



REGIONE PUGLIA



CITTA' DI BRINDISI

COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO "AGROVOLTAICO" PER PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 12,5 MWe POTENZA MODULI PARI A 12,52 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA - IMPIANTO DENOMINATO "BRINDISI TORMARESCA" UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI BRINDISI.

progettato e sviluppato da



Via Gen. Giacinto Antonelli n.3  
70043  
Monopoli (BA)



Ing. Emanuele Verdoscia  
Via Villafranca n.42  
73041  
Carmiano (LE)

DATI CATASTALI:

Brindisi Fg. 171 P.lla 8,9,10,21,25,532,536,677,681,683,685,687,689



Elaborato

Relazione "integrativa" di compatibilità idraulica

Tecnico

Geol. Angela Indiveri


# INDICE

PREMESSA.....	pag.1
INTERSEZIONI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO.....	pag.2
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA-IDRAULICA.....	pag.6
INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI.....	pag. 6
STIMA DELLA PORTATA AL COLMO DI PIENA.....	pag. 9
ANALISI IDRAULICA.....	pag. 15
PRIMO ATTRAVERSAMENTO.....	pag. 18
SECONDO ATTRAVERSAMENTO.....	pag. 23
TERZO ATTRAVERSAMENTO.....	pag. 28
QUARTO ATTRAVERSAMENTO.....	pag. 32
QUINTO ATTRAVERSAMENTO.....	pag. 37
SESTO E SETTIMO ATTRAVERSAMENTO.....	pag. 41
OTTAVO ATTRAVERSAMENTO.....	pag. 37
CONCLUSIONI.....	pag. 49

Allegato: sezioni morfologiche

## PREMESSA

La presente relazione in risposta alla richiesta di atti integrativi da parte della Regione Puglia (prot. uscita AOO\_064/PROT 04/03/2021 – 0003413 del DIPARTIMENTO BILANCIO, AFFARI GENERALI, INFR., ECC... e prot. AOO 159/04/03/2021 n. 2244 del DIPARTIMENTO SVILUPPO ECONOMICO, INNOVAZIONE, ISTRUZIONE, FORMAZIONE E LAVORO) in merito all' "istanza di PAUR per la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza di 12.52 MWp e opere connesse, denominato "impianto 197" ricadente nel Comune di Brindisi in località Cerano".

Le integrazioni richieste sono così sintetizzate:

- studio di compatibilità idrologica ed idraulica che analizzi gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle delle aree interessate dalla presenza delle opere elettriche, del cavidotto e di tutte le opere accessorie nei punti in cui lo stesso interseca o è prossimo al reticolo idrografico.

Per ciascun punto di intersezione tra reticolo idrografico e opere di connessione è stato effettuato uno studio di compatibilità idraulica e idrologica secondo i dettami del PAI, i cui risultati verranno illustrati nei capitoli successivi.

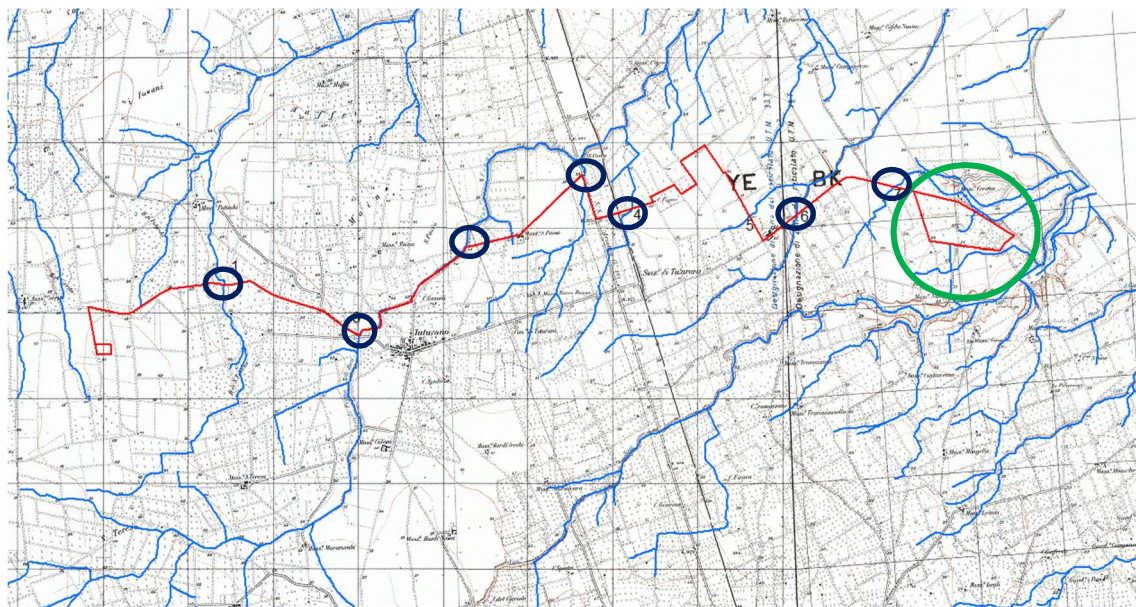
Il grado di pericolosità idraulica nelle aree studiate è stato valutato partendo dalla delimitazione del bacino idrologico nonché dalle determinazioni idrologiche – probabilistiche della portata di piena, attesa con un tempo di ritorno di 200 anni. Successivamente si è proceduto alla "Modellazione idraulica del corso d'acqua", simulando la propagazione dell'onda di piena nell'alveo, determinando l'altezza che il livello idrico potrebbe raggiungere nelle varie sezioni dello stesso.

Lo studio idrogeologico ed idraulico coordinato è così strutturato:

- studio morfologico e litologico del bacino sotteso con la caratterizzazione del reticolo idrografico;
- quantificazione idrologica dei deflussi;
- rilievo topografico;
- simulazione idraulica delle portate transienti con l'impiego del codice **HEC – RAS** secondo lo schema di moto permanente monodimensionale.

## INTERSEZIONI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Il reticolo idrografico di interesse corrisponde ad un tratto di un corso d'acqua noto come Canale Fiume Grande, insieme ad alcuni suoi affluenti, che ha come recapito finale il mar Adriatico (circa 8.5 Km a E del centro abitato di Brindisi). Esso scorre essenzialmente in direzione SW-NE all'interno del territorio del comune di Brindisi (Fig.1).

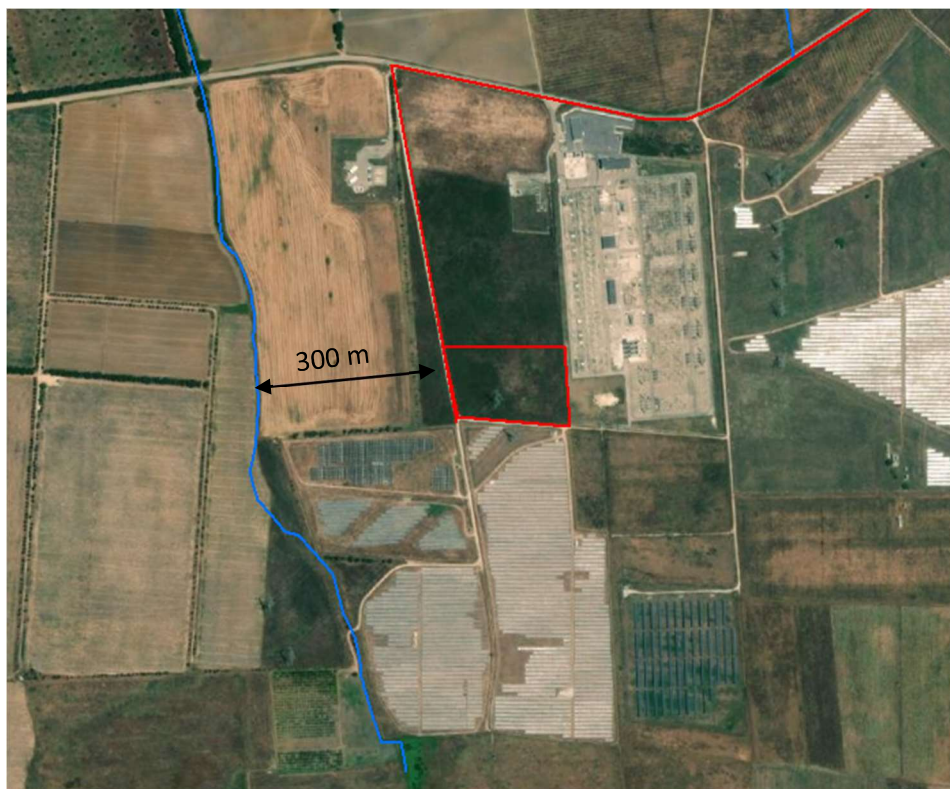


**Fig. 1 – Inquadramento generale del campo e del percorso del cavidotto. I cerchietti blu indicano le interferenze analizzate e in verde l'area già studiata nella relazione presentata.**



## CABINA DI COLLEGAMENTO

La cabina di consegna è esterna alle aree di pertinenza fluviale come mostrato in figura 2 che riporta la distanza rispetto al reticolo idrografico



**Fig. 3 – Ubicazione cabina di consegna rispetto al reticolo idrografico.**

## CAVIDOTTO DI COLLEGAMENTO

La linea di connessione in questione viaggerà essenzialmente sotto la sede stradale. Il tracciato del cavidotto interseca in più punti il reticolo idrografico. Alcuni di essi sono individuati in corrispondenza di infrastrutture idrauliche e altri seguono la naturale morfologia del terreno.

Relativamente alle modalità di attraversamento delle aree allegabili la tecnica di posa è quella mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) ad una profondità che prevede un franco di sicurezza rispetto al fondo alveo, in modo da non interferire con l'attuale assetto idraulico dei luoghi.

## **Attraversamento del reticolo con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)**

In prossimità del reticolo idrografico il cavidotto elettrico verrà spinto oltre il reticolo con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata T.O.C..

Tale tecnica consente di posare, per mezzo della perforazione orizzontale controllata, linee di servizio sotto ostacoli quali strade, fiumi e torrenti, edifici e autostrade, con scarso o nessun impatto sulla superficie. Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare il percorso della trivellazione e correggere in tempo reale gli eventuali errori.



### **Sistema di trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)**

L'esecuzione della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) consta essenzialmente di due fasi di lavoro:

- In una prima fase, dopo aver piazzato la macchina perforatrice, si realizza un foro pilota, infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste che guidate opportunamente dalla testa, crea un percorso sotterraneo che va da un pozzetto di partenza a quello di arrivo;
- Nella seconda fase si prevede che il recupero delle aste venga sfruttato per portarsi dietro un alesatore che, opportunamente avvitato al posto della testa,



## STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA-IDRAULICA

Di seguito verranno riportati i risultati dello studio di compatibilità idrologica-idraulica effettuato per ciascun punto di interferenza rilevante tra il reticolo idrografico e le opere di connessione. In particolare, per ciascuna intersezione si procederà nel modo seguente:

- individuazione del bacino idrografico e relativo reticolo;
- stima della portata al colmo di piena;
- analisi idraulica;
- calcolo erosione alveo.

### INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

L'individuazione del bacino idrografico è stata ottenuta attraverso la ricostruzione del modello digitale del terreno (DEM) facendo riferimento ai dati cartografici informatizzati reperibili dal SIT Puglia. Nello specifico i dati topografici di partenza sono stati elaborati al fine di ottenere un DEM formato Grid che consente un'analisi topografica di maggiore dettaglio rispetto ad una elaborazione in formato TIN.

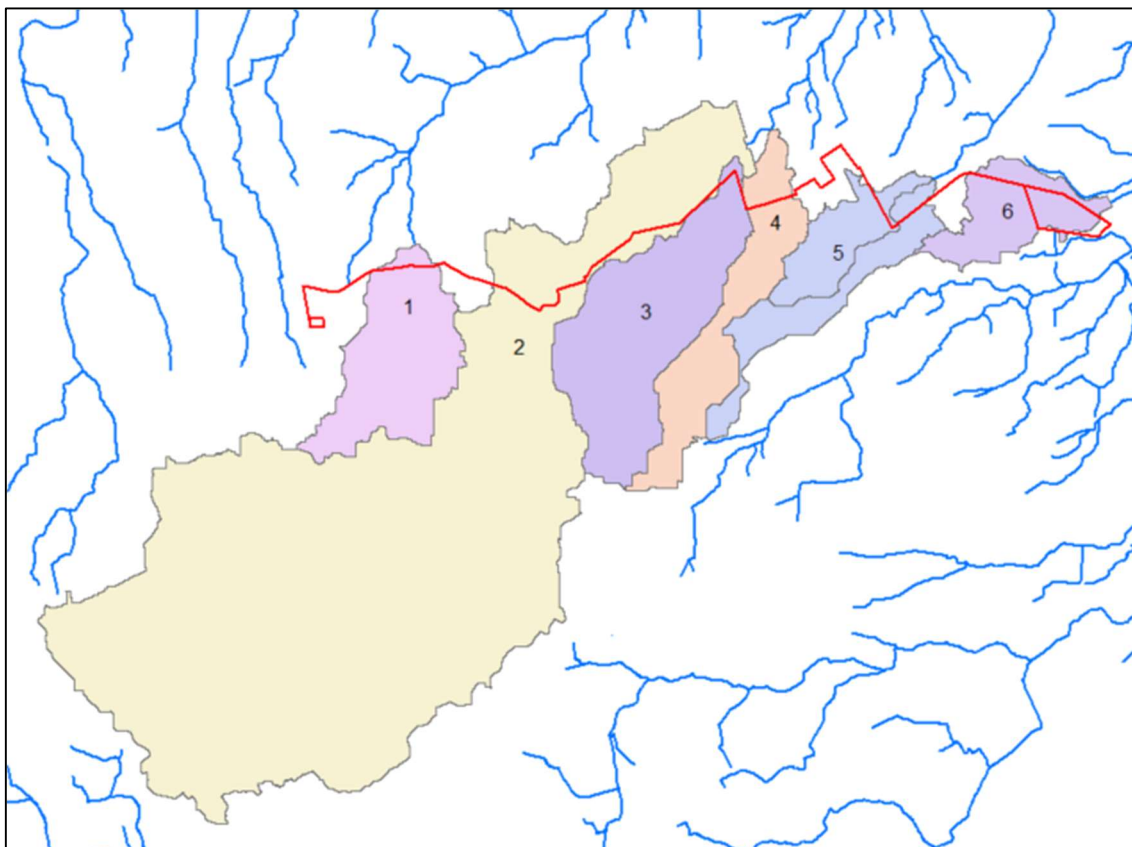
Attraverso l'utilizzo di software tipo GIS è stato possibile determinare il bacino idrografico afferente alla sezione di imposta ubicata a circa 500 m a valle dei vari siti oggetto di studio in maniera tale da non risentire delle condizioni al contorno e a vantaggio della sicurezza, sovrastimando la portata al colmo di piena.

Di seguito sono riportati i dati relativi alle caratteristiche dei tratti di reticolo utilizzati per effettuare l'analisi idrologica.

	BACINO IDROG. 1	BACINO IDROG. 2	BACINO IDROG. 3	BACINO IDROG. 4	BACINO IDROG. 5	BACINO IDROG.6
Area	3.45 Km <sup>2</sup>	32 Km <sup>2</sup>	5.28 Km <sup>2</sup>	3 Km <sup>2</sup>	3 Km <sup>2</sup>	0.88 Km <sup>2</sup>
Altezza media	57 m s.l.m.	58 m s.l.m.	43 m s.l.m.	40 m s.l.m.	34 m s.l.m.	33.7 m s.l.m.
Quota max	65 m s.l.m.	78 m s.l.m.	56 m s.l.m.	54 m s.l.m.	46 m s.l.m.	40 m s.l.m.
Quota min	46 m s.l.m.	28 m s.l.m.	28 m s.l.m.	28 m s.l.m.	25 m s.l.m.	23 m s.l.m.
Lunghezza asta fino al displuvio	4211 m	14500 m	4835 m	4835 m	3800 m	1085 m
Pendenza	0.45 m/m	0.33 m/m	0.38 m/m	0.38 m/m	0.33 m/m	0.33 m/m

**Tab. 1: Caratteristiche reticoli.**

In particolare, lungo gli assi di scorrimento sono state rilevate diverse sezioni morfologiche perpendicolari alla direzione di flusso per ciascun reticolo studiato (Fig. 4). Il calcolo della portata di colmo è stato eseguito in corrispondenza della sezione di chiusura di ciascun bacino idrografico.



**Fig. 4: Bacino idrografico studiato con relativo reticolo su base IGM.**





**Fig. 4 – Stralcio ortofoto con sezioni morfologiche (in verde) e opere di connessione (in rosso).**

## STIMA DELLA PORTATA AL COLMO DI PIENA

### Dati pluviometrici

La curva segnalatrice di possibilità pluviometrica è stata individuata secondo il metodo probabilistico TCEV. I risultati, riportati nel sito dell'Autorità di Bacino della Puglia, suddividono la Puglia in sei sottozone omogenee, ognuna caratterizzata da parametri diversi.

L'area di studio ricade all'interno della zona **sei** (Puglia meridionale-Salento), in cui la curva di probabilità pluviometrica ha la seguente formula:

$$x(t,z) = 33.7 t^{(0.488 + 0.0022 z / 3.178)}$$

Dopo aver trovato il valore di  $X_t$  (per prefissato tempo di ritardo) si calcola il fattore di crescita  $K_t$  in funzione del tempo di ritorno, utilizzando la formula:

$$K_t = a + b \ln T$$

$$a = 0,1599$$

$$b = 0,5166$$

$T$  = tempo di ritorno

A questo punto il valore della pioggia è dato da:  $P = X_t \cdot K_t$



**Fig.5 –  
Sottozone  
omogenee  
(TCEV)**

## Cenni metodologici: il CN dell'SCS

Il metodo usualmente denominato “curve number” CN ed elaborato dal Soil Conservation Service (SCS) assume che la produzione del volume di deflusso superficiale,  $Q$ , sia data dalla seguente espressione:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{(P - I)}$$

in cui:

$F$  = volume specifico infiltrato;

$S$  = volume specifico di saturazione di un terreno;

$P$  = precipitazione;

$I$  = assorbimento iniziale;

quindi, tenendo conto dell'equazione di continuità:

$$F = P - I - Q$$

dalla precedente, si ottiene :

$$Q = \frac{(P - I)^2}{(P - I + S)}$$

Il volume specifico di saturazione dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, fattori che vengono espressi, per mezzo del CN, attraverso la seguente relazione:

$$S = S_0 \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

in cui:

- $S_0$  è un fattore di scala, pari a 254 se la pioggia viene espressa in mm;
- CN è il parametro di cui sopra, che può essere un valore compreso fra zero e cento.



Tale modello, quindi, prende in considerazione le due variabili I ed S. In realtà, il termine I rappresenta un volume specifico di pioggia, generalmente sottratto a priori al bilancio in esame, che descrive in modo globale diversi processi, quali l'intercettazione, l'accumulo nelle depressioni superficiali, l'imbibimento iniziale del terreno. Nella procedura SCS-CN standard, I viene valutato come una quota parte di S, specificatamente il 20%.

Resta, infine, da definire come si determina il parametro CN. Tale parametro, come abbiamo già accennato, è funzione della permeabilità, dello stato di umidità del suolo al momento dell'evento meteorico in esame e dell'uso del suolo.

#### Modalità esecutive

Nel presente studio, la valutazione del parametro CN è stata eseguita secondo le indicazioni del Maione sia per quel che riguarda le espressioni matematiche, sia per la tabella uso del suolo-permeabilità, sia per la valutazione dell'umidità del suolo, supportate da valutazioni conseguenti ad indagini effettuate in loco.

Si riporta di seguito uno schema della metodologia adottata.

Classificazione del suolo secondo quattro classi di permeabilità ottenute dal confronto delle formazioni geologiche presenti nel bacino con tabelle di conversione estratte da studi precedenti:

<b>Tipo idrologico di suolo</b>	<b>Descrizione</b>
<b>A = MOLTO PERMEABILE</b>	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
<b>B = POCO PERMEABILE</b>	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione
<b>C = QUASI IMPERMEABILE</b>	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
<b>D = IMPERMEABILE</b>	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Determinazione dell'umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico e riconoscimento di tre classi (classi AMC, Antecedent Moisture Condition), in funzione della pioggia caduta nei cinque giorni precedenti.

AMC	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	< 13 mm	< 36 mm
II	13 - 28 mm	36 - 53
III	> 28 mm	> 53 mm

Determinazione dell'uso del suolo;

Uso del Suolo	A	B	C	D
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aree agricole con presenza di spazi naturali</li> <li>• Seminativi in aree non irrigue</li> <li>• Vigneti non irrigui</li> <li>• Colture temporanee associate a colture permanenti</li> <li>• Frutteti e frutti minori non irrigui</li> </ul>	62	71	78	81
Aree Urbane	92	92	92	92
Area residenziale	77	85	90	92
Bacini d'acqua	100	100	100	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo</li> <li>• Colture orticole a ciclo estivo autunnale/primaverile</li> <li>• Colture orticole a ciclo primaverile-estivo</li> <li>• Frutteti e frutteti minori irrigui</li> <li>• Oliveti irrigui</li> <li>• Sistemi colturali e particellari complessi</li> <li>• Vigneti irrigui</li> <li>• Sistemi colturali e particellari complessi</li> <li>• Vigneti irrigui</li> </ul>	72	81	88	91
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Zone Boscate	45	66	77	83

*valori del CN in funzione del gruppo geolitologico e dell'uso del suolo*

Tenendo conto della stagione in cui ricade l'evento in esame, rispetto al periodo di crescita delle piante, si hanno le seguenti espressioni per la valutazione del CN:

$$CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{10 - 0.058 \cdot CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$



I CN(II) è definito dalla tabella a doppia entrata uso del suolo-permeabilità.

Per lo studio in oggetto, attraverso l'utilizzo di tecniche GIS, sono stati calcolati i seguenti valori relativi alle diverse condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento (AMC I, II e III).

### Elaborazione e analisi dei risultati

Per il calcolo della portata è stata considerata la sezione di chiusura dei bacini idrografici studiati, ai fini della sicurezza.

Sempre a tale scopo, il terreno del bacino è stato considerato completamente saturo, per cui come coefficiente si è utilizzato il CN III.

	Sezione 324	Sezione 312	Sezione 94	Sezione 70	Sezione 63	Sezione 240
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Terreno coltivato	3.16	30	5	2.8	3	1.16
Incolto	0.25	0.34	0.00	0.1	0.00	0.1
Area urbana	0.04	1.36	0.28	0.1	0.1	0.14
CN (II)	61	63	64	61	63	64
<b>CN (III)</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>80</b>

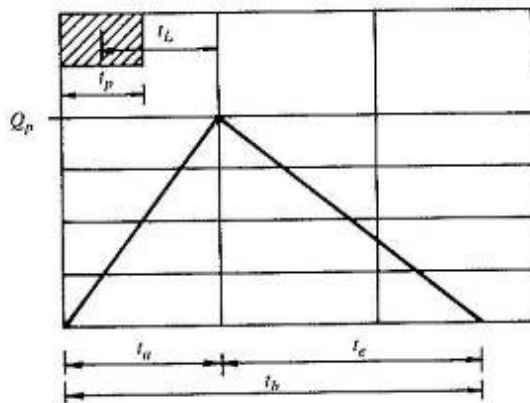
**Tab. 2: Caratterizzazione areale dell'uso del suolo e valori del CN**

Tali valori consentono di ricavare il valore della pioggia netta e dell'afflusso nelle ipotesi di istogramma rettangolare di durata pari al tempo di ritardo del bacino, nel seguito definito e determinato.

Per il calcolo della portata al colmo, si è utilizzata la metodologia proposta dal Soil Conservation Service. Questo metodo considera un idrogramma approssimato di forma triangolare con una fase crescente di durata  $t_a$  (tempo di accumulo) ed una fase di esaurimento di durata  $t_e$  (tempo di esaurimento) e il cui volume  $V$ , in m<sup>3</sup>, ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_p}{2}(t_a + t_e) = \frac{Q_p \cdot t_b}{2}$$

con  $t_b$  durata dell'evento di piena.



**Fig. 6 - Idrogramma triangolare utilizzato per il calcolo della portata al colmo con il metodo SCS**

A seguito di analisi sperimentali dell'SCS è stato stabilito che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico che è pari al 37.5% del volume totale  $V$  di deflusso, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0.375 volte la durata dell'evento di piena  $t_b$  e pertanto:

$$t_b = 2.67 \cdot t_a$$

Di conseguenza è possibile esprimere la portata al colmo secondo al relazione qui di seguito riportata:

in cui: 
$$Q_p = 0.208 \cdot \frac{V \cdot A}{t_a}$$

$V$  = volume di deflusso espresso in mm;

$A$  = area del bacino espressa in Km<sup>2</sup>;

$t_a$  = tempo di accumulo espresso in h.

La determinazione di  $t_a$ , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante, di durata  $t_p$  e indicando con  $t_L$  il tempo di ritardo (distanza tra il baricentro dello istogramma ed il picco dell'idrogramma triangolare), si effettua con la semplice relazione:

$$t_a = 0.5 \cdot t_p + t_L$$

Per la determinazione del tempo di ritardo, espresso in ore, si utilizza la formula di Mockus:

$$t_L = 0.342 \cdot \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \cdot \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

in cui  $s$  è la pendenza del bacino espressa in percentuale,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale, prolungata fino alla displuviata espressa in Km.

Sulla base di determinazioni empiriche effettuate dall'SCS, è possibile affermare che il rapporto  $t_L/t_c$  è pari a 0,6 con  $t_c$  tempo di corrivazione del bacino. Attraverso la convoluzione di tale afflusso netto con l'idrogramma definito dal SCS, precedentemente valutato per i bacini in esame, si ottengono i risultati contenuti nelle seguente tabella

Sezioni Bacino	Q200 (m <sup>3</sup> /s)
324	8.47
312	28
94	15.76
70	7.58
63	7.6
240	4.78

**Tab. 3: Tempo di corrivazione e di accumulo e portata al colmo di piena per il bacino in esame e per il tempo di ritardo determinato con il metodo SCS.**

## ANALISI IDRAULICA

### Cenni metodologici

Per la realizzazione dell'analisi si è utilizzato il software HEC-RAS, prodotto della U.S. Army Corps of Engineers, Hydrology Engineers Center, validato a livello internazionale per gli studi idraulici dei corsi d'acqua.

Il modello è in grado di effettuare simulazioni di tipo monodimensionale del fenomeno di propagazione dell'onda di piena su corsi d'acqua, una volta fornite tutte le informazioni necessarie circa la geometria di un numero sufficiente di sezioni trasversali. Il programma consente, inoltre, di inserire sezioni trasversali fittizie, interpolando quelle rilevate e risolve il problema dell'individuazione del livello della corrente in un'assegnata sezione, tenendo conto delle seguenti ipotesi:

- il moto è permanente;
- il flusso è monodimensionale;
- i canali hanno pendenza lieve (1:10).

## Modalità esecutive

Il lavoro si è articolato come di seguito indicato:

- input dei dati geometrici;
- inserimento dei dati inerenti le portate di verifica;
- definizione delle condizioni al contorno;
- esecuzione della modellazione.

Per tutte le sezioni esaminate è stato assunto come coefficiente di Manning pari a 0.045 scaturito dallo studio analitico dei luoghi eseguito secondo l'equazione di Cowan. Per i tratti di canale cementati è stato utilizzato un coefficiente pari a 0.03:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

dove:

- $n_0$  = la quota parte di scabrezza corrispondente ad un alveo rettilineo con andamento uniforme regolare;
- $n_1$  = il valore aggiuntivo che tiene conto della irregolarità della superficie dell'alveo;
- $n_2$  = il contributo alla scabrezza dovuto alle variazioni di forma e dimensioni delle sezioni trasversali lungo il tratto in esame;
- $n_3$  = il valore tiene conto di ostruzioni quali detriti, alberi morti, ecc;
- $n_4$  = il contributo dovuto alla presenza di vegetazione;
- $m_5$  = un fattore di correzione per alveo meandriforme;

I coefficienti di espansione e contrazione assunti, sono compresi tra 0,1 e 0,3 (infatti, non ci sono bruschi cambiamenti di sezione).

Infine, si precisa che i fenomeni di trasporto solido non sono stati oggetto di studio e che la verifica idraulica è stata condotta considerando le sezioni fluviali libere e quindi non interessate da fenomeni di occlusione, che altrimenti comporterebbero effetti peggiorativi.

## Elaborazione e analisi dei risultati

Nelle figure che seguono vengono visualizzati i risultati delle elaborazioni definitive effettuate in condizioni di moto permanente.

È possibile osservare sia i profili del pelo libero che le sezioni del corso d'acqua esaminato.

Per ciascuna sezione, sono riportate le quote del tirante idrico (W.S. Water Surface) e dell'energia (EG) per le tre portate inserite.

Nella tabella successiva, si riportano le informazioni, ottenute dall'elaborazione che si riferiscono a grandezze significative quali: altezza critica, velocità, numero di Froude, il livello idrico per ogni sezione e per ciascun profilo.

Esportando dal software Hec – Ras i risultati ottenuti, è stato possibile effettuare la perimetrazione delle aree inondabili.

È stato delineato 1 profilo relativo al tempo di ritorno di 200 anni che individua

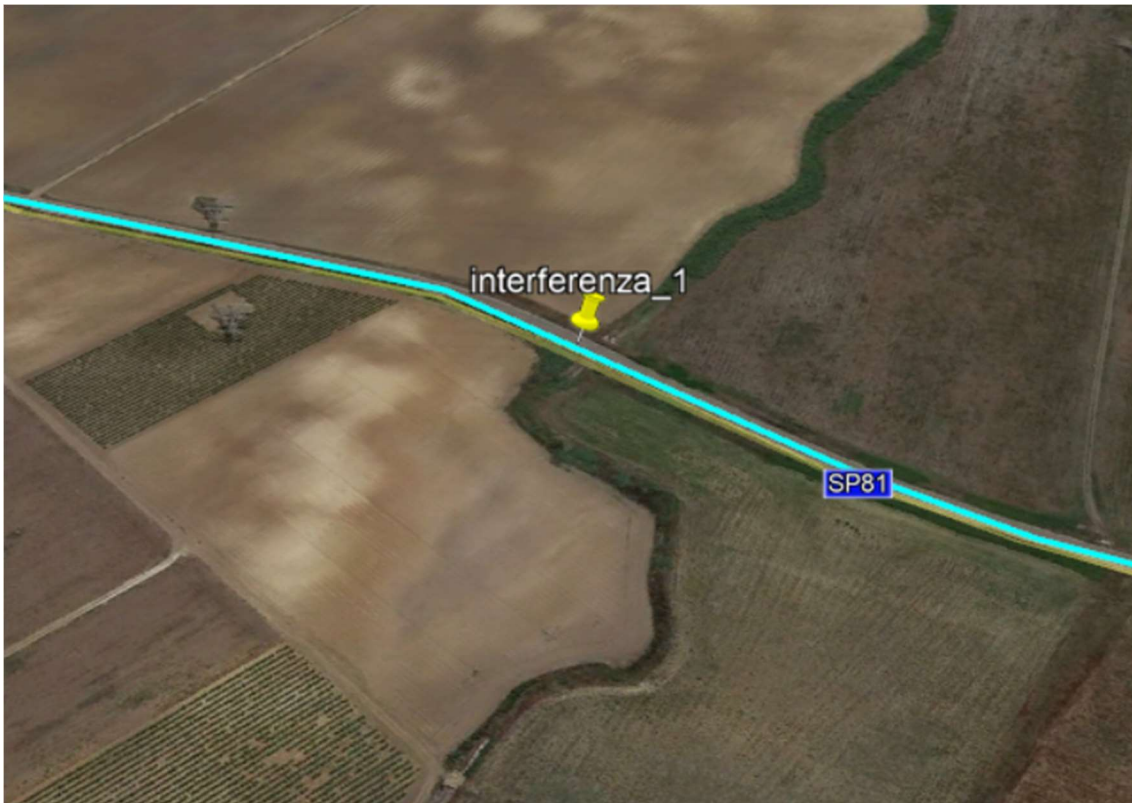
- le aree a media probabilità d'inondazione ( $Tr = 200$  anni).

La perimetrazione delle aree inondabili è stata effettuata in ambiente GIS creando un file raster delle fasce di allagamento dato dal risultato dell'unione dei punti dello shape puntuale "Water Surface Extent" generato da Hec-ras, il quale riporta l'intercetta dei tiranti idrici e dal DTM del bacino idrografico (relativi al tempo di ritorno dei 200 anni) sulle varie sezioni studiate, con il risultato di visualizzare immediatamente l'altezza del tirante idrico.



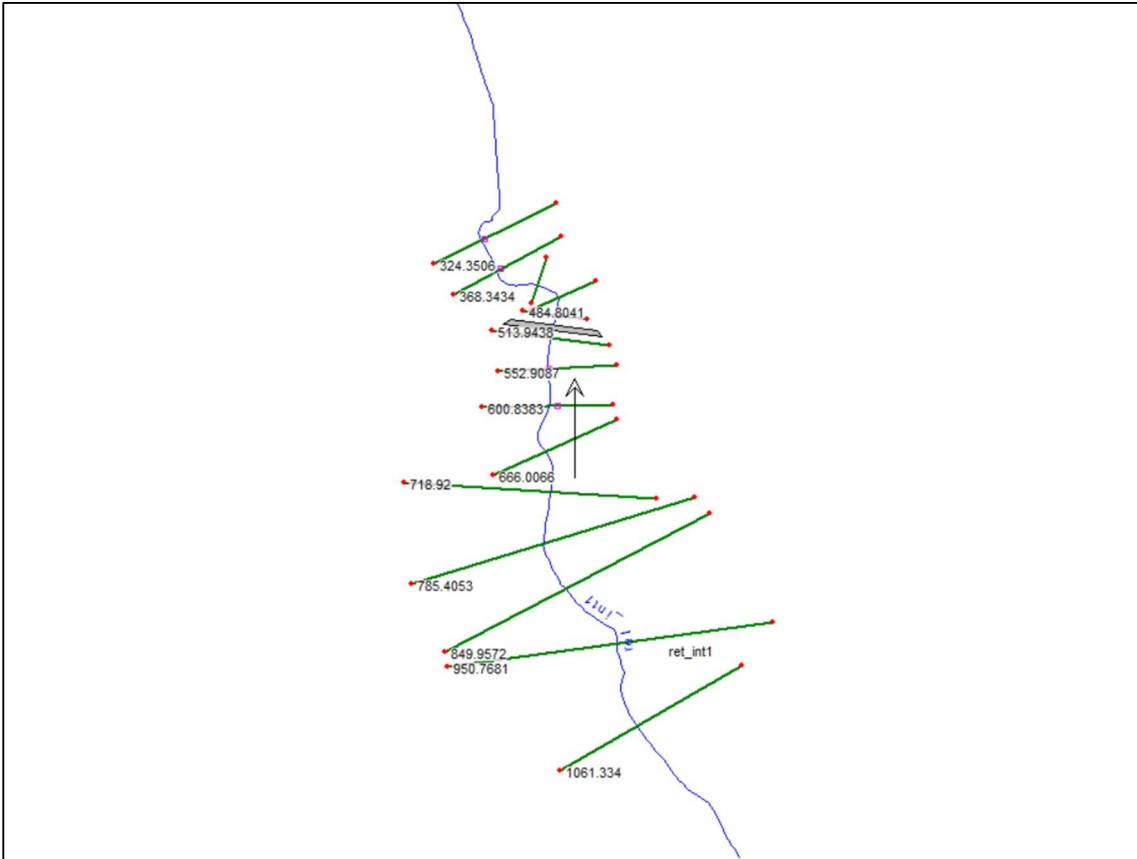
## PRIMO ATTRAVERSAMENTO

In questo tratto il cavidotto viaggia lungo la SP 81 fino a raggiungere il ponte che interseca un affluente del Canale Fiume Grande.

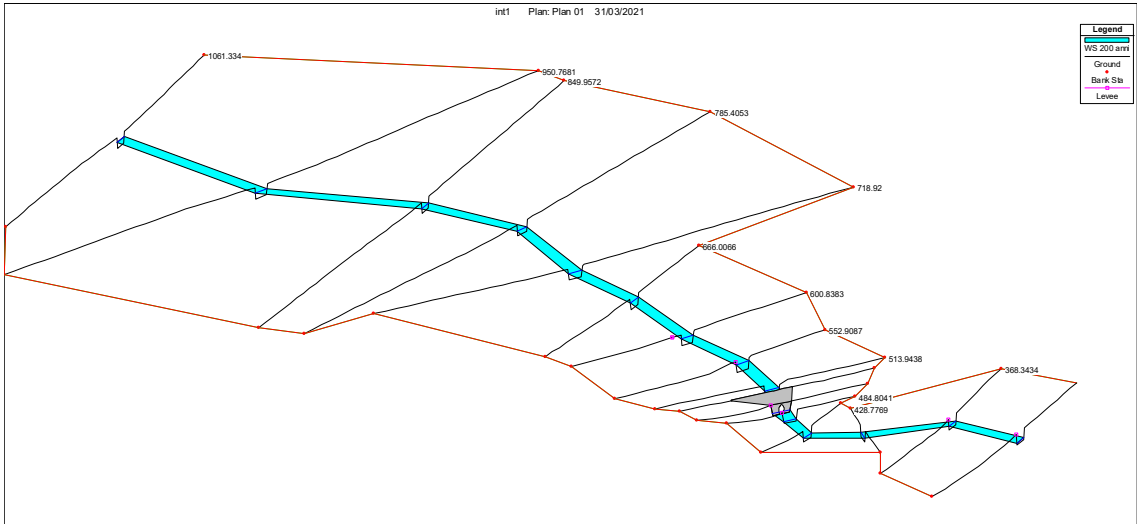


**Fig. 7 – Foto google con evidenza dell’intersezione tra cavidotto (tracciato in celeste) e il reticolo idrografico.**

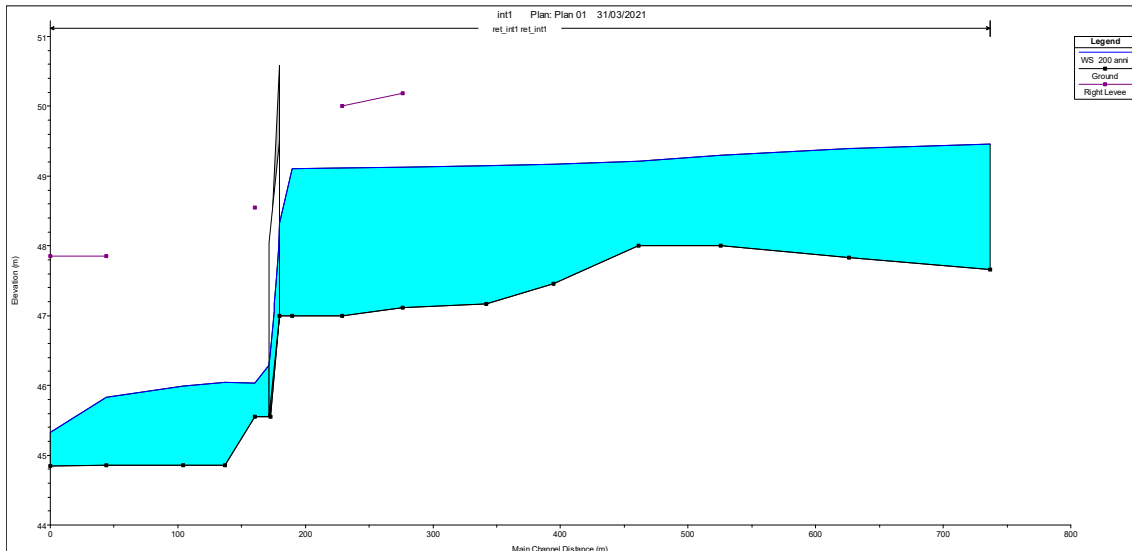
L’attraversamento sarà realizzato in perpendicolare al canale mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) ad una profondità di 1.8 m rispetto al piano campagna. Per verificare la compatibilità idraulica dell’intervento e la profondità di attraversamento del cavidotto, è stata eseguito lo studio idrologico-idraulico del canale i cui risultati sono di seguito riportati.



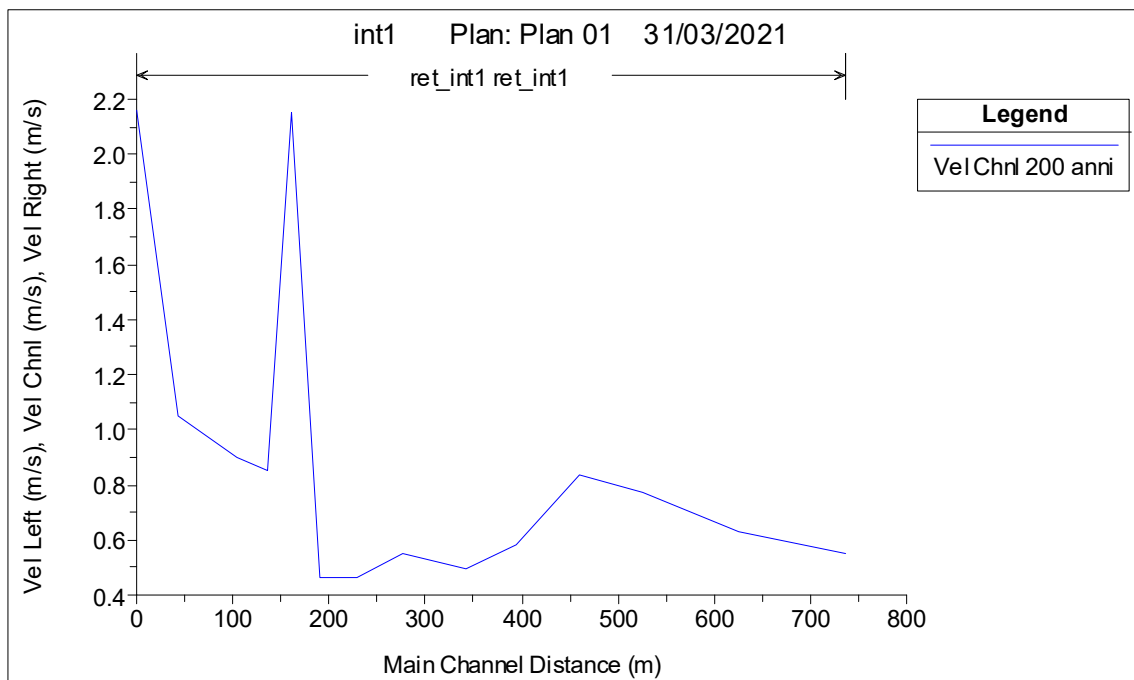
**Fig. 8 – Schema planimetrico.**



**Fig. 9 – Visione prospettica.**



**Fig. 10 – Profilo tirante idraulico.**



**Fig. 11 – Profili velocità.**

Il tratto di reticolo idrografico studiato risulta regimentato all'interno di un canale prefabbricato a sezione trapezoidale (fig. 12). In corrispondenza del ponte, la sezione del canale cambia per la presenza di un "culvert" (fig.13).



**Fig. 12 – Particolare del canale prefabbricato.**



**Fig. 13 – Particolare della sezione del canale in corrispondenza del ponte stradale.**

La fascia di allagamento relativa ai 200 anni è compresa all'interno del canale (fig.14).

Nella tabella successiva, si riportano le informazioni, ottenute dall'elaborazione che si riferiscono a grandezze significative quali: altezza critica, velocità, numero di Froude, il livello idrico per ogni sezione e per ciascun profilo.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
ret_int1	1061.334	200 anni	8.47	47.66	49.46	48.14	49.47	0.000424	0.55	15.46	9.20	0.13
ret_int1	950.7681	200 anni	8.47	47.83	49.40		49.42	0.000645	0.63	13.43	9.08	0.17
ret_int1	849.9572	200 anni	8.47	48.00	49.30		49.33	0.001182	0.77	10.95	8.87	0.22
ret_int1	785.4053	200 anni	8.47	48.00	49.21		49.24	0.001487	0.83	10.14	8.80	0.25
ret_int1	718.92	200 anni	8.47	47.46	49.17		49.18	0.000499	0.58	14.63	9.14	0.15
ret_int1	666.0066	200 anni	8.47	47.17	49.15		49.16	0.000313	0.49	17.14	9.32	0.12
ret_int1	600.8383	200 anni	8.47	47.11	49.12	47.64	49.14	0.000399	0.55	15.45	8.34	0.13
ret_int1	552.9087	200 anni	8.47	47.00	49.11	47.48	49.12	0.000256	0.46	18.38	9.41	0.11
ret_int1	513.9438	200 anni	8.47	47.00	49.10	47.48	49.11	0.000260	0.46	18.28	9.40	0.11
ret_int1	500											
		Culvert										
ret_int1	484.8041	200 anni	8.47	45.55	46.03	46.03	46.27	0.028325	2.15	3.94	8.32	1.00
ret_int1	461.437	200 anni	8.47	44.86	46.05	45.34	46.08	0.001568	0.85	9.97	8.79	0.25
ret_int1	428.7769	200 anni	8.47	44.86	45.99		46.03	0.001849	0.90	9.44	8.75	0.28
ret_int1	368.3434	200 anni	8.47	44.86	45.83	45.34	45.89	0.002980	1.05	8.08	8.65	0.35
ret_int1	324.3506	200 anni	8.47	44.85	45.33	45.33	45.57	0.028617	2.16	3.92	8.32	1.00





**Fig. 14 – Stralcio Ortofoto con tratti di reticolo verificato idraulicamente. In rosso il tracciato del cavidotto.**

Non è stato necessario calcolare l'entità dei fenomeni erosivi del fondo alveo in corrispondenza dell'attraversamento poiché, come già detto, il reticolo idrografico risulta regimentato all'interno di un canale prefabbricato (fig. 12-13).

Sulla base di questi risultati si può ragionevolmente affermare che le operazioni di attraversamento controllato non interferiscono con le aree a pericolosità idraulica.



## SECONDO ATTRAVERSAMENTO

In questo tratto il cavidotto viaggia lungo la SP 81 fino a raggiungere l'incrocio con la strada comunale Santa Filomena, per poi proseguire verso N sulla stessa strada. L'intersezione tra cavidotto e reticolo idrografico è localizzata in corrispondenza del ponte all'incrocio delle strade di cui sopra e che interessa il Canale Foggia di Rau. Una volta attraversato questo punto, il cavidotto prosegue verso nord sotto il manto stradale, di fianco al canale (destra idraulica) fino ad incrociare la SP 79 in corrispondenza di un'altra struttura idraulica.



**Fig. 15 – Foto google con evidenza dell'intersezione tra cavidotto (tracciato in celeste) e il reticolo idrografico.**

L'attraversamento sarà realizzato in perpendicolare al canale mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) ad una profondità di 3 m rispetto al piano stradale (fig. 16). Per verificare la compatibilità idraulica dell'intervento e la profondità di attraversamento del cavidotto, è stata eseguito lo studio idrologico-idraulico del canale i cui risultati sono di seguito riportati.

Anche in questo caso non è stato necessario calcolare l'entità dei fenomeni erosivi del fondo alveo in corrispondenza dell'attraversamento poiché in quel tratto il reticolo idrografico risulta regimentato all'interno di un canale prefabbricato a sezione trapezoidale, per cui si fa riferimento solo alle aree inondabili con tempo di ritorno dei 200 anni.

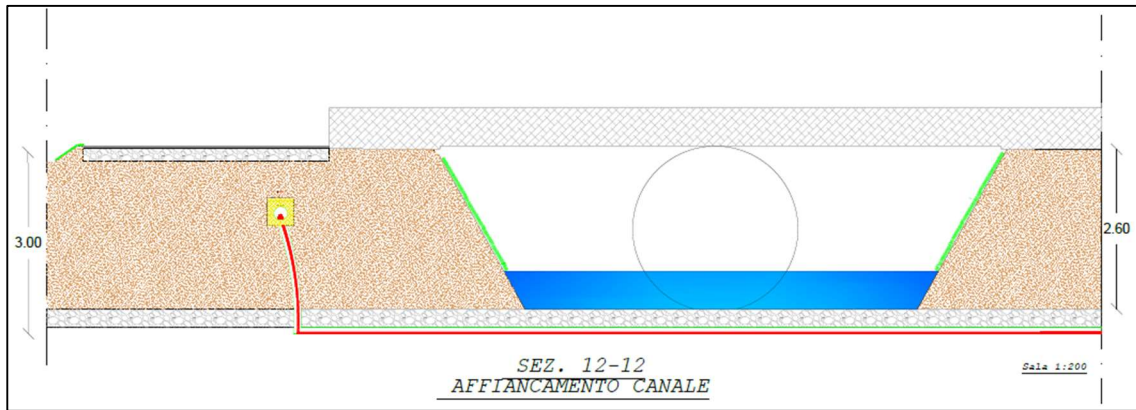


Fig. 16 – Attraversamento del canale.

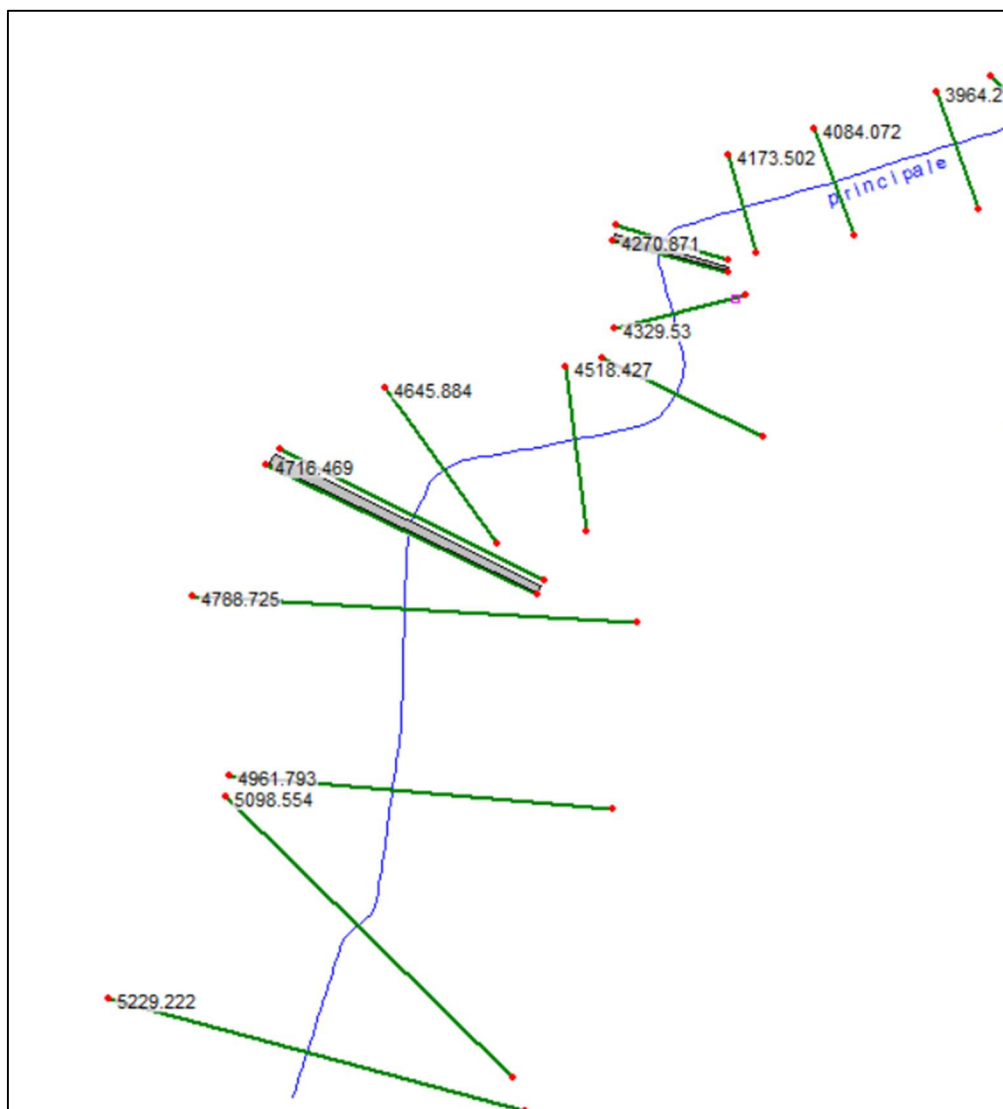
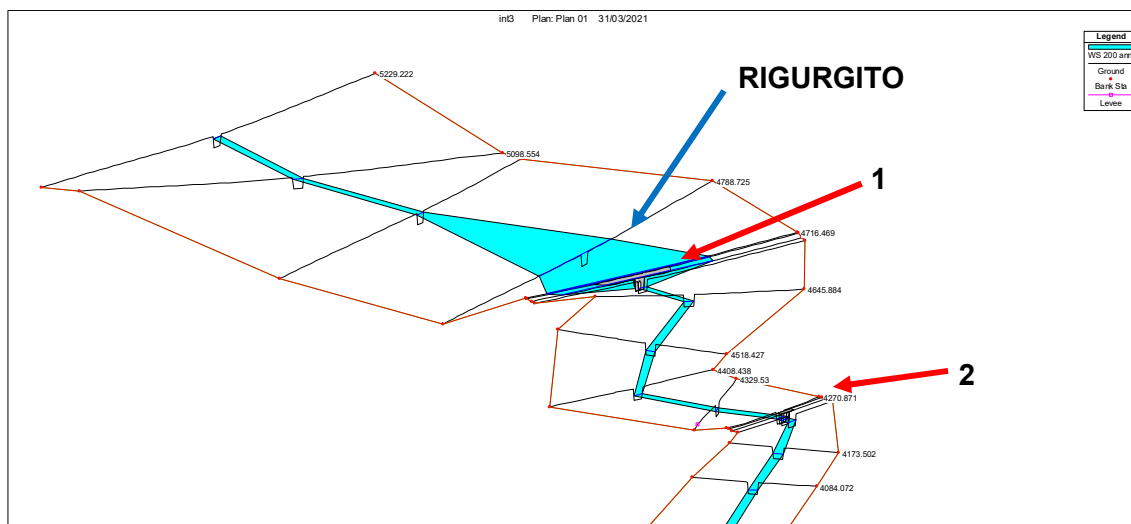


Fig. 17 – Schema planimetrico.



**Fig. 18 – visione prospettica.**

Dallo studio di compatibilità idrologica-idraulica è emerso che la fascia di allagamento dei 200 anni è compresa all'interno del canale artificiale, ma nelle vicinanze della infrastruttura idraulica n. 1 (fig. 18) avviene il fenomeno del cosiddetto “rigurgito”, che comunque non interessa l’area di attraversamento del cavidotto che risulta in sicurezza idraulica (fig. 19).



**Fig. 19 – Foto google con evidenza del tracciato del cavidotto (in rosso) e la fascia di allagamento dei 200 anni (in celeste).**



Dopo questo attraversamento il cavidotto viaggia lungo la strada comunale Santa Filomena, di fianco al canale (destra idraulica) fino ad incrociare la SP 79 in corrispondenza di un'altra struttura idraulica che verrà trattata nel punto successivo.



Fig. 20 – Foto google con evidenza del tracciato del cavidotto (tracciato in celeste).

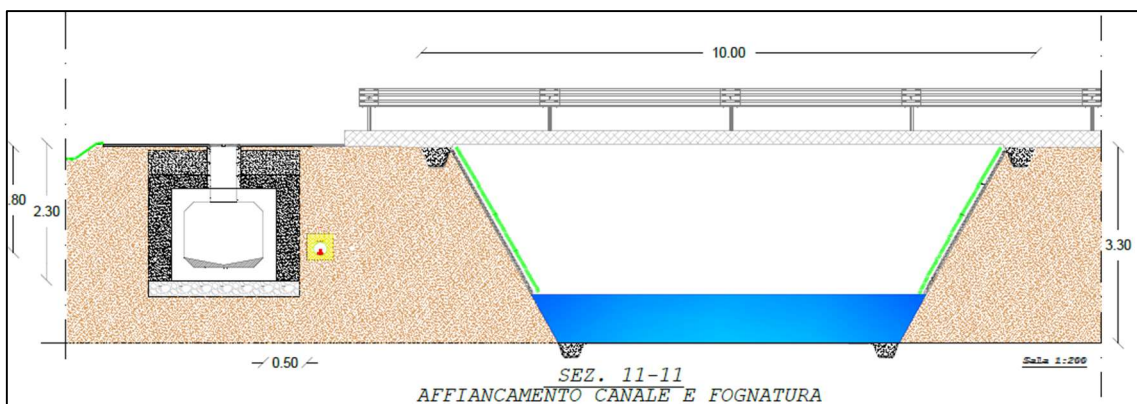


Fig. 21 – Sezione del cavidotto ubicato di fianco al canale tracciata in fig.19.

Dato che l'area di allagamento è compresa all'interno del canale, le operazioni di attraversamento controllato non interferiscono con le aree a pericolosità idraulica.



**Fig. 22 – Foto google con evidenza del tracciato del cavidotto (in rosso) e la fascia di allagamento dei 200 anni (in celeste).**

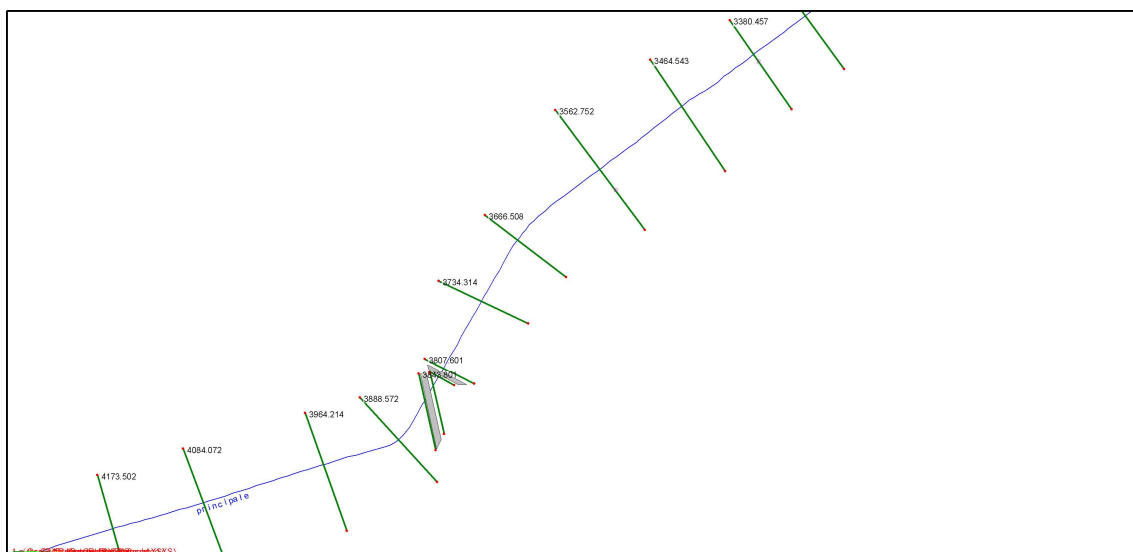
## TERZO ATTRAVERSAMENTO

L'intersezione tra cavidotto e reticolo idrografico è localizzata in corrispondenza del ponte all'incrocio della "strada per Moina" e la SP 79 e interessa il Canale Foggia di Rau.



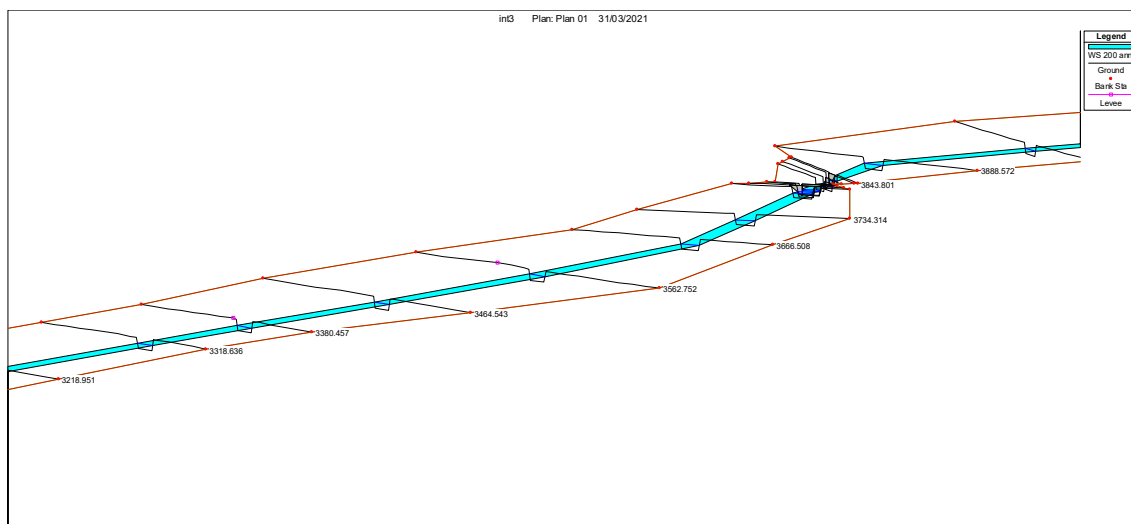
**Fig. 23 – Foto google con evidenza dell'intersezione tra cavidotto (tracciato in celeste) e il reticolo idrografico.**

L'attraversamento sarà realizzato in perpendicolare al canale mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC). Per verificare la compatibilità idraulica dell'intervento e la profondità di attraversamento del cavidotto, è stata eseguito lo studio idrologico-idraulico del canale i cui risultati sono di seguito riportati.



**Fig. 24– Schema planimetrico.**





**Fig. 25– Visione prospettica.**

Dallo studio di compatibilità idrologica-idraulica è emerso che la fascia di allagamento dei 200 anni è compresa all'interno del canale artificiale, per cui le operazioni di attraversamento controllato non interferiscono con le aree a pericolosità idraulica.

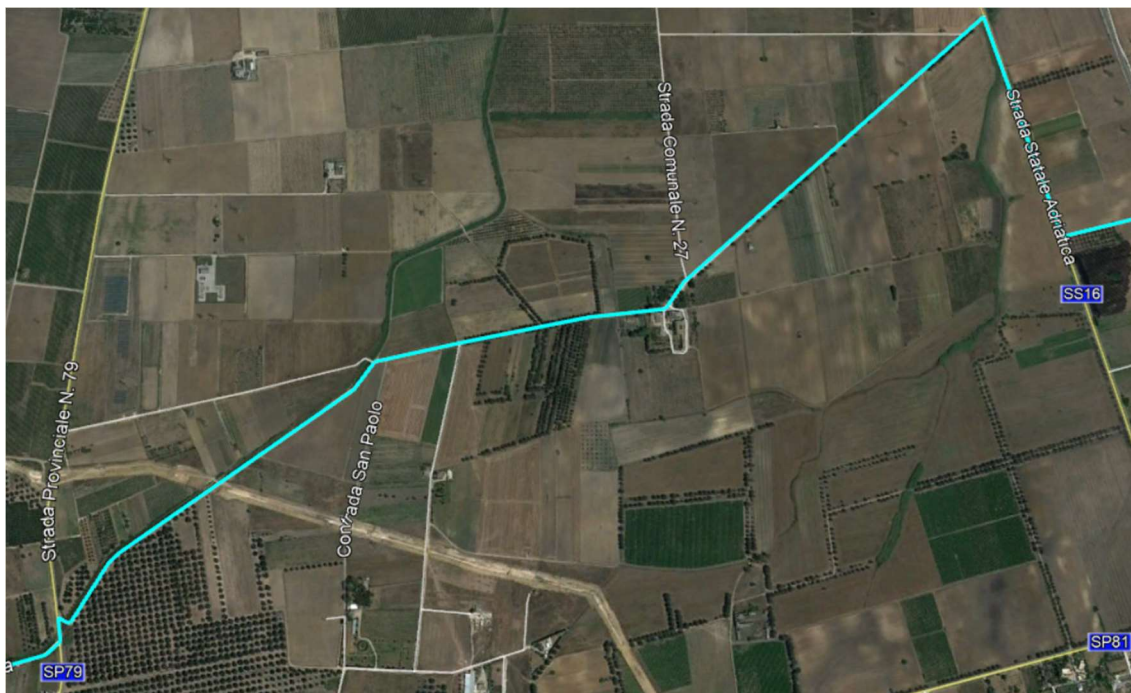


**Fig. 26 – Foto google con evidenza del tracciato del cavidotto (in rosso) e la fascia di allagamento dei 200 anni (in celeste).**

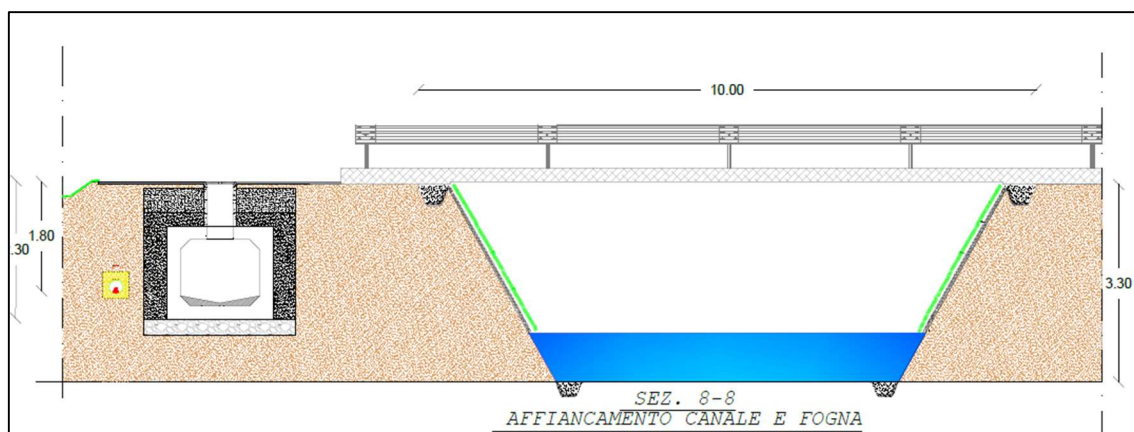
Anche qui non è stato necessario calcolare l'entità dei fenomeni erosivi del fondo alveo in corrispondenza dell'attraversamento poiché in quel tratto il reticolo

idrografico risulta regimentato all'interno di un canale prefabbricato a sezione trapezoidale.

Dopo questo attraversamento il cavidotto viaggia lungo la strada comunale n. 27, di fianco al canale (con le modalità riportate in fig. 25) fino ad incrociare la SS 16 in corrispondenza di un'altra struttura idraulica che verrà trattata nel punto successivo.



**Fig. 27 – Foto google con evidenza del tracciato del cavidotto (tracciato in celeste).**



**Fig. 28 – Sezione del cavidotto ubicato di fianco al canale.**

Poichè la fascia di allagamento dei 200 anni è compresa all'interno del canale artificiale, il cavidotto interrato lungo questo tratto risulta in sicurezza idraulica.

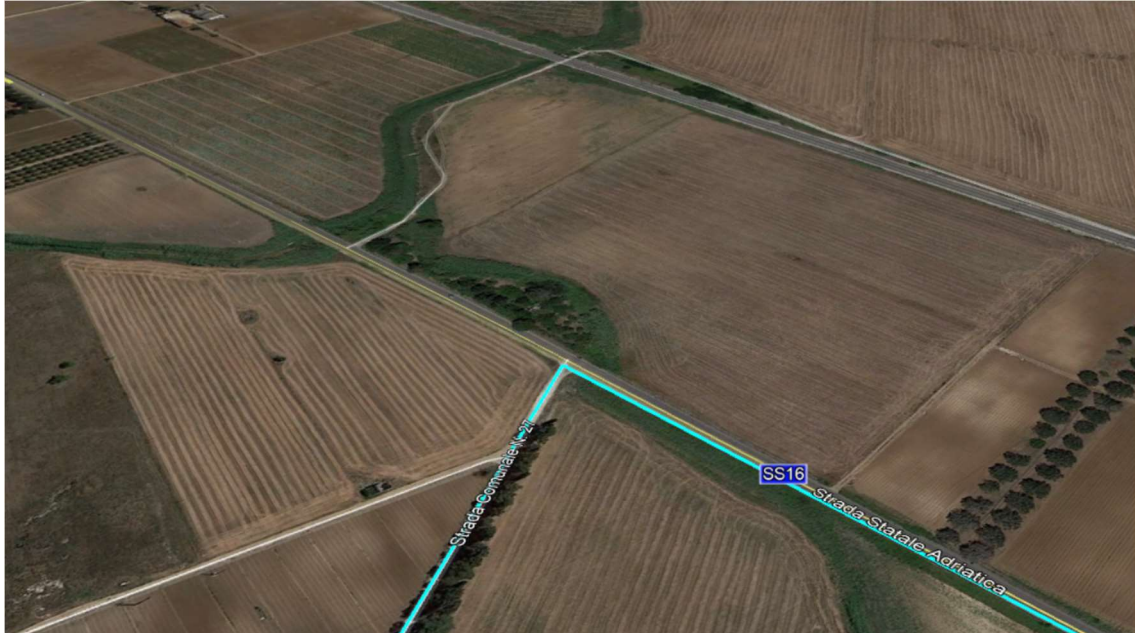




**Fig. 29 – Foto google con evidenza del tracciato del cavidotto (in rosso) e la fascia di allagamento dei 200 anni (in celeste).**

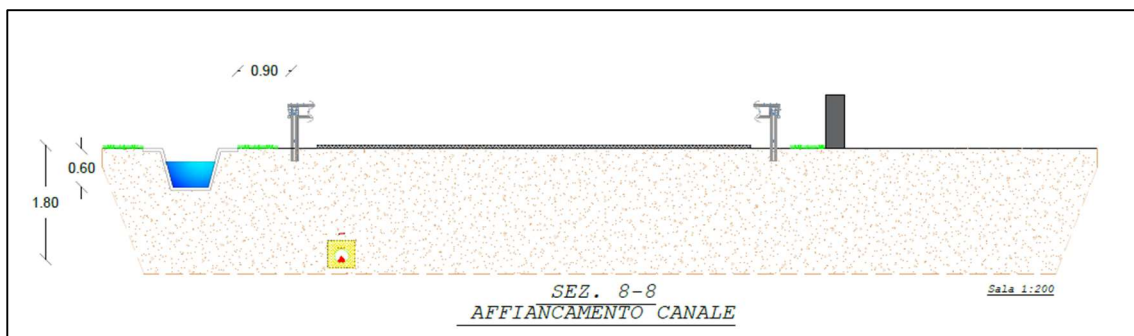
## QUARTO ATTRAVERSAMENTO

L'intersezione tra cavidotto e reticolo idrografico è localizzata in corrispondenza del ponte all'incrocio della "strada comunale n. 27" e la SS 16 e interessa il Canale Foggia di Rau.



**Fig. 30 – Foto google con evidenza dell'intersezione tra cavidotto (tracciato in celeste) e il reticolo idrografico.**

In corrispondenza delle aree inondabili l'attraversamento sarà realizzato mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) ad una profondità di 1.8 m rispetto al piano stradale (fig. 27). Qui la situazione si presenta un po' più particolare in quanto, come schematizzato in fig. 28, il reticolo principale corre all'interno dei suoi argini fino ad unirsi alle canalette di scolo di cui è dotata la SS16. Per cui le portate calcolate si dividerebbero all'interno di più canali. Per convenzioni schematiche dell'hec-ras e per essere a favore di sicurezza, si è considerato solo il canale principale.



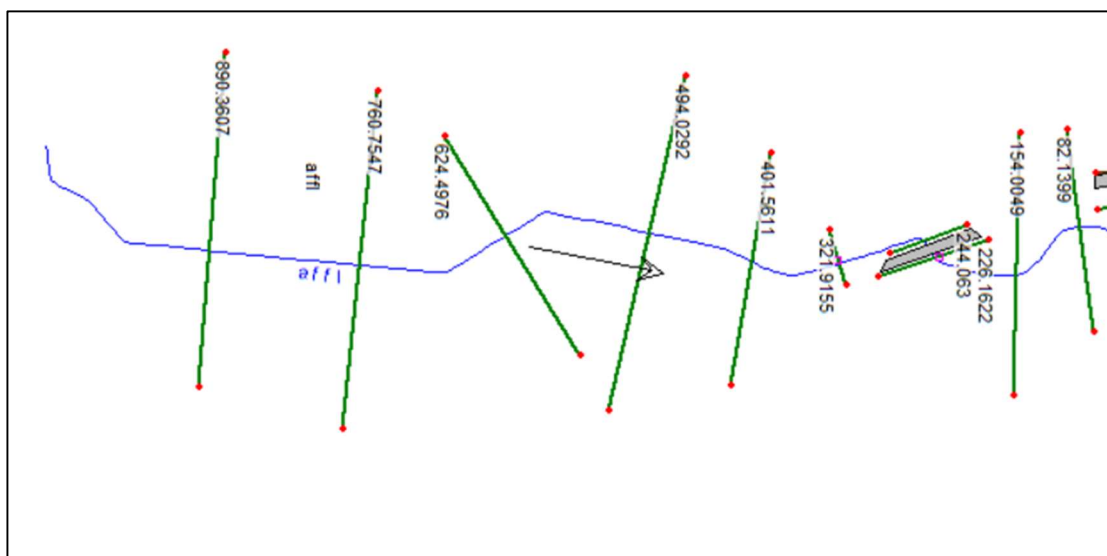
**Fig. 31 – Sezione dell'attraversamento.**



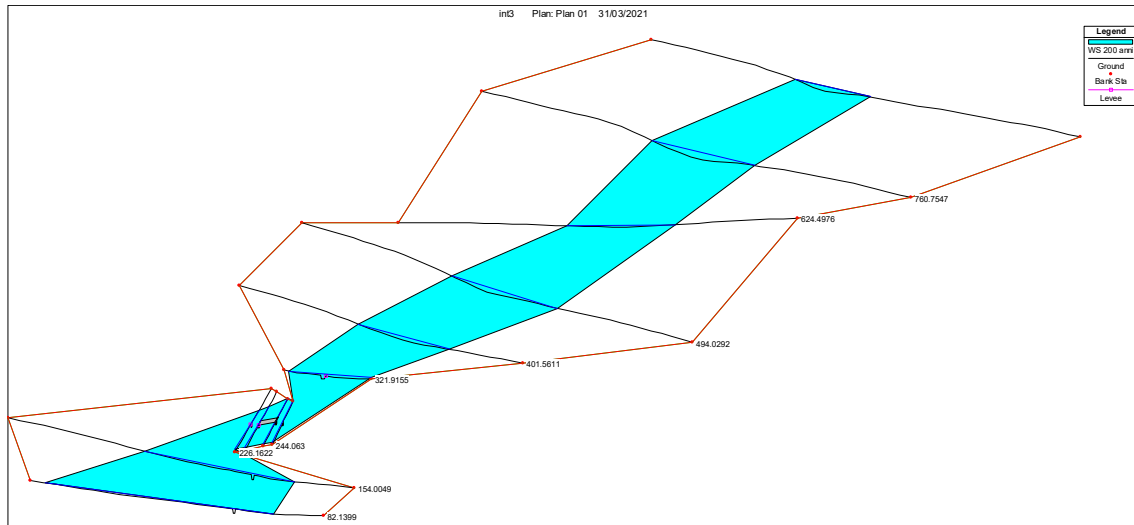


**Fig. 32** – In blu è indicato l’andamento naturale del reticolo idraulico. Le linee rosse rappresentano le canalette di scolo della strada SS 16.

Per verificare la compatibilità idraulica dell’intervento e la profondità di attraversamento del cavidotto, è stata eseguito lo studio idrologico-idraulico del canale i cui risultati sono di seguito riportati.



**Fig. 33** – Schema planimetrico.



**Fig. 34 – Visione prospettica.**



**Fig. 35 – Foto google con evidenza del tracciato del cavidotto (in rosso) e la fascia di allagamento dei 200 anni (in celeste).**

La distribuzione delle aree di ruscellamento, una volta tracimati gli argini, tende ad adattarsi all'ampiezza dell'alveo. Le linee tratteggiate in fig. 35 indicano che la fascia di allagamento non è ben confinata. Ciò è dovuto alla forte urbanizzazione dell'area per la presenza della SS 16 che ha modificato la naturale morfologia dei luoghi. Il tirante idraulico dei 200 anni in quella zona ha una quota di +20 cm rispetto al piano campagna.

Considerando che l'attraversamento delle fasce di allagamento sarà realizzato mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) e che l'alveo in quel punto è caratterizzato da un canale prefabbricato a sezione trapezoidale, il cavidotto interrato si trova in sicurezza idraulica e non causa effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.

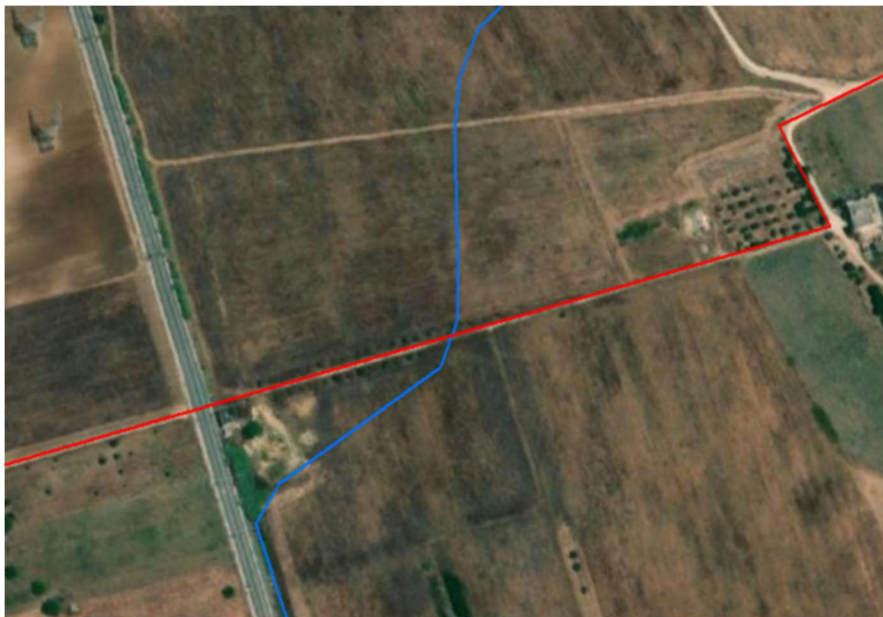




**Fig. 36 – Foto google con evidenza del tracciato del cavidotto (in rosso) e la fascia di allagamento dei 200 anni (in celeste).**

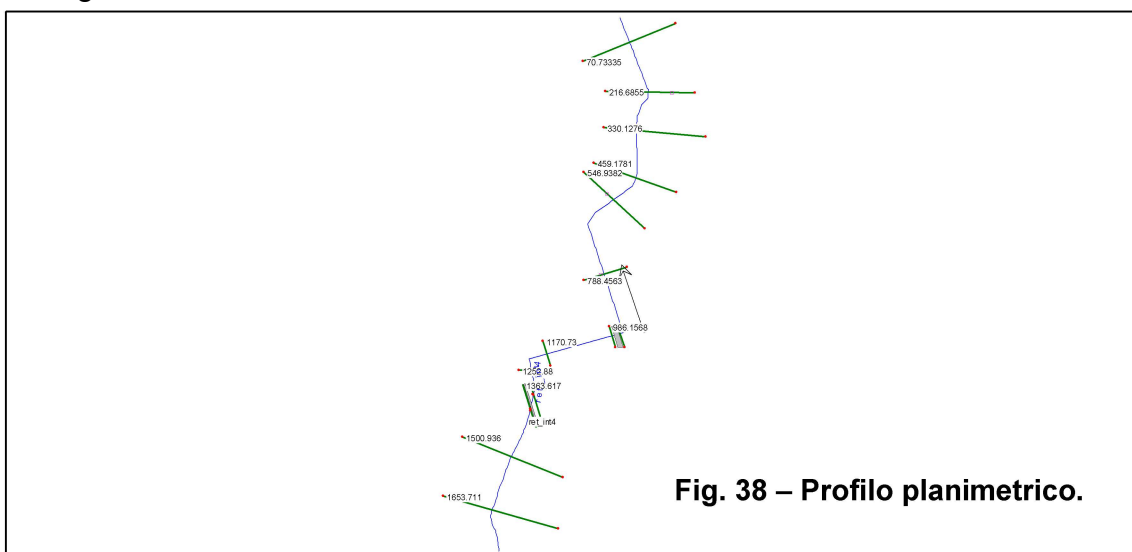
## QUINTO ATTRAVERSAMENTO

L'intersezione tra cavidotto e reticolo idrografico è localizzata in corrispondenza di una strada interpodereale e interessa un affluente del Canale Foggia di Rau. Trattasi di intersezione "a raso", cioè dove non esiste una infrastruttura idraulica perché la strada segue la morfologia del suolo. L'attraversamento sarà realizzato in perpendicolare al canale mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) ad una profondità di 1.8 m rispetto al piano stradale. Per verificare la compatibilità idraulica dell'intervento e la profondità di attraversamento del cavidotto, è stato eseguito lo studio idrologico-idraulico del canale e calcolata la capacità erosiva in corrispondenza della sezione di intersezione.



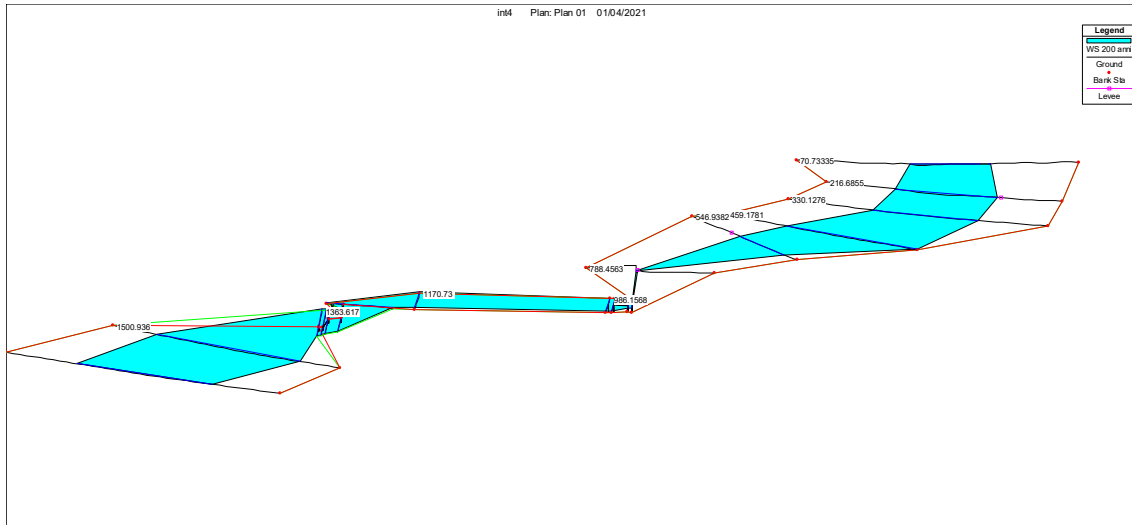
**Fig. 37 – Ortofoto con evidenza dell'intersezione tra cavidotto (tracciato in celeste) e il reticolo idrografico.**

Di seguito i risultati dello studio idraulico.



**Fig. 38 – Profilo planimetrico.**





**Fig. 39 – Visione prospettica.**

L'andamento del reticolo idrografico nel tratto studiato risulta alquanto artefatto a causa della presenza della SS16 e della rete ferroviaria che ne deviano il corso naturale. Le scarse pendenze portano a superfici di allagamento abbastanza ampie (fig. 40) e in alcuni tratti non ben definite (tratteggio fucsia in fig. 40).



**Fig. 40 – Ortofoto con fascia di allagamento dei 200 anni che interessa il cavidotto.**

In particolare, nella zona in cui il cavidotto interrato attraversa la fascia di allagamento (anche se in sicurezza con metodologia TOC) per avere garanzie sulla bontà della scelta della profondità per la posa del cavo al disotto del punto più depresso delle aree allagabili, si sono individuate le azioni di trascinamento che la corrente può esplicare in corrispondenza dei tratti di attraversamento dei reticoli sopra prima indicati, in modo tale da verificare che la relativa profondità di escavazione non possa raggiungere il cavo stesso.

In generale, la corrente idrica esercita un'azione di trascinamento sui grani di materiale disposti sul contorno bagnato e, se questi non sono sufficientemente stabili, li sposta ossia, erode il letto fluviale mobile. L'erosione può provocare l'abbassamento del letto e/o il crollo delle sponde con allargamento e spostamento (migrazione) dell'alveo.

Si distinguono pertanto i seguenti fenomeni:

- Erosione locale, dovuta principalmente ad eventi intensi associati a precipitazioni eccezionali: si esplica in prossimità di singolarità idrauliche, come pile o spalle di ponti, ovvero salti e scivoli che comportano perturbazioni alla corrente, ove la turbolenza risulta particolarmente intensa. Il fenomeno ha decorso rapidissimo e può portare alla rovina dell'opera in alveo nel corso di una sola piena;
- Erosione generalizzata, dovuta alle piene ordinarie: si sviluppa quando la portata di sedimento immessa da monte non è sufficiente a saturare la capacità di trasporto della corrente idrica; la saturazione della capacità di trasporto avviene prelevando materiale d'alveo, ossia erodendo il letto; questa può procedere uniformemente o localmente ma in maniera graduale.

Il caso in esame, dove gli attraversamenti delle aree allagabili sono previsti lungo tratti indisturbati dell'alveo in modellamento attivo, privi di opere puntuali, è da ricondurre all'erosione di tipo generalizzata.

Al fine di garantire il cavidotto dal fenomeno dell'erosione lo stesso sarà posto a 1.80 m al di sotto del fondo dell'alveo, che è un profondità molto cautelativa, infatti dai calcoli speditivi di seguito riportati si hanno abbassamenti del letto inferiori.

La profondità della erosione di un tronco d'alveo per carenza di apporto di materiale solido da monte può essere definita con delle formulazioni empiriche. Infatti la sezione si deformerà, approfondendosi e/o allargandosi, fino a che l'azione di trascinamento della corrente non diminuirà al di sotto del valore critico individuato.

Per le valutazioni più speditive si può ricavare la profondità di erosione  $\delta$  come differenza tra il tirante d'acqua "h" antecedente alla erosione e il tirante d'acqua "he" a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h_e - h$$

dove:

he = tirante successivo all'erosione

h = tirante antecedente all'erosione.

Il tirante d'acqua "he" a fenomeno avvenuto si ricava da formule del tutto empiriche e senza giustificazione teorica, dall'equilibrio dei canali a regime.

La formula di Blench (1969) propone:

$$he = 0.379 q^{2/3} d_{50}^{-1/6} \text{ per sabbia e limo con } 6 \cdot 10^{-5} < d_{50} \text{ (m)} < 0.002$$

$$he = 0.692 q^{2/3} d_{50}^{-1/12} \text{ per sabbia e ghiaia con } 0.002 < d_{50} \text{ (m)} < 0.002$$

La formula di Maza Alvarez ed Echavarria (1973) propone:

$$he = 0.365 q^{0.784} d_{50}^{-0.157} \text{ per sabbia e ghiaia con } d_{75} \text{ (m)} < 0.006$$

dove:

q (m<sup>2</sup>/s) = portata per unità di larghezza del canale

Per il calcolo di "q" si utilizza il tirante e velocità forniti dal modello idraulico lungo le sezioni stesse. Si è assunto, in maniera cautelativa, che detti valori massimi, misurati in corrispondenza delle sezioni di attraversamento prossime all'interferenza, possano definire le suddette portate per unità di larghezza del canale q se li si considera rappresentativi per tutta la sezione stessa, fissando, in questo modo, una sezione rettangolare per gli alvei. Questa posizione è, di fatto, ampiamente cautelativa in quanto in una sezione mistilinea i valori di tirante e velocità variano dai valori massimi adottati fino a quelli molto più modesti che si ritrovano lungo i bordi delle aree allagabili.

Inoltre, secondo Lacey (1930), l'erosione può raggiungere al massimo il valore di:

$$\delta = 0.27 h$$

Considerando depositi di natura limosa, è stata calcolata l'erosione in corrispondenza della sezione n° 330, coincidente con il tratto di attraversamento, utilizzando la formula di Blench.

Tirante = 0.17 m

Velocità = 0.65 m/sec

d<sub>50</sub> = 0,0005 (sabbie e limi)

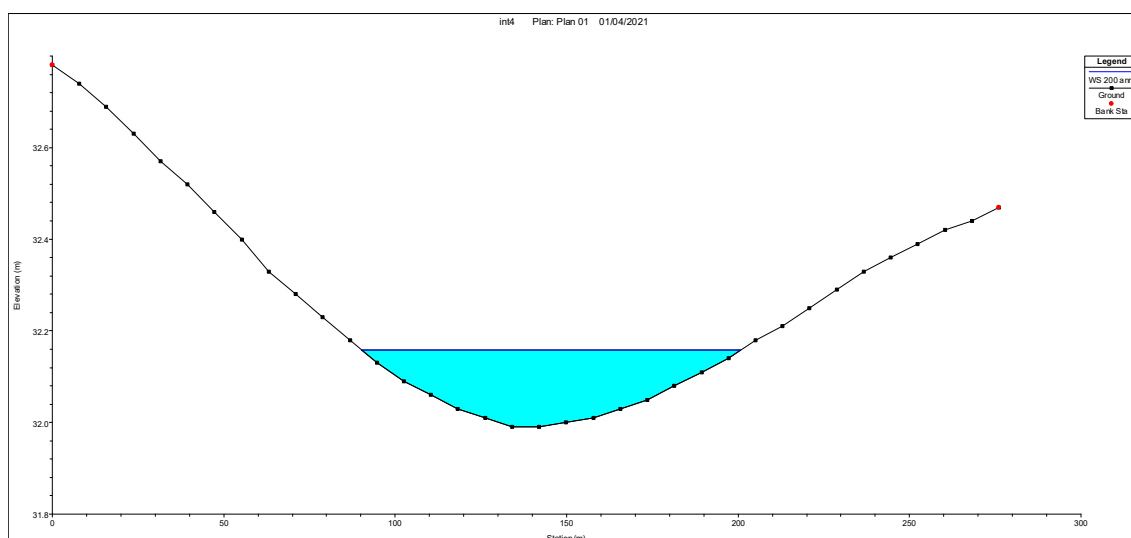
Portata unitaria q ≈ 0.11 m<sup>2</sup>/sec

he = 0.3 m

δ = 0.3 · 0.17 = 0,13 m



La profondità di posa di 1.80 m supera ampiamente la profondità di escavazione esplicabile dalla corrente, quindi la profondità del cavidotto è tale da non essere interessato da fenomeni erosivi.



**Fig. 41 – Sezione di intersezione tra fascia di allagamento e cavidotto interrato.**

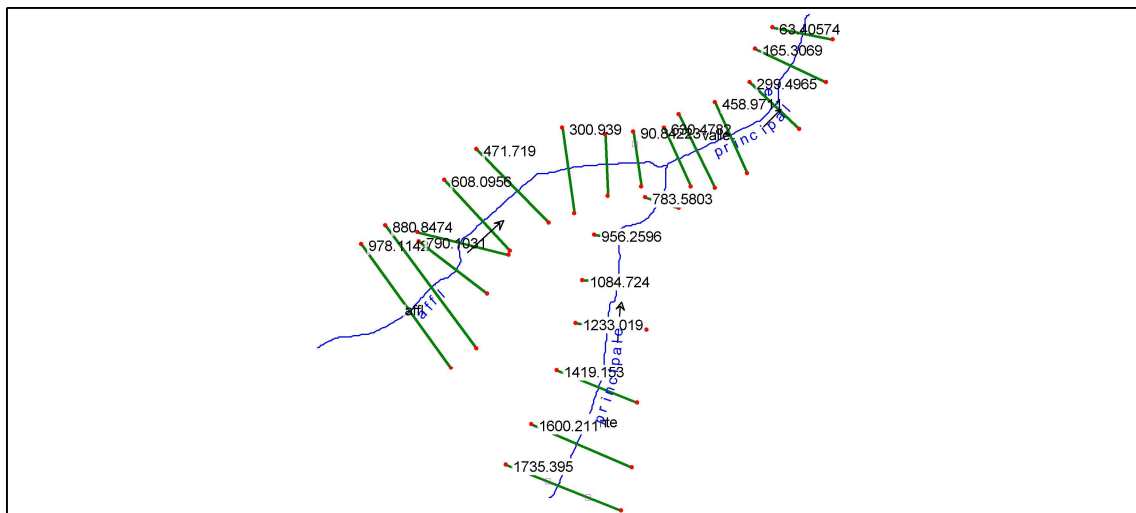
## SESTO E SETTIMO ATTRAVERSAMENTO

Le due intersezioni tra cavidotto e reticolo idrografico sono localizzate in corrispondenza della Strada Comunale n. 85 e interessa il tratto di monte del Canale delle Chianche, costituito da due reticoli. Trattasi di intersezioni “a raso”, cioè dove non esiste una infrastruttura idraulica perché la strada segue la morfologia del suolo. L’attraversamento sarà realizzato in perpendicolare al canale mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) ad una profondità di 1.8 m rispetto al piano stradale. Per verificare la compatibilità idraulica dell’intervento e la profondità di attraversamento del cavidotto, è stata eseguito lo studio idrologico-idraulico del canale e calcolata la capacità erosiva in corrispondenza della sezione di intersezione.

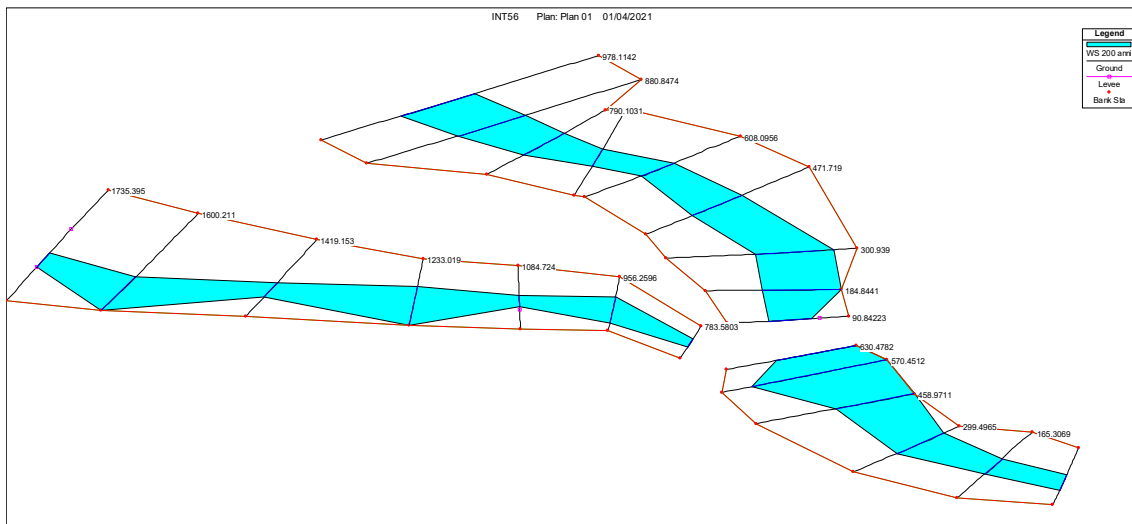


**Fig. 42 – Ortofoto con evidenza dell'intersezione tra cavidotto (tracciato in rosso) e il reticolo idrografico.**

Di seguito i risultati dello studio idraulico.



**Fig. 43 – Schema planimetrico.**



**Fig. 44 – Visione prospettica.**

Le scarse pendenze portano a superfici di allagamento abbastanza ampie (fig.45) e in alcuni tratti non ben definite (tratteggio fucsia in fig. 45). I tratti in cui il tirante idraulico non è confinato non interessano il tracciato del cavidotto, per cui possono considerarsi trascurabili.



**Fig. 45 – Ortofoto con fascia di allagamento dei 200 anni che interessa il cavidotto.**

Anche in questo caso sono state individuate le azioni di trascinamento che la corrente può esplicare in corrispondenza dei tratti di attraversamento dei reticoli sopra prima indicati, in modo tale da verificare che la relativa profondità di escavazione non possa raggiungere il cavo stesso.

In particolare, è stata calcolata l'erosione in corrispondenza delle sezioni n° 880 (reticolo 1-fig. 45-46) e n. 1084 (reticolo 2-fig. 45-47), coincidente con il tratto di attraversamento, utilizzando la formula di Blench.

#### RETICOLO 1

Tirante = 0.16 m

Velocità = 0.3 m/sec

$d_{50}=0,0005$  (sabbie e limi)

Portata unitaria  $q \approx 0.048 \text{ m}^2/\text{sec}$

$h_e = 0.18 \text{ m}$

$\delta = 0.18 - 0.16 = 0,02 \text{ m}$

#### RETICOLO 2

Tirante = 0.5 m

Velocità = 0.38 m/sec

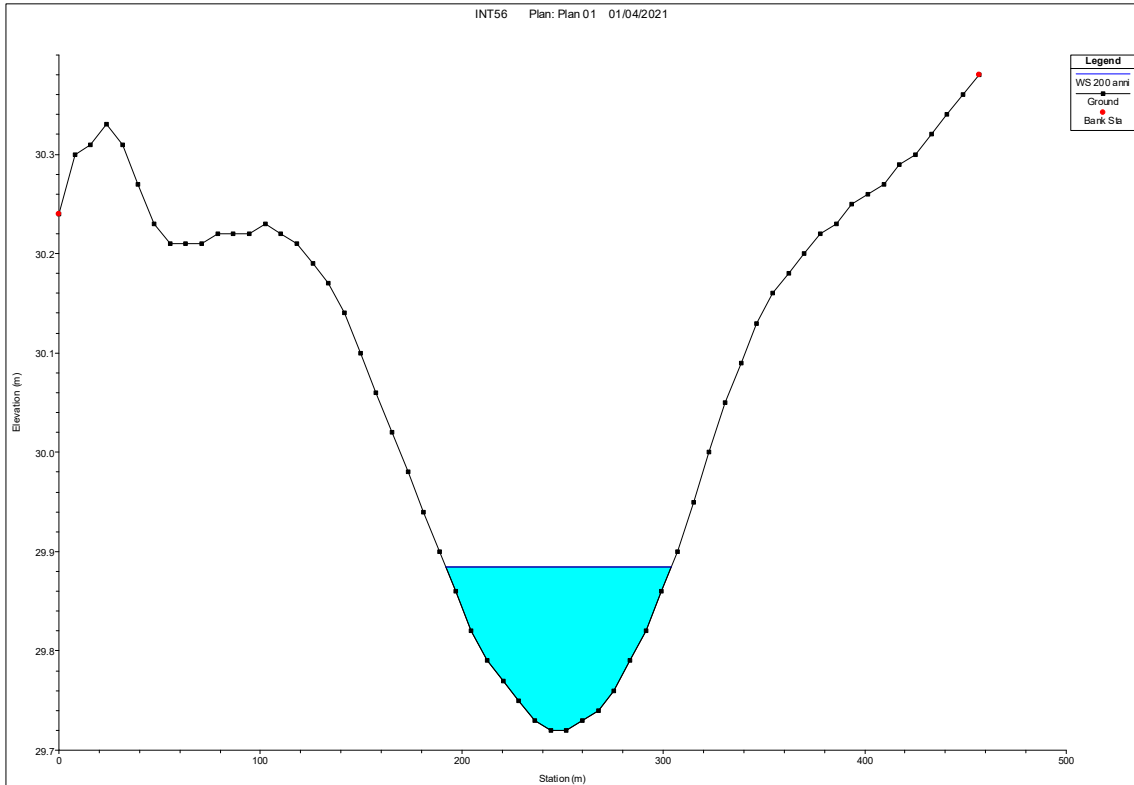
$d_{50}=0,0005$  (sabbie e limi)

Portata unitaria  $q \approx 0.19 \text{ m}^2/\text{sec}$

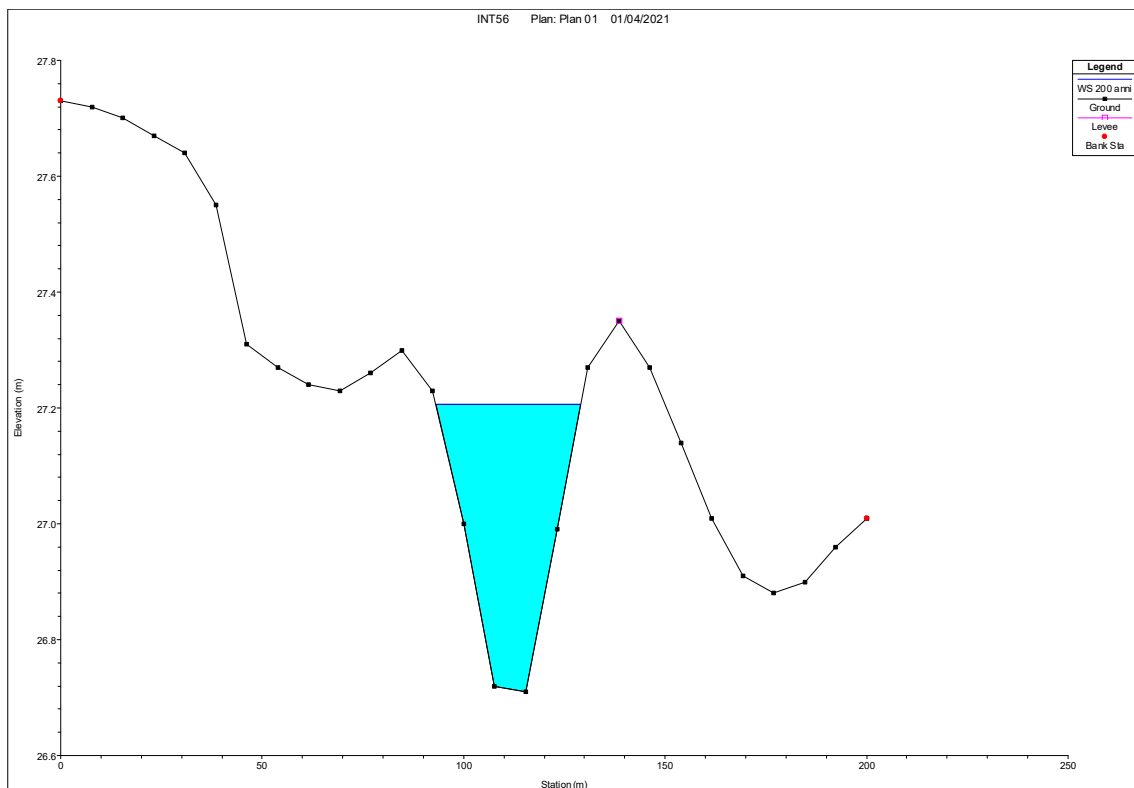
$h_e = 0.45 \text{ m}$

$\delta = 0.5 - 0.45 = 0,05 \text{ m}$

La profondità di posa di 1.80 m supera ampiamente la profondità di escavazione esplicabile dalla corrente (da considerarsi trascurabile), quindi la profondità del cavidotto è tale da non essere interessato da fenomeni erosivi.



**Fig. 46 – Sezione attraversamento cavidotto.**



**Fig. 47 – Sezione attraversamento cavidotto.**



## OTTAVO ATTRAVERSAMENTO

L'intersezione tra cavidotto e reticolo idrografico è localizzata in corrispondenza della SP 87 e interessa un affluente del Canale Siedi.



**Fig. 48 – Ortofoto con evidenza dell'intersezione tra cavidotto (tracciato in rosso) e il reticolo idrografico.**

L'attraversamento sarà realizzato in perpendicolare al canale mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) ad una profondità di 1.8 m rispetto al piano stradale (fig. 49). Per verificare la compatibilità idraulica dell'intervento e la profondità di attraversamento del cavidotto, è stata eseguito lo studio idrologico-idraulico del canale i cui risultati sono di seguito riportati.

In questo caso non è stato necessario calcolare l'entità dei fenomeni erosivi del fondo alveo in corrispondenza dell'attraversamento poiché in quel tratto il reticolo idrografico risulta regimentato all'interno di un canale prefabbricato a sezione circolare, per cui si fa riferimento solo alle aree inondabili con tempo di ritorno dei 200 anni.

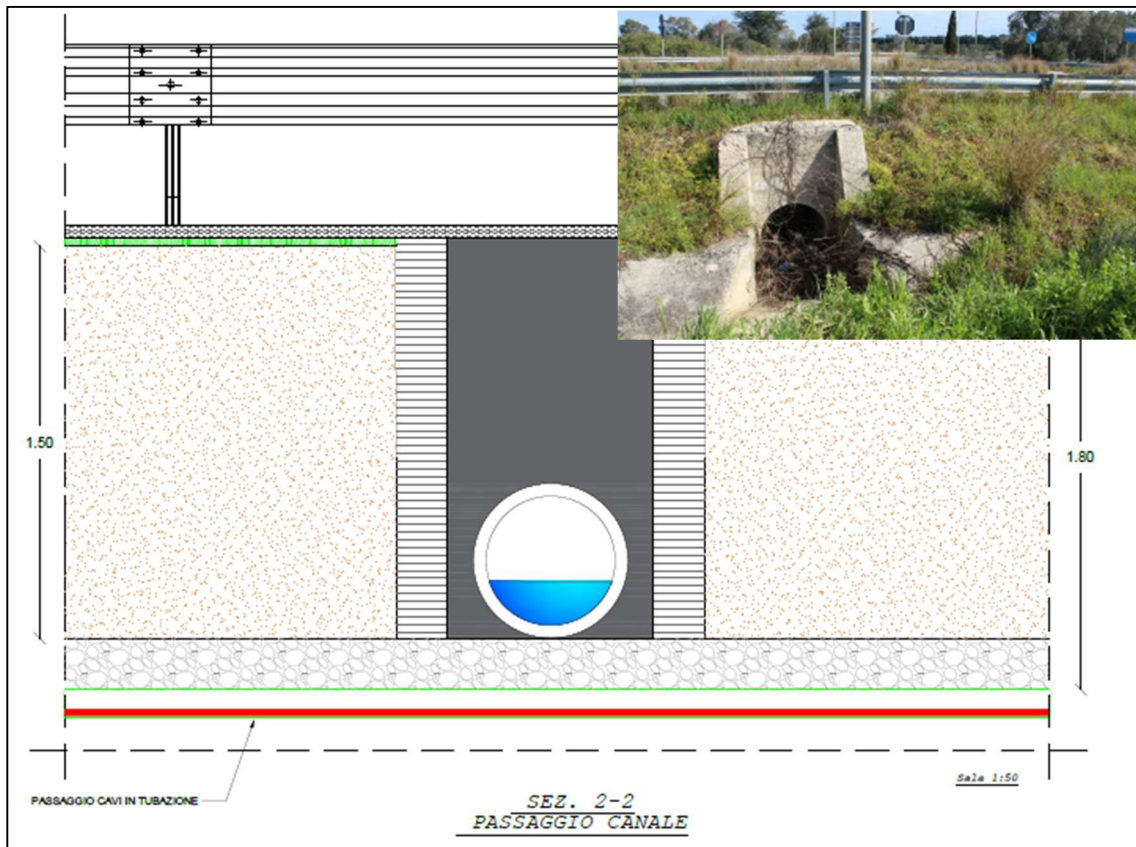


Fig. 49 – Particolare tecnico della sezione di attraversamento.

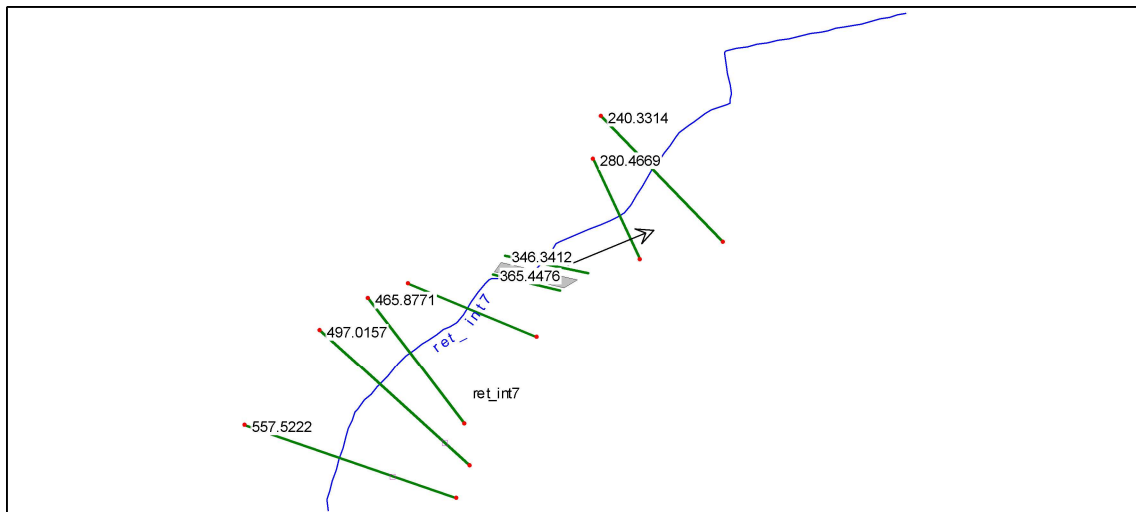
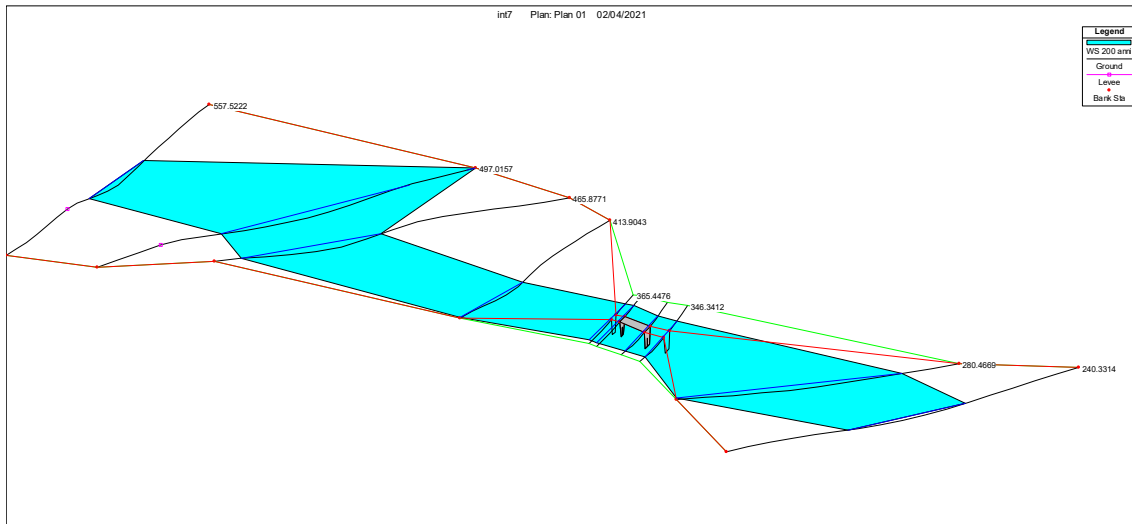


Fig. 50 – Schema planimetrico.



**Fig. 51 – Visione prospettica.**

Le scarse pendenze portano a superfici di allagamento abbastanza ampie (fig.52) e in alcuni tratti non ben definite (tratteggio fucsia in fig. 52). I tratti in cui il tirante idraulico non è confinato non interessano il tracciato del cavidotto, per cui possono considerarsi trascurabili.



**Fig. 52 – Ortofoto con fascia di allagamento dei 200 anni che interessa il cavidotto.**

Considerando che l'attraversamento delle fasce di allagamento sarà realizzato mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) e che l'alveo in quel punto è caratterizzato da un canale prefabbricato a sezione circolare, il cavidotto interrato si trova in sicurezza idraulica e non causa effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.

## **CONCLUSIONI**

In riferimento alla richiesta di elaborati integrativi, è stato condotto studio di compatibilità idrologica ed idraulica con analisi degli effetti sul regime idraulico a monte e a valle delle aree interessate dalla presenza delle opere elettriche, del cavidotto e di tutte le opere accessorie nei punti in cui lo stesso interseca o è prossimo al reticolo idrografico per l'impianto fotovoltaico denominato "impianto 197" ricadente nel Comune di Brindisi in località Cerano.

Per quanto riguarda il cavidotto di connessione, sono stati individuati 8 punti in cui lo stesso interseca il reticolo idrografico.

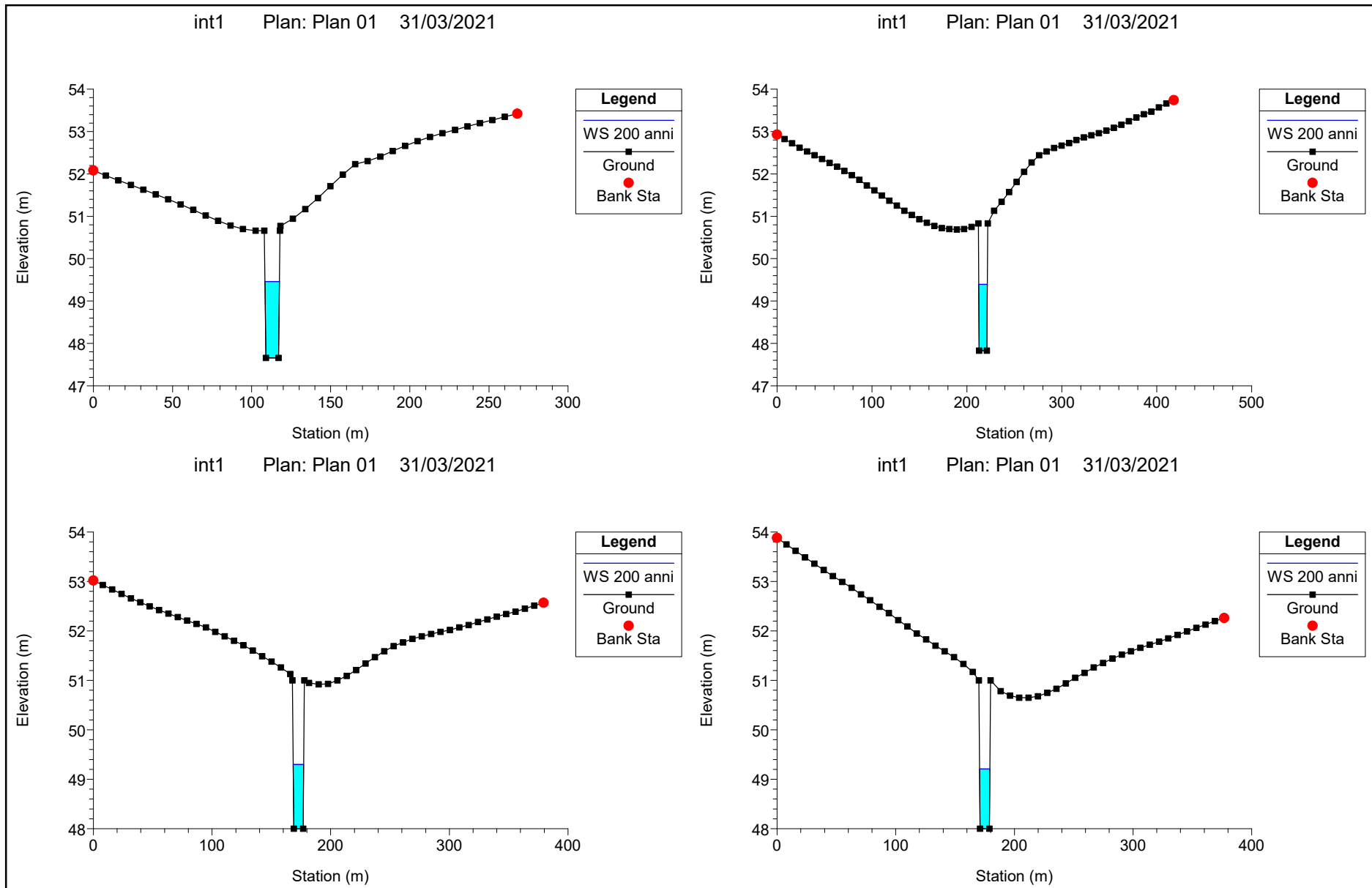
Tutti gli attraversamenti in corrispondenza delle aree inondabili saranno eseguiti, mediante la tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC). È stato svolto uno studio idrologico-idraulico per i vari tratti di reticolo interessati, verificando la profondità di attraversamento del cavidotto in relazione alla capacità erosiva del canale. Il suddetto studio ha portato alle seguenti conclusioni: non ci sono interferenze tra l'area a pericolosità idraulica e la zona occupata per le operazioni di attraversamento in TOC; la profondità di attraversamento al di sotto dell'alveo del canale, è ampiamente cautelativa rispetto alla capacità erosiva per tutti gli attraversamenti (molto spesso si ha erosione nulla poiché i reticoli sono regimentati all'interno di canali prefabbricati in cls). Per ulteriori dettagli progettuali si rimanda agli elaborati dedicati.

-----  
Monopoli, 2 Aprile 2021

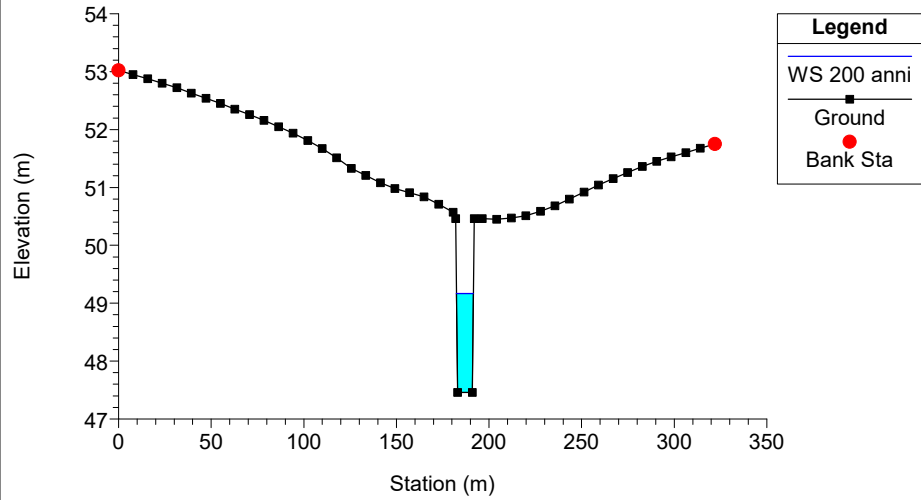
**geol. Angela Indiveri**



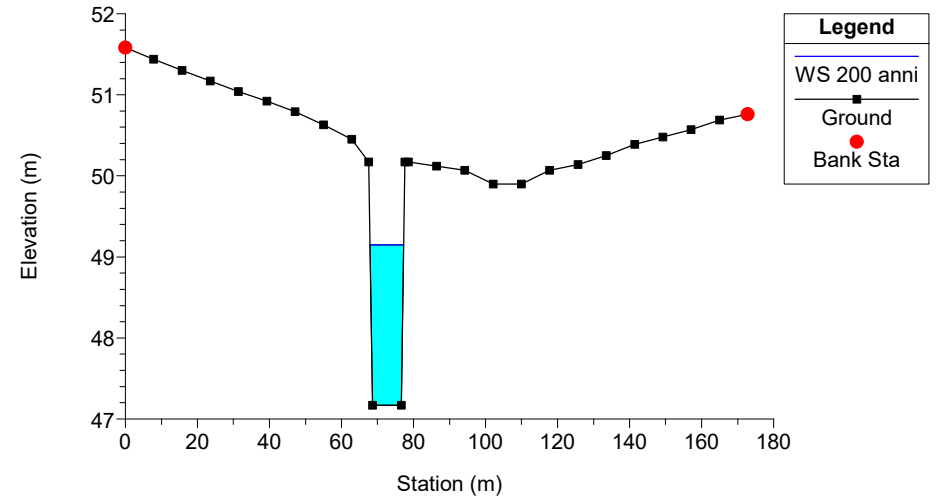
# PRIMO ATTRAVERSAMENTO



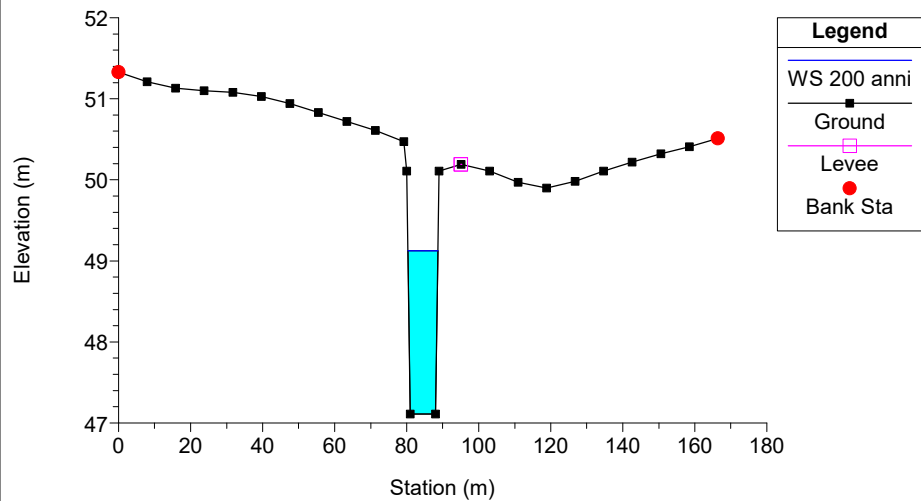
int1 Plan: Plan 01 31/03/2021



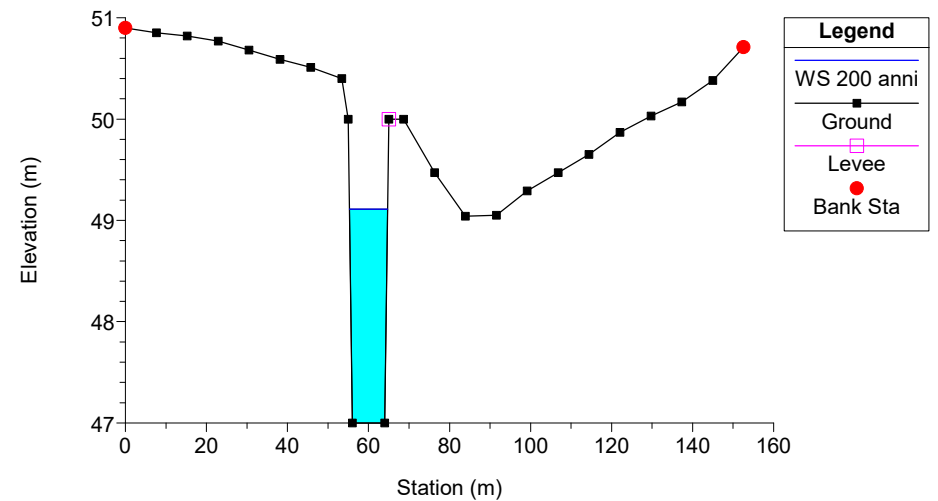
int1 Plan: Plan 01 31/03/2021



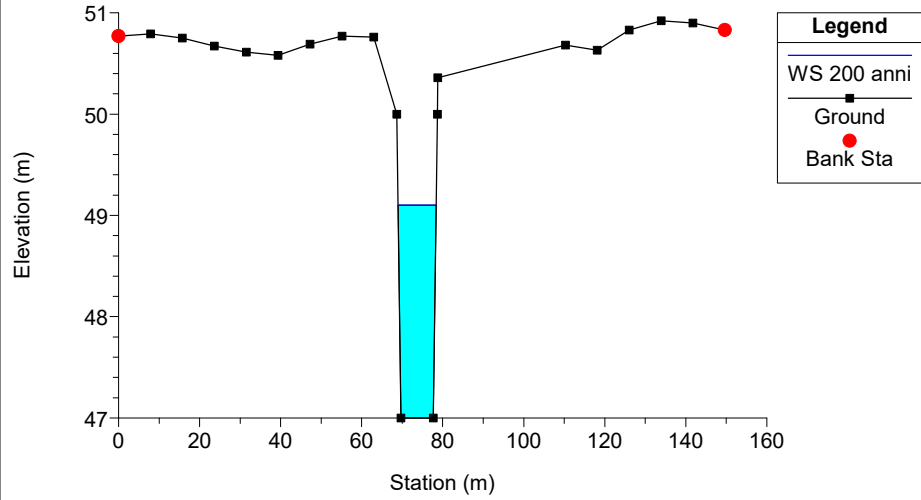
int1 Plan: Plan 01 31/03/2021



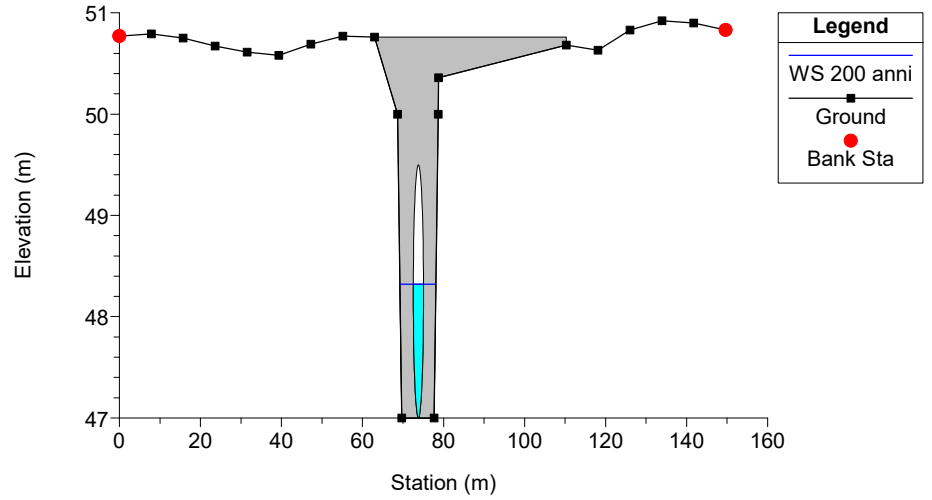
int1 Plan: Plan 01 31/03/2021



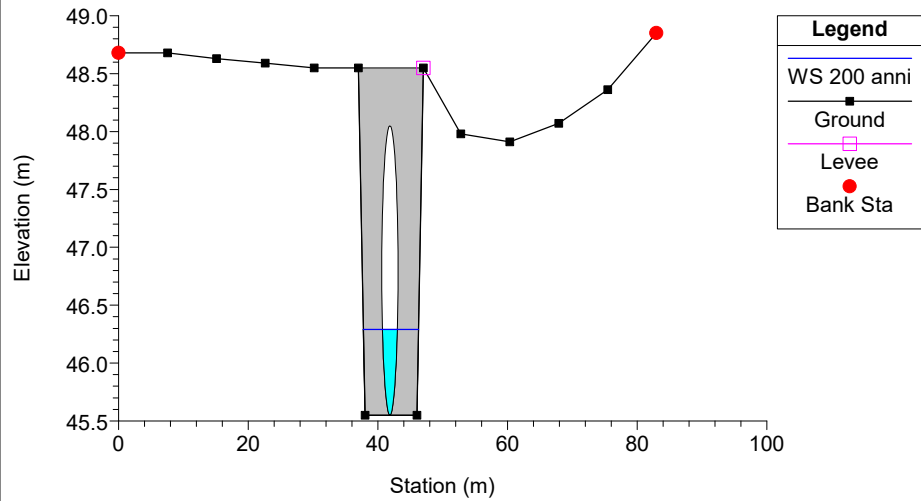
int1 Plan: Plan 01 31/03/2021



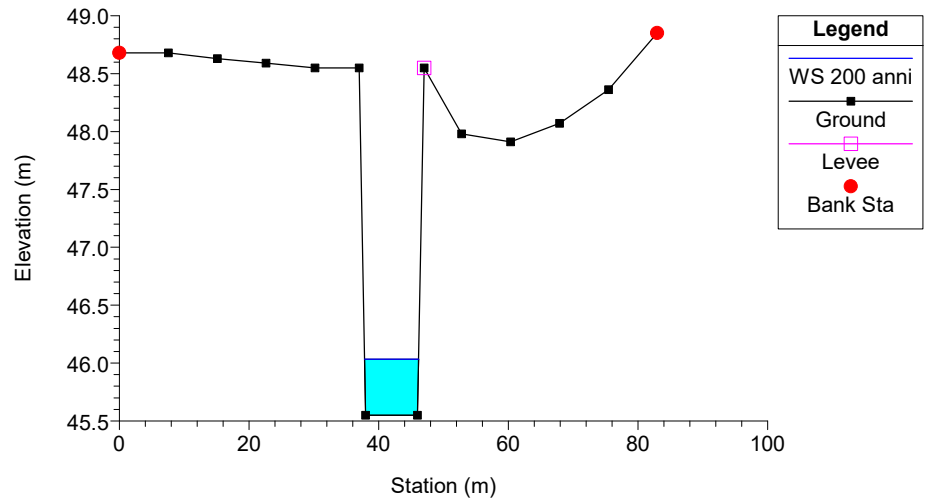
int1 Plan: Plan 01 31/03/2021



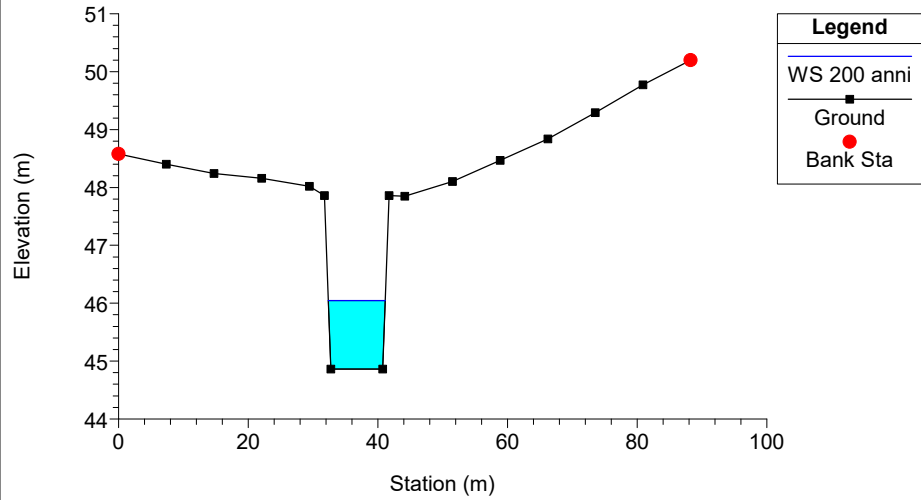
int1 Plan: Plan 01 31/03/2021



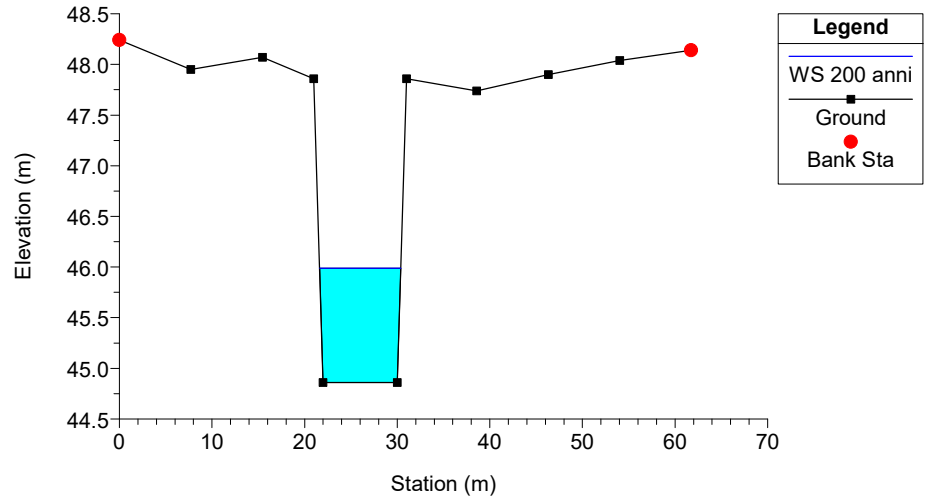
int1 Plan: Plan 01 31/03/2021



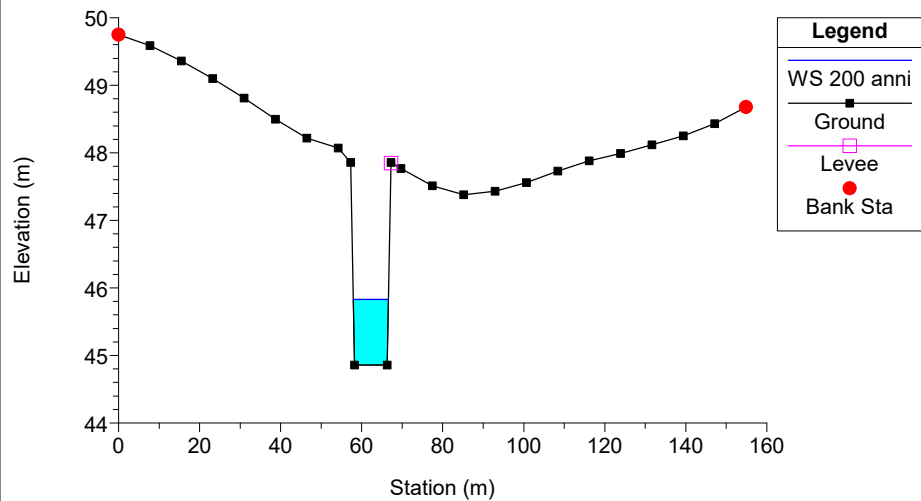
int1 Plan: Plan 01 31/03/2021



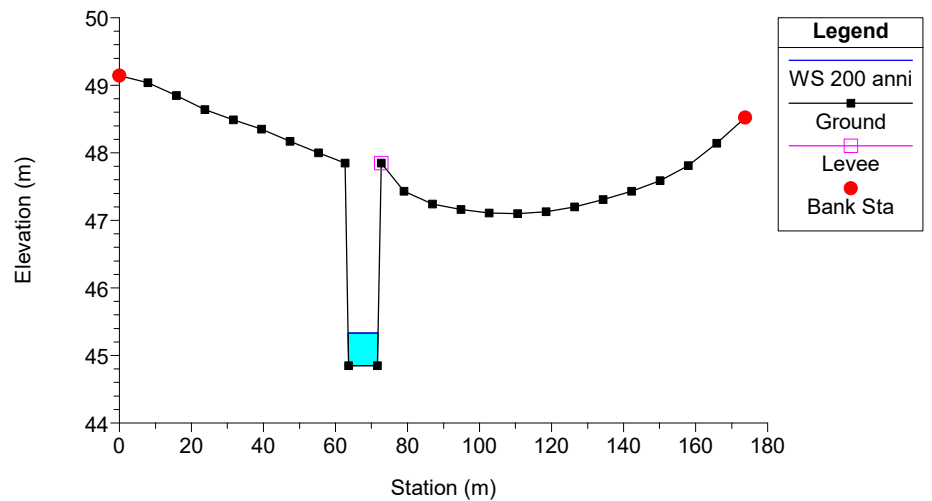
int1 Plan: Plan 01 31/03/2021



int1 Plan: Plan 01 31/03/2021

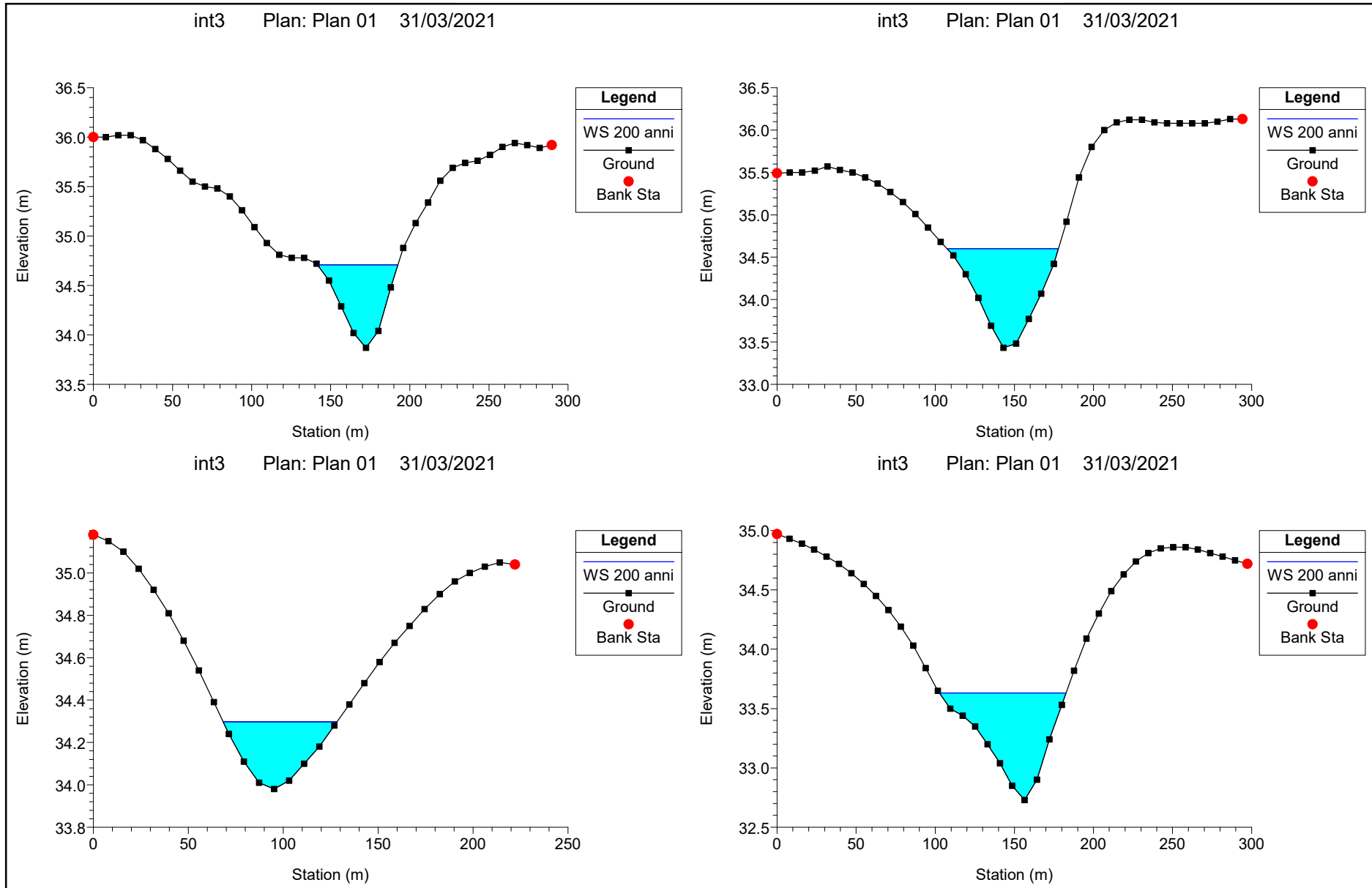


int1 Plan: Plan 01 31/03/2021

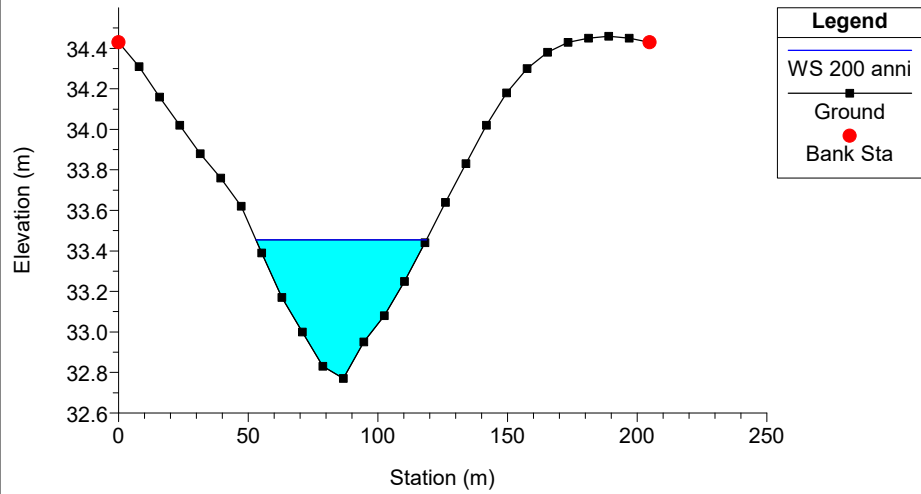




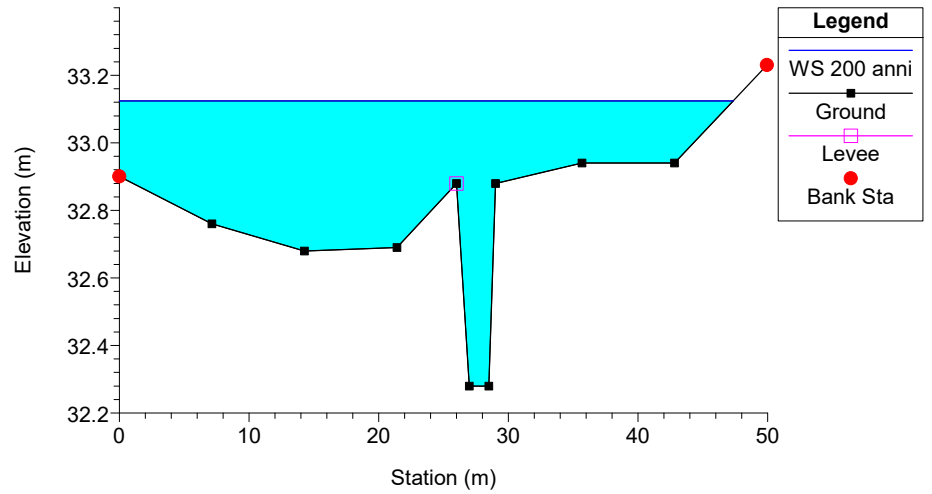
# SECONDO, TERZO E QUARTO ATTRAVERSAMENTO



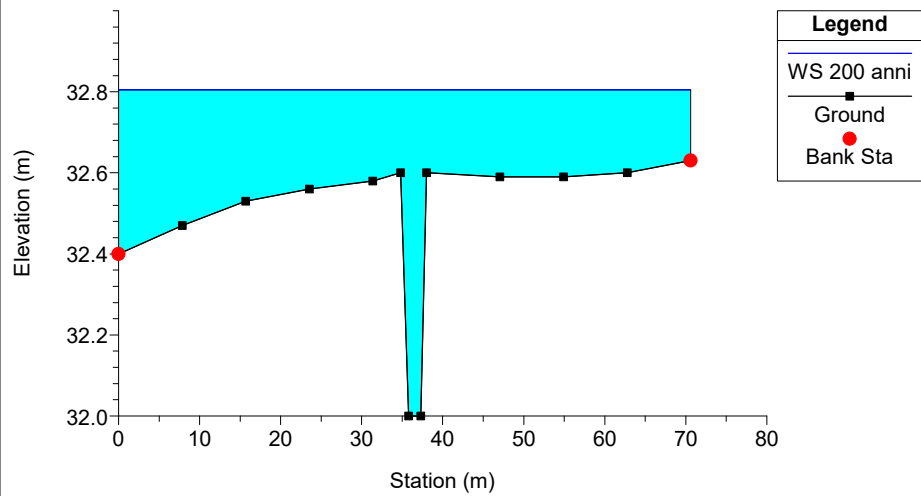
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



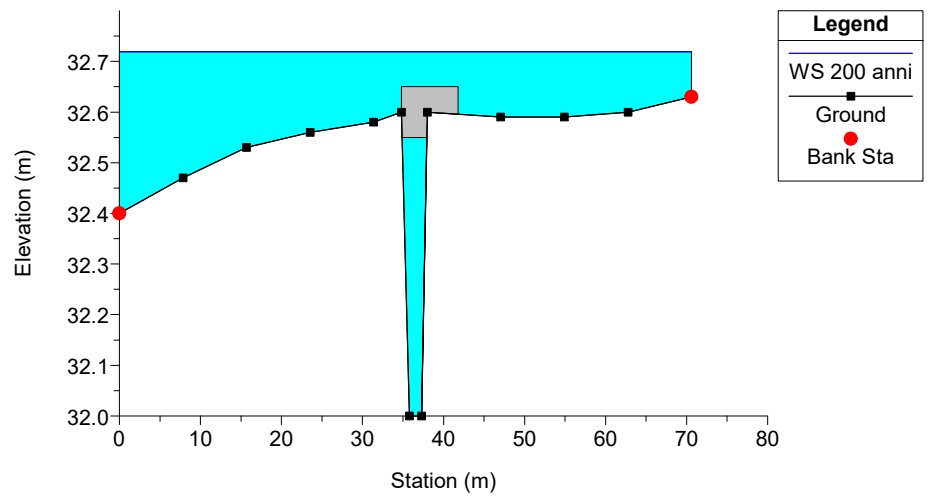
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



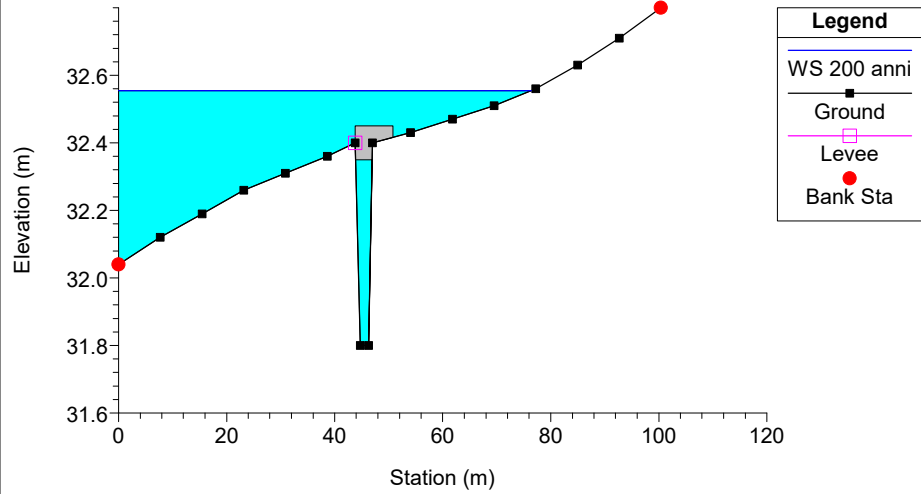
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



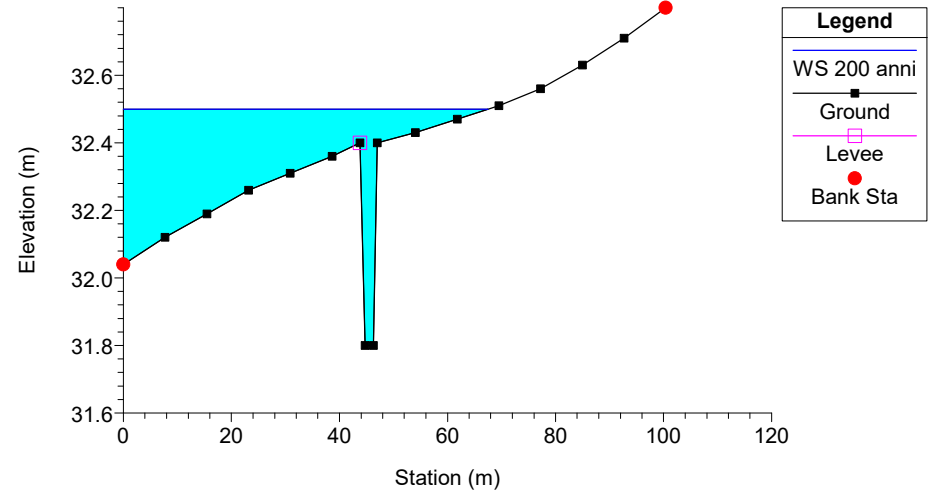
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



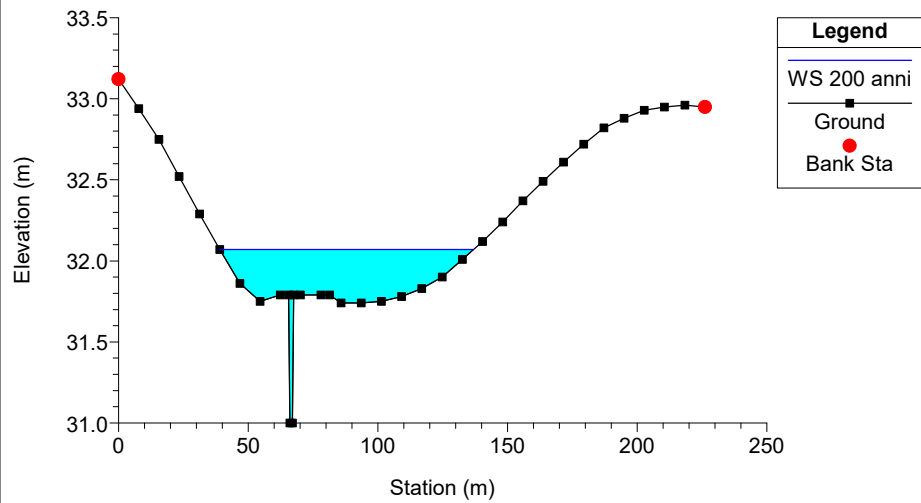
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



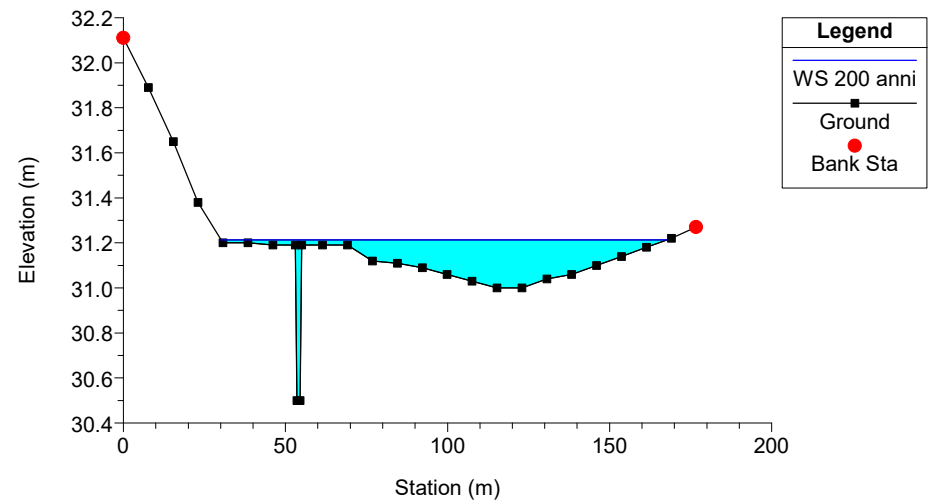
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



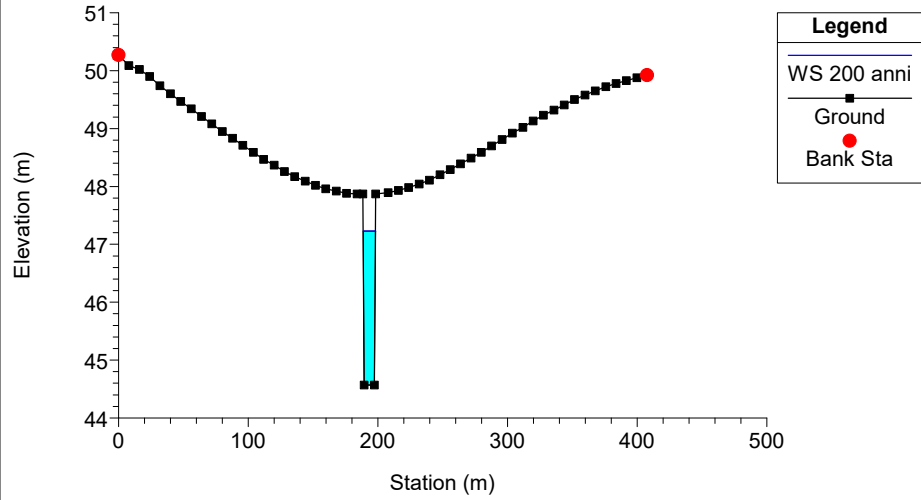
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



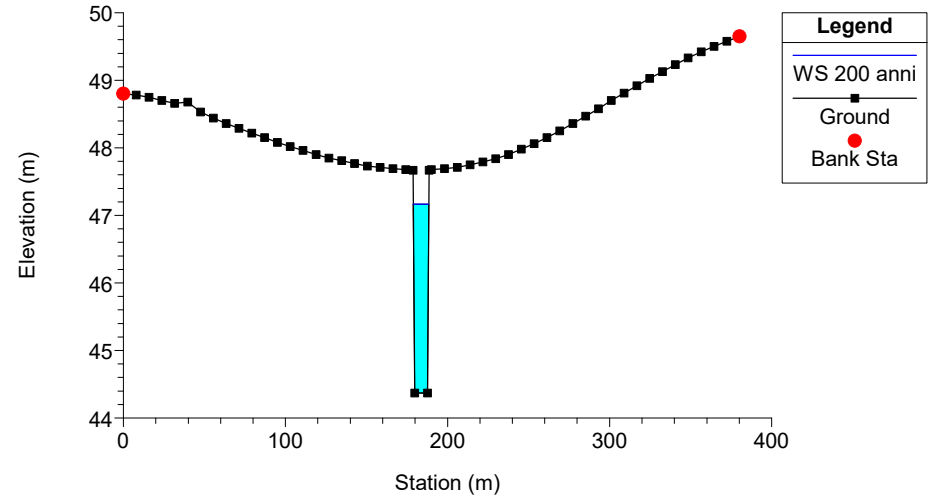
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



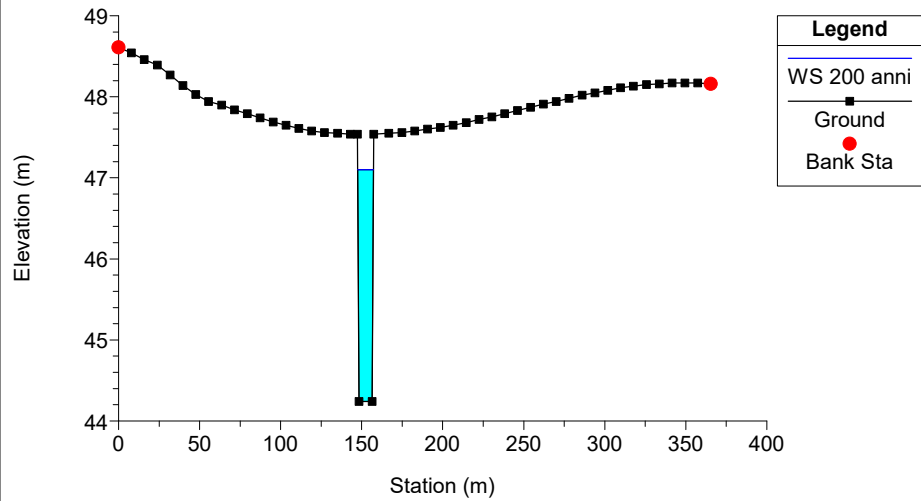
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



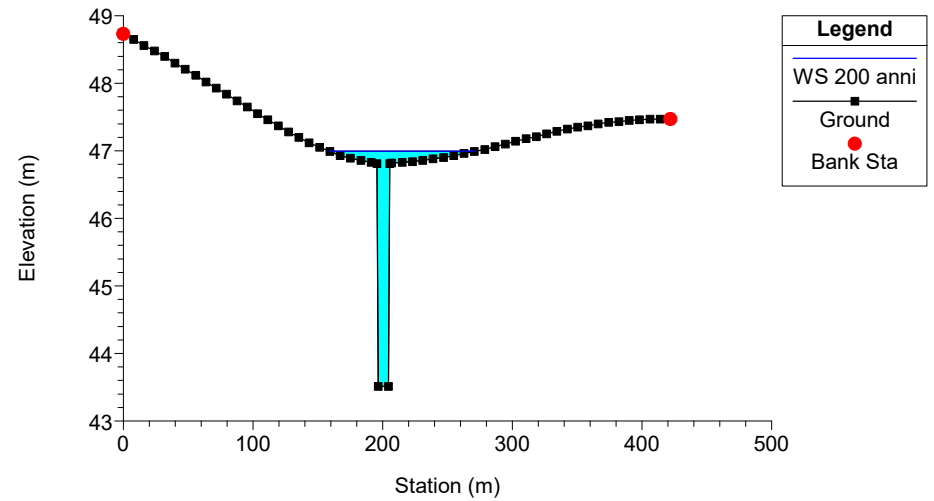
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



int3 Plan: Plan 01 31/03/2021

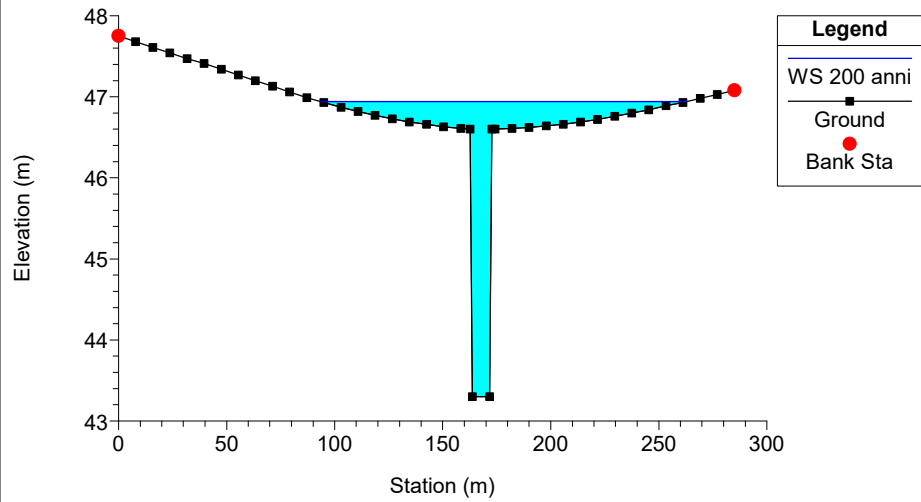


int3 Plan: Plan 01 31/03/2021

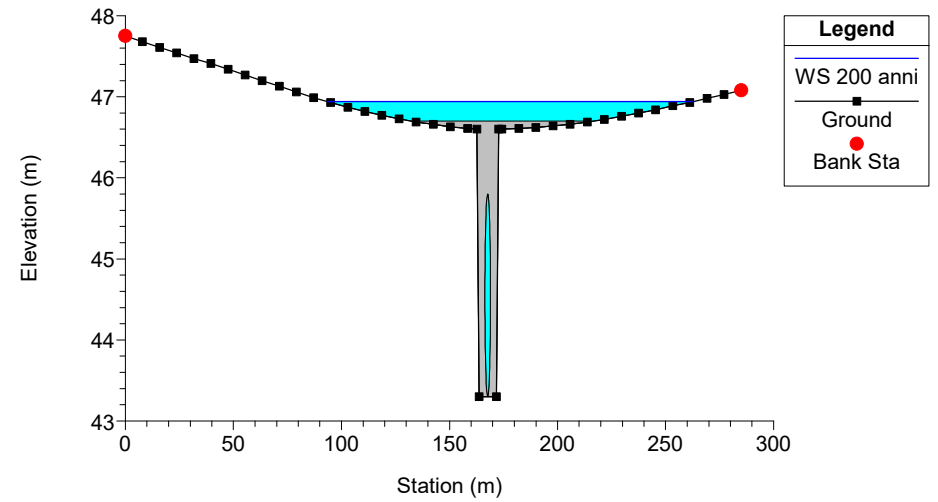




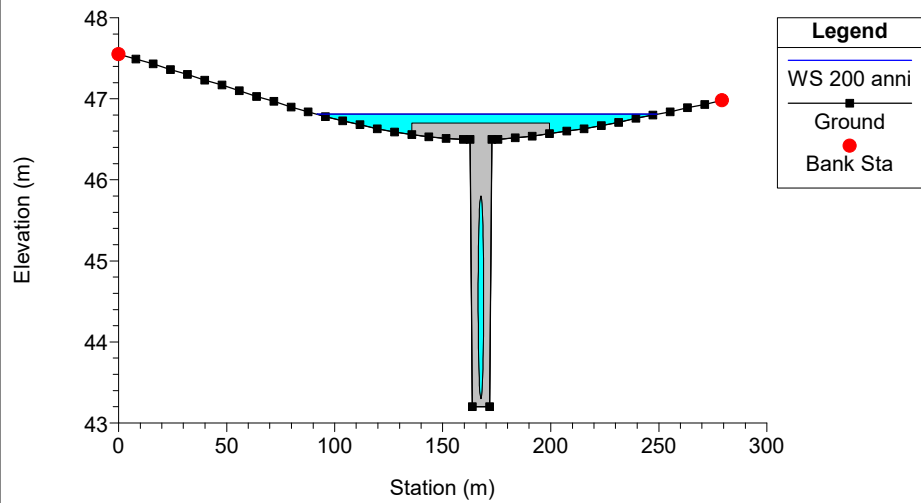
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



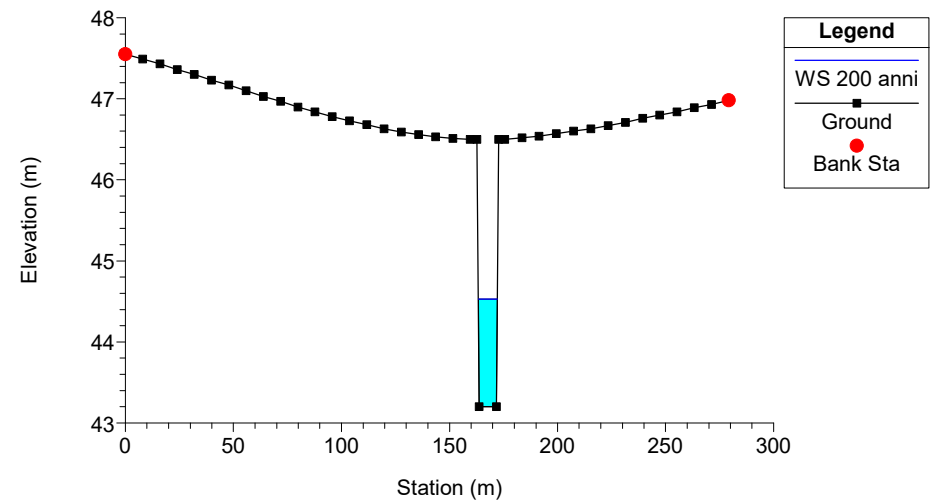
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



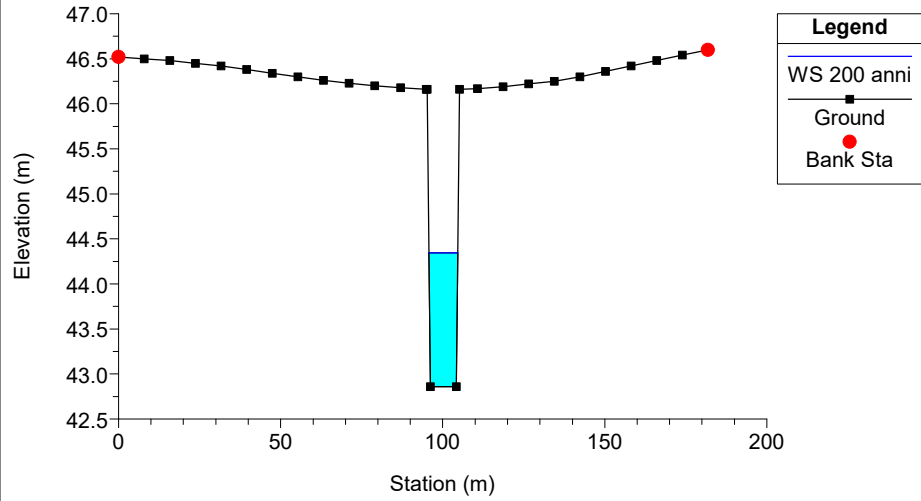
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



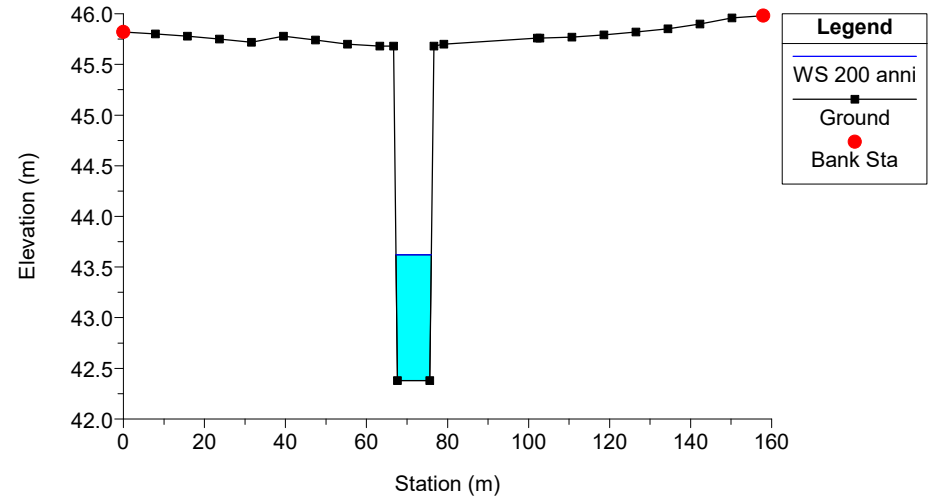
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



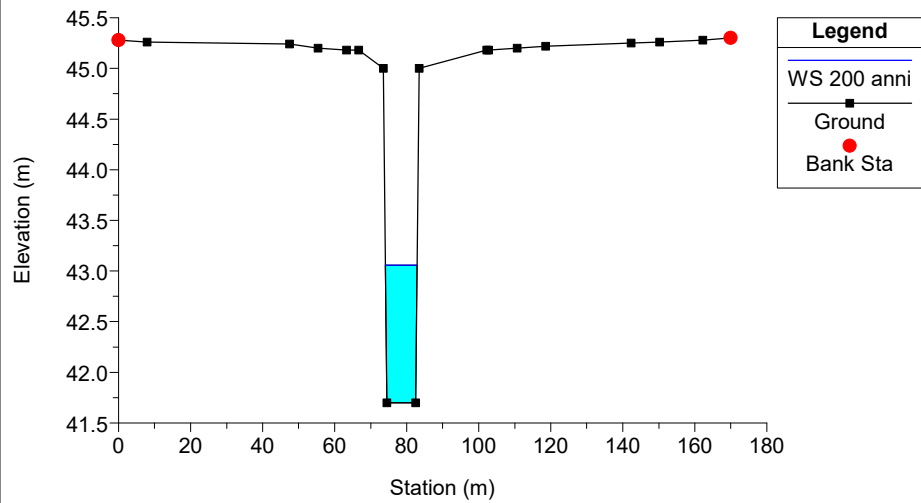
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



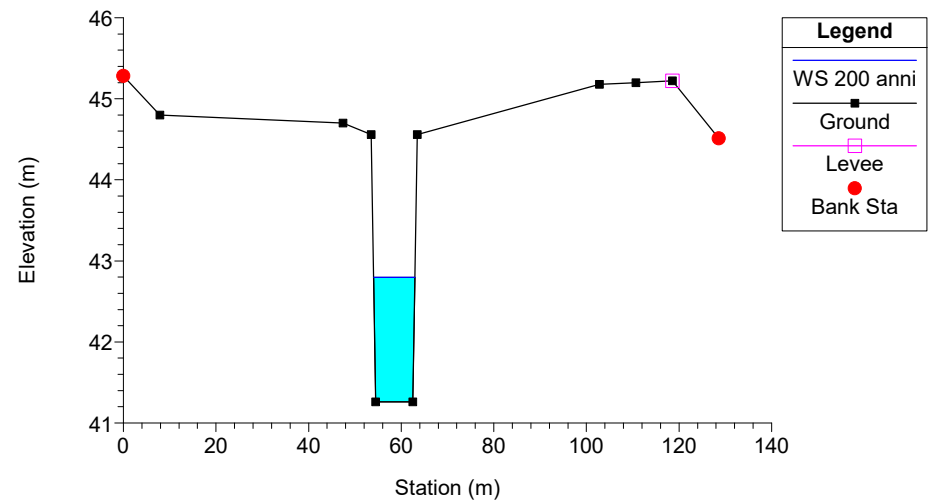
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



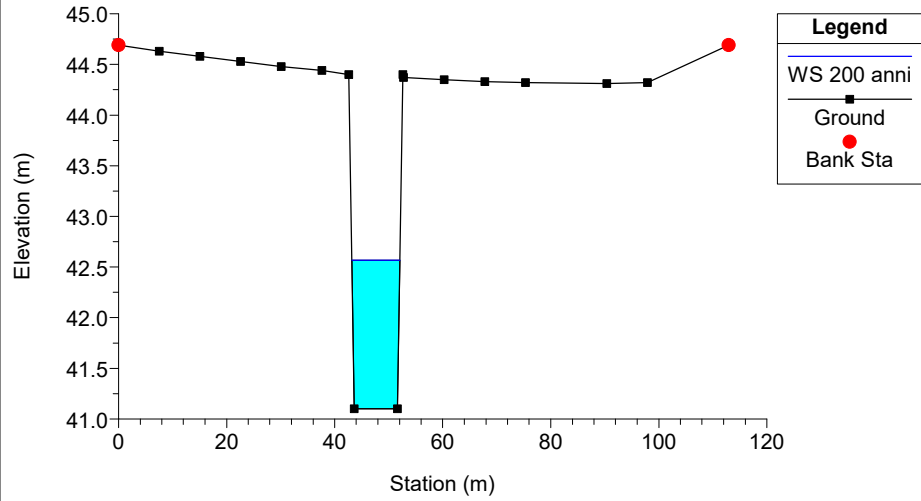
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



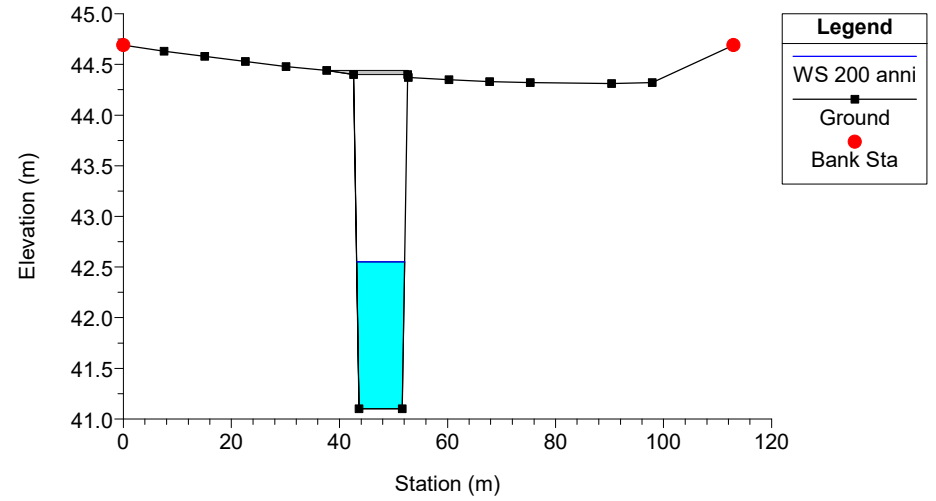
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



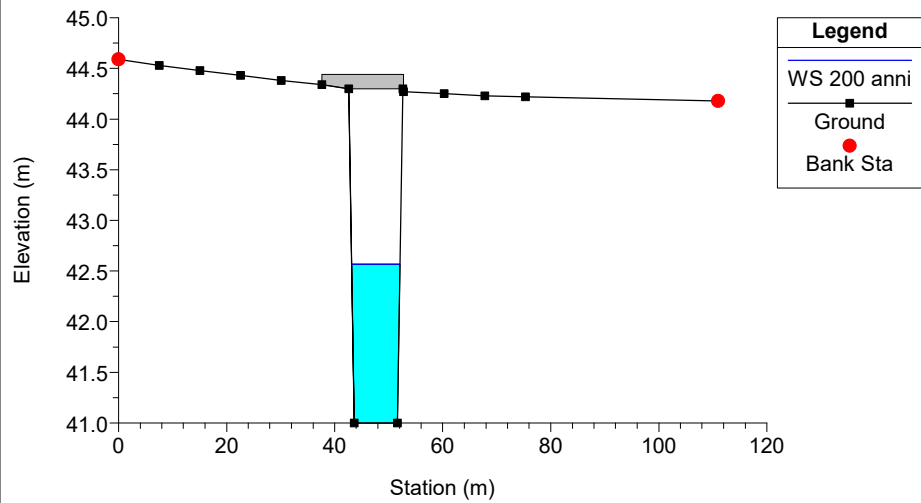
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



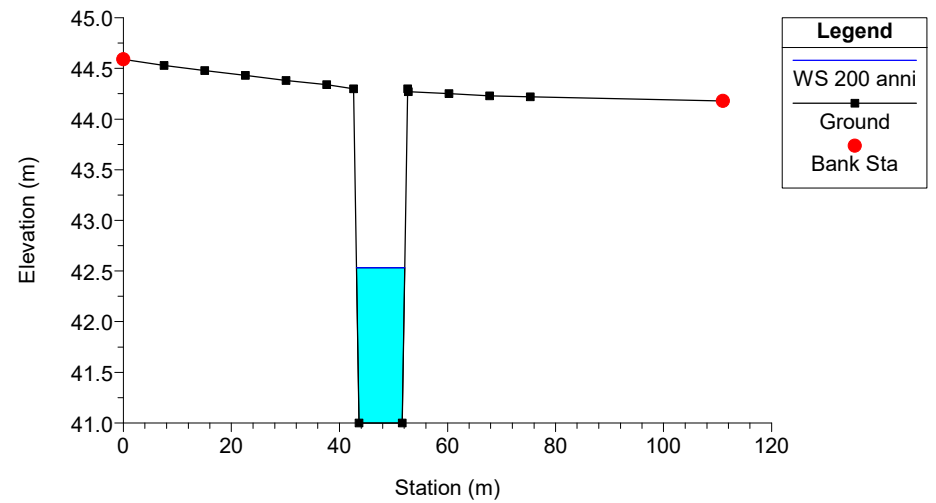
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



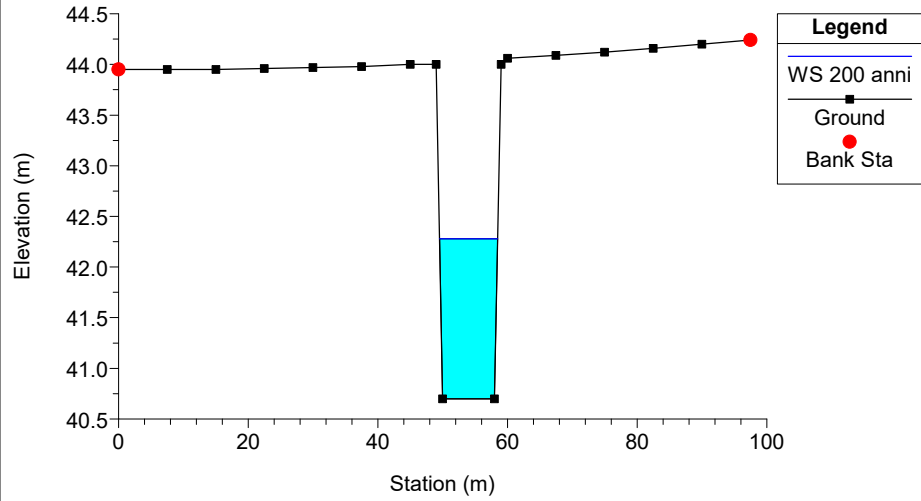
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



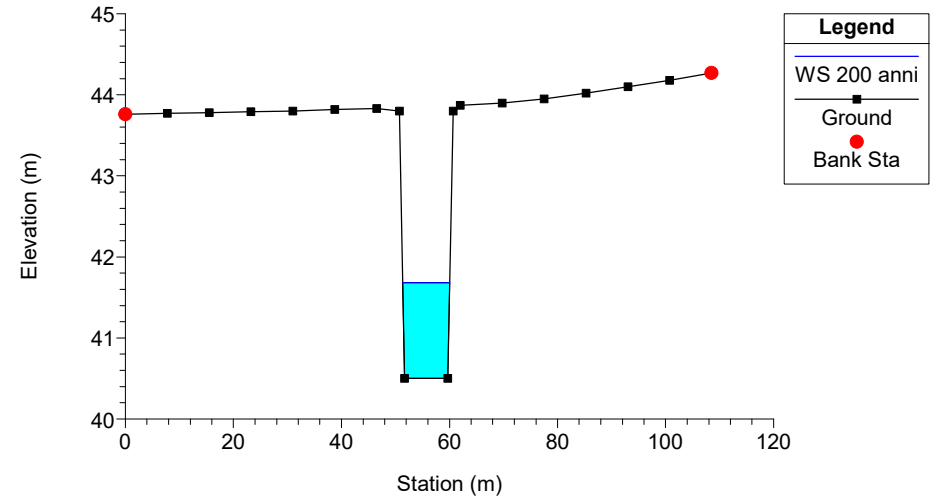
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



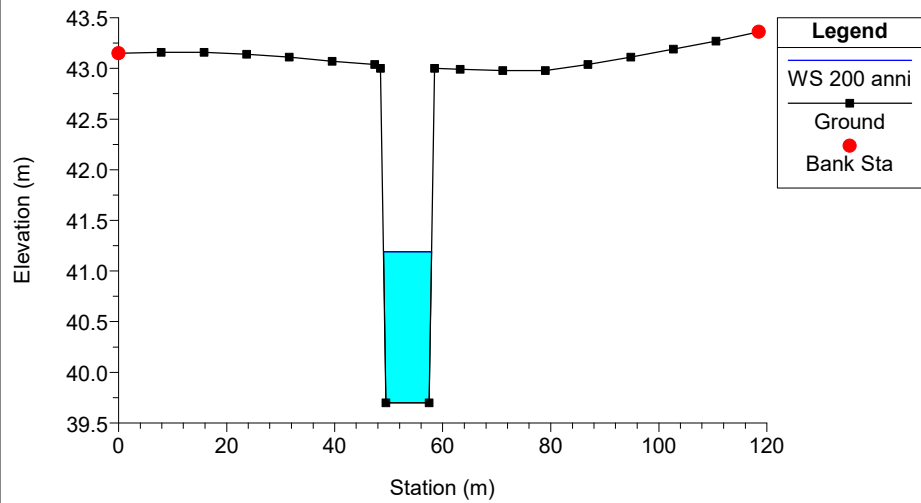
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



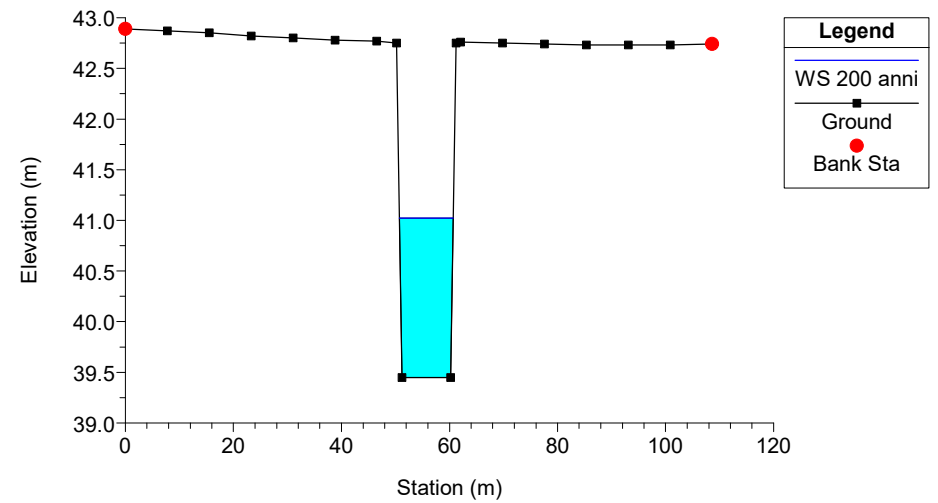
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



int3 Plan: Plan 01 31/03/2021

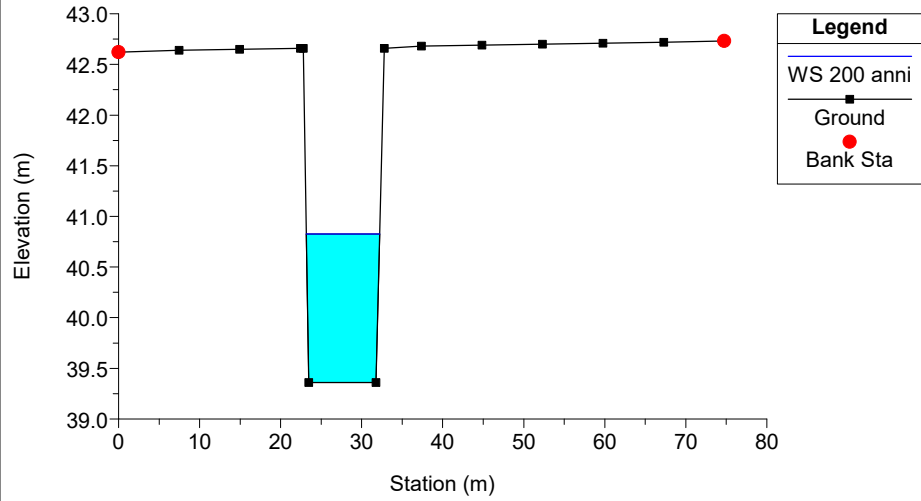


int3 Plan: Plan 01 31/03/2021

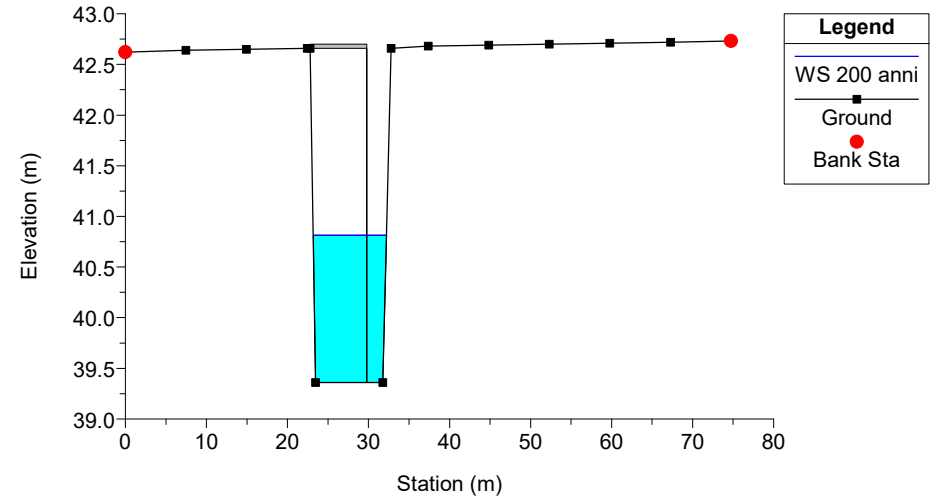




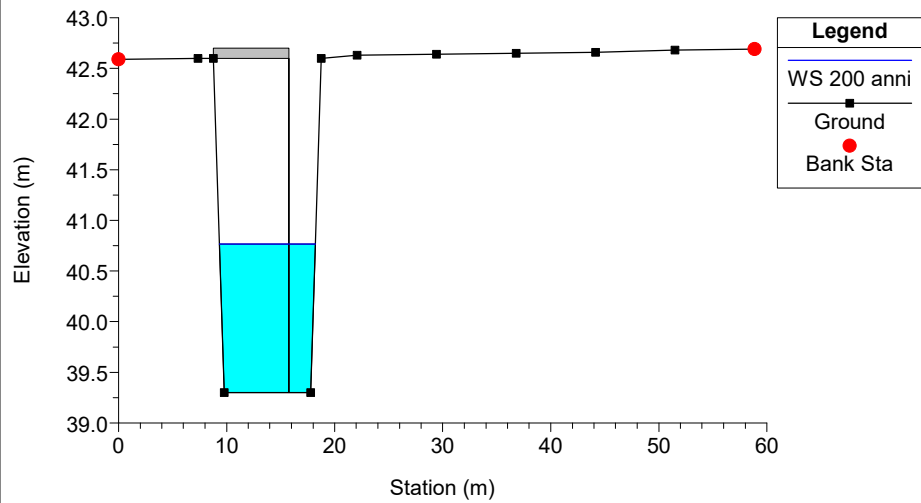
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



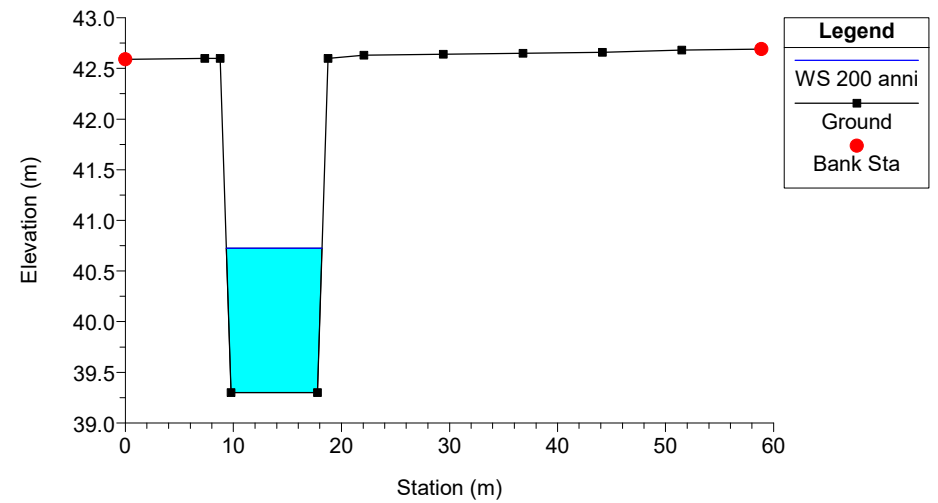
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



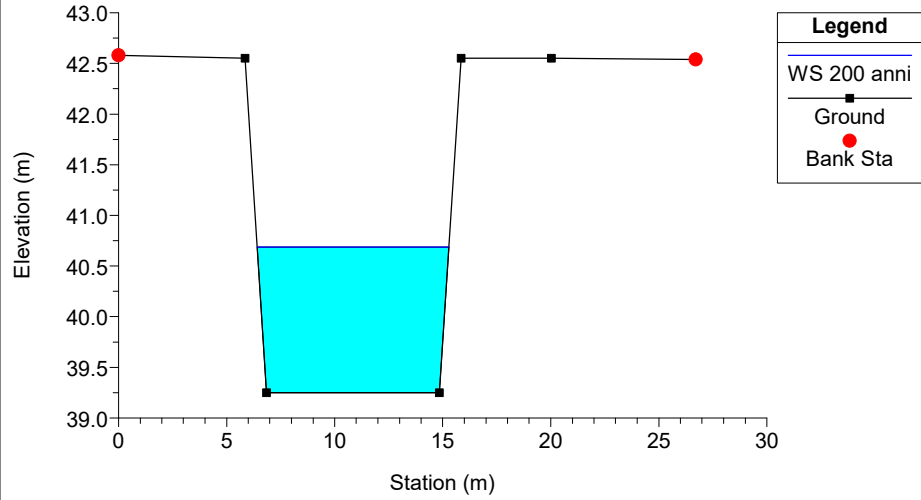
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



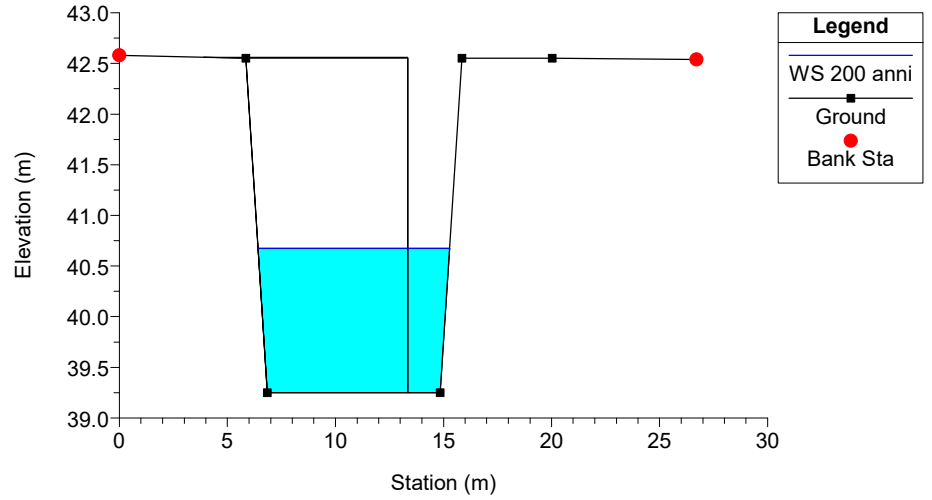
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



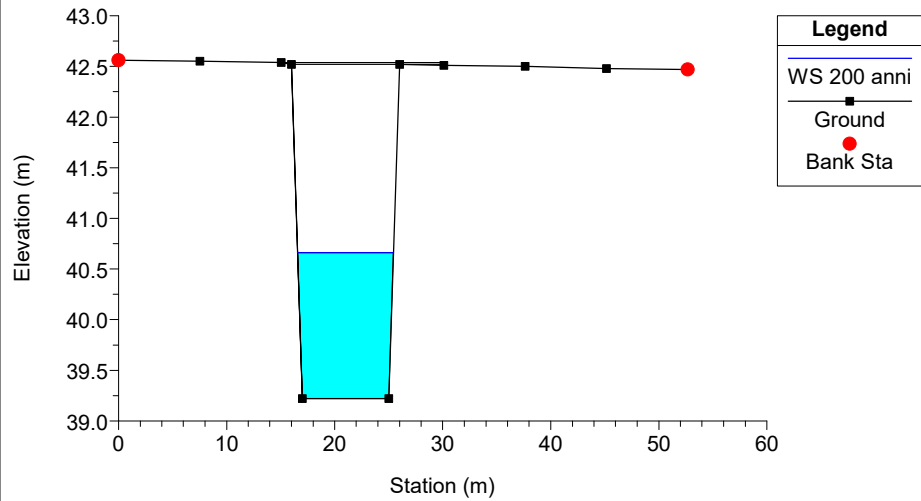
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



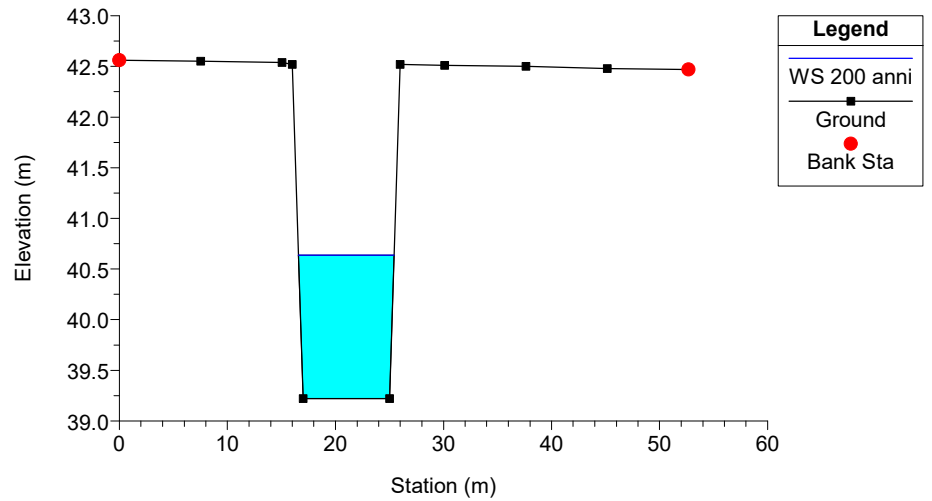
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



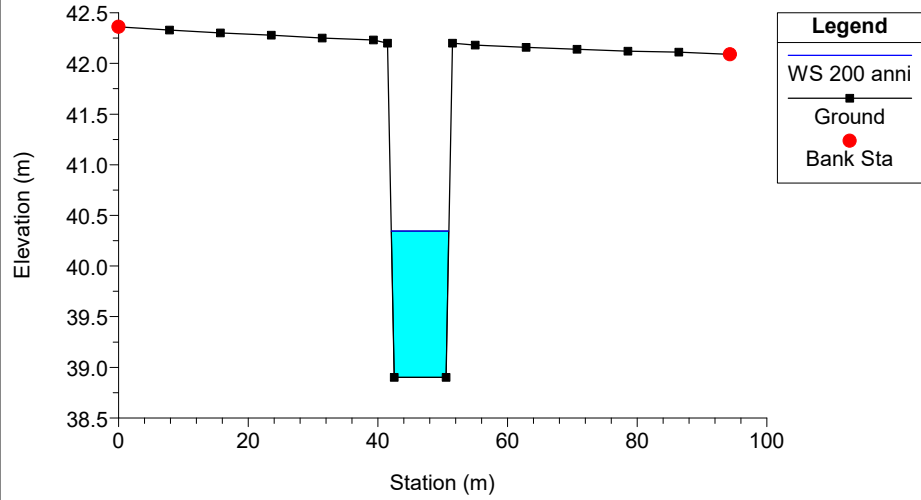
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



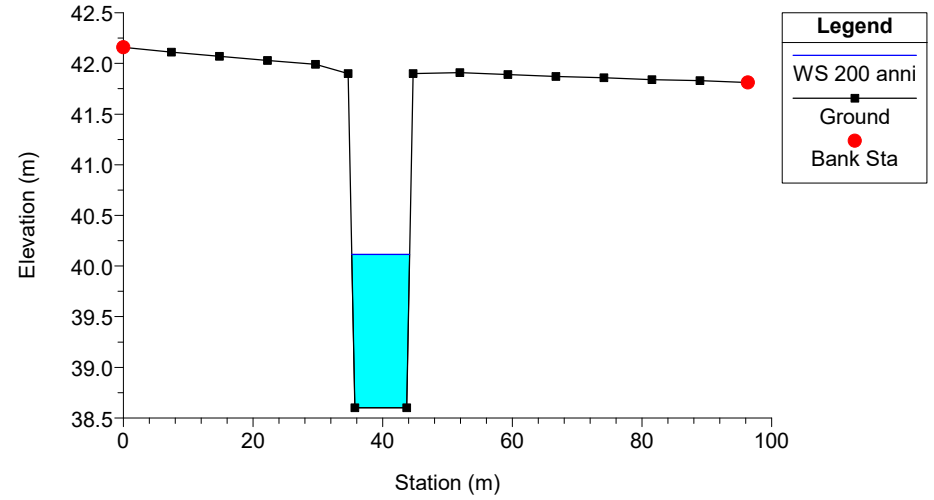
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



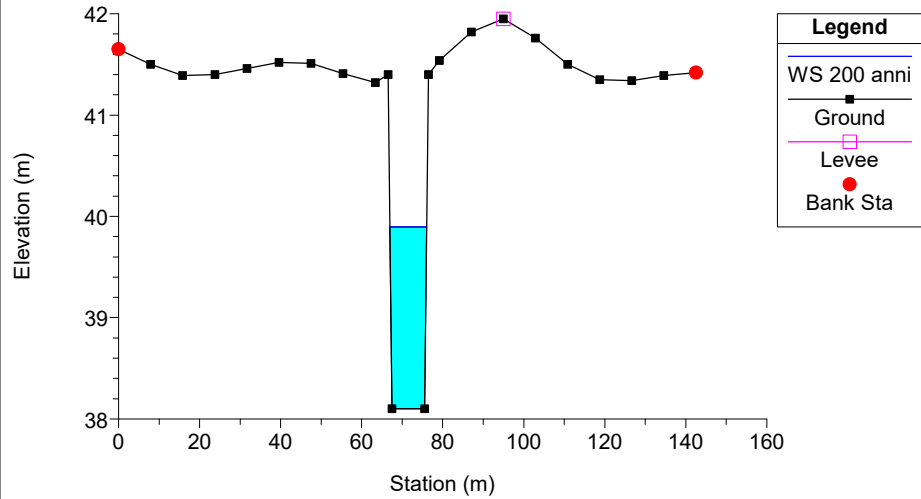
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



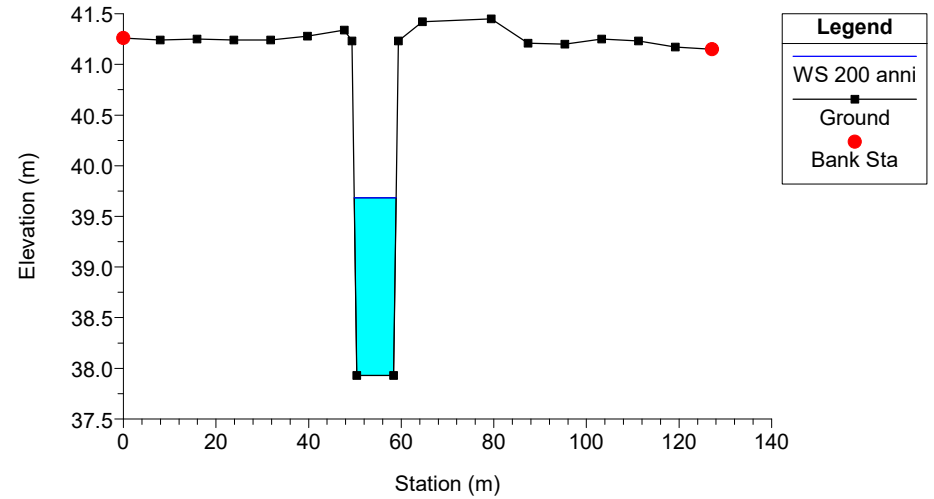
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



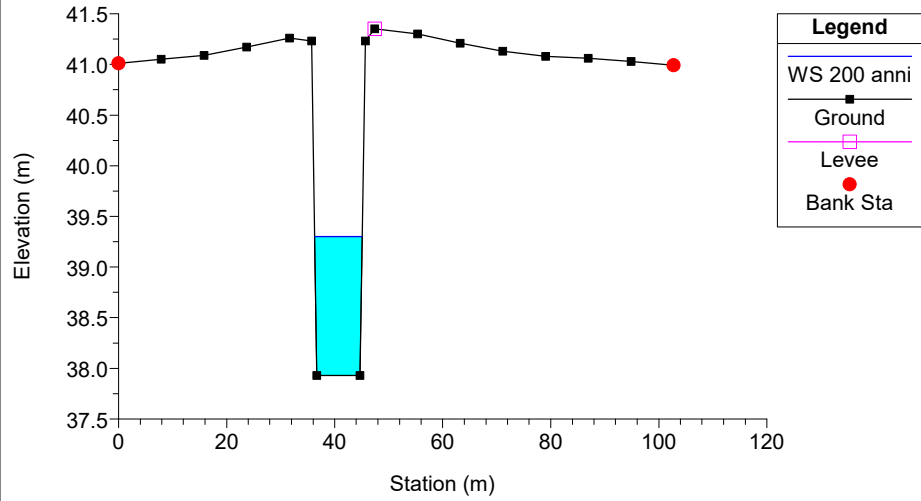
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



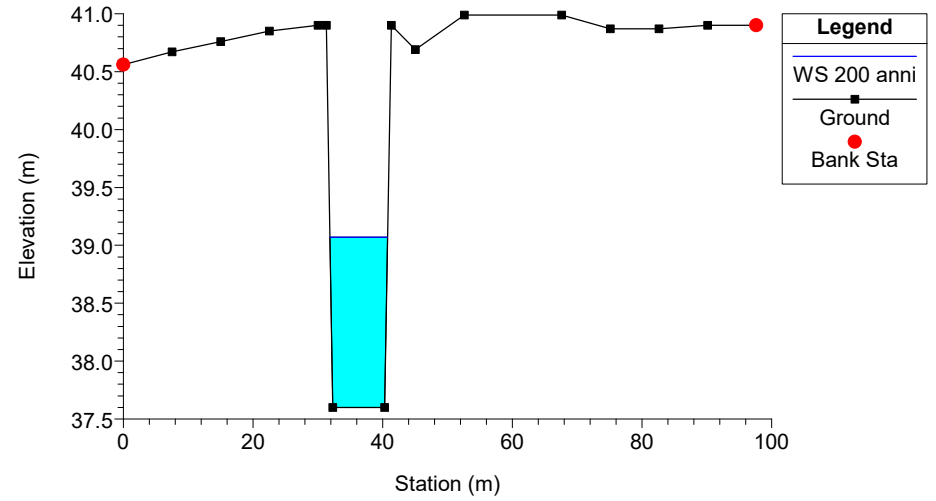
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



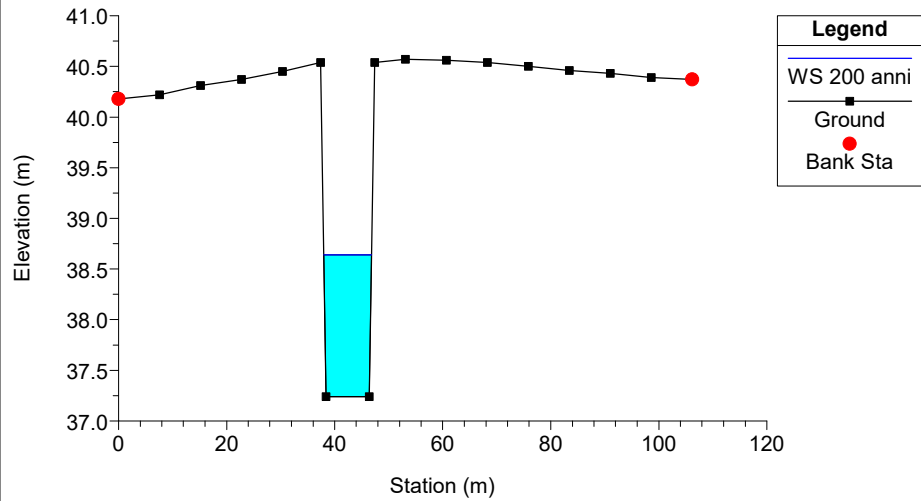
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



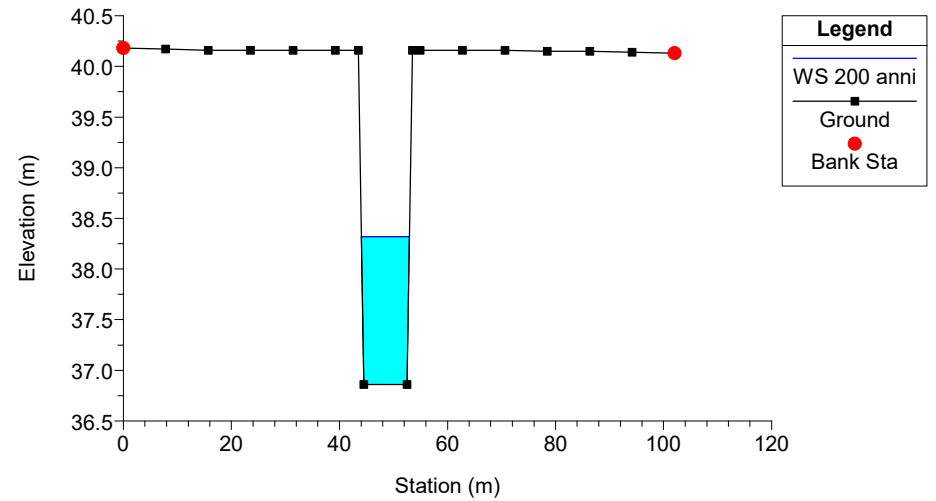
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



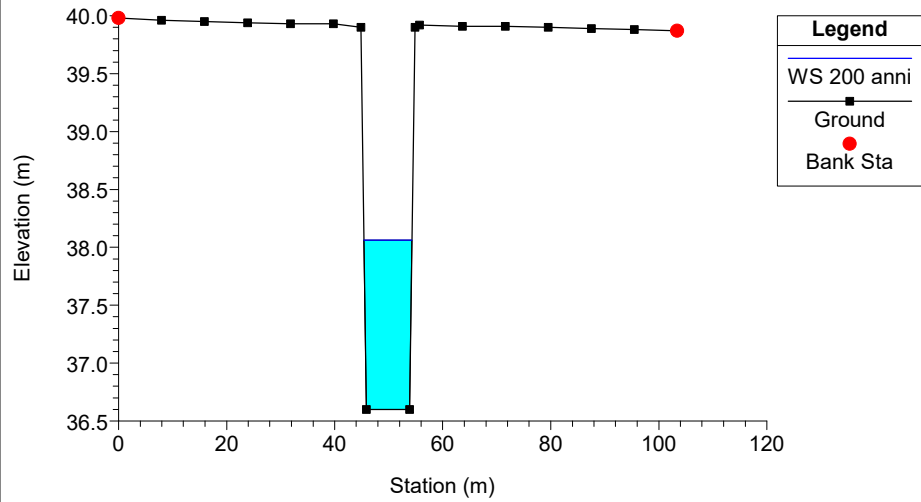
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



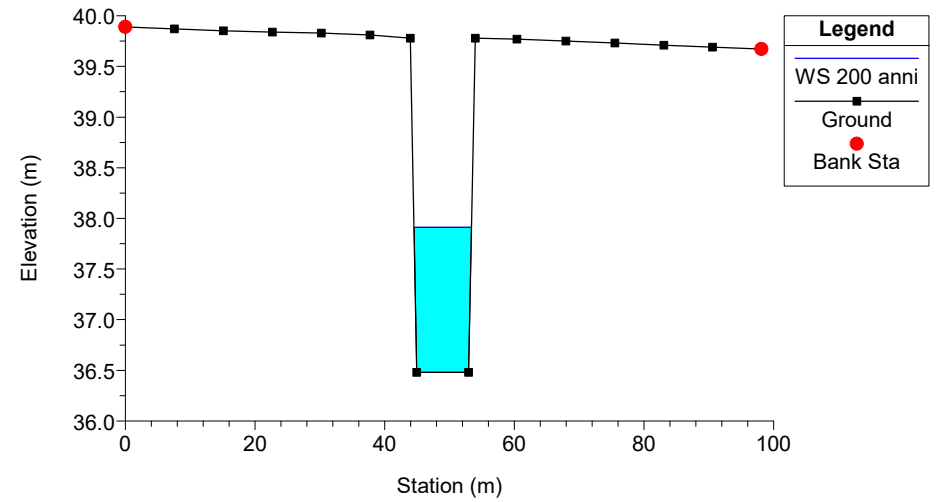
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



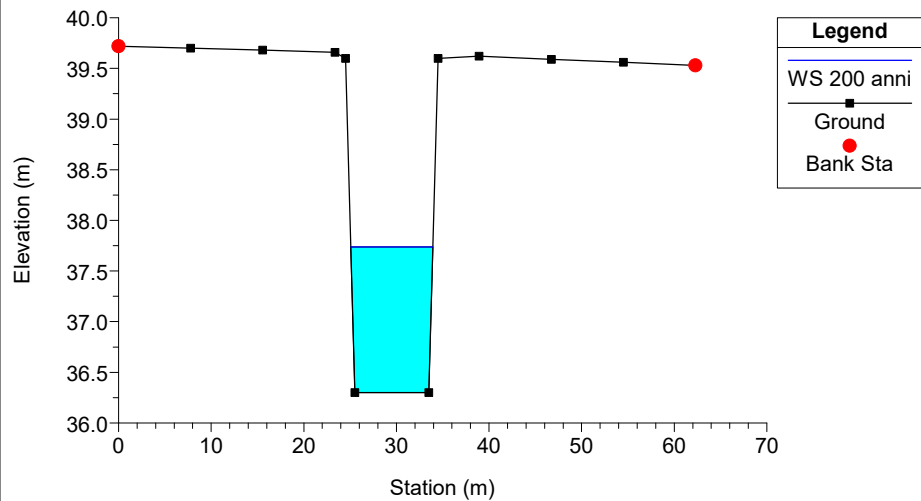
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



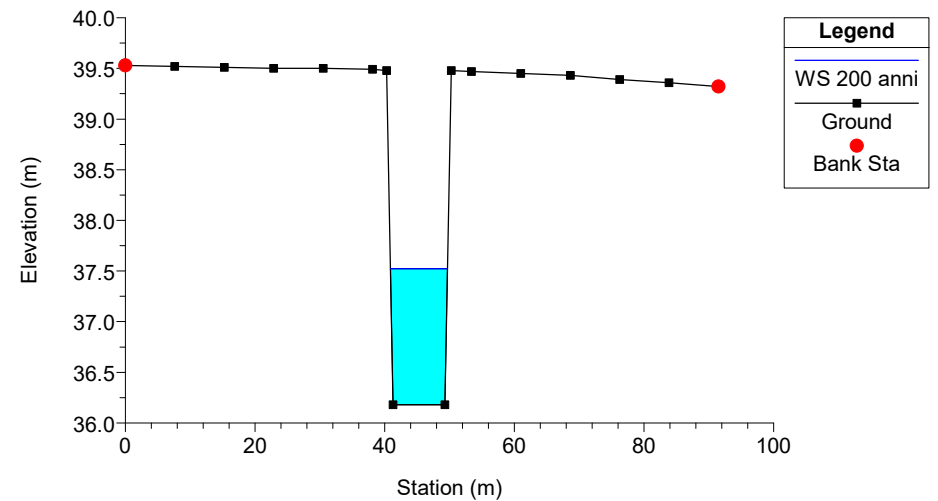
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



int3 Plan: Plan 01 31/03/2021

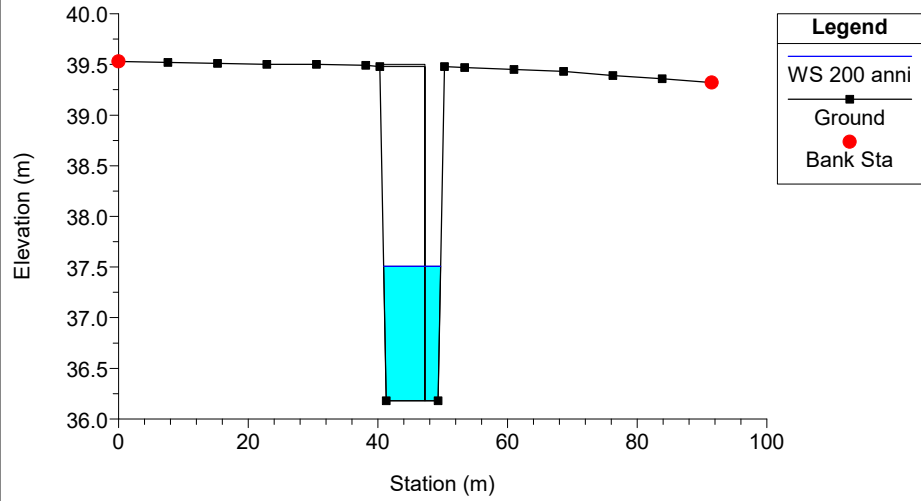


int3 Plan: Plan 01 31/03/2021

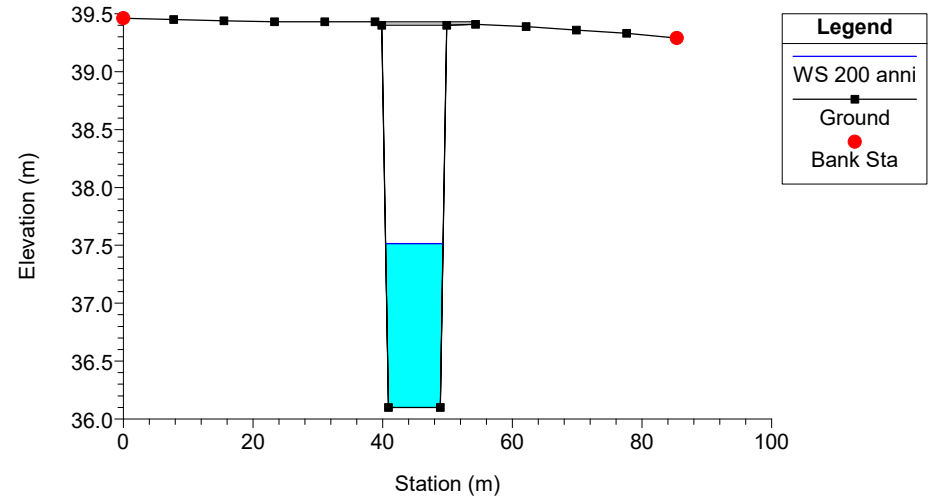




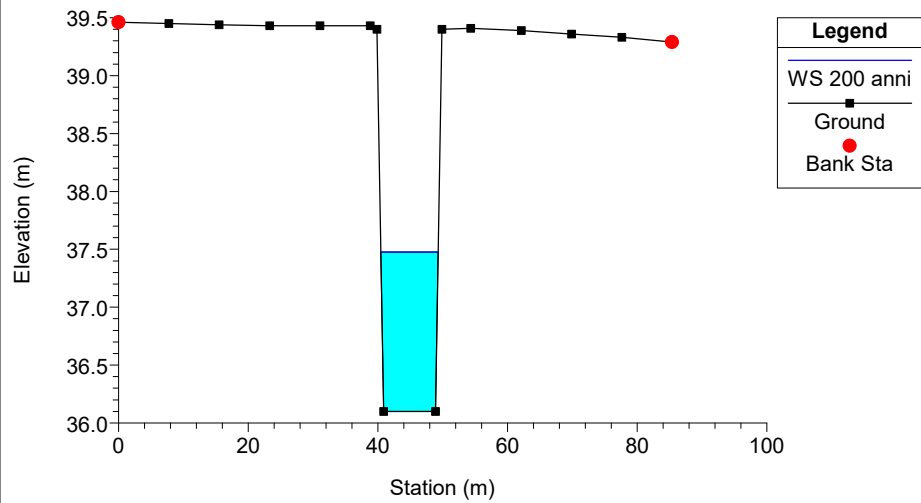
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



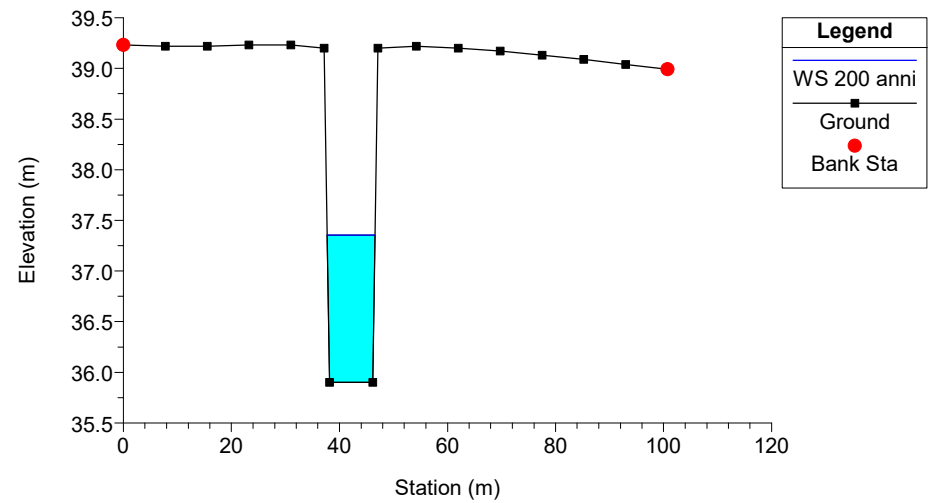
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



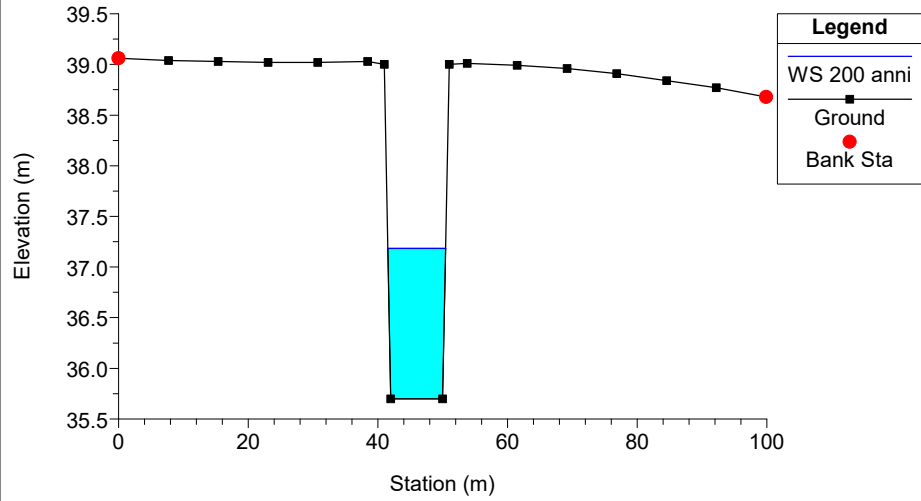
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



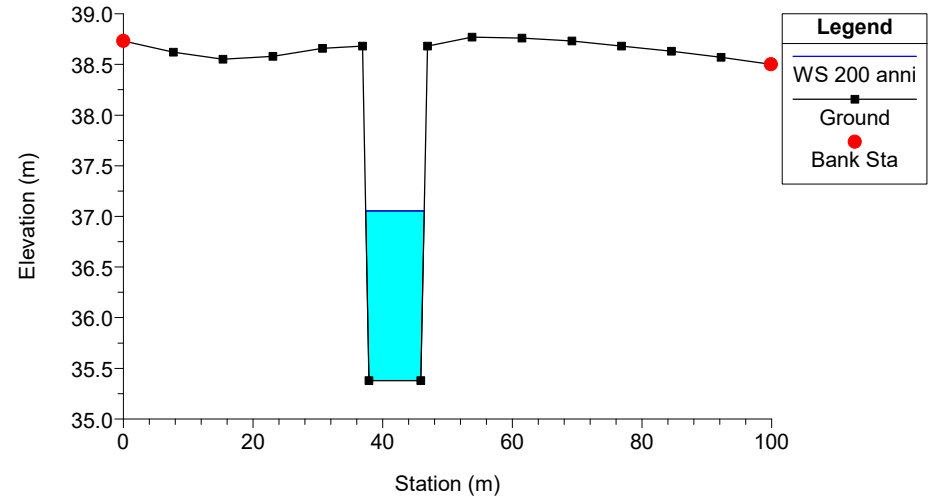
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



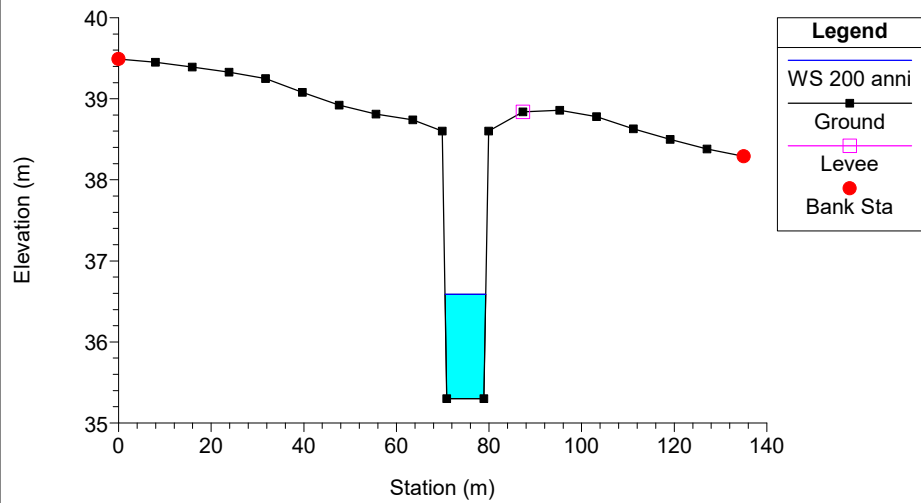
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



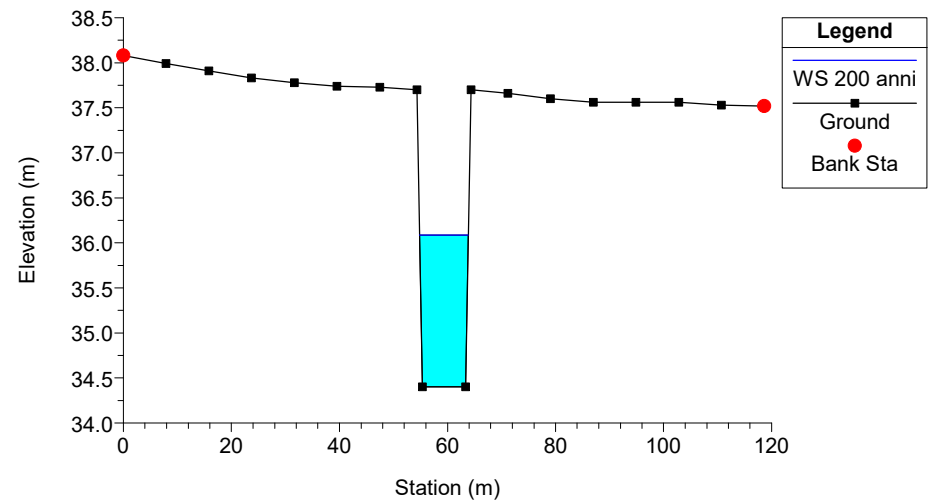
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



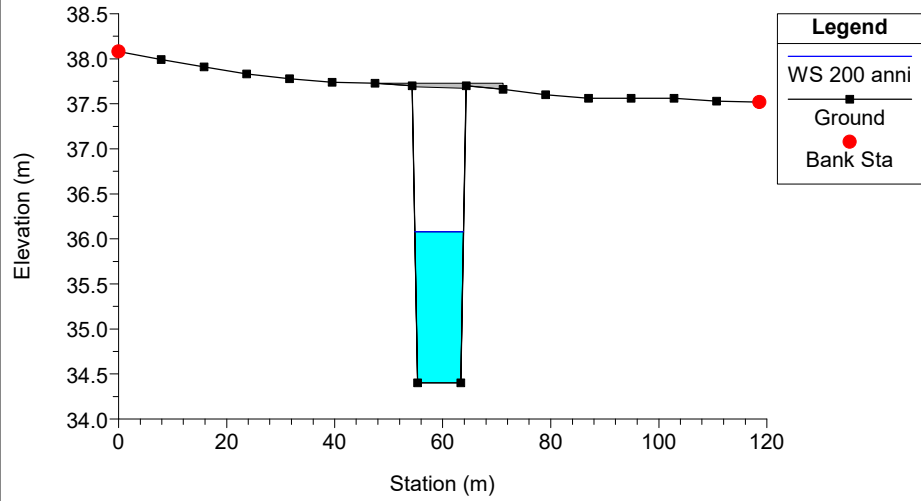
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



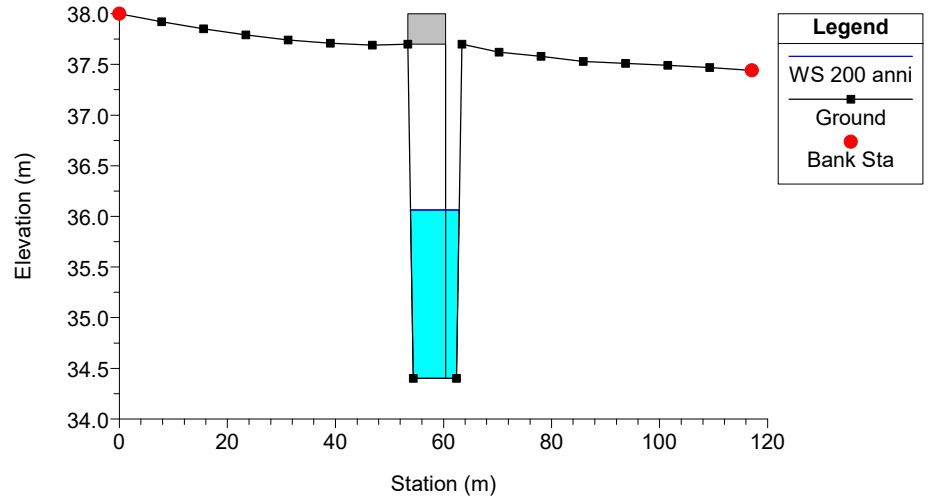
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



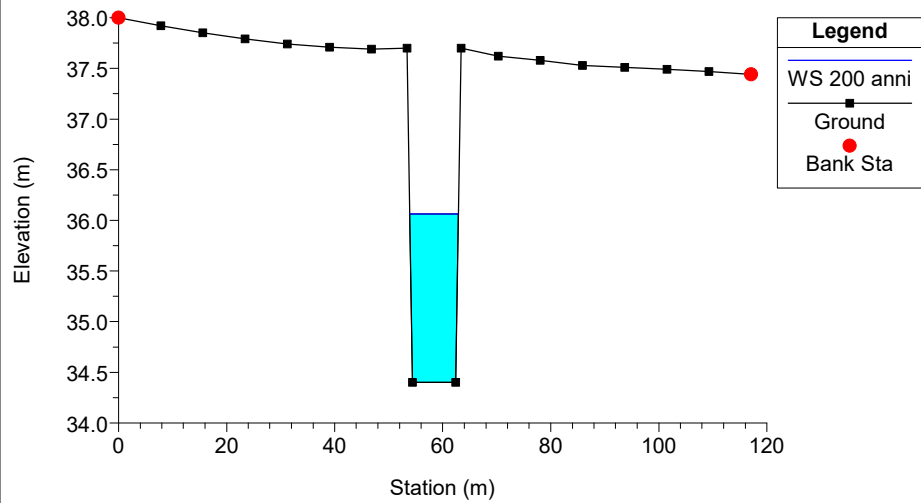
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



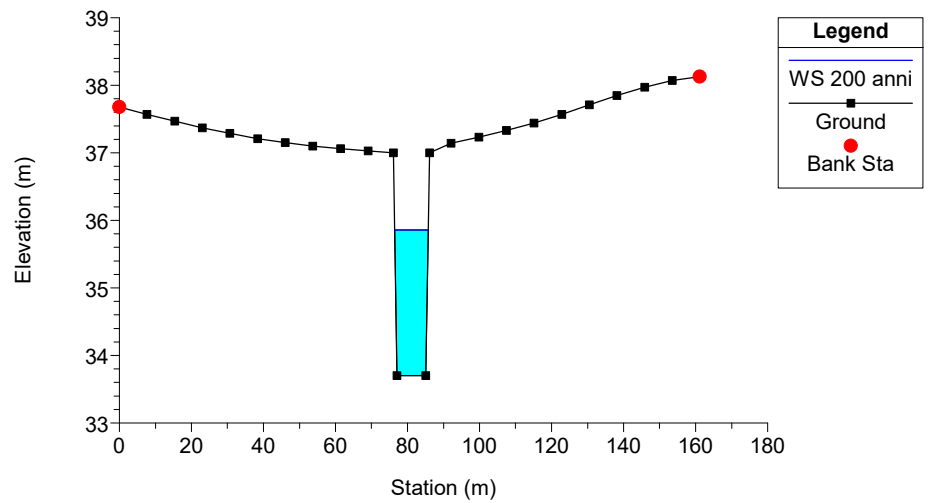
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



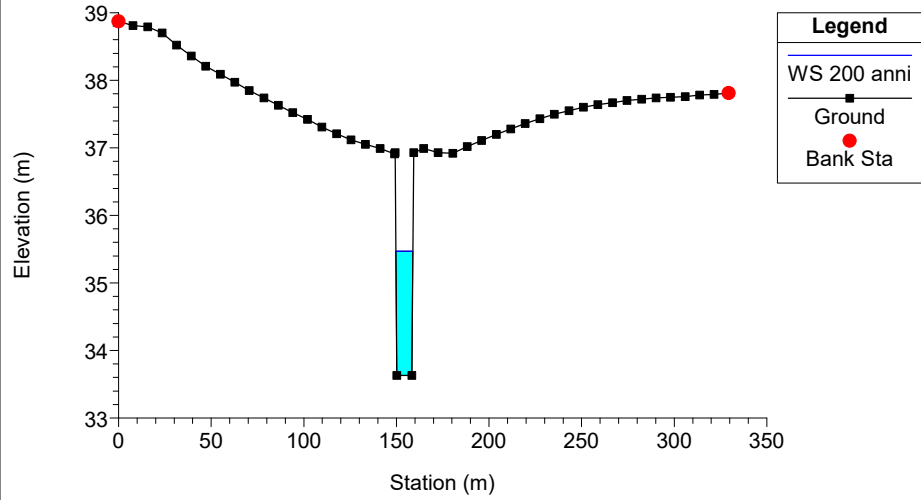
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



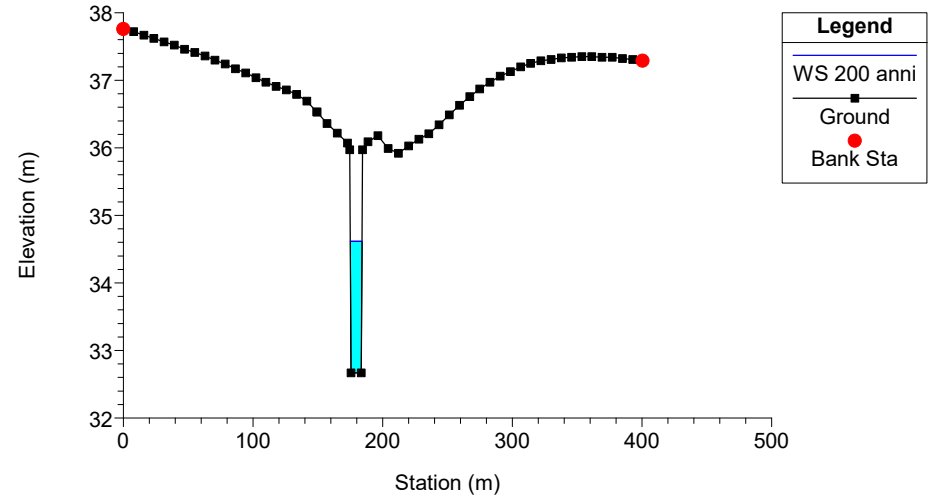
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



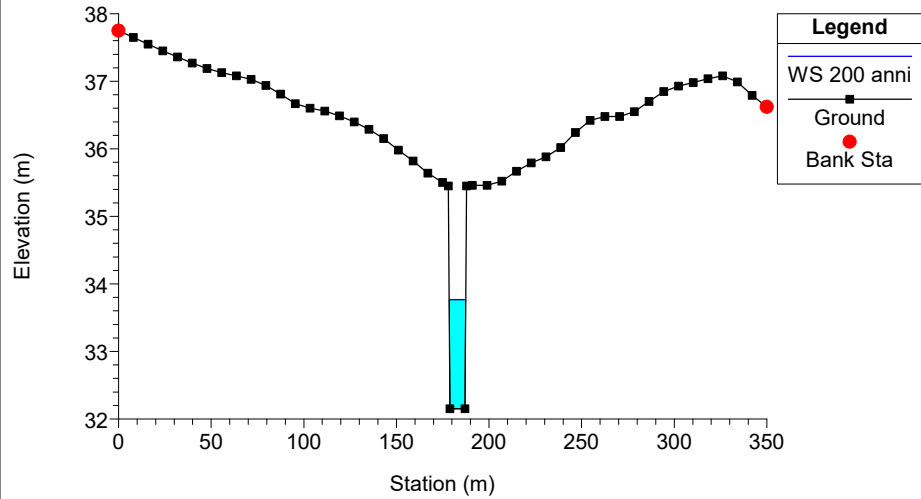
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



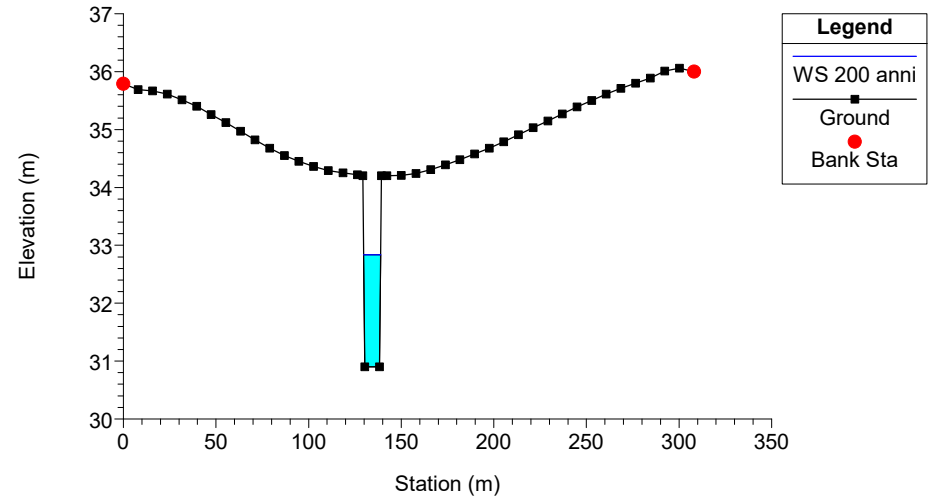
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



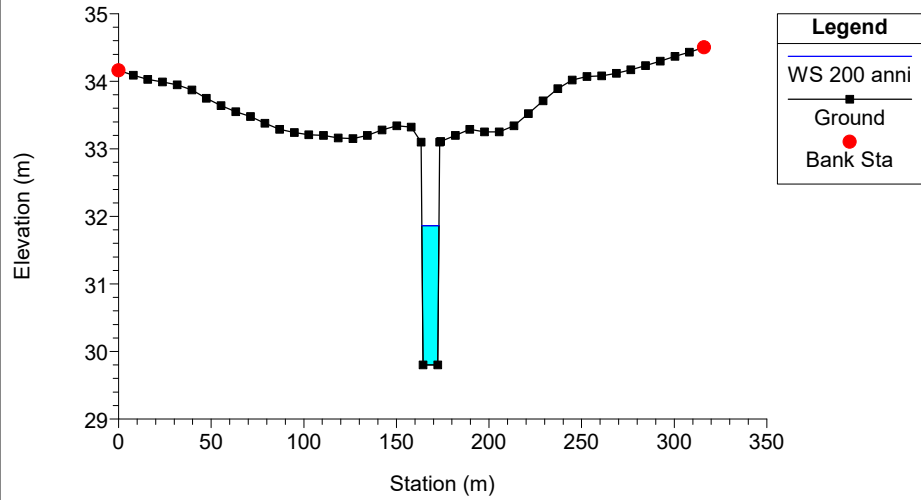
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



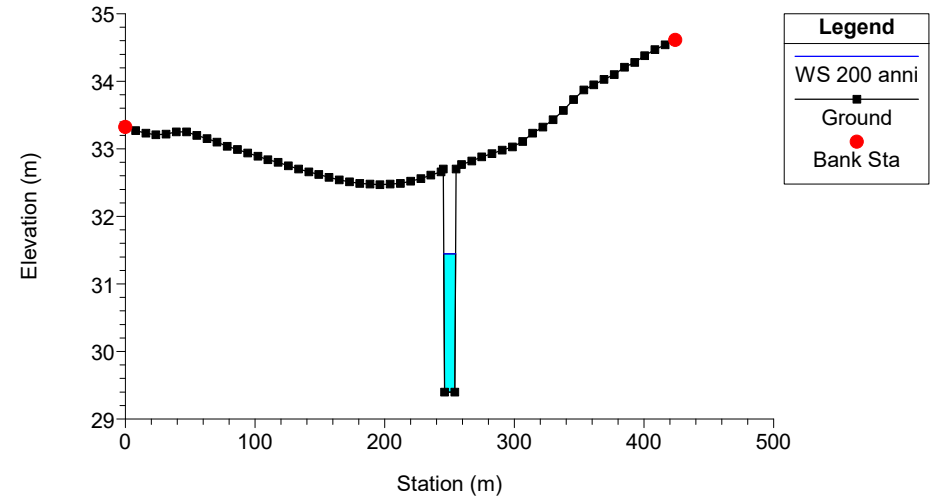
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



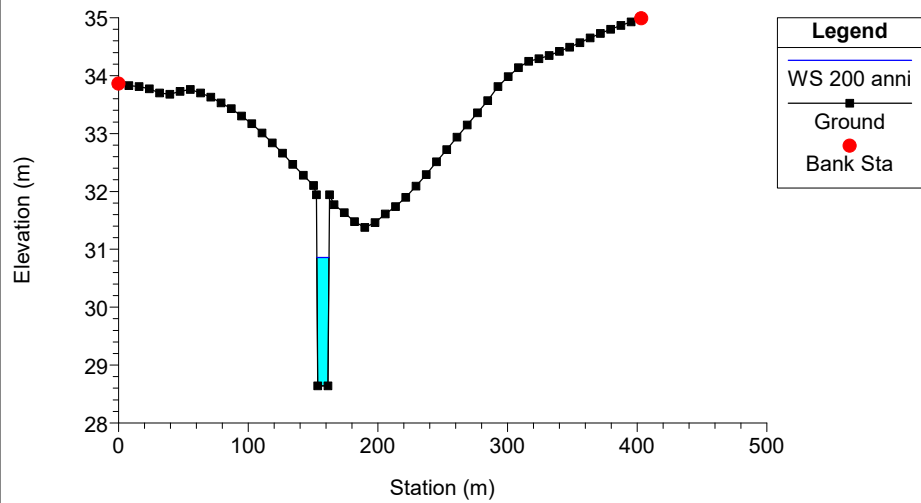
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



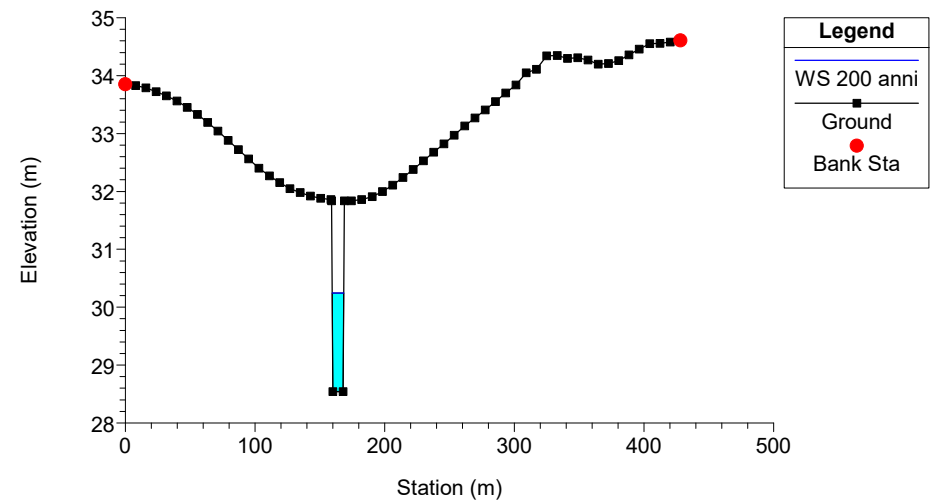
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



int3 Plan: Plan 01 31/03/2021

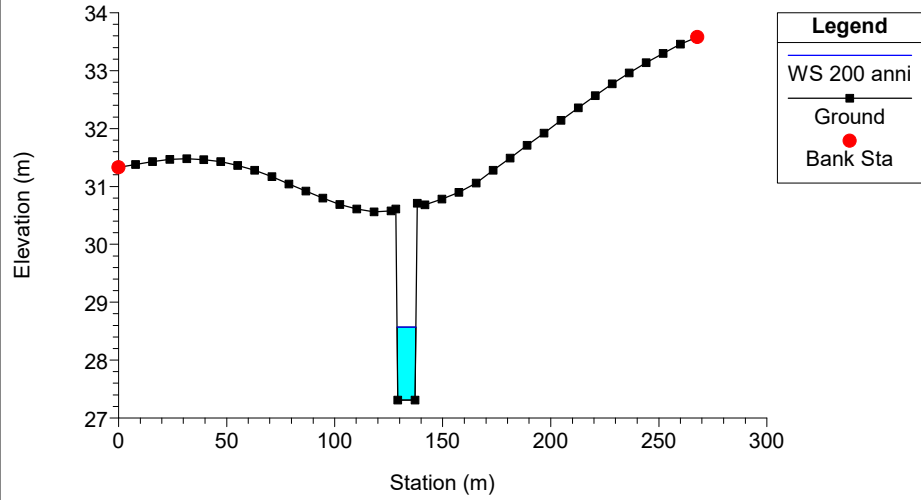


int3 Plan: Plan 01 31/03/2021

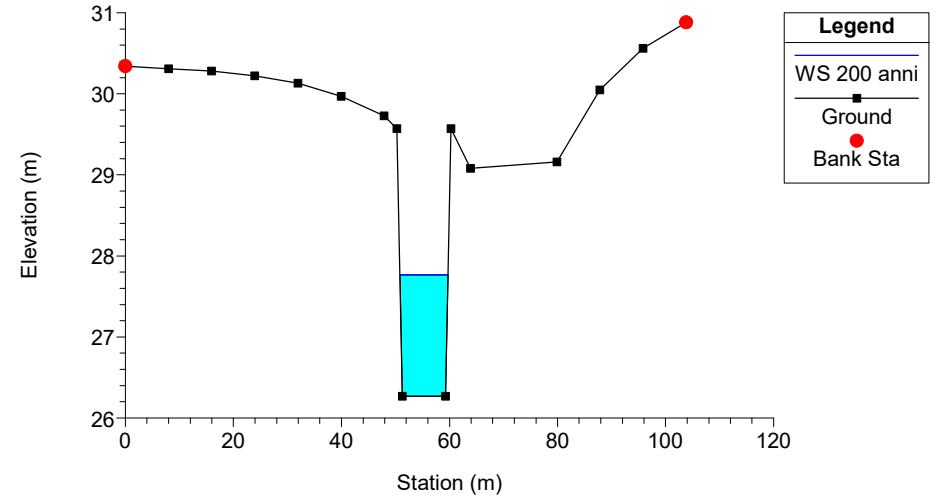




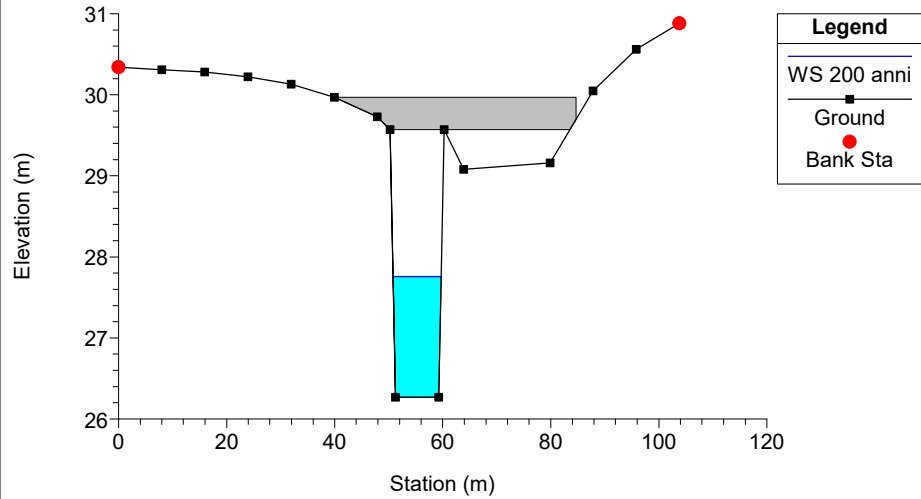
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



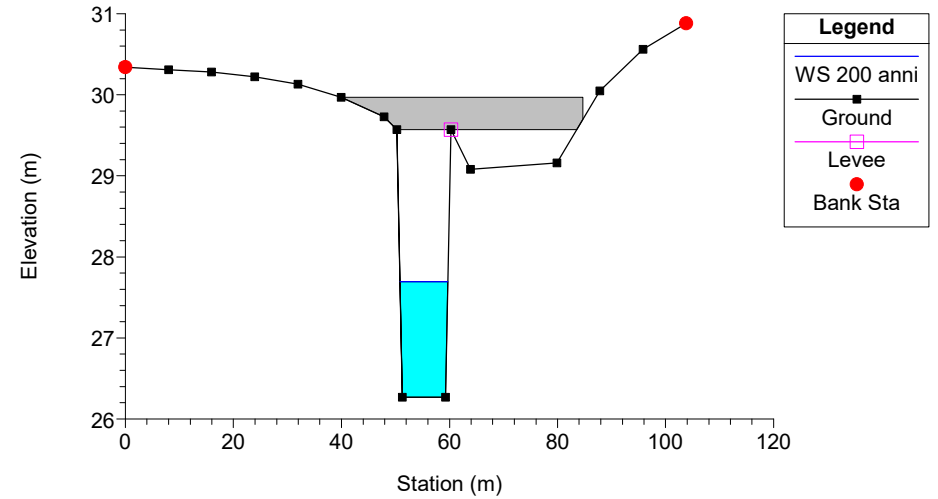
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



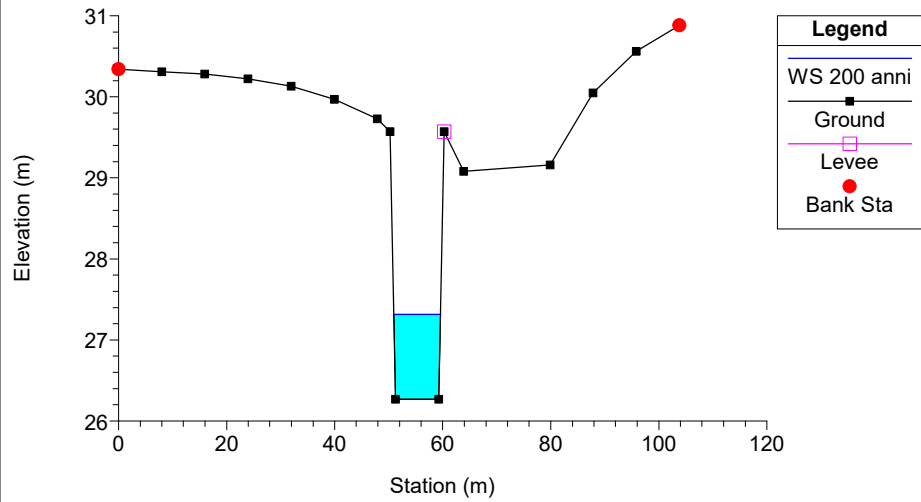
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



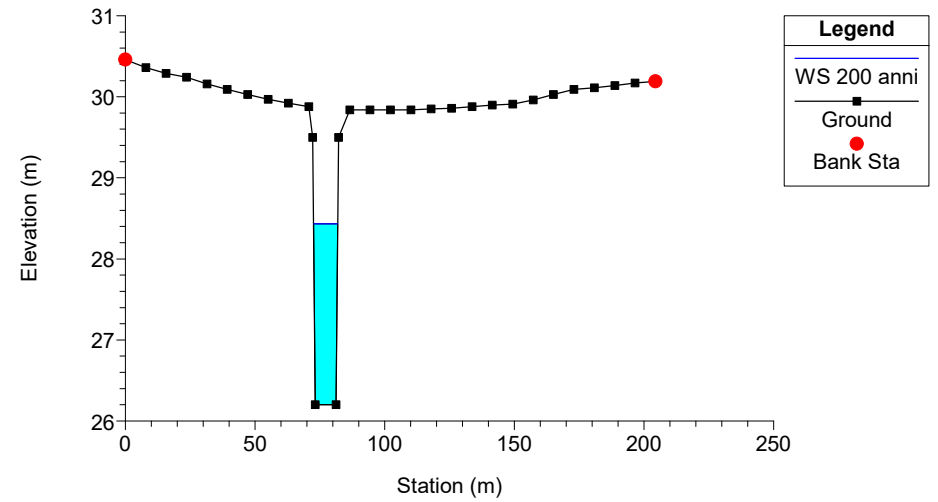
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



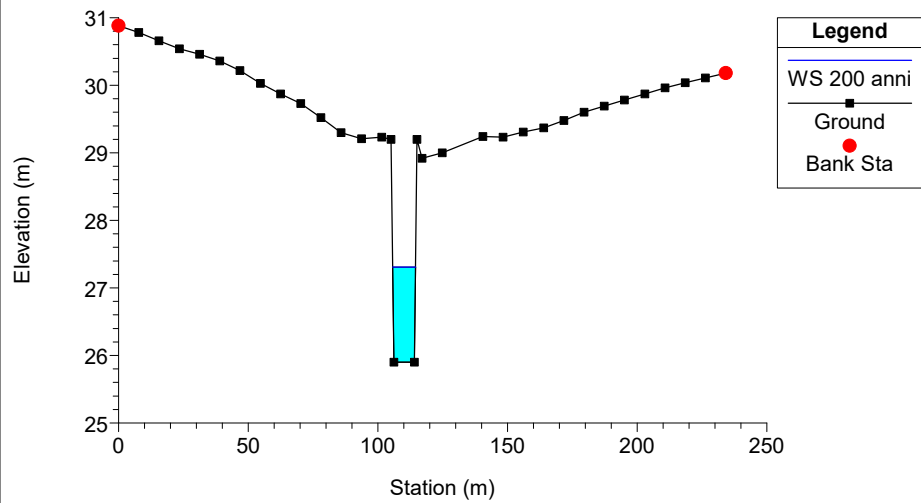
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



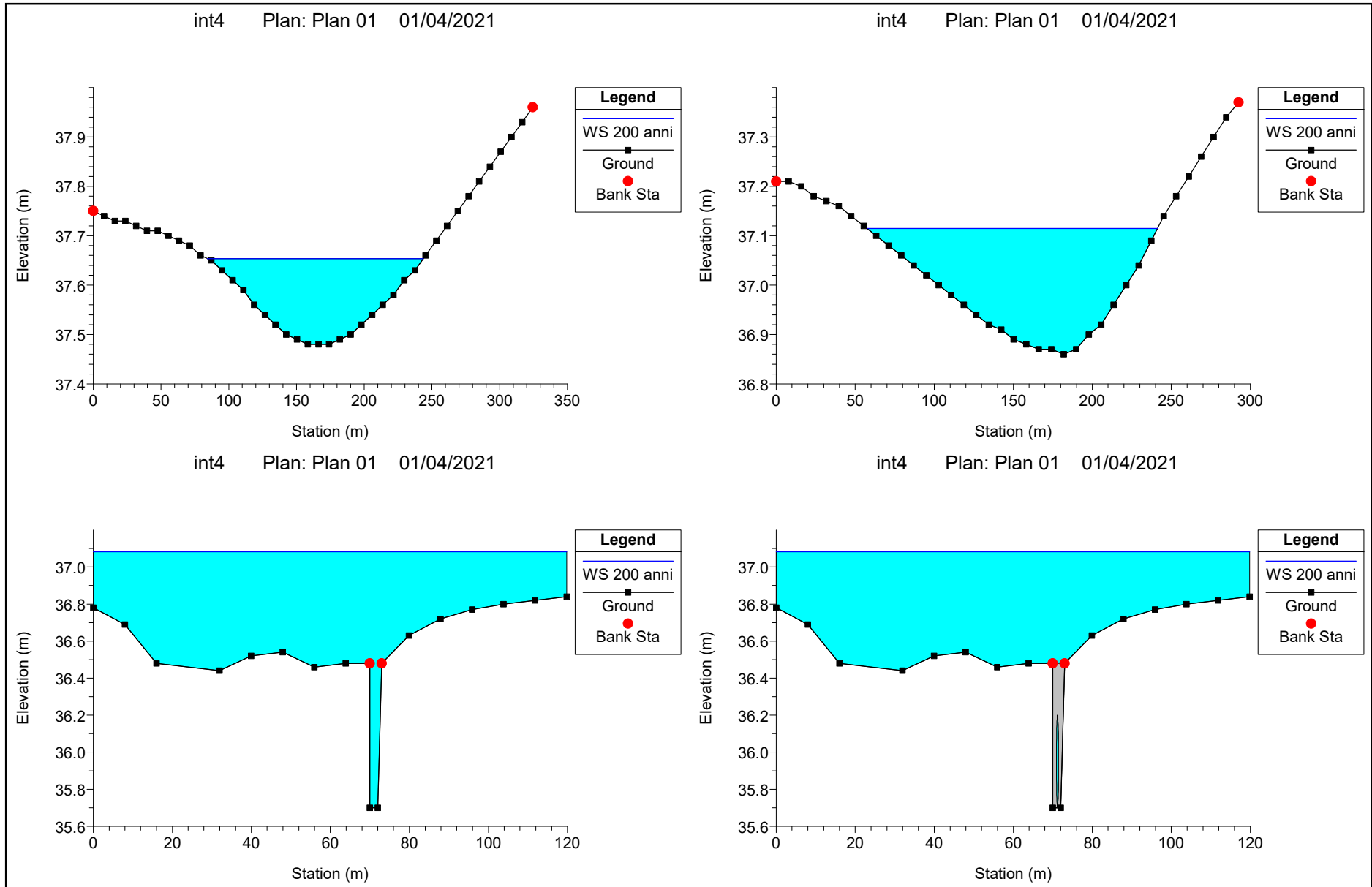
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



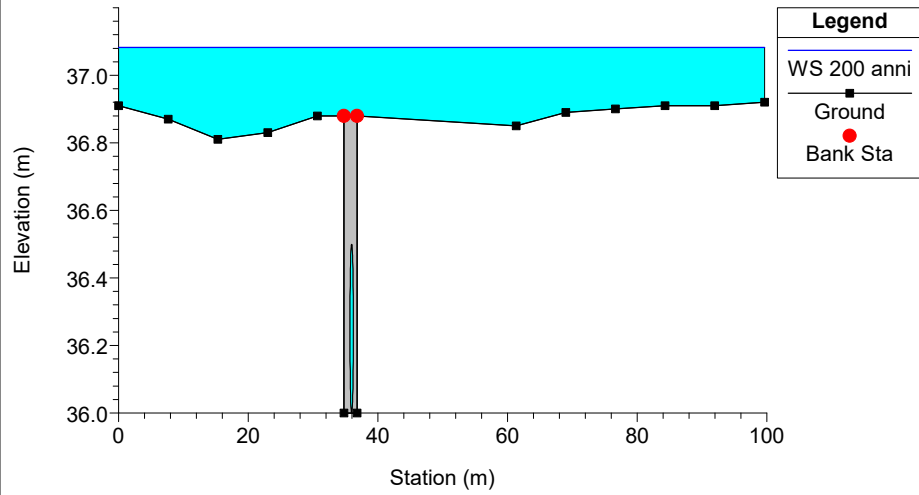
int3 Plan: Plan 01 31/03/2021



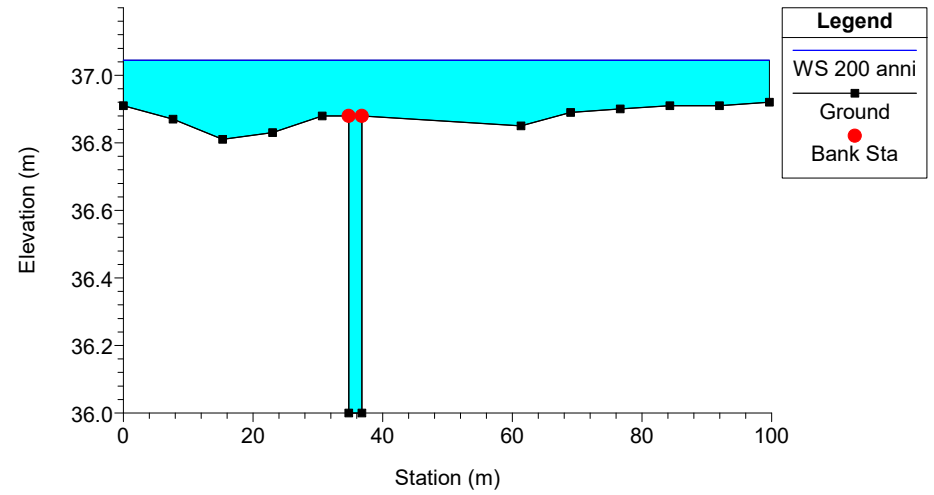
# QUINTO ATTRAVERSAMENTO



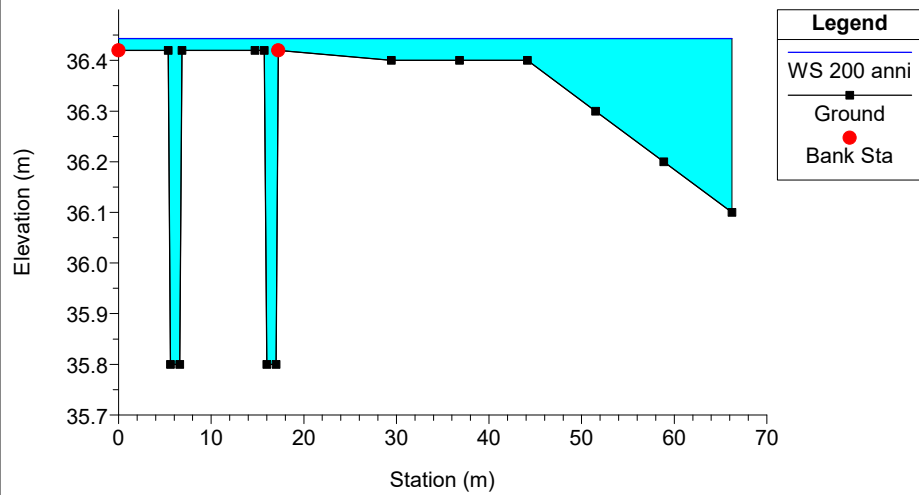
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



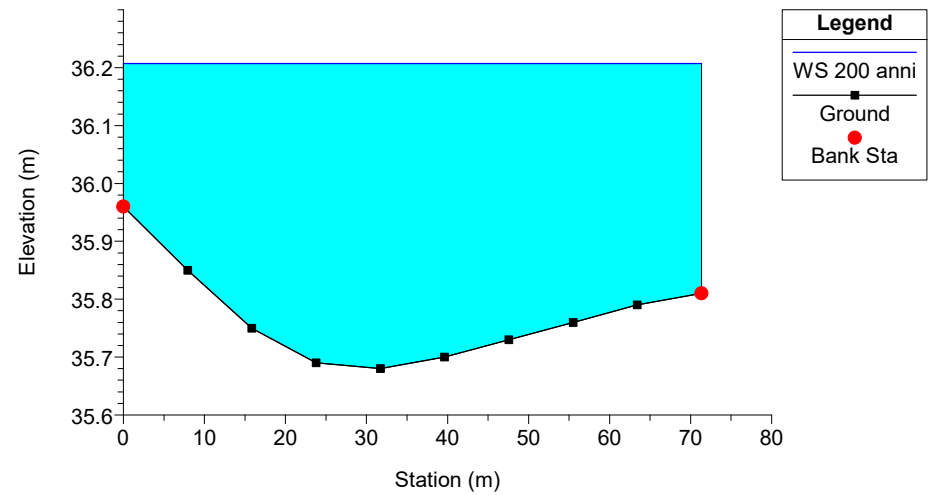
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



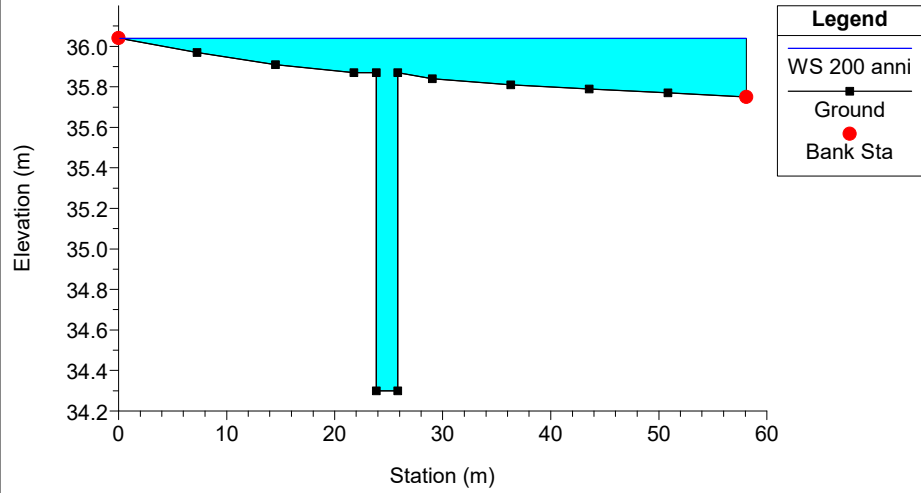
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



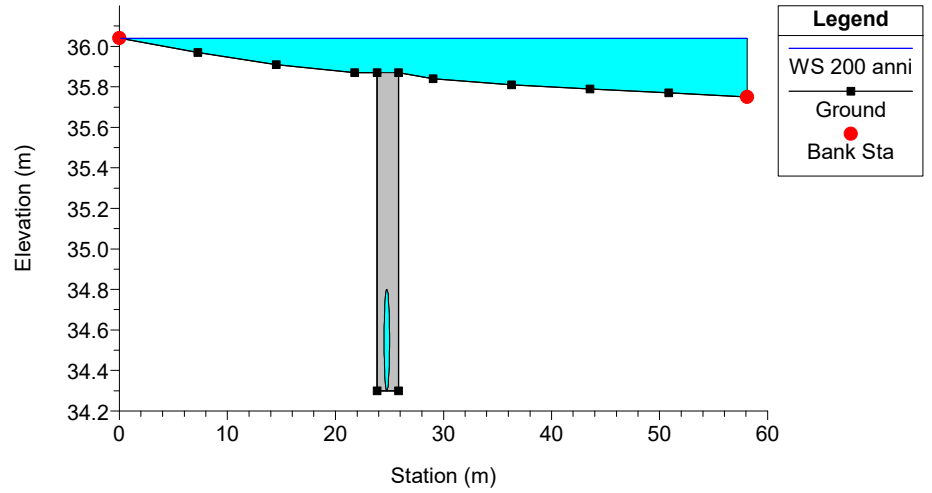
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



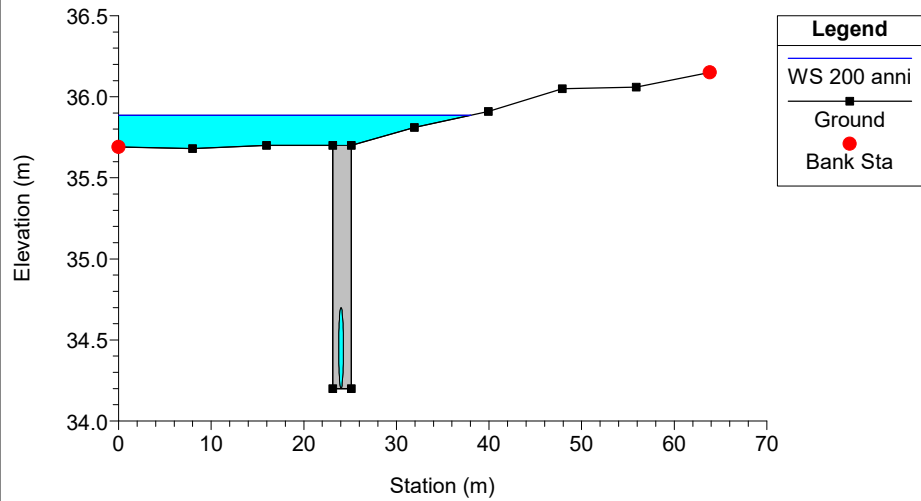
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



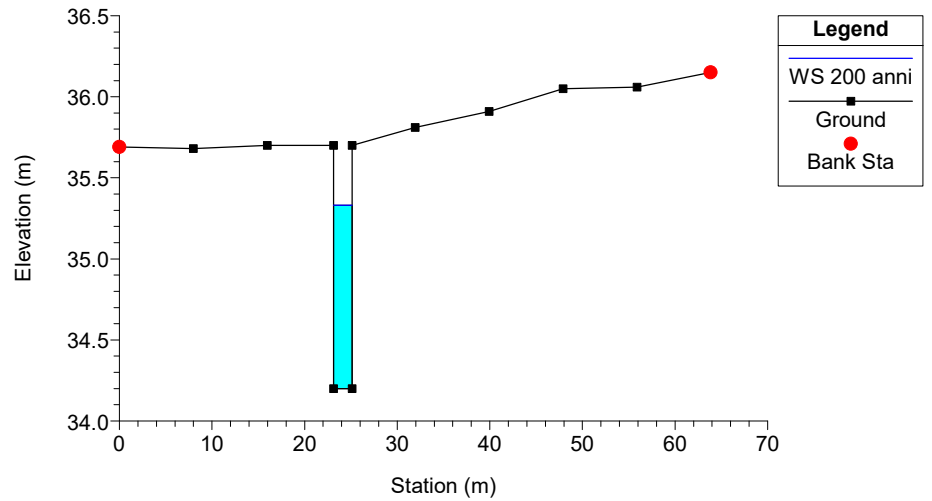
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



int4 Plan: Plan 01 01/04/2021

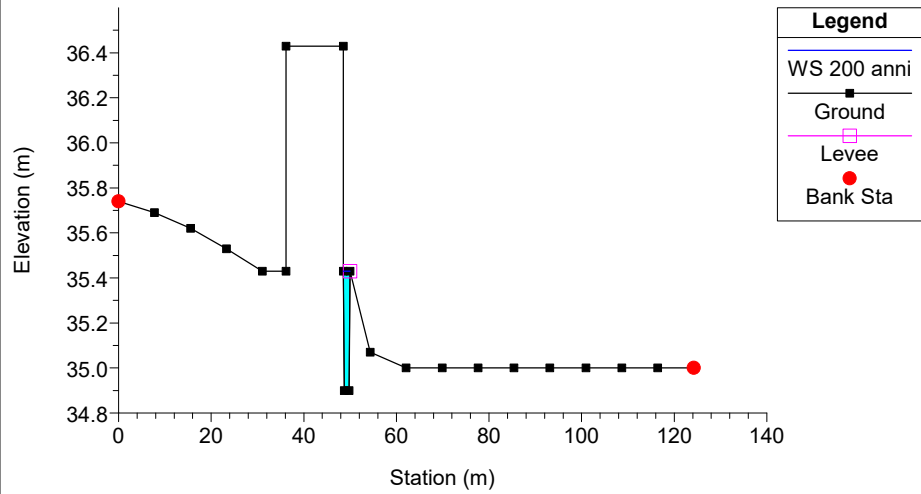


int4 Plan: Plan 01 01/04/2021

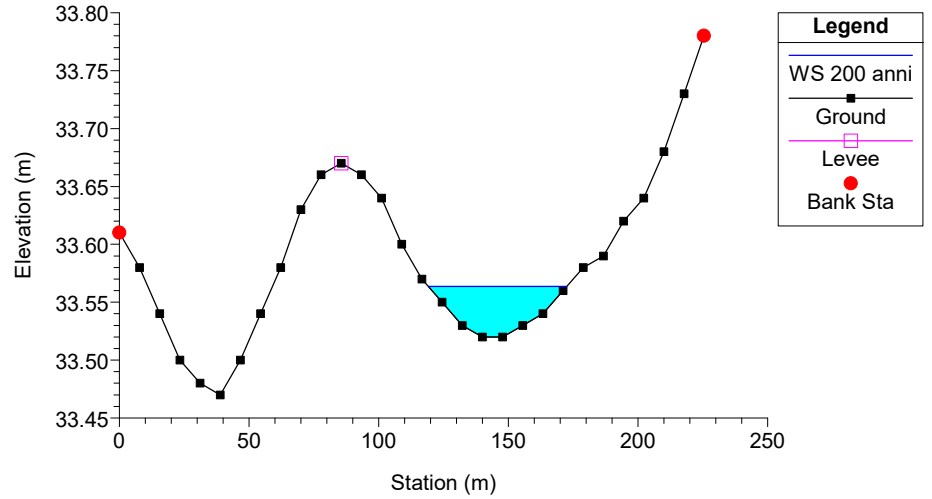




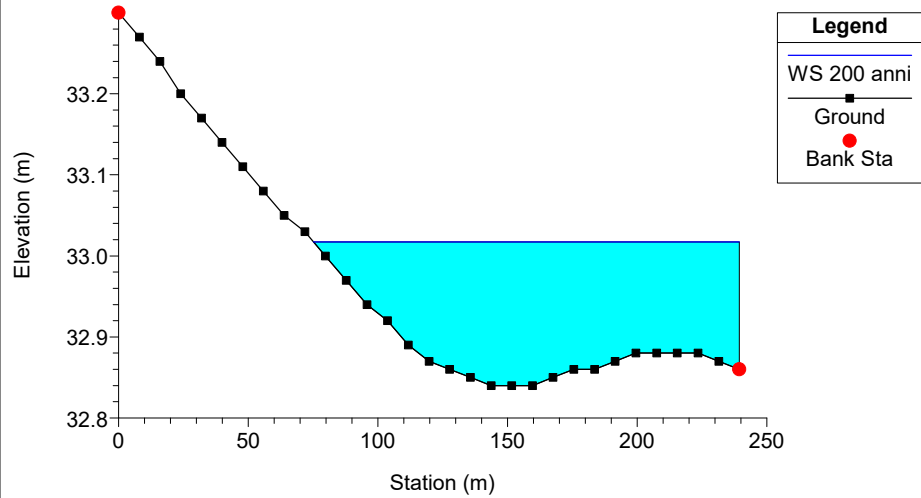
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



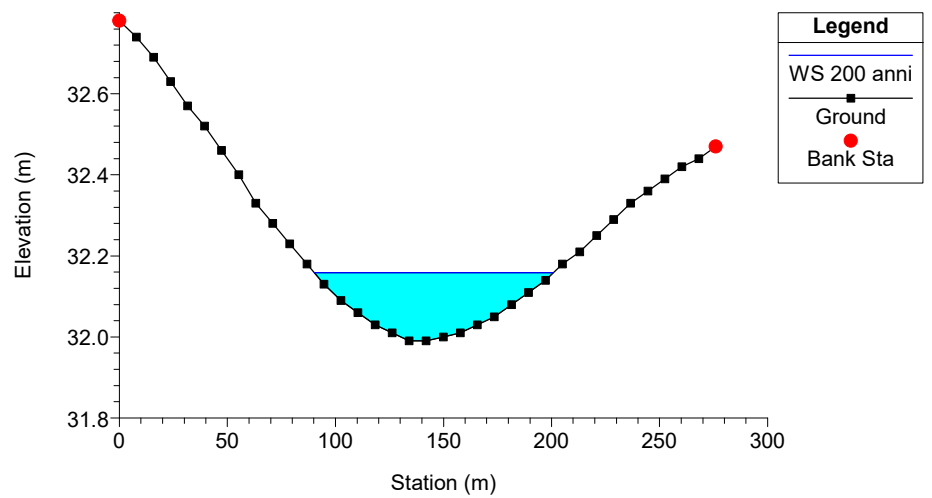
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



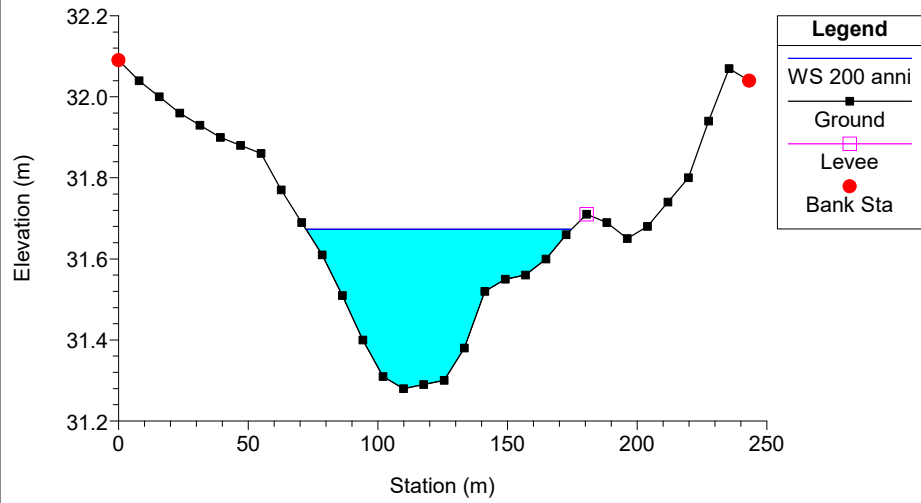
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



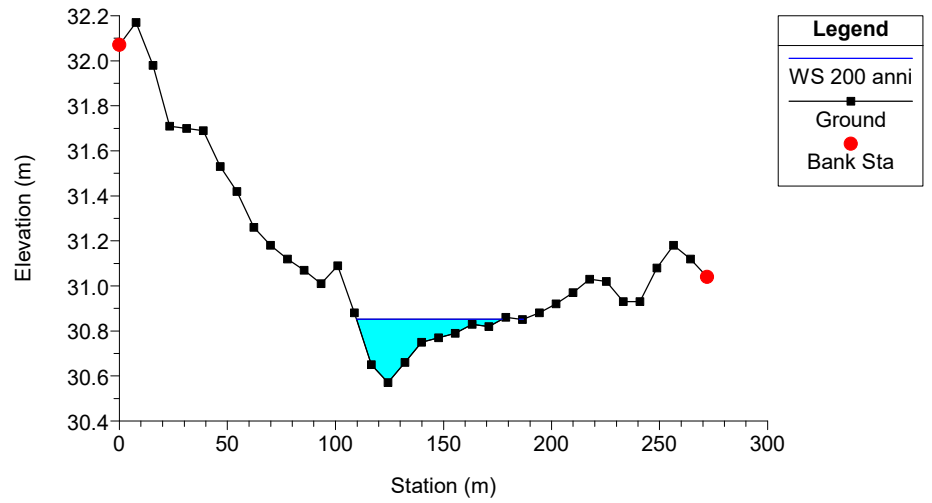
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



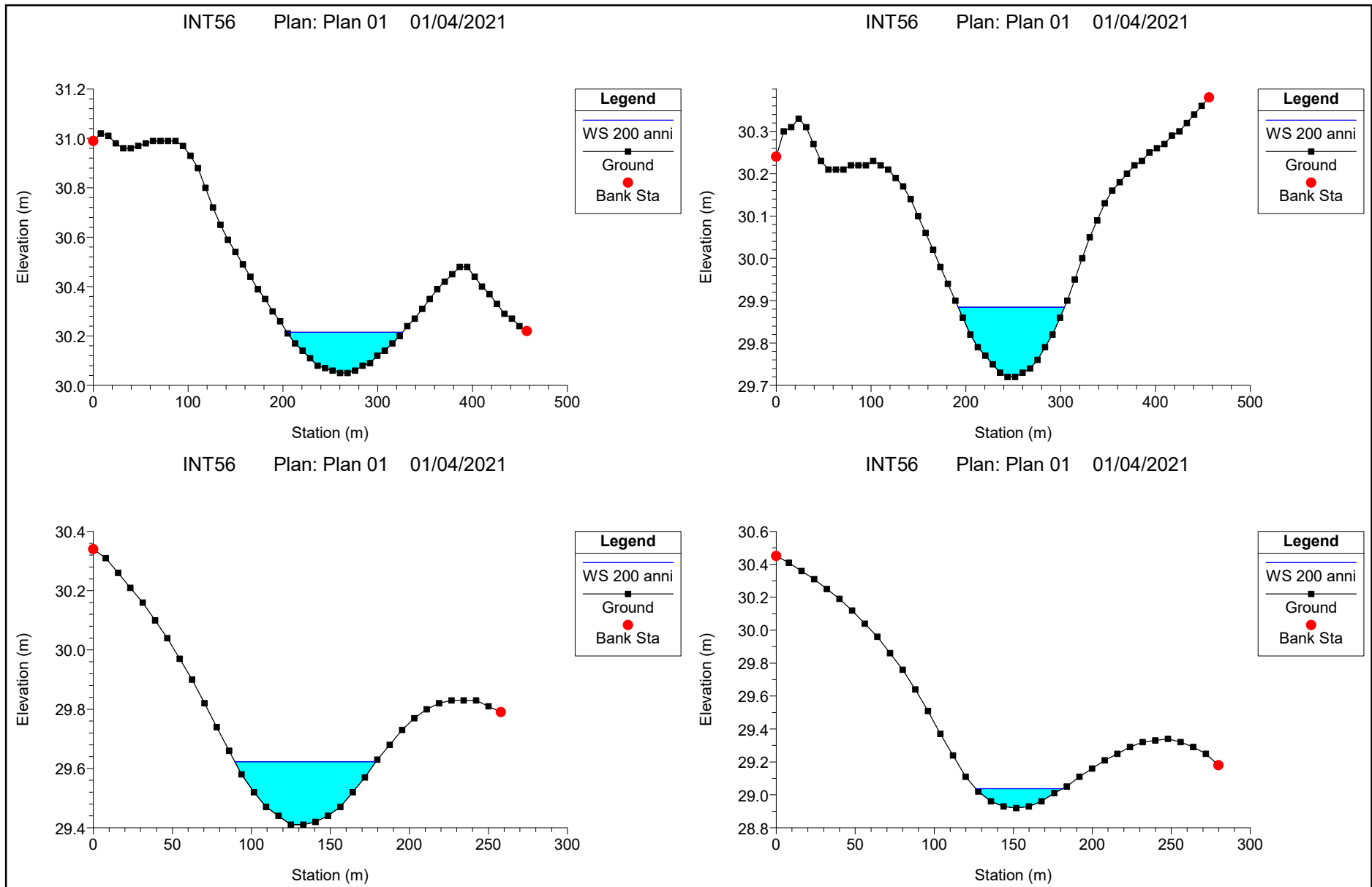
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



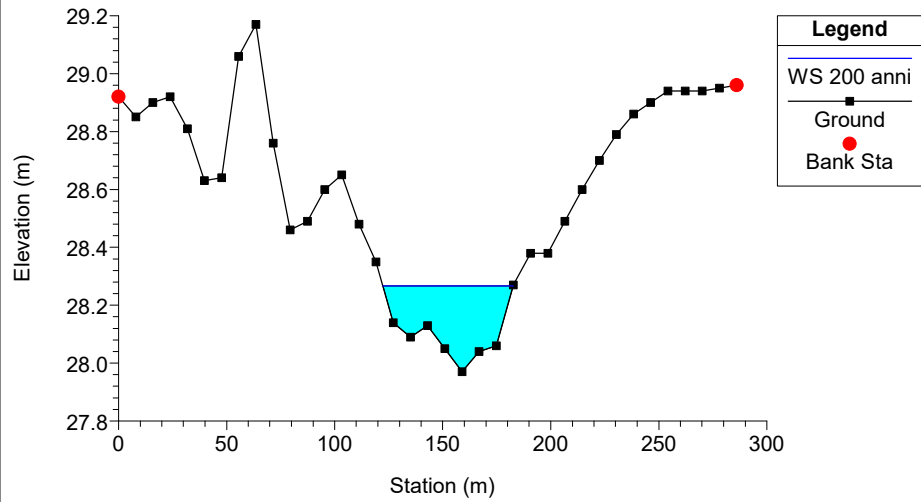
int4 Plan: Plan 01 01/04/2021



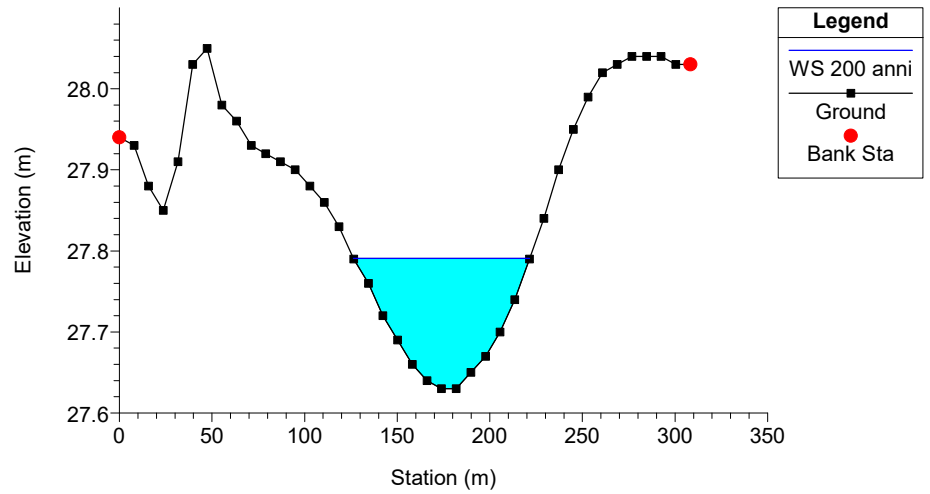
# SESTO E SETTIMO ATTRAVERSAMENTO



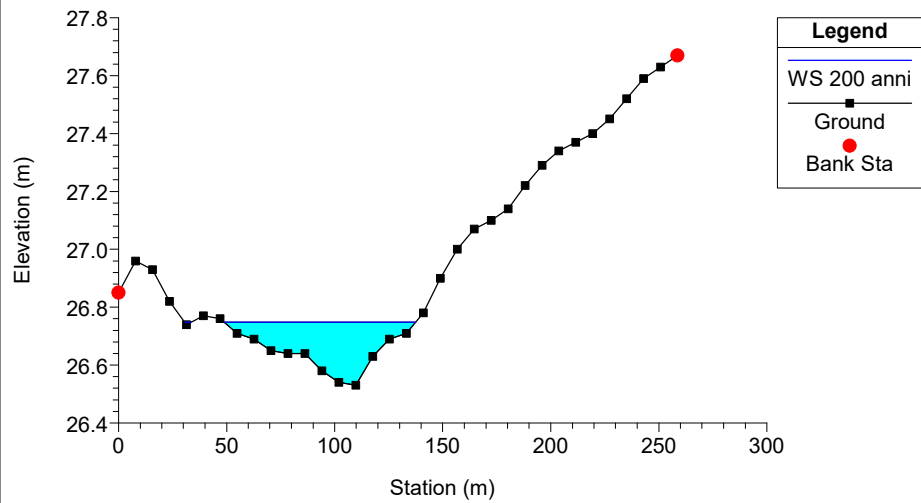
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



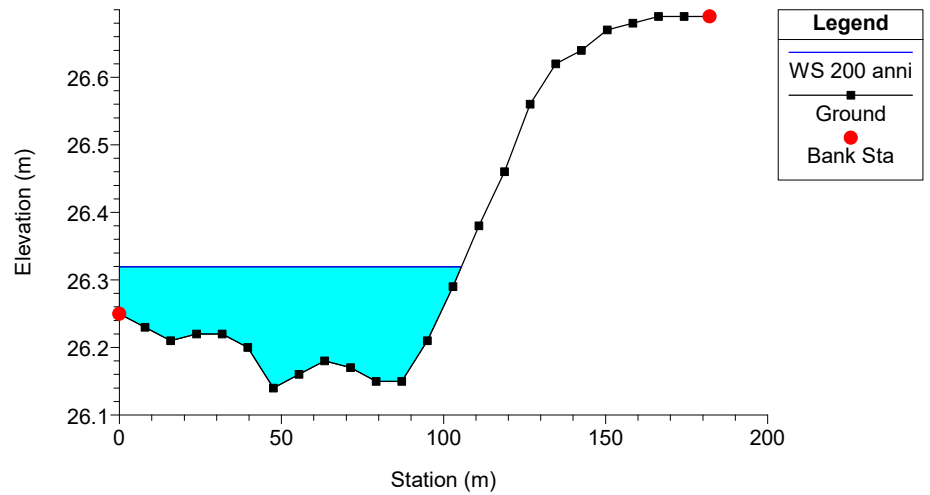
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



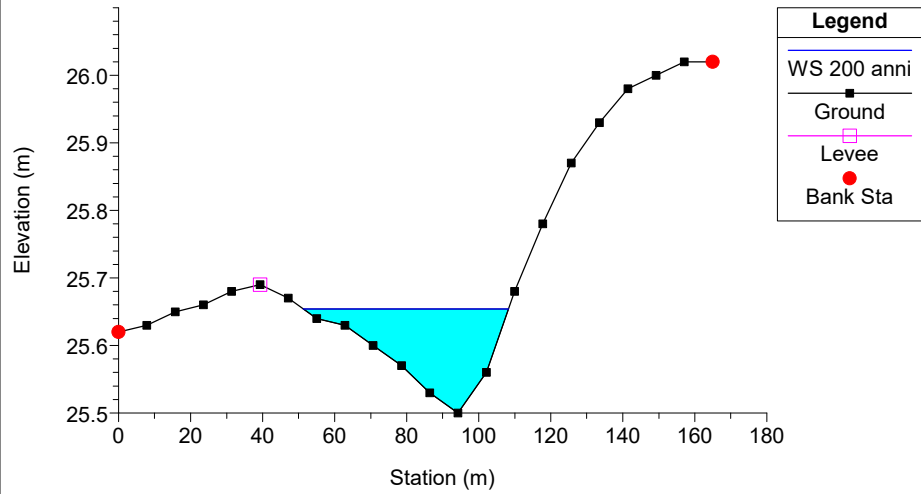
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



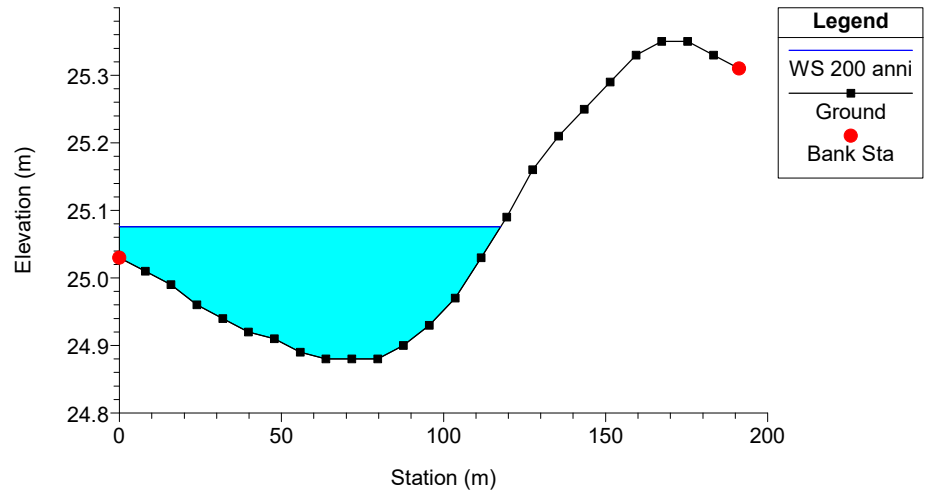
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



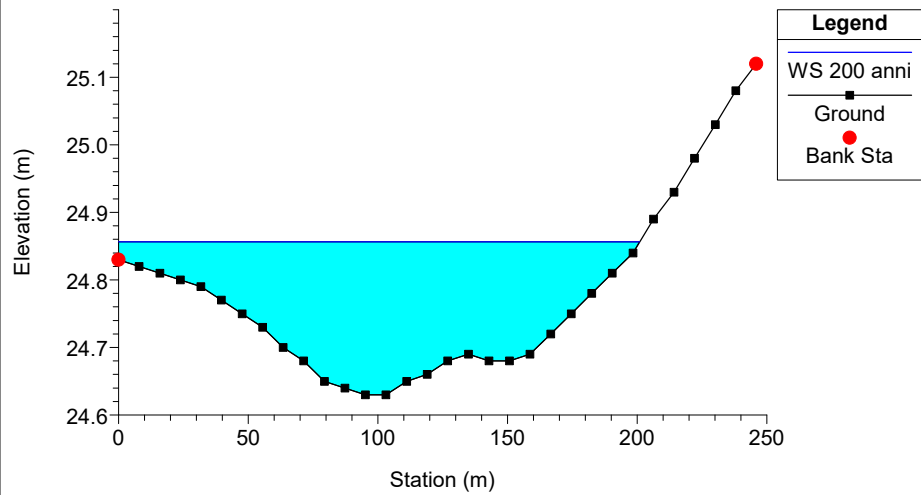
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



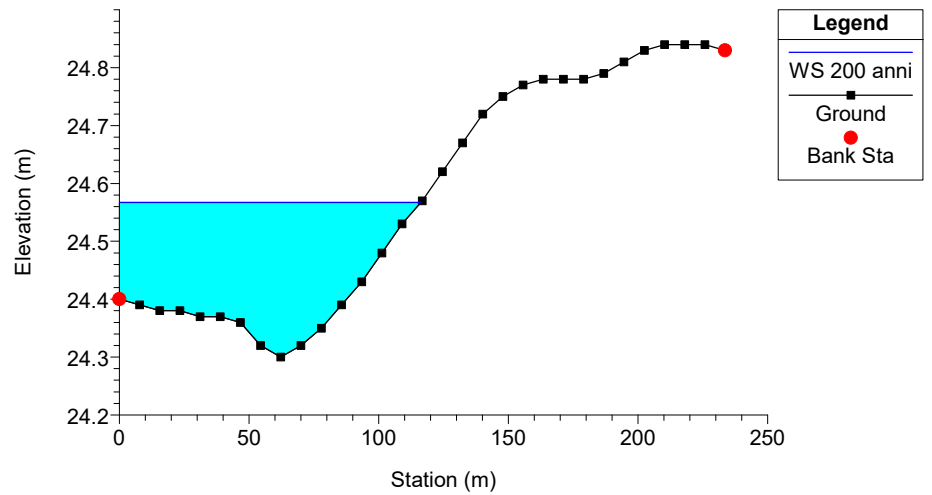
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021

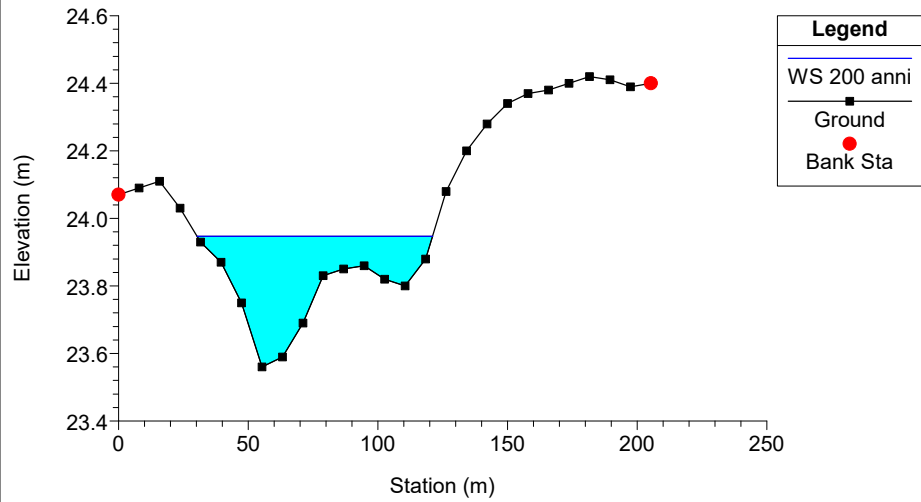


INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021

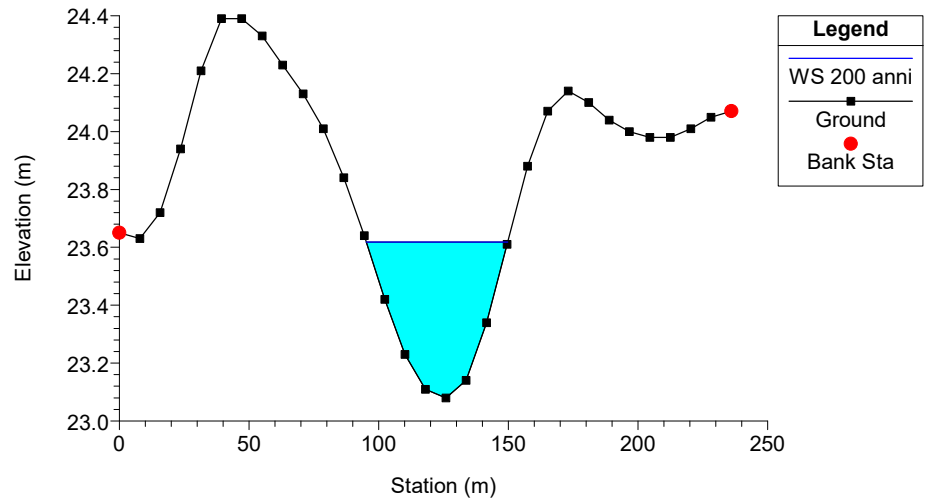




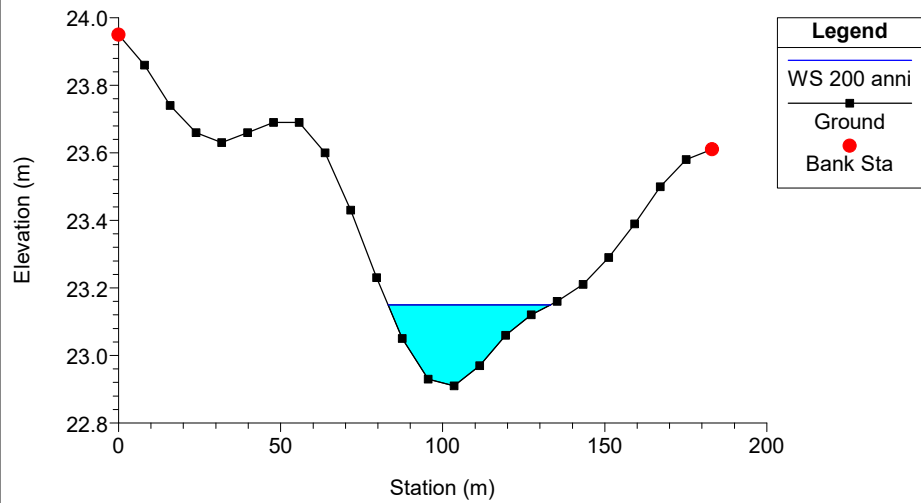
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



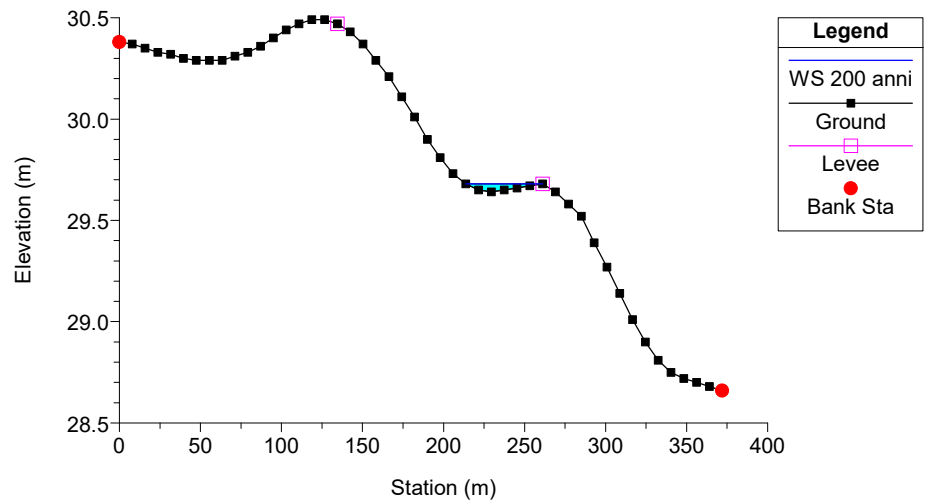
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



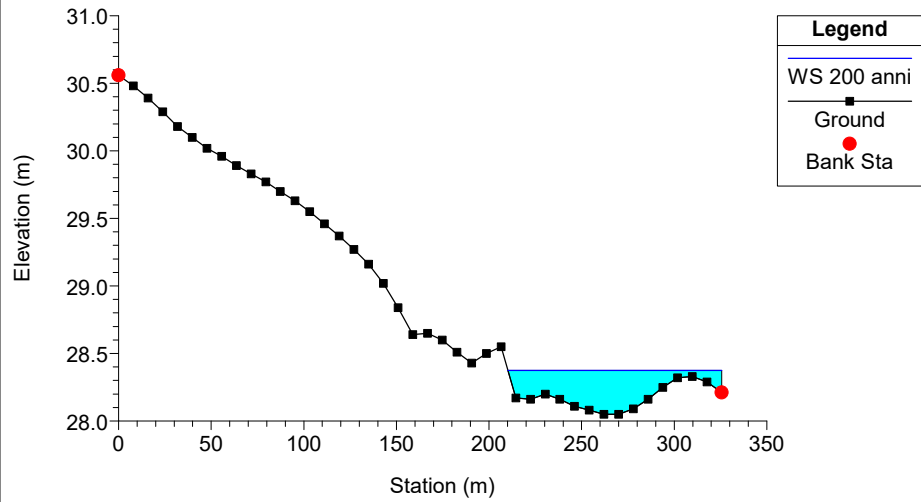
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



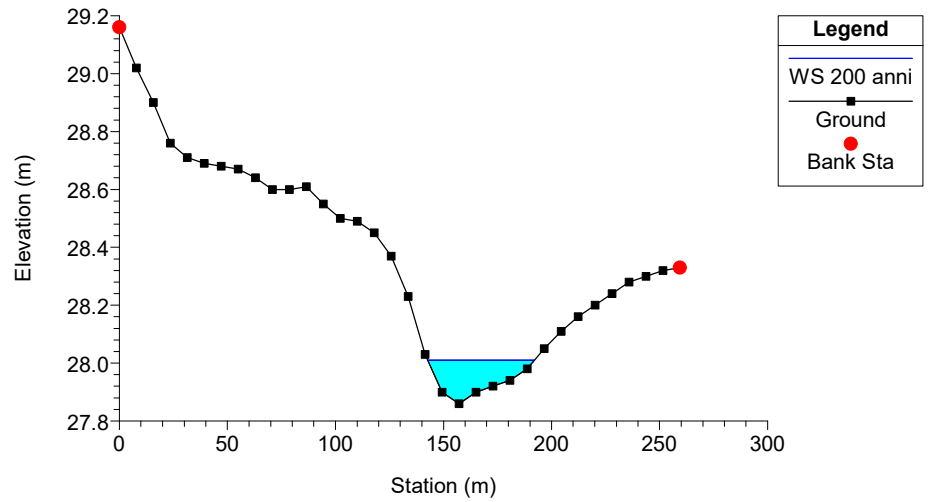
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



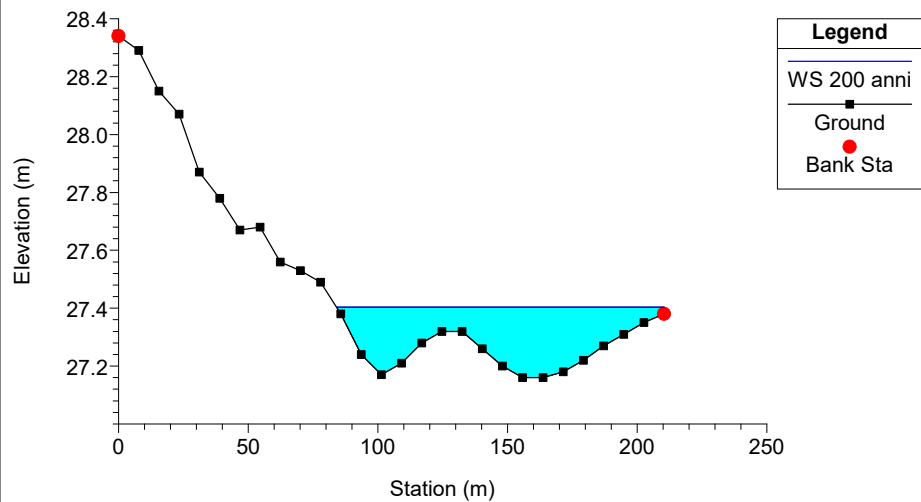
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



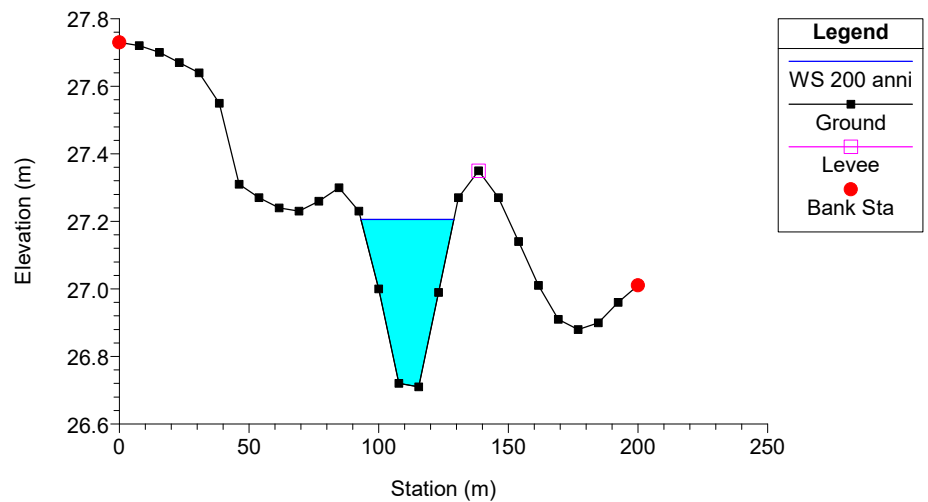
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



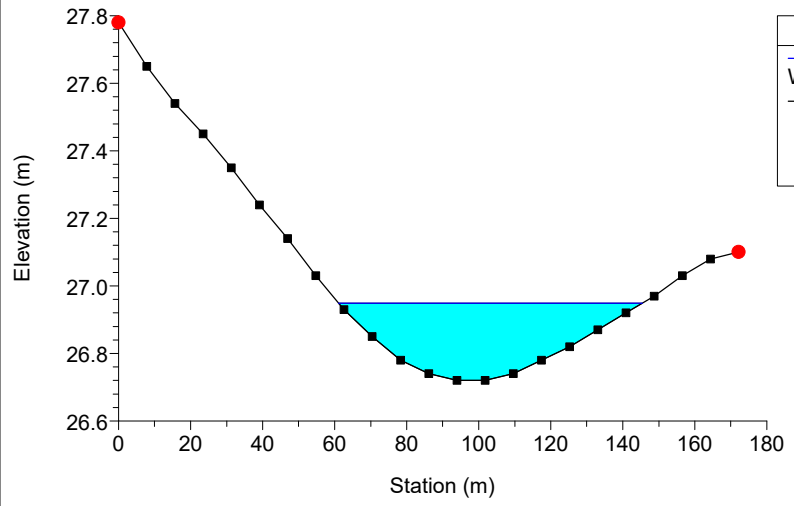
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



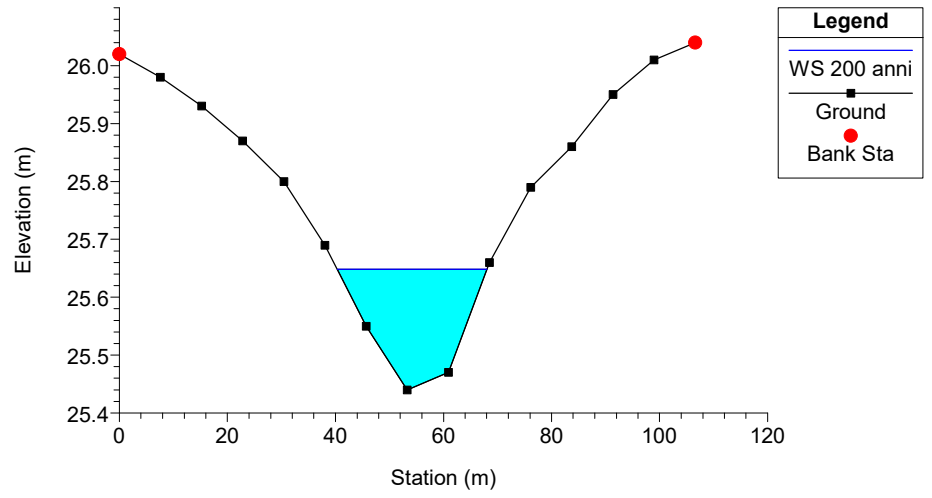
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



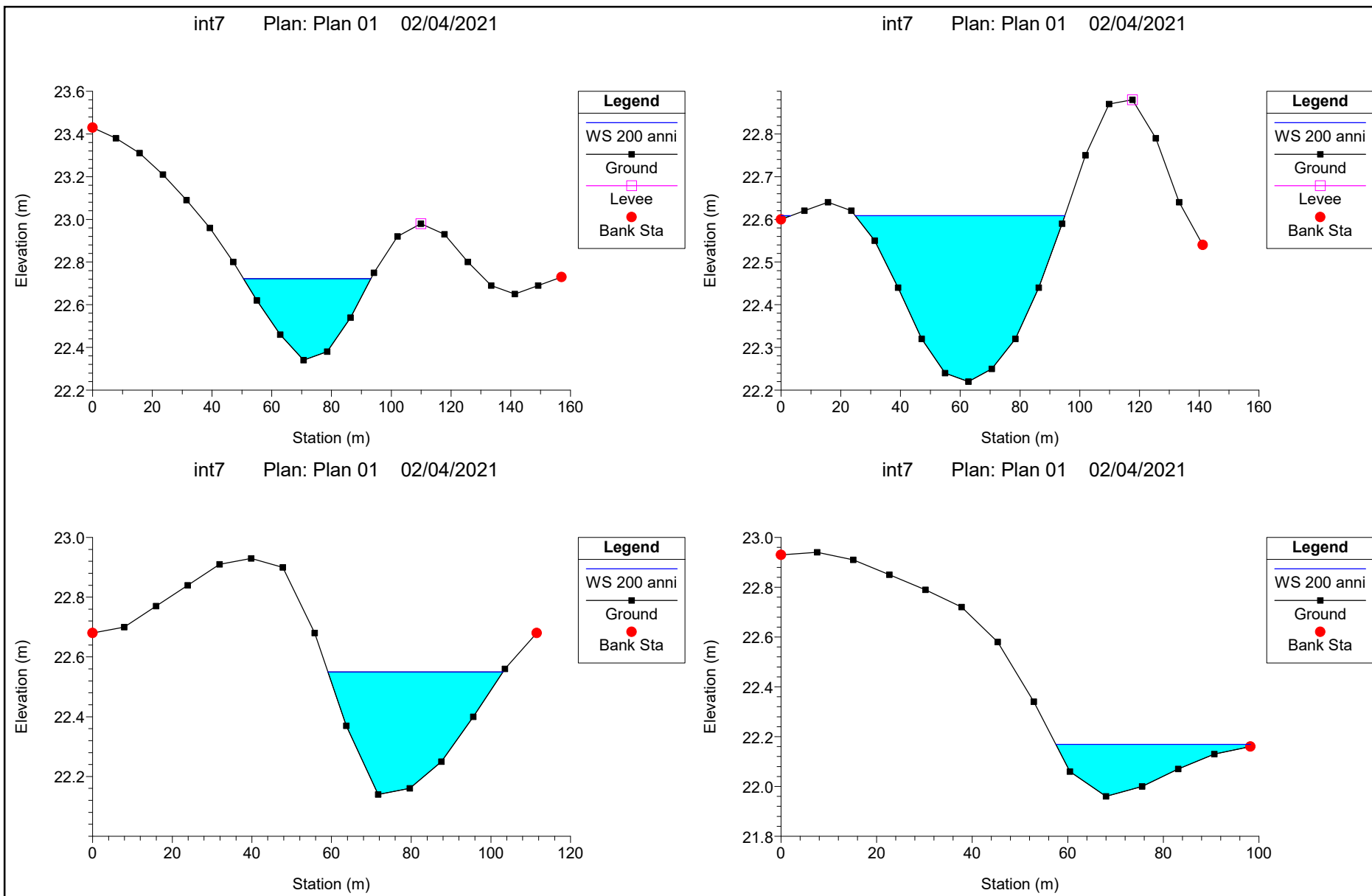
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



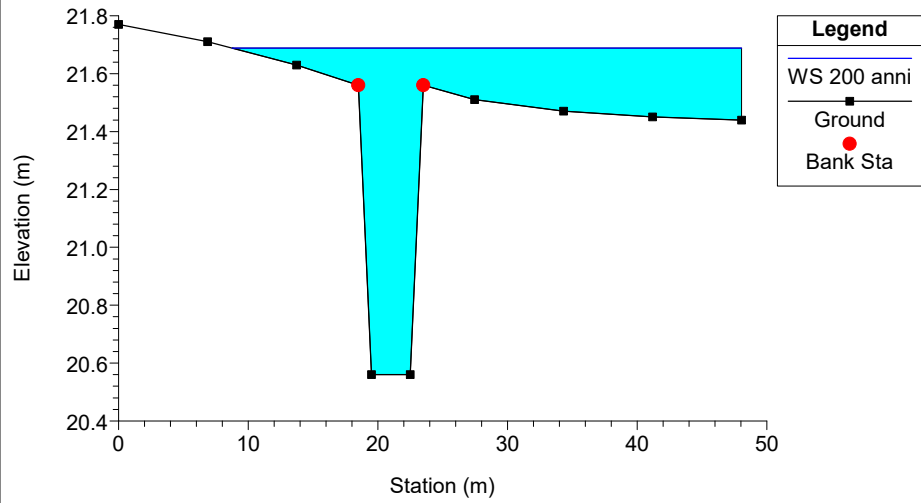
INT56 Plan: Plan 01 01/04/2021



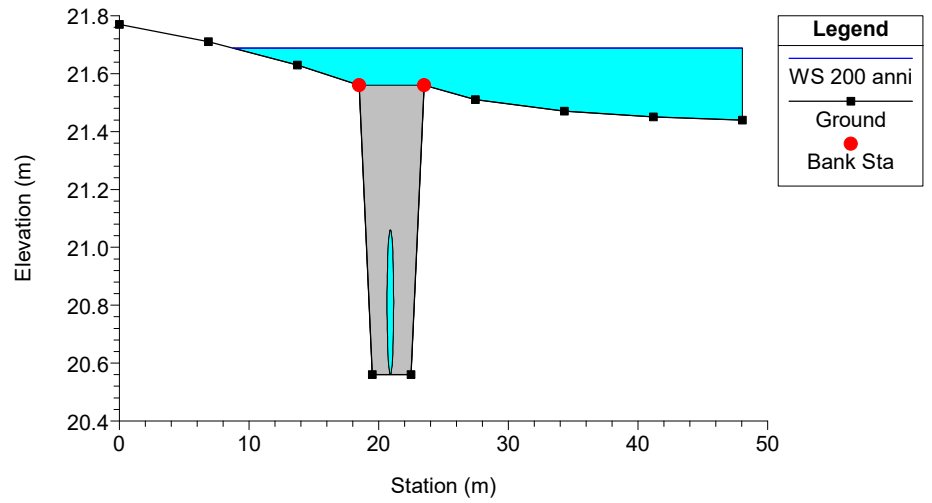
# OTTAVO ATTRAVERSAMENTO



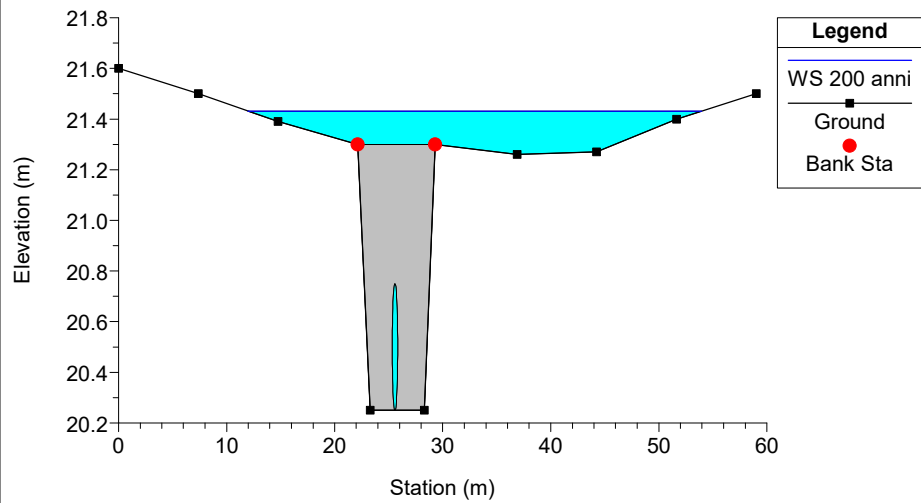
int7 Plan: Plan 01 02/04/2021



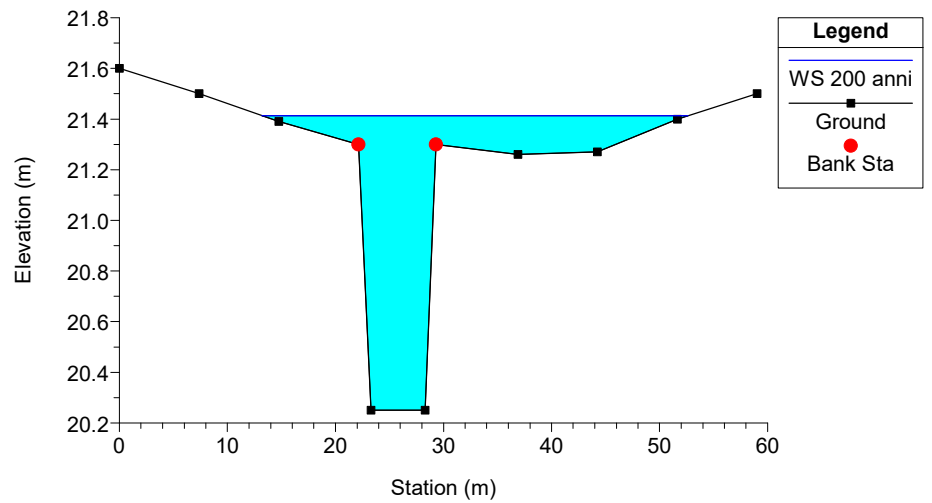
int7 Plan: Plan 01 02/04/2021



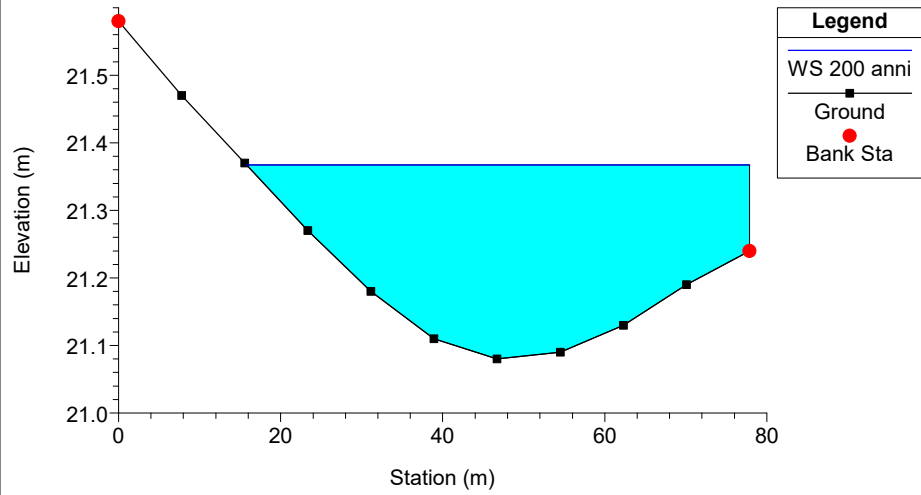
int7 Plan: Plan 01 02/04/2021



int7 Plan: Plan 01 02/04/2021



int7 Plan: Plan 01 02/04/2021



int7 Plan: Plan 01 02/04/2021

