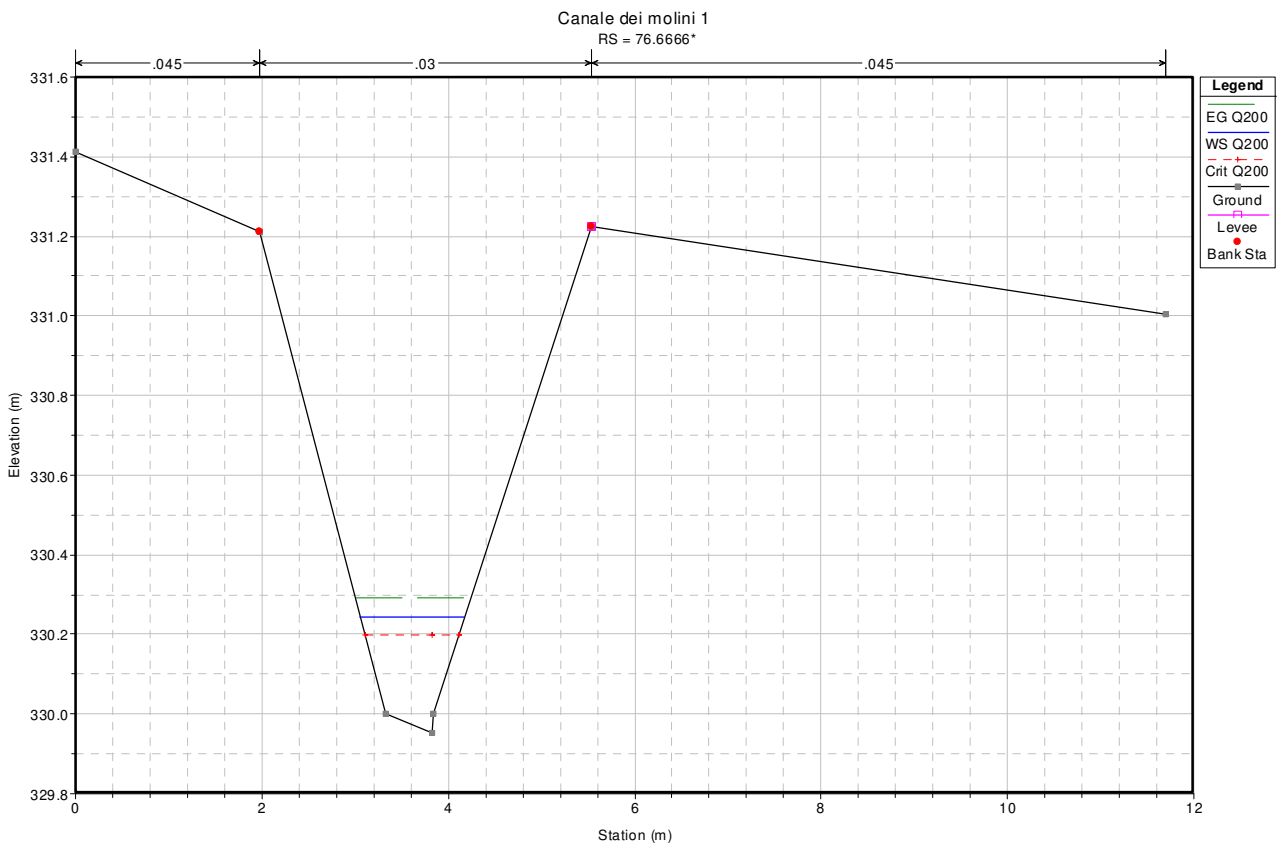
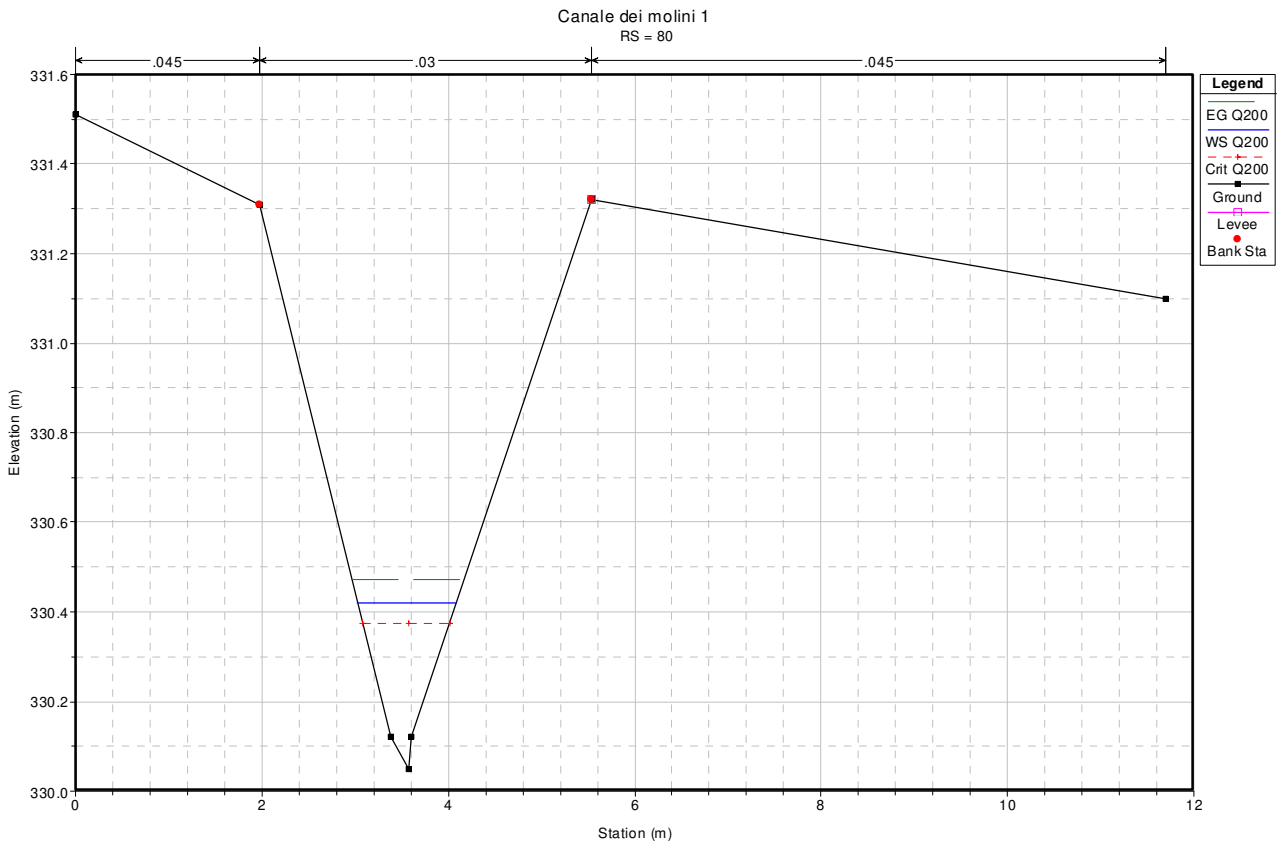


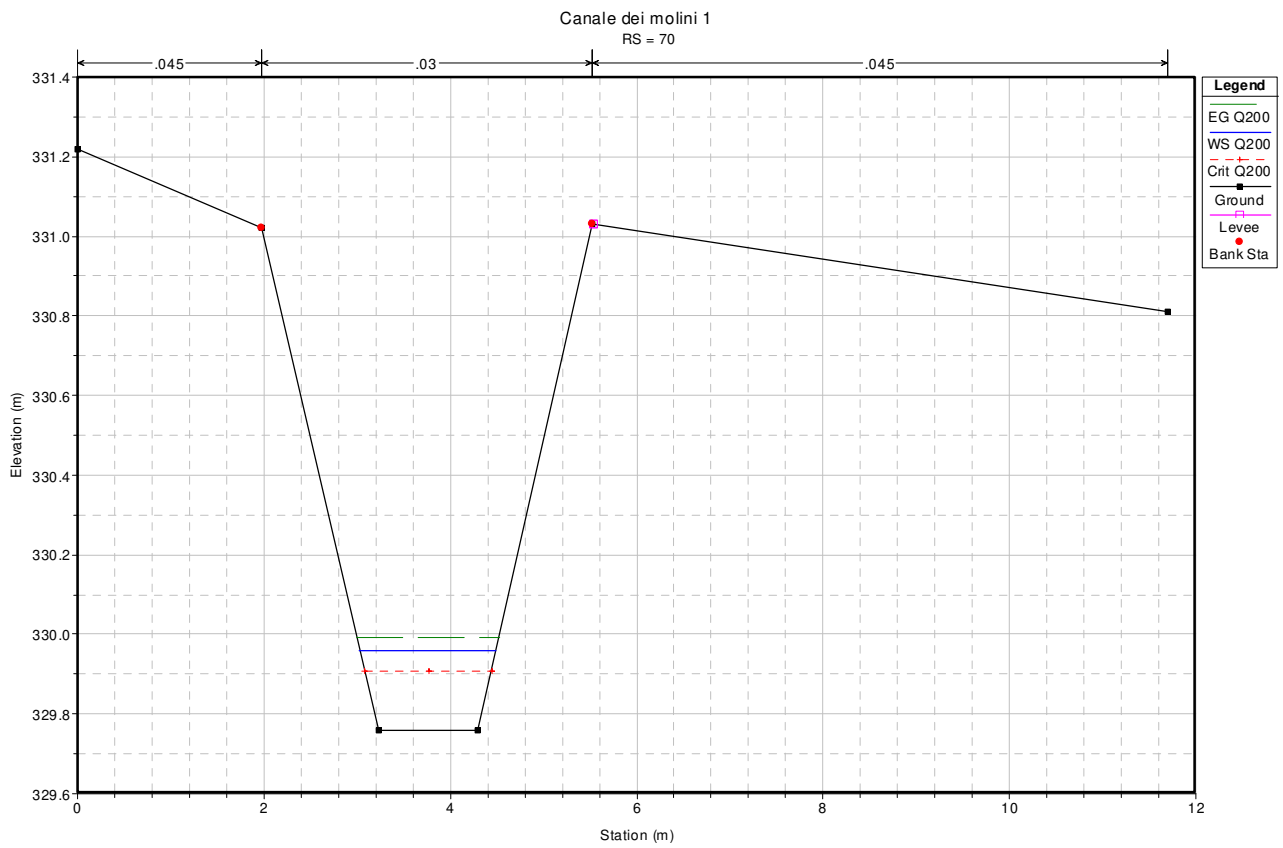
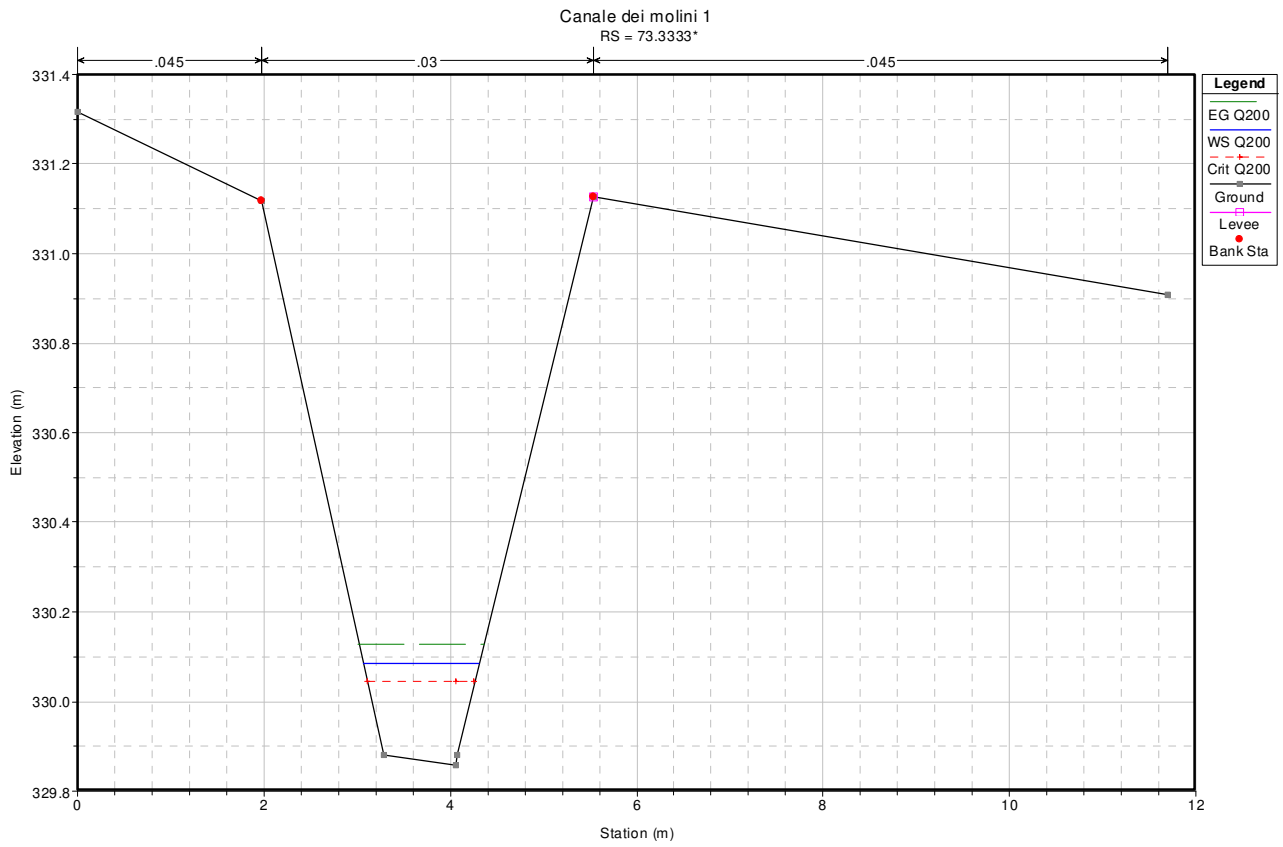


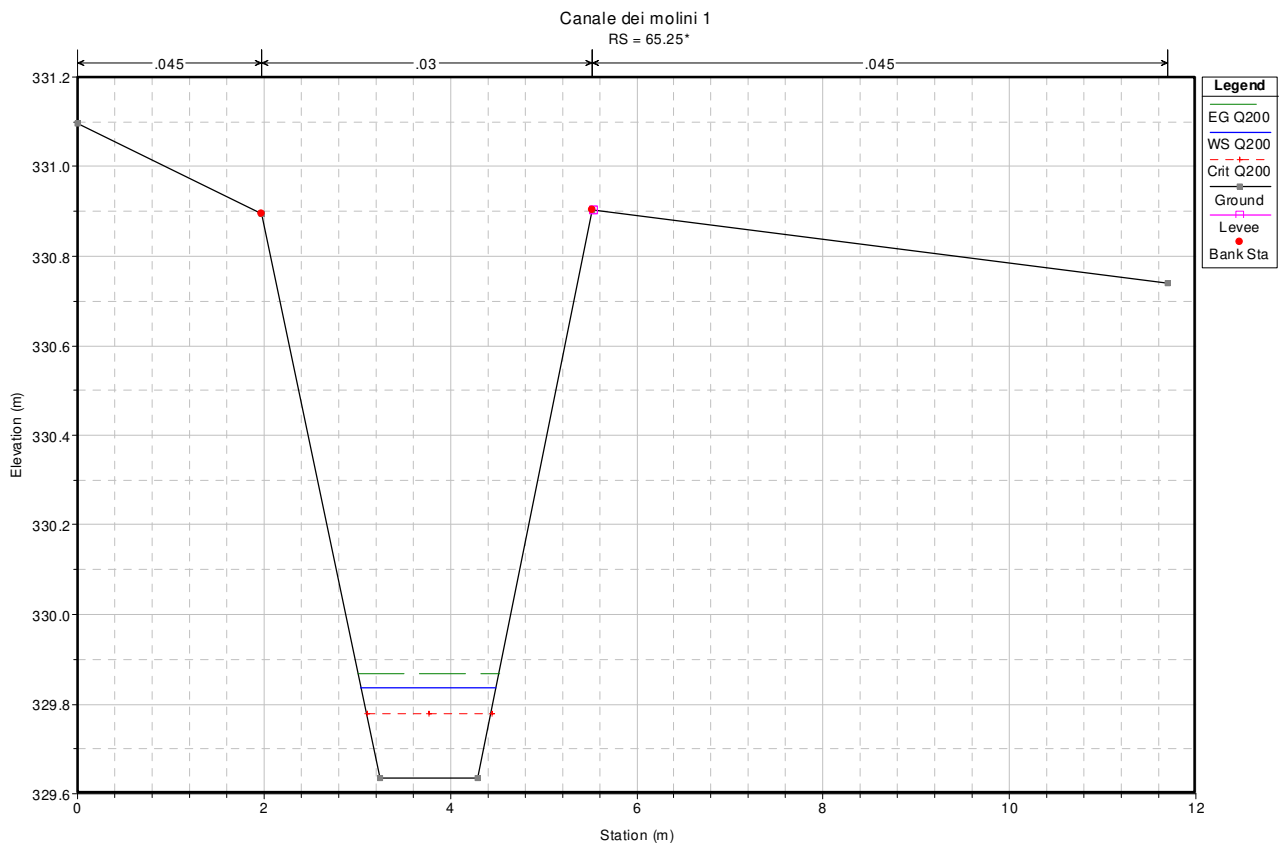
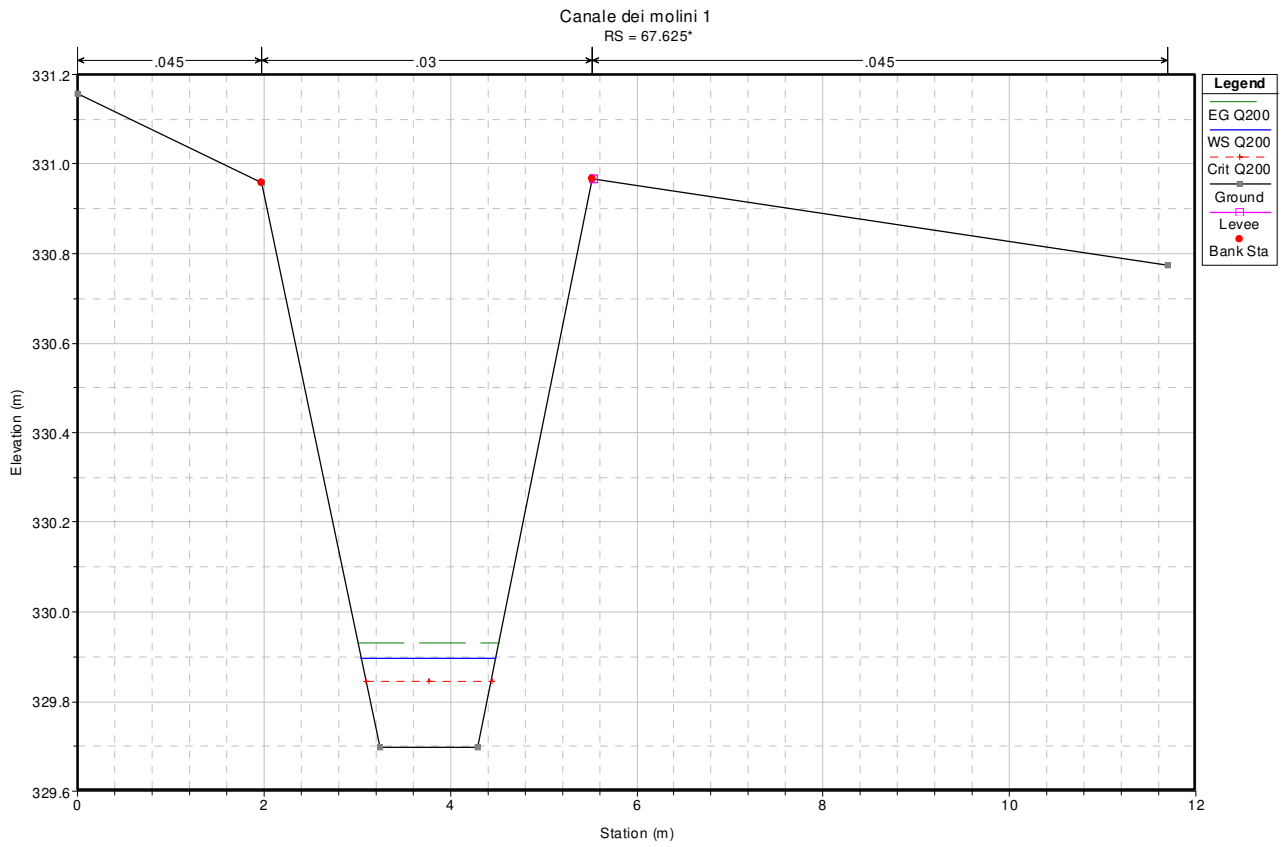


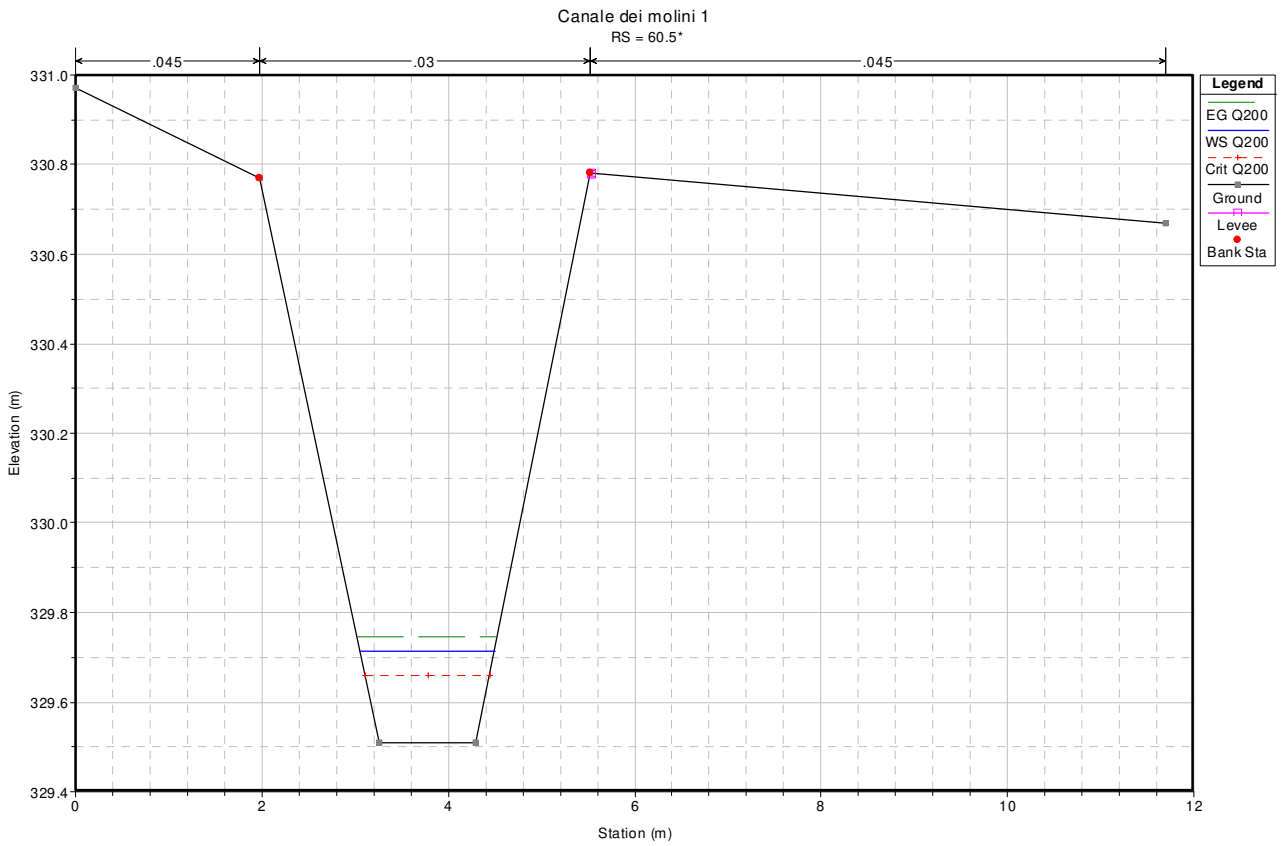
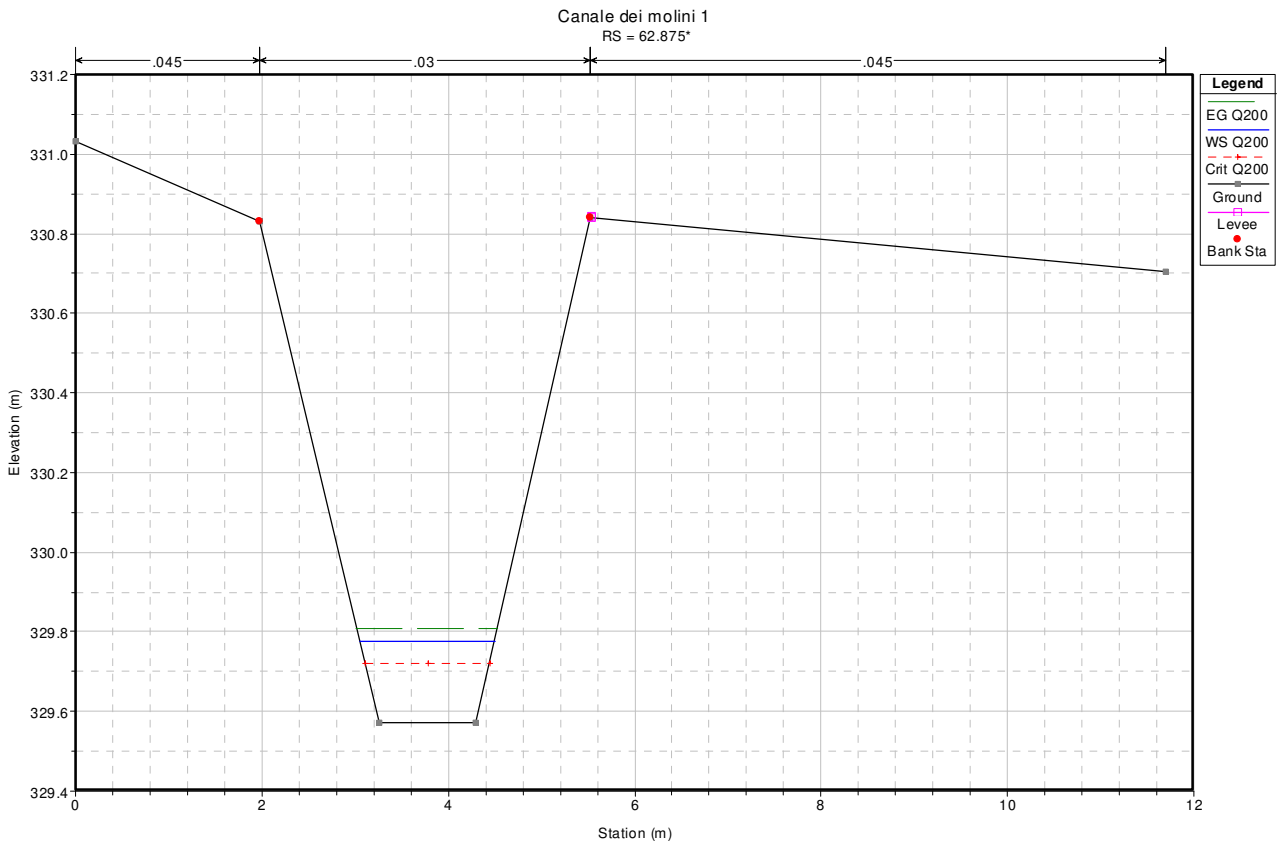




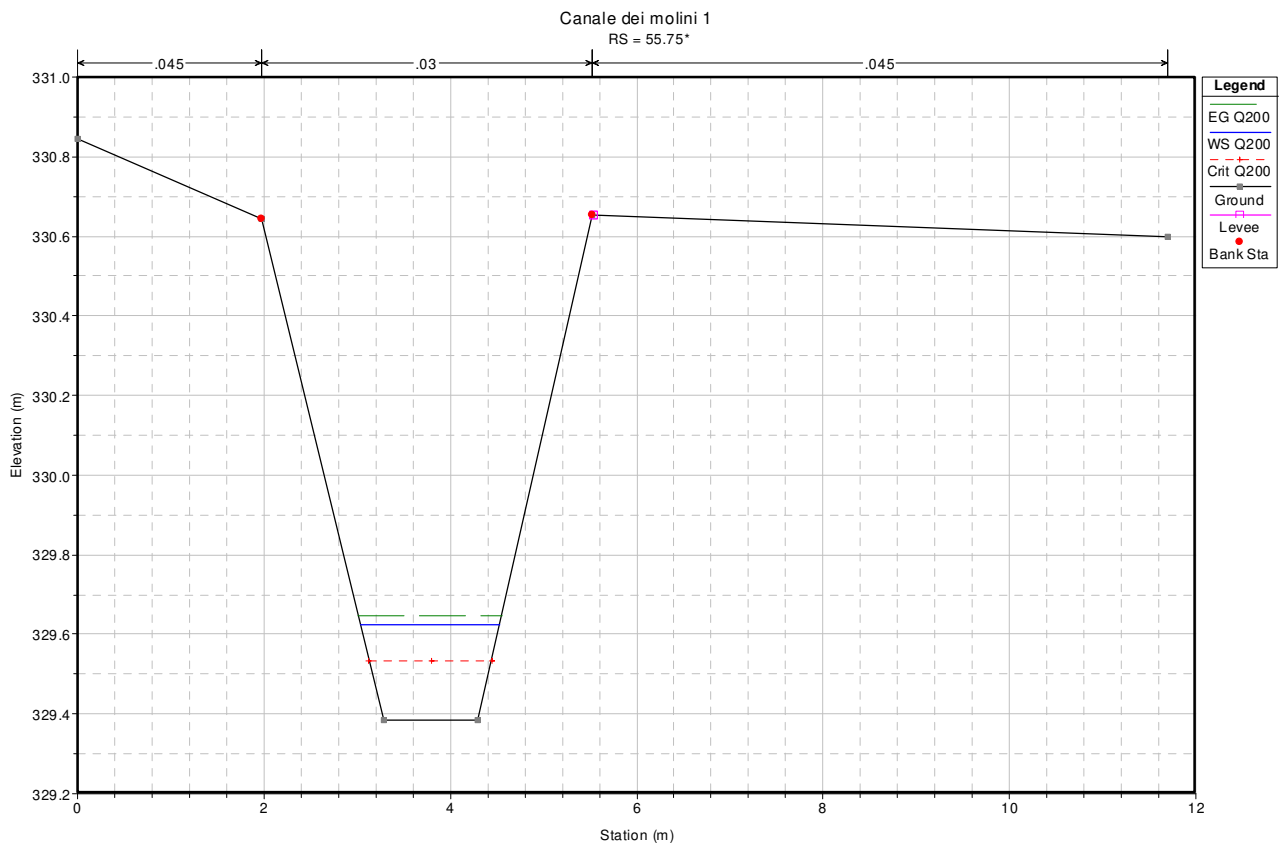
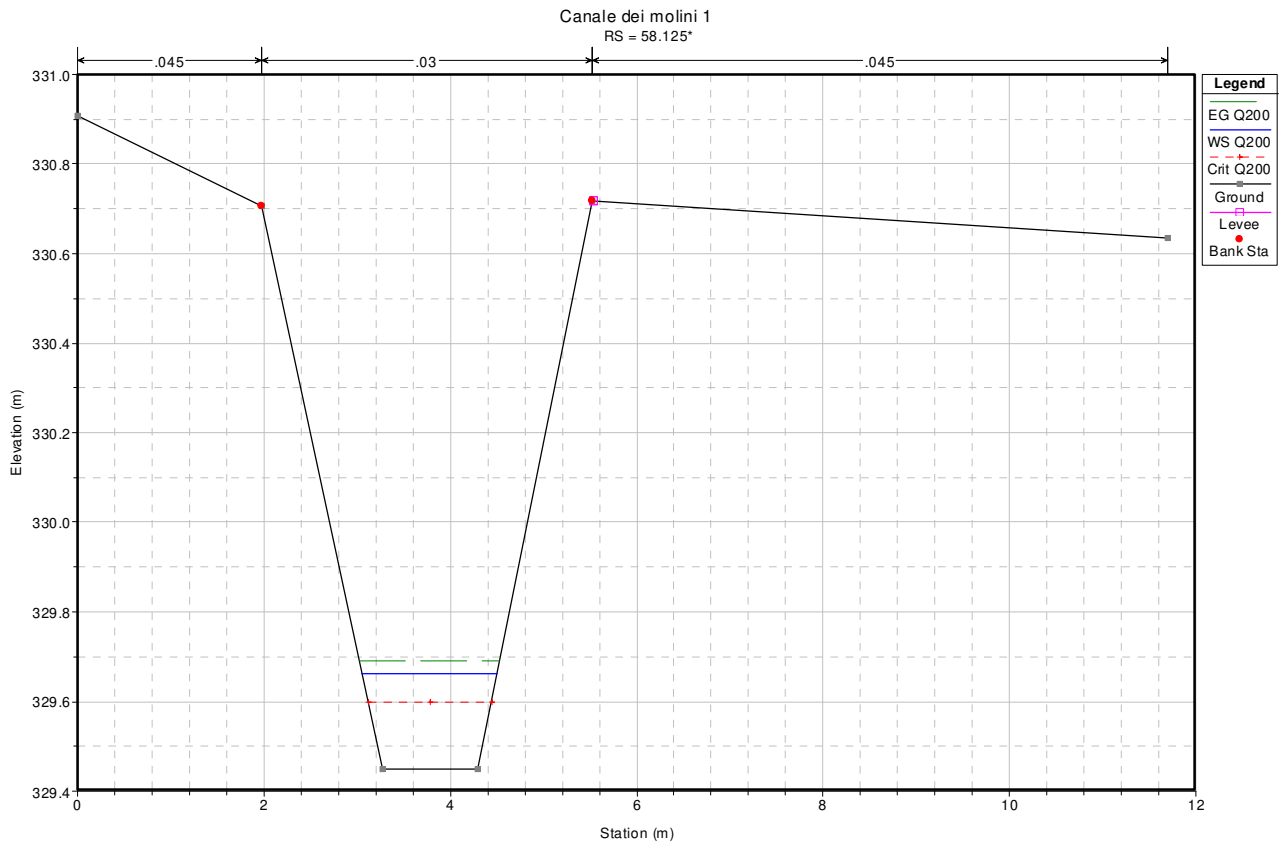


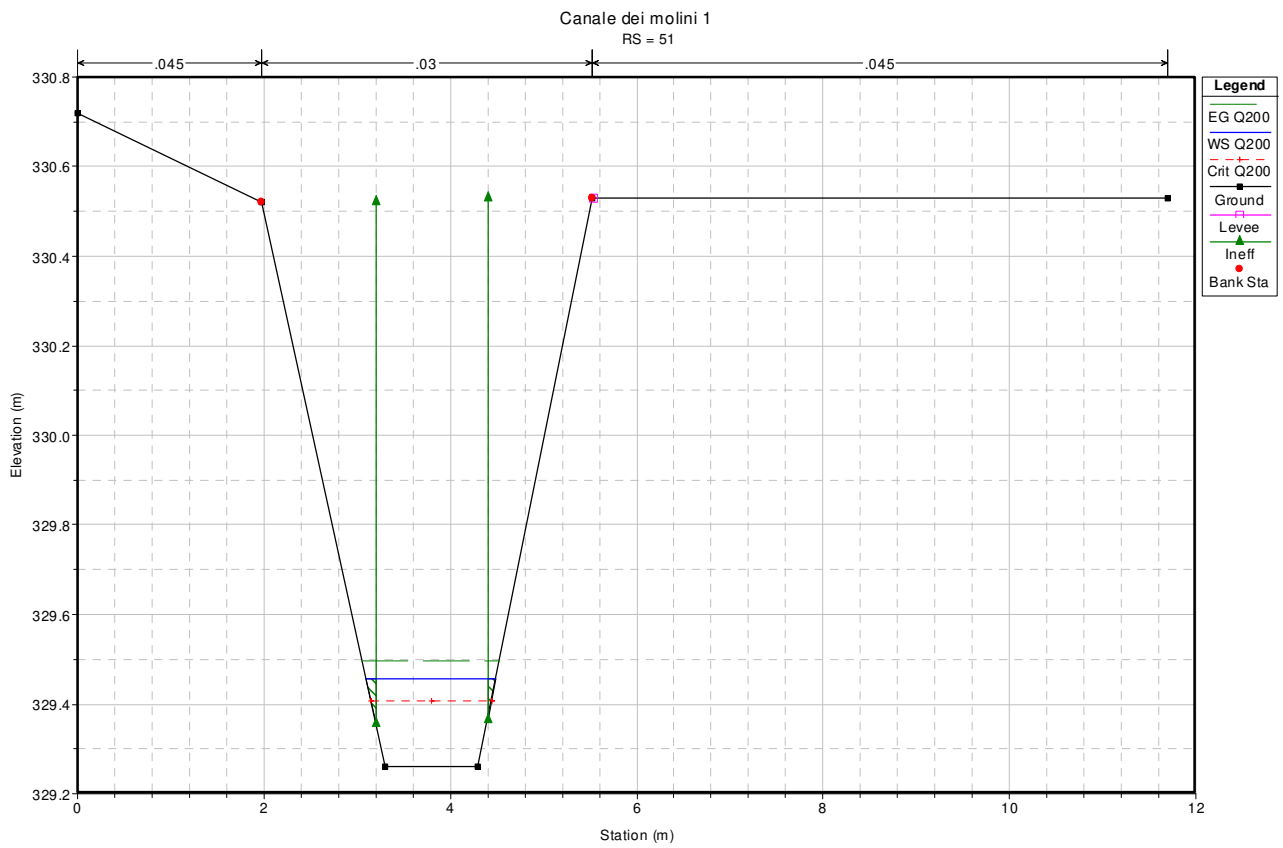
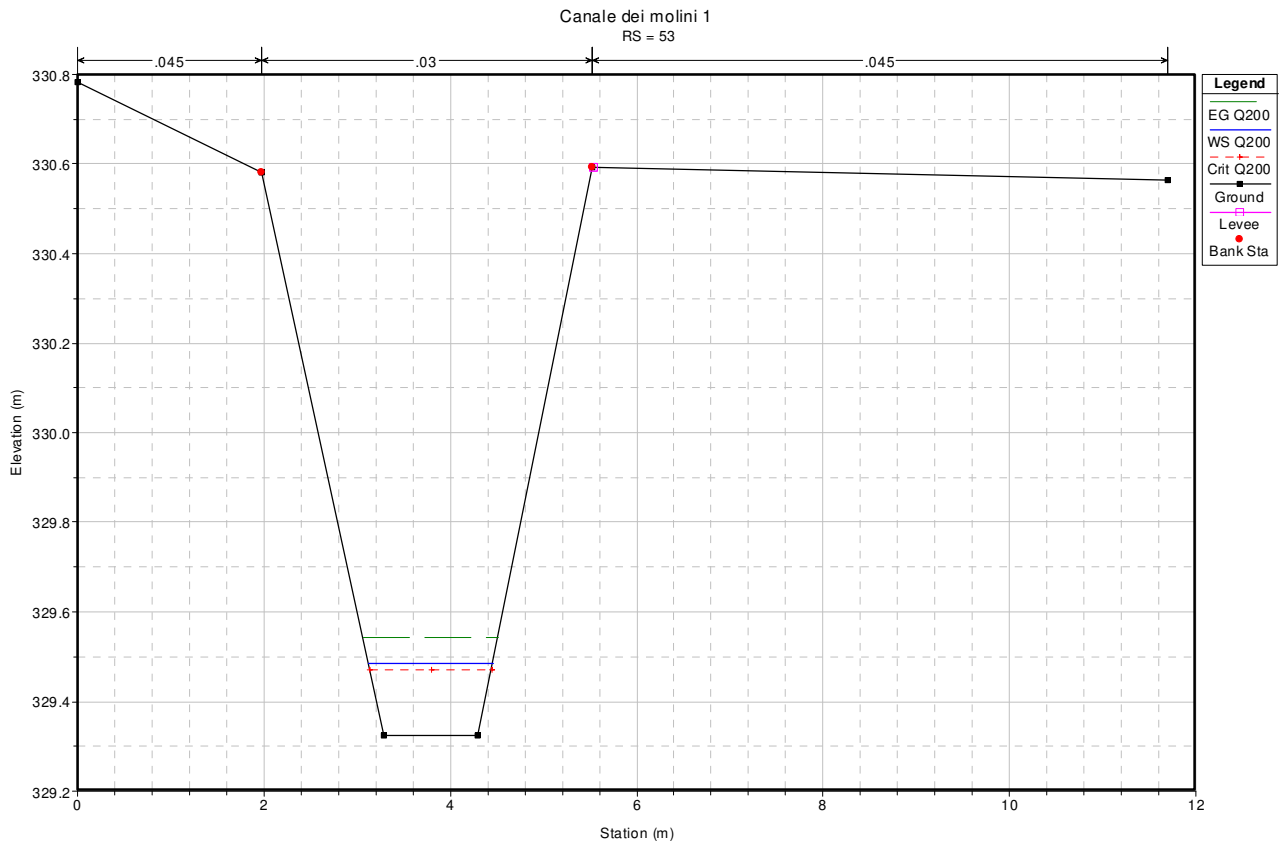


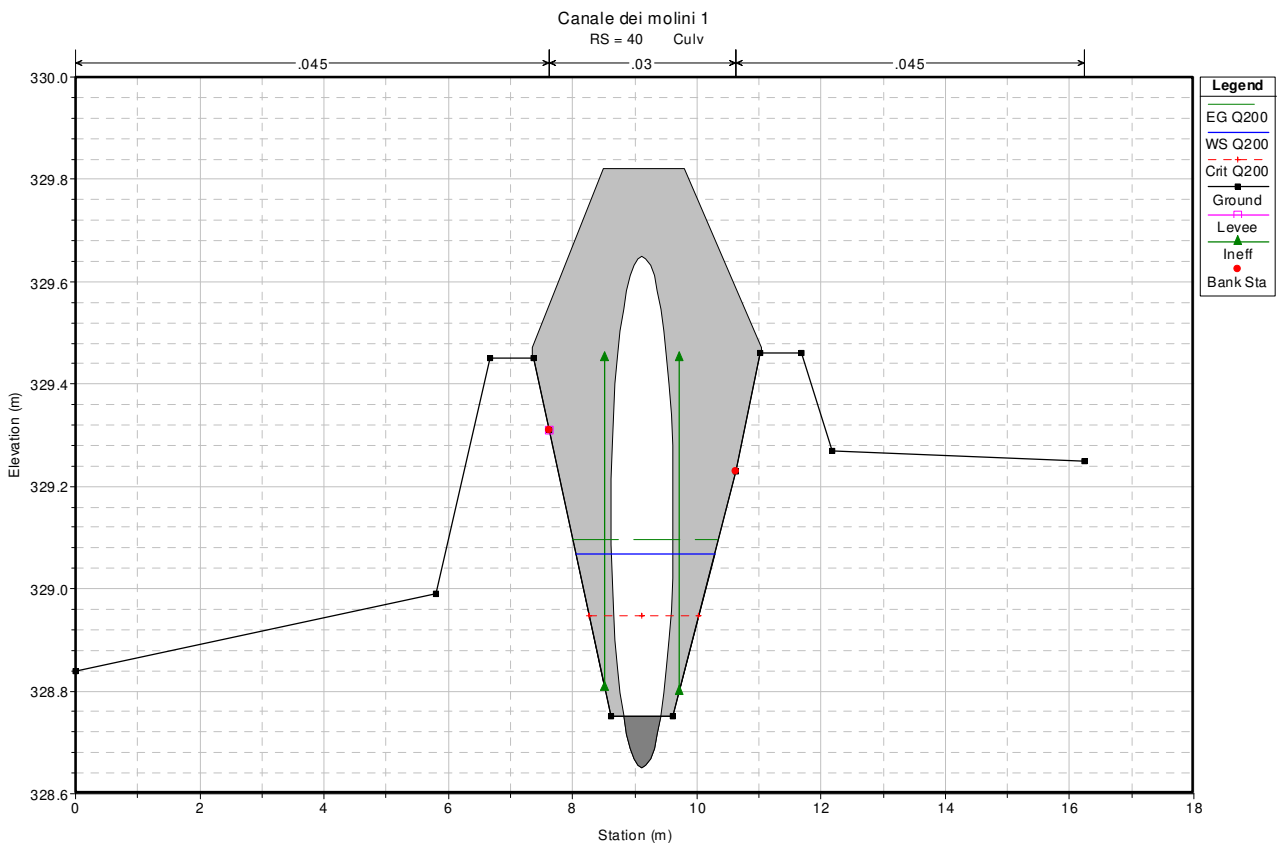
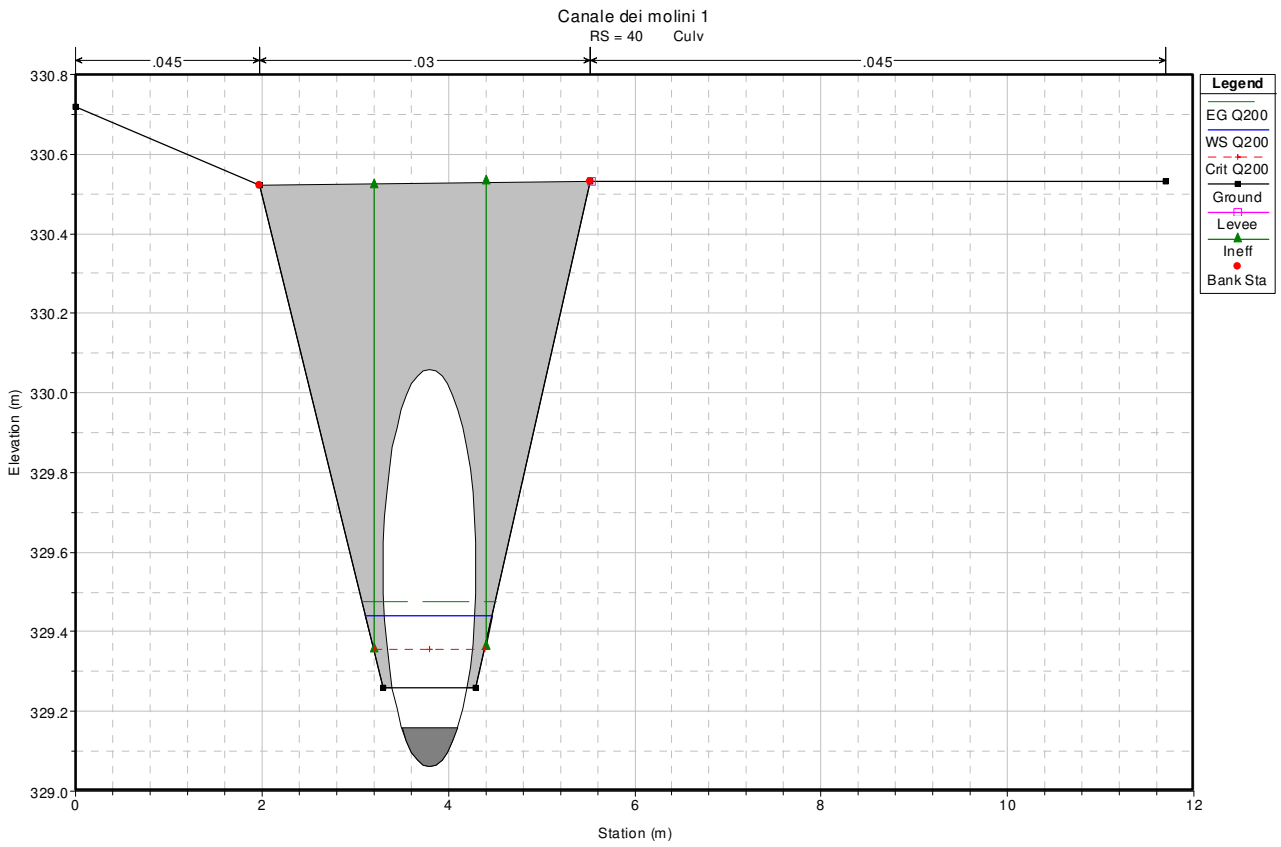


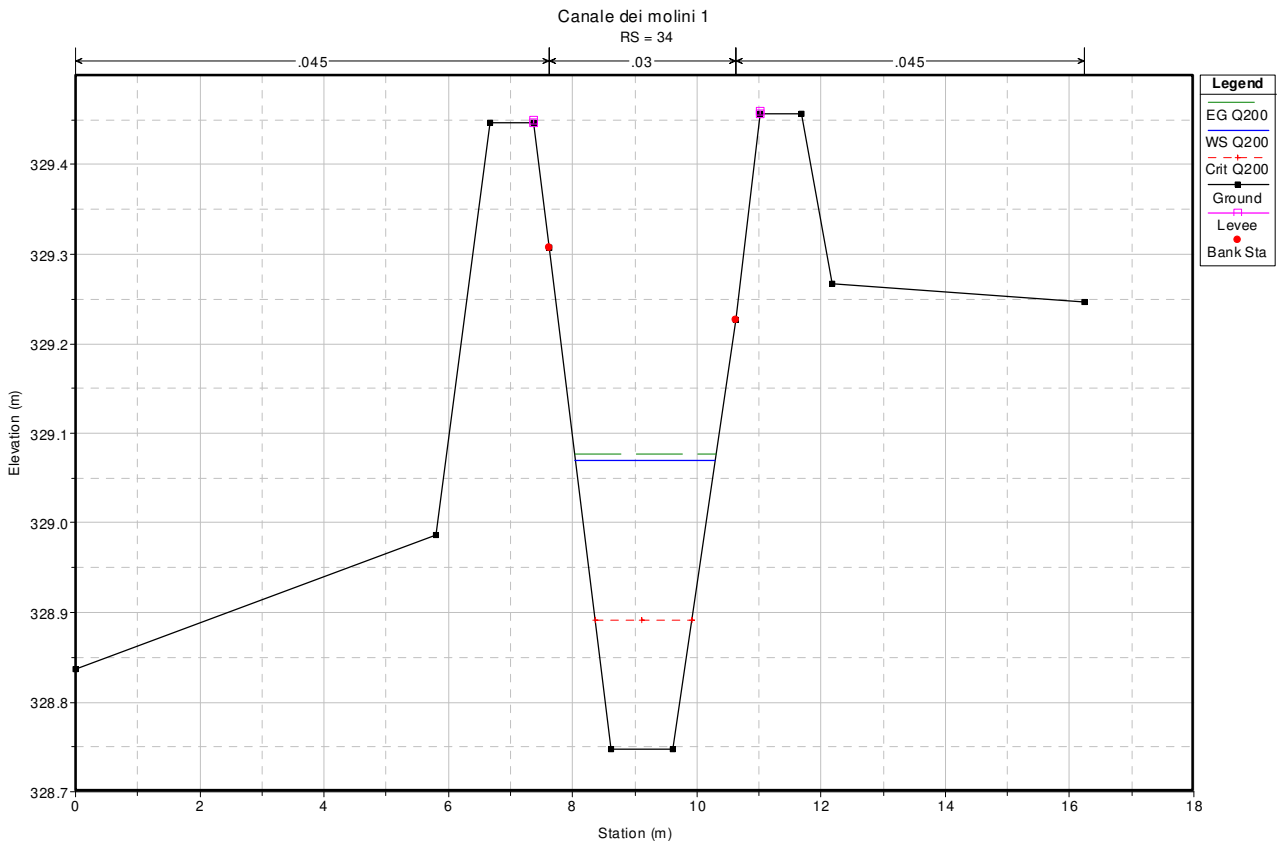
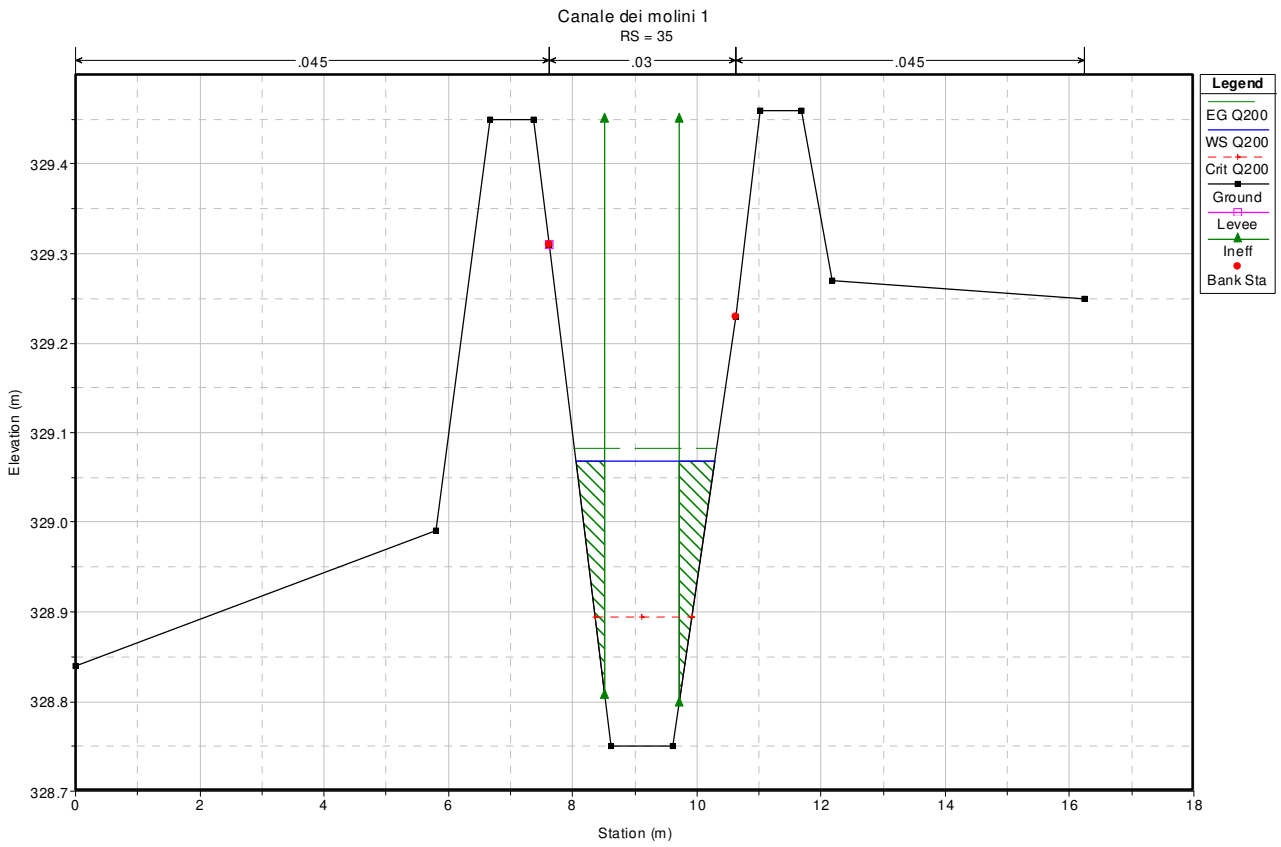


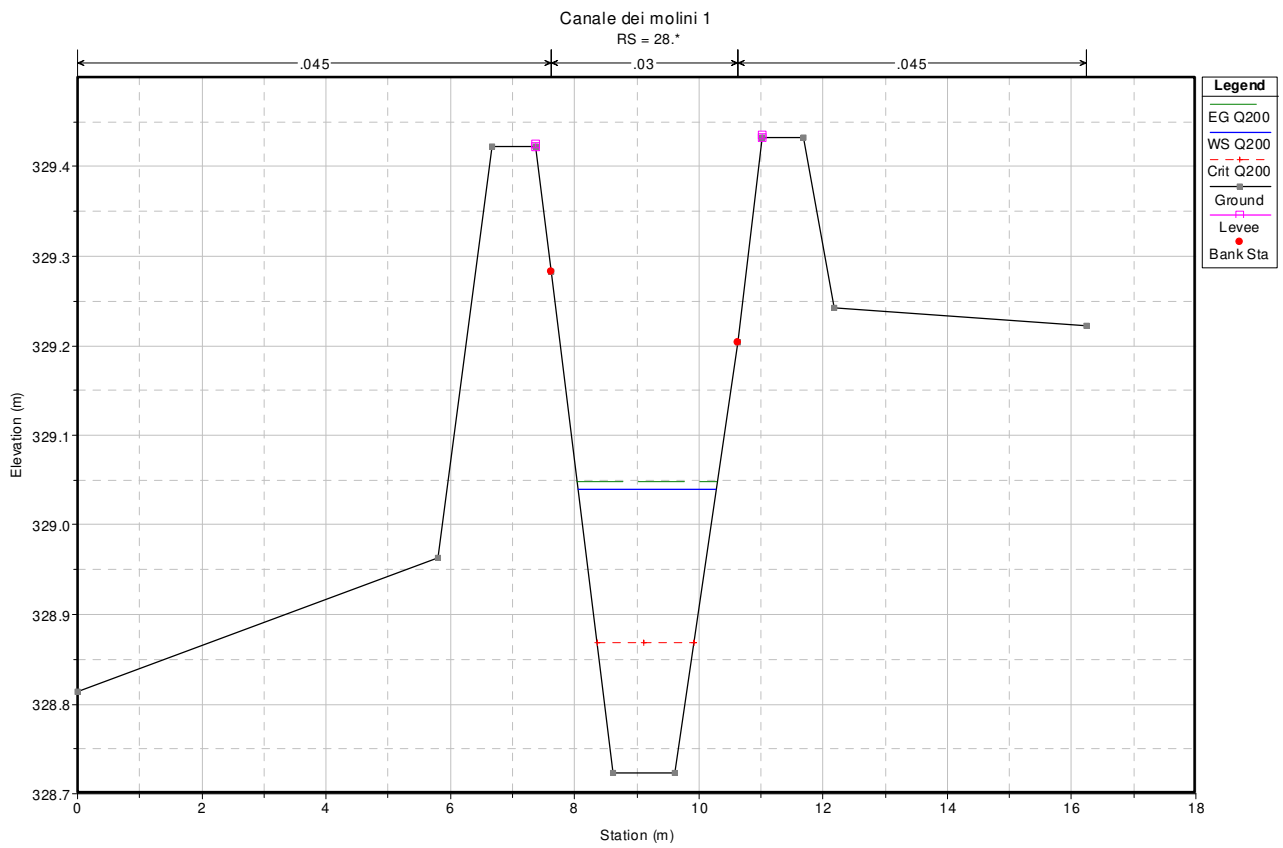
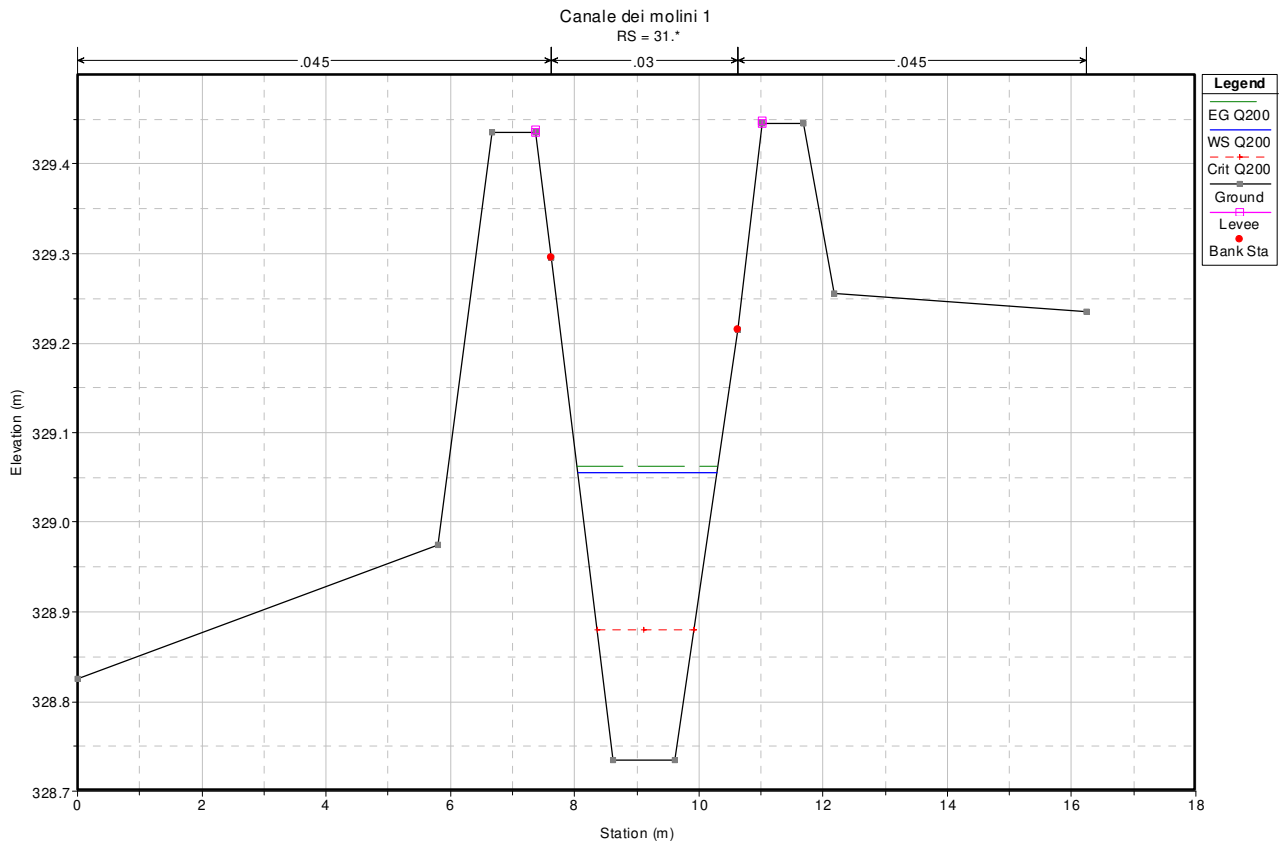


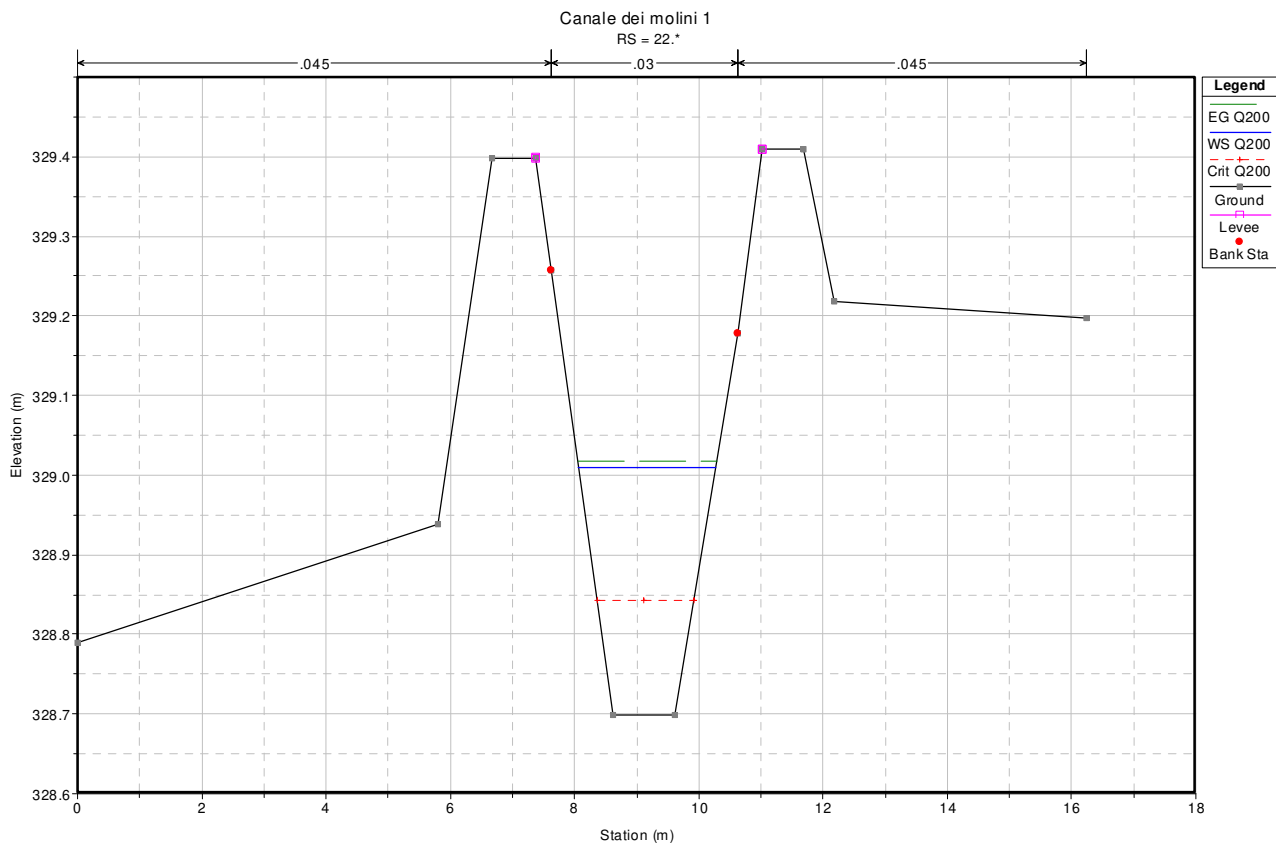
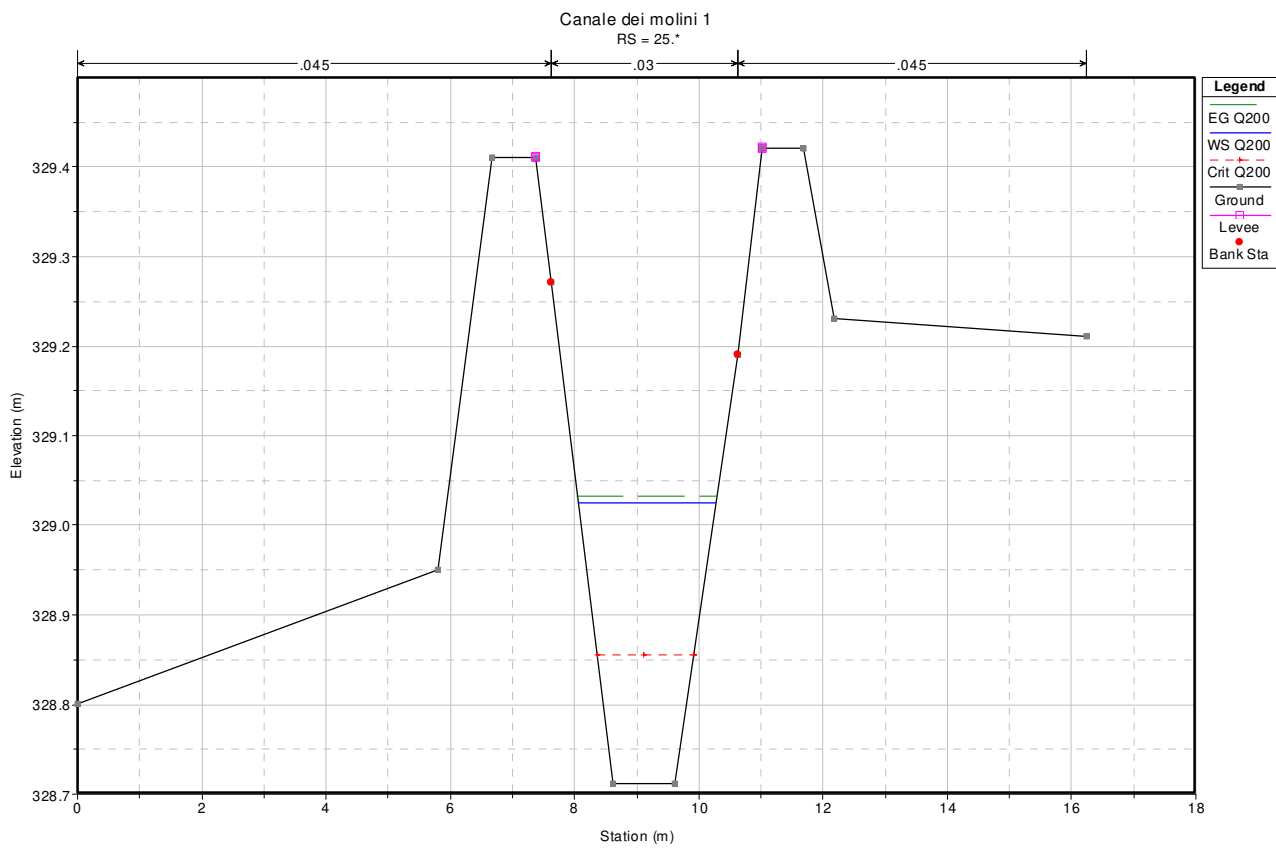




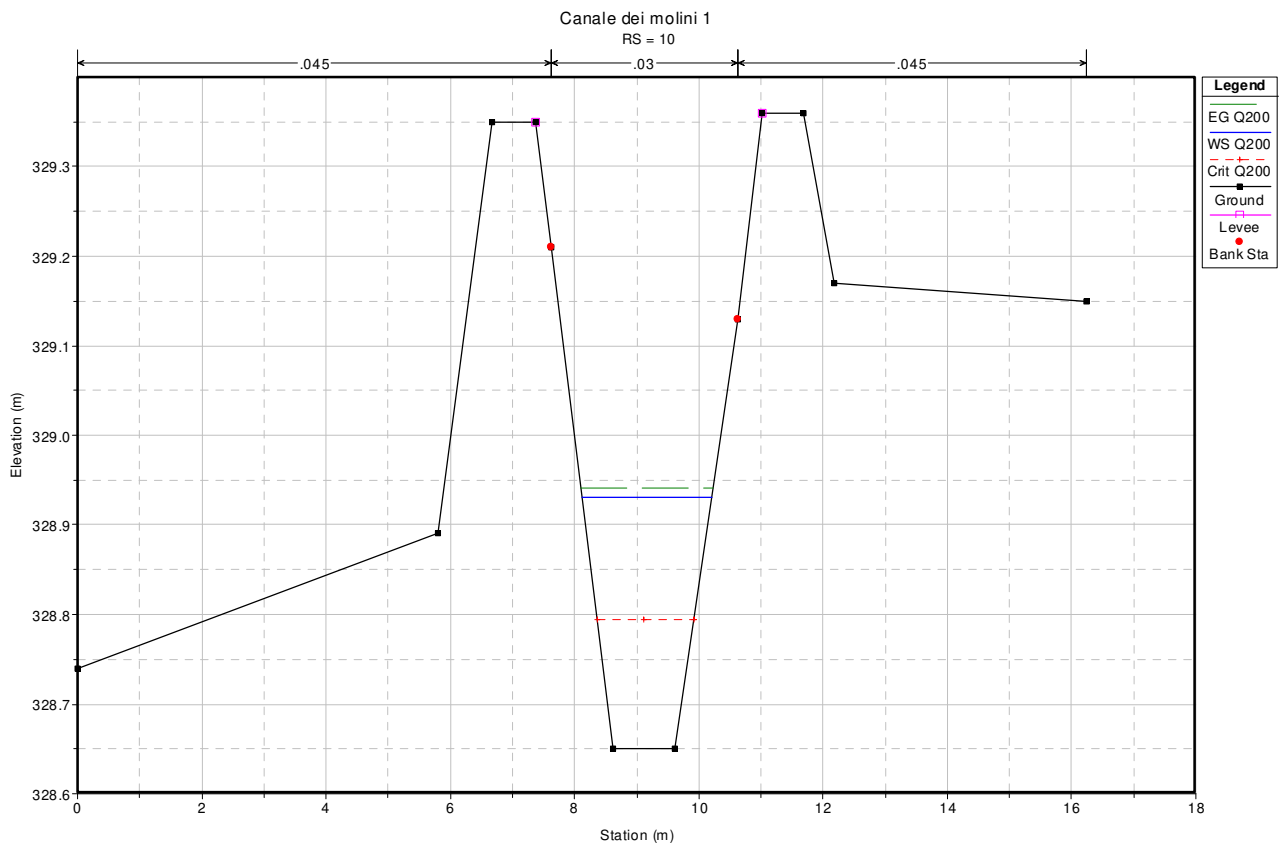
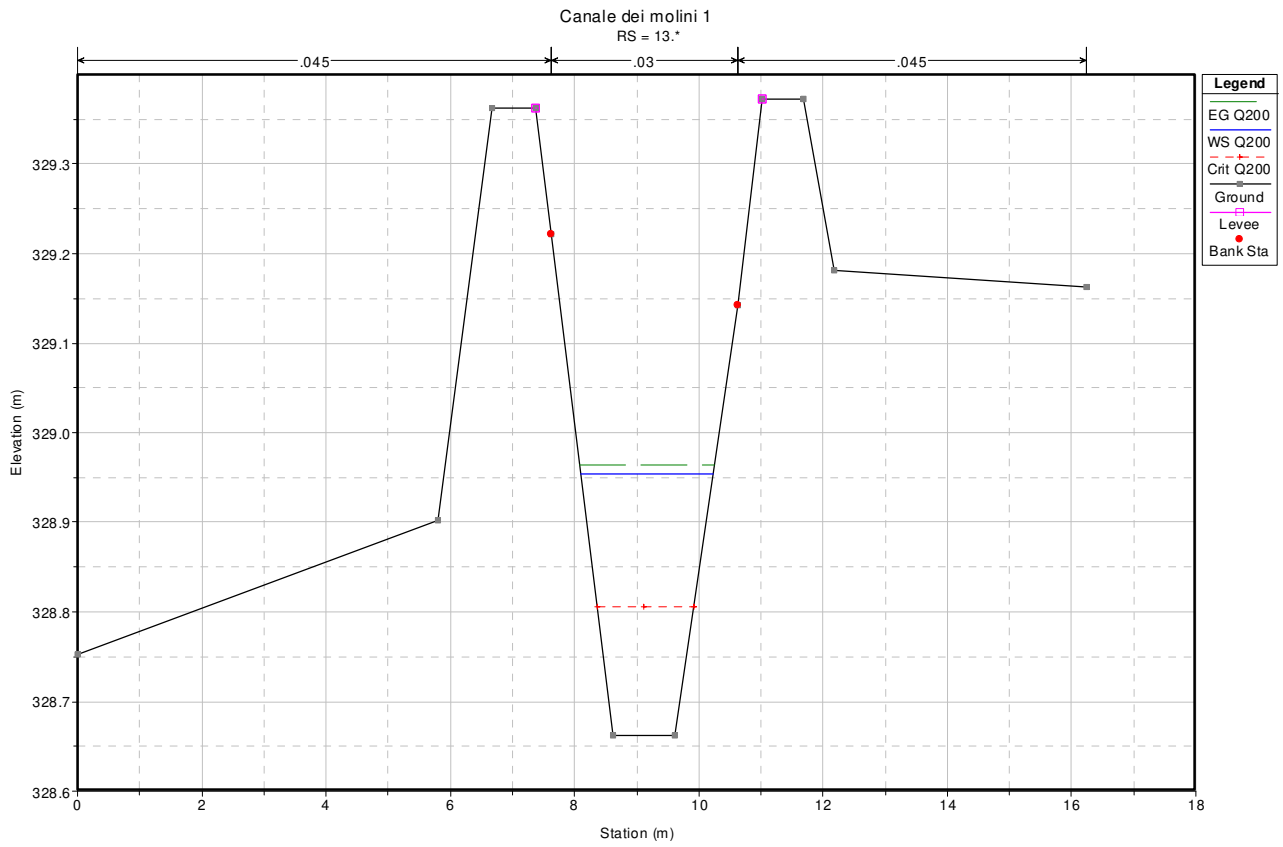












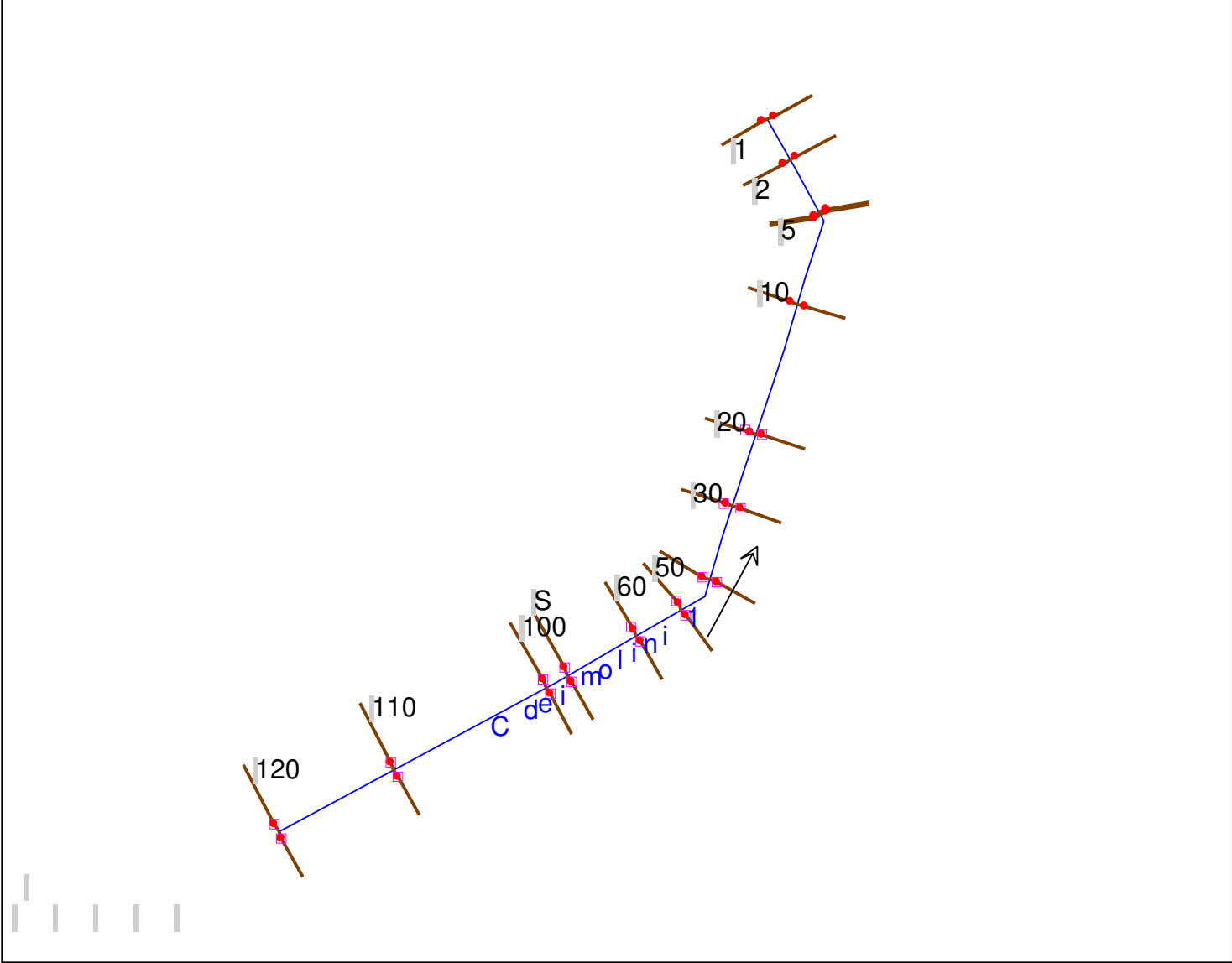


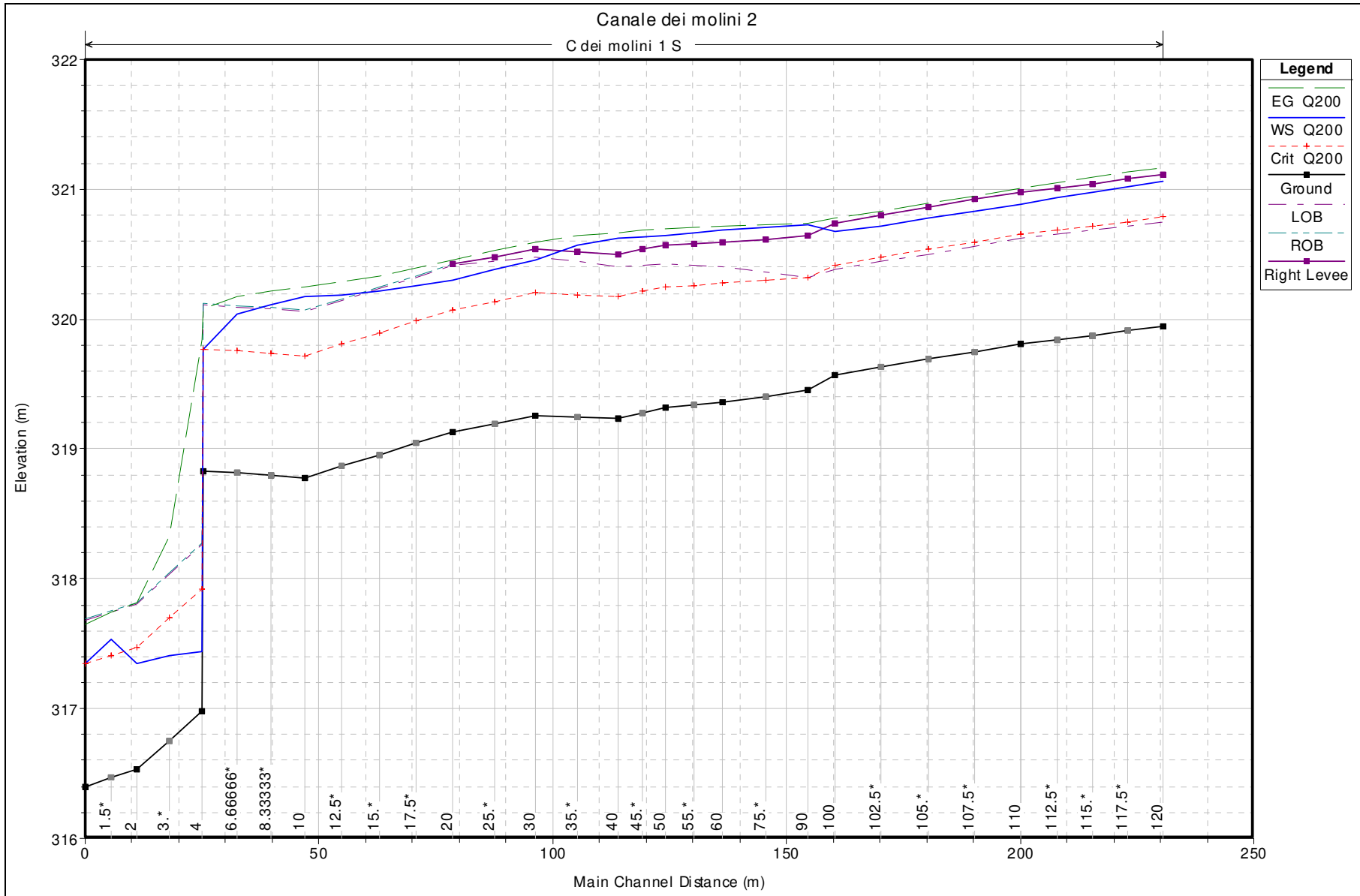
HEC-RAS Plan: prog River: C dei molini 0 Reach: V Profile: Q200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
attr_ril	100	Regione	0.2	331.41	331.77	331.74	331.83	0.013084	1.06	0.19	1.03	0.79
attr_ril	98.*	Regione	0.2	331.2	331.57	331.53	331.62	0.011659	1.02	0.2	1.05	0.75
attr_ril	96.*	Regione	0.2	331	331.35	331.32	331.41	0.014317	1.1	0.18	1.01	0.83
attr_ril	94.*	Regione	0.2	330.79	331.17	331.12	331.22	0.009604	0.95	0.21	1.09	0.69
attr_ril	92.*	Regione	0.2	330.59	330.92	330.91	331	0.019927	1.24	0.16	0.95	0.96
attr_ril	90	Regione	0.2	330.38	330.87	330.71	330.89	0.002586	0.58	0.35	1.39	0.37
attr_ril	88.5714*	Regione	0.2	330.33	330.82	330.66	330.84	0.002598	0.58	0.34	1.39	0.37
attr_ril	87.1428*	Regione	0.2	330.29	330.77	330.61	330.79	0.002632	0.58	0.34	1.39	0.37
attr_ril	85.7142*	Regione	0.2	330.24	330.72	330.56	330.74	0.002698	0.59	0.34	1.38	0.38
attr_ril	84.2857*	Regione	0.2	330.19	330.67	330.52	330.69	0.002758	0.59	0.34	1.38	0.38
attr_ril	82.8571*	Regione	0.2	330.14	330.62	330.47	330.64	0.002961	0.61	0.33	1.36	0.4
attr_ril	81.4285*	Regione	0.2	330.1	330.56	330.43	330.58	0.003499	0.65	0.31	1.32	0.43
attr_ril	80	Regione	0.2	330.05	330.42	330.38	330.47	0.0113	1	0.2	1.06	0.74
attr_ril	76.6666*	Regione	0.2	329.95	330.24	330.2	330.29	0.009546	0.95	0.21	1.12	0.7
attr_ril	73.3333*	Regione	0.2	329.86	330.09	330.04	330.13	0.00922	0.92	0.22	1.25	0.7
attr_ril	70	Regione	0.2	329.76	329.96	329.91	329.99	0.006802	0.79	0.25	1.46	0.61
attr_ril	67.625*	Regione	0.2	329.7	329.9	329.85	329.93	0.00689	0.8	0.25	1.46	0.61
attr_ril	65.25*	Regione	0.2	329.64	329.84	329.78	329.87	0.006807	0.79	0.25	1.45	0.61
attr_ril	62.875*	Regione	0.2	329.57	329.77	329.72	329.81	0.006824	0.8	0.25	1.45	0.61
attr_ril	60.5*	Regione	0.2	329.51	329.71	329.66	329.75	0.006577	0.79	0.25	1.44	0.6
attr_ril	58.125*	Regione	0.2	329.45	329.66	329.6	329.69	0.00577	0.75	0.27	1.45	0.56
attr_ril	55.75*	Regione	0.2	329.38	329.62	329.53	329.65	0.004069	0.67	0.3	1.5	0.48
attr_ril	53	Regione	0.2	329.32	329.48	329.47	329.54	0.015393	1.06	0.19	1.34	0.89
attr_ril	51	Regione	0.2	329.26	329.45	329.41	329.5	0.007344	0.89	0.22	1.39	0.66
attr_ril	40		Culvert									
attr_ril	35	Regione	0.2	328.75	329.07	328.89	329.08	0.001214	0.53	0.38	2.23	0.3
attr_ril	34	Regione	0.2	328.75	329.07	328.89	329.08	0.001004	0.38	0.52	2.25	0.25
attr_ril	31.*	Regione	0.2	328.74	329.06	328.88	329.06	0.001033	0.39	0.52	2.24	0.26
attr_ril	28.*	Regione	0.2	328.72	329.04	328.87	329.05	0.00107	0.39	0.51	2.23	0.26

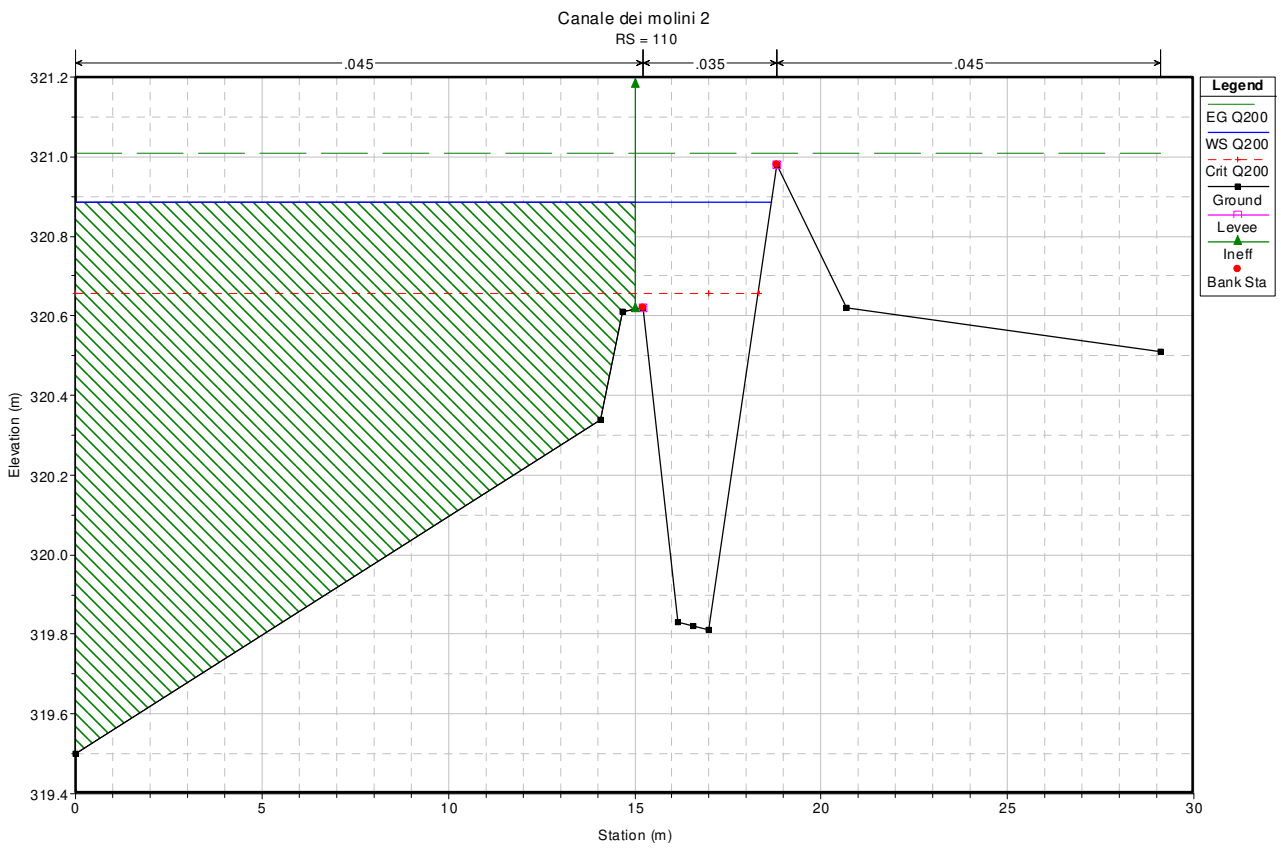
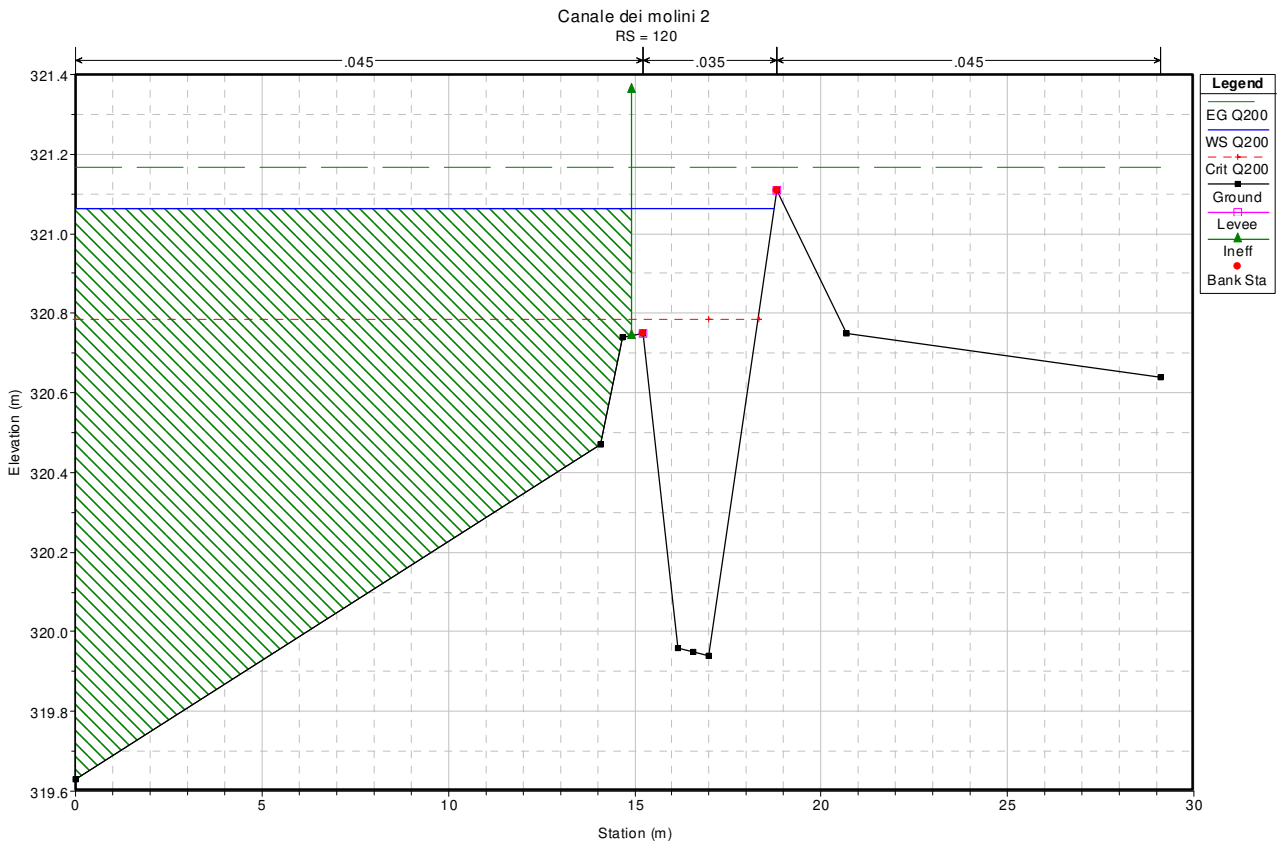
HEC-RAS Plan: prog River: C dei molini 0 Reach: V Profile: Q200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
attr_ril	25.*	Regione	0.2	328.71	329.02	328.86	329.03	0.001112	0.4	0.5	2.21	0.27
attr_ril	22.*	Regione	0.2	328.7	329.01	328.84	329.02	0.001156	0.4	0.5	2.2	0.27
attr_ril	19.*	Regione	0.2	328.69	328.99	328.83	329	0.001225	0.41	0.49	2.18	0.28
attr_ril	16.*	Regione	0.2	328.67	328.97	328.82	328.98	0.001326	0.42	0.47	2.16	0.29
attr_ril	13.*	Regione	0.2	328.66	328.95	328.81	328.96	0.001466	0.44	0.46	2.13	0.3
attr_ril	10	Regione	0.2	328.65	328.93	328.79	328.94	0.0017	0.46	0.43	2.09	0.32

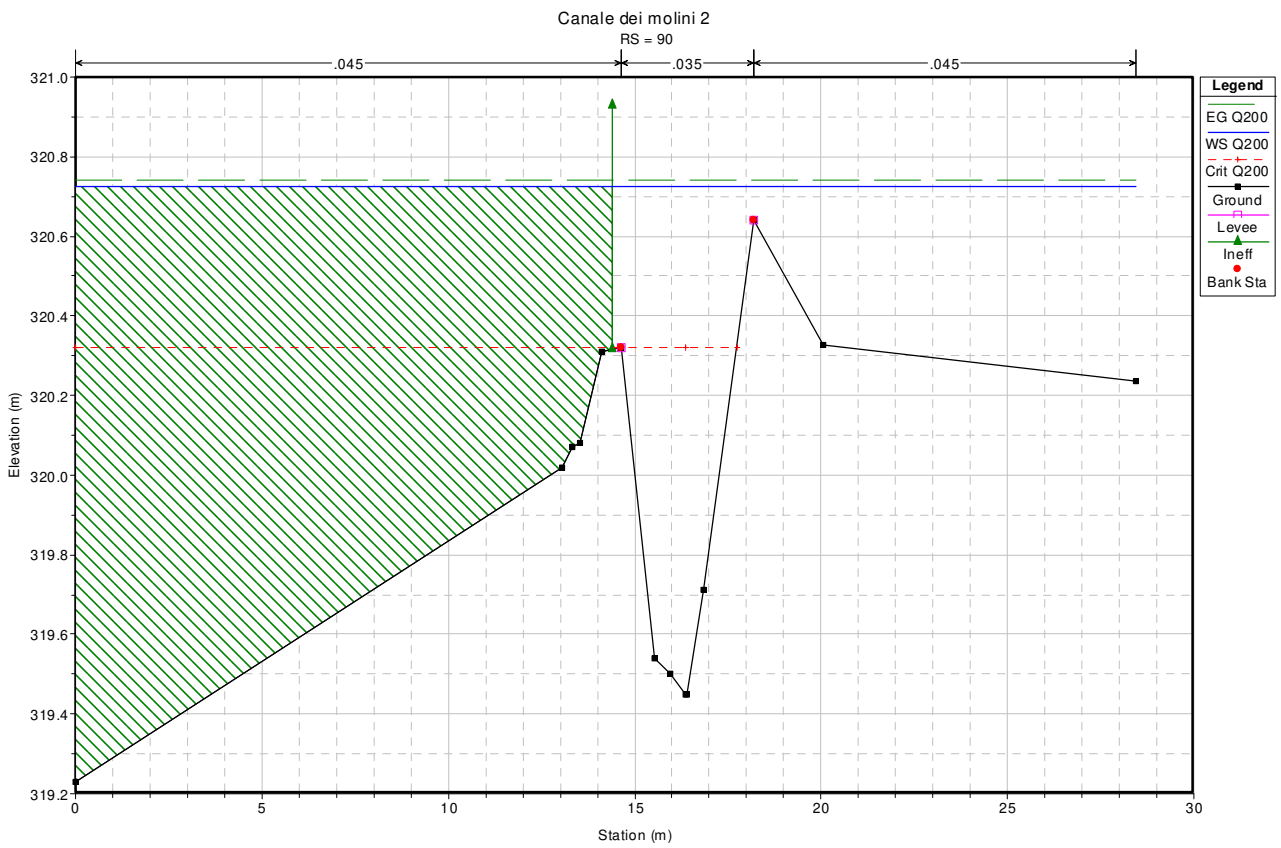
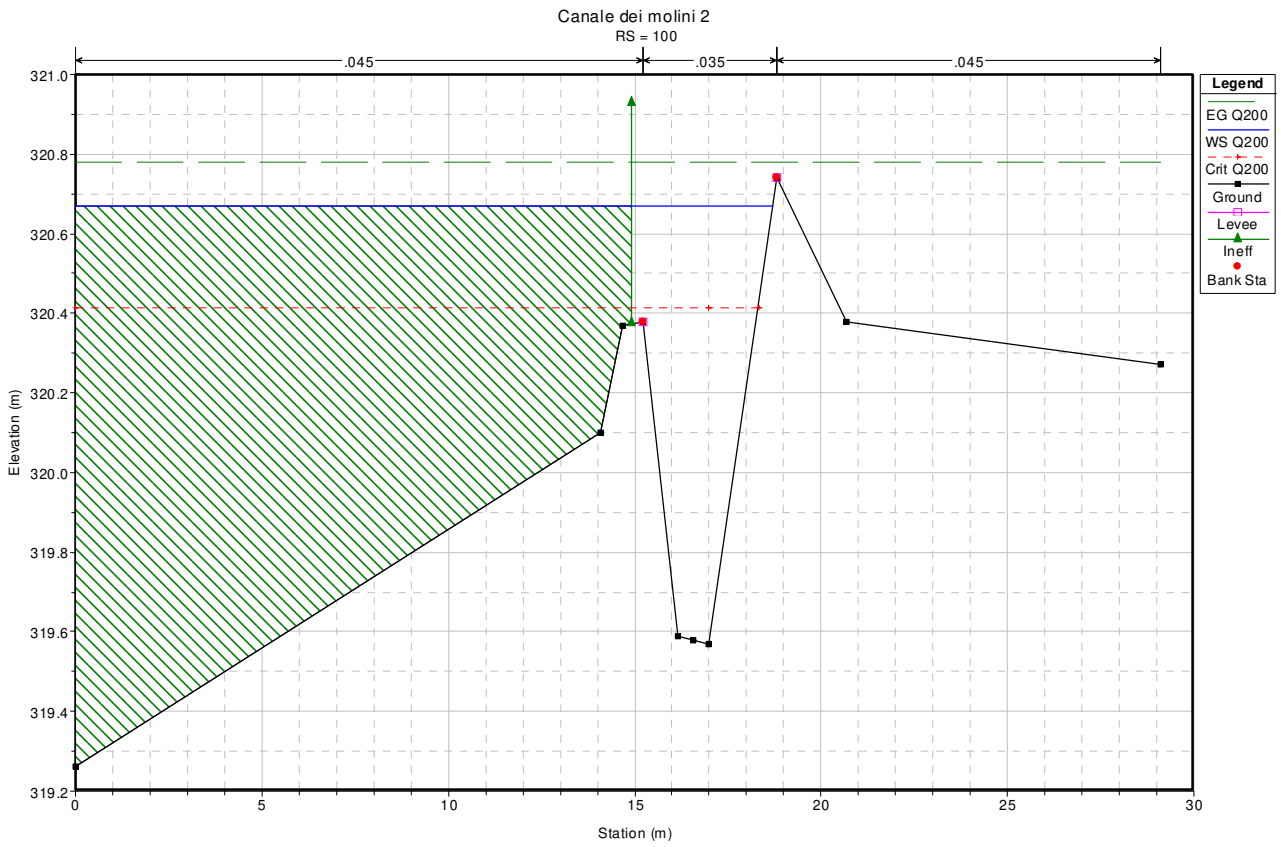
**ALLEGATO F**

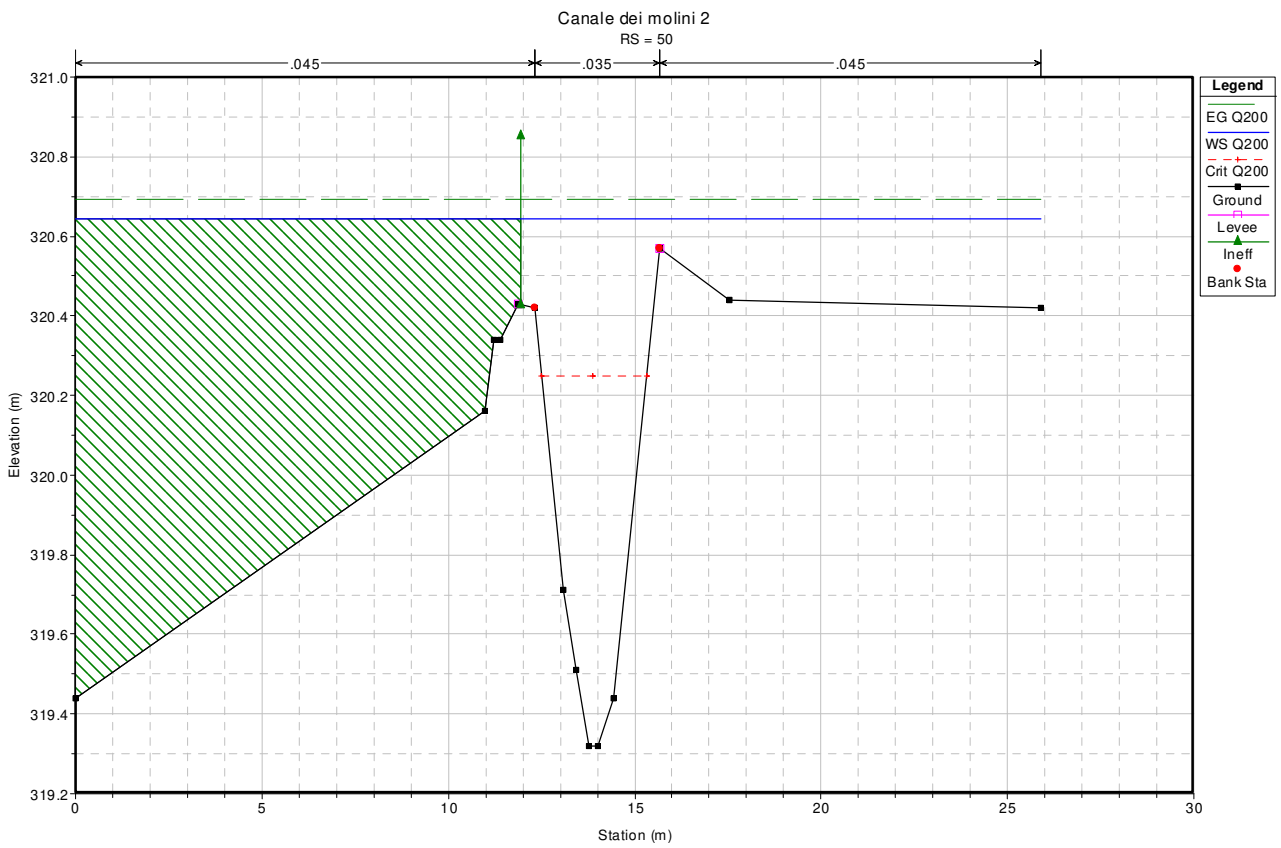
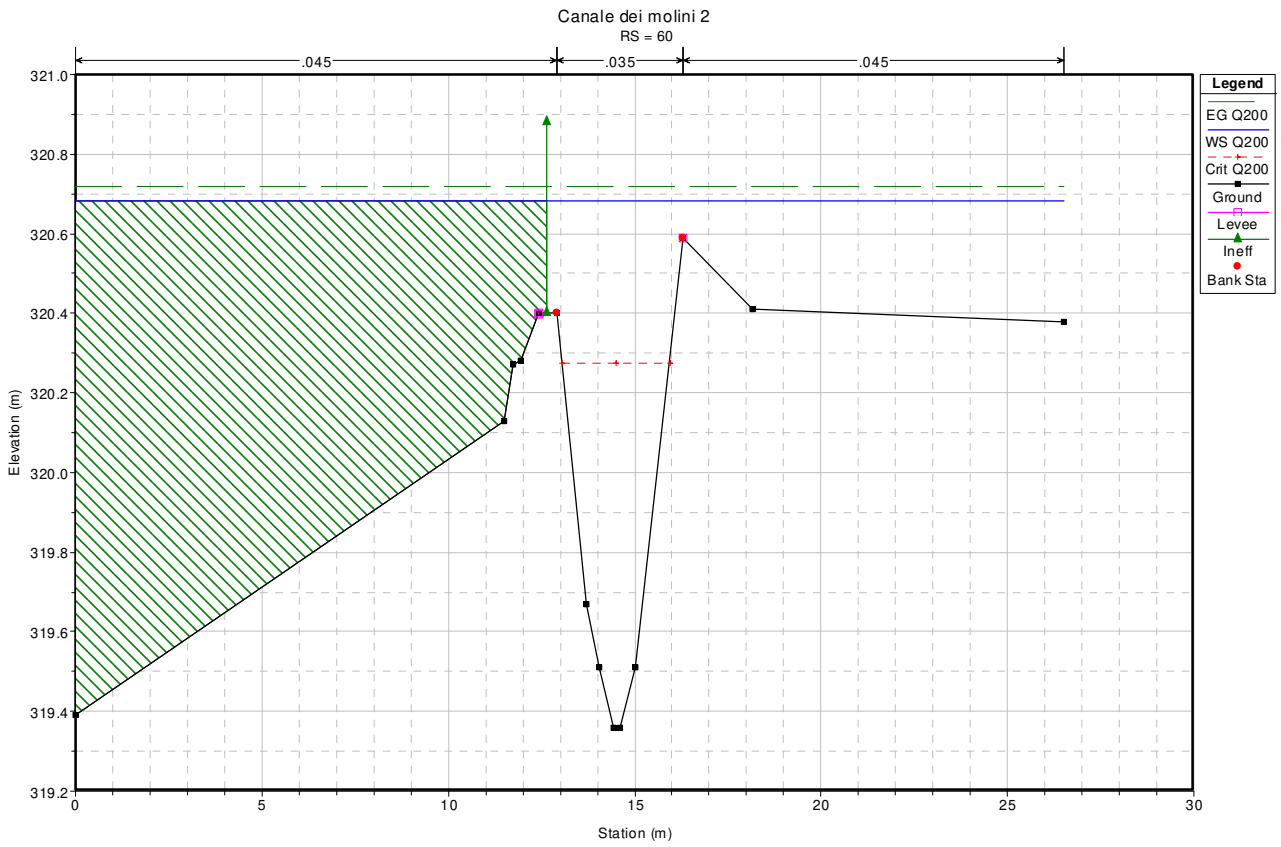
**RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN MOTO PERMANENTE  
CANALE DEI MOLINI II – STATO ATTUALE**



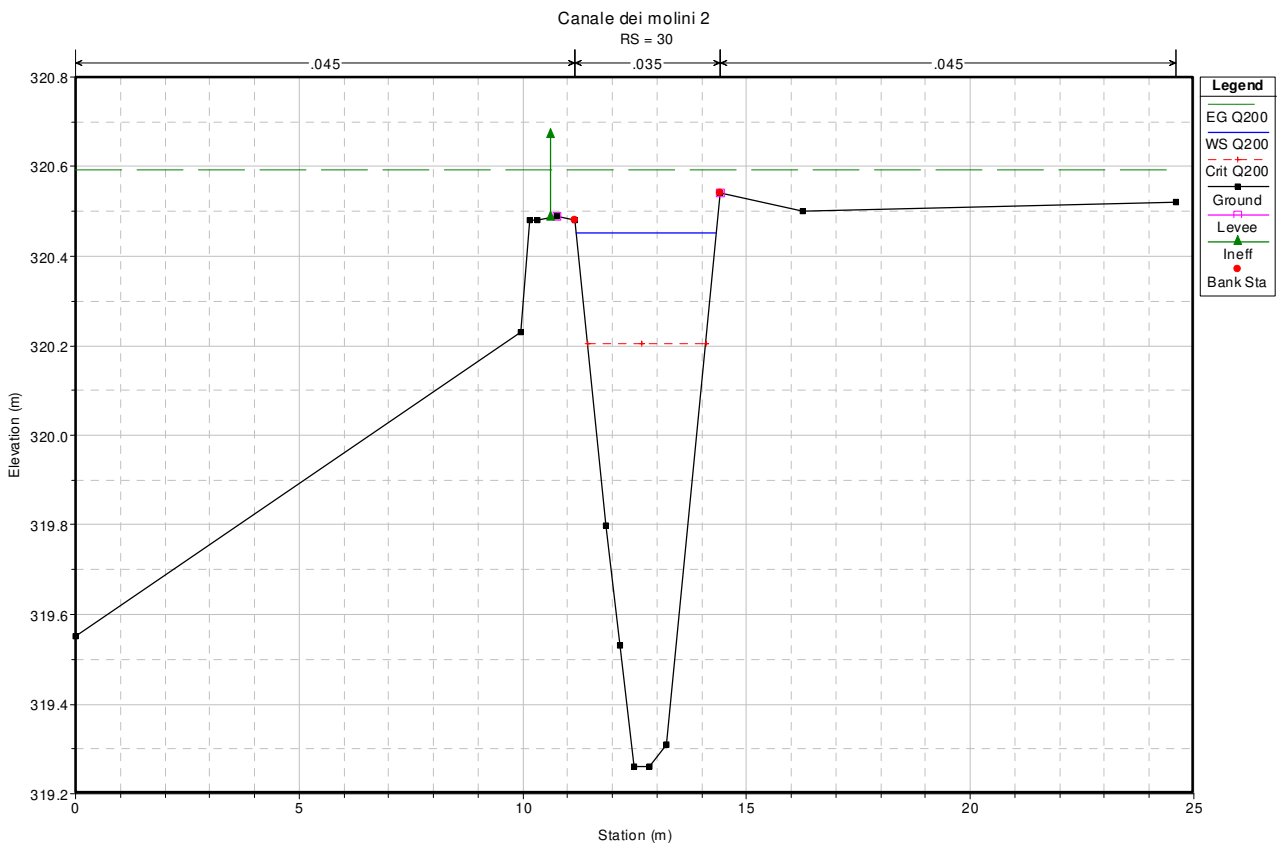
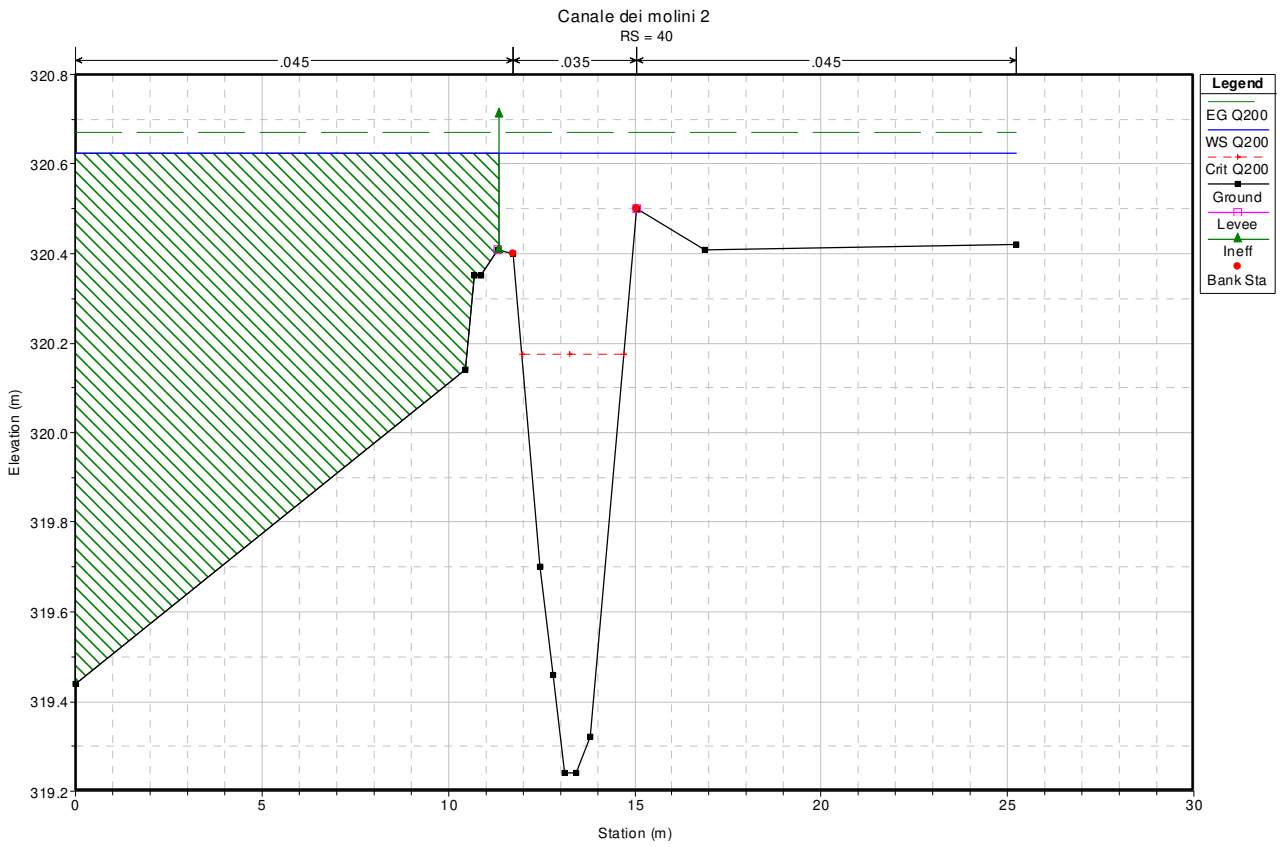


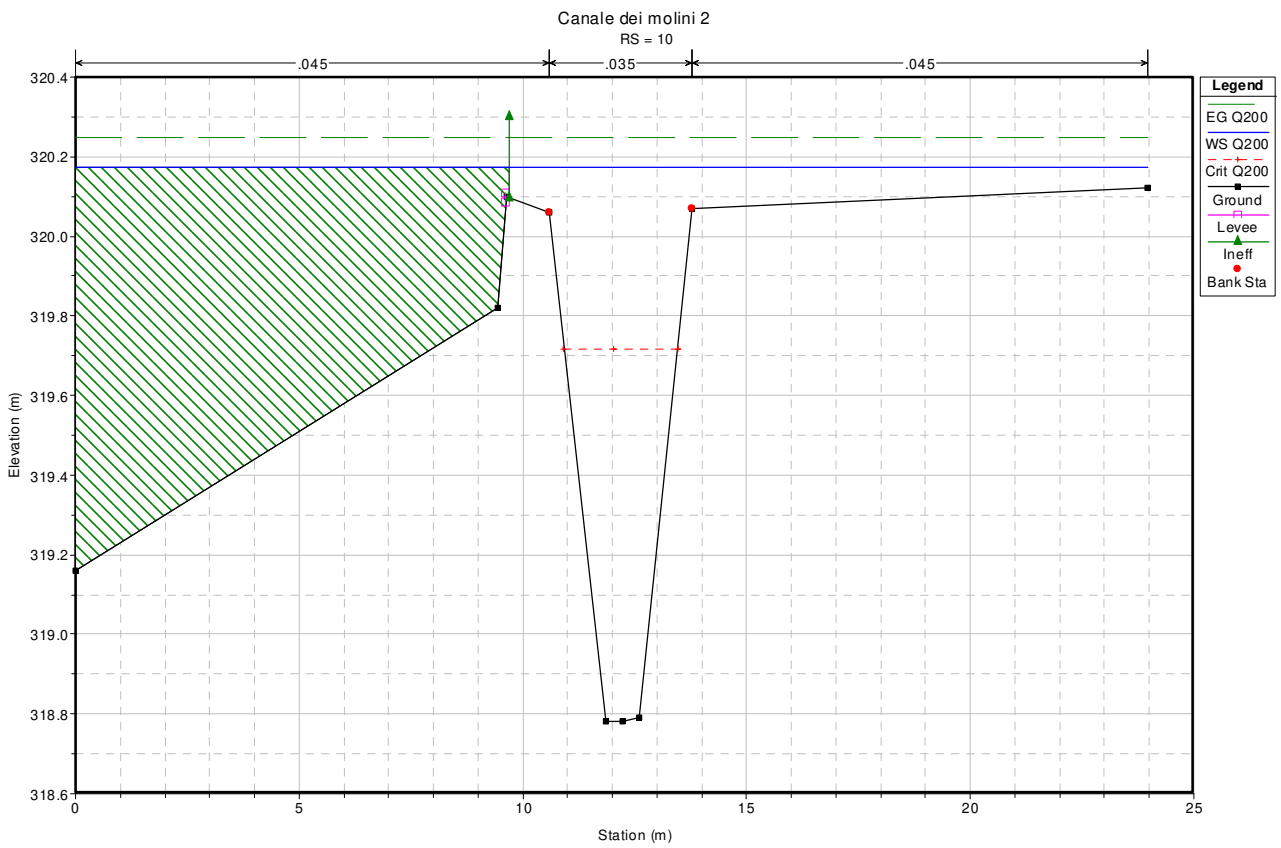
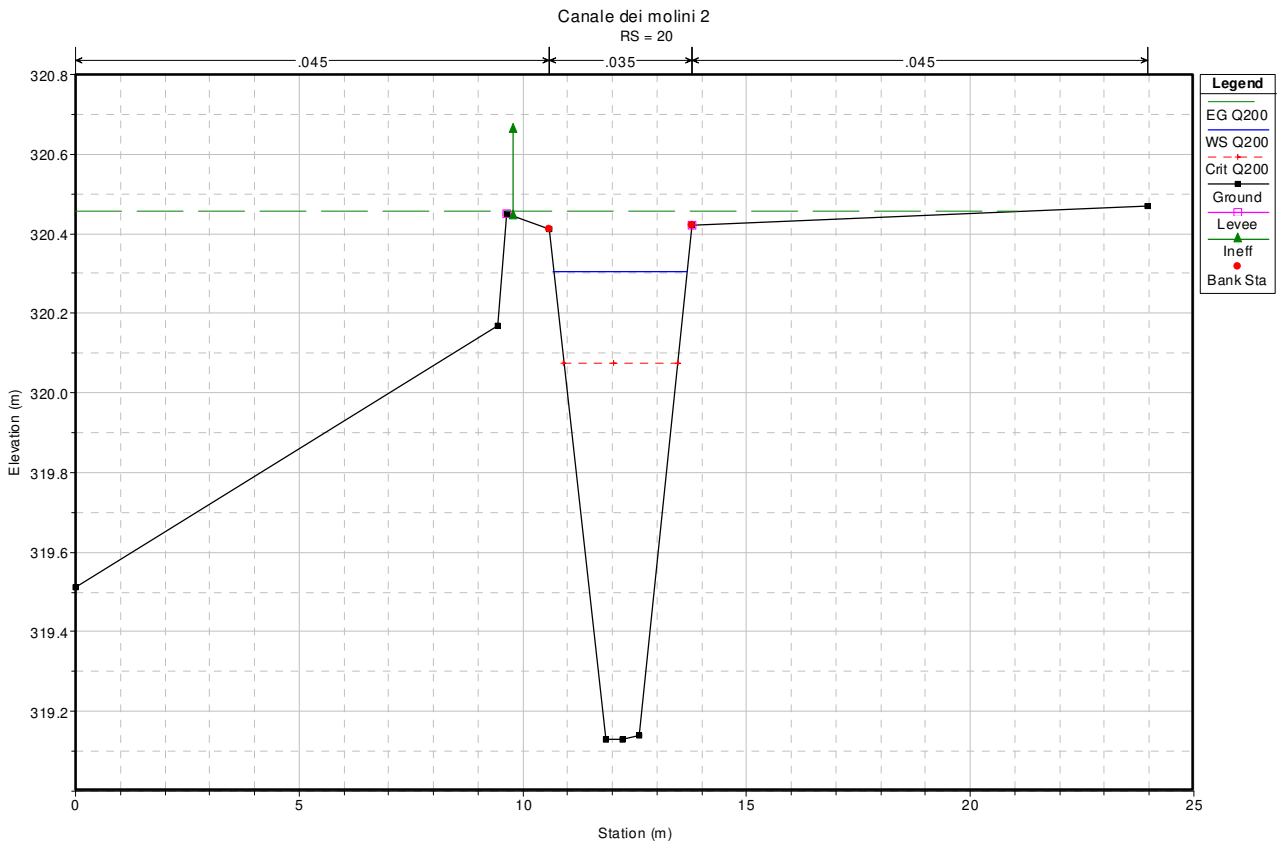


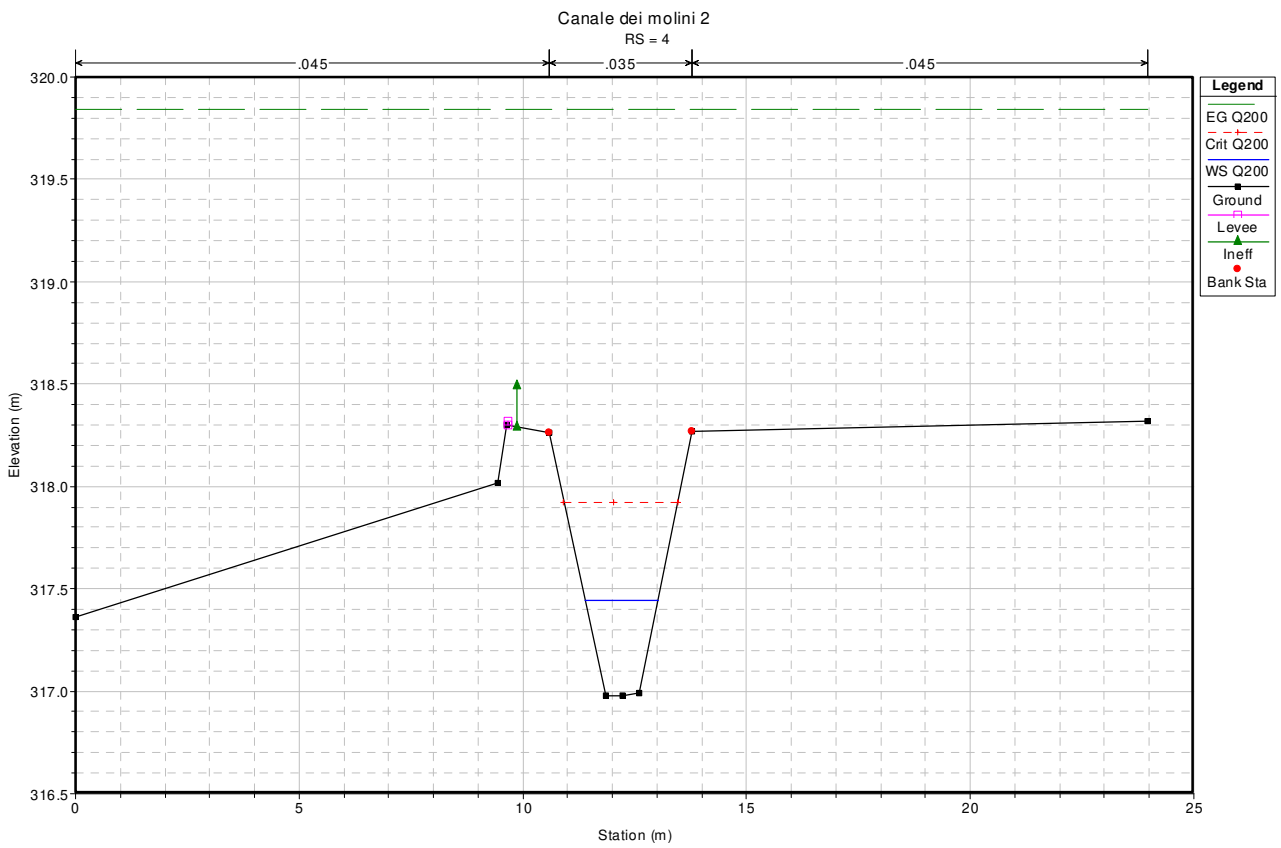
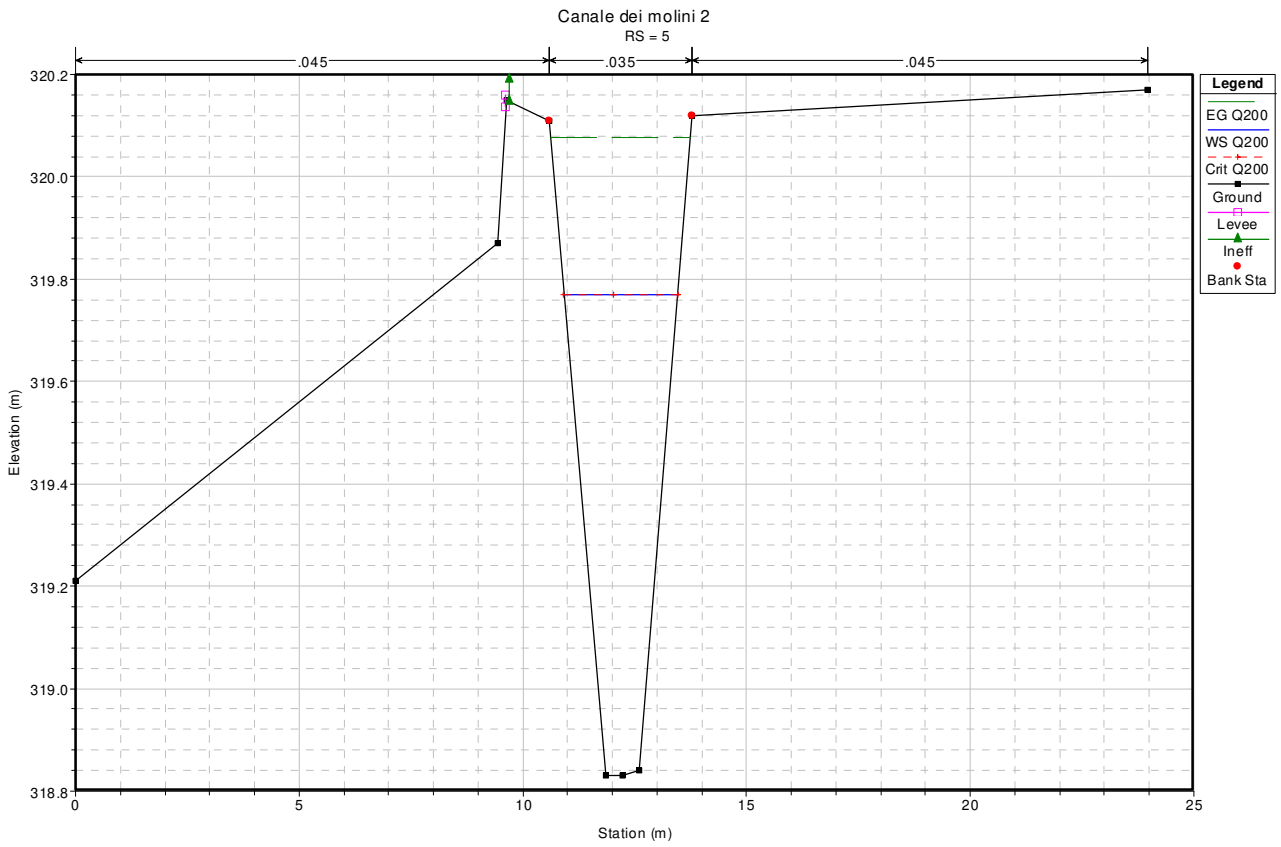


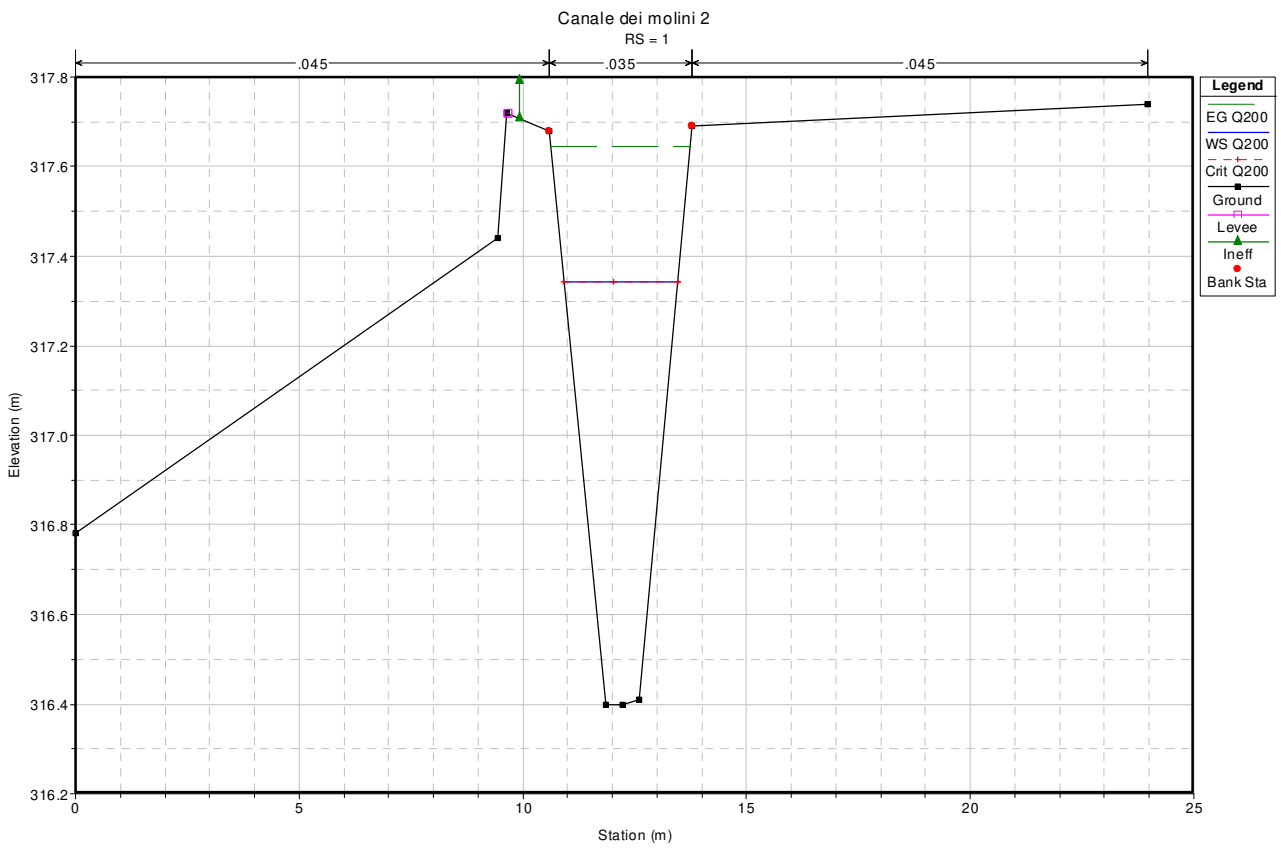
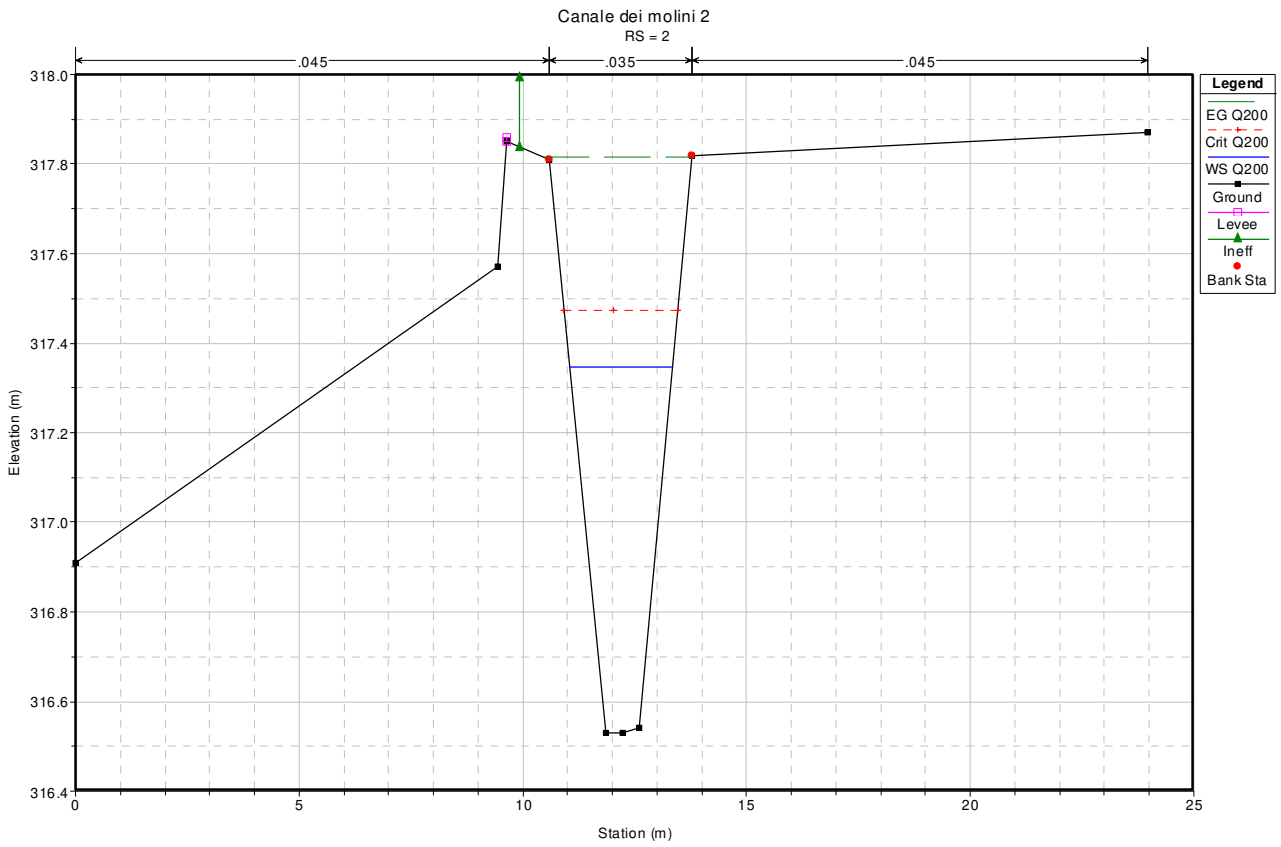










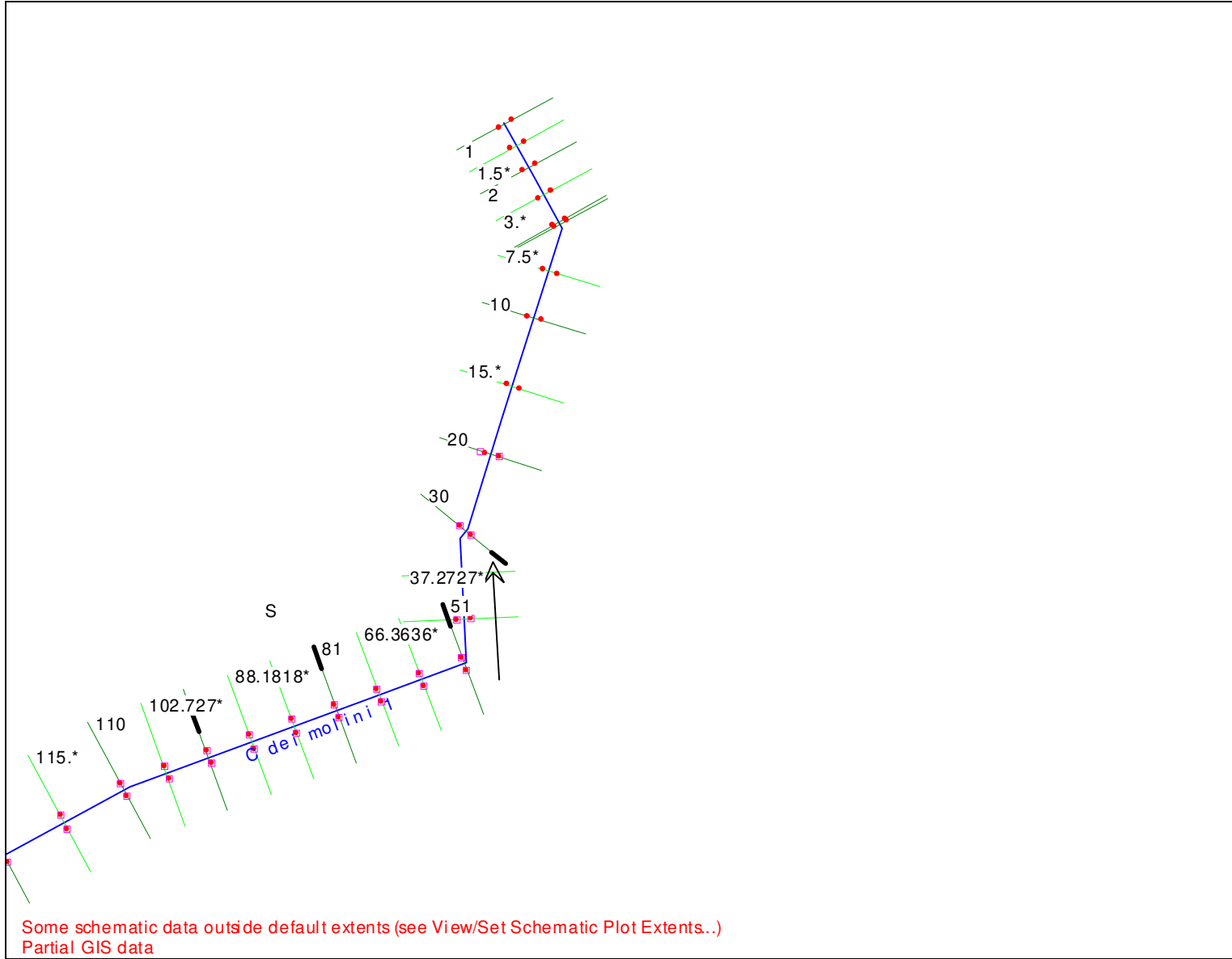


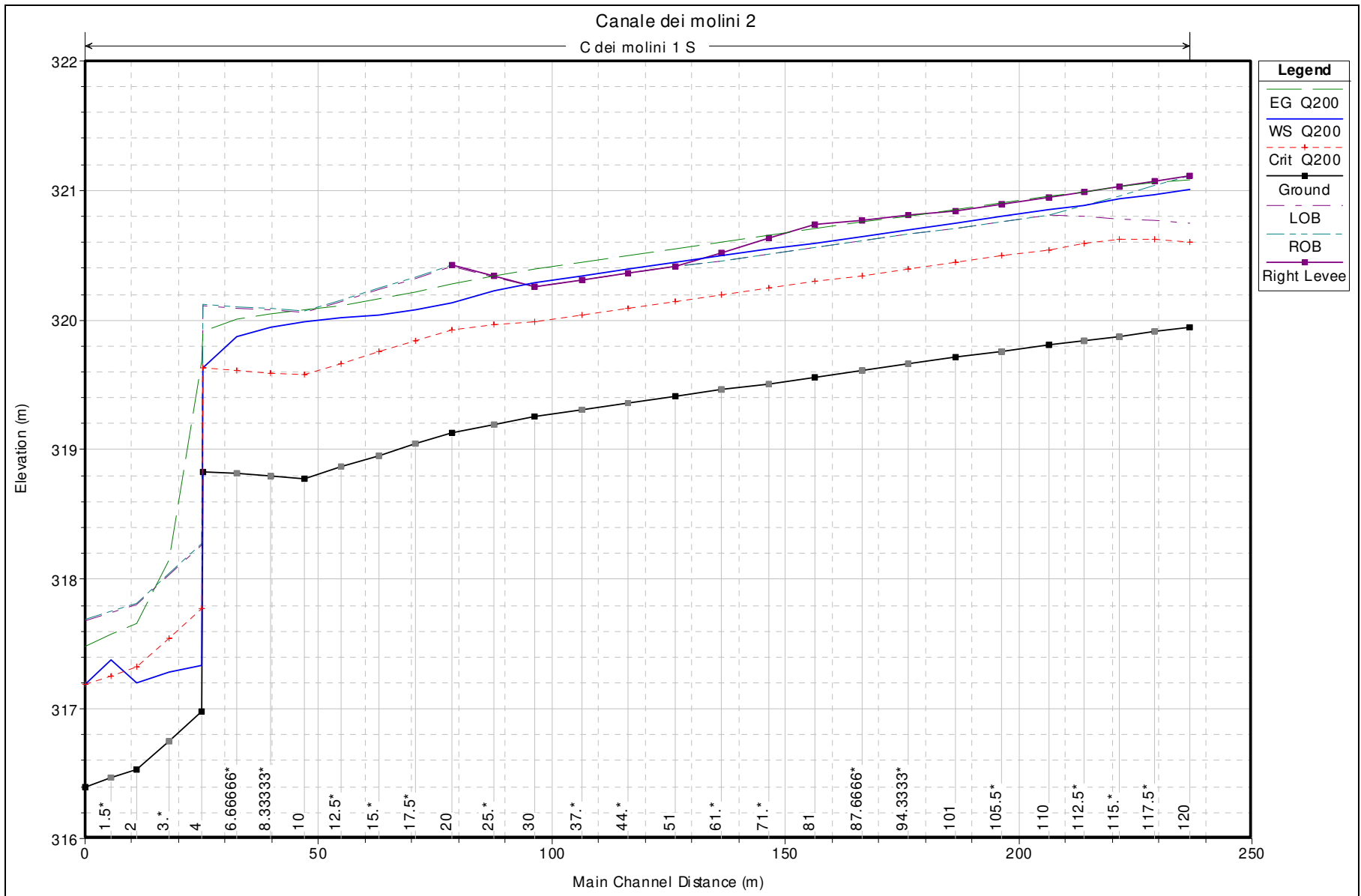
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: C dei molini 1 Reach: S Profile: Q200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
viadotto	120	Q200	3.8	319.94	321.06	320.79	321.17	0.004792	1.44	2.68	18.75	0.54
viadotto	117.5*	Q200	3.8	319.91	321.02	320.75	321.13	0.00493	1.46	2.65	18.75	0.55
viadotto	115.*	Q200	3.8	319.88	320.98	320.72	321.09	0.005142	1.48	2.61	18.73	0.56
viadotto	112.5*	Q200	3.8	319.84	320.94	320.69	321.05	0.005428	1.51	2.55	18.71	0.57
viadotto	110	Q200	3.8	319.81	320.89	320.66	321.01	0.005835	1.55	2.48	18.68	0.59
viadotto	107.5*	Q200	3.8	319.75	320.83	320.59	320.95	0.005751	1.54	2.5	18.69	0.59
viadotto	102.5*	Q200	3.8	319.63	320.72	320.48	320.84	0.005466	1.51	2.56	18.71	0.57
viadotto	100	Q200	3.8	319.57	320.67	320.41	320.78	0.00525	1.49	2.6	18.72	0.56
viadotto	90	Q200	3.8	319.45	320.72	320.32	320.74	0.001008	0.73	7.29	28.45	0.25
viadotto	75.*	Q200	3.8	319.41	320.71	320.3	320.73	0.001276	0.82	6.57	27.48	0.28
viadotto	60	Q200	3.8	319.36	320.68	320.27	320.72	0.001687	0.93	5.77	26.52	0.32
viadotto	55.*	Q200	3.8	319.34	320.67	320.26	320.71	0.001938	0.99	5.41	26.2	0.34
viadotto	50	Q200	3.8	319.32	320.65	320.25	320.69	0.002275	1.06	5	25.88	0.37
viadotto	45.*	Q200	3.8	319.28	320.63	320.21	320.68	0.002141	1.04	5.07	25.56	0.35
viadotto	40	Q200	3.8	319.24	320.63	320.17	320.67	0.002009	1.02	5.15	25.24	0.34
viadotto	35.*	Q200	3.8	319.25	320.57	320.19	320.64	0.003611	1.28	3.79	24.91	0.45
viadotto	30	Q200	3.8	319.26	320.45	320.2	320.59	0.007259	1.66	2.29	3.14	0.62
viadotto	25.*	Q200	3.8	319.2	320.38	320.13	320.53	0.007589	1.69	2.26	3.07	0.63
viadotto	20	Q200	3.8	319.13	320.3	320.07	320.46	0.008109	1.73	2.2	2.99	0.64
viadotto	17.5*	Q200	3.8	319.04	320.25	319.99	320.39	0.007103	1.64	2.31	3.06	0.6
viadotto	15.*	Q200	3.8	318.95	320.21	319.89	320.34	0.006025	1.55	2.46	3.15	0.56
viadotto	12.5*	Q200	3.8	318.87	320.18	319.81	320.29	0.004852	1.44	2.72	9.12	0.51
viadotto	10	Q200	3.8	318.78	320.17	319.72	320.25	0.003228	1.25	3.76	23.95	0.42
viadotto	8.333333*	Q200	3.8	318.8	320.11	319.74	320.22	0.004879	1.44	2.71	8.84	0.51
viadotto	5	Q200	3.8	318.83	319.77	319.77	320.08	0.02048	2.45	1.55	2.55	1
viadotto	4	Q200	3.8	316.98	317.44	317.92	319.84	0.326416	6.86	0.55	1.64	3.77
viadotto	3.*	Q200	3.8	316.75	317.4	317.7	318.33	0.09	4.26	0.89	1.99	2.03
viadotto	2	Q200	3.8	316.53	317.35	317.47	317.82	0.036408	3.04	1.25	2.31	1.32
viadotto	1.5*	Q200	3.8	316.47	317.53	317.41	317.74	0.012017	2	1.9	2.79	0.78
viadotto	1	Q200	3.8	316.4	317.34	317.34	317.65	0.020196	2.44	1.56	2.55	0.99

**ALLEGATO G**

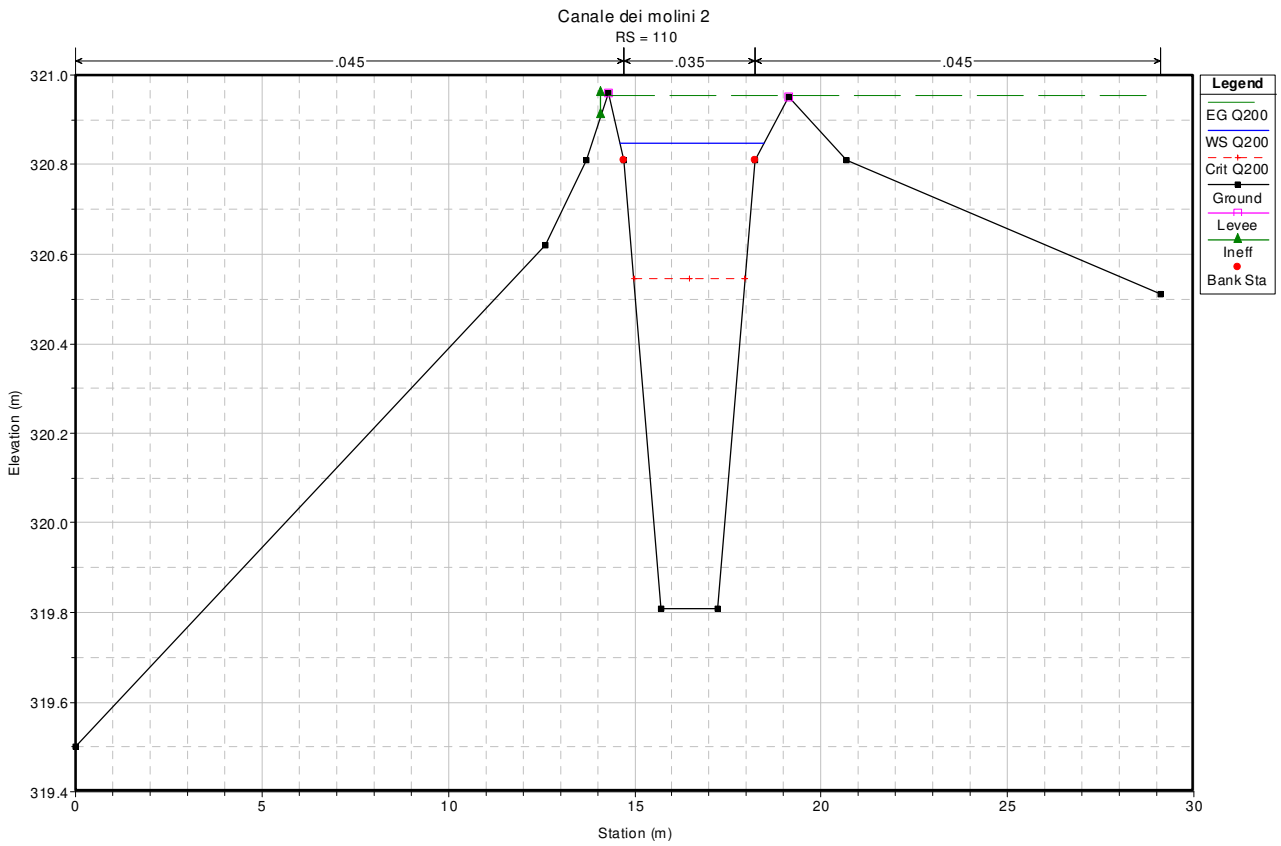
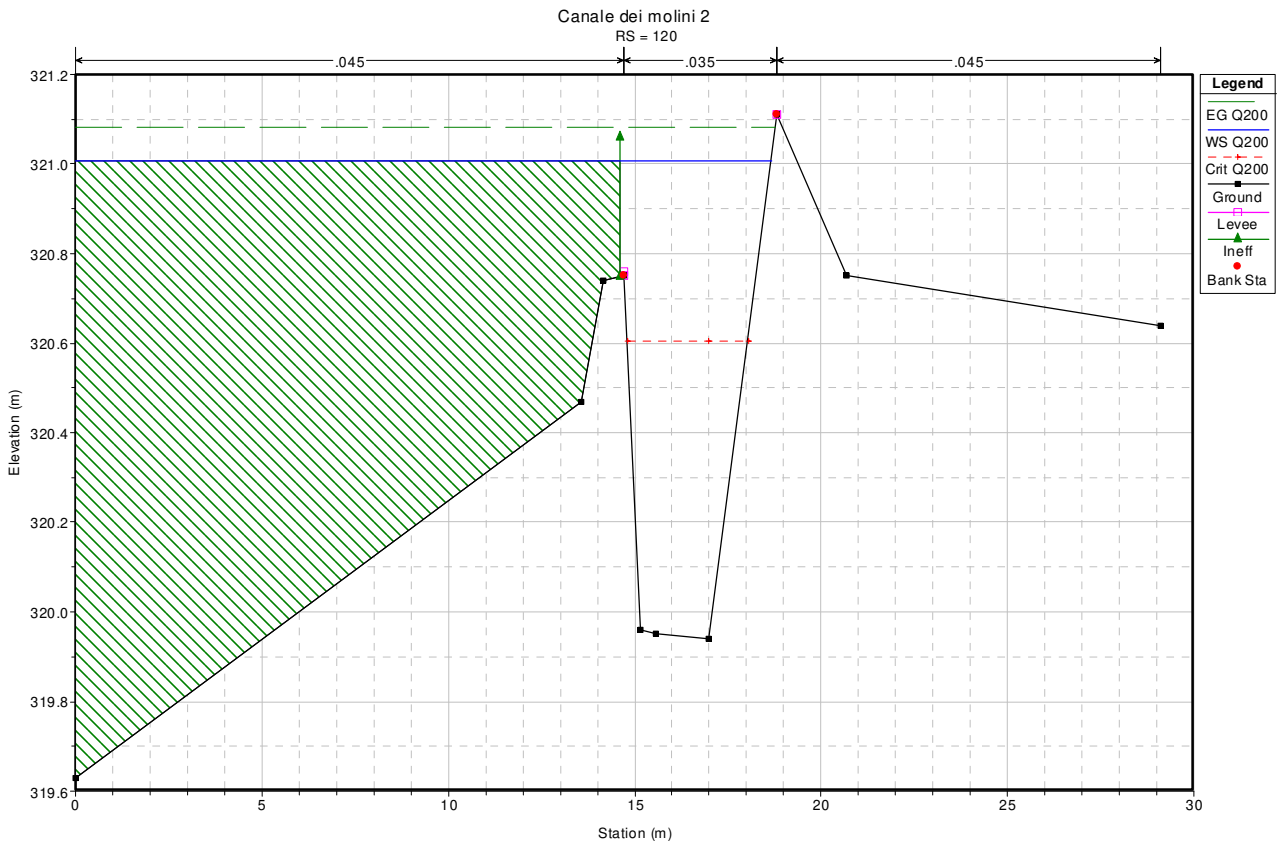
**RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN MOTO PERMANENTE**

**CANALE DEI MOLINI II – STATO DI PROGETTO**

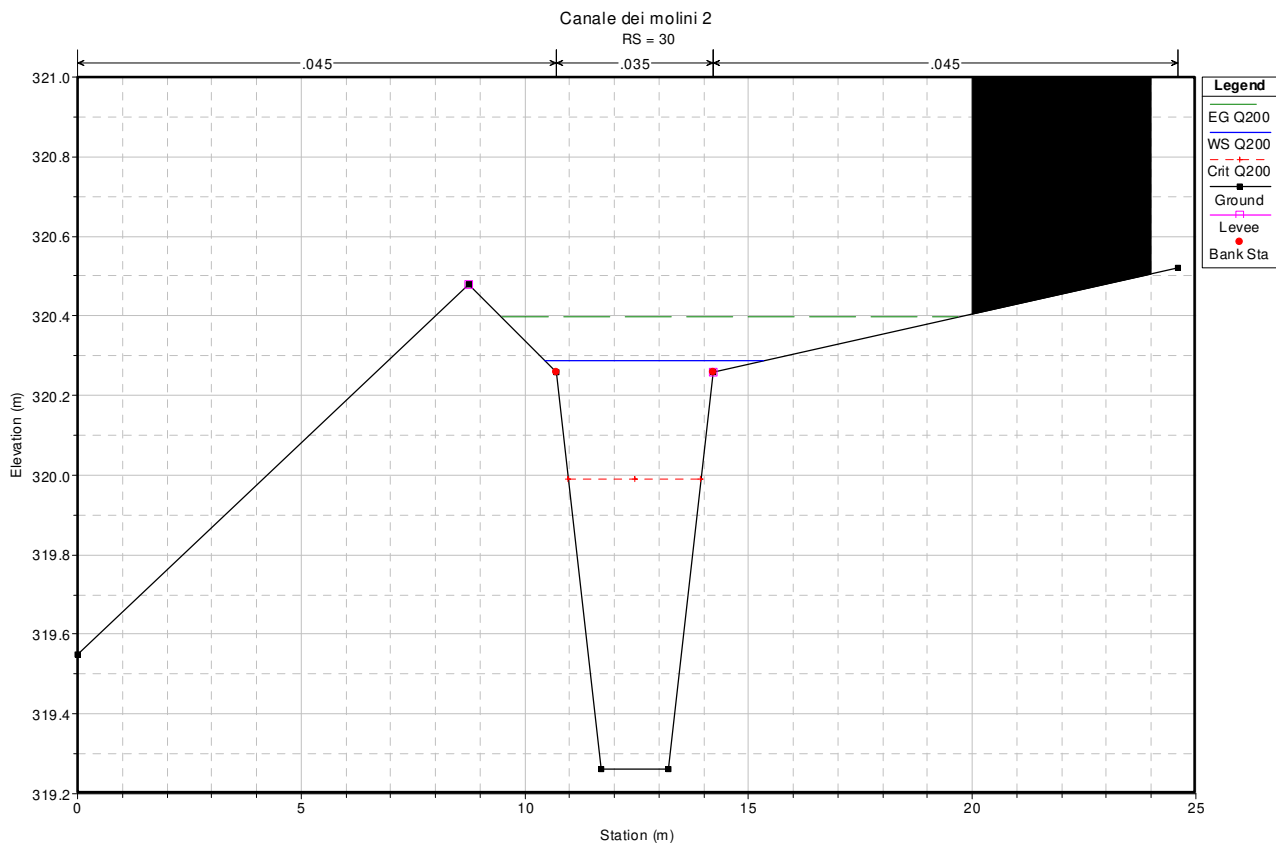
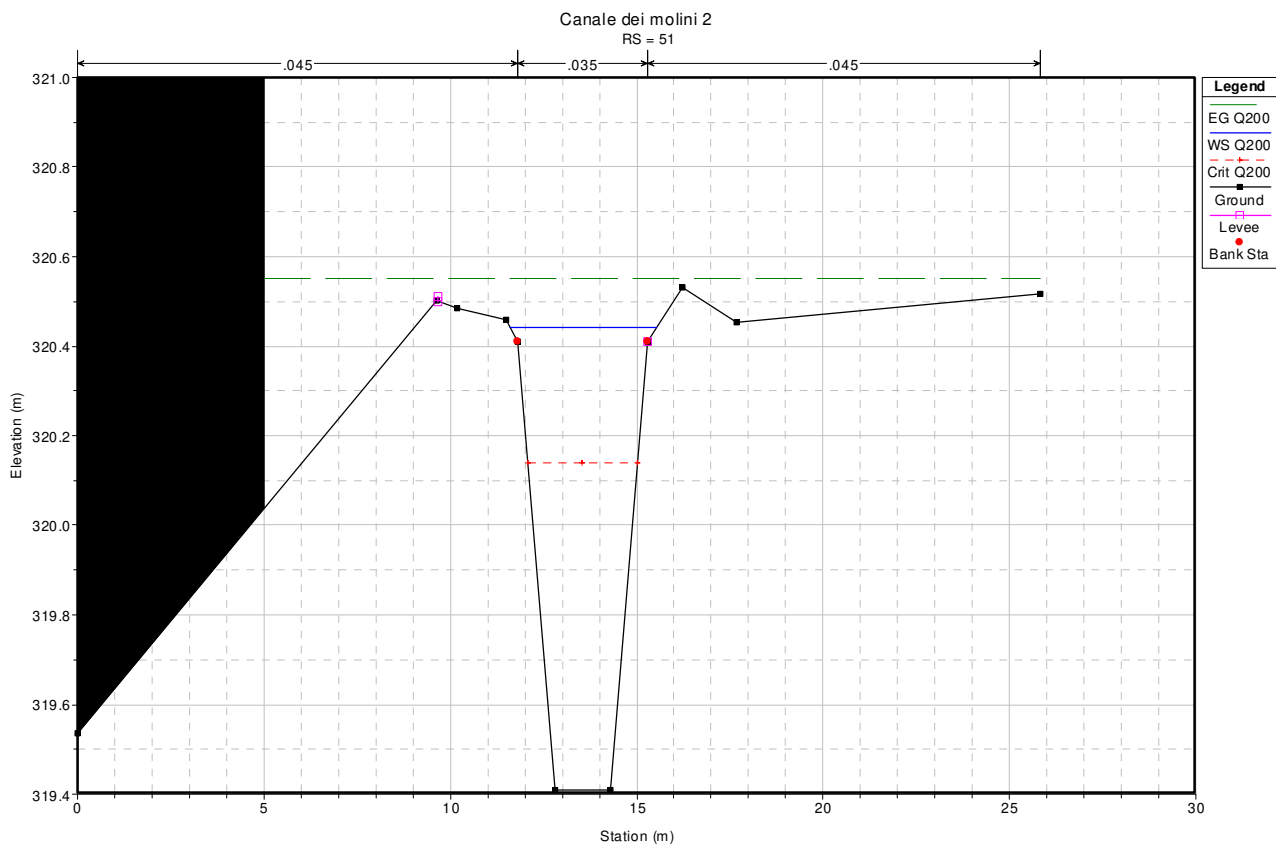


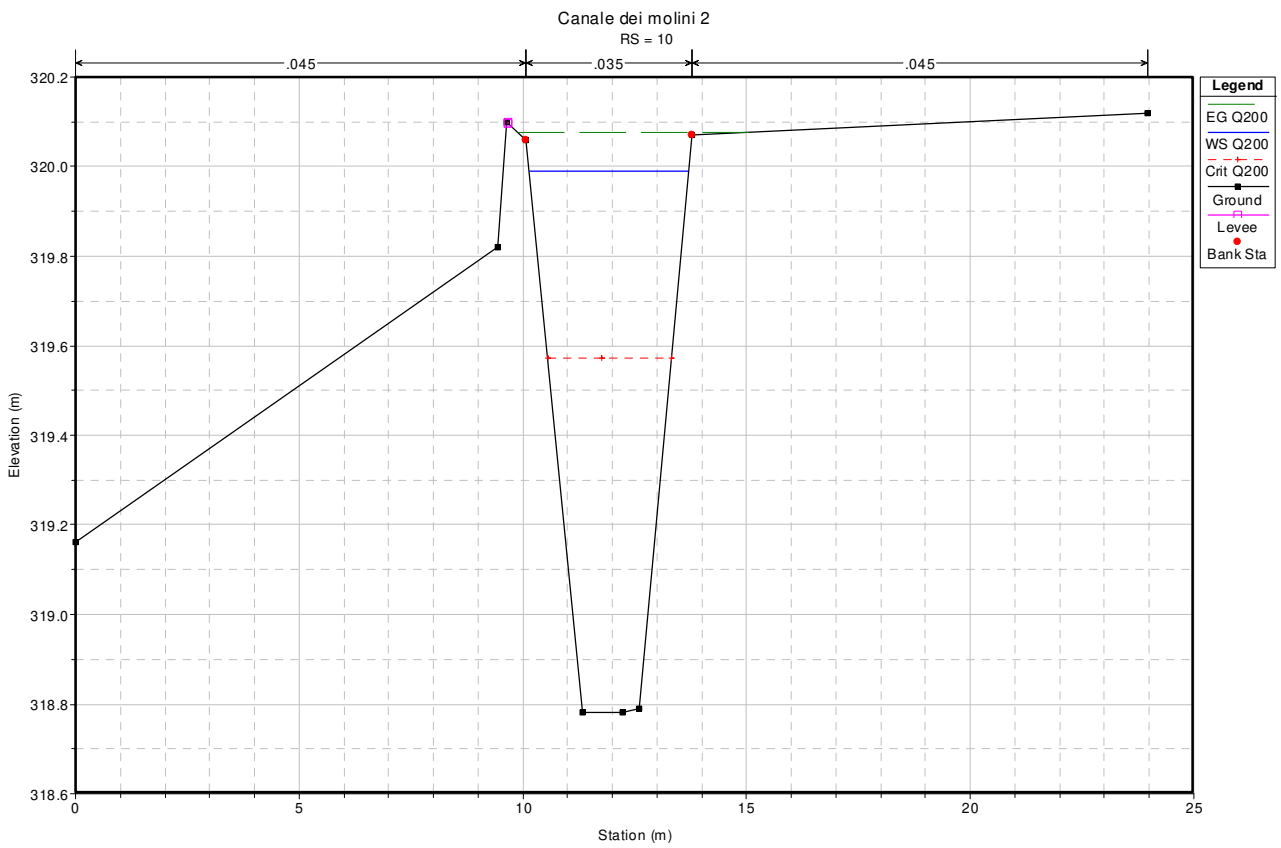
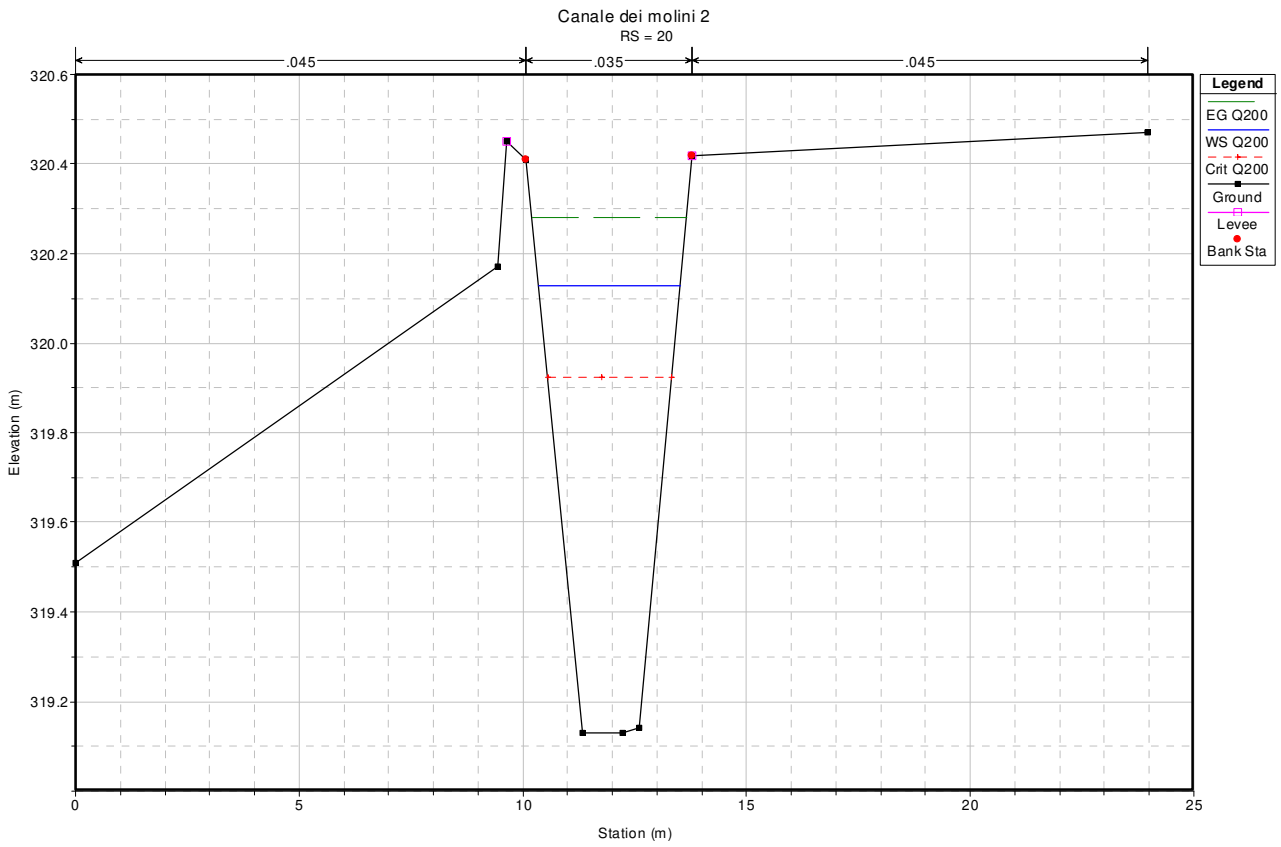


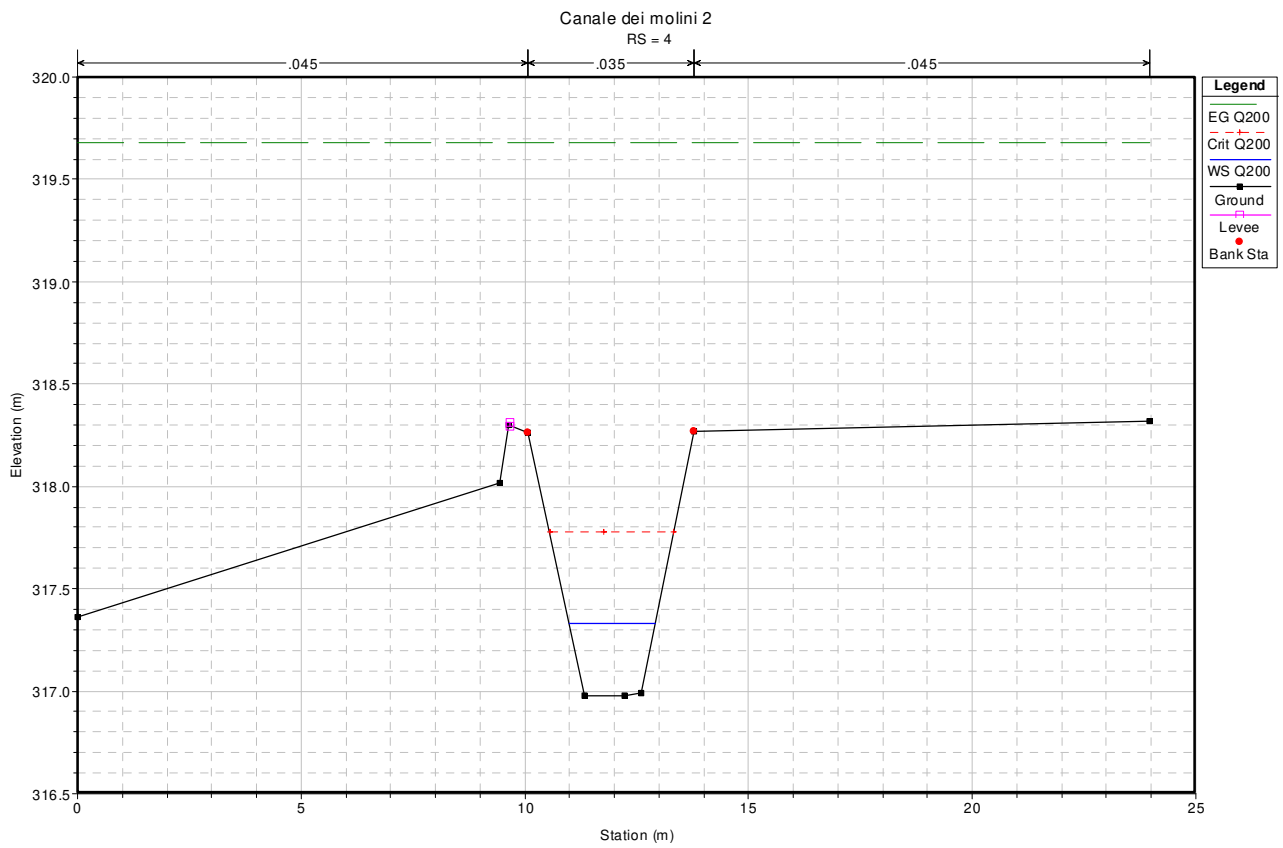
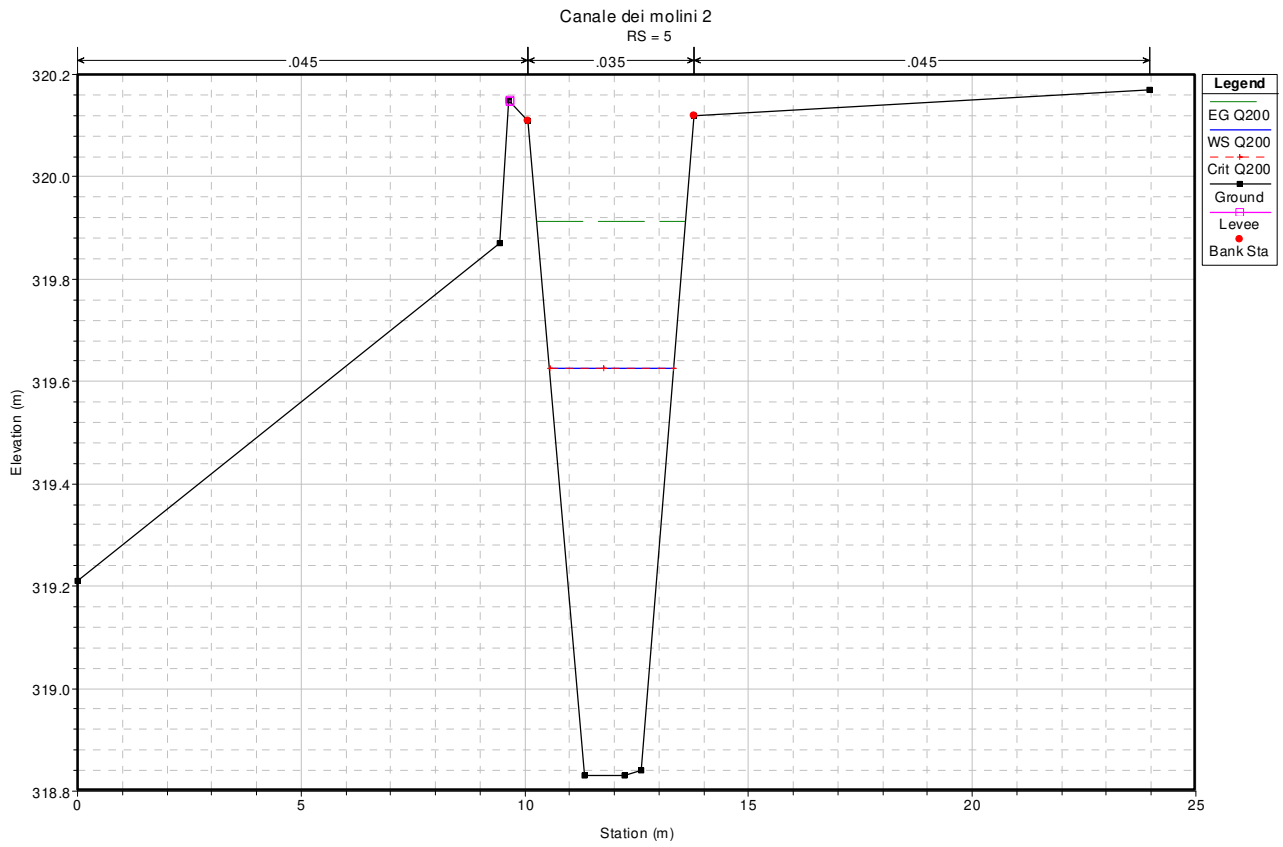


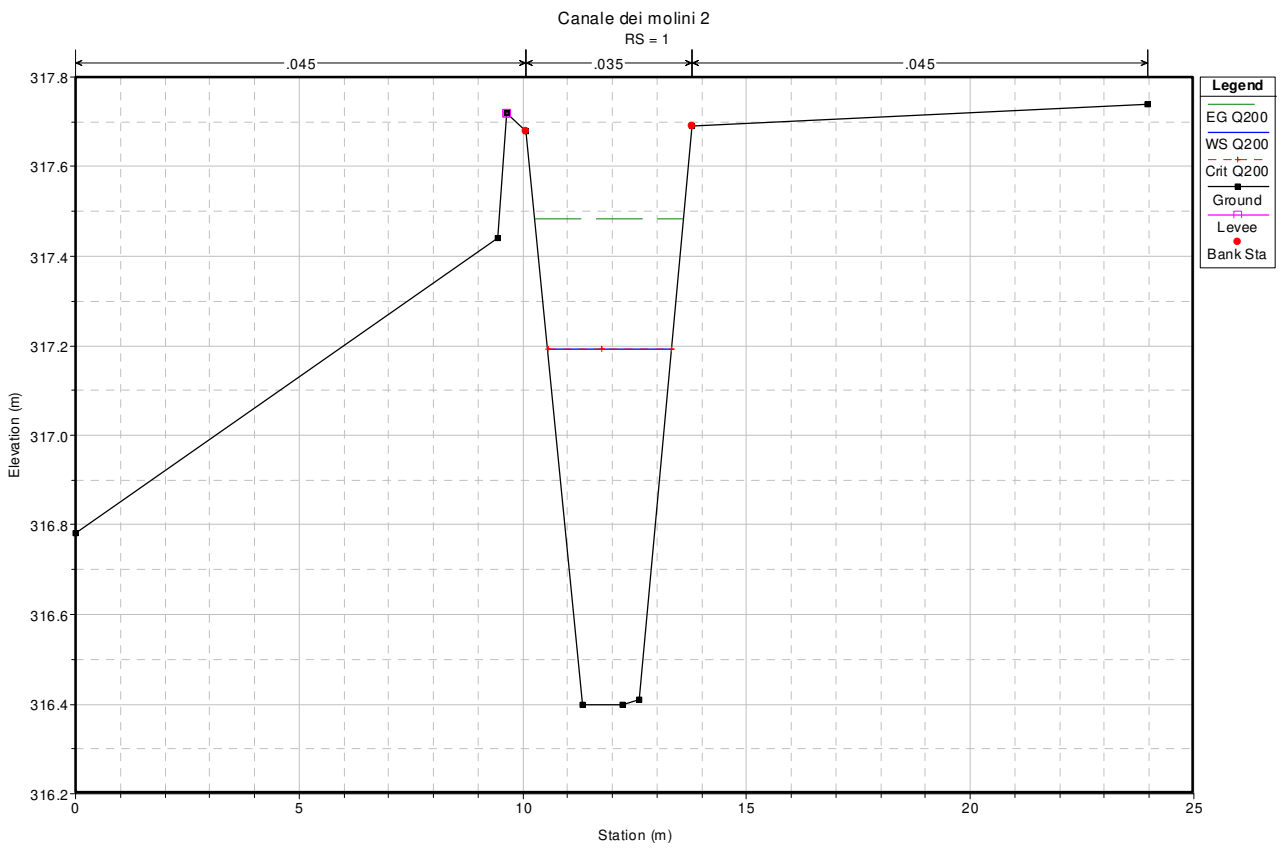
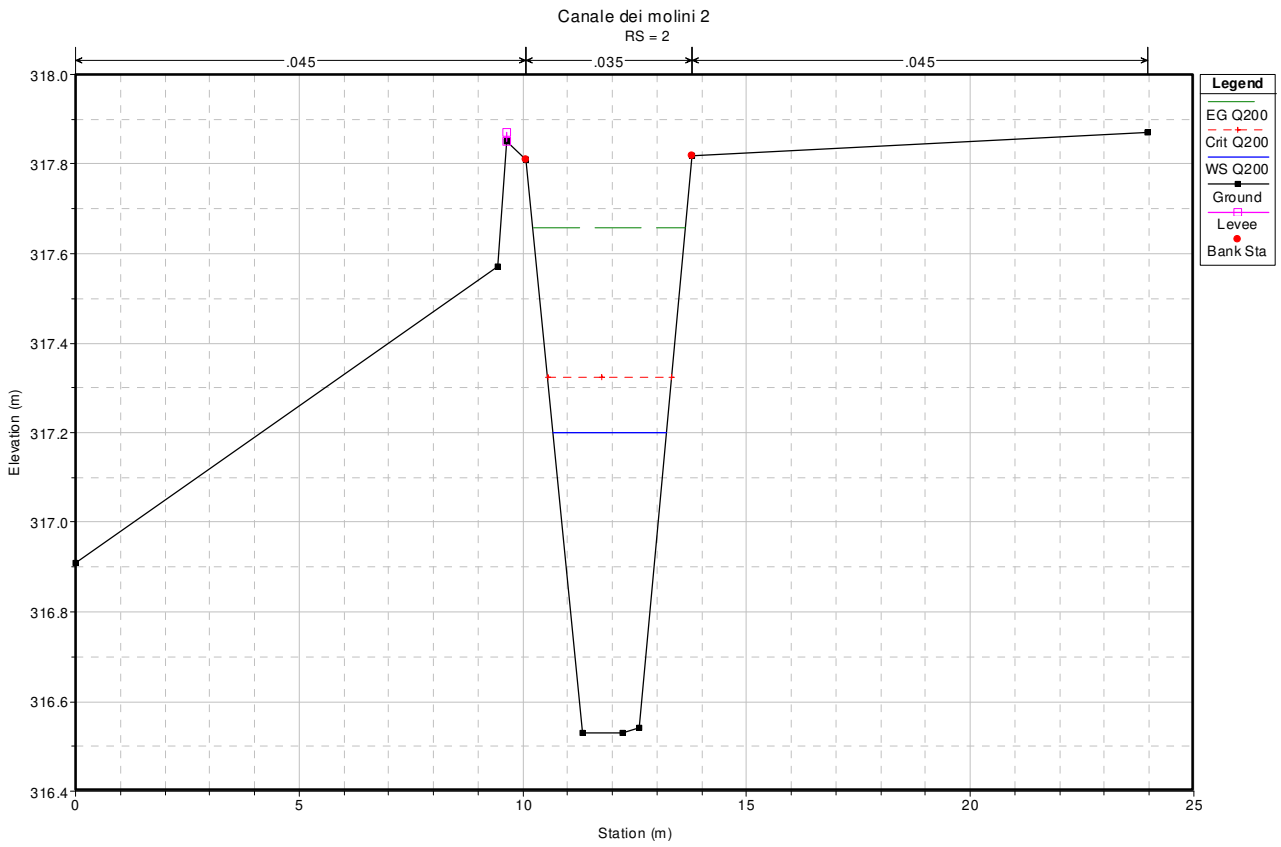












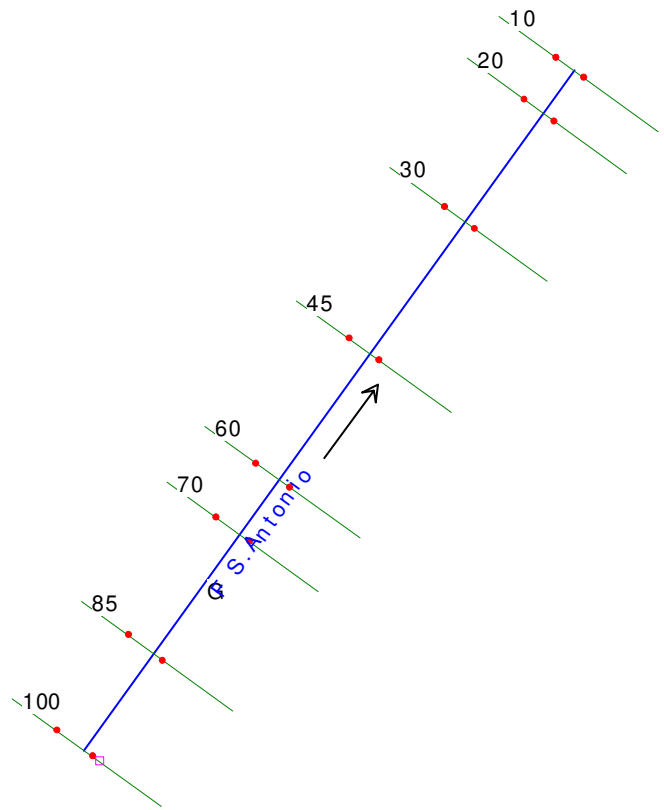
HEC-RAS Plan: progetto1 River: C dei molini 1 Reach: S Profile: Q200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
S	120	Q200	3.8	319.94	321.01	320.6	321.08	0.003097	1.21	3.17	18.67	0.43
S	117.5*	Q200	3.8	319.91	320.97	320.63	321.06	0.003709	1.29	2.98	18.59	0.47
S	115.*	Q200	3.8	319.88	320.93	320.62	321.03	0.004316	1.37	2.81	18.49	0.51
S	112.5*	Q200	3.8	319.84	320.89	320.59	320.99	0.004815	1.42	2.68	4.01	0.53
S	110	Q200	3.8	319.81	320.85	320.54	320.95	0.004955	1.44	2.64	3.85	0.53
S	105.5*	Q200	3.8	319.76	320.8	320.5	320.9	0.004994	1.45	2.63	3.93	0.53
S	101	Q200	3.8	319.71	320.75	320.45	320.85	0.005033	1.45	2.63	4.11	0.54
S	94.3333*	Q200	3.8	319.66	320.7	320.4	320.8	0.005033	1.45	2.63	3.95	0.54
S	87.6666*	Q200	3.8	319.61	320.65	320.35	320.75	0.005046	1.45	2.62	3.86	0.54
S	81	Q200	3.8	319.56	320.6	320.29	320.7	0.005045	1.45	2.62	3.81	0.54
S	71.*	Q200	3.8	319.51	320.54	320.25	320.65	0.005053	1.45	2.62	3.84	0.54
S	61.*	Q200	3.8	319.46	320.49	320.19	320.6	0.005062	1.45	2.62	3.88	0.54
S	51	Q200	3.8	319.41	320.44	320.14	320.55	0.005077	1.45	2.62	3.97	0.54
S	44.*	Q200	3.8	319.36	320.39	320.09	320.5	0.005091	1.46	2.62	4.06	0.54
S	37.*	Q200	3.8	319.31	320.34	320.04	320.45	0.005123	1.46	2.62	4.25	0.54
S	30	Q200	3.8	319.26	320.29	319.99	320.4	0.005165	1.46	2.62	4.88	0.54
S	25.*	Q200	3.8	319.2	320.22	319.96	320.35	0.006237	1.56	2.43	3.37	0.59
S	20	Q200	3.8	319.13	320.13	319.92	320.28	0.008073	1.72	2.21	3.16	0.66
S	17.5*	Q200	3.8	319.04	320.08	319.84	320.22	0.006971	1.63	2.33	3.23	0.61
S	15.*	Q200	3.8	318.95	320.04	319.75	320.16	0.00581	1.52	2.49	3.33	0.56
S	12.5*	Q200	3.8	318.87	320.01	319.66	320.11	0.004745	1.41	2.69	3.44	0.51
S	10	Q200	3.8	318.78	319.99	319.57	320.08	0.003825	1.3	2.91	3.56	0.46
S	8.333333*	Q200	3.8	318.8	319.94	319.59	320.04	0.004734	1.41	2.69	3.44	0.51
S	6.66666*	Q200	3.8	318.81	319.88	319.61	320	0.006364	1.58	2.41	3.28	0.59
S	5	Q200	3.8	318.83	319.63	319.63	319.91	0.019084	2.37	1.6	2.77	0.99
S	4	Q200	3.8	316.98	317.33	317.78	319.68	0.356312	6.79	0.56	1.93	4.02
S	3.*	Q200	3.8	316.75	317.28	317.55	318.15	0.088321	4.14	0.92	2.25	2.07
S	2	Q200	3.8	316.53	317.2	317.32	317.66	0.036102	2.99	1.27	2.53	1.35
S	1.5*	Q200	3.8	316.47	317.37	317.26	317.57	0.011622	1.97	1.93	2.99	0.78
S	1	Q200	3.8	316.4	317.19	317.19	317.48	0.019351	2.38	1.6	2.77	1

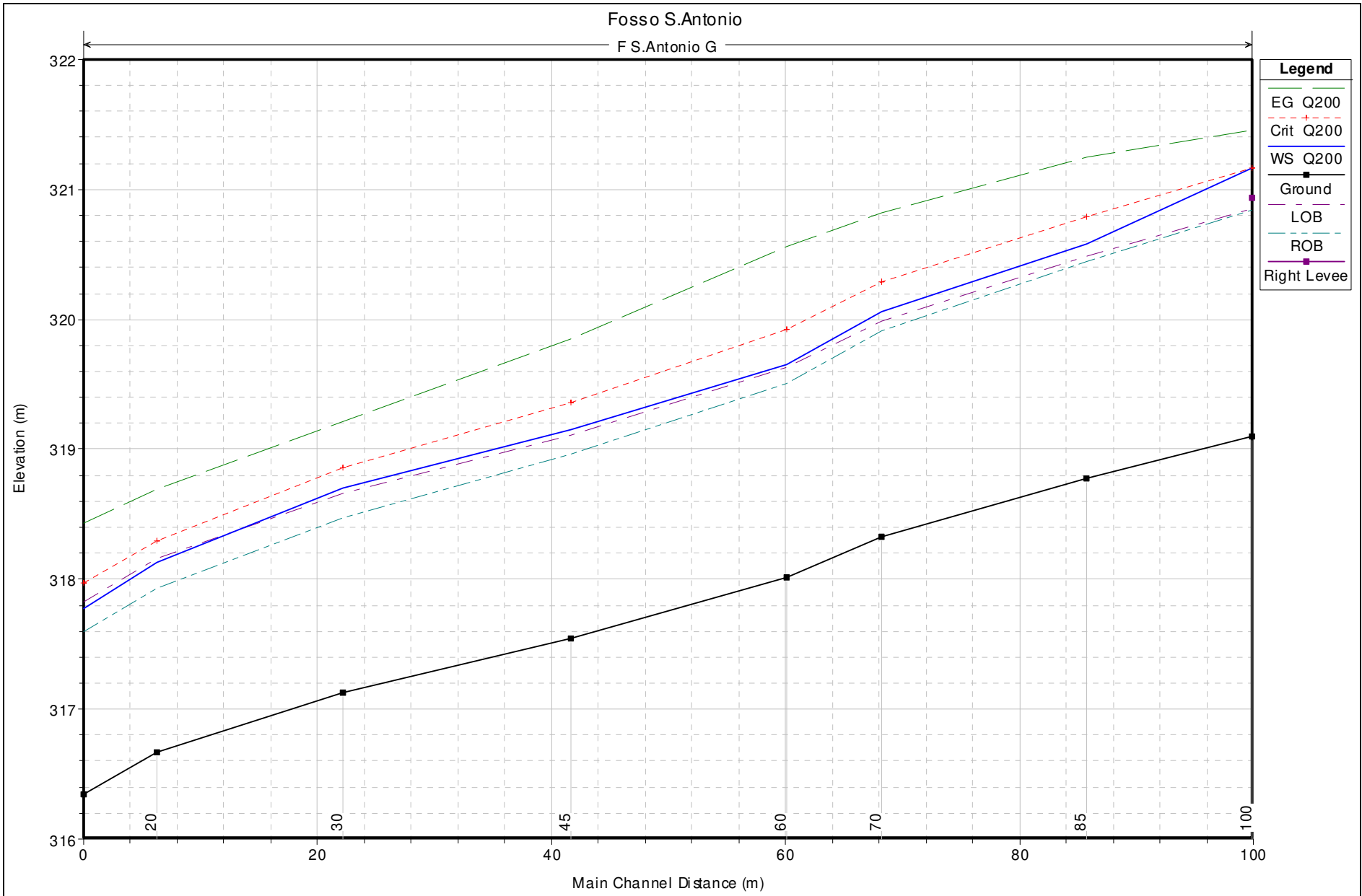
**ALLEGATO H**

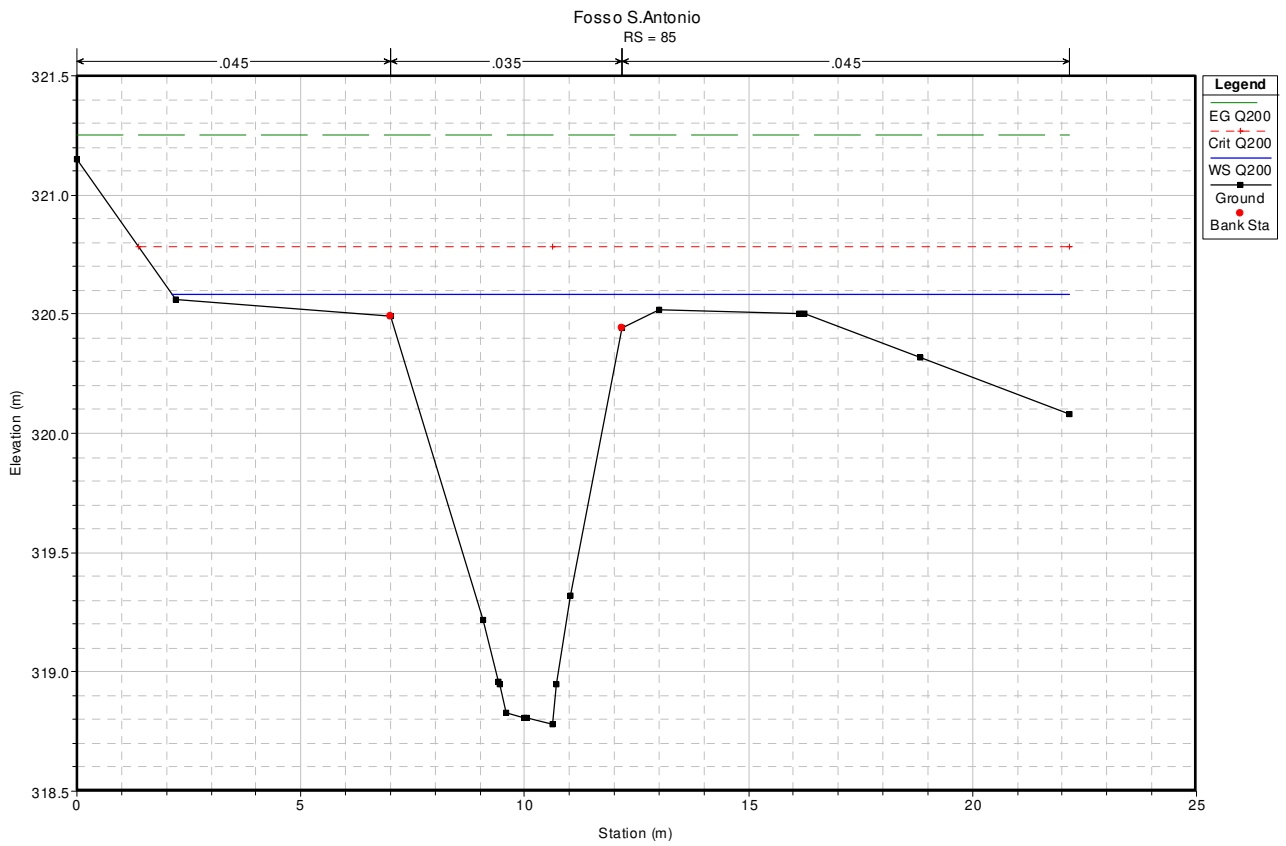
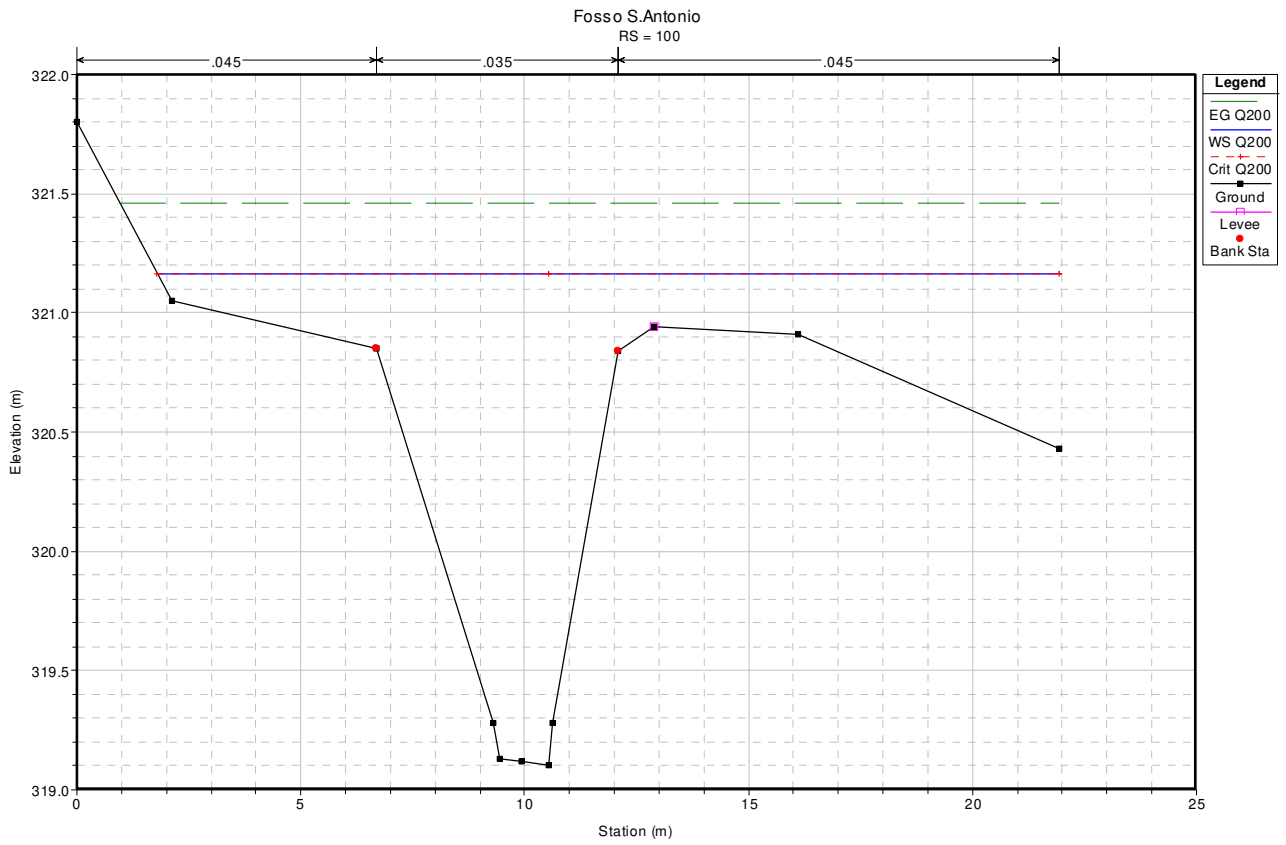
**RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN MOTO PERMANENTE**

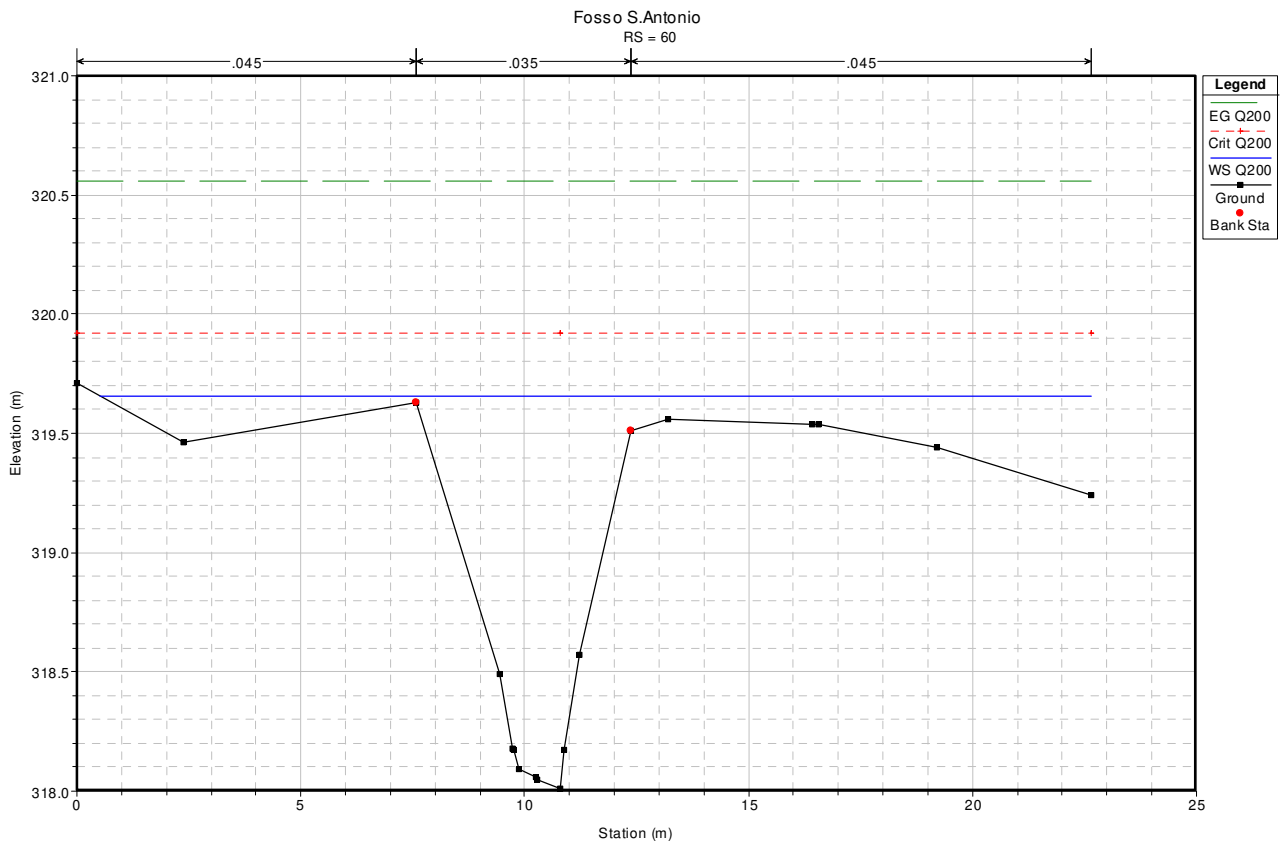
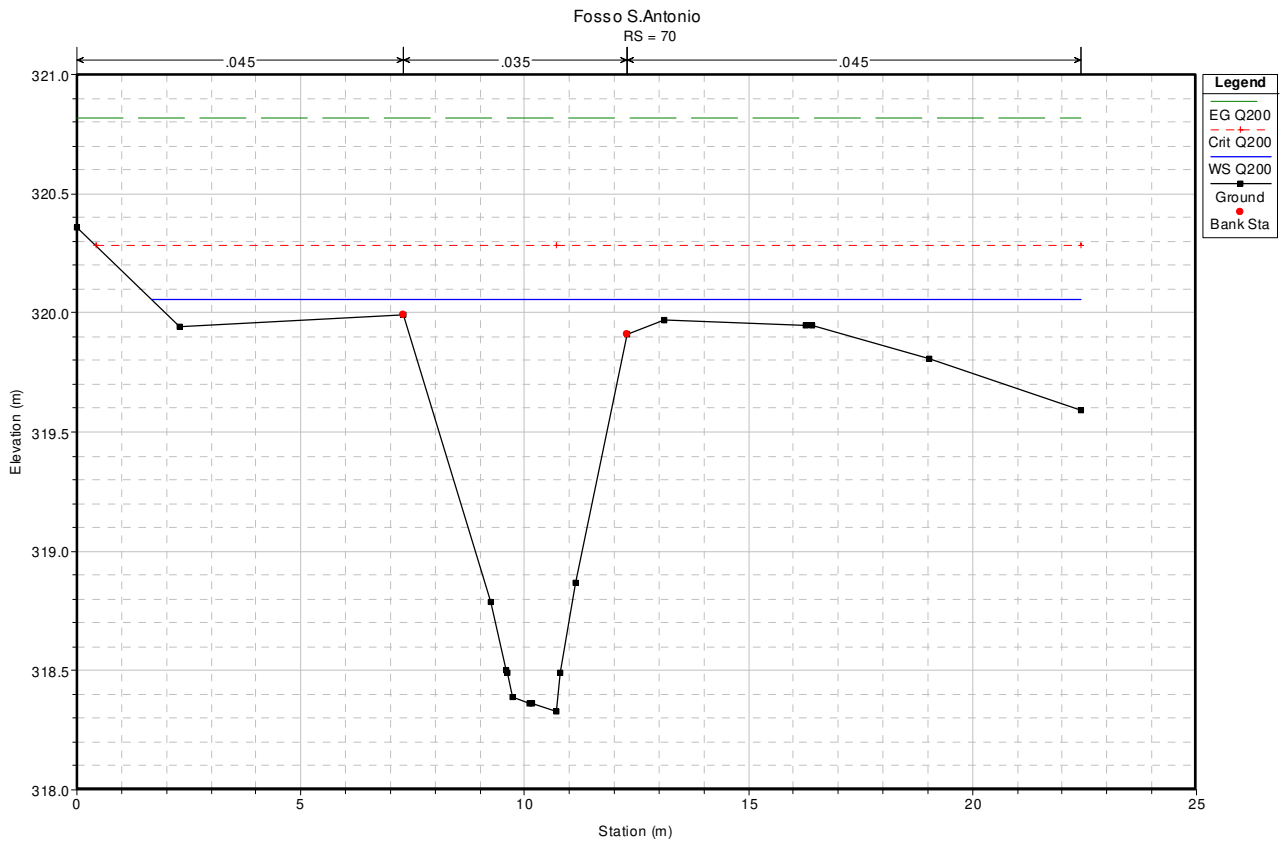
**FOSSO S. ANTONIO – STATO ATTUALE**

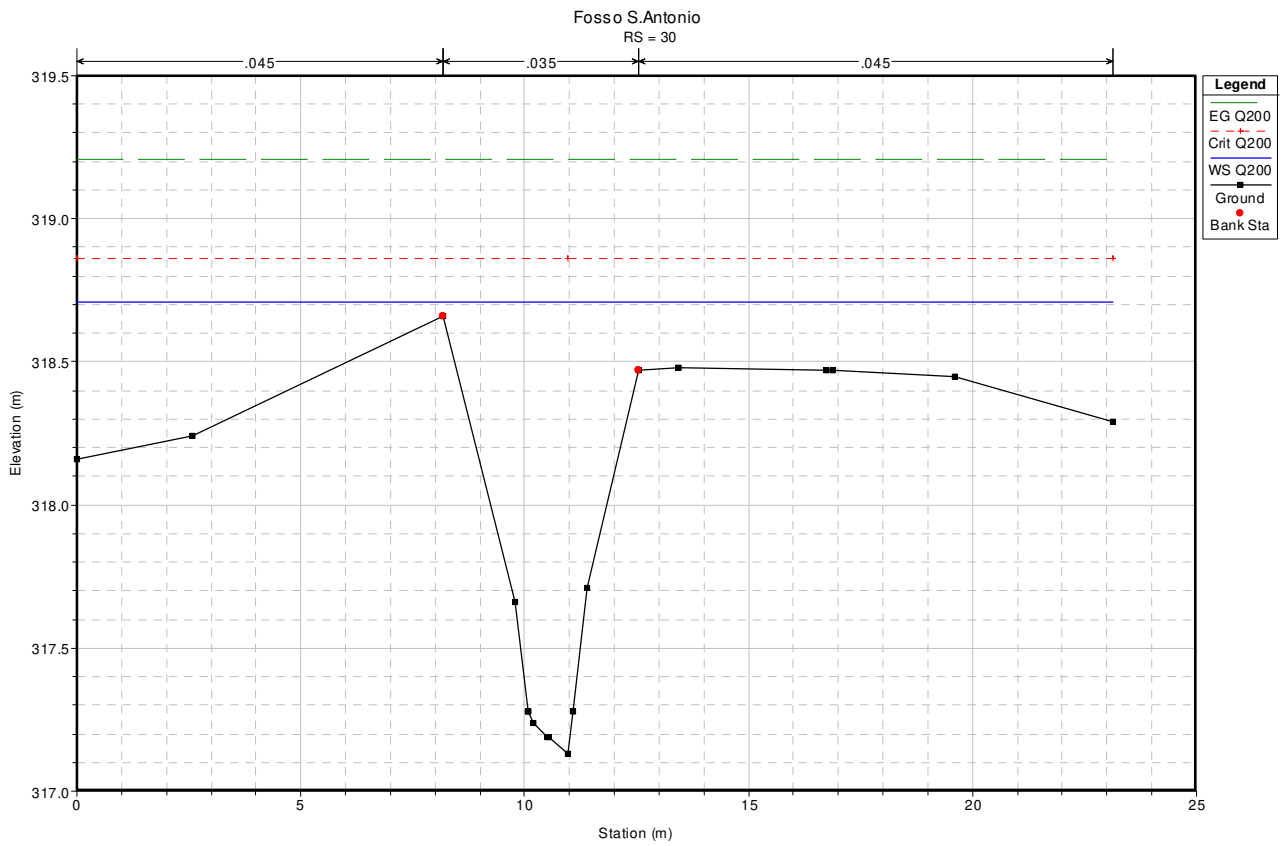
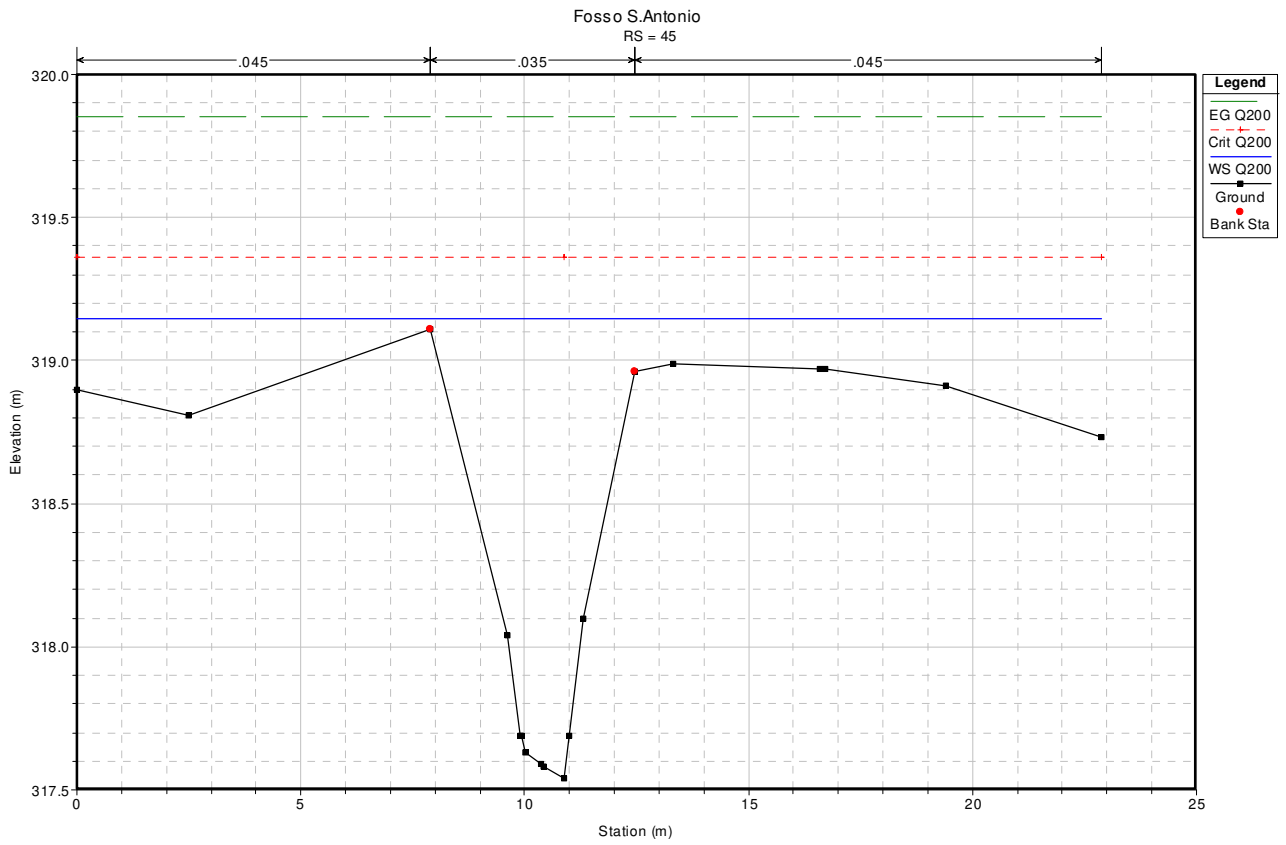


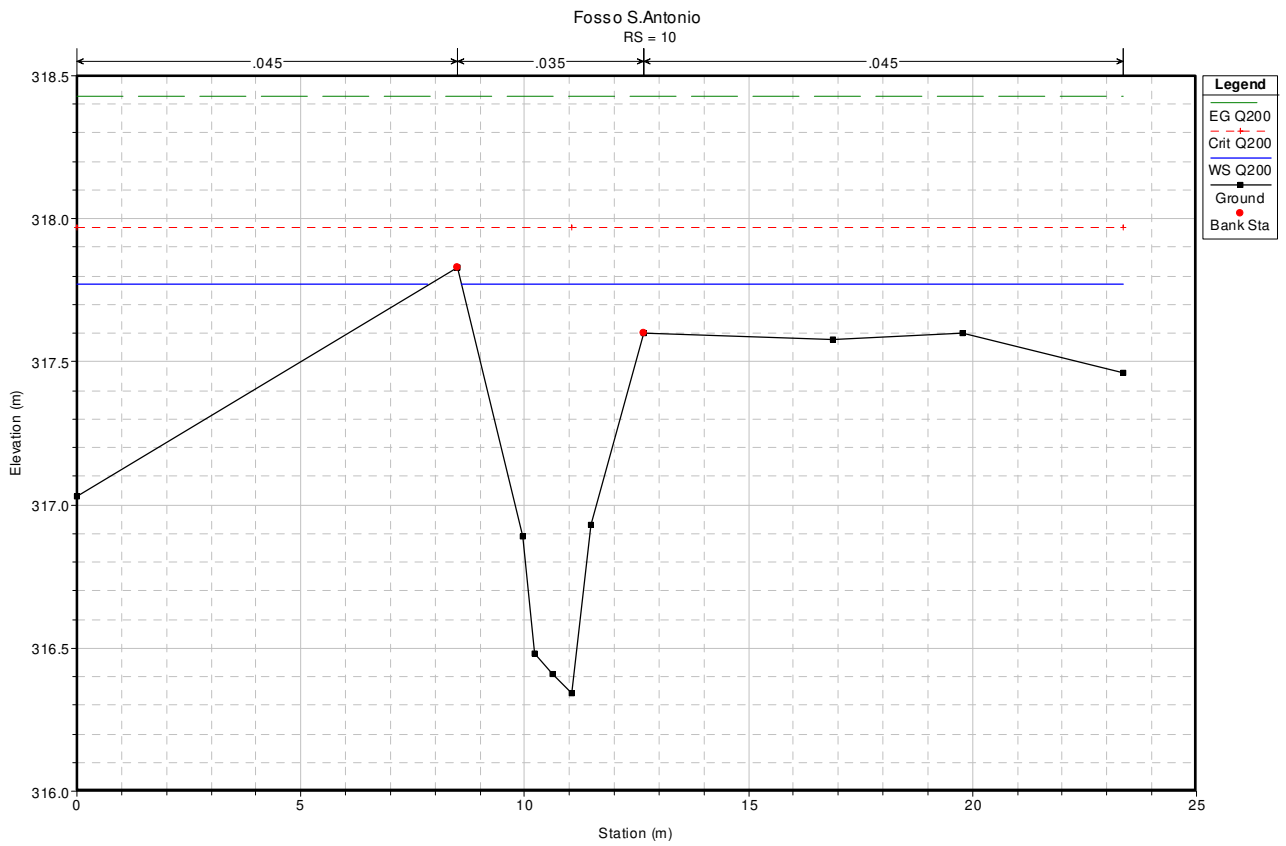
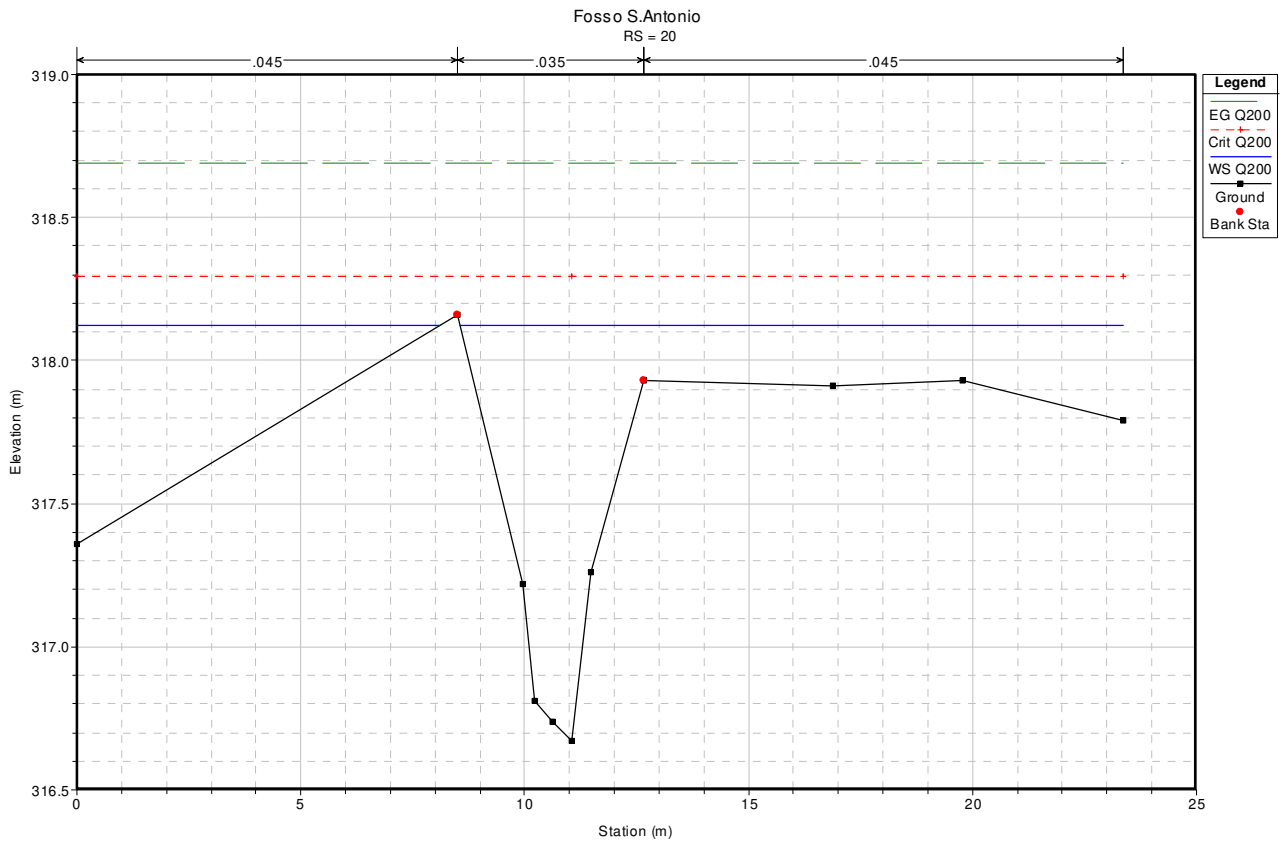












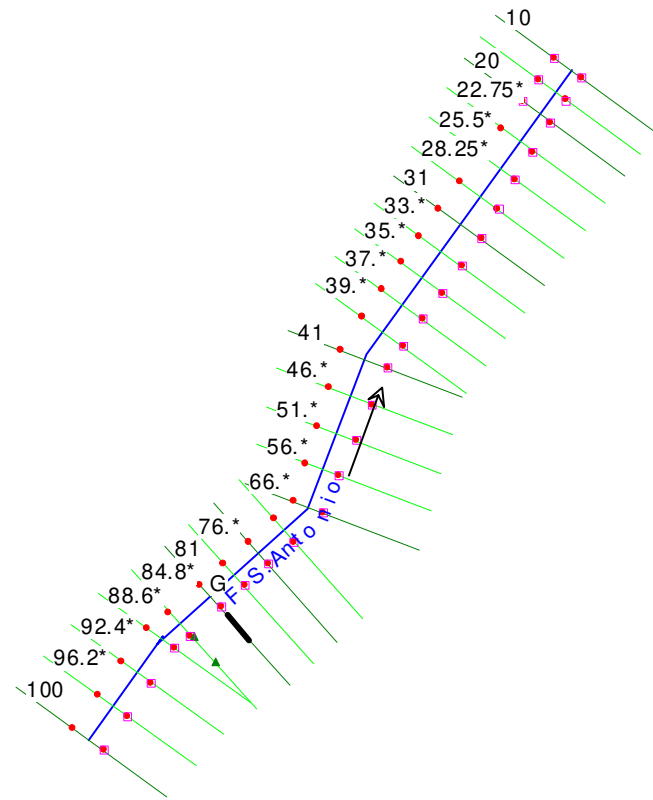
HEC-RAS Plan: att River: F S.Antonio Reach: G Profile: Q200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
viadotto	100	Q200	23.6	319.1	321.16	321.16	321.46	0.007802	2.65	12.06	20.13	0.73
viadotto	85	Q200	23.6	318.78	320.58	320.78	321.25	0.02118	3.8	7.93	20.05	1.17
viadotto	70	Q200	23.6	318.33	320.06	320.28	320.82	0.026787	4.1	7.63	20.74	1.3
viadotto	60	Q200	23.6	318.01	319.66	319.92	320.56	0.036016	4.52	7.21	22.13	1.49
viadotto	45	Q200	23.6	317.54	319.15	319.36	319.85	0.032911	4.23	8.28	22.89	1.42
viadotto	30	Q200	23.6	317.13	318.71	318.86	319.21	0.02742	3.78	9.48	23.13	1.29
viadotto	20	Q200	23.6	316.67	318.12	318.3	318.69	0.038281	4.1	8.71	22.94	1.48
viadotto	10	Q200	23.6	316.34	317.77	317.97	318.43	0.045188	4.39	8.14	22.63	1.6

**ALLEGATO I**

**RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN MOTO PERMANENTE**

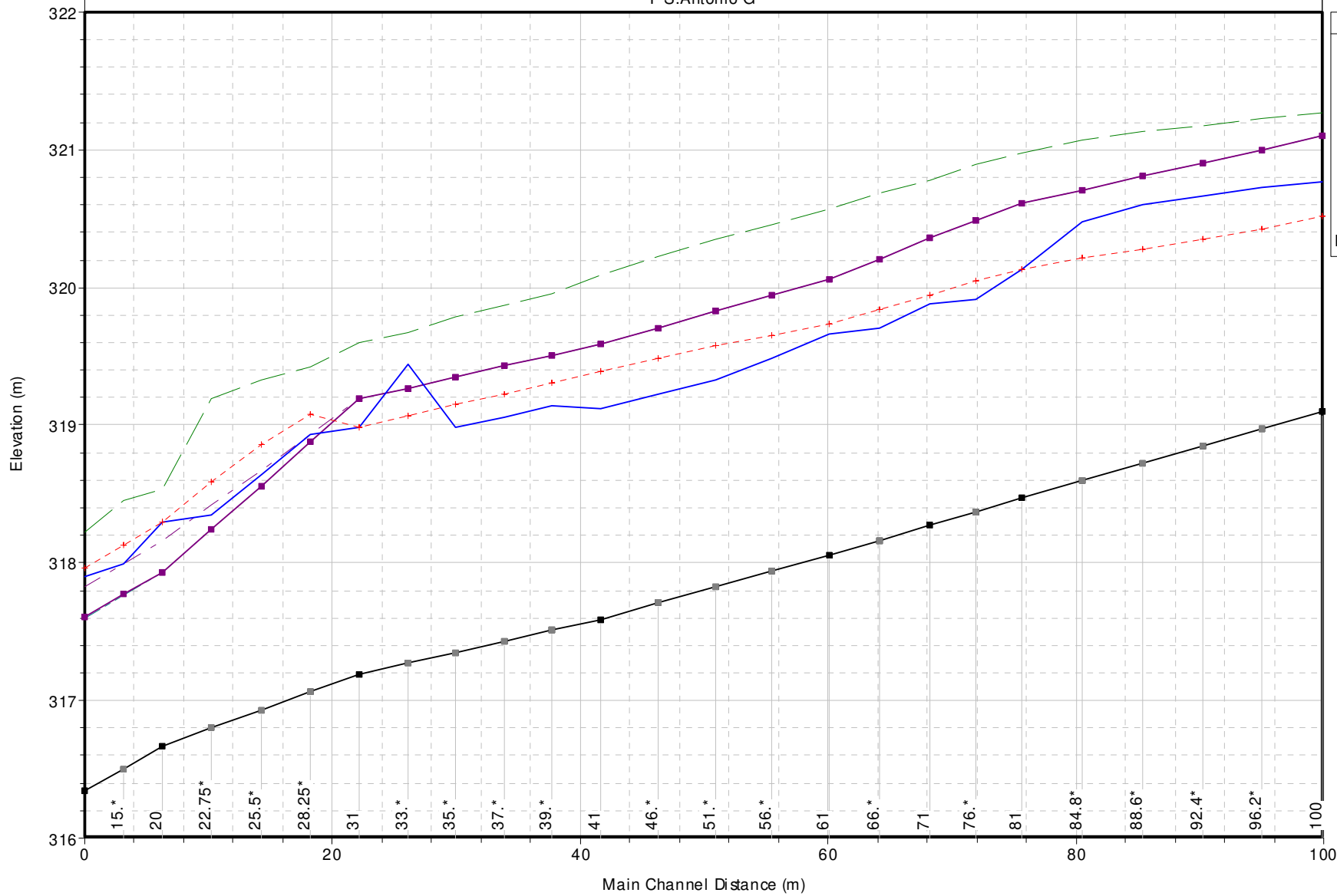
**FOSSO S. ANTONIO – STATO DI PROGETTO**



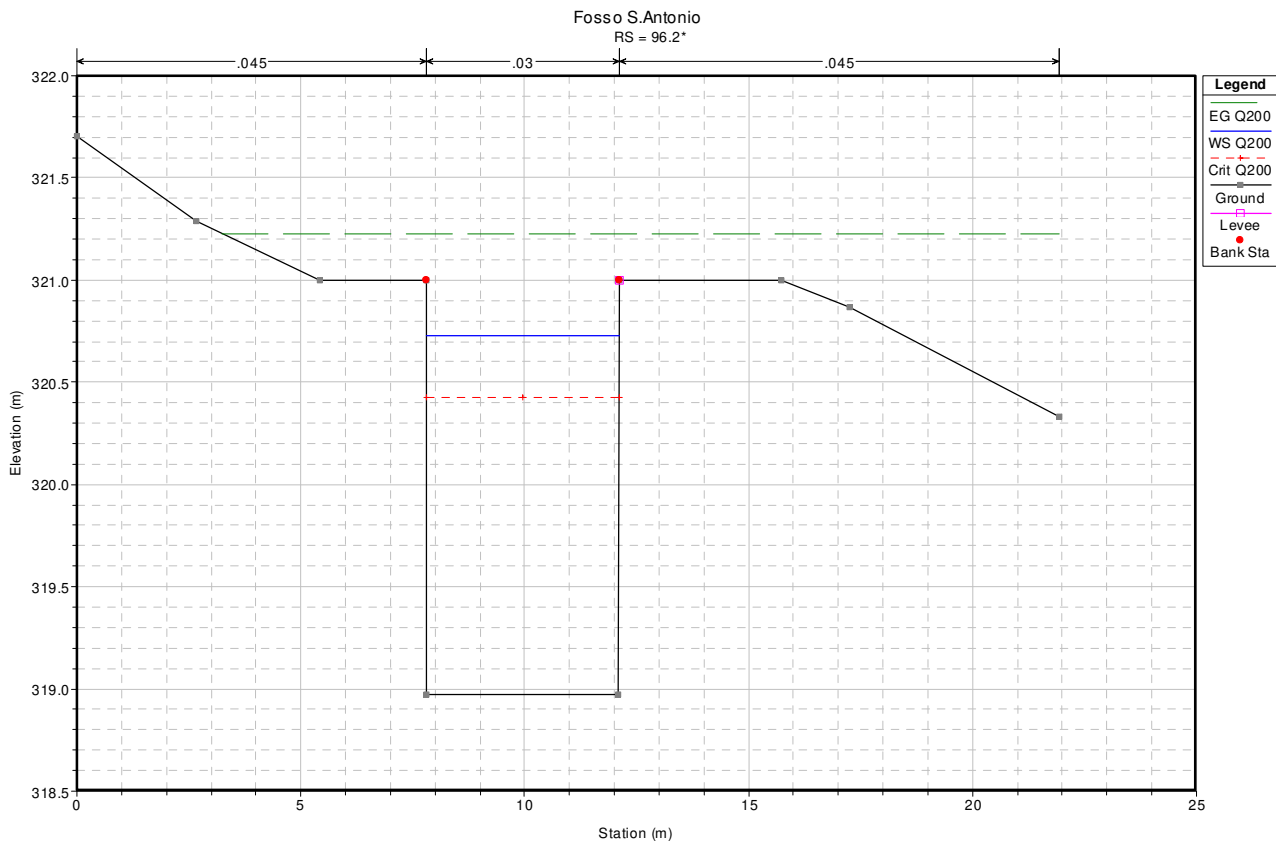
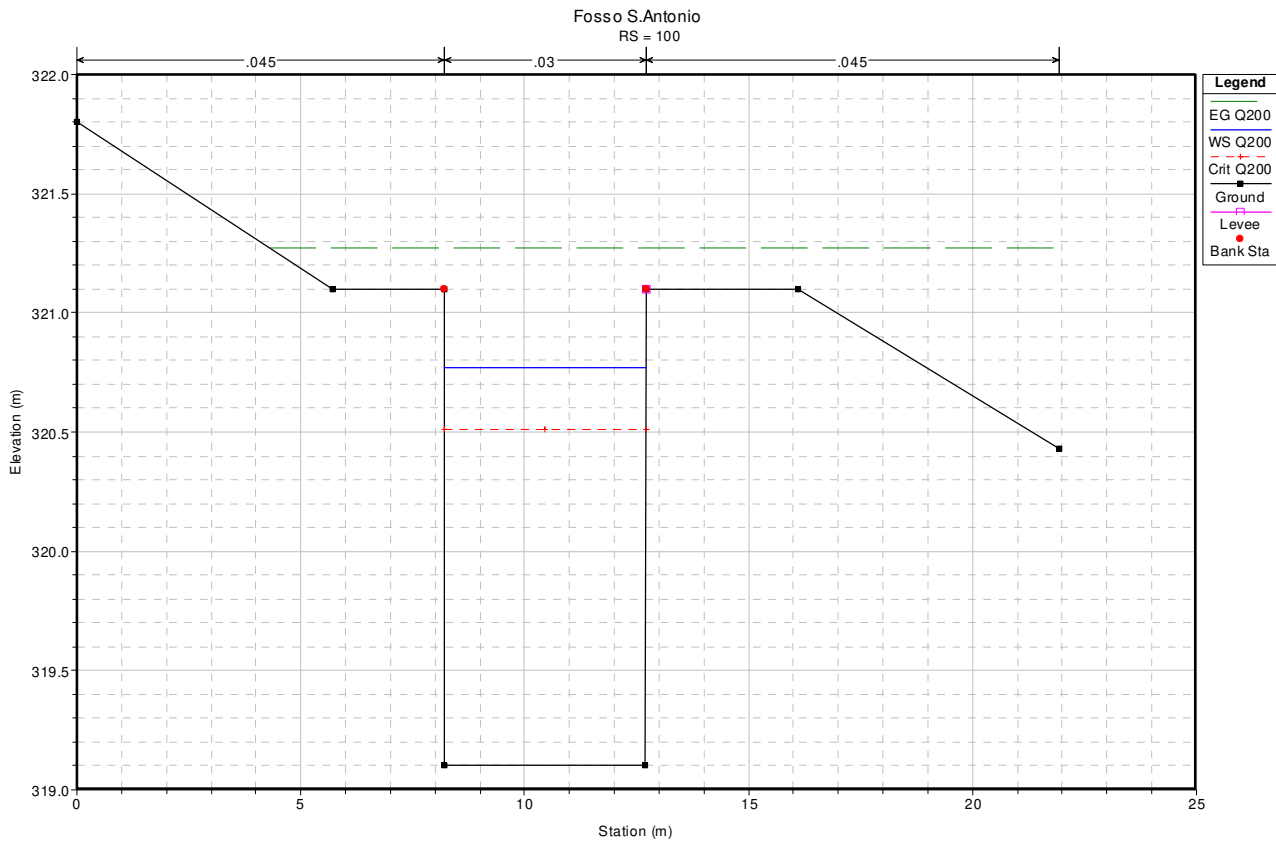


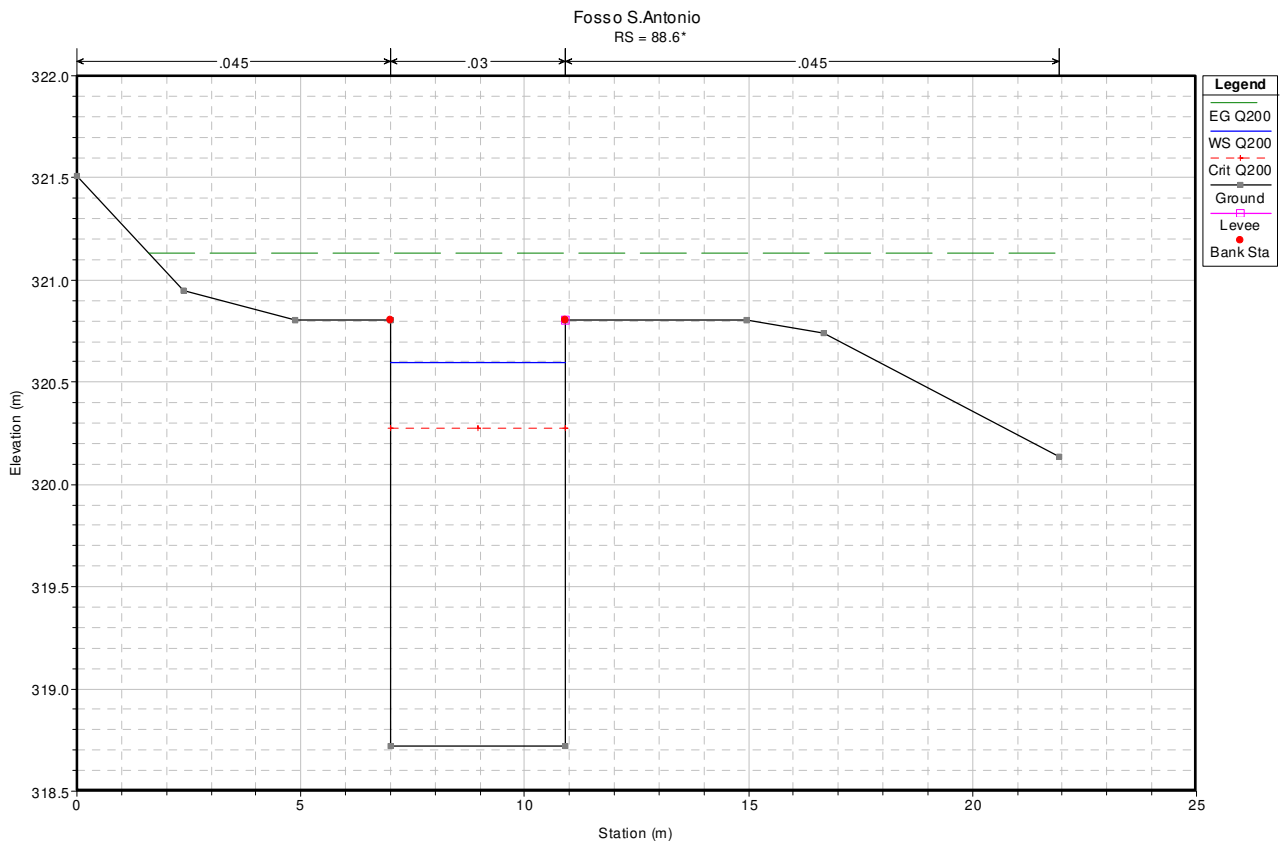
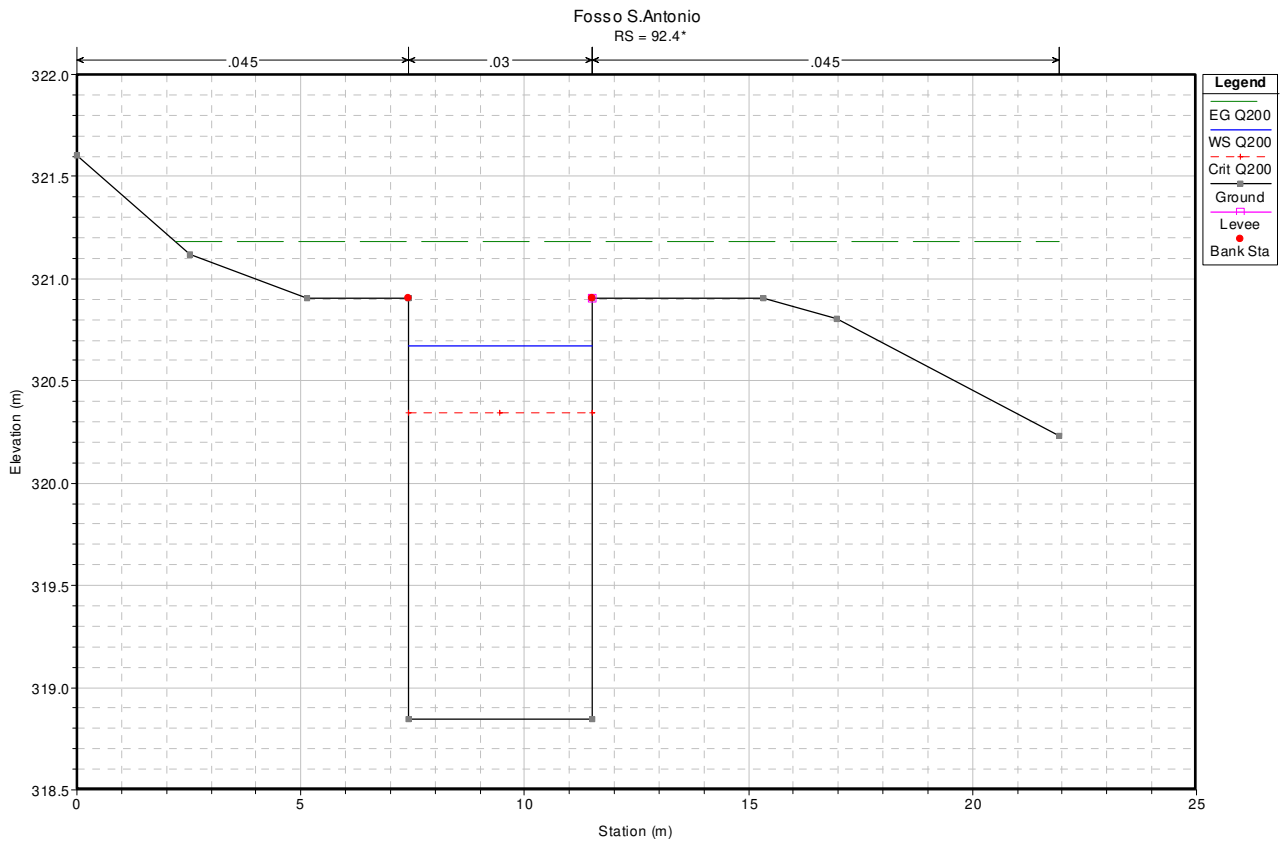
Fosso S. Antonio

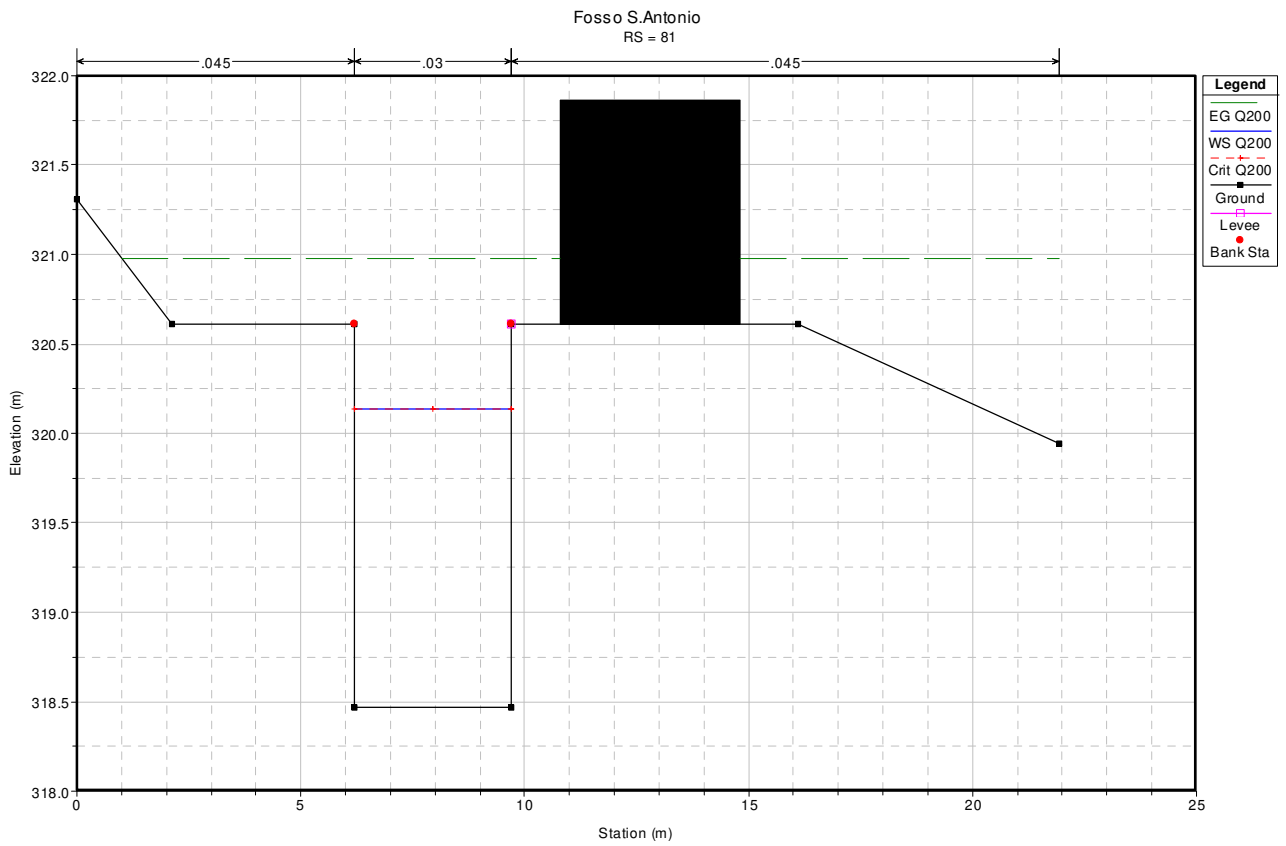
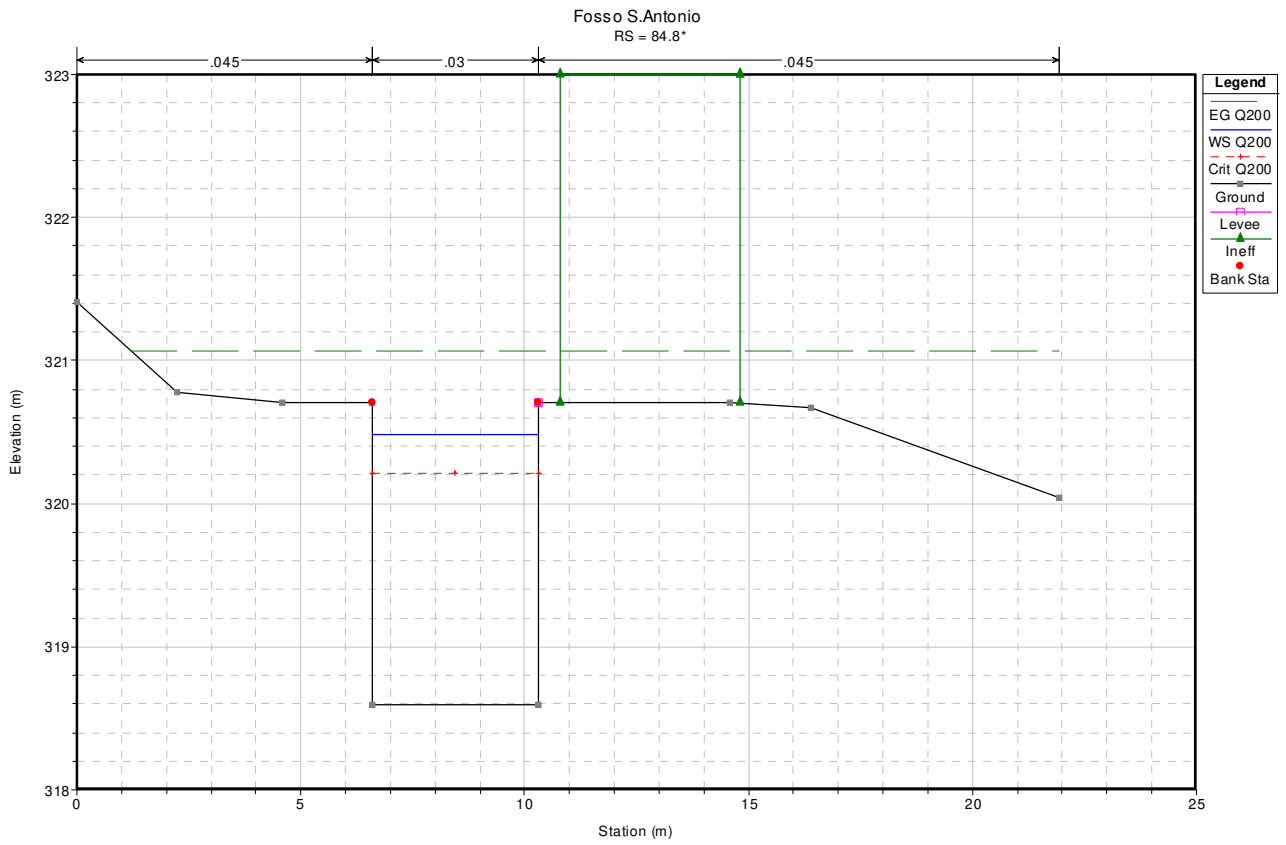
F. S. Antonio G

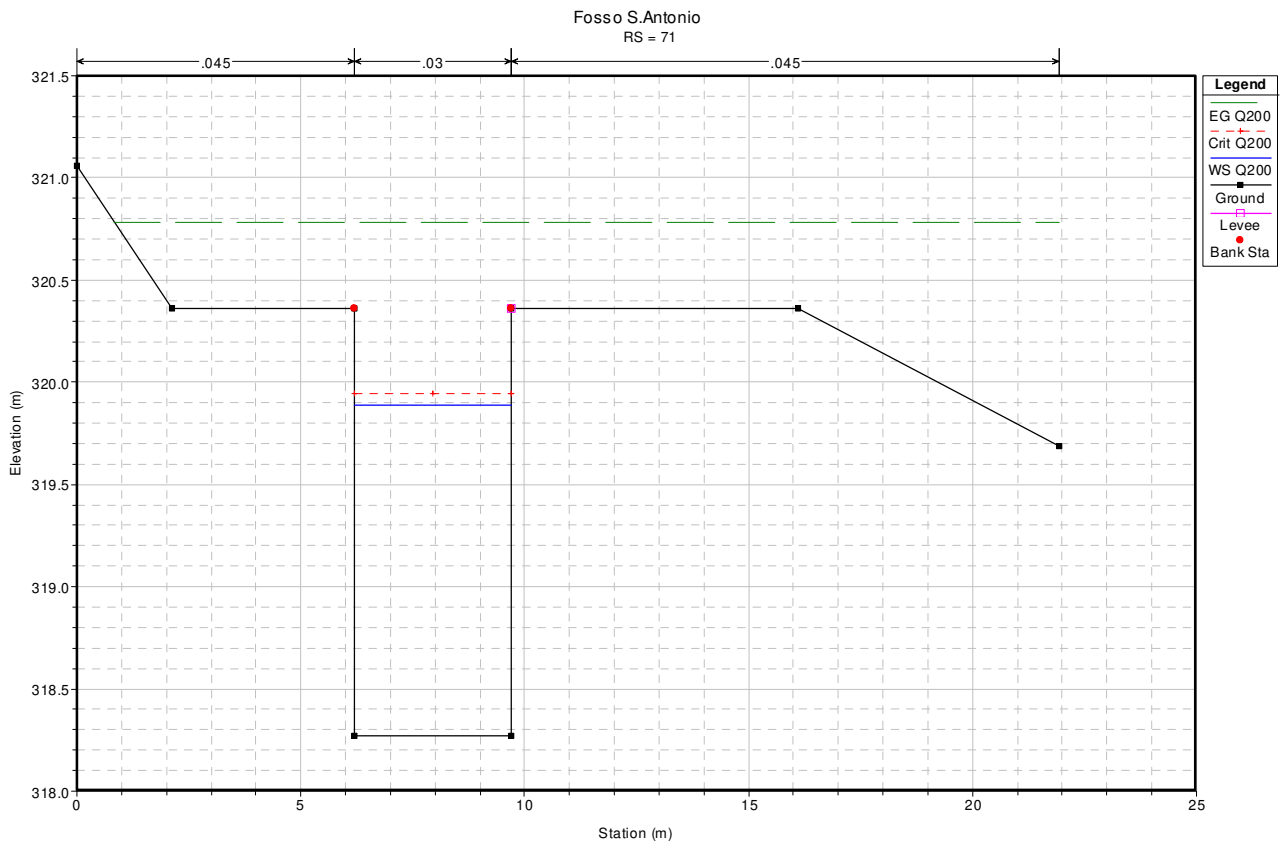
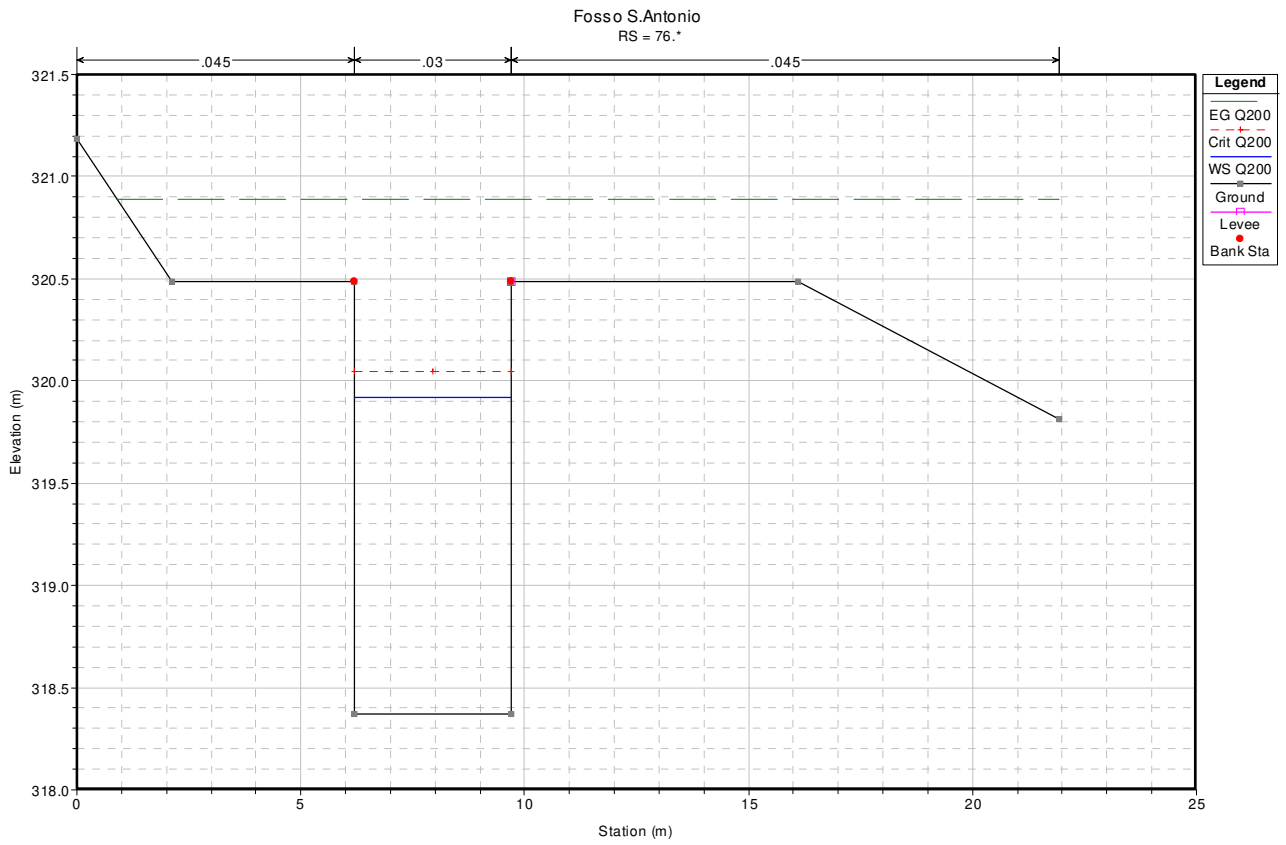


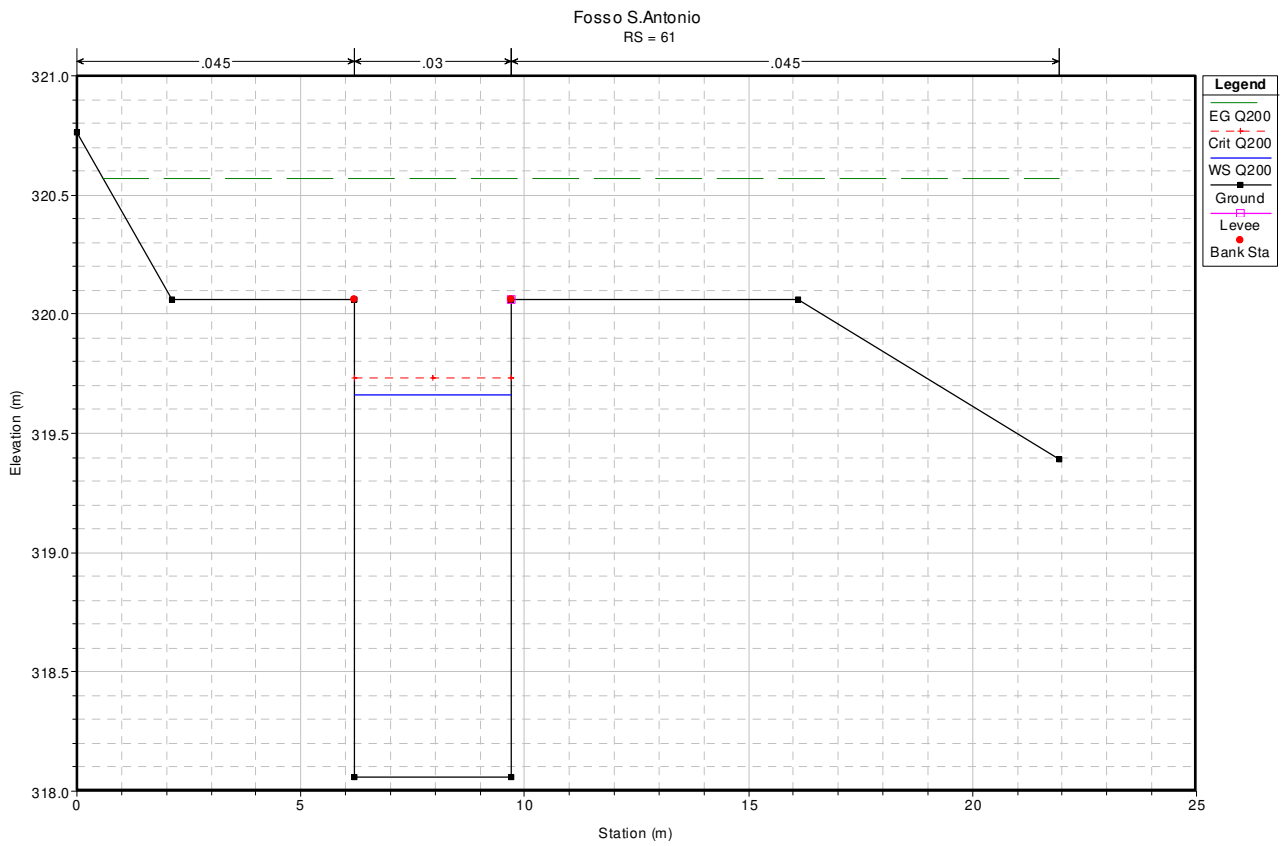
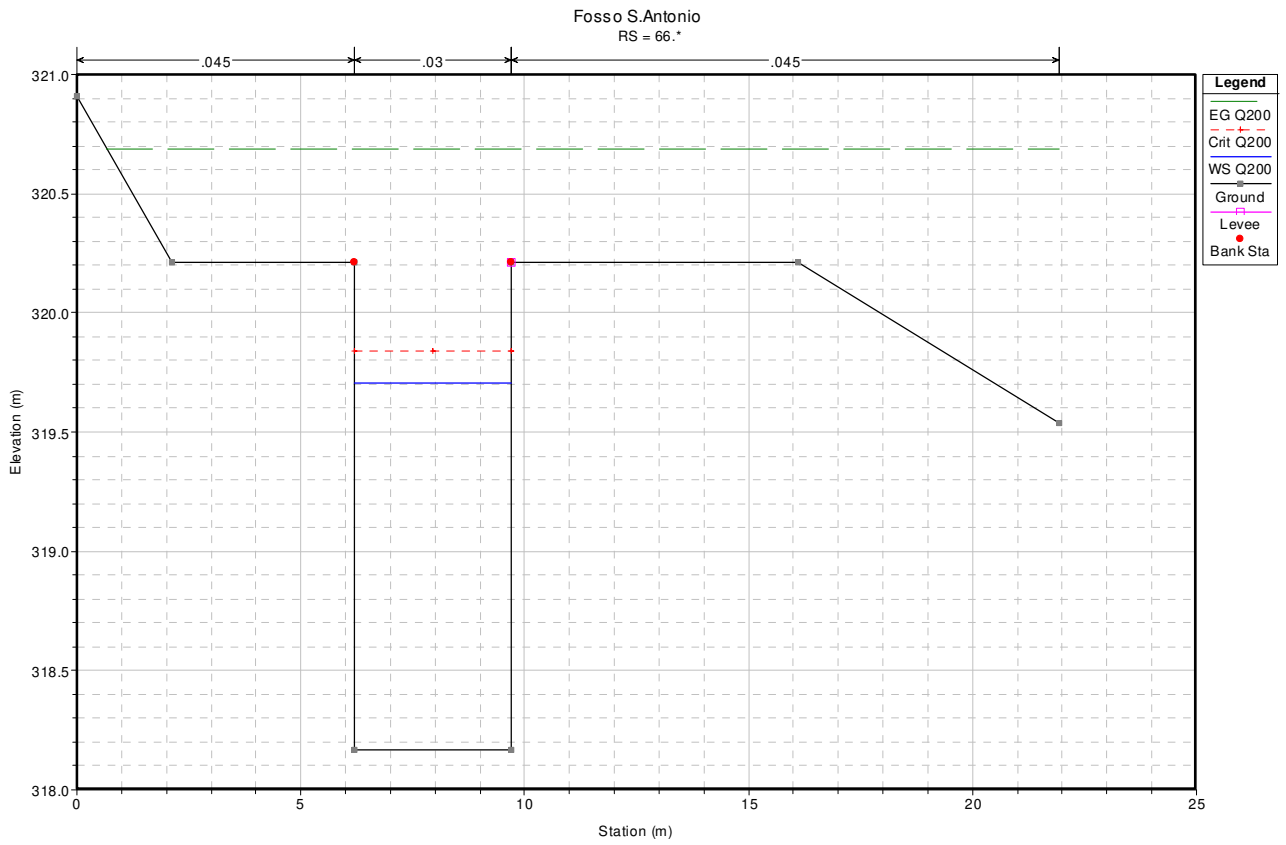
Legend	
EG Q200	- - - - -
Crit Q200	- - - + - - -
WS Q200	— — — — —
Ground	■
LOB	- - - - -
ROB	- - - - -
Right Levee	■

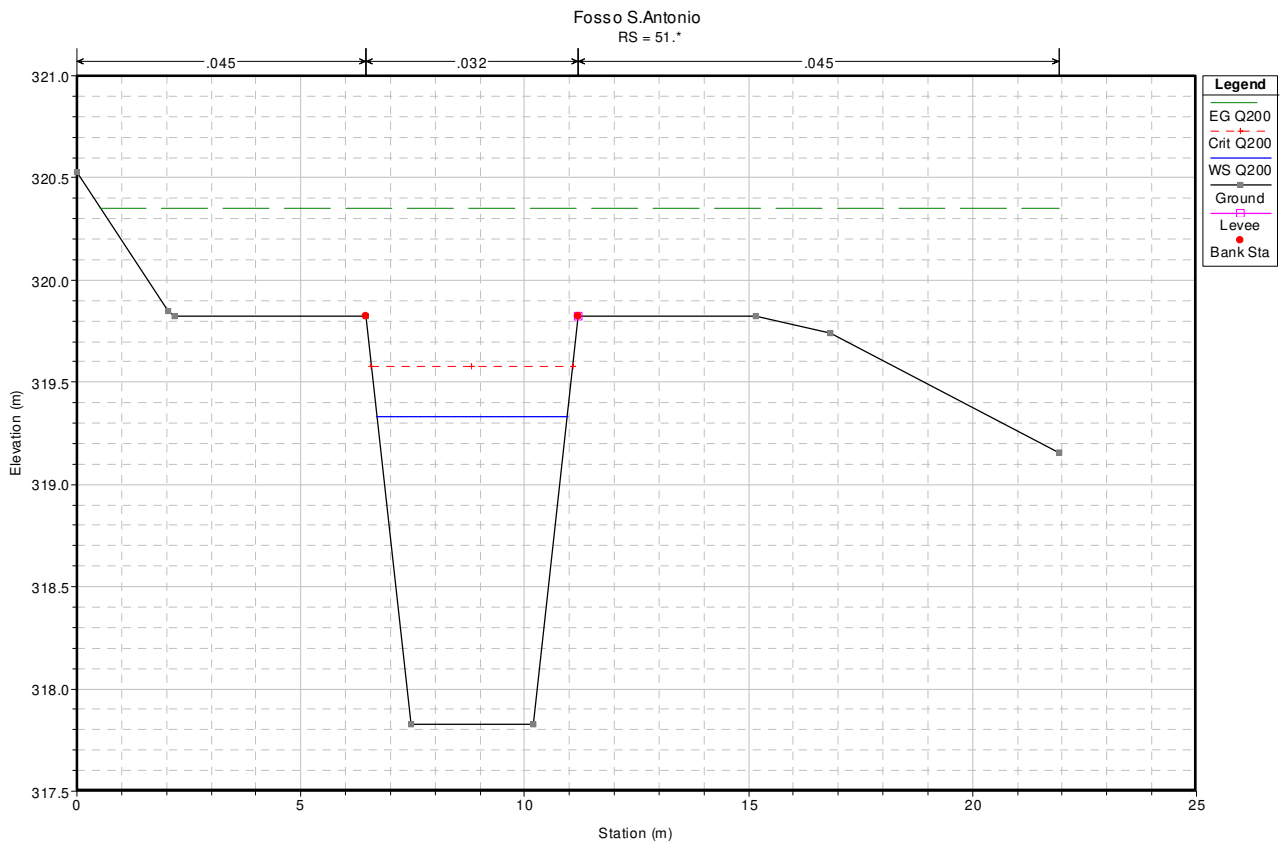
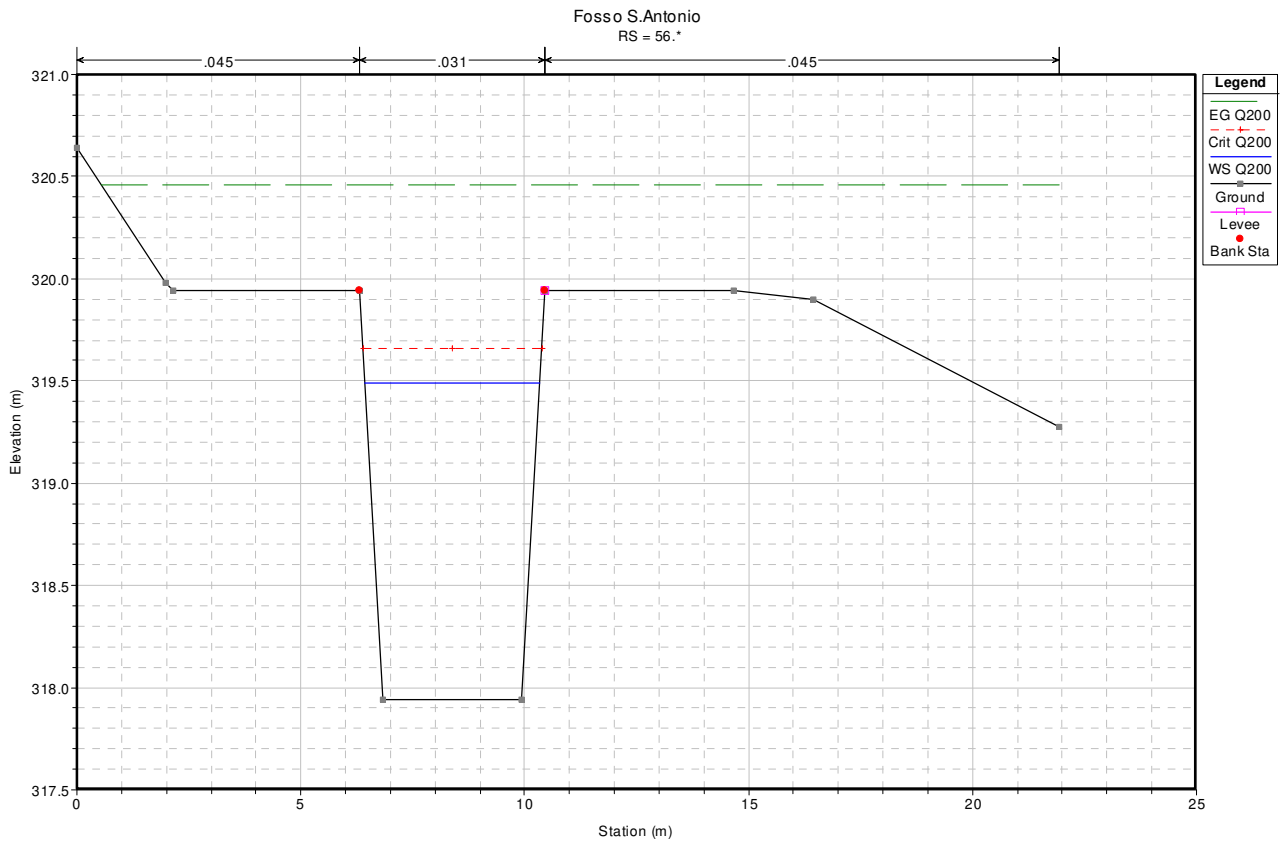




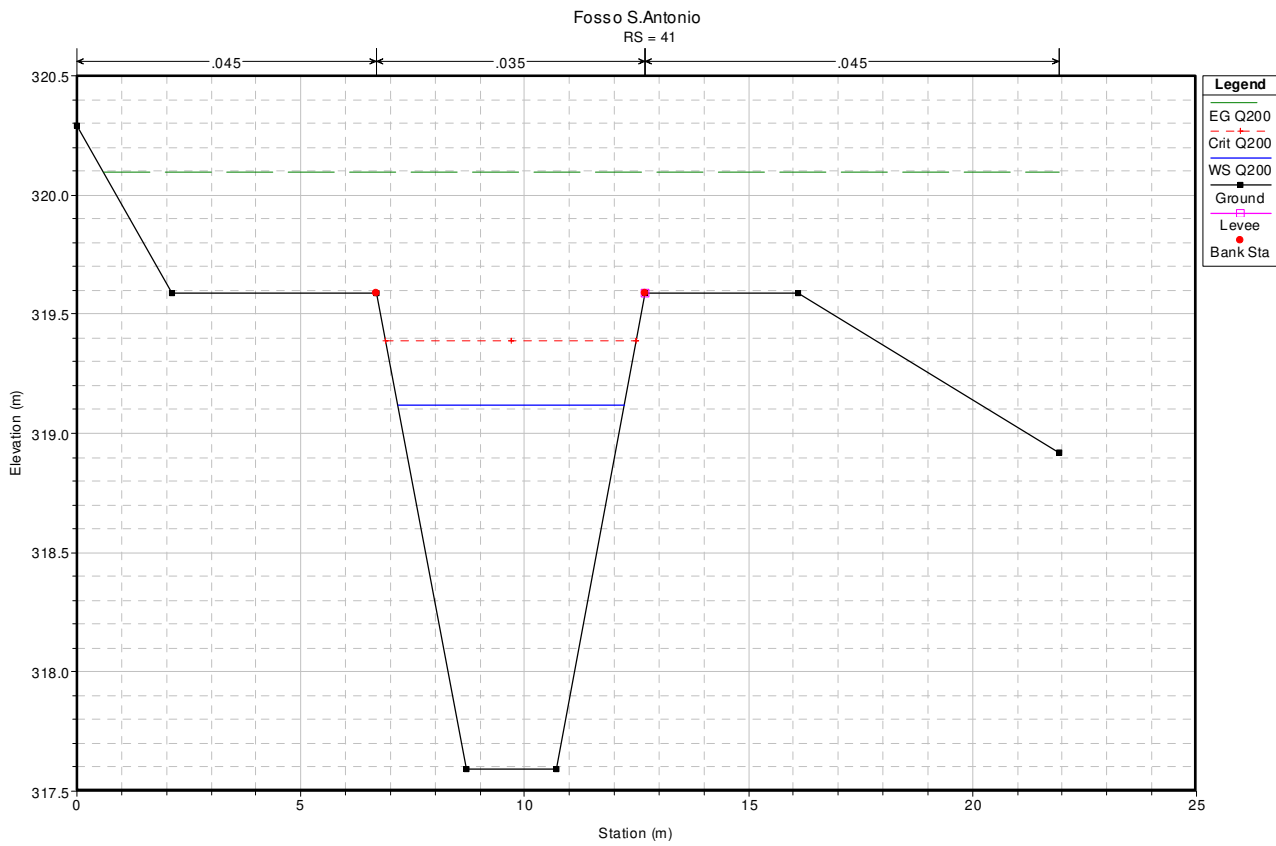
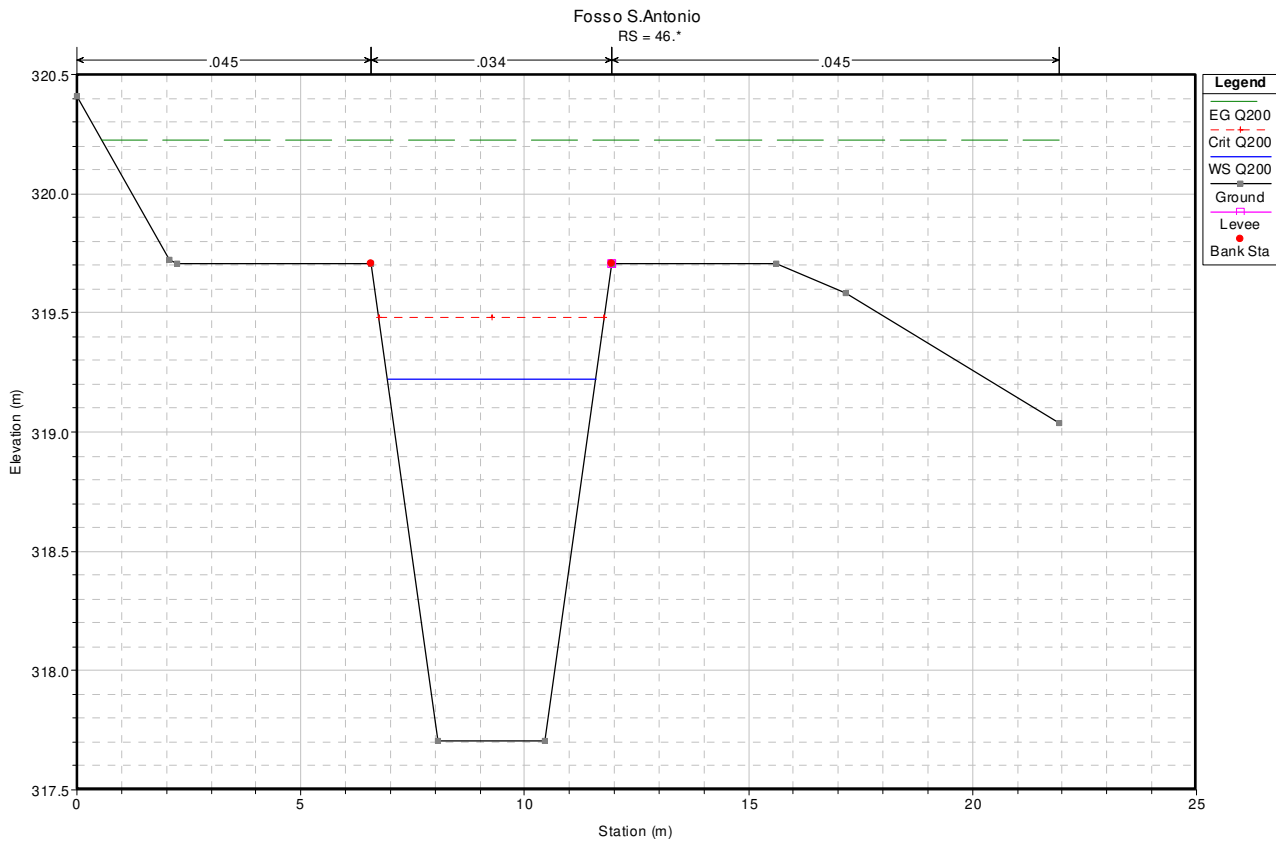


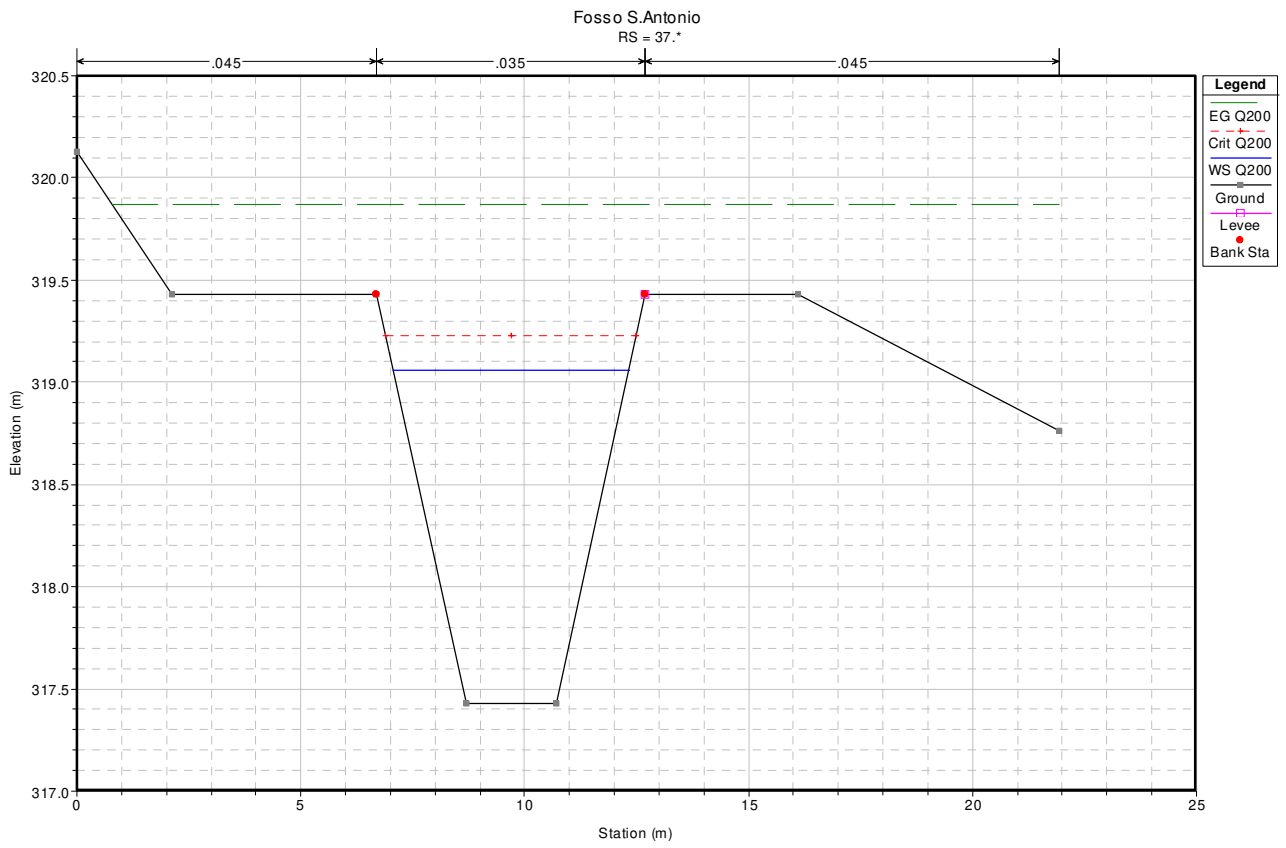
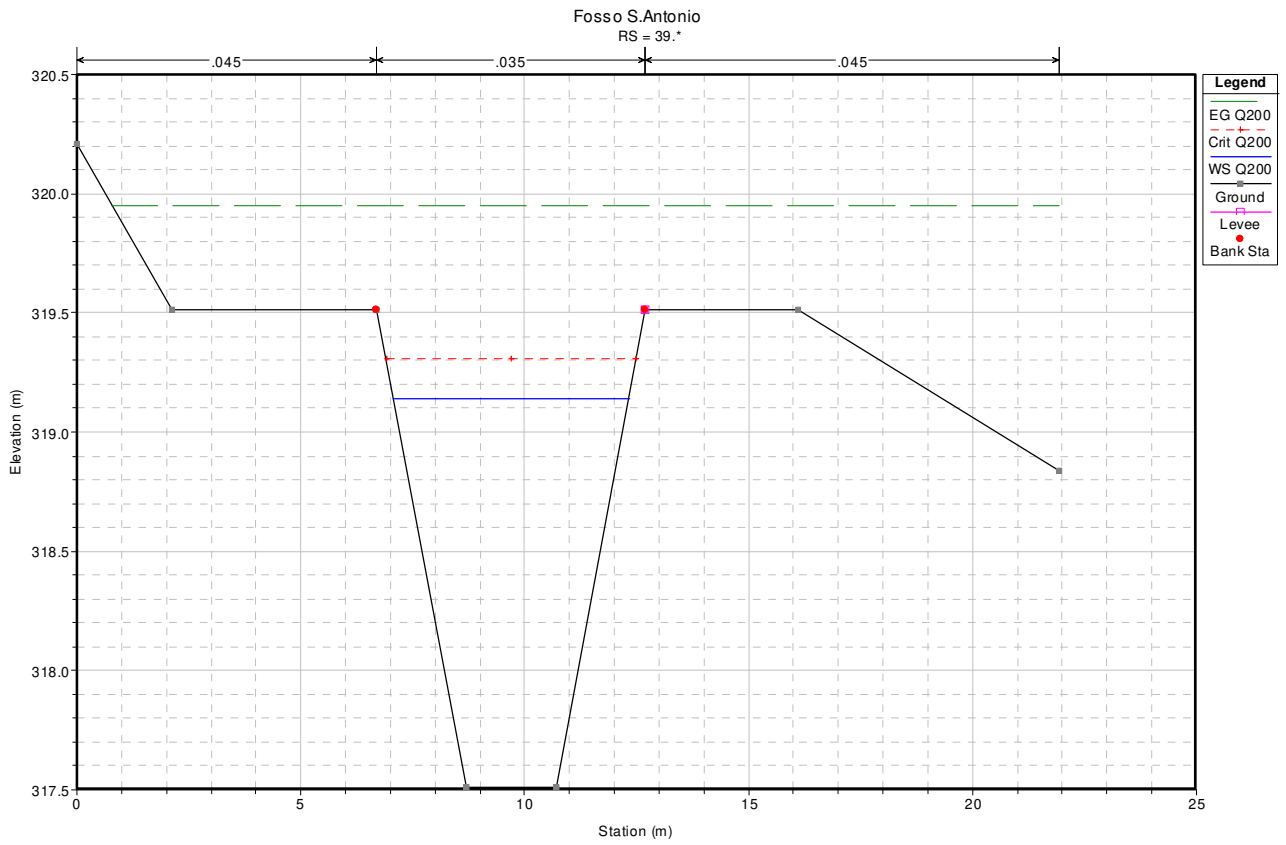


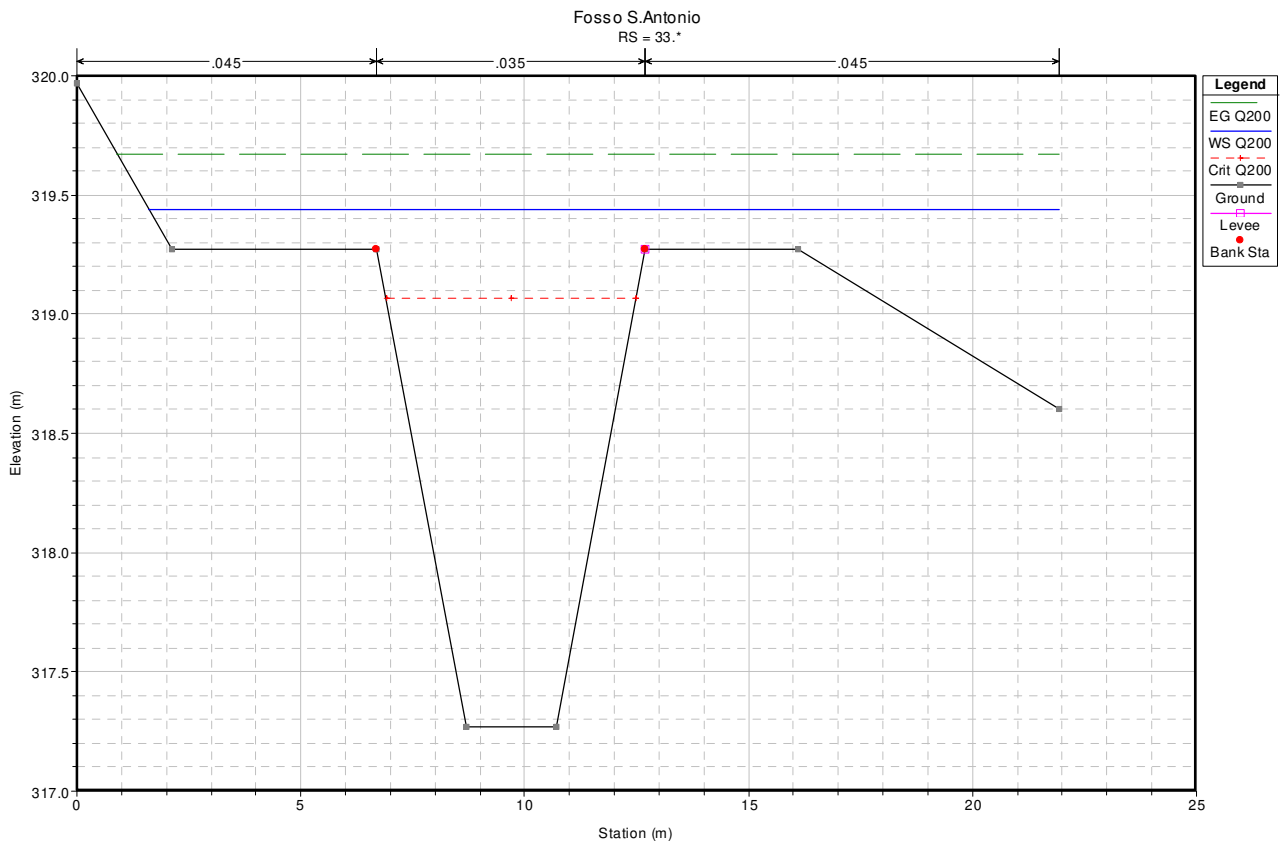
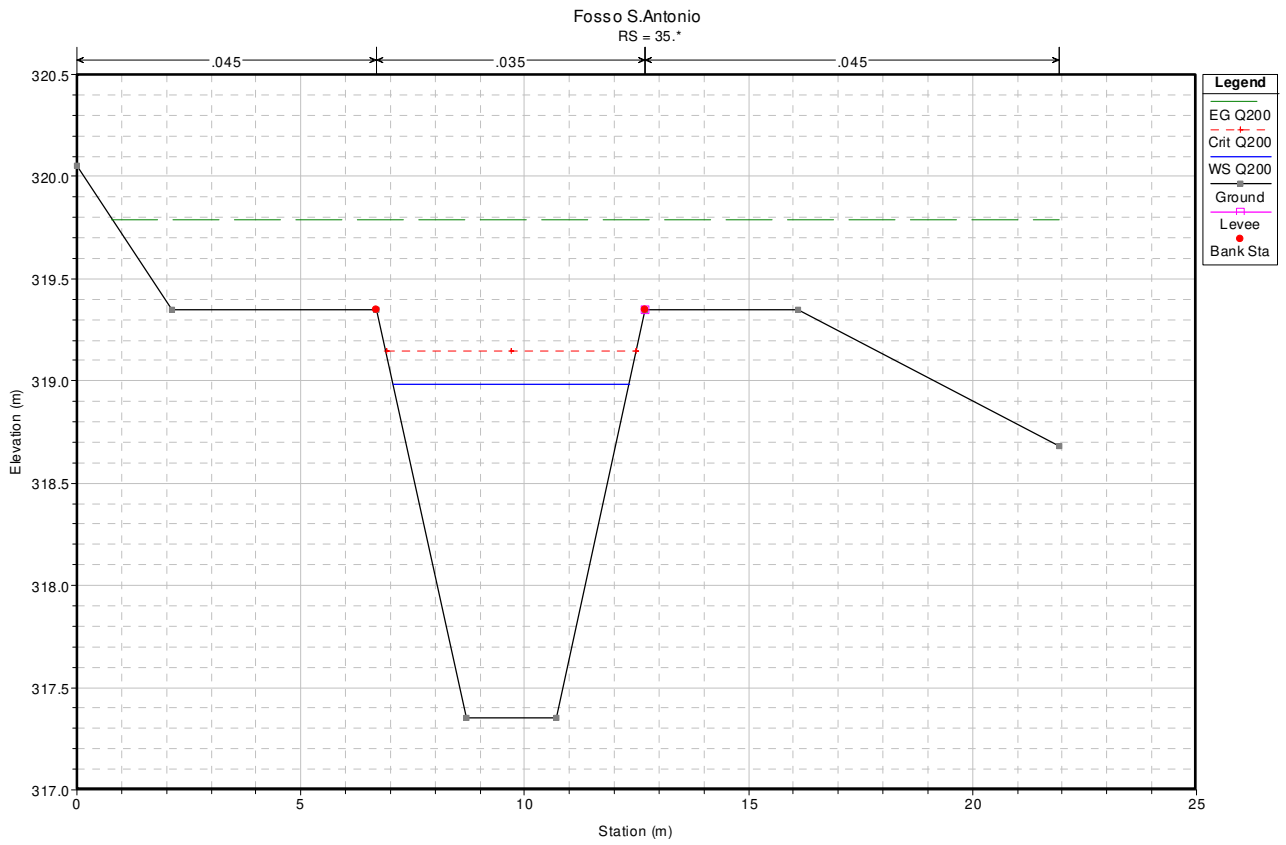


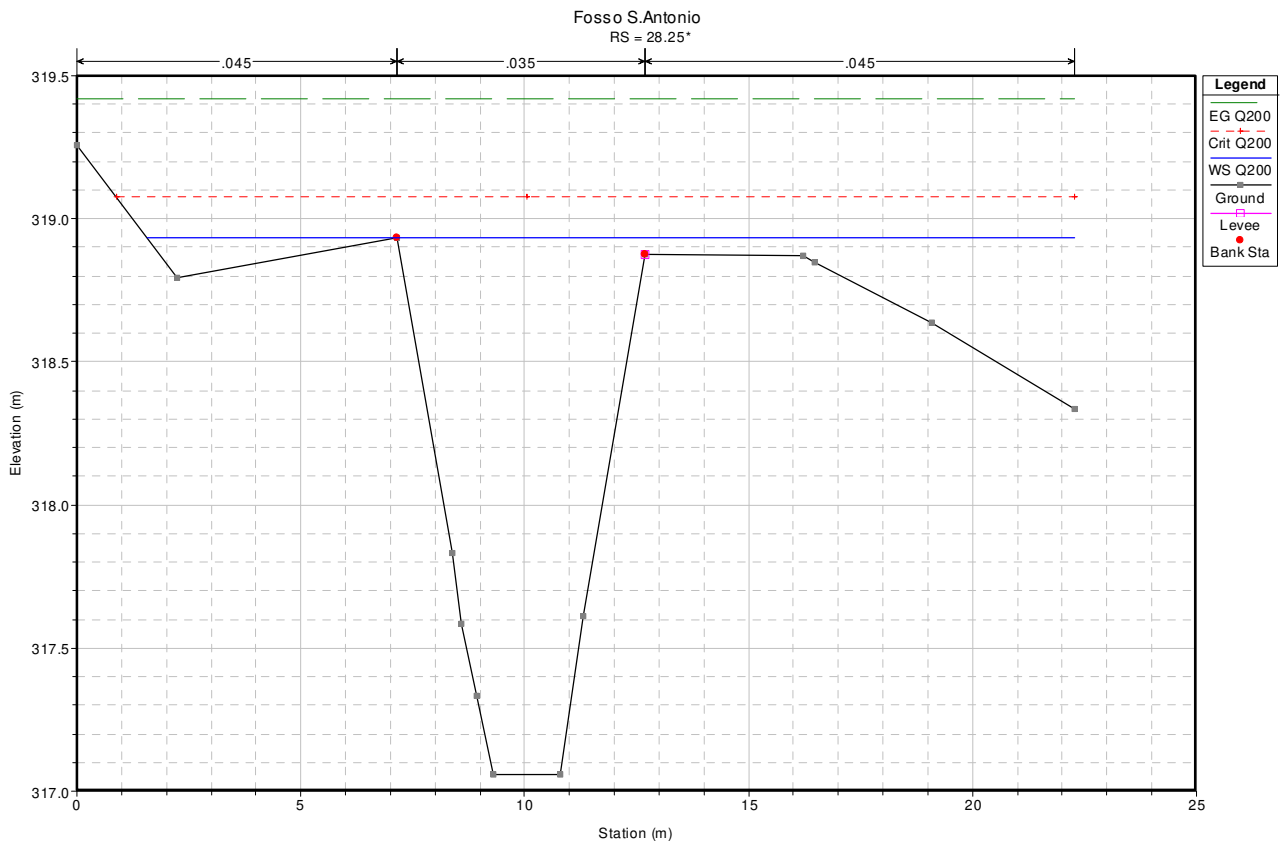
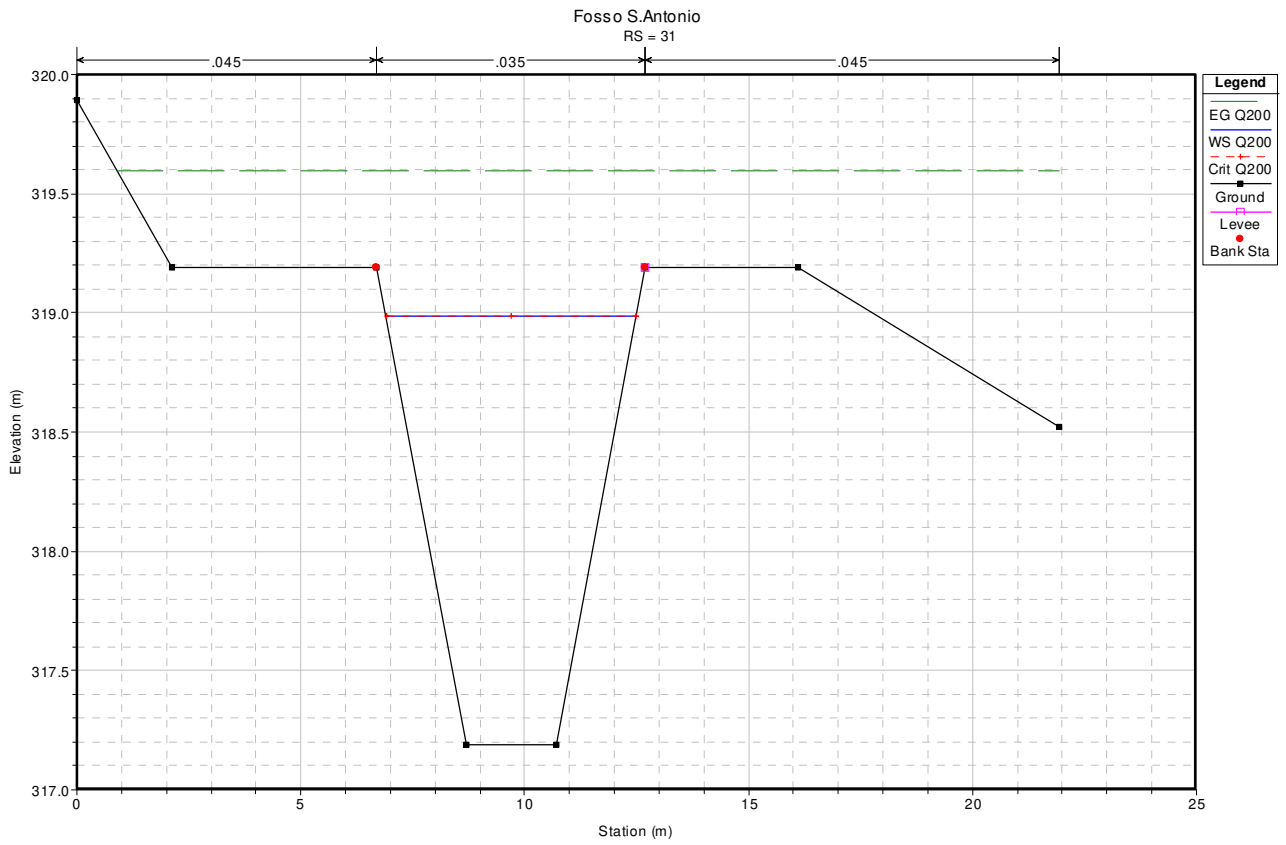


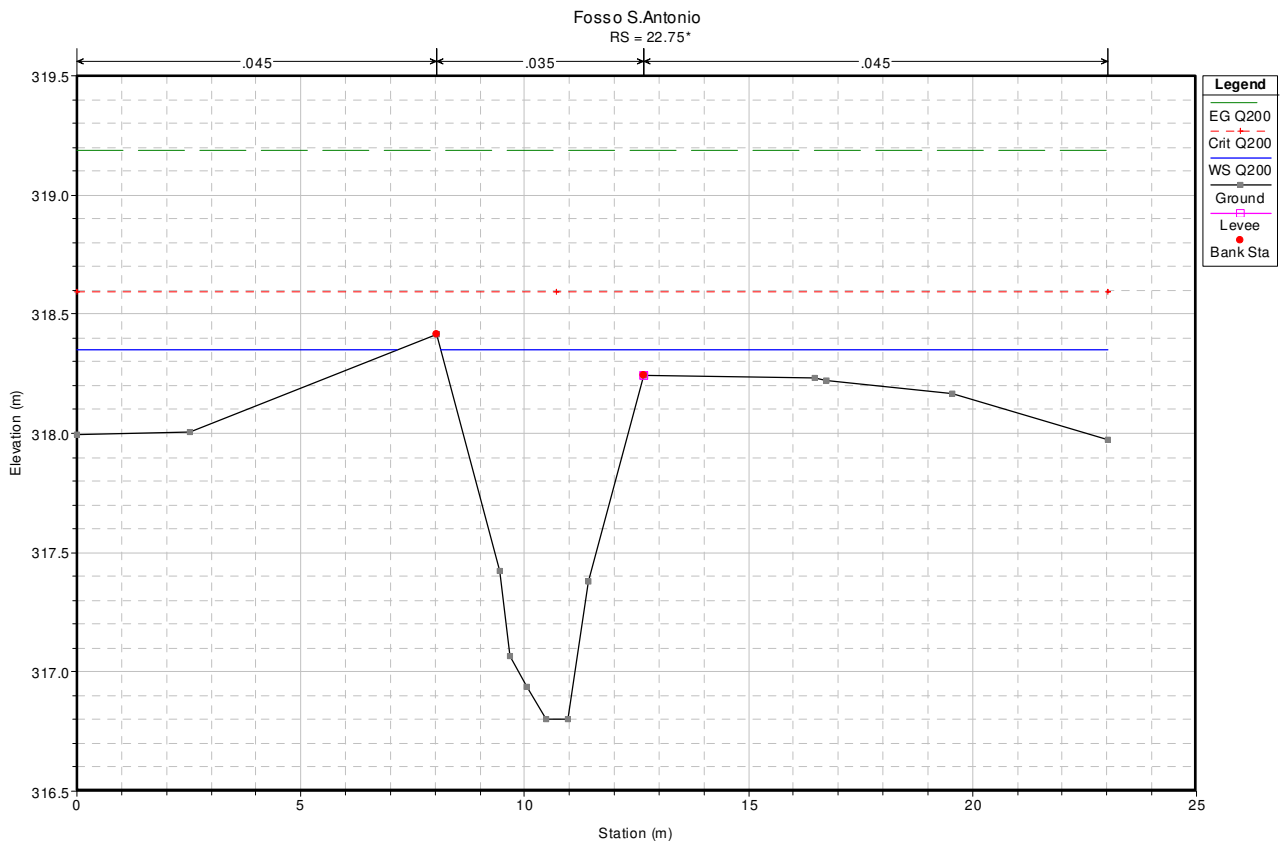
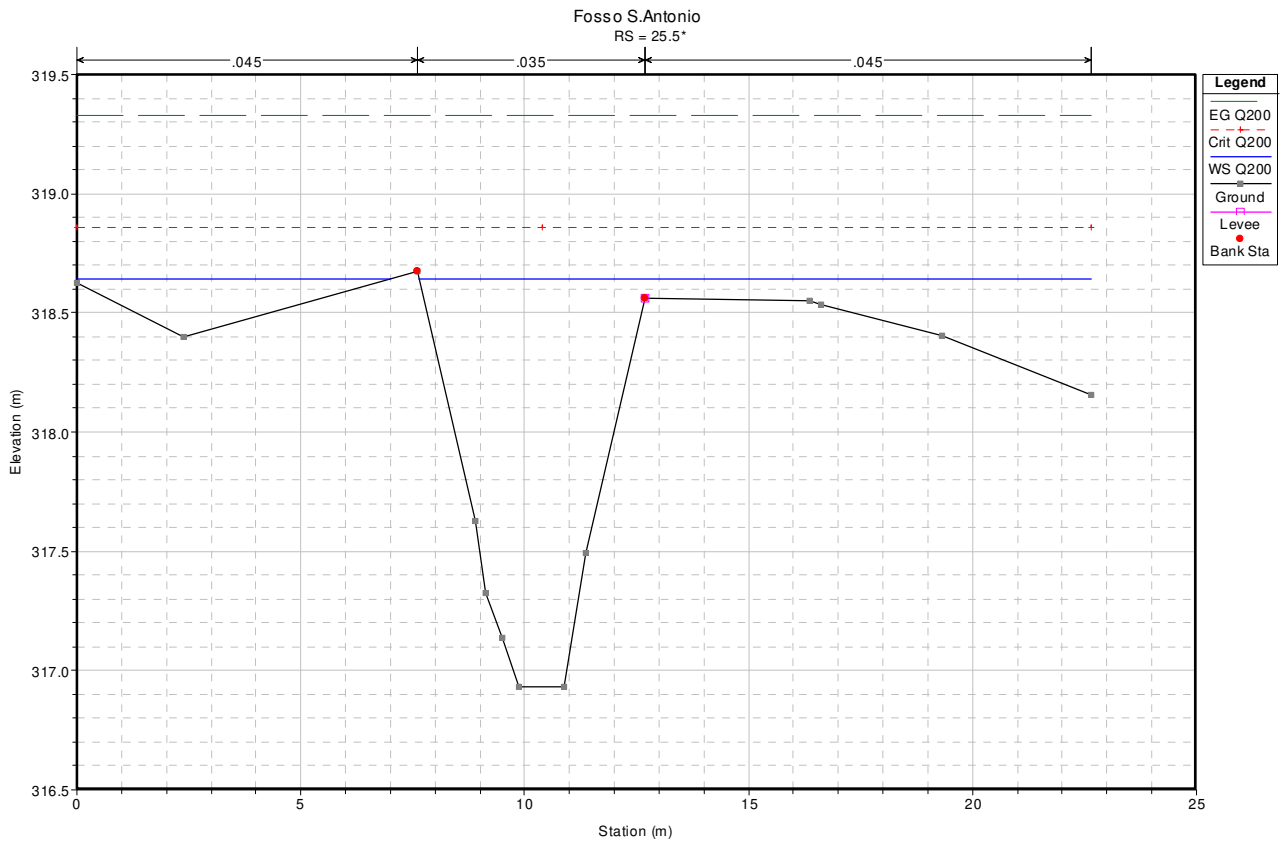


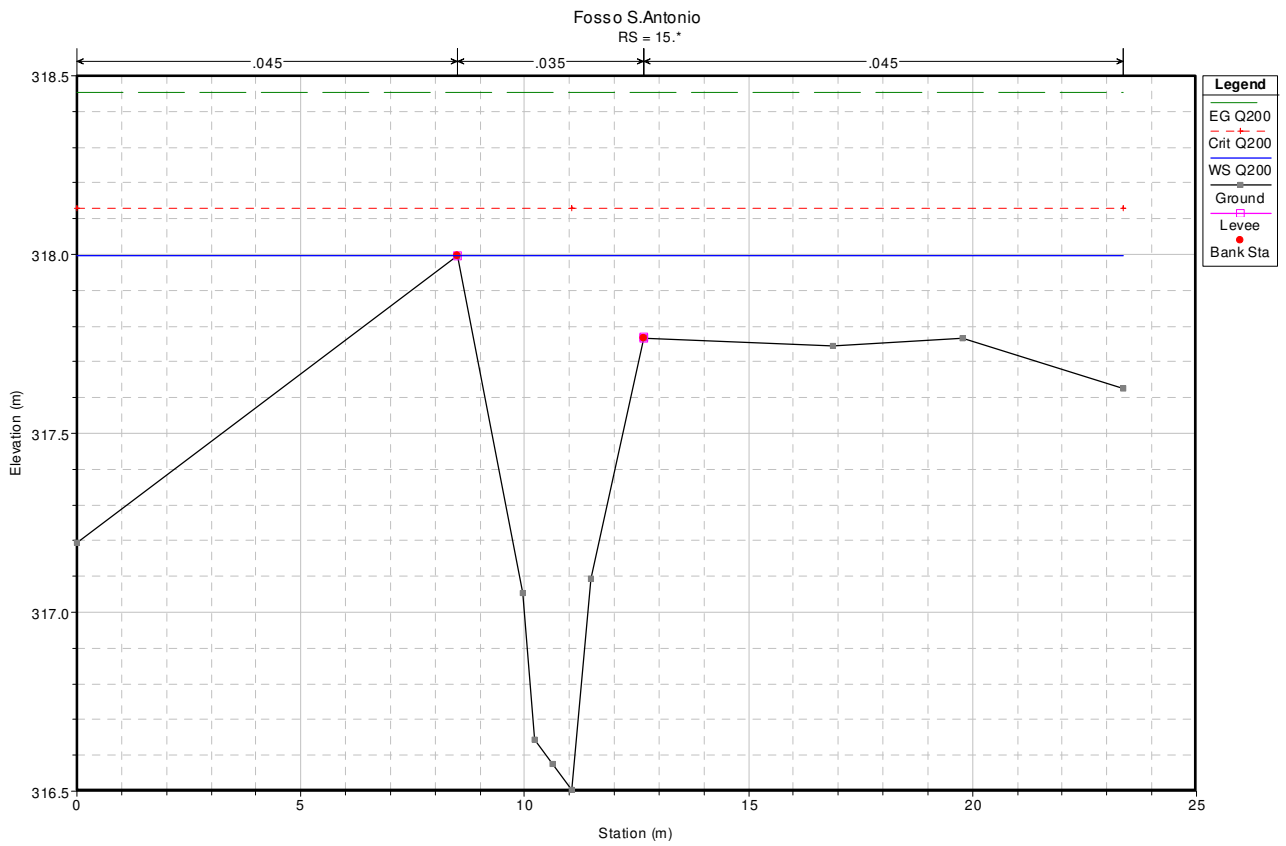
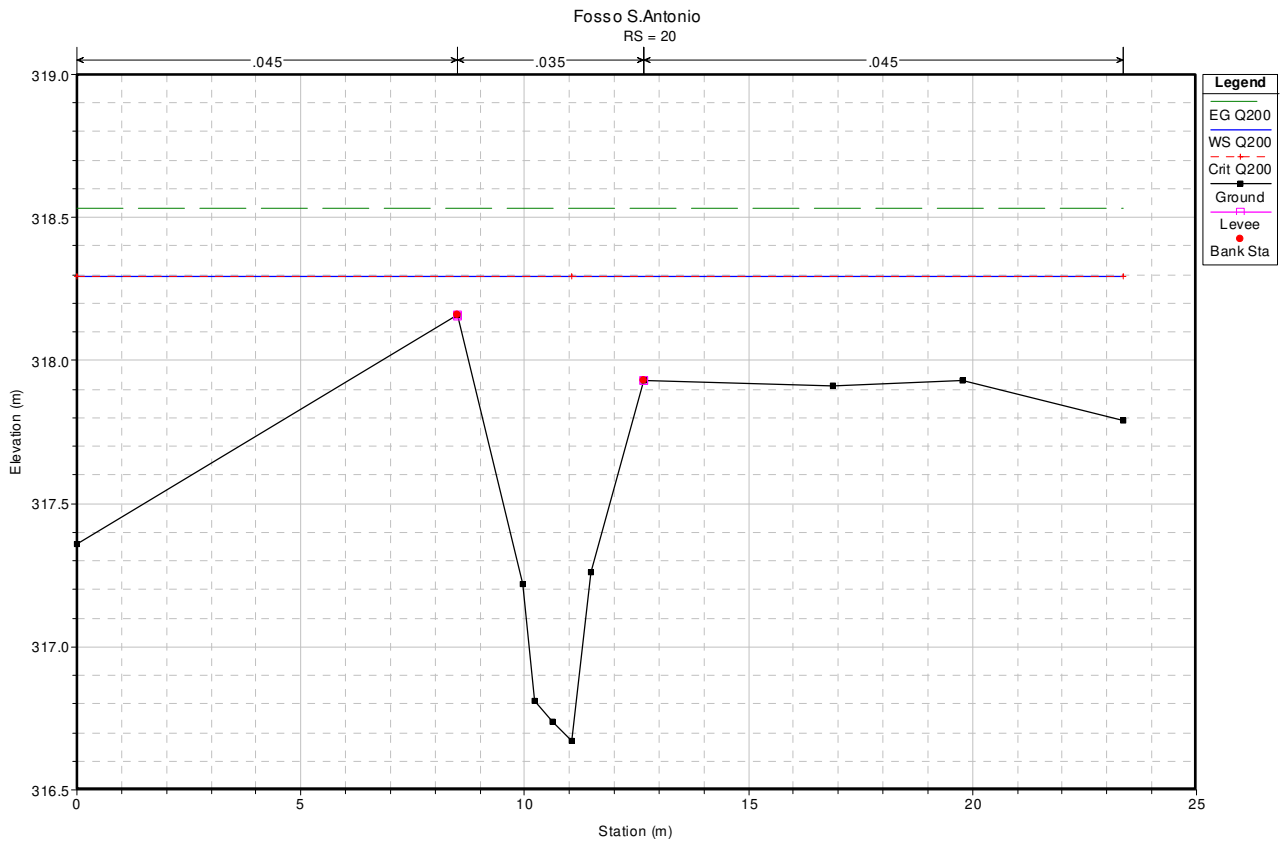




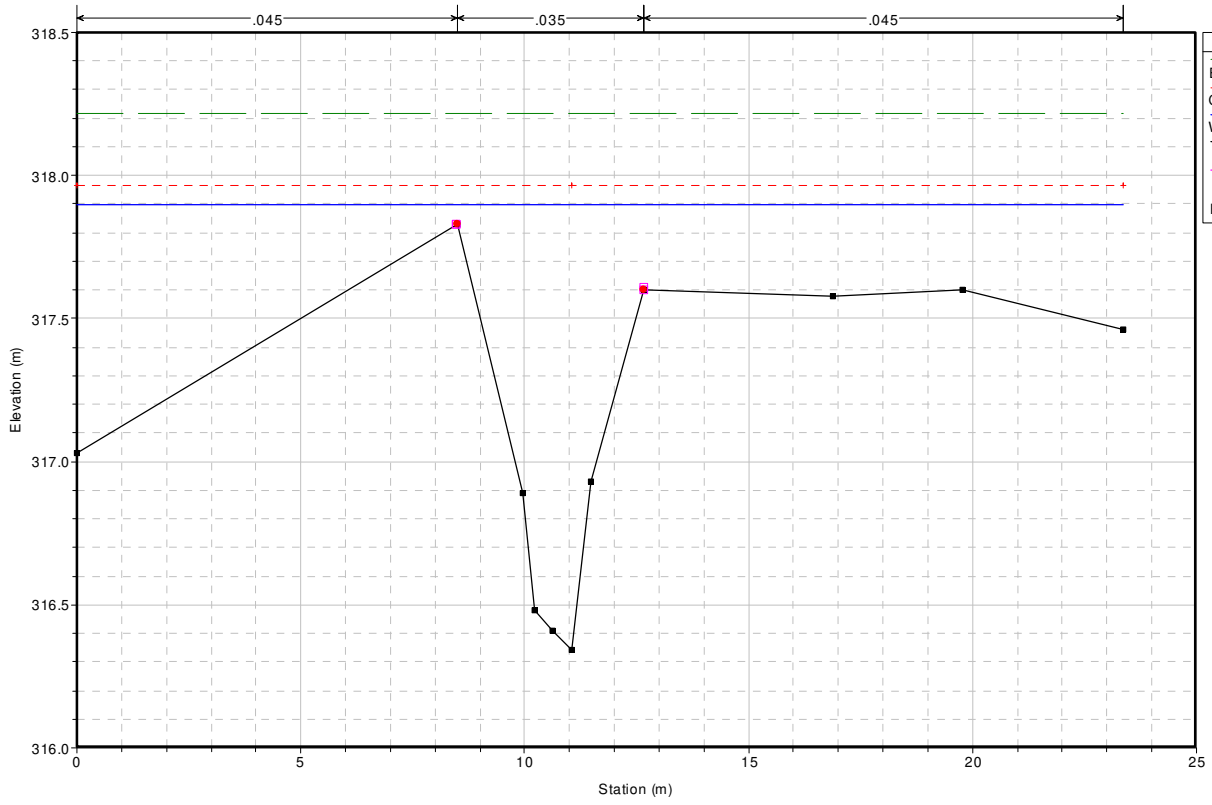








Fosso S. Antonio  
RS = 10



**Legend**

- EG Q200
- Crit Q200
- WS Q200
- Ground
- Levee
- Bank Sta

HEC-RAS Plan: prog River: F S.Antonio Reach: G Profile: Q200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
viadotto	100	Q200	23.6	319.1	320.77	320.51	321.27	0.009383	3.14	7.51	4.51	0.78
viadotto	96.2*	Q200	23.6	318.97	320.73	320.43	321.23	0.009275	3.14	7.52	4.31	0.76
viadotto	92.4*	Q200	23.6	318.85	320.67	320.35	321.18	0.00945	3.16	7.46	4.1	0.75
viadotto	88.6*	Q200	23.6	318.72	320.6	320.28	321.13	0.009992	3.23	7.3	3.9	0.75
viadotto	84.8*	Q200	23.6	318.6	320.48	320.21	321.07	0.011355	3.39	6.96	3.7	0.79
viadotto	81	Q200	23.6	318.47	320.14	320.14	320.98	0.018357	4.06	5.81	3.5	1.01
viadotto	76.*	Q200	23.6	318.37	319.92	320.05	320.89	0.022384	4.37	5.4	3.49	1.12
viadotto	71	Q200	23.6	318.27	319.89	319.94	320.78	0.01991	4.19	5.64	3.5	1.05
viadotto	66.*	Q200	23.6	318.17	319.71	319.84	320.69	0.022589	4.39	5.38	3.5	1.13
viadotto	61	Q200	23.6	318.06	319.66	319.73	320.57	0.020335	4.22	5.59	3.5	1.06
viadotto	56.*	Q200	23.6	317.94	319.49	319.66	320.46	0.022462	4.37	5.4	3.89	1.18
viadotto	51.*	Q200	23.6	317.83	319.33	319.58	320.35	0.02496	4.47	5.28	4.26	1.28
viadotto	46.*	Q200	23.6	317.71	319.22	319.48	320.23	0.027647	4.43	5.32	4.65	1.32
viadotto	41	Q200	23.6	317.59	319.12	319.39	320.09	0.028984	4.38	5.39	5.06	1.35
viadotto	39.*	Q200	23.6	317.51	319.14	319.31	319.95	0.022553	3.99	5.92	5.26	1.2
viadotto	37.*	Q200	23.6	317.43	319.06	319.23	319.87	0.022553	3.99	5.92	5.26	1.2
viadotto	35.*	Q200	23.6	317.35	318.98	319.15	319.79	0.022549	3.99	5.92	5.26	1.2
viadotto	33.*	Q200	23.6	317.27	319.44	319.07	319.67	0.005078	2.27	13.35	20.32	0.59
viadotto	31	Q200	23.6	317.19	318.99	318.99	319.6	0.015408	3.46	6.82	5.59	1
viadotto	28.25*	Q200	23.6	317.06	318.93	319.08	319.42	0.013569	3.22	9.21	20.71	0.94
viadotto	25.5*	Q200	23.6	316.93	318.64	318.86	319.33	0.023664	3.9	8.17	22.02	1.22
viadotto	22.75*	Q200	23.6	316.8	318.35	318.59	319.19	0.039445	4.54	7.6	22.04	1.54
viadotto	20	Q200	23.6	316.67	318.29	318.29	318.53	0.013643	2.76	12.62	23.37	0.91
viadotto	15.*	Q200	23.6	316.5	318	318.13	318.45	0.030518	3.74	9.55	23.37	1.33
viadotto	10	Q200	23.6	316.34	317.9	317.96	318.22	0.019739	3.18	11.12	23.37	1.09