

IL TECNICO
DOTT. ING.
VALTER RIPAMONTI

REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI CUNEO
COMUNE DI BARGE

UBICAZIONE: LOC. CROCERA, S.S. 589
AREA DI P.R.G.C.: "COM" CROCERA - SUB.1
CATASTO: FG. 21 PARTICELLE: 294, 317, 318, 329 PARTE, 341, 358,
360, 364, 366, 367, 368, 369, 370, 373, 375, 376, 379, 380, 400, 401,
402, 404, 410, 413, 416, 417, 418, 421, 422, 425, 426, 427, 428, 438,
440, 456, 457, 458, 459, 460, 471, 472, 488, 489, 490, 491, 492, 493,
494, 495, 496, 497, 498, 499, 501 PARTE, 503, 505, 506, 507, 508, 509,
510, 511, 512, 513 PARTE, 517, 519, 520, 522, 524, 525, 526, 527, 529,
531, 534, 537, 538, 539, 540, 542, 544, 546, 548, 549, 550, 552, 554, 556

INTERVENTO:
PROGETTO DI SECONDA VARIANTE DI PEC
IN ZONA "COM" CROCERA DEL P.R.G.C.

ELABORATO:

Relazione idrologica e idraulica
smaltimento mediante canale esistente

19

PROPRIETÀ:
CLA.RO. S.A.S

SIG. AIMARETTI CLAUDIO LEGALE
RAPPRESENTANTE CLA.RO S.A.S

3GI SOCIETÀ SEMPLICE

SIG. AIMARETTI CLAUDIO LEGALE
RAPPRESENTANTE 3GI SOCIETÀ SEMPLICE

WEST IMMOBILIARE S.R.L.

SIG. GENRE MAURIZIO LEGALE
RAPPRESENTANTE WEST IMMOBILIARE
S.R.L.

AREA IMMOBILIARE S.R.L.

SIG. GENRE MAURIZIO LEGALE
RAPPRESENTANTE AREA IMMOBILIARE
S.R.L.

EREDI DI:
CHIAVASSA RENATO
E CAPITINI TERSILLA

SIG. CHIAVASSA MAURO

SIG. CHIAVASSA FLAVIO

EREDI DI:
BALLARI GIUSEPPE

SIG. BALLARI GIACOMO

SIG.RA BALLARI MARIA TERESA

SIG.RA BALLARI DOMENICA

MORESCO MADDALENA

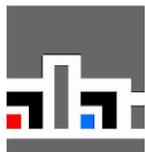
SIG.RA MORESCO MADDALENA

EREDI DI:
BECCARIA RENATO

SIG. BECCARIA DOMENICO

SIG.RA BECCARIA ENRICA

SIG.RA RISSONE GIULIA



Studio Tecnico Dott. Valter Ripamonti
Via Tessore n°25 - 10064 Pinerolo (TO)
Tel. 0121/77445 - Fax 0121/375733
E-mail: segreteria@ripamontistudio.com
tecnico@ripamontistudio.com

VERSIONE	MODIFICHE	DATA	DISEGNATORE	SCALA
0	PRIMA CONSEGNA	TAV_15A	FR	MAGGIO 2024 G.C. - L.A.V.V.
1	AGGIORNAMENTO	MAGGIO 2024	FR	
2				

COMUNE DI BARGE

(Provincia di Cuneo)

PROGETTO DI SECONDA VARIANTE DI P.E.C. IN ZONA "COM" CROCERA DEL P.R.G.C.

VERIFICA IDRAULICA – SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE MEDIANTE CANALE ESISTENTE

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

La presente relazione è finalizzata alla verifica ed al dimensionamento dei sistemi di raccolta e smaltimento acque bianche nell'area in oggetto, con riferimento alla nuova configurazione in variante.

In particolare ci si propone di verificare la fattibilità dell'utilizzo di un canale di scolo esistente con recapito finale nel T. Ghiandone, le cui sezioni di deflusso sono state oggetto di rilievo, in cui già attualmente confluiscono parte delle acque provenienti dai terreni dell'area.

Si è proceduto pertanto alla valutazione idrologica delle portate ed alla verifica delle sezioni del canale nella configurazione attuale ed in quella di progetto, che prevede la regolarizzazione delle sezioni di deflusso e l'adeguamento delle sezioni degli attraversamenti e dei tratti intubati, come riportato di seguito.

- Calcolo portate bianche dell'area

Al fine di determinare le portate idrauliche necessarie per il dimensionamento e la verifica delle sezioni di deflusso, è stata effettuata l'analisi pluviometrica valutando le osservazioni disponibili nelle stazioni limitrofe per le quali sono riportate le precipitazioni per vari periodi di osservazione; in particolare vengono mediati i dati relativi alla stazione di Sanfront (codice n. 1414) e Luserna San Giovanni (codice n. 1394) vista la posizione baricentrica del territorio di Barge.

Elaborando con metodo statistico probabilistico i dati è possibile determinare la curva di massima possibilità pluviometrica, ordinandoli secondo una frequenza di non superamento mediante una distribuzione probabilistica di Gauss, per i vari tempi di ritorno cercati.

In seguito è possibile estrapolare le curve di massima possibilità pluviometrica valutate con il metodo della regressione lineare di Galton ed esposte con l'espressione seguente:

$$h = a t ^ n$$

dove:

h = altezza di pioggia (mm)

t = tempo di pioggia (ore)

I parametri utilizzati sono tratti dagli allegati alla “*Direttiva sulla Piena di Progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*” del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI), e sono riportati di seguito:

$$h = 46,80 * t ^{0,450} \quad \text{per } Tr = 20 \text{ anni (Sanfront)}$$

$$h = 41,72 * t ^{0,50} \quad \text{per } Tr = 20 \text{ anni (Luserna San Giovanni)}$$

Da cui mediando i risultati si ottiene:

$$h = 44,30 * t ^{0,470} \quad \text{per } Tr = 20 \text{ anni}$$

dove:

h = altezza di pioggia (mm)

t = tempo di pioggia (ore)

In particolare, per il calcolo della portata derivante dalle precipitazioni intense si fa riferimento ad un tempo di ritorno $Tr = 20$ anni (valore cautelativo dal momento che la letteratura prevede di utilizzare $Tr = 5 - 10$ anni per il dimensionamento di reti di fognatura bianca), valutando le altezze di pioggia per un tempo pari ad 1 ora.

In tal modo si ottiene:

$$h = 44,30 * 1 ^{0,470} = 44,30 \text{ mm.}$$

L'area di P.E.C. presenta una superficie complessiva di circa 294.000 mq; la presente versione di progetto del P.E.C. prevede di ridurre l'area interessata ed edificata all'ex Comparto A, ora individuato come Sub area 1, per una superficie di circa 91.478 mq, escludendo dal perimetro del PEC le aree Sub. 2 e 3, mentre l'area individuata come AAI.2 viene riconvertita all'uso agricolo con installazione di impianti tecnologici.

L'area edificata o pavimentata (con esclusione delle aree verdi interne) risulta pertanto pari a 91.478 mq, mentre la restante parte (202.500 mq circa) risulta mantenuta a verde o coltivata, senza la necessità di essere servita da sistemi di raccolta e allontanamento delle acque di pioggia.

Allo stesso modo si considera che le acque di piattaforma provenienti dalla viabilità interna o parcheggi già realizzati all'interno delle aree che vengono ora escluse dal P.E.C. vengano allontanate per infiltrazione nel suolo nei terreni agricoli adiacenti.

Ai fini della valutazione del coefficiente di afflusso in fognatura si fa riferimento a quanto indicato dalla “Direttiva sulla Piena di Progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica” del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI), della quale si riporta di seguito un estratto:

Coefficienti di deflusso raccomandati da *American Society of Civil Engineers* e da *Pollution Control Federation*, con riferimento prevalente ai bacini urbani

Caratteristiche del bacino	c
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc.)	0,70 – 0,95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0,05 – 0,10
Suoli sabbiosi a pendenza media (2 - 7%)	0,10 – 0,15
Suoli sabbiosi a pendenza elevata (7%)	0,15 – 0,20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0,13 – 0,17
Suoli argillosi a pendenza media (2 - 7%)	0,18 – 0,22
Suoli argillosi a pendenza elevata (7%)	0,25 – 0,35

Nel caso in esame si prevede di utilizzare un coefficiente di afflusso in fognatura $\varphi = 0,90$ per le superfici pavimentate e interne ai lotti edificabili ed un valore $\varphi = 0,20$ per le rimanenti superfici verdi interne all'area del P.E.C. (pari a circa 11.000 mq), vista la presenza di terreni limosi con lenti argillose nell'area come specificato dalla relazione geologica redatta a corredo del progetto.

Applicando tali coefficienti, sulla base dei valori di precipitazione massima attesa sopra indicati si ottiene il seguente valore di portata massima proveniente dall'area del P.E.C. in variante:

$$Q_{\text{area}} = 0,90 * 44,30 \text{ mm} * 80.478 \text{ mq} / 1000 + 0,20 * 44,30 \text{ mm} * 11.000 \text{ mq} / 1000 = 3.306 \text{ mc/h} = 0,92 \text{ mc/s}$$

Ai fini della verifica delle sezioni del canale in terra esistente, dal momento che lo stesso svolge in caso di eventi meteorologici intensi anche la funzione di canale di scolo per i terreni attigui a monte dello stesso (per una superficie pari a circa 150.000 mq nel tratto interessato), si ritiene cautelativo sommare alla portata ottenuta in precedenza anche quella derivante da tali terreni:

$$Q_{\text{scolo}} = 0,20 * 44,30 \text{ mm} * 150.000 \text{ mq} / 1000 = 1329 \text{ mc/h} = 0,37 \text{ mc/s}$$

La portata complessiva di verifica sarà pertanto pari a $Q_{\text{verifica}} = 0,92 + 0,37 = 1,29 \text{ mc/s}$.

- Verifica idraulica delle sezioni di deflusso del canale esistente

La verifica della sezione del canale, definita mediante rilievo e descritta nella tavola allegata, viene eseguita considerando una portata di riferimento di massima piena per $T_r = 20$ anni pari a:

$$Q_{\text{verifica}} = 1,29 \text{ mc/sec}$$

Per la verifica idraulica delle sezioni del canale analizzate si è utilizzato il codice di calcolo "HEC-RAS" (Hydrologic Engineering Center - U.S. Army Corps of Engineers).

Le verifiche sono state effettuate in condizioni di moto stazionario monodimensionale, per cui è stato utilizzato un valore della portata costante con geometria dell'alveo variabile (questo tipo di moto rappresenta con buona approssimazione quello che si manifesta negli alvei naturali dei corsi d'acqua durante gli eventi di piena).

Tale metodologia permette, pertanto, una valutazione dei livelli di piena nelle sezioni del torrente più raffinata di quanto non lo consenta la schematizzazione del moto uniforme nelle singole sezioni dell'alveo. Con essa, infatti, è possibile calcolare i livelli idrici considerando l'influenza della variazione della geometria e delle singolarità idrauliche presenti nel tratto d'asta del corso d'acqua analizzato.

Il problema del tracciamento del profilo di superficie libera di un corso d'acqua naturale in moto permanente con una data portata Q si risolve con procedimenti di calcolo numerico.

L'operazione richiede la suddivisione del corso d'acqua in tronchi di lunghezza Δs , tali da poter confondere i valori medi della sezione e della velocità in ciascun tronco con i valori ad un estremo. La natura dell'alveo deve conservarsi, entro certi limiti, in ciascun tronco.

Siano i e $i + 1$ due sezioni consecutive, distanti Δx in asse, nella prima delle quali siano note tutte le grandezze idrauliche.

La variazione di carico idraulico ΔH tra le due sezioni si può calcolare mediante la seguente relazione alle differenze finite:

$$H_{i+1} - \bar{h}_{i+1} = \frac{[j]_i \cdot Q^2}{2g \cdot \Omega_{i+1}^2}$$

Si può ottenere così il carico totale H_{i+1} della sezione $i + 1$ e conseguentemente il carico piezometrico h_{i+1} , che rappresenta la quota del pelo libero rispetto ad un piano di riferimento orizzontale, risolvendo l'equazione:

È possibile in questo modo ricavare il carico piezometrico della corrente nelle sezioni di rilievo e da questo calcolare le caratteristiche idrauliche che il torrente presenta nel tratto in esame.

Per lo sviluppo delle verifiche idrauliche in questione è stato necessario determinare le seguenti condizioni al contorno e dati di base:

- geometria dell'alveo come definita con l'apposita campagna di rilievo precedentemente descritta;
- scabrezza e portate;
- altezza del pelo libero ad una delle estremità o ad entrambe, in funzione del tipo di corrente (lenta o veloce) che si viene ad instaurare sul corso d'acqua.

Equazioni di base.

Il modello integra l'equazione della corrente a pelo libero in moto stazionario gradualmente variato, definisce in modo automatico i tratti di corrente lenta e veloce e la posizione dei risalti (HEC-2 water Surface Profile Program [1]).

Il fenomeno idraulico fuori e dentro l'alveo è stato simulato considerando l'alveo trasversalmente come una sezione unica (piano golenale + alveo inciso), dal momento che tale ipotesi è l'unica ipotesi valida nel contesto della modellistica fluviale quando si ricorre

alla simulazione degli alvei composti tramite i modelli monodimensionali (pelo libero orizzontale e linea dell'energia parallela al pelo libero).

L'equazione del moto:

$$\frac{d}{ds} \left(Y_m + \frac{Q^2}{2gA^2} \right) = -J - E_B \quad (1)$$

Le grandezze considerate sono:

- A = area bagnata (m²);
- Q = portata(m³/s);
- s = coordinata lungo l'asse dell'alveo (m);
- Y_m = quota media del pelo libero nella sezione (m s.m.);
- J = cadente;
- g = accelerazione di gravità: 9.81 m/s²;

Le perdite di carico considerate sono:

a) perdita di carico continua espressa

$$J = \frac{Q^2}{K^2} \quad (2)$$

ove la conduttanza idraulica vale, per sezione semplice,

$$K = \frac{AR^{2/3}}{n} ; \quad (2a)$$

n è il coefficiente di Manning e R è il raggio idraulico.

Per sezione composta da N parti e munita di variazioni di scabrezza lungo il perimetro bagnato si ha:

$$K = \sum_{i=1,N} \frac{A_i R_i^{2/3}}{n_i} \quad (2b)$$

b) perdite di carico concentrate sul tronco elementare ΔS che vale:

$$E_B = \frac{C}{\Delta s} \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right| \quad (3)$$

ove

- C = coefficiente tipo Borda (allargamento e restringimento brusco o graduale)
- V = velocità della corrente nell'i-esima sezione;

d = coefficiente di ragguglio di Coriolis.

Le perdite di carico complessive sono ottenute

$$h_{f_{i-2}} = \bar{L}J + C \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right| \quad (4)$$

dove

$$\bar{L} = \frac{L_1 Q_1 + L_2 Q_2 + L_3 Q_3}{Q_1 + Q_2 + Q_3}$$

\bar{L} = distanza pesata nelle portate tra due sezioni, consecutive, $i-i+1$, che caratterizzano l'alveo;

$L_{i=1,3}$ = distanza parziale tra le sezioni $i-i+1$ nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra;

$Q_{i=1,3}$ = portata transitante nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra delle sezioni consecutive i ed $i+1$.

Il sistema di equazioni (1), (2) e (3) è integrato alle differenze finite col metodo standard step. La risoluzione del sistema richiede la conoscenza di opportune condizioni al contorno: il valore della portata Q e il valore del tirante h nella sezione di monte e di valle del tratto in esame se la corrente è veloce o lenta rispettivamente.

Il tracciato dei profili di corrente viene effettuato da parte del codice tra le sezioni rilevate e le sezioni fittizie o intermedie. Tali sezioni sono distribuite spazialmente, tra le sezioni rilevate, ad una distanza parziale assegnata dall'utente. Le grandezze geometriche ed idrauliche delle sezioni intermedie vengono calcolate interpolando lungo l'ascissa i valori di tali grandezze nelle sezioni rilevate o topograficamente note localizzate negli estremi del tronco in esame.

I ponti sono trattati come singolarità all'interno del codice.

Il calcolo considera l'effetto che i ponti esercitano sul libero deflusso della corrente; sono simulabili le diverse condizioni del funzionamento.

1. Funzionamento a pelo libero:
 - 1a - con transizione attraverso lo stato critico;
 - 1b - con transizione in corrente lenta attraverso il restringimento.
2. Funzionamento in pressione:
 - 2a - chiusura delle luci;
 - 2b - chiusura delle luci con sormonto dell'impalcato del ponte.

Dal punto di vista della modellistica matematica, il problema viene affrontato da parte del codice facendo ricorso all'equazione globale della quantità di moto (basata sul principio proposto da Koch e Carstanjen [1]) nel caso di funzionamento a pelo libero.

Sono affrontate ambedue le situazioni esistenti, cioè quella relativa alla transizione attraverso lo stato critico e quella relativa alla transizione in corrente lenta attraverso il restringimento.

Nel caso la corrente sia lenta attraverso il restringimento, il codice di calcolo presenta altre alternative:

- La formula di Yarnell

$$\frac{\Delta h}{h_3} = KF_{r3}^2 (K + 5F_{r3}^2 - 0.6) (\alpha + 15\alpha^4)$$

ove

Δh = il rigurgito in funzione delle condizioni della corrente di valle: $h_1 - h_3$;

h_1, h_3 = tiranti idrici a monte e valle della singolarità;

Fr_3 = numero di Froude della corrente a valle;

$\alpha = 1 - \frac{b}{B}$ = rapporto di restringimento;

$B(h_3)$ = larghezza di superficie a valle del restringimento;

b = larghezza nella sezione ristretta;

K = costante determinata in base alla forma delle pile

- Perdita di carico concentrata

$$E_B = C \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right|$$

C = 0.1-0.5

Nel caso di funzionamento in pressione con o senza tracimazione dell'impalcato, il codice ricorre alle leggi della foronomia. In questo caso parte dall'individuazione della curva $Q=Q(h)$, somma dei contributi di portata di tutte le luci a battente e di quelle a stramazzo con funzionamento rigurgitato o non rigurgitato da valle. Da tale curva si legge il valore di altezza corrispondente alla portata transitante e si determina il valore di energia specifica corrispondente alla sezione di monte, in base alla quale viene ricavata la relativa altezza.

Simulazioni effettuate

Le verifiche idrauliche sono state condotte considerando come dati di input della simulazione la situazione topografica desunta dal rilievo effettuato nel mese di gennaio 2015, considerando il valore di portata sopra indicato.

Il tratto di bealera considerato nelle simulazioni idrauliche ha uno sviluppo planimetrico complessivo di circa 0.9 km.

Per le verifiche idrauliche sono state utilizzate 21 sezioni di rilievo poste a distanza tra loro pari a circa 50 m.

L'analisi qui presentata è finalizzata alla quantificazione delle caratteristiche idrauliche del moto della corrente in condizioni di piena, rappresentate dai valori dei livelli idrici e delle velocità di corrente all'interno del canale.

In primo luogo, si è verificato il tipo di corrente che si instaura sul tratto di corso d'acqua esaminato conducendo nelle sezioni di estremità l'analisi in moto uniforme.

Stabilita la natura della corrente, si è assunto come condizione al contorno, nel caso essa fosse lenta, l'altezza d'acqua di moto uniforme nella sezione di valle, mentre nel caso di corrente veloce si è assunto l'altezza d'acqua nella sezione di monte.

Vista la lunghezza del tratto considerato e l'irregolarità delle sezioni, si è previsto che il moto dell'acqua potesse passare da un regime di corrente veloce ad un regime di corrente lenta e viceversa. In questo caso il codice di calcolo impiegato consente di condurre un'analisi definita "mista" che richiede l'inserimento sia della condizione al contorno nella sezione di valle, sia in quella di monte.

L'altezza d'acqua di moto uniforme è stata determinata direttamente dal programma di calcolo introducendo le pendenze dell'alveo nelle sezioni di estremità (0,3 % circa a monte ed a valle).

La scelta del livello di moto uniforme come condizione al contorno non pregiudica i risultati che si ottengono in quanto gli errori derivanti dalla scelta di un livello idrico inesatto si riduce con sufficiente rapidità procedendo con il calcolo verso monte o verso valle fino ad annullarsi completamente ad una distanza dalle sezioni di monte e valle contenuta. Si deve ancora ricordare che le approssimazioni che derivano da tali posizioni si possono ritenere di entità non superiore a quella con cui si riescono a valutare le altre grandezze (coefficiente di scabrezza ecc...).

Scabrezze

Le scabrezze dell'alveo sono state dedotte dall'analisi del terreno e dalla letteratura (Hec Ras Hydraulic reference manual):

✓ Per l'alveo naturale:

$$k_s = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}, \text{ secondo Gauckler Strickler};$$

$$n = 1/k_s = 0.03 \text{ s/m}^{1/3}, \text{ secondo Manning.}$$

✓ Per le aree golenali:

$$k_s = 25, \text{ secondo Gauckler Strickler};$$

$$n = 1/k_s = 0.04 \text{ s/m}^{1/3}, \text{ secondo Manning.}$$

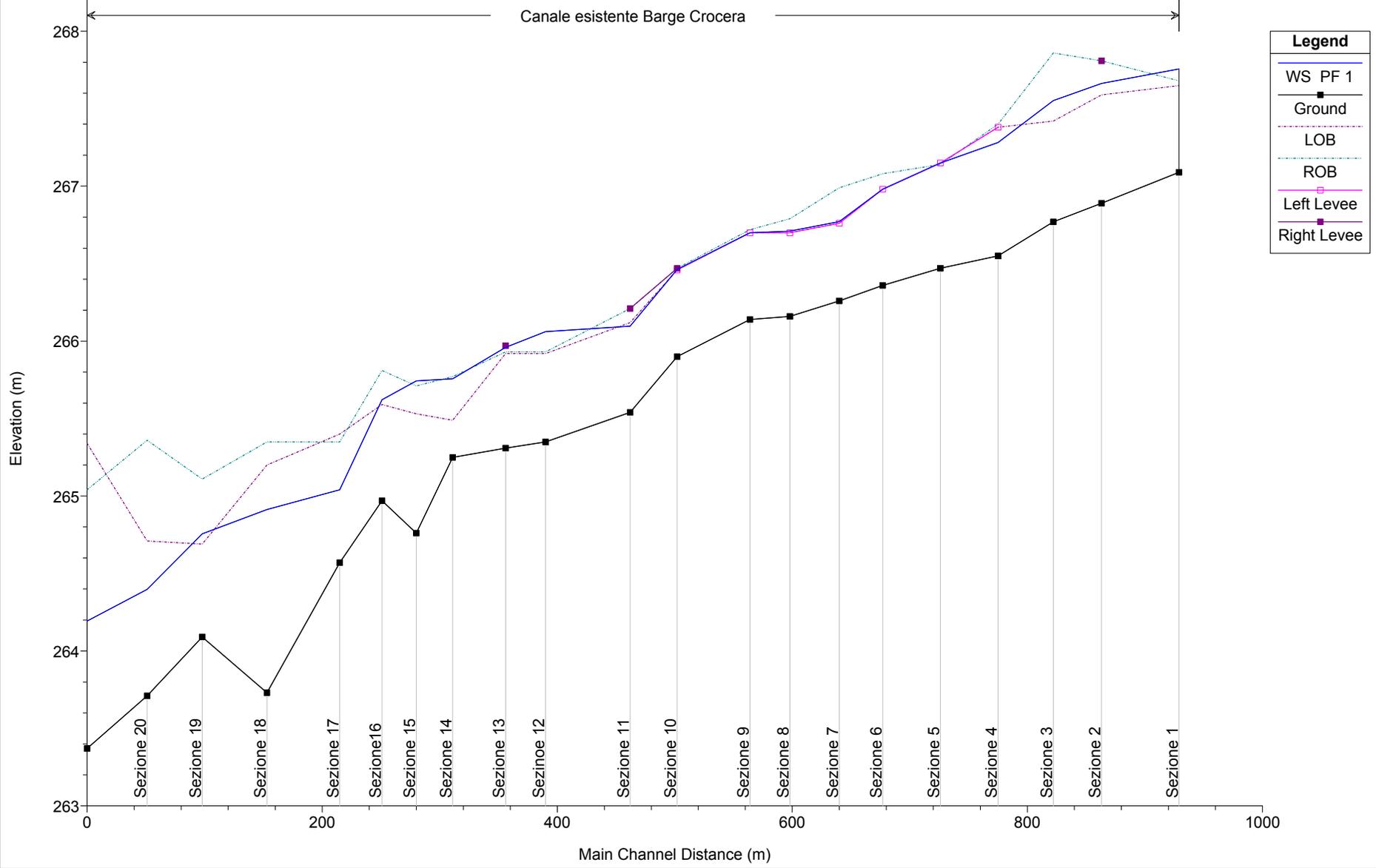
Risultati delle simulazioni effettuate

Si riportano di seguito i risultati delle simulazioni effettuate, forniti dal programma di calcolo, nella configurazione di rilievo.

In particolare emerge come la portata di progetto non risulti contenuta all'interno di tutte le sezioni di deflusso attuali, principalmente a causa della forte irregolarità delle stesse e del profilo di fondo.

Risulta pertanto necessario effettuare una riprofilatura delle sezioni con regolarizzazione delle stesse e delle livellette di fondo nel tratto in esame, compatibilmente con le pendenze globali del tratto.

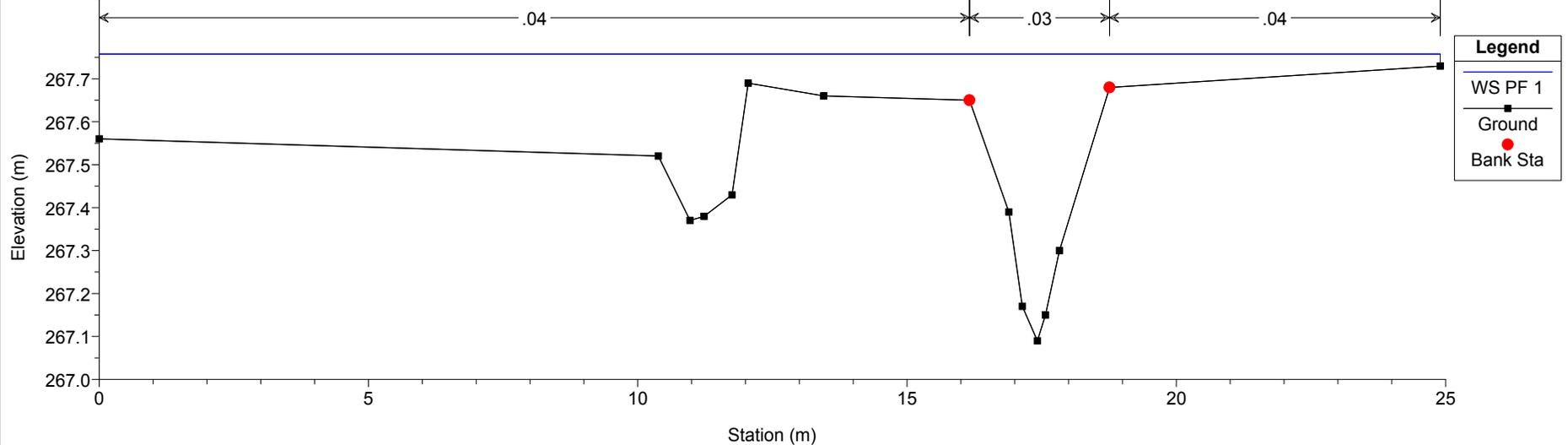
Canale esistente Barge Crocera



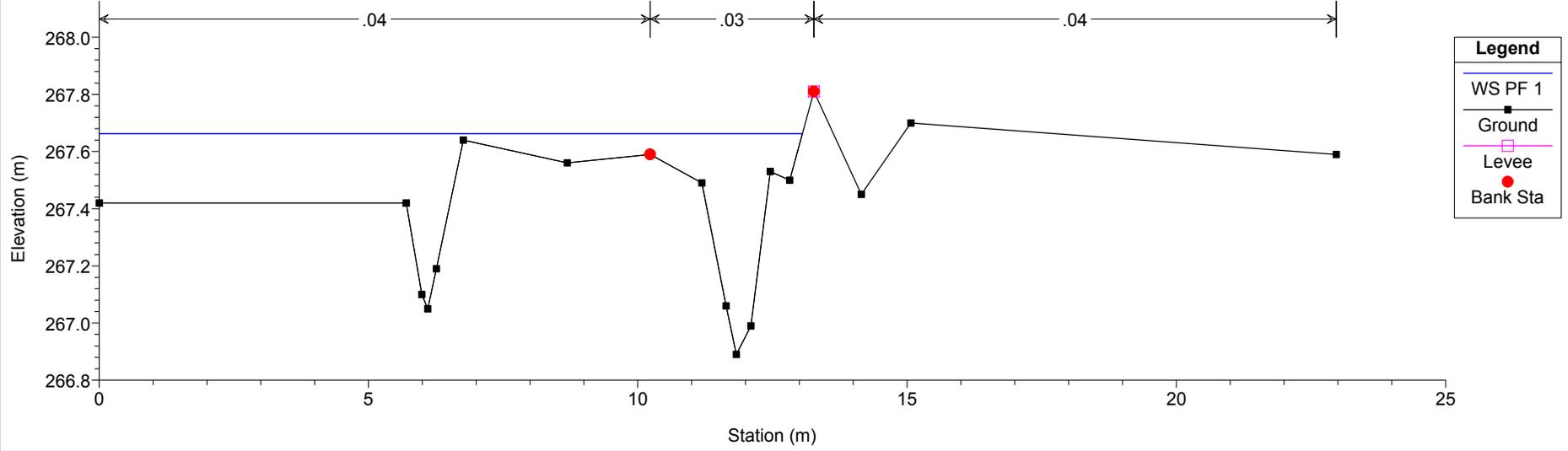
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Canale esistente Reach: Barge Crocera Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Area (m2)	W.P. Channel (m)	Hydr Depth C (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Barge Crocera	21	PF 1	1.29	267.09	267.76	4.45	2.87	0.37	267.65	267.68	267.61	267.76	0.000906	0.48	4.45	24.90	0.25
Barge Crocera	20	PF 1	1.29	266.89	267.66	2.88	3.43	0.30	267.59	267.81	267.42	267.68	0.002183	0.61	2.88	13.06	0.36
Barge Crocera	19	PF 1	1.29	266.77	267.55	2.17	2.97	0.33	267.42	267.86		267.57	0.002883	0.74	2.17	7.62	0.41
Barge Crocera	18	PF 1	1.29	266.55	267.28	1.17	5.77	0.22	267.38	267.40	267.22	267.34	0.009181	1.10	1.17	5.29	0.75
Barge Crocera	17	PF 1	1.29	266.47	267.15	3.17	4.75	0.19	267.15	267.14	267.15	267.16	0.001807	0.43	3.17	14.54	0.31
Barge Crocera	16	PF 1	1.29	266.36	266.98	3.78	3.99	0.18	266.98	267.08	266.98	266.99	0.001143	0.33	3.78	15.38	0.25
Barge Crocera	15	PF 1	1.29	266.26	266.77	1.87	1.74	0.25	266.76	266.99	266.76	266.80	0.009783	1.10	1.87	13.99	0.70
Barge Crocera	14	PF 1	1.29	266.16	266.71	4.66	2.14	0.27	266.70	266.79	266.70	266.71	0.000795	0.33	4.66	18.97	0.21
Barge Crocera	13	PF 1	1.29	266.14	266.70	7.88	2.48	0.20	266.70	266.72	266.70	266.70	0.000188	0.14	7.88	24.00	0.10
Barge Crocera	12	PF 1	1.29	265.90	266.46	5.91	4.30	0.15	266.46	266.47	266.46	266.46	0.000430	0.19	5.91	22.52	0.15
Barge Crocera	11	PF 1	1.29	265.54	266.10	0.85	1.68	0.30	266.12	266.21	266.16	266.38	0.047751	2.67	0.85	13.85	1.55
Barge Crocera	10	PF 1	1.29	265.35	266.06	5.59	2.00	0.39	265.92	265.93	265.96	266.06	0.000735	0.40	5.59	30.13	0.21
Barge Crocera	9	PF 1	1.29	265.31	265.96	2.00	1.86	0.43	265.92	265.93	265.96	266.00	0.006873	1.23	2.00	16.99	0.60
Barge Crocera	8	PF 1	1.29	265.25	265.76	4.59	2.61	0.35	265.49	265.77	265.62	265.76	0.000760	0.42	4.59	19.37	0.23
Barge Crocera	7	PF 1	1.29	264.76	265.74	4.74	6.60	0.49	265.53	265.71		265.75	0.000301	0.35	4.74	18.93	0.16
Barge Crocera	6	PF 1	1.29	264.97	265.62	1.01	4.67	0.22	265.59	265.81	265.62	265.71	0.013545	1.34	1.01	8.12	0.91
Barge Crocera	5	PF 1	1.29	264.57	265.04	0.75	2.71	0.30	265.40	265.35	265.04	265.19	0.015064	1.73	0.75	2.49	1.01
Barge Crocera	4	PF 1	1.29	263.73	264.91	2.23	4.45	0.62	265.20	265.35	264.31	264.93	0.000754	0.58	2.23	3.59	0.23
Barge Crocera	3	PF 1	1.29	264.09	264.76	1.17	4.02	0.28	264.69	265.11	264.70	264.83	0.007746	1.20	1.17	7.30	0.72
Barge Crocera	2	PF 1	1.29	263.71	264.40	1.04	3.59	0.32	264.71	265.36		264.48	0.007231	1.24	1.04	3.29	0.70
Barge Crocera	1	PF 1	1.29	263.37	264.19	1.35	3.56	0.43	265.34	265.04	263.98	264.24	0.003001	0.96	1.35	3.13	0.46

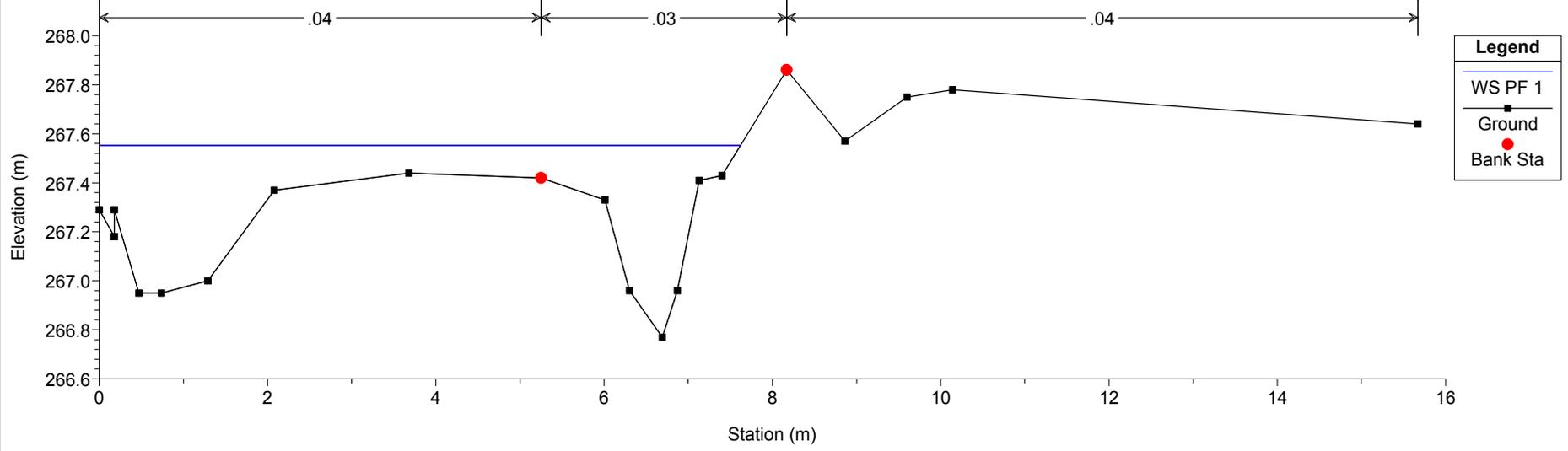
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 21 Sezione 1



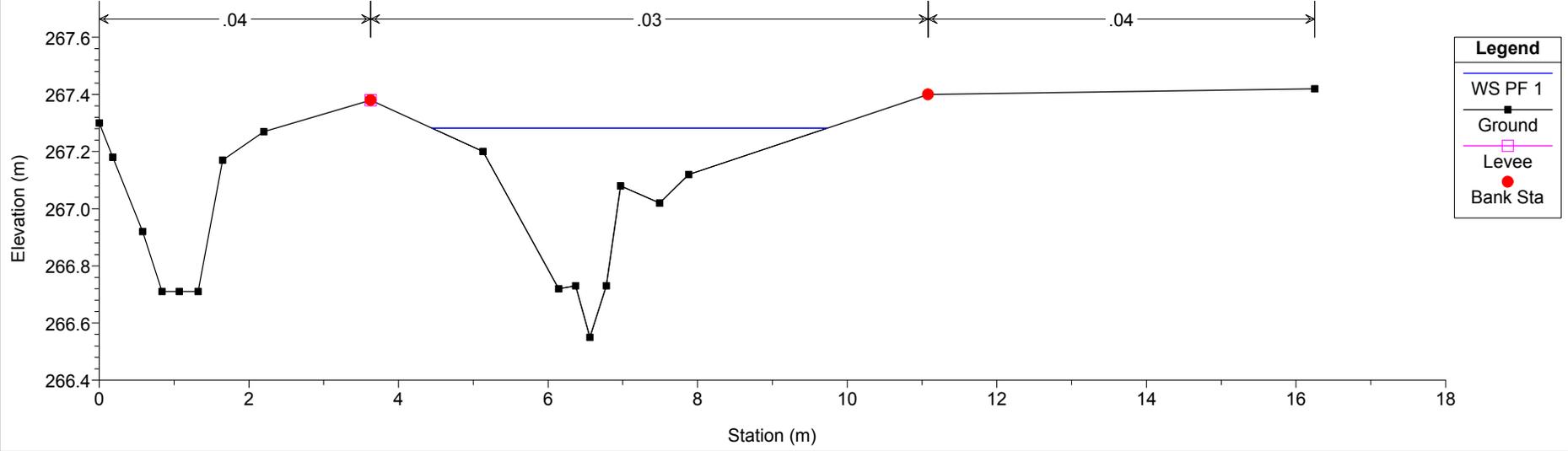
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 20 Sezione 2



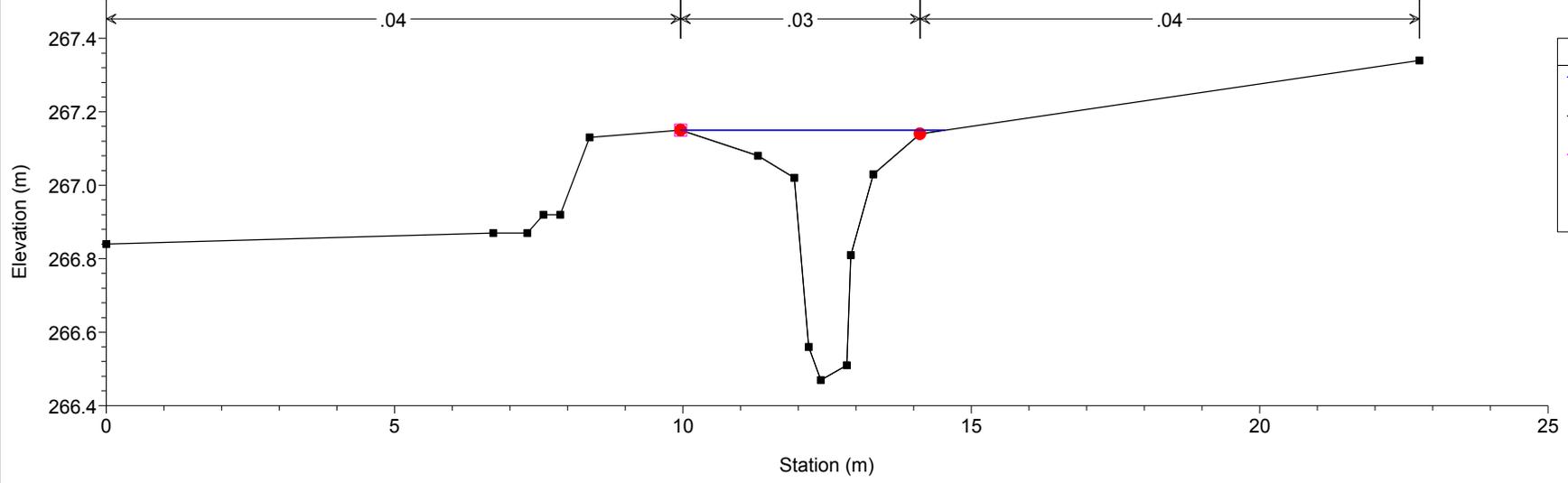
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 19 Sezione 3



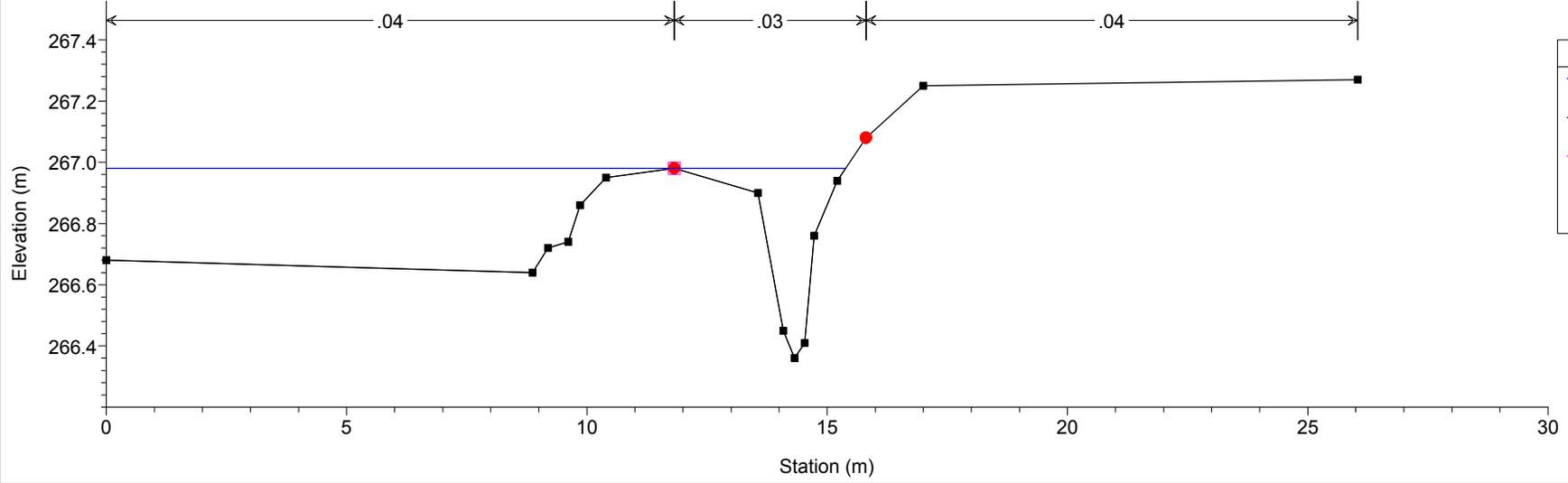
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 18 Sezione 4



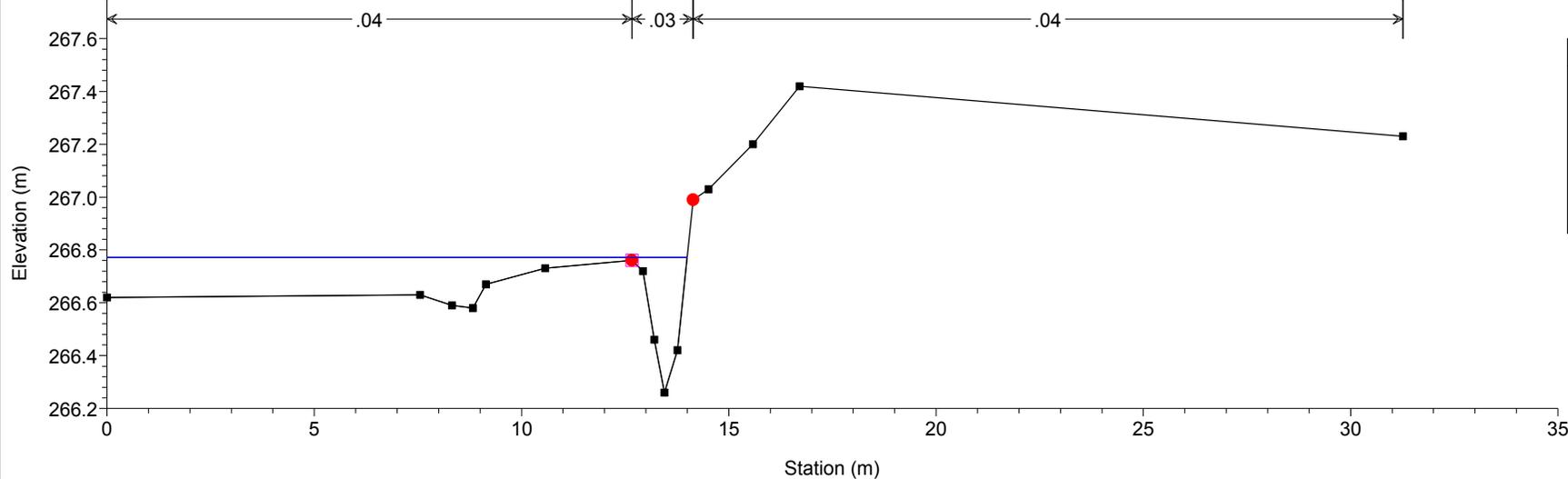
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 17 Sezione 5



Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 16 Sezione 6



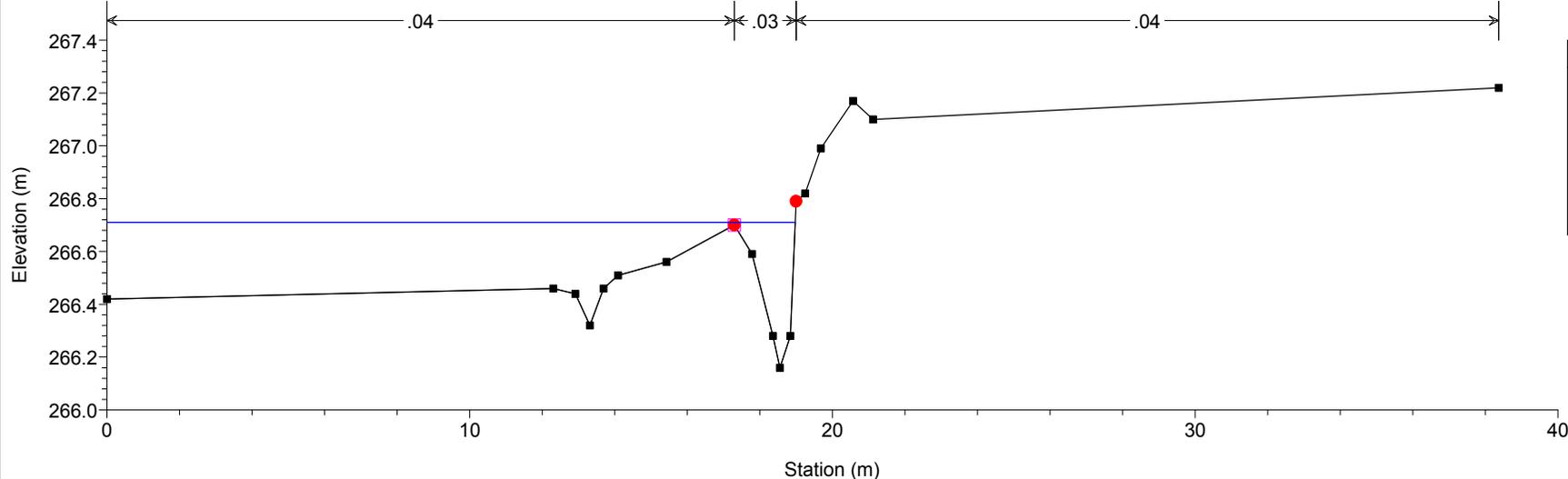
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 15 Sezione 7



Legend

- WS PF 1
- Ground
- Levee
- Bank Sta

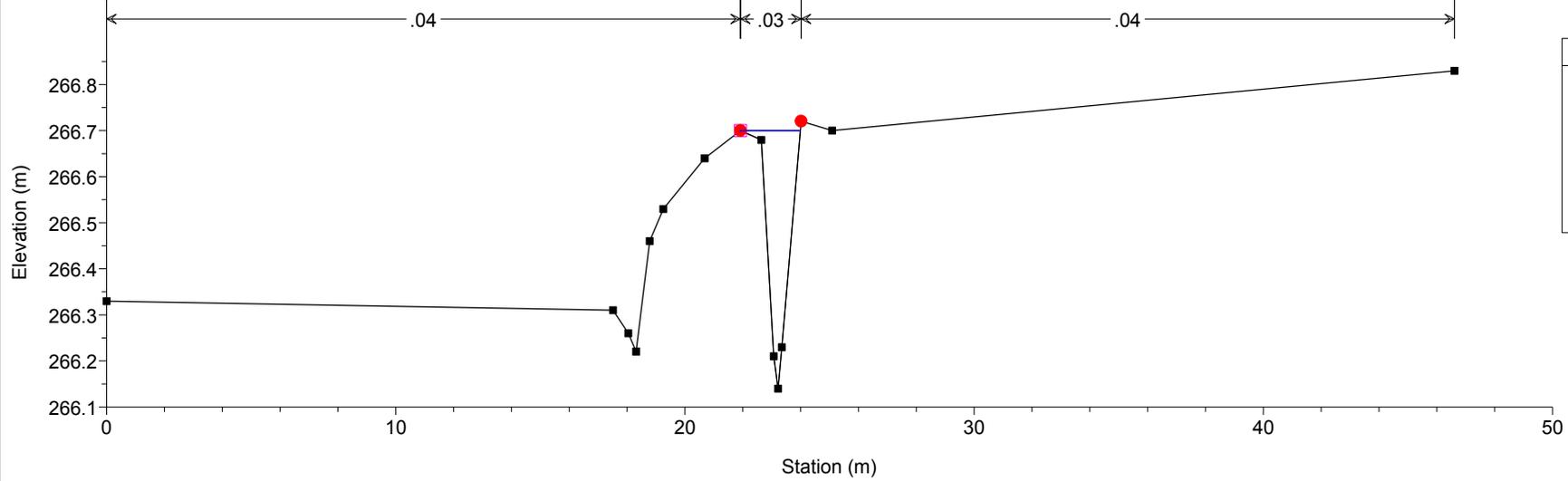
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 14 Sezione 8



Legend

- WS PF 1
- Ground
- Levee
- Bank Sta

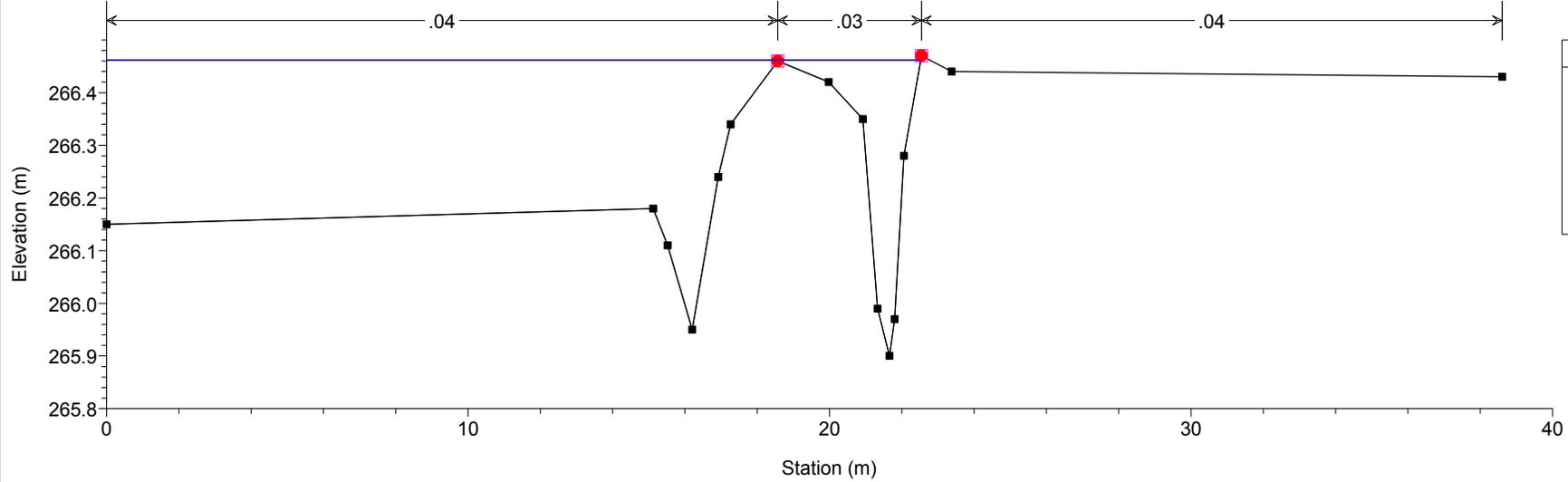
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 13 Sezione 9



Legend

- WS PF 1
- Ground
- Levee
- Bank Sta

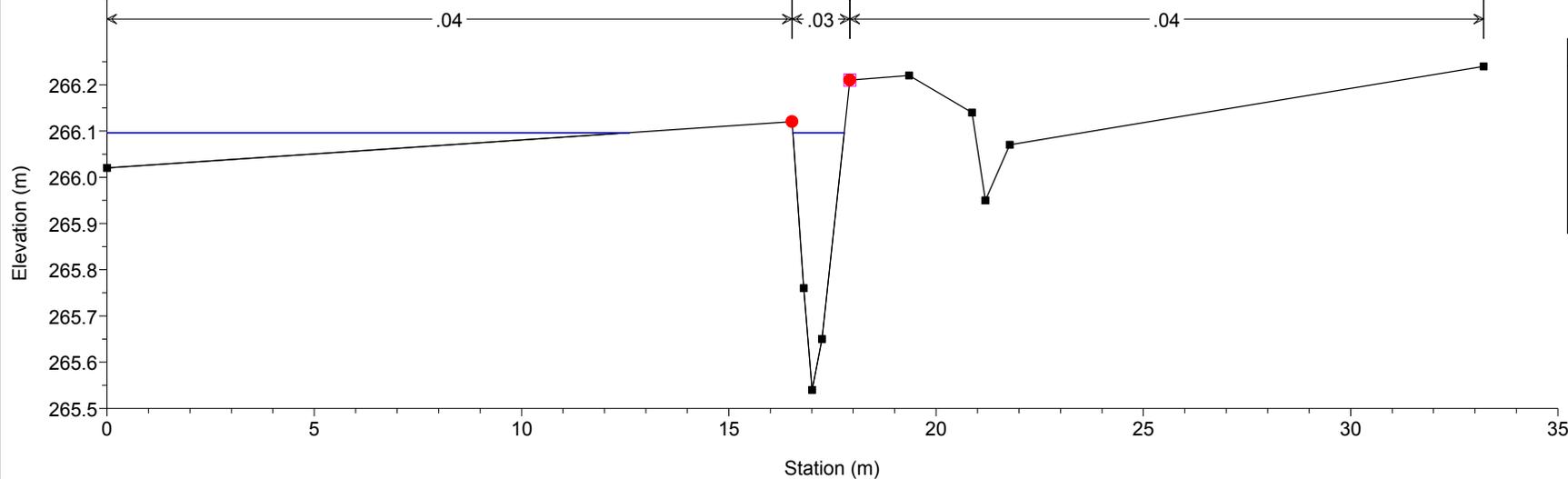
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 12 Sezione 10



Legend

- WS PF 1
- Ground
- Levee
- Bank Sta

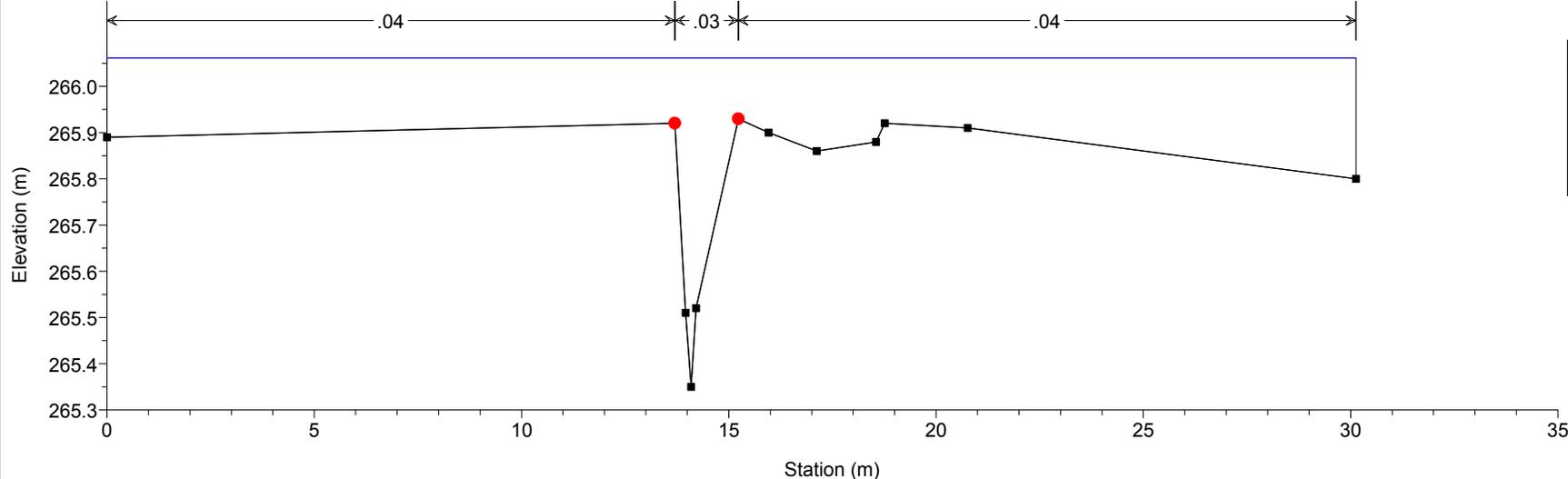
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 11 Sezione 11



Legend

- WS PF 1
- Ground
- Levee
- Bank Sta

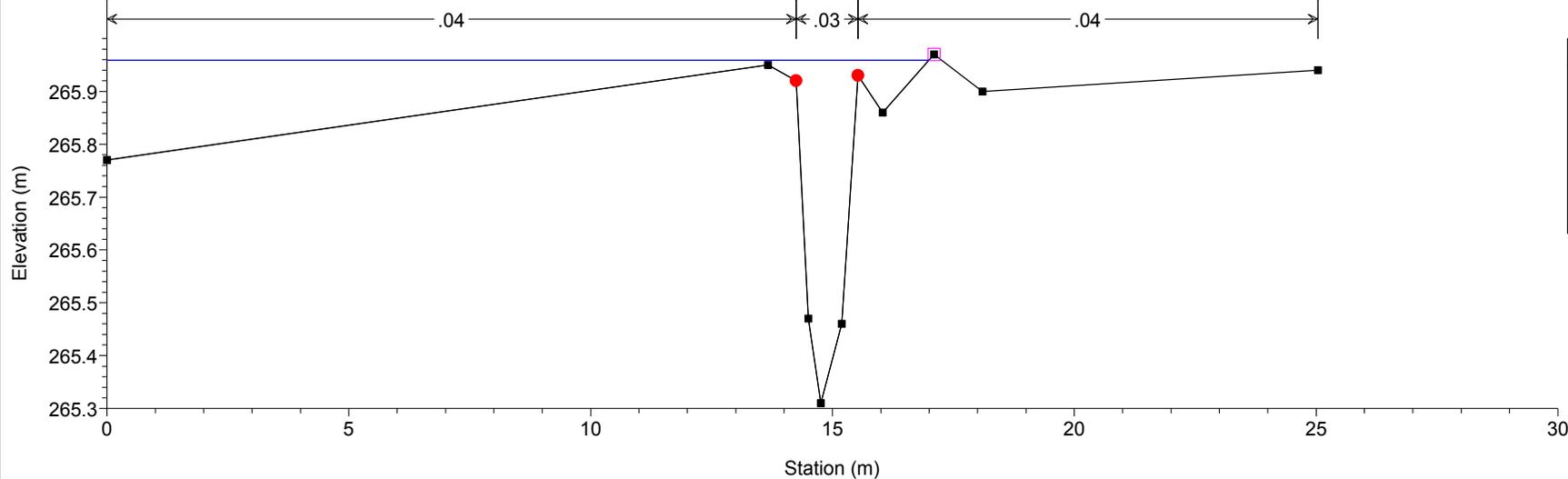
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 10 Sezione 12



Legend

- WS PF 1
- Ground
- Bank Sta

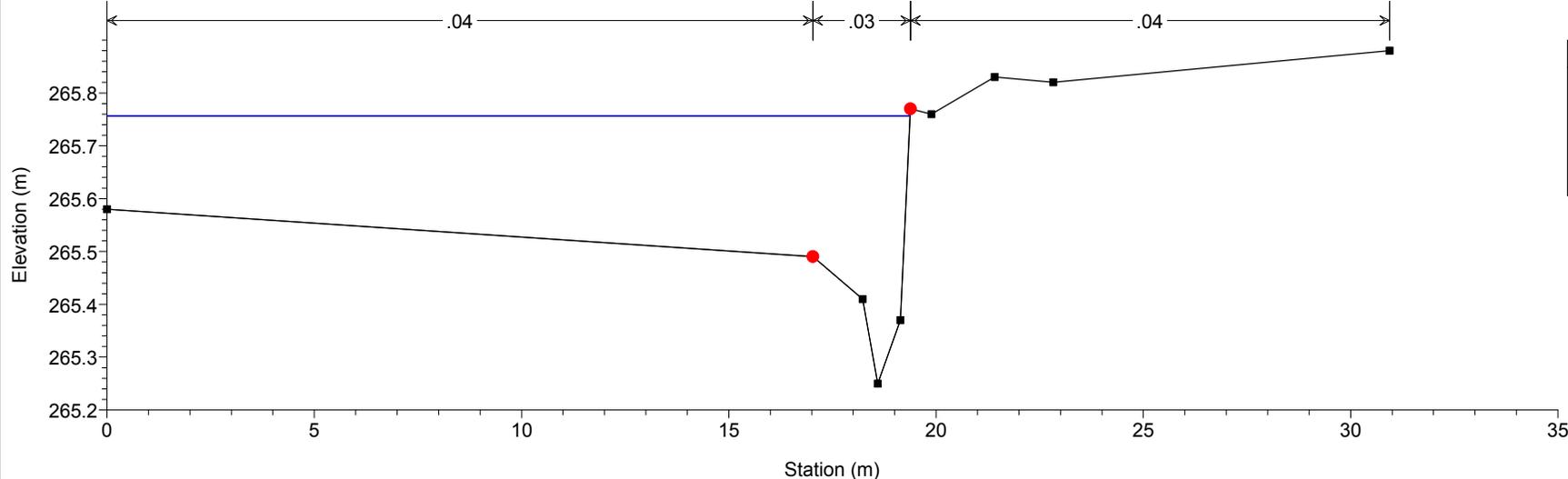
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 9 Sezione 13



Legend

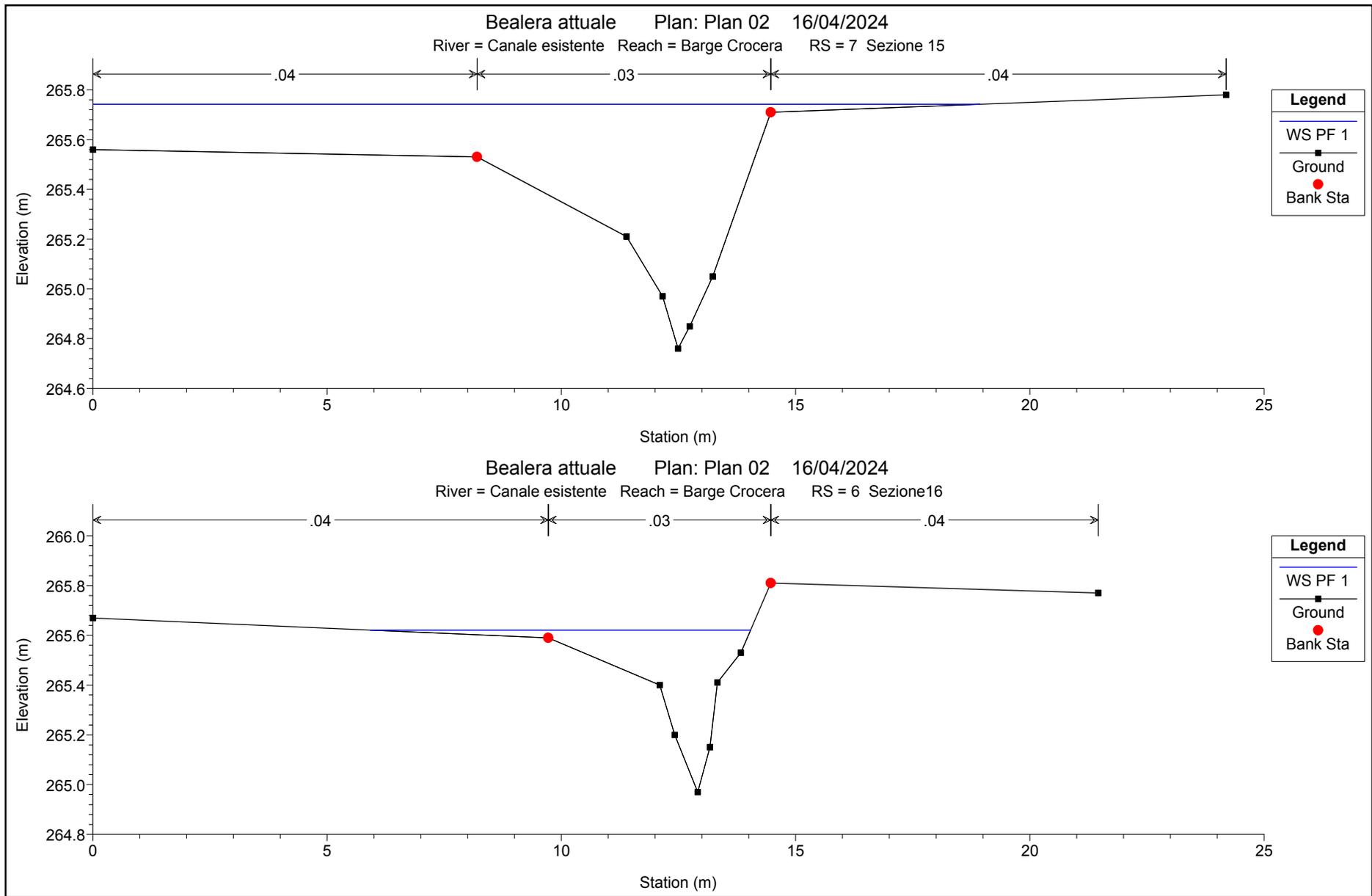
- WS PF 1
- Ground
- Levee
- Bank Sta

Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
 River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 8 Sezione 14

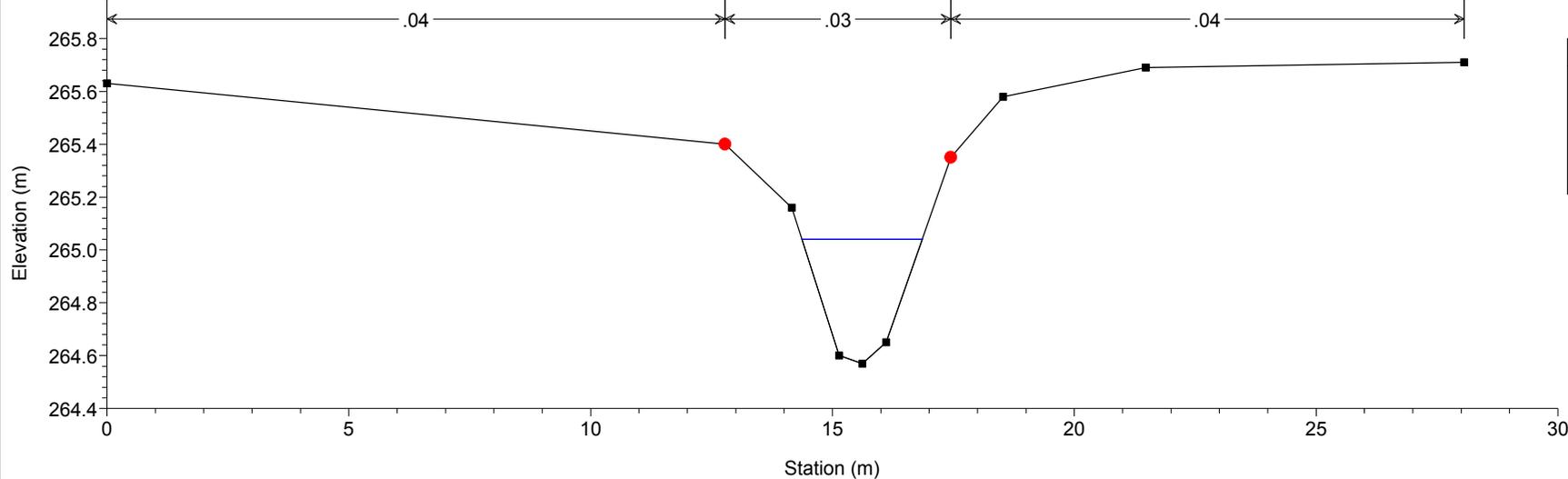


Legend

- WS PF 1
- Ground
- Bank Sta



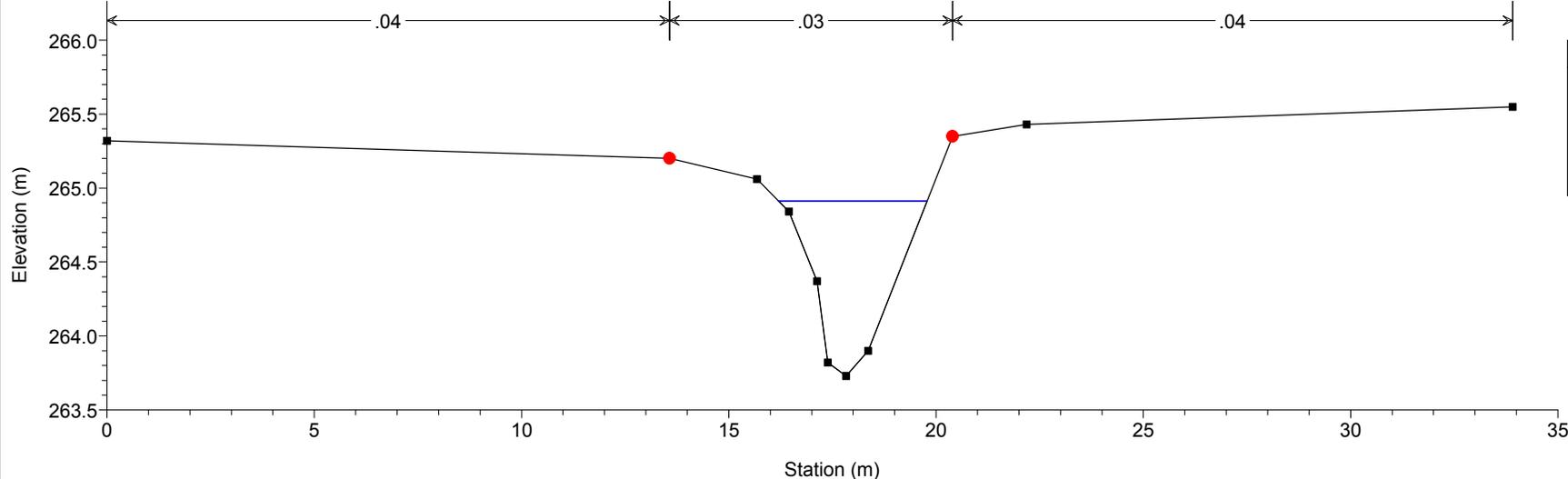
Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 5 Sezione 17



Legend

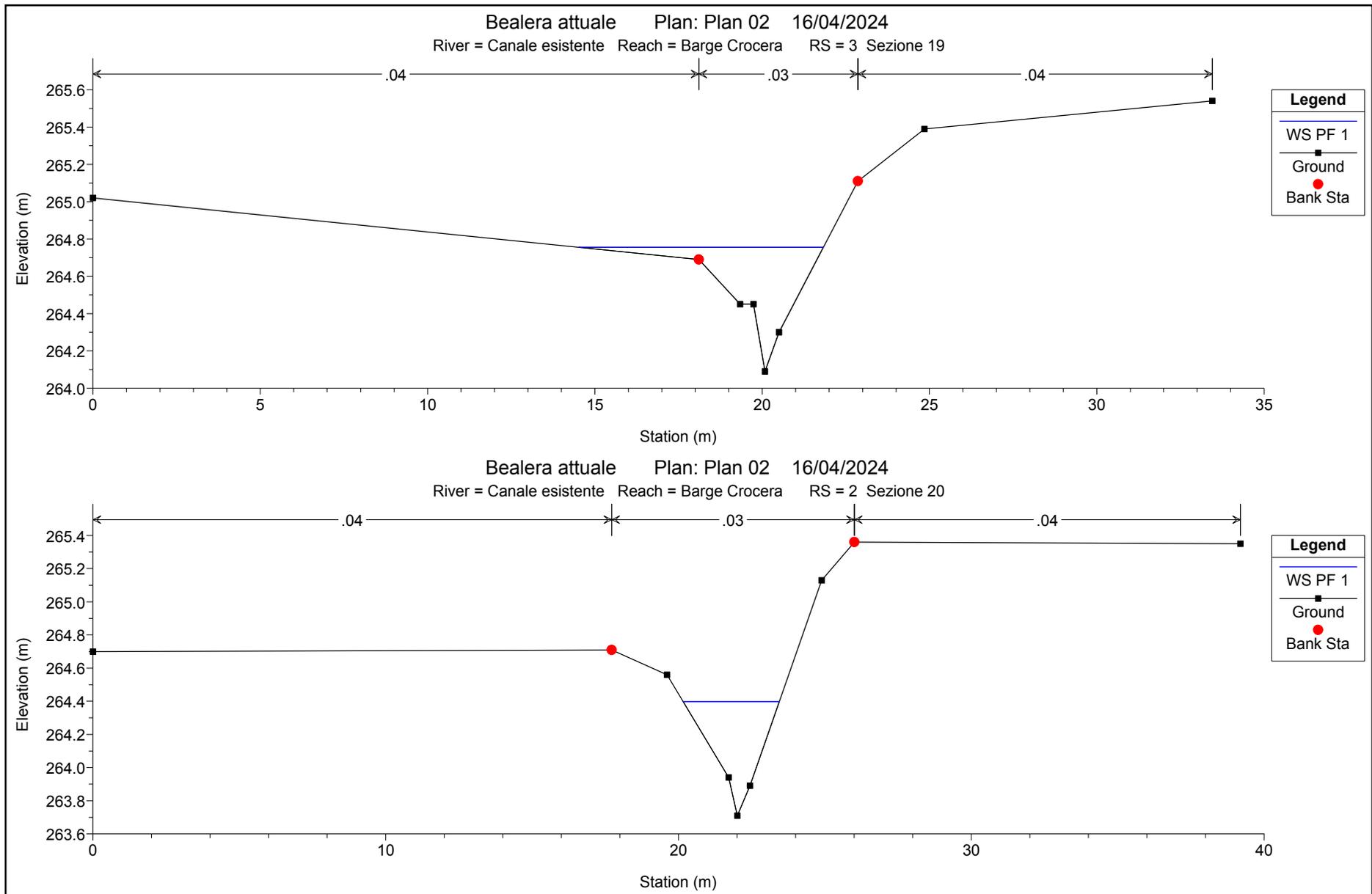
- WS PF 1
- Ground
- Bank Sta

Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 4 Sezione 18

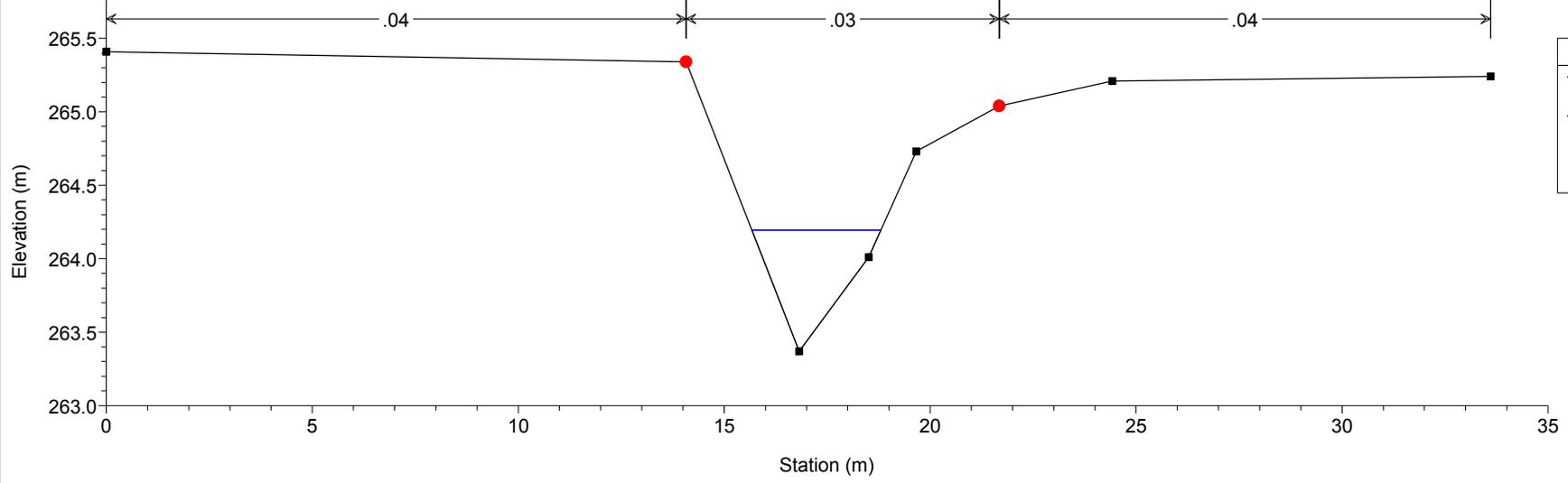


Legend

- WS PF 1
- Ground
- Bank Sta



Bealera attuale Plan: Plan 02 16/04/2024
River = Canale esistente Reach = Barge Crocera RS = 1 Sezione n. 21



Legend	
WS PF 1	—
Ground	■
Bank Sta	●

- Verifica delle condotte e delle sezioni di deflusso in progetto

La verifica delle sezioni del canale nella configurazione di progetto si effettua considerando una sezione tipologica a cielo aperto in terra ed una sezione circolare in cls da utilizzarsi per gli attraversamenti ed in tratti intubati.

Nel caso della sezione a cielo aperto si prevede la regolarizzazione del canale attuale con una larghezza di fondo pari a circa 1 m ed altezza delle sponde pari a circa 1 m, con scarpe laterali con inclinazione 1:1.

Nel caso di sezione circolare in cls si prevede l'utilizzo di un diametro pari a 120 cm, che risulta avere all'incirca la medesima capacità di smaltimento.

La verifica idraulica della sezione di un canale in cui fluisce una corrente in moto uniforme viene eseguita secondo la seguente formula di Chesy:

$$Q = \chi * A * (r * i)^{1/2}$$

dove:

Q = portata (mc/sec);

χ = coefficiente di resistenza, calcolato in funzione della scabrezza;

A = Area della sezione fluida;

r = raggio idraulico (Area / contorno bagnato);

i = pendenza media del fondo;

Il coefficiente di resistenza χ viene valutato con la seguente formula di Manning:

$$\chi = 1 / n * r^{1/6}$$

dove:

n = coefficiente di scabrezza di Manning (pari a 1/C coefficiente di scabrezza di Strickler) definito in base alla natura del fondo e delle pareti;

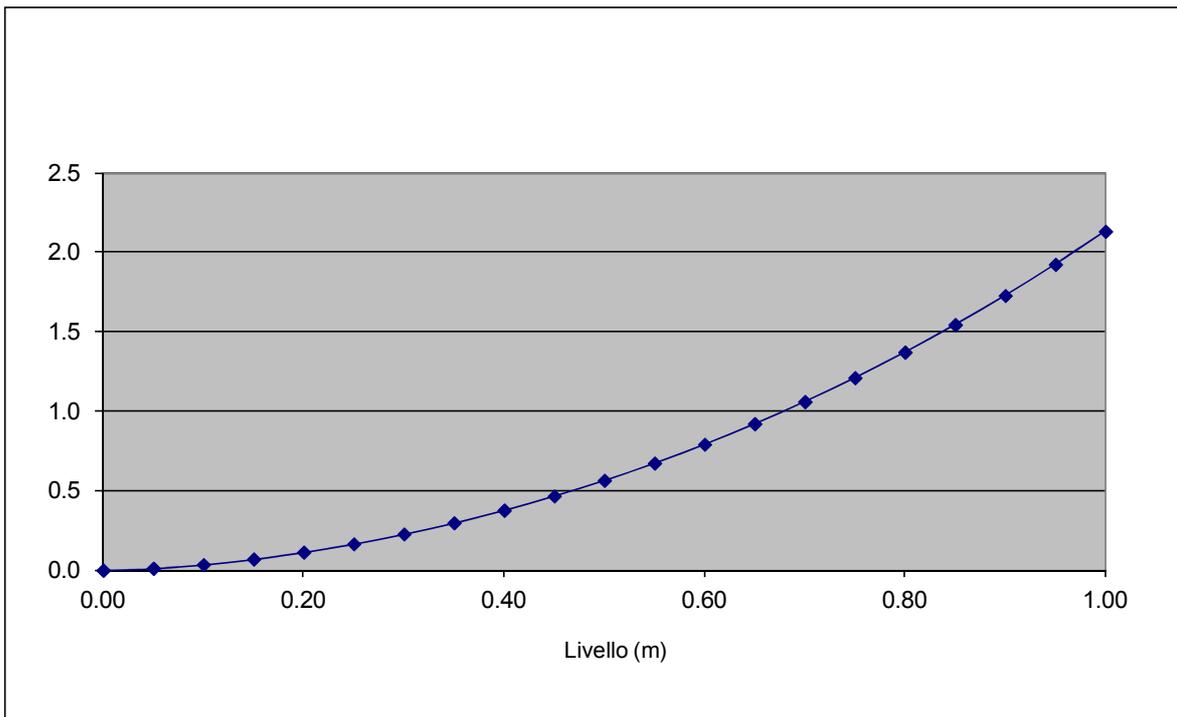
r = raggio idraulico (Area / contorno bagnato);

Per le sezioni di tubazione in cls si può adottare un coefficiente di scabrezza di Manning n = 0.013 (coefficiente di scabrezza di Strickler pari a C = 80), mentre per i tratti di canale in terra si può adottare un coefficiente di scabrezza di Manning n = 0.03 (coefficiente di scabrezza di Strickler pari circa a C = 30).

Si riportano di seguito le scale di deflusso relative alle sezioni analizzate, considerando la medesima pendenza del canale esistente, pari allo 0.3% circa.

- *Canale a cielo aperto (sezione trapezia in terra 100 /300 x 100 cm circa)*

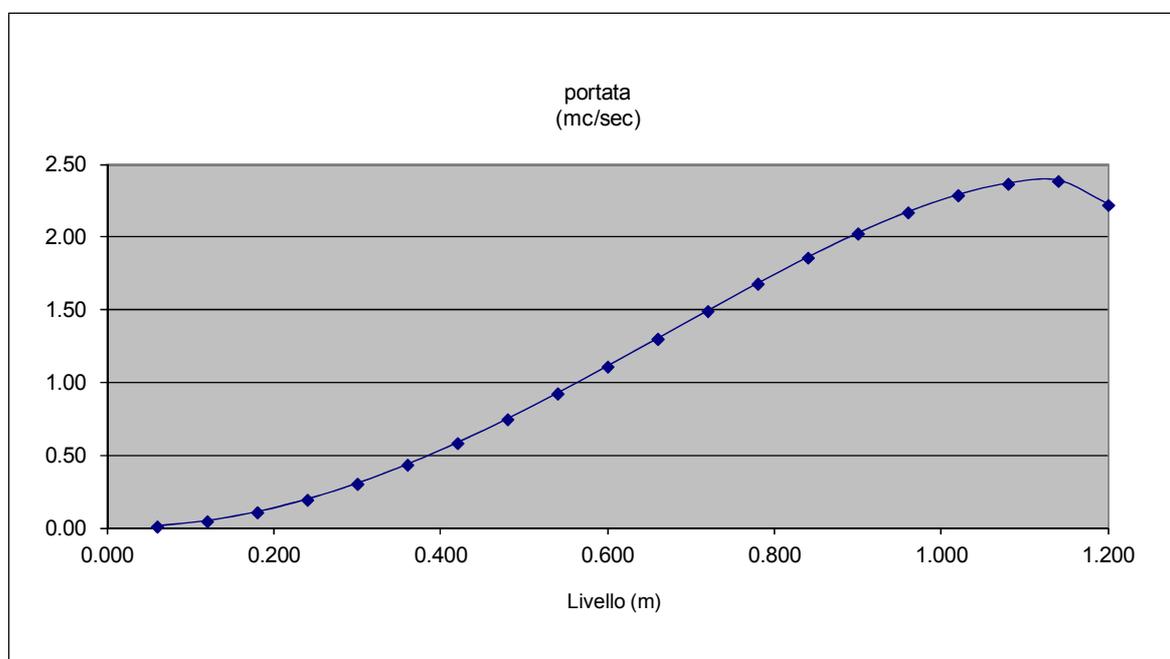
Scala di deflusso in moto uniforme						
sezione trapezia fosso in progetto						
Larghezza del fondo (m)	1	Scarpa	vert.	su	orizz.	
Pendenza (m/m)	0.003	sponde	1		1	
C di Strickler (m ^{1/3} s-1)	30	Altezza massima dal fondo		1		
livello (m)	larghezza pelo libero (m)	superficie bagnata (m ²)	perimetro bagnato (m)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.0
0.05	1.10	0.05	1.14	0.05	0.21	0.0
0.10	1.20	0.11	1.28	0.09	0.32	0.0
0.15	1.30	0.17	1.42	0.12	0.40	0.1
0.20	1.40	0.24	1.57	0.15	0.47	0.1
0.25	1.50	0.31	1.71	0.18	0.53	0.2
0.30	1.60	0.39	1.85	0.21	0.58	0.2
0.35	1.70	0.47	1.99	0.24	0.63	0.3
0.40	1.80	0.56	2.13	0.26	0.67	0.4
0.45	1.90	0.65	2.27	0.29	0.72	0.5
0.50	2.00	0.75	2.41	0.31	0.75	0.6
0.55	2.10	0.85	2.56	0.33	0.79	0.7
0.60	2.20	0.96	2.70	0.36	0.83	0.8
0.65	2.30	1.07	2.84	0.38	0.86	0.9
0.70	2.40	1.19	2.98	0.40	0.89	1.1
0.75	2.50	1.31	3.12	0.42	0.92	1.2
0.80	2.60	1.44	3.26	0.44	0.95	1.4
0.85	2.70	1.57	3.40	0.46	0.98	1.5
0.90	2.80	1.71	3.55	0.48	1.01	1.7
0.95	2.90	1.85	3.69	0.50	1.04	1.9
1.00	3.00	2.00	3.83	0.52	1.07	2.1



Sulla base delle verifiche effettuate si ricava una portata massima pari a circa 2.10 mc/s, superiore al valore di progetto pari a 1.29 mc/s.

- Tubazione circolare in cls (diametro 120 cm)

Scala di deflusso in moto uniforme sezione circolare						
diametro esterno (mm)						
diametro interno (m)		1.2				
pendenza (m/m)	=	0.003				
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	80				
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0.060	0.05	0.02	0.54	0.04	0.50	0.01
0.120	0.1	0.06	0.77	0.08	0.79	0.05
0.180	0.15	0.11	0.95	0.11	1.01	0.11
0.240	0.2	0.16	1.11	0.14	1.21	0.19
0.300	0.25	0.22	1.26	0.18	1.38	0.30
0.360	0.3	0.29	1.39	0.21	1.52	0.43
0.420	0.35	0.35	1.52	0.23	1.66	0.58
0.480	0.4	0.42	1.64	0.26	1.77	0.75
0.540	0.45	0.49	1.76	0.28	1.87	0.93
0.600	0.5	0.57	1.88	0.30	1.96	1.11
0.660	0.55	0.64	2.01	0.32	2.04	1.30
0.720	0.6	0.71	2.13	0.33	2.11	1.49
0.780	0.65	0.78	2.25	0.35	2.16	1.68
0.840	0.70	0.85	2.38	0.36	2.20	1.86
0.900	0.75	0.91	2.51	0.36	2.23	2.03
0.960	0.8	0.97	2.66	0.37	2.24	2.17
1.020	0.85	1.02	2.82	0.36	2.23	2.29
1.080	0.9	1.07	3.00	0.36	2.21	2.37
1.140	0.95	1.11	3.23	0.34	2.15	2.39
1.200	1	1.13	3.77	0.30	1.96	2.22



In questo caso per un'altezza massima di 108 cm, che determina la portata massima, si ricava un valore pari a circa 2.37 mc/s, anch'esso ampiamente superiore alla portata di progetto.

- Conclusioni

Le verifiche effettuate hanno evidenziato come la portata di progetto calcolata nella configurazione di PEC in variante non risulti contenuta all'interno di tutte le sezioni di deflusso attuali, principalmente a causa della forte irregolarità delle stesse e del profilo di fondo.

Risulta pertanto necessario effettuare una riprofilatura delle sezioni del canale esistente con regolarizzazione delle stesse e delle livellette di fondo nel tratto in esame, compatibilmente con le pendenze globali del tratto.

Sulla base del confronto con le sezioni rilevate emerge come la sezione di progetto a cielo aperto in terra con una larghezza di fondo pari a circa 1 m, altezza delle sponde pari a circa 1 m e scarpe laterali con inclinazione 1:1 risulta facilmente realizzabile con modesti interventi di regolarizzazione.

Lo stesso vale per la sezione circolare in cls di diametro pari a 120 cm, che risulta avere all'incirca la medesima capacità di smaltimento.

Le verifiche effettuate nella nuova configurazione evidenziano come le sezioni di progetto proposte risultano idonee a smaltire le portate di progetto con un accettabile franco idraulico di sicurezza, che tiene conto anche della possibile formazione di depositi all'interno delle sezioni di deflusso.