Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

MINISTERO DELL'INTERNO

REGIONE BASILICATA

COMUNE DI BANZI

PROVINCIA DI POTENZA

Via delle Vittorie, 97 - 82021 Sant'Arcangelo Trimonte (BN) - tel 0824 923001 fax 0824923251- C.F. 81001490648
Cod. ISTAT 062078 - e-mail: protocollo@comune.santarcangelotrimonte.bn.it - pec: comune.santarcangelot@asmepec.it

PASQUALE NARCISO
ingegnere
Via Molise, 23 – 82020 Campolattaro (BN)
tel. 0824 858082 –fax 0824 063111 –
P.IVA 01042140622 – C.F. NRCPQL68R07Z133B
e-mail studio@ingcon.it - pec: pasquale.narciso@ingpec.eu

SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE
ing. Giuseppe Mario DEL RE
Via Puccini, 26 - 83045 Calitri (AV)
P.IVA 01886580644 - C.F. DLRGPP61T19B415W
mail: gmdelre@interfree.i - pec: giuseppemario.delre@ingpec.eu

N.	DATA	DA	DESCRIZIONE	CONTROLLATO	APPROVATO
2	OTTOBRE 2022	P.N.	EMESSO PER INTEGRAZIONI		
1	AGOSTO 2022	P.N.	EMESSO PER APPROVAZIONE		

EDIZIONE

OGGETTO:
DECRETO MINISTERO INTERNO 23/02/2021, CONTRIBUTI LEGGE 30/12/2018, N. 145 ART. 1 COMMA 139 E SEGUENTI PER INTERVENTI DI INVESTIMENTI RELATIVI A OPERE PUBBLICHE DI MESSA IN SICUREZZA DEGLI EDIFICI E DEL TERRITORIO
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DEL VERSANTE GROTTE NOTARGIACOMO
CUP: B34H20003670001

ELABORATO:
09

FASE:
PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO:
VERIFICA IDRAULICA ANTE E POST OPERA IN CONDIZIONI DI MOTO PERMANENTE, VERIFICA RISPETTO ALL'AZIONE DI TRASCINAMENTO

SCALA:

A TERMINE DELLE VIGENTI LEGGI, QUESTO ELABORATO NON POTRÀ ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O COMUNICATO AD ALTRE PERSONE E/O ENTI SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE.

ARCHIVIO:

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:
Arch. Domenico DE BONIS

PROGETTO:

SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE
dott. ing. Giuseppe Mario DEL RE

TECNICO INCARICATO
dott. ing. Pasquale NARCISO

SOMMARIO

PREMESSA **3**

VERIFICA IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE – COMPATIBILITA' IDRAULICA **3**

EQUAZIONI DI MOTO APPLICABILI – CONDIZIONI DI MOTO PERMANENTE 3

PROFILI DI CORRENTE IN MOTO PERMANENTE 5

CALCOLI PER LE CONDIZIONI DI MOTO PERMANENTE – CODICE HEC-RAS 7

CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'OPERA 8

VERIFICA DELLA PROTEZIONE SPONDALE ALL'AZIONE DI TRASCINAMENTO **10**

VERIFICA ALLE TENSIONI DI TRASCINAMENTO 10

Tensioni resistenti e loro verifica *11*

Gabbioni *12*

VERIFICA AL TRASCINAMENTO RISPETTO ALLE VELOCITÀ 14

CONCLUSIONI **15**

VERIFICA IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE – COMPATIBILITA' IDRAULICA 15

VERIFICA AL TRASCINAMENTO 15

ALLEGATI **16**

PREMESSA

La presente relazione, da intendersi come integrazione al progetto di Sistemazione idrogeologica del Versante Grotte di Notargiacomo, nel Comune di Banzi (PZ) - richiesta dall'Ufficio Risorse Idriche del Direzione Generale Ambiente, Territorio ed Energia della Regione Basilicata - ha come oggetto:

- la Verifica idraulica ante e post opera in condizioni di moto permanente per dimostrare la Compatibilità idraulica degli interventi
- la verifica delle opere previste rispetto all'azione di trascinamento del corso d'acqua.

VERIFICA IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE – COMPATIBILITA' IDRAULICA

Una corrente a pelo libero è in moto permanente (o gradualmente variato) quando sono presenti variazioni graduali si sezione e di direzione, ma in ogni caso la pressione può ritenersi distribuita idrostaticamente e la portata non varia nel tempo.
Pertanto, il moto permanente nei corsi d'acqua è caratterizzato da un deflusso che scorre in alvei che presentano variazioni graduali di sezione e direzione.

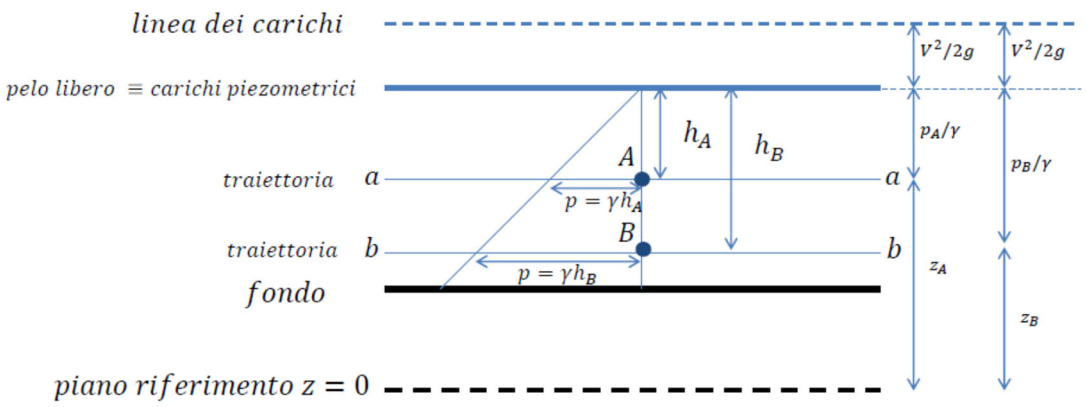
Equazioni di moto applicabili – Condizioni di moto permanente

In un canale aperto, nel quale le linee di flusso sono parallele e la velocità in tutti i punti è uguale quella media della sezione, l'Energia della corrente è composta da due componenti: cinetica e potenziale. Il Carico assoluto o Energia totale della corrente è espresso dall'equazione di Bernoulli:

$$H_a = z + d + \alpha \frac{v^2}{2g}$$

in cui:

- z = livello del fondo del canale
- d = profondità del pelo libero della corrente
- v = velocità media
- a = accelerazione di Coriolis, che si pone in genere = 1,00
- g = accelerazione di gravità

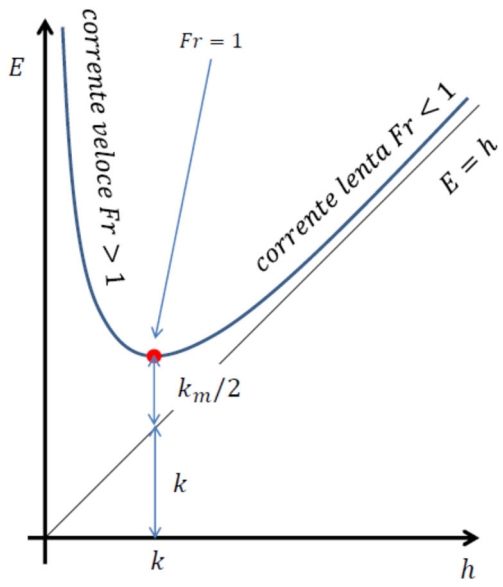


L'energia rispetto al fondo del canale, chiamata Energia specifica, vale:

$$E = h + \alpha \frac{v^2}{2g}$$

In termini di portata

$$E = h + \frac{Q^2}{A^2 \times 2g}$$



Il diagramma mostra che, com'è noto, per assegnati valori di portata, esistono due valori di profondità per uno stesso valore di Energia specifica. Ai due valori corrisponde una altezza maggiore (corrente lenta), e una minore (corrente veloce)
Il valore di h per cui la E attinge il suo minimo si chiama altezza critica.
Nelle correnti veloci il livello idrico è sempre più minore che in corrente lenta.

Un parametro che caratterizza le correnti lente/veloci è il numero di Froude, definito come

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{g h_m}}$$

Si ha che

Per $F_r > 1$ si è in Corrente veloce;
Per $F_r = 1$ si è in Corrente critica:
Per $F_r < 1$ si è in Corrente lenta

La pendenza del fondo alveo, posta uguale alla cadente piezometrica raggiunge un valore i_c detto pendenza critica quando l'altezza di moto uniforme corrisponde all'altezza critica

$$h_0 = k$$

Un alveo si definisce:

a debole pendenza se $i < i_c$ e la portata Q vi scorre come corrente uniforme lenta quindi $h_0 > k$
a forte pendenza se $i > i_c$ e la portata Q vi scorre come corrente uniforme lenta quindi $h_0 < k$

Profili di corrente in moto permanente

Nelle ipotesi di moto permanente le equazioni del De Saint Venant valide per canali a pelo libero e sezione variabile, si particolarizzano nel modo seguente

$$\frac{\partial}{\partial s}\left(h + \frac{v^2}{2g}\right) = i - j - \frac{1}{g}\cdot\frac{\partial v}{\partial t} \qquad \rightarrow \qquad \frac{\partial H}{\partial s} = i - j$$

$$v\frac{\partial \sigma}{\partial s} + \sigma\frac{\partial v}{\partial s} + \frac{\partial \sigma}{\partial t} = 0 \qquad \rightarrow \qquad \frac{\partial Q}{\partial s} = 0$$

In particolare, ricordando la dipendenza dell'energia specifica dal tirante idrico, la prima delle due può essere riscritta come

$$\frac{\partial H}{\partial s} = \frac{\partial H}{\partial h}\cdot\frac{\partial h}{\partial s} = i - j$$

da cui si ricava l'equazione che esprime la variazione dell'altezza idrica nelle diverse sezioni dell'alveo, che risulta di fondamentale importanza perché consente il tracciamento dei profili di corrente in moto permanente:

$$\frac{\partial h}{\partial s} = \frac{i - j}{\frac{\partial H}{\partial h}}$$

In cui h è il tirante, i la pendenza del canale, j la cadente piezometrica.
In linea generale, il tracciamento di un profilo di corrente viene effettuato in riferimento alle seguenti ipotesi:

- moto permanente
- alveo cilindrico
- moto gradualmente vario
- piccole pendenze

La soluzione dell'ultima equazione differenziale (1) richiede innanzitutto la determinazione della cadente piezometrica j, che viene condotta ipotizzando che nel tratto di lunghezza *ds* le perdite di carico siano attribuibili a fenomeni dissipativi analoghi a quelli del moto uniforme, e pertanto è possibile sfruttare le equazioni di resistenza viste precedentemente.
Inoltre è necessario disporre di alcune condizioni al contorno a partire dalle quali l'equazione (1) viene tipicamente risolta attraverso il metodo delle differenze finite.
Ad ogni modo, è sempre possibile costruire un andamento qualitativo dei profili di corrente a partire dallo studio di alcuni casi particolari, che vengono di seguito analizzati.

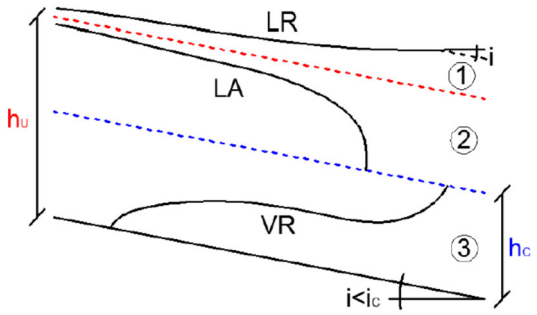
Al fine di valutare i possibili profili di corrente che possono instaurarsi in un alveo a debole o forte pendenza, si studiano i valori ed i segni assunti dal rapporto

$$\frac{\partial h}{\partial s}$$

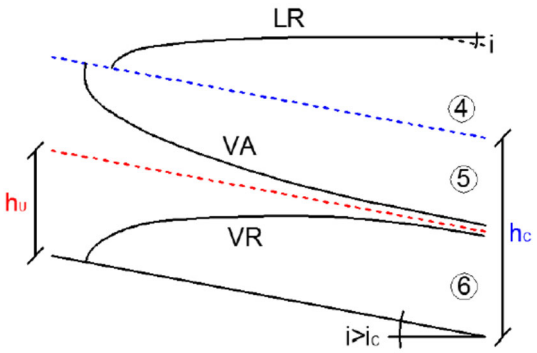
al variare dell'altezza idrica.
Com'è noto, i profili qualitativi sono i seguenti

LR = lenta ritardata
LA = Lenta accelerata
VR = Veloce ritardata
VA = Veloce accelerata

Alveo a debole pendenza



Alveo a forte pendenza



Per quanto riguarda le condizioni al contorno:
- in corrente veloce le condizioni al contorno devono essere ricercate nelle sezioni di monte.
- in corrente lenta le condizioni al contorno devono essere ricercate nelle sezioni di valle

Riassumendo quanto affermato finora, si ha che:
- il profilo di corrente per una corrente lenta si costruisce da valle verso monte
- il profilo di corrente per una corrente veloce si costruisce da monte verso valle

Calcoli per le condizioni di moto permanente – Codice HEC-RAS

Nelle ipotesi di cui sopra, al fine di definire le condizioni di compatibilità idraulica in regime di moto permanente, con lo studio delle condizioni di moto e di deflusso, mediante il tracciamento di profili di corrente e il calcolo dei parametri del moto, si sono effettuati i calcoli mediante il Software HEC-RAS Rel 6.0.

Questo software prevede la assegnazione di una geometria, sia in senso plano-altimetrico sia mediante un opportuno numero di sezioni trasversali.
Si è provveduto pertanto a un rilievo di dettaglio in campo di un opportuno numero di sezioni, con particolare riferimento alle discontinuità presenti (attraversamenti mediante ponti).

Si sono condotti i calcoli
- nella situazione 'ante operam', che definisce lo stato di fatto
- nella situazione 'post operam' ossia di progetto.

In realtà le modificazioni introdotte in alveo dal progetto sono riconducibili a una protezione spondale, realizzata, in corrispondenza della sezione 34, attraverso una gabbionata in vari ordini desumibili dai grafici della sezione allegati. Nel restante tratto del Vallone Radica non sono previsti dal progetto altri interventi.

Il progetto infatti ha come obiettivo la sistemazione del Versante Grotte di Notargiacomo, ben distante dall'alveo del vallone Radica. La protezione spondale in parola è motivata dall'esigenza di contenere il dissesto già in atto su un tratto di strada a margine del versante, dissesto dovuto a evidente fenomeno erosivo, per altro confermato dai calcoli condotti, alche con portate modeste relative a Tempo di ritorno T = 5 anni.

Il programma ha la seguente architettura:

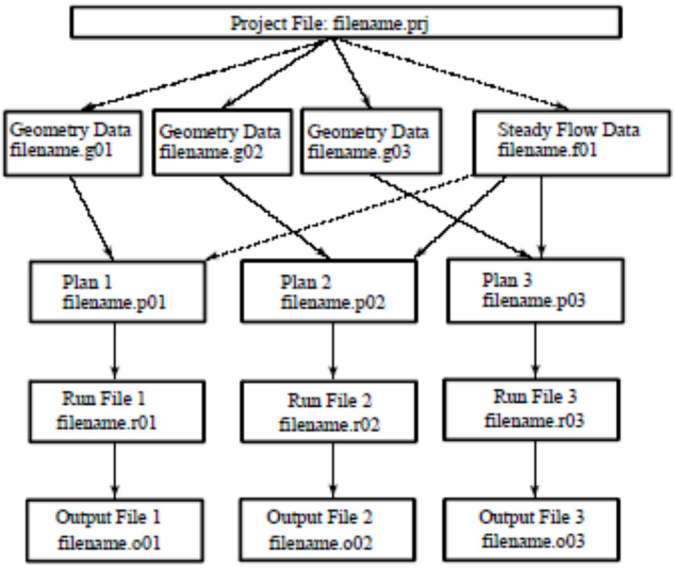


Figure 4-1 Schematic of Project Data Files

Si provvede pertanto:

1. Inserire le Geometria del progetto (nel ns caso: Geometria dello stato di Fatto e Geometria di Progetto)
2. Definire le condizioni di Deflusso in moto permanente (Portate e condizioni al contorno; nel ns caso Portate per T = 5 anni, e per T= 200 anni)
3. Procedere con il calcolo combinando le geometrie con le condizioni di deflusso (Nel ns caso: Stato di Fatto per T = 5 anni e T=200 anni, Stato di Progetto per T = 5 anni e T=200 anni

In dettaglio

Geometrie

- Si è inserito lo schema idrico del vallone, per una lunghezza complessiva di 856 m, e per una variazione altimetrica di 15m, da 461 m (sezione 10) a 476 m slm (sezione 38)
- Si sono inserite le geometrie delle sezioni trasversali, inputando sia i dati geometrici, sia le definizioni delle aree golenali, sia l'attribuzione dei coefficienti di Manning
- Si sono inserite le geometrie dei due ponti che attraversano il Vallone Radica, inserendo dati sulla distanza dalla sezione di monte (US = Upstream), sia la larghezza dell'opera, sia le geometrie dei terrapieni/spalle

Condizioni di Deflusso

- Si sono inserite le portate (calcolate con il metodo VaPI - Basilicata) per due tempi di ritorno
  - T = 200 anni, come previsto dalle Norme di Attuazione del PAI-Bradano, art 4
  - T = 5 anni, per verificare le condizioni con una piena più frequente
- Si sono inserite le Condizioni al contorno, che sono state assunte pari alle altezze di moto uniforme nelle sezioni a monte (RS 38) a valle (RS 10), calcolate con il Metodo Vapi per i due tempi di ritorno suddetti

Calcolo e risultati

Una volta completato l'input dei dati sulle geometrie e sulle condizioni di deflusso, si è avviato il calcolo. Gli output consentiti dal sofware sono moltissimi. Si allegano quelli che sono utili alla definizione della compatibilità idraulica dell'opera prevista in progetto.

1. Profili: il software fornisce profili longitudinali nel tratto considerato che riguardano

   - EG = Il profilo dell'energia specifica
   - WS = profilo del pelo libero dell'acqua, ossia il profilo di corrente
   - Crit = profilo dell'altezza critica

2. Tabella: il software fornisce tabelle con i principali parametri idraulici, sezione per sezione, in particolare:
   - le altezze della corrente (WS) e delle altre grandezze sopra descritte,
   - la Velocità, che consente di verificare le condizioni di erosione e quindi l'efficacia dell'intervento di protezione spondale di progetto
   - l'area della parte di sezione invasa dall'acqua
   - Fr = numero di Froude, che consente di verificare se si è in corrente lenta o veloce

3. Sezioni: il software fornisce le sezioni con l'indicazione dei livelli dei parametri EG, WS, Crit

Considerazioni sulla compatibilità idraulica dell'opera

A valle dei calcoli eseguiti, possono trarsi le seguenti considerazioni sulla compatibilità idraulica

La situazione **ante operam** presenta allo stato, nel tratto del Vallone Radica considerato, alcuni punti in cui si manifestano potenziali fenomeni erosivi, anche con portate modeste (T=5 anni, v. Tabella, colonna delle velocità).
Infatti, vi sono punti in cui viene superata la velocità di 2,0 m/sec ritenuta in letteratura la velocità che potrebbe innescare l’erosione.

Nel tratto della sezione 34 i fenomeni sono già in atto e minacciano la stradina poderale il cui tracciato è contiguo all’alveo. Si dimostra quindi la necessità di provvedere alla protezione spondale di progetto.

La situazione prevista **post operam**, ossia dopo la costruzione del tratto di gabbionata a protezione spondale, come si evince dai profili di corrente, dalle sezioni a monte e a valle, non altera, se non localmente e senza comportare alterazioni degne di nota alle condizioni di deflusso sia per le portate frequenti (T = 5 anni, Q = 14 mc/sec), sia per quelle più consistenti (T = 200 anni, Q = 62 mc/sec) imposte come base di calcolo dal PAI Bradano - Norme di Attuazione.
Nella sezione 34, la realizzazione della gabbionata comporta un restringimento della sezione in riva sinistra (non avendo per altro previsto altre modifiche alla sezione stessa, ossia lasciando inalterato il profilo trasversale della riva destra). Ciò comporta un incremento delle velocità, ma, come si dirà più avanti, senza tuttavia superare le velocità ritenute pericolose nelle verifiche al trascinamento.

Può pertanto concludersi che l’intervento di progetto rispetta le condizioni di compatibilità idraulica.

VERIFICA DELLA PROTEZIONE SPONDALE ALL'AZIONE DI TRASCINAMENTO

La verifica dell'efficacia di una protezione spondale può essere fatta usando due diversi metodi basati su:

- tensioni di trascinamento. Si verifica che lo sforzo di taglio prodotto dalla corrente sia inferiore a quello per il quale inizia lo spostamento degli elementi del rivestimento spondale
- velocità. Si verifica che la velocità della corrente sia inferiore a quello per il quale inizia lo spostamento degli elementi del rivestimento spondale

Nel calcolo (progettazione o verifica) di una protezione spondale, si fa riferimento a due metodi generali basati sull'ammissibilità per un materiale di:

- velocità
- tensioni di trascinamento.

Il secondo metodo è più corretto dal punto di vista scientifico, anche se quello basato sulle velocità è spesso più facile da applicare in quanto è più semplice misurare o calcolare una velocità media in una sezione piuttosto che le tensioni tangenziali.

Ai fini della valutazione dell'efficacia antierosiva di una protezione è necessario considerare tutti i parametri idraulici e geometrici: altezza d'acqua della corrente, pendenza della sponda, andamento planimetrico del corso d'acqua, durata dell'evento di piena; ciò significa, in altri termini, che occorre esprimere risultati di prove sperimentali e le conseguenti indicazioni progettuali in termini di tensioni tangenziali ammissibili, tecnicamente più significative del parametro idraulico velocità della corrente.
Di estrema importanza per alcuni materiali o tecniche è infine anche il riferimento alla durata della sollecitazione stessa: in ambito fluviale oltre al picco di piena è di fondamentale importanza considerare la durata complessiva dell'evento stesso ed occorre rifarsi a durate caratteristiche degli eventi di progetto escludendo frazioni di ora, in quanto generalmente non significative.
Tale fattore non riguarda le protezioni spondali in cui la resistenza al trascinamento è garantita dal peso del materiale costituente la protezione.
Per una scogliera non si ha crisi della protezione finché non viene raggiunta la tensione tangenziale critica di inizio movimento, che dipende esclusivamente dalla forma del pietrame e dalle sue dimensioni.
Per materassi e gabbioni l'azione di contenimento della rete incrementa tale resistenza, permettendo che avvenga un movimento parziale all'interno delle tasche senza crisi della protezione.
Le informazioni sulla resistenza di un rivestimento (non in pietrame) in funzione della durata di un evento di piena sono però ridotte a pochi materiali per i quali sono stati condotte opportune prove sperimentali.

Verifica alle tensioni di trascinamento

La verifica si basa sul confronto le tensioni tangenziali massime che nascono nel punto di verifica prescelto e quelle massime ammissibili per il materiale in opera.
La formula per calcolare la tensione **tangenziale massima al fondo** fa riferimento al raggio idraulico R.

$$\tau_b = \gamma_w \times R \times i_f \qquad [1]$$

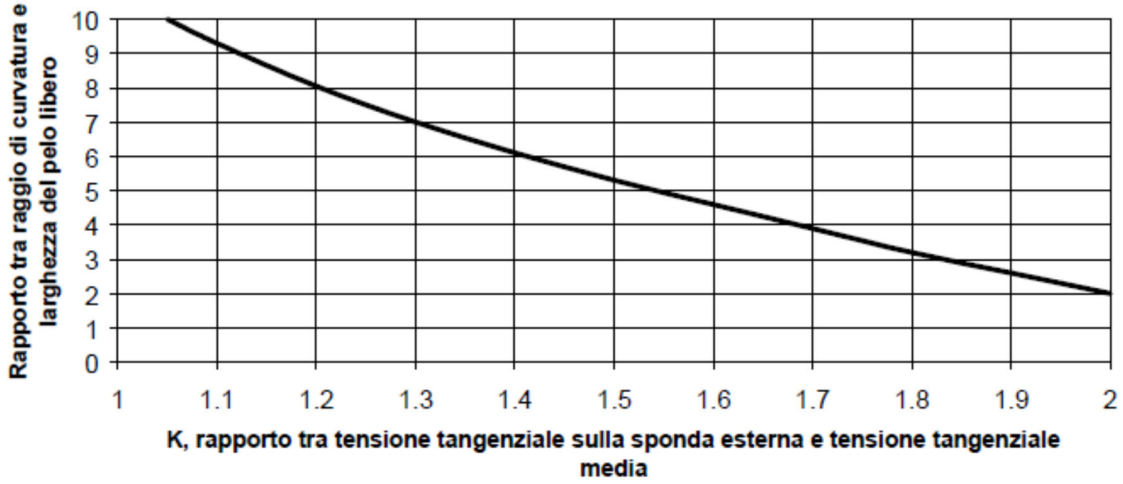
in cui

- γ_w = peso specifico dell'acqua
- R = Raggio idraulico
- i_f = pendenza di fondo alveo

sulla sponda vale invece

$$\tau_m = 0{,}75 \times \gamma_w \times R \times i_f \qquad [2]$$

se l'asta è in curva si ha un aumento della tensione tangenziale sulla sponda concava (esterna), di cui si tiene conto attraverso il coefficiente K, funzione del rapporto tra il raggio di curvatura e la larghezza del pelo libero dell'acqua



Ossia:

$$\tau_m = K \times 0{,}75 \times \gamma_w \times R \times i_f \qquad [3]$$

Per quanto riguarda la resistenza al trascinamento si definisce tensione massima di trascinamento c la massima forza a partire dalla quale il materiale al fondo comincia a muoversi. Per i materiali non coesivi la formula generalmente utilizzata è la seguente

Nel caso in esame, il rapporto di cui sopra nella sezione 34 vale circa 1,50, per cui si assume K = 2,0

Tensioni resistenti e loro verifica

Per quanto riguarda la resistenza al trascinamento si definisce tensione massima di trascinamento **sul fondo** τ_c la massima forza a partire dalla quale il materiale al fondo comincia a muoversi. Per i materiali non coesivi la formula generalmente utilizzata è la seguente

$$\tau_c = 80 \times d_{75}$$

in cui:

- τ_c = tensione massima di trascinamento sul fondo [kg/mq]
- d_{75} = diametro del vaglio che consente il passaggio del 75 % del materiale d'alveo [cm]

Affinché la verifica sia soddisfatta deve risultare, per un punto sul fondo:

$$\tau_b \leq \tau_c$$

A sua volta per il materiale non coesivo non situato su un fondo orizzontale, per es. **sulla sponda**, occorre tenere conto della riduzione della tensione massima di trascinamento τ_s (dovuta all'effetto della pendenza della sponda) mediante un coefficiente correttivo e la tensione così modificata va confrontata con la massima tensione agente τ_m:

$$\tau_m \leq \tau_s$$

dove

$$\tau_s = \tau_c \times \sqrt{1 - \frac{sin^2\vartheta}{sin^2\varphi}}$$

φ = angolo di attrito interno del materiale (non coesivo) che costituisce la sponda
θ = angolo di inclinazione della sponda sull'orizzontale

Nel caso in cui il materiale che costituisce la sponda abbia un angolo di attrito interno inferiore all'inclinazione della sponda (e quindi si abbia un valore negativo sotto radice), si può assumere che per inclinazione delle sponde θ > (φ - 2°) il coefficiente riduttivo sia costante e pari al valore:

$$\tau_s = \tau_c \times \sqrt{1 - \frac{sin^2(\vartheta - 2)}{sin^2\varphi}}$$

assegnando quindi al materiale una resistenza residua che si basi sulla ipotesi che in genere sia presente una coesione.

Gabbioni

Per quanto riguarda gli aspetti progettuali, in generale si definisce stabile un rivestimento in pietrame, sia esso costituito da materassi Reno e gabbioni (per i quali si ha presenza di rete metallica di contenimento) sia da pietrame sciolto (rip-rap) costituito da soli inerti, quando non si ha spostamento degli elementi litoidi.
La condizione di inizio del movimento di questi elementi definisce il limite di stabilità del rivestimento. La tensione tangenziale che viene esercitata sul rivestimento è espressa dall'equazione (1)

Considerato un ciottolo di diametro equivalente uguale al diametro medio dm del pietrame di fondo (cioè il diametro del vaglio che consente il passaggio del 50% in peso del materiale litoide che costituisce il rivestimento) si definisce coefficiente di Shields la grandezza adimensionale

$$C^* = \frac{\tau_c}{(\gamma_s - \gamma_w) \times d_m}$$

II denominatore risulta proporzionale alla tensione normale sul fondo dovuta al peso immerso del ciottolo; il coefficiente di Shields è dunque analogo ad un coefficiente di attrito.

Il coefficiente di Shields per il pietrame sciolto (rip-rap) vale circa 0,047; per il pietrame contenuto da rete metallica (materassi Reno e gabbioni) vale

$$C^* = 0{,}10$$

La **tensione tangenziale al fondo**, che può essere raggiunta senza movimento del pietrame (tensione tangenziale critica), vale dunque:

$$\tau_c = C^* \times (\gamma_s - \gamma_w) \times d_m$$

Il rivestimento risulta stabile se:

$$\tau_b \leq \tau_c$$

Con controllo delle deformazioni, per tener conto dell'effetto stabilizzante della rete, si ammette per gabbioni e materassi Reno che tale resistenza sia aumentata del 20 %, in quanto con tale valore (definito come τ_{lim} tensione tangenziale limite) si hanno deformazioni contenute per insaccamento del pietrame. Il confronto diventa:

$$\tau_b \leq \tau_{lim}$$

con $\tau_{lim} = 1{,}2\ \tau_c$

(purché risulti soddisfatta contemporaneamente la verifica sulle deformazioni descritta nel seguito).

La **tensione tangenziale sulle sponde**, che può essere raggiunta senza movimento del pietrame (tensione tangenziale critica), vale

$$\tau_s = \tau_c \times \sqrt{1 - \frac{sin^2\vartheta}{sin^2\varphi}}$$

in cui φ, angolo di attrito del pietrame che costituisce il rivestimento, vale 41° (sulla base delle esperienze riportate in letteratura).
Poiché il termine sotto radice tende a 0 e, quindi, a divenire negativo per valori di $\theta \geq 41°$, si assume che il valore della radice rimanga costante, per valori di $\theta \geq 39°$, ed uguale al valore assunto per $\theta = 39°$.

Come si evince dai calcoli allegati, **la protezione spondale progettata (gabbioni) è verificata alle tensioni di trascinamento** dovute alle portate calcolate con T = 200 anni, sia nella parte di fondo alveo che in quella di sponda.

Verifica al trascinamento rispetto alle Velocità

Si valutano le condizioni rispetto alle velocità sulla base di dati di letteratura[1]

- v_{cr} = Velocità critica (innesco del movimento)
- v_{lim} = Velocità limite (massima deformazione)

Type	Thickness (m)	Filling stones		Critical velocity (*)	Limit velocity (*)
		stone size	d_{50}		
Reno mattress	0,15-0,17	70-100	0.085	3.5	4.2
		70-150	0.110	4.2	4.5
	0,23-0,25	70-100	0.085	3.6	5.5
		70-150	0.120	4.5	6.1
	0,30	70-120	0.100	4.2	5.5
		100-150	0.125	5.0	6.4
Gabions	0,50	100-200	0.150	5.8	7.6
		120-250	0.190	6.4	8.0

Possiamo quindi assumere i due valori di confronto (gabbioni di spessore > 0,5 m, con riempimento d_{50} assunto cautelativamente pari a 0,150 m:

$$v_{cr} = 5{,}8 \qquad [m/sec]$$

$$v_{lim} = 7{,}6 \qquad [m/sec]$$

Nel nostro caso, come si vede dalle Tabelle di Calcolo, la velocità nella sezione 34, per T = 200 anni vale **3,43 m/s,** quindi <u>abbondantemente minore delle velocità sopra citate</u>

[1] Engineering Research Center in Fort Collins, Colorado

CONCLUSIONI

Verifica idraulica in moto permanente – Compatibilità idraulica

Si sono condotti, mediante il Software HEC-RAS, calcoli di verifica delle condizioni idrauliche in regime di moto permanente, su un tratto di vallone di 856 m con un differenziale altimetrico di 15 m, da 461 m (sezione 10) a 476 m slm (sezione 38). Si sono ricavati profili di corrente che riportano le condizioni energetiche, il profilo di pelo libero dell'acqua e le altezze critiche.
I calcoli sono stati condotti

- sia per un periodo di ritorno T = 200 anni (come prescritto dalle Norme di Attuazione del PAI – Bacino del Bradano
- sia per un periodo di ritorno T = 5 anni, allo scopo di simulare le condizioni di regimi idraulici più frequenti, anche per i quali si è verificato l'attingimento, nel tratto d'intervento, di velocità che innescano erosioni,

I risultati conseguiti con i calcoli hanno portato a verificare che le opere in progetto (gabbionata di protezione spondale) risultano tali da non alterare se non localmente il regime idraulico ante operam, conseguendo per converso il risultato di protezione prefissato.

Verifica al trascinamento

Si sono condotti calcoli di verifica di non superamento, nei tratti interessati dalle opere in progetto, delle tensioni di trascinamento, nonché delle velocità che possono innescare il moto di trascinamento indotto dal corso d'acqua.
Le tensioni di trascinamento sono state calcolate con formule di uso comune e le tensioni resistenti sono state ricavate da dati sperimentali sui gabbioni.

Le velocità di trascinamento (desunte dai calcoli in regime di moto permanente effettuati per le verifiche idrauliche di cui sopra) sono state paragonate con valori sperimentali riportati in letteratura.

Sia per le tensioni, sia per le velocità, le opere progettate risultano verificate al trascinamento.

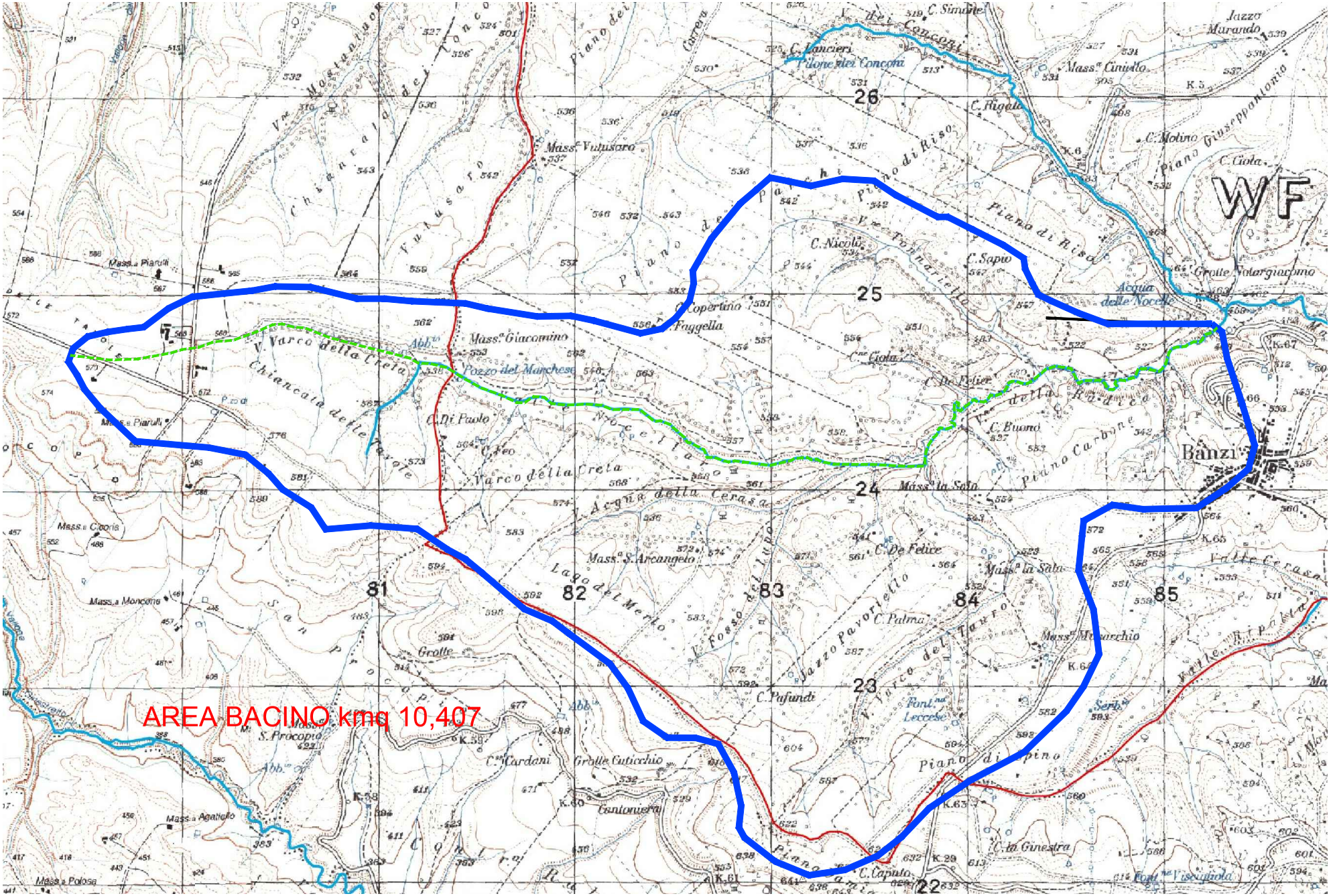
ALLEGATI

Verifica Idraulica e di compatibilità Idraulica

1. Grafico di delimitazione del Bacino Imbrifero
2. Calcolo delle portate con il metodo VaPI
3. Calcolo delle altezze di moto uniforme alle sezioni iniziale e finale del tratto
4. Planimetria delle sezioni di calcolo
5. Risultati calcolo
    a. Stato di fatto
        i. T = 200 anni
            a. Profili di corrente
            b. Tabelle dei parametri idraulici
            c. Sezioni
        ii. T = 5 anni
            a. Profili di corrente
            b. Tabelle dei parametri idraulici
            c. Sezioni
    b. Progetto
        i. T = 200 anni
            a. Profili di corrente
            b. Tabelle dei parametri idraulici
            c. Sezioni
        ii. T = 5 anni
            a. Profili di corrente
            b. Tabelle dei parametri idraulici
            c. Sezioni

Verifica al trascinamento

6. Calcolo di verifica alle tensioni di trascinamento


AREA BACINO kmq 10,407
WF
Banzi
26
25
24
23
22
81
82
83
84
85
Mass.a Vutusaro
Mass.a Giacomino
Pozzo del Marchese
Mass.a S. Arcangelo
Lago del Merlo
Mass.a la Sala
Mass.a Musacchio
C. Pafundi
C. Palma
C. De Felice
C. Copertino
C. Nicolò
C. Sapio
C. Buono
C. Ciola
C. Rigato
C. Simone
C. Lancieri
Pilone dei Conconi
Mass.a Cinello
C. Molino
Piano di Riso
Piano Carbone
Piano di Pino
Piano dei Parchi
Valle Cerasa
Valle Ripalta
Acqua delle Nocelle
Grotte Notargiacomo
Grotte Cuticchio
Cantoniera
Mass.a Piarulli
Mass.a Cicoria
Mass.a Moncone
Mass.a Agatello
Mass.a Polosa
Mass.a S. Procopio
Chiancata delle Tavole
V. Varco della Creta
Acqua della Cerasa
Valle Nocellaro
Jazzo Pavoriello
Jazzo Murando
Piano Giuseppantonio
Piano di Riso
Font.na Leccese
Font.na Visciglola

Comune di Banzi (PZ)

Sistemazione idrogeologica Versante 'Grotte di Notargiacomo'

Relazione Idrologica e Idraulica

1 - Determinazione delle Portate di Piena - Metodo VaPI

Calcolo della Piena Indice

Bacino	a	b	A	μ(Q)	
Vall. Radica	2,13	0,766	10,407096	**12,8**	m^3sec^{-1}

$$\mu(Q) = 2{,}13 \times A^{0{,}766}$$

CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA

Calcolo del Fattore di Crescita delle Piene

T	A	B	K_T
200	-0,5836	1,022	4,831
5	-0,5836	1,022	1,061

$$K_T = -0{,}5836 + 1{,}022 \ln T$$

Calcolo della Portata di Piena

Bacino	T	K_T	μ(Q)	Q_T	
Vall. Radica	200	4,831	12,8	**61,84**	m^3sec^{-1}
	5	1,061	12,8	**13,58**	

$$Q_T = K_T \times \mu(Q)$$

Comune di Banzi (PZ)

Sistemazione idrogeologica Versante 'Grotte di Notargiacomo'

Relazione Idraulica

Calcolo delle Altezze di Moto Uniforme

Formula di Gauckler-Strickler $$Q_r = k_s\, A_r\, R_r^{2/3}\, i^{1/2}$$

Canale	**V. Radica**
Sezione	**38**

Q_{canale}	i_{med}	z_u
62	0,0158	1,40

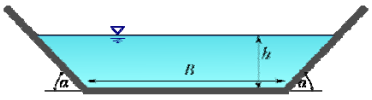
T 200 anni

SEZIONE TRAPEZIA /RETTANGOLARE

z_u	B	α_1	α_2	n_1	n_2	A_r	p	R_r
1,40	7,0	45	11	1,00	5,14	15,82	16,31	0,97

	Caratteristiche costruttive	$k_{s,min}$	$k_{s,max}$	$k_{s,med}$
1	tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25	30	27,5
2	corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30	35	32,5
3	tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35	40	37,5
4	corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubi, cavi, e	40	45	42,5
5	tombinature perfettamente lisciate e dotate a monte didispositivi atti ad assicurare la trattenuta di trasporto	45	55	50,0

	k_s	A	R	i	$Q_{sezione}$
2	32,5	15,82	0,97	0,0158	63,329



Q_{canale}	$Q_{affluenti}$				Q_{TOT}	$Q_{sezione}$	
62,000					62,000	**63,329**	VERIFICATA

Dati di Calcolo				
B	**h**	**f**	**H**	**α**
7,0	1,40	0,5	1,9	45
Dati di Progetto				
B	**h**	**f**	**H**	**α**
7,0	1,00	0,5	1,5	45,00

B = Base Maggiore
h = Tirante idrico
f = franco
H = altezza totale
α = angolo di scarpa della sponda

Comune di Banzi (PZ)

Sistemazione idrogeologica Versante 'Grotte di Notargiacomo'

Relazione Idraulica

Calcolo delle Altezze di Moto Uniforme

Formula di Gauckler-Strickler $$Q_r = k_s\, A_r\, R_r^{2/3}\, i^{1/2}$$

Canale	**V. Radica**
Sezione	**38**

Q_{canale}	i_{med}	z_u
14	0,0158	1,43

T **5 anni**

SEZIONE TRAPEZIA /RETTANGOLARE

z_u	B	α_1	α_2	n_1	n_2	A_r	p	R_r
0,65	7,0	45	11	1,00	5,14	5,85	11,32	0,52

	Caratteristiche costruttive	$k_{s,min}$	$k_{s,max}$	$k_{s,med}$
1	tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25	30	27,5
2	corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30	35	32,5
3	tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35	40	37,5
4	corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubi, cavi, e	40	45	42,5
5	tombinature perfettamente lisciate e dotate a monte didispositivi atti ad assicurare la trattenuta di trasporto	45	55	50,0

	k_s	A	R	i	$Q_{sezione}$
2	32,5	5,85	0,52	0,0158	15,454

Q_{canale}	$Q_{affluenti}$				Q_{TOT}	$Q_{sezione}$	
14,000					14,000	**15,454**	VERIFICATA

Dati di Calcolo				
B	**h**	**f**	**H**	**α**
7,0	0,65	0,5	1,2	45
Dati di Progetto				
B	**h**	**f**	**H**	**α**
7,0	1,00	0,5	1,5	45,00

B = Base Maggiore
h = Tirante idrico
f = franco
H = altezza totale
α = angolo di scarpa della sponda

Comune di Banzi (PZ)

Sistemazione idrogeologica Versante 'Grotte di Notargiacomo'

Relazione Idraulica

Calcolo delle Altezze di Moto Uniforme

Formula di Gauckler-Strickler $$Q_r = k_s\, A_r\, R_r^{2/3}\, i^{1/2}$$

Canale	**V. Radica**
Sezione	**10**

Q_{canale}	i_{med}	z_u
62	0,0158	1,50

T 200 anni

SEZIONE TRAPEZIA /RETTANGOLARE

z_u	B	α_1	α_2	n_1	n_2	A_r	p	R_r
1,50	7,0	34	27	1,48	1,96	14,37	12,98	1,11

	Caratteristiche costruttive	$k_{s,min}$	$k_{s,max}$	$k_{s,med}$
1	tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25	30	27,5
2	corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30	35	32,5
3	tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35	40	37,5
4	corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubi, cavi, e	40	45	42,5
5	tombinature perfettamente lisciate e dotate a monte didispositivi atti ad assicurare la trattenuta di trasporto	45	55	50,0

	k_s	A	R	i	$Q_{sezione}$
2	32,5	14,37	1,11	0,0158	62,934

Q_{canale}	$Q_{affluenti}$				Q_{TOT}	$Q_{sezione}$	
62,000					62,000	**62,934**	VERIFICATA

Dati di Calcolo				
B	**h**	**f**	**H**	**α**
7,0	1,50	0,5	2,0	34
Dati di Progetto				
B	**h**	**f**	**H**	**α**
7,0	2,00	0,5	2,5	34,00

B = Base Maggiore
h = Tirante idrico
f = franco
H = altezza totale
α = angolo di scarpa della sponda

Comune di Banzi (PZ)

Sistemazione idrogeologica Versante 'Grotte di Notargiacomo'

Relazione Idraulica

Calcolo delle Altezze di Moto Uniforme

Formula di Gauckler-Strickler $$Q_r = k_s\, A_r\, R_r^{2/3}\, i^{1/2}$$

Canale	**V. Radica**
Sezione	**10**

Q_{canale}	i_{med}	z_u
14	0,0158	0,70

T **5 anni**

SEZIONE TRAPEZIA /RETTANGOLARE

z_u	B	α_1	α_2	n_1	n_2	A_r	p	R_r
0,70	7,0	34	27	1,48	1,96	5,74	9,79	0,59

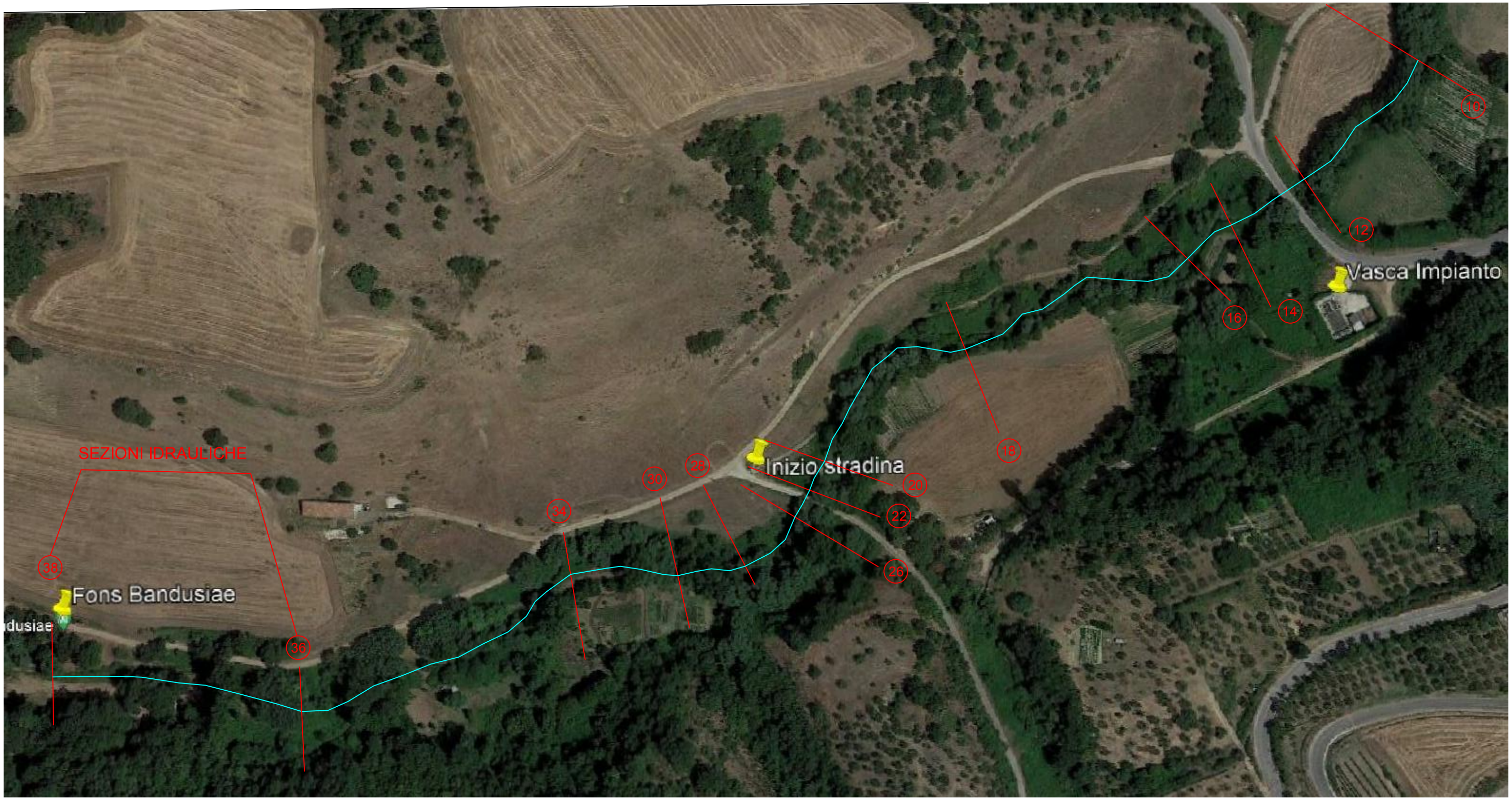
	Caratteristiche costruttive	$k_{s,min}$	$k_{s,max}$	$k_{s,med}$
1	tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25	30	27,5
2	corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30	35	32,5
3	tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35	40	37,5
4	corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubi, cavi, e	40	45	42,5
5	tombinature perfettamente lisciate e dotate a monte didispositivi atti ad assicurare la trattenuta di trasporto	45	55	50,0

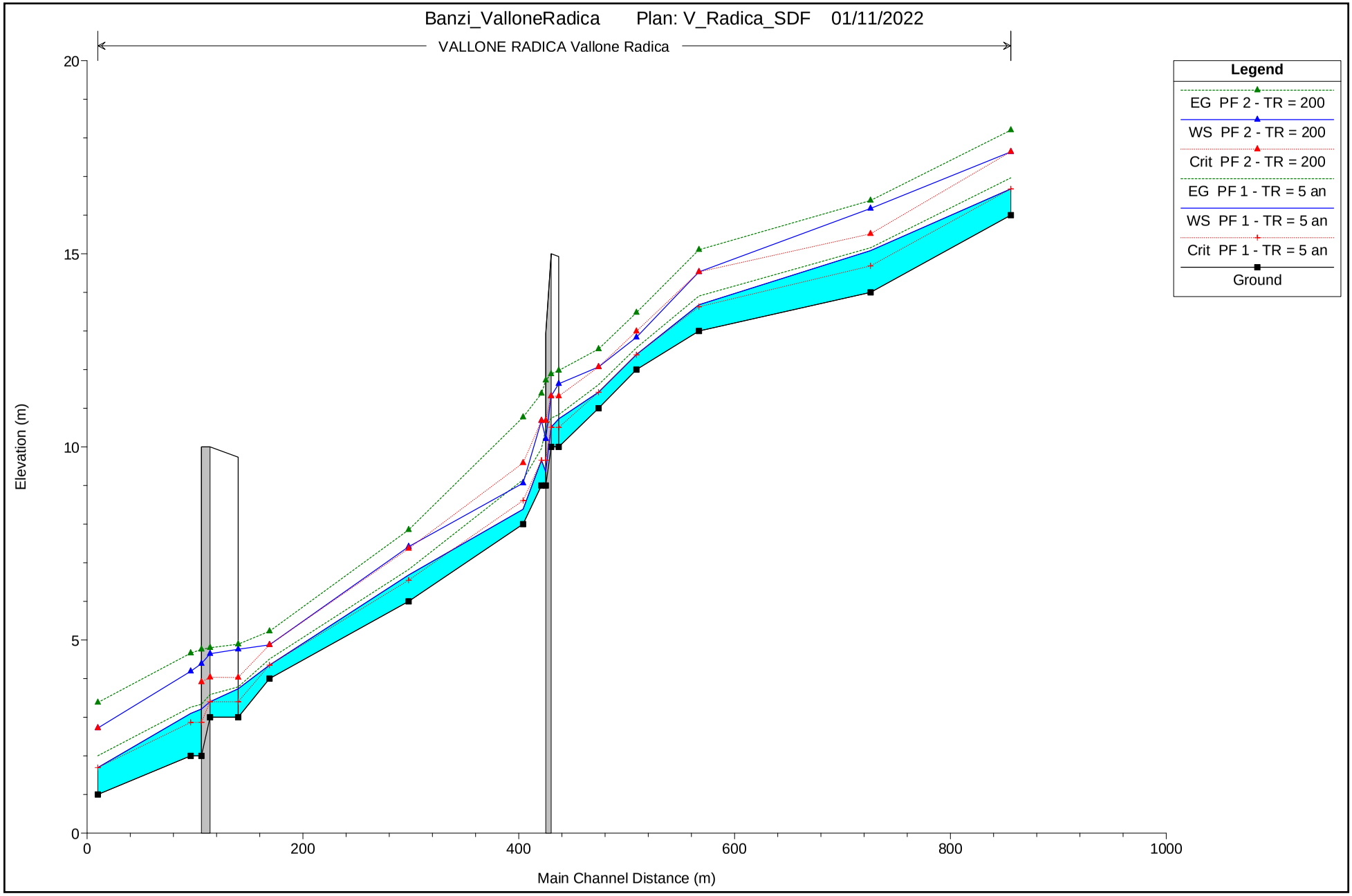
	k_s	A	R	i	$Q_{sezione}$
2	32,5	5,74	0,59	0,0158	16,495

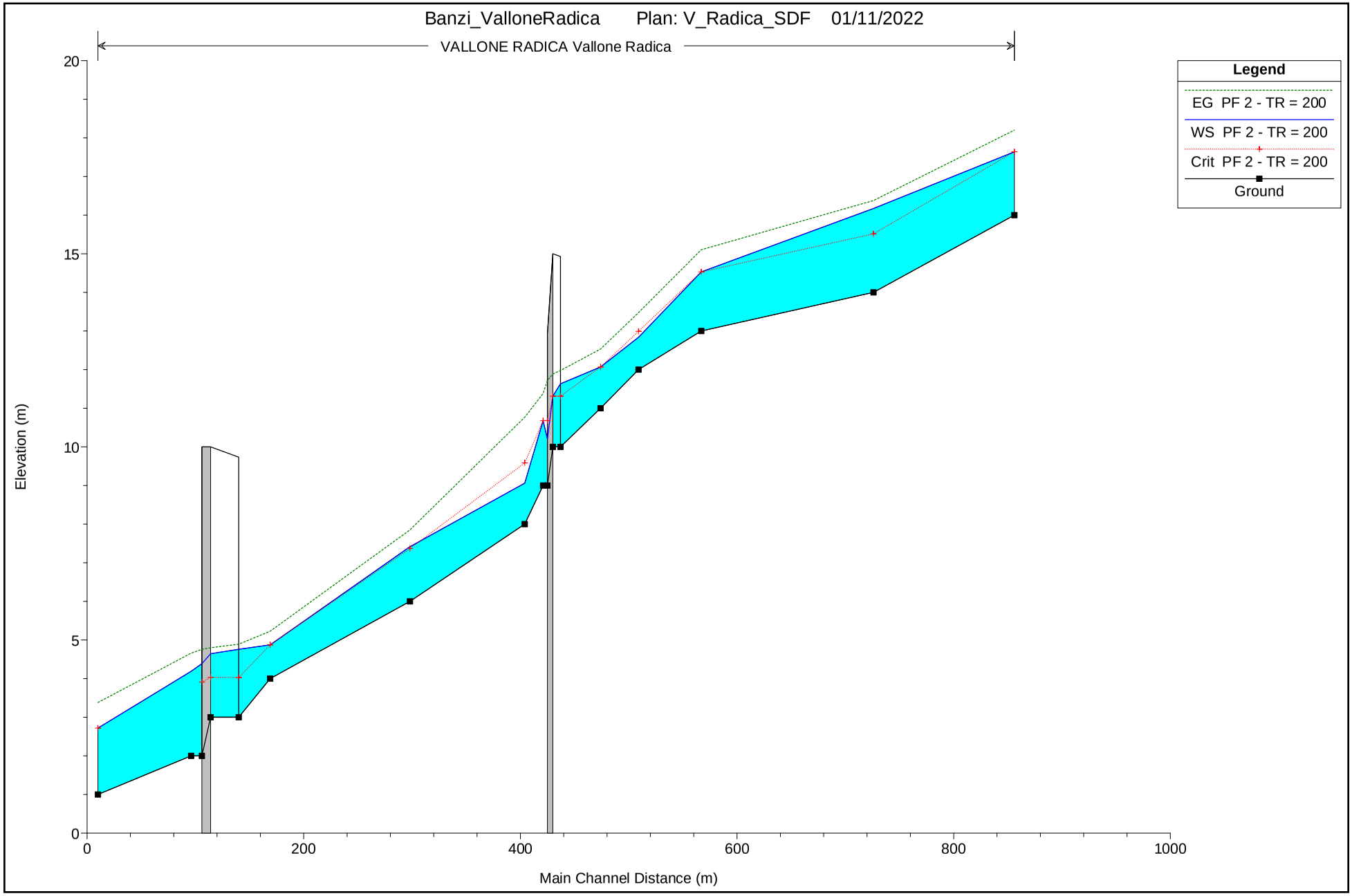
Q_{canale}	$Q_{affluenti}$				Q_{TOT}	$Q_{sezione}$	
14,000					14,000	**16,495**	VERIFICATA

Dati di Calcolo				
B	**h**	**f**	**H**	**α**
7,0	0,70	0,5	1,2	34
Dati di Progetto				
B	**h**	**f**	**H**	**α**
7,0	1,00	0,5	1,5	34,00

B = Base Maggiore
h = Tirante idrico
f = franco
H = altezza totale
α = angolo di scarpa della sponda

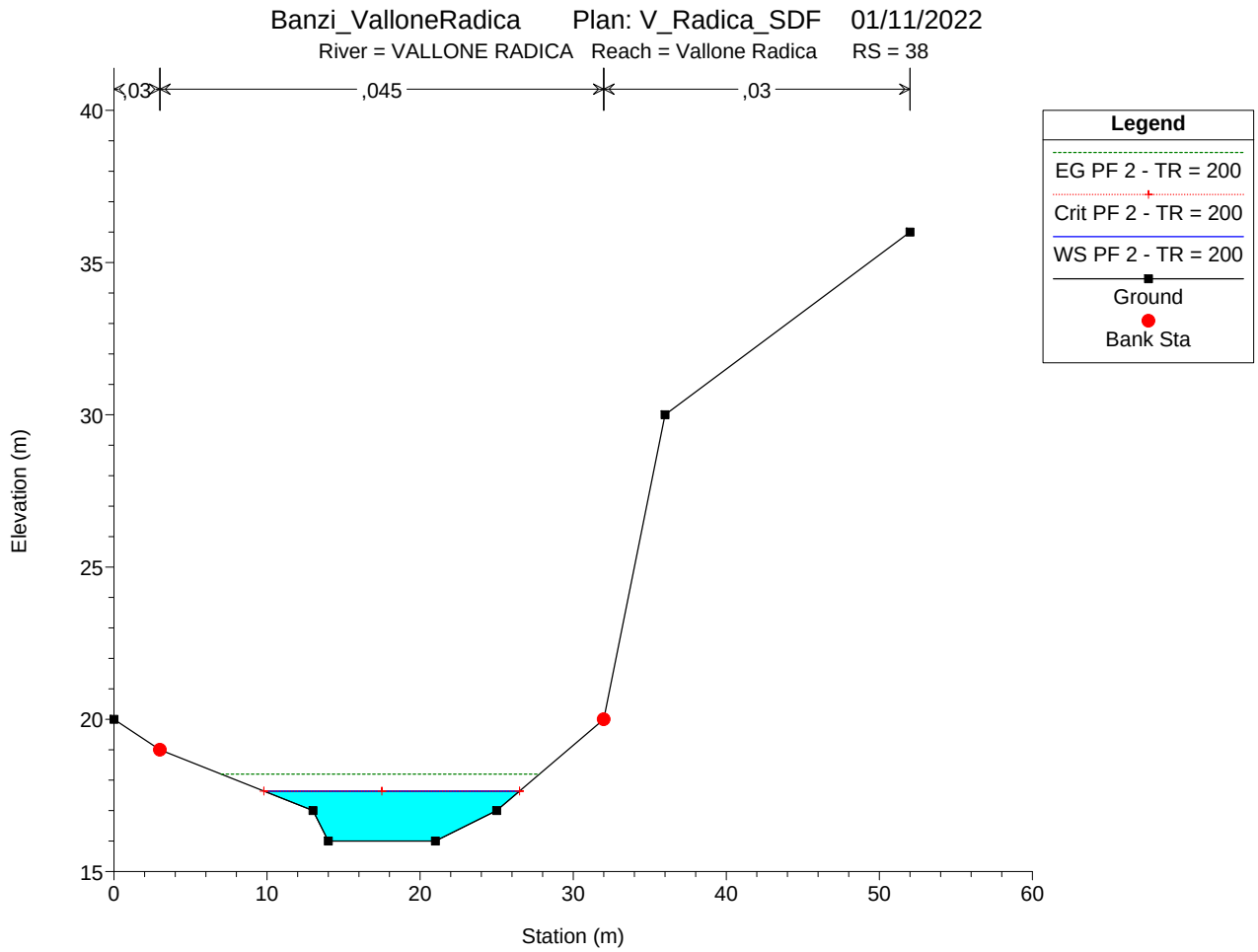

SEZIONI IDRAULICHE
Fons Bandusiae
Inizio stradina
Vasca Impianto
10
12
14
16
18
20
22
26
28
30
34
36
38

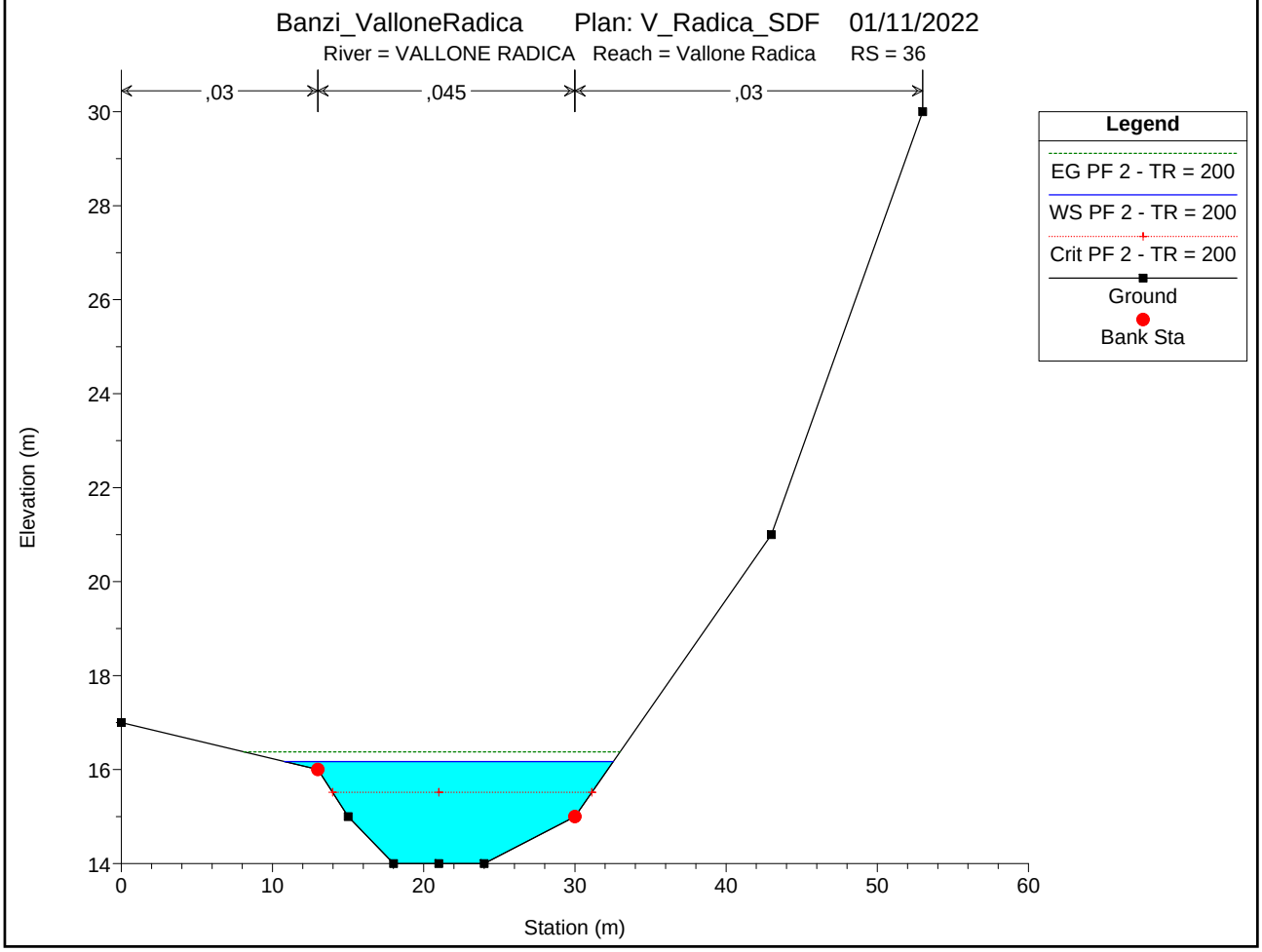

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
VALLONE RADICA Vallone Radica
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
0
5
10
15
20
0
200
400
600
800
1000

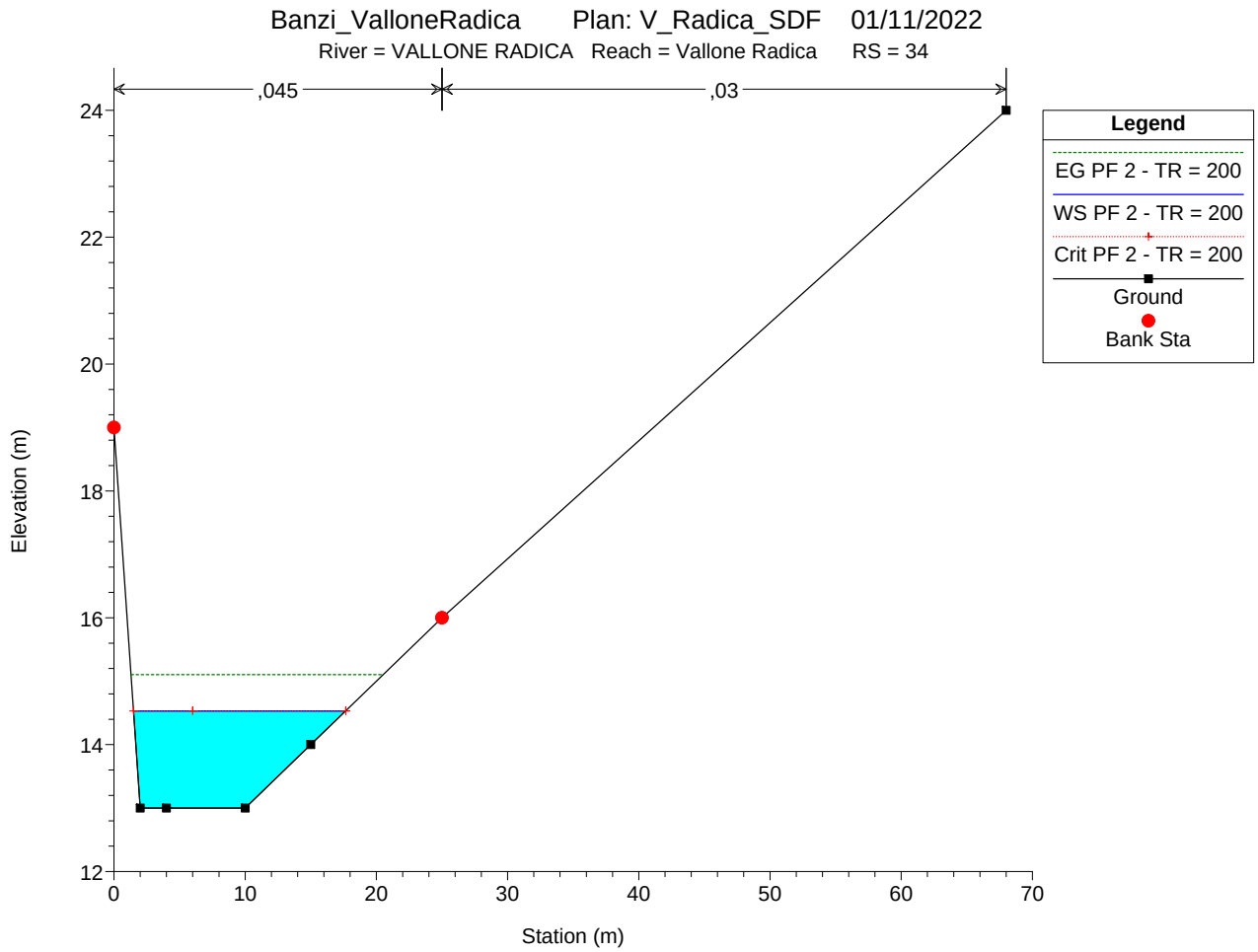

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
VALLONE RADICA Vallone Radica
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
0
5
10
15
20
0
200
400
600
800
1000

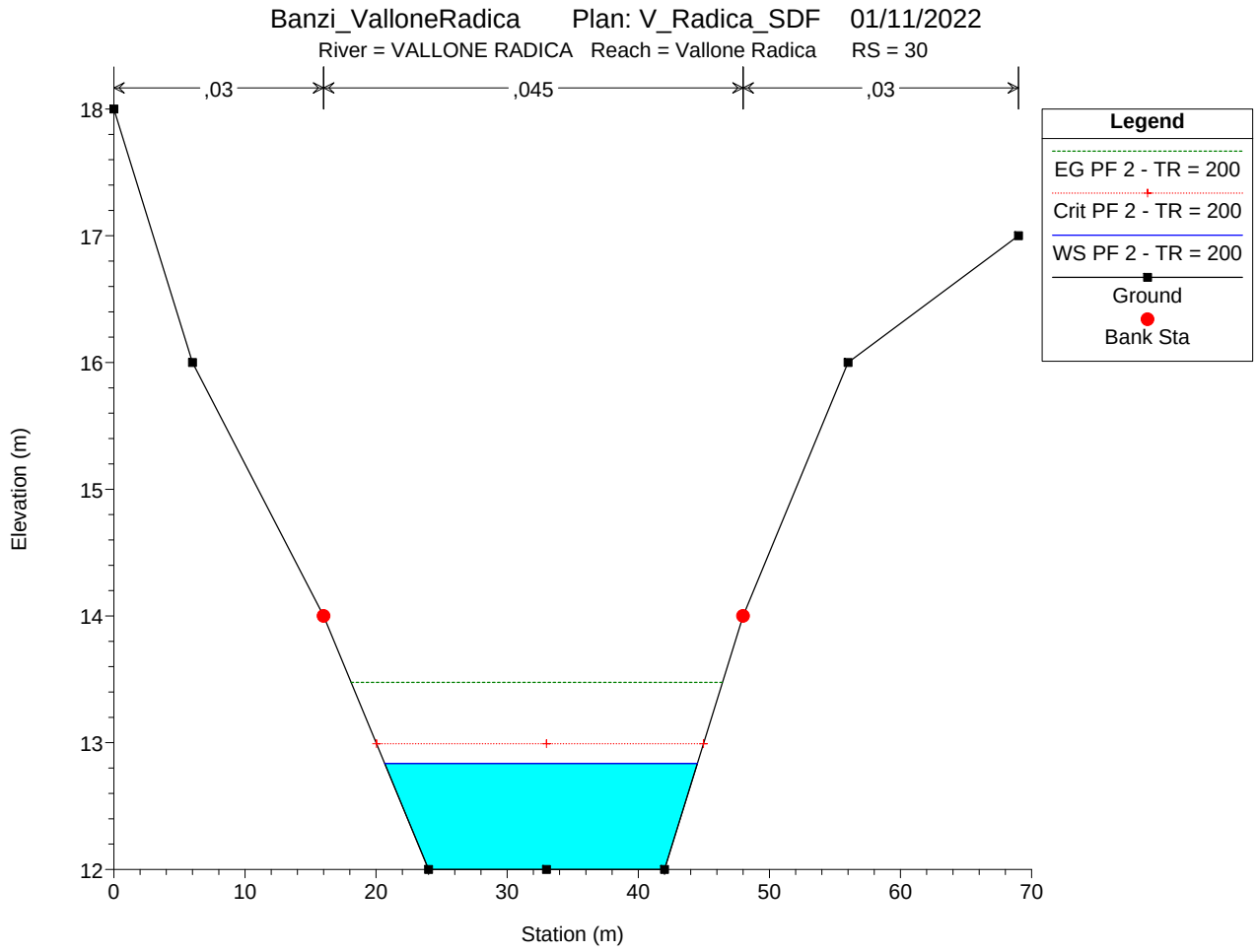
HEC-RAS Plan: V_Radica_SDF River: VALLONE RADICA Reach: Vallone Radica Profile: PF 2 - TR = 200

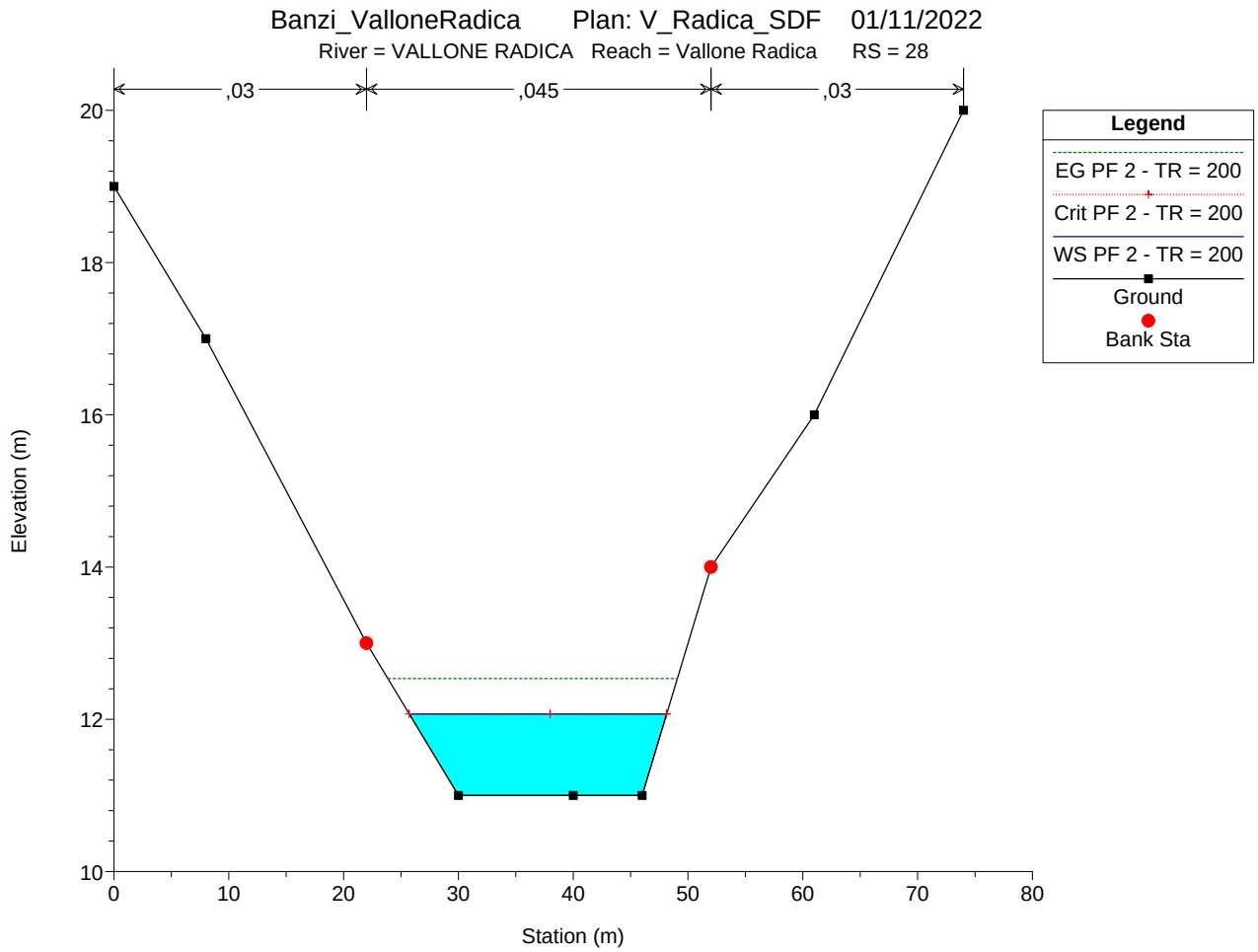
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Vallone Radica	38	PF 2 - TR = 200	62,00	16,00	17,64	17,64	18,20	0,020301	3,32	18,69	16,70	1,00
Vallone Radica	36	PF 2 - TR = 200	62,00	14,00	16,17	15,52	16,38	0,004193	2,03	31,07	21,75	0,49
Vallone Radica	34	PF 2 - TR = 200	62,00	13,00	14,53	14,53	15,10	0,021008	3,35	18,50	16,16	1,00
Vallone Radica	30	PF 2 - TR = 200	62,00	12,00	12,84	12,99	13,48	0,038816	3,54	17,52	23,86	1,32
Vallone Radica	28	PF 2 - TR = 200	62,00	11,00	12,07	12,07	12,53	0,021168	3,02	20,55	22,42	1,01
Vallone Radica	26	PF 2 - TR = 200	62,00	10,00	11,63	11,31	11,98	0,009511	2,60	23,88	17,23	0,70
Vallone Radica	25		Bridge									
Vallone Radica	22	PF 2 - TR = 200	62,00	9,00	10,68	10,68	11,38	0,020288	3,71	16,71	11,92	1,00
Vallone Radica	20	PF 2 - TR = 200	62,00	8,00	9,06	9,59	10,77	0,081036	5,78	10,72	11,21	1,89
Vallone Radica	18	PF 2 - TR = 200	62,00	6,00	7,42	7,37	7,85	0,018339	2,93	21,19	21,70	0,95
Vallone Radica	16	PF 2 - TR = 200	62,00	4,00	4,87	4,87	5,23	0,022774	2,62	23,62	34,00	1,01
Vallone Radica	14	PF 2 - TR = 200	62,00	3,00	4,76	4,03	4,89	0,003014	1,61	38,80	25,93	0,41
Vallone Radica	13		Bridge									
Vallone Radica	12	PF 2 - TR = 200	62,00	2,00	4,19		4,66	0,011549	3,04	20,40	13,02	0,78
Vallone Radica	10	PF 2 - TR = 200	62,00	1,00	2,72	2,72	3,38	0,019851	3,60	17,21	13,02	1,00

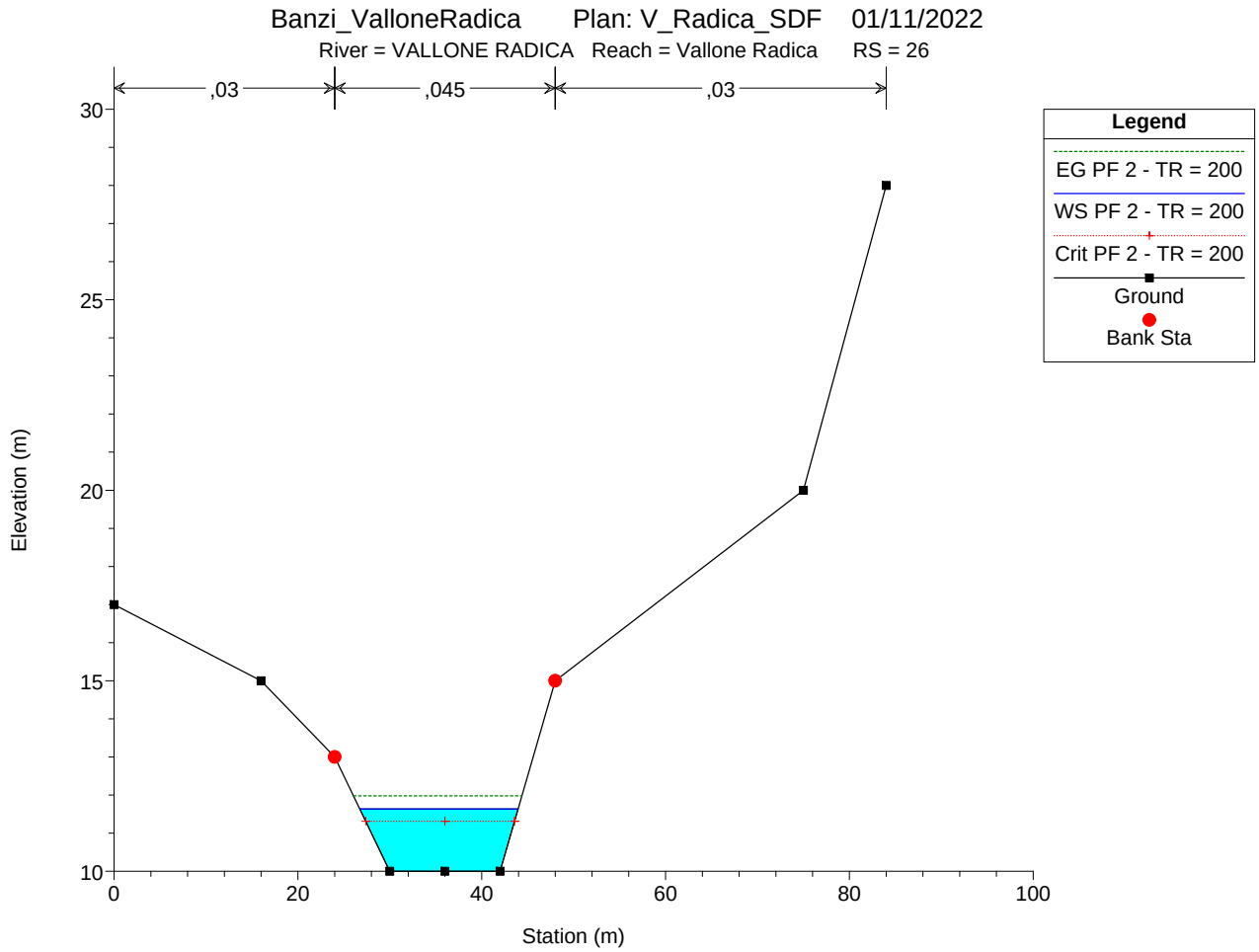

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 38
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
40
35
30
25
20
15
0
10
20
30
40
50
60

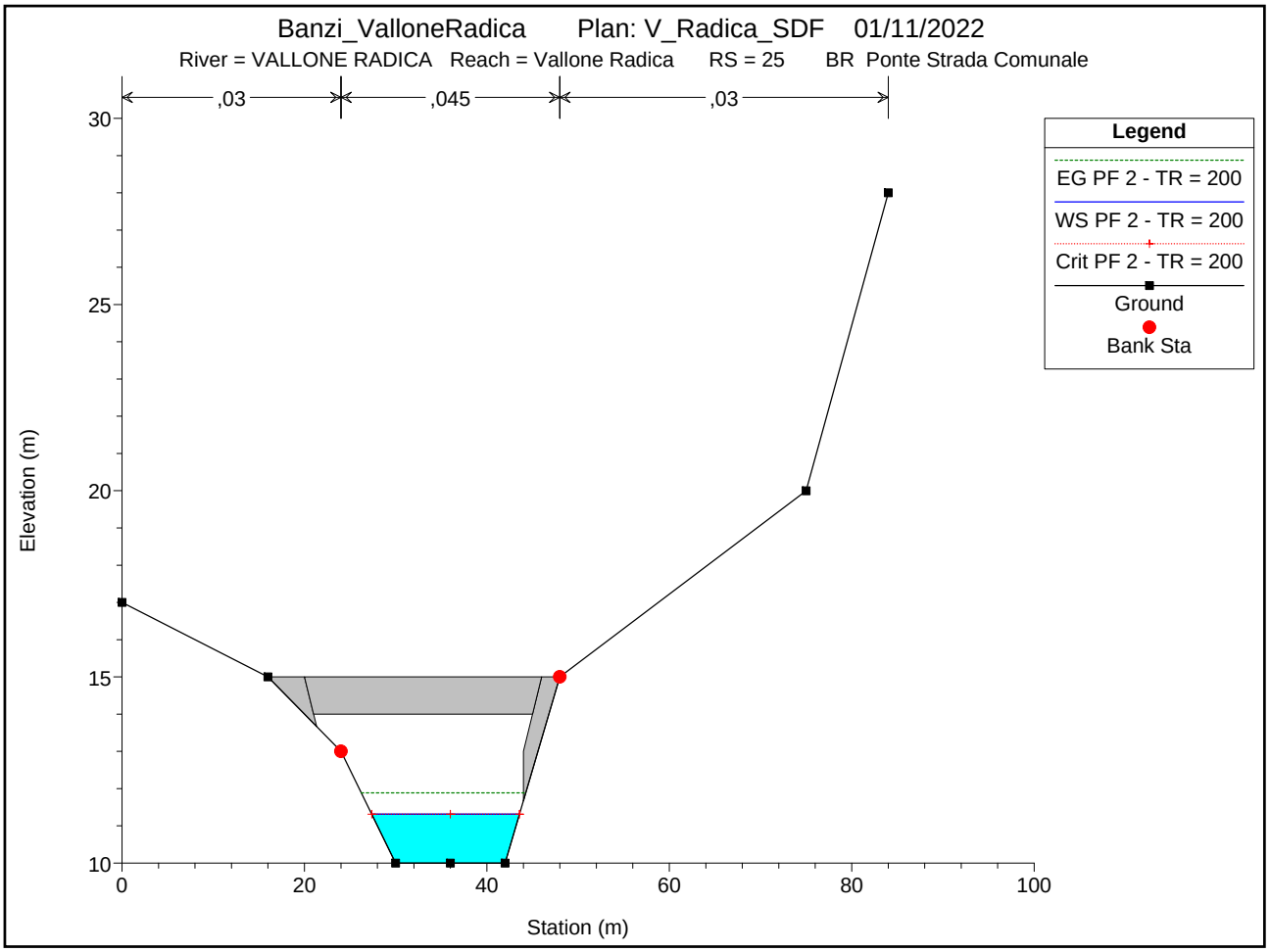

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 36
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
28
26
24
22
20
18
16
14
0
10
20
30
40
50
60

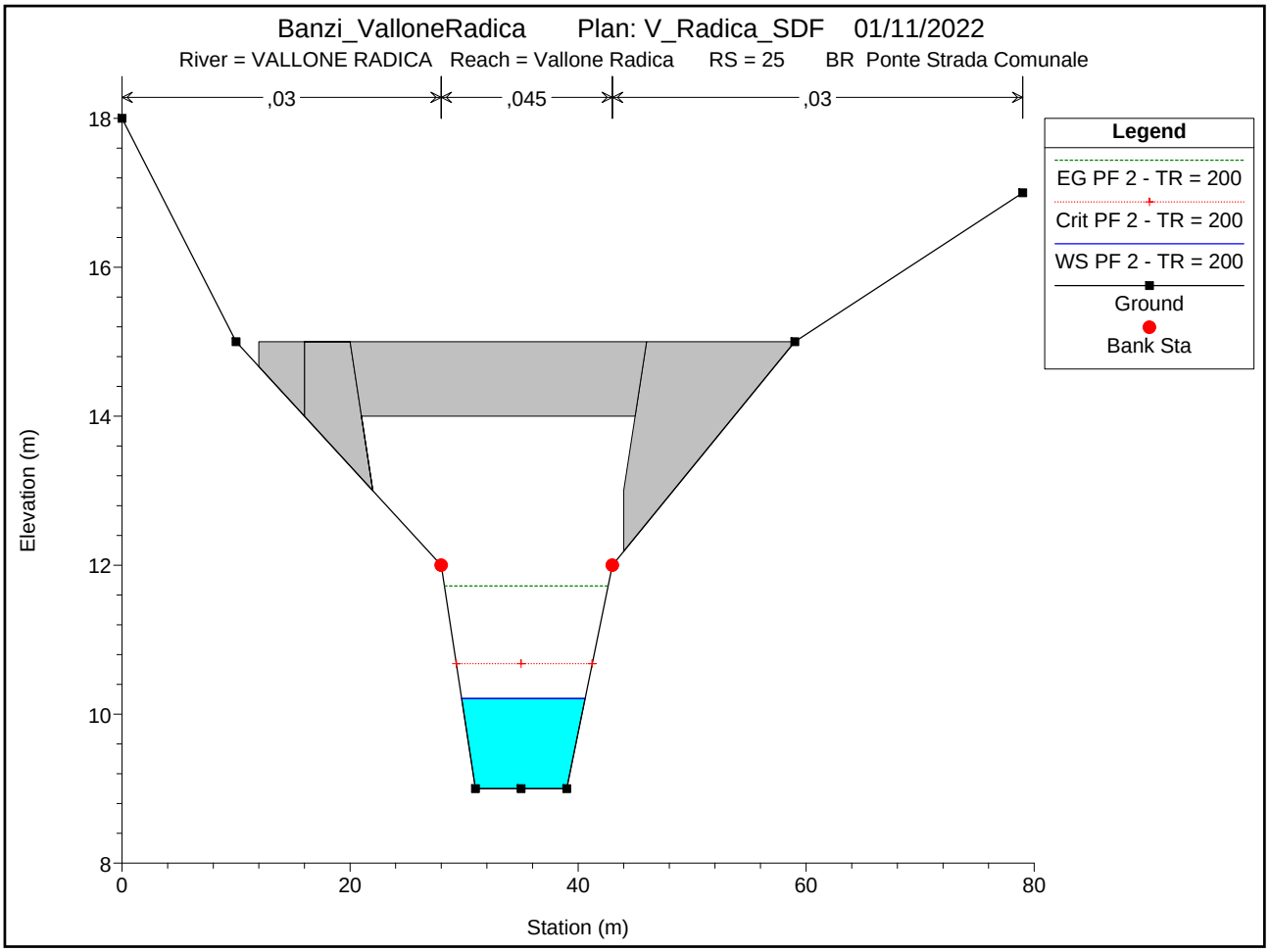

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 34
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24
22
20
18
16
14
12
0
10
20
30
40
50
60
70

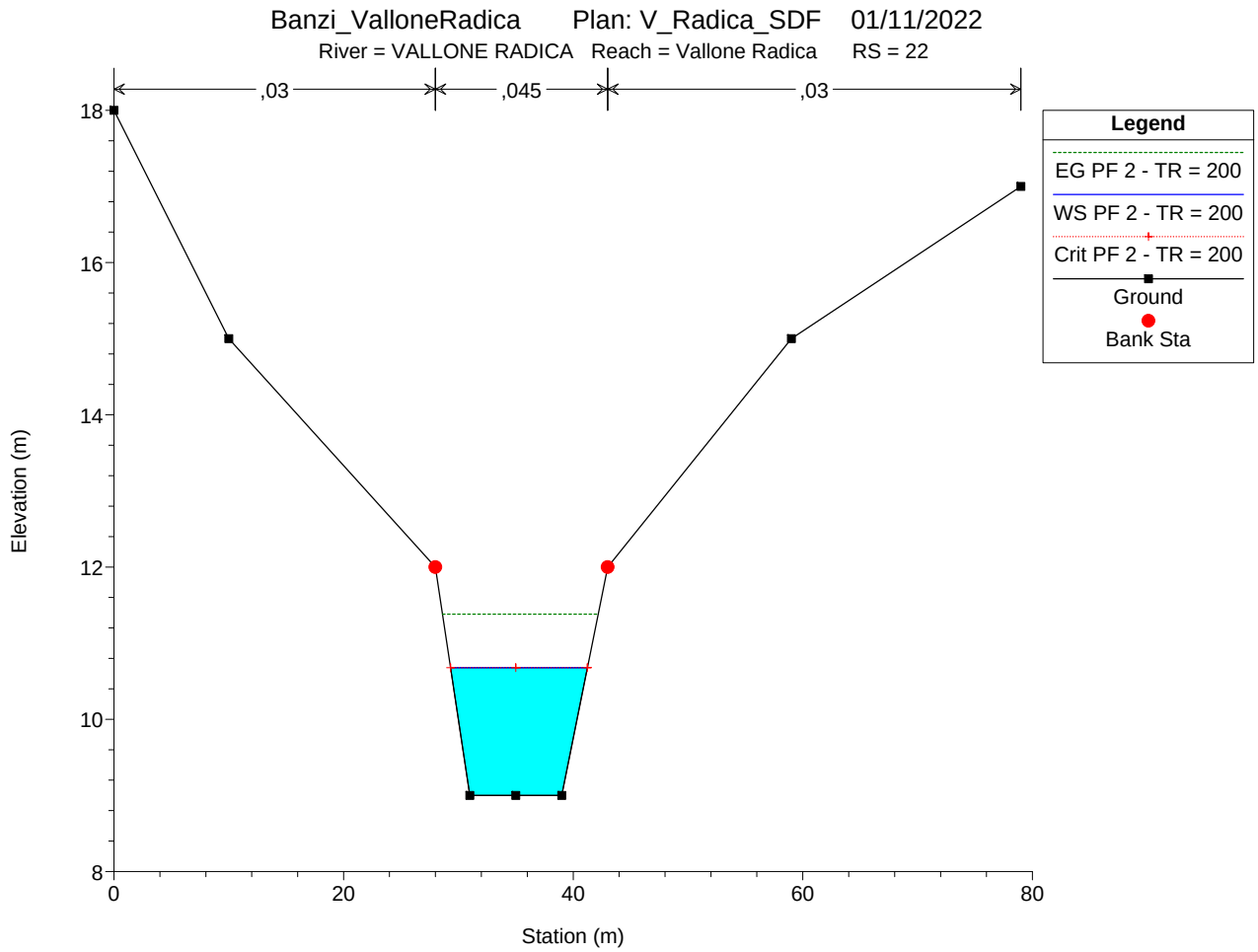

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 30
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
17
16
15
14
13
12
0
10
20
30
40
50
60
70

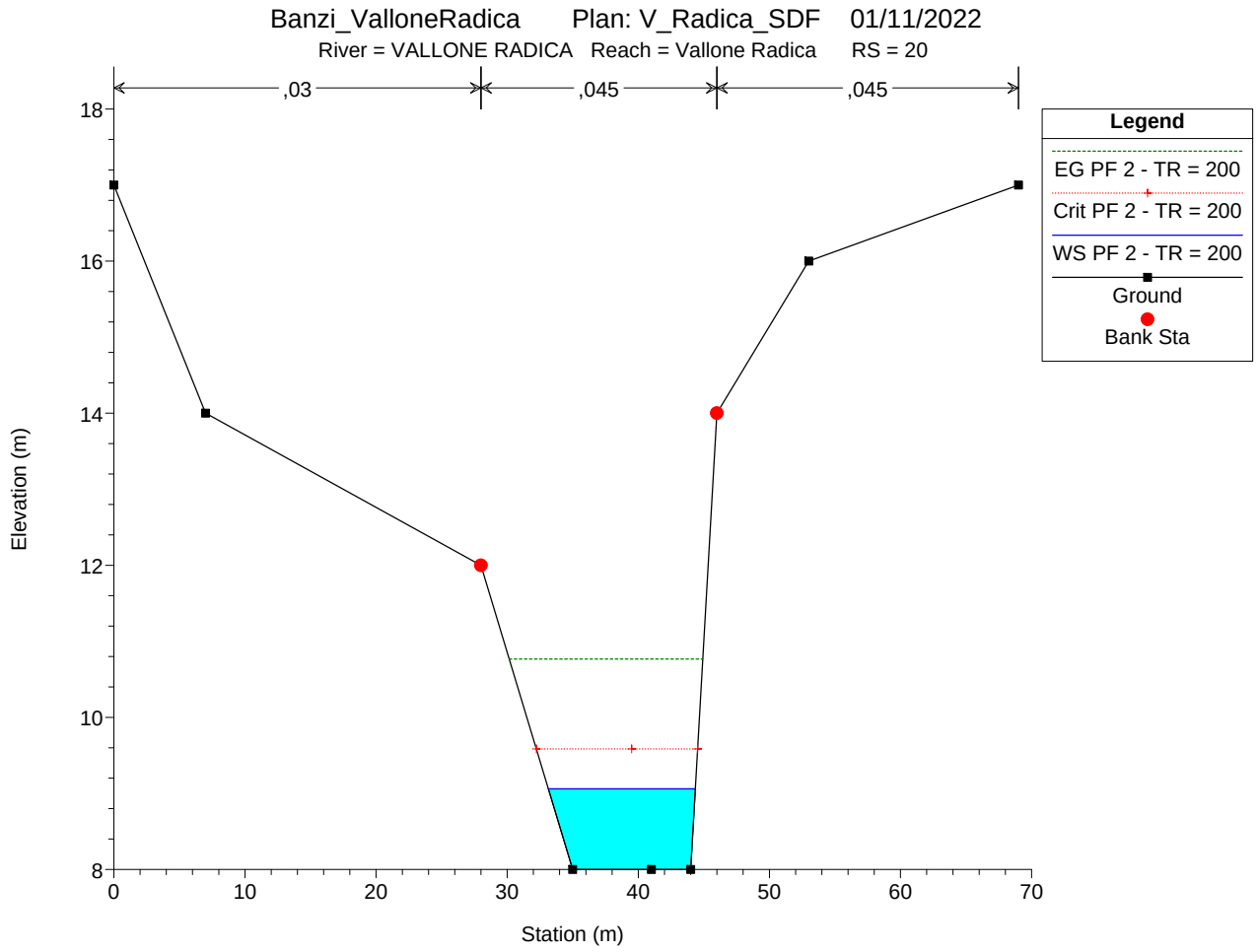

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 28
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
20
18
16
14
12
10
0
10
20
30
40
50
60
70
80

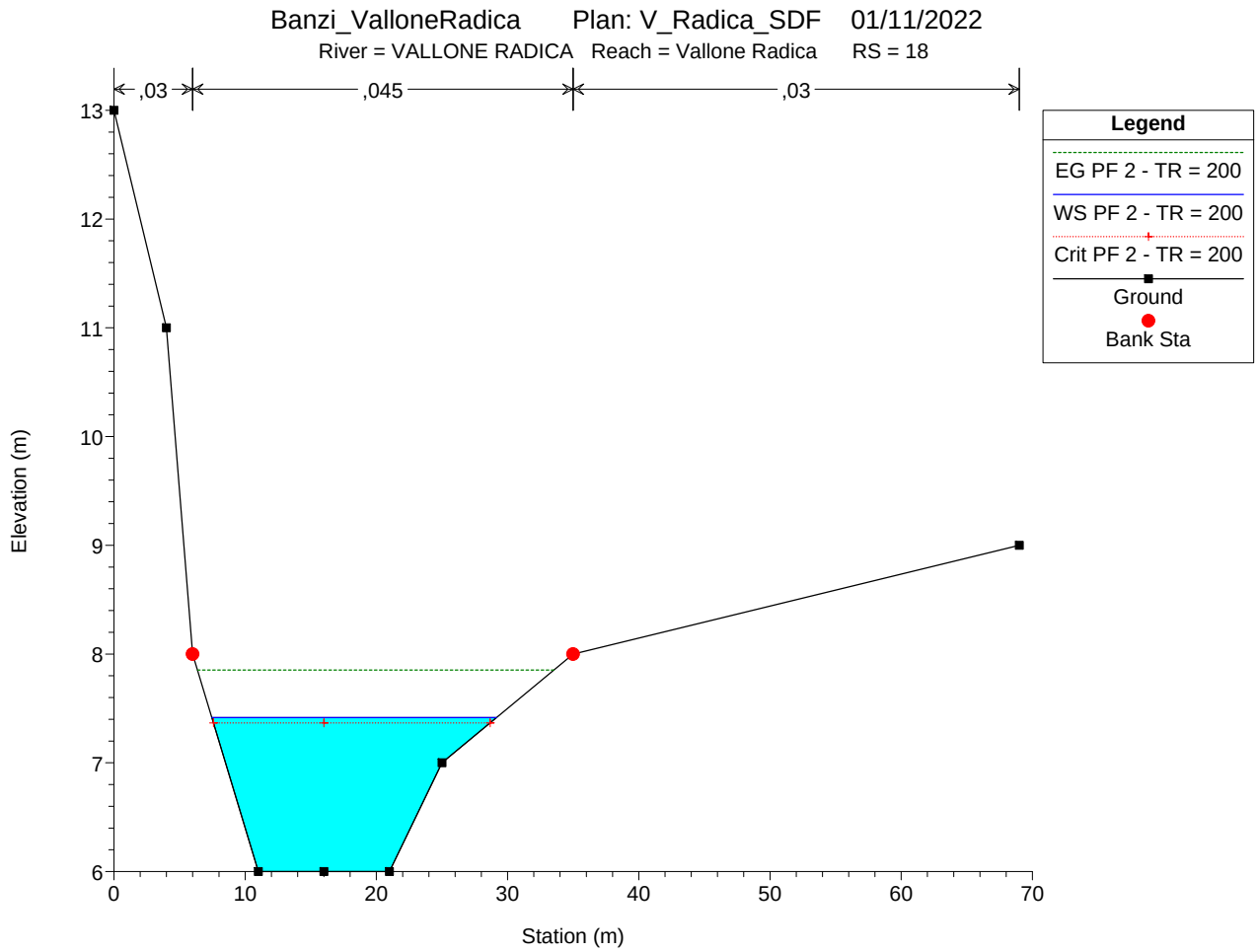

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 26
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
25
20
15
10
0
20
40
60
80
100

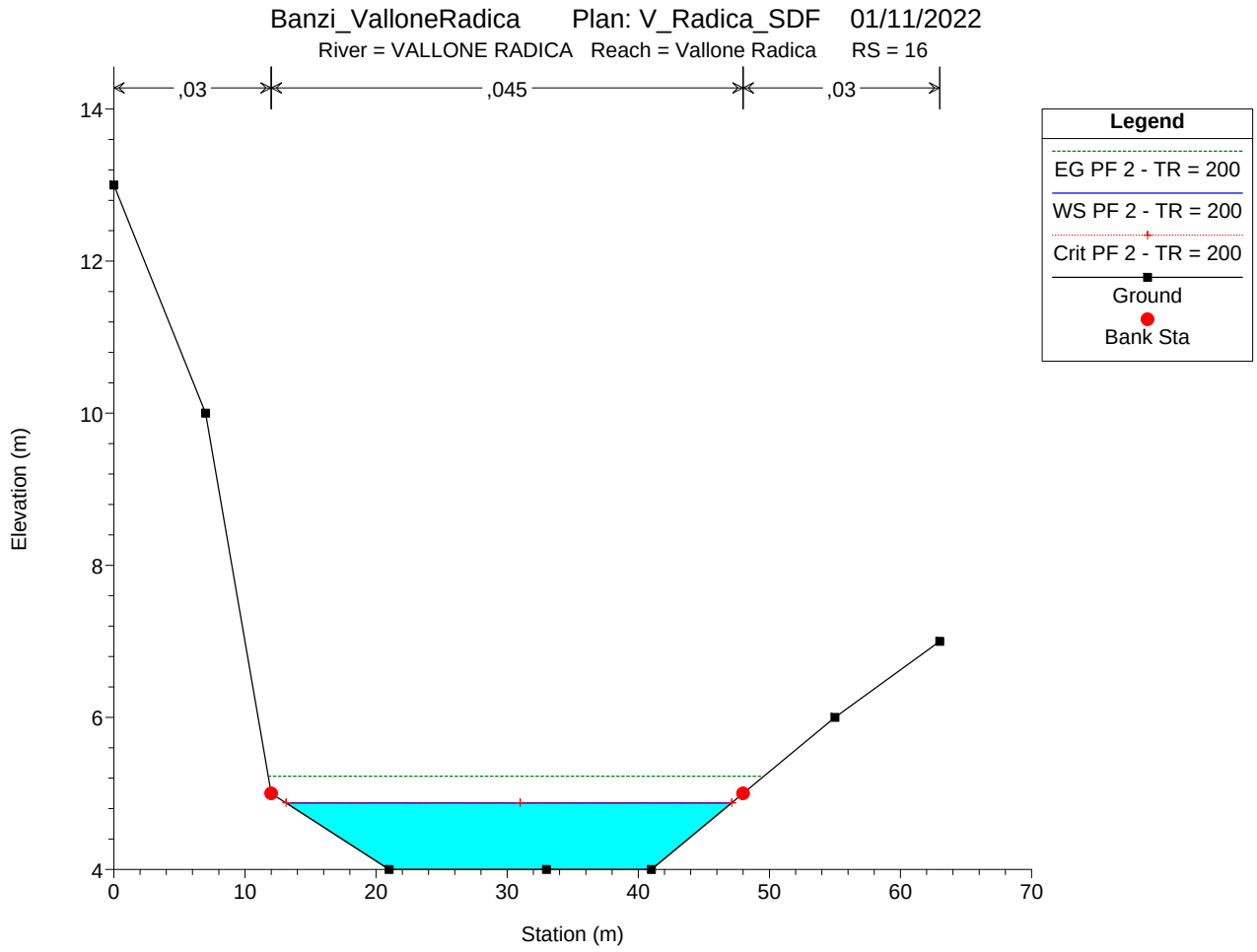

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 25 BR Ponte Strada Comunale
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
25
20
15
10
0
20
40
60
80
100

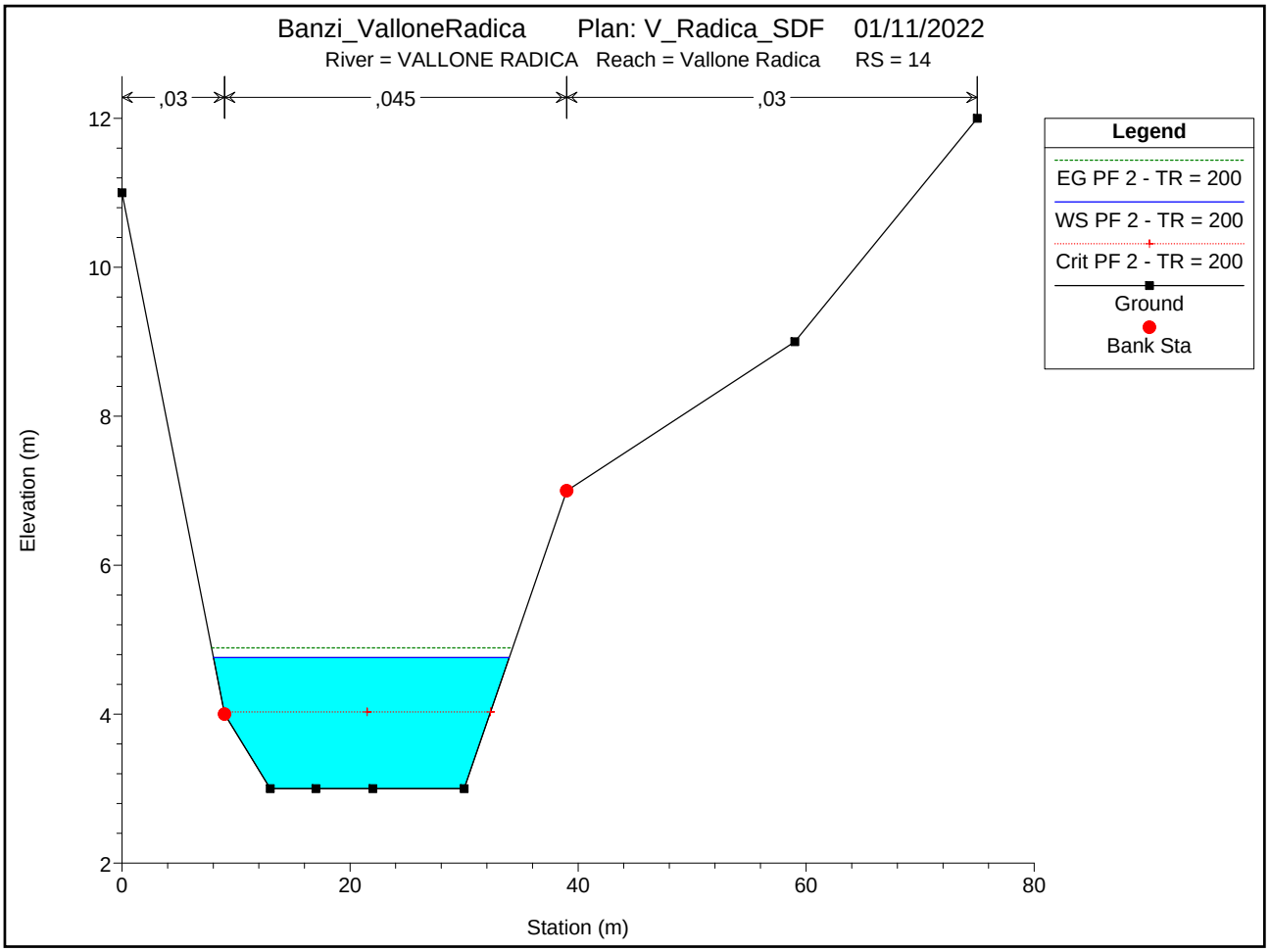

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 25 BR Ponte Strada Comunale
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
16
14
12
10
8
0
20
40
60
80

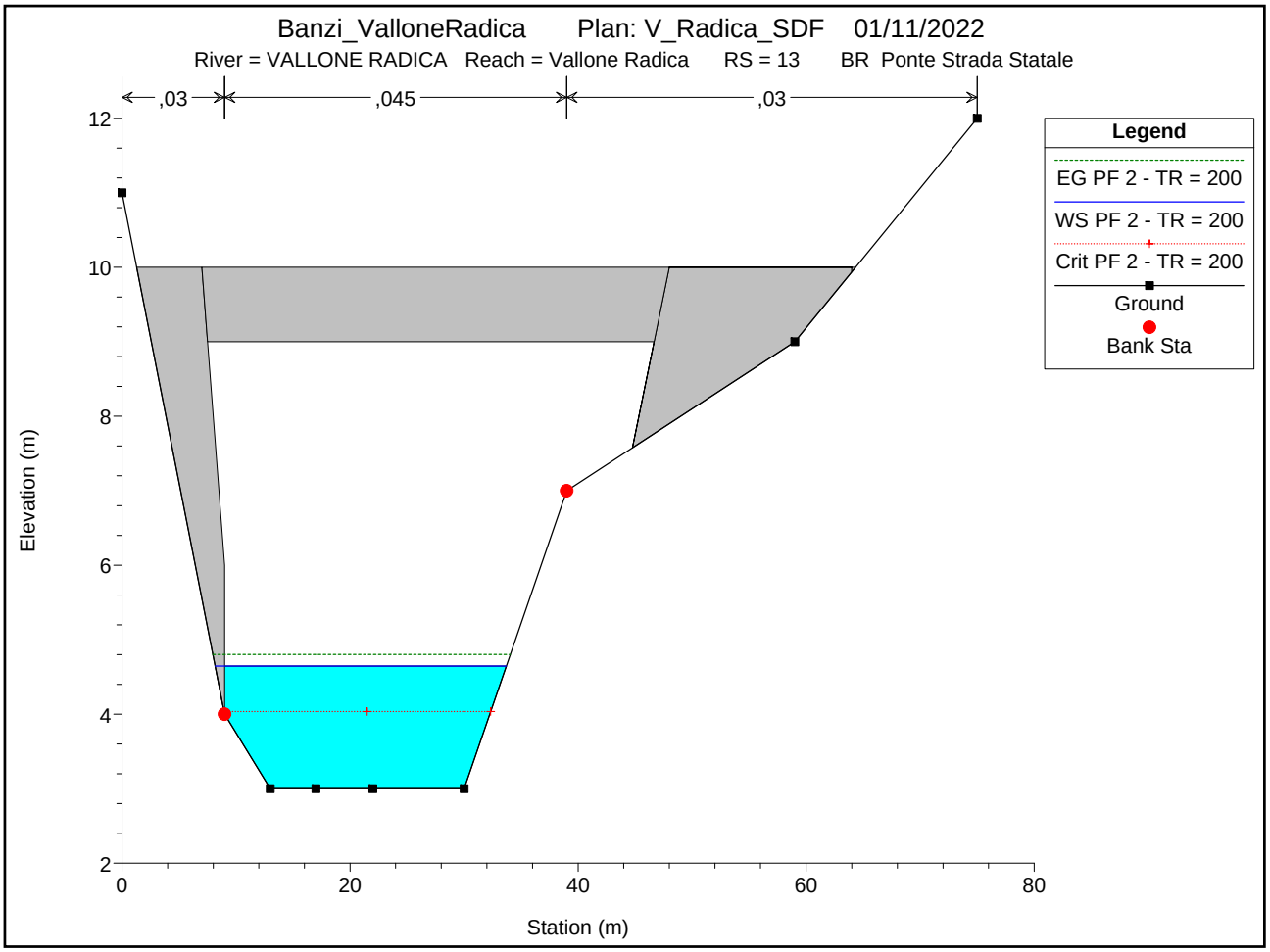

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 22
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
16
14
12
10
8
0
20
40
60
80

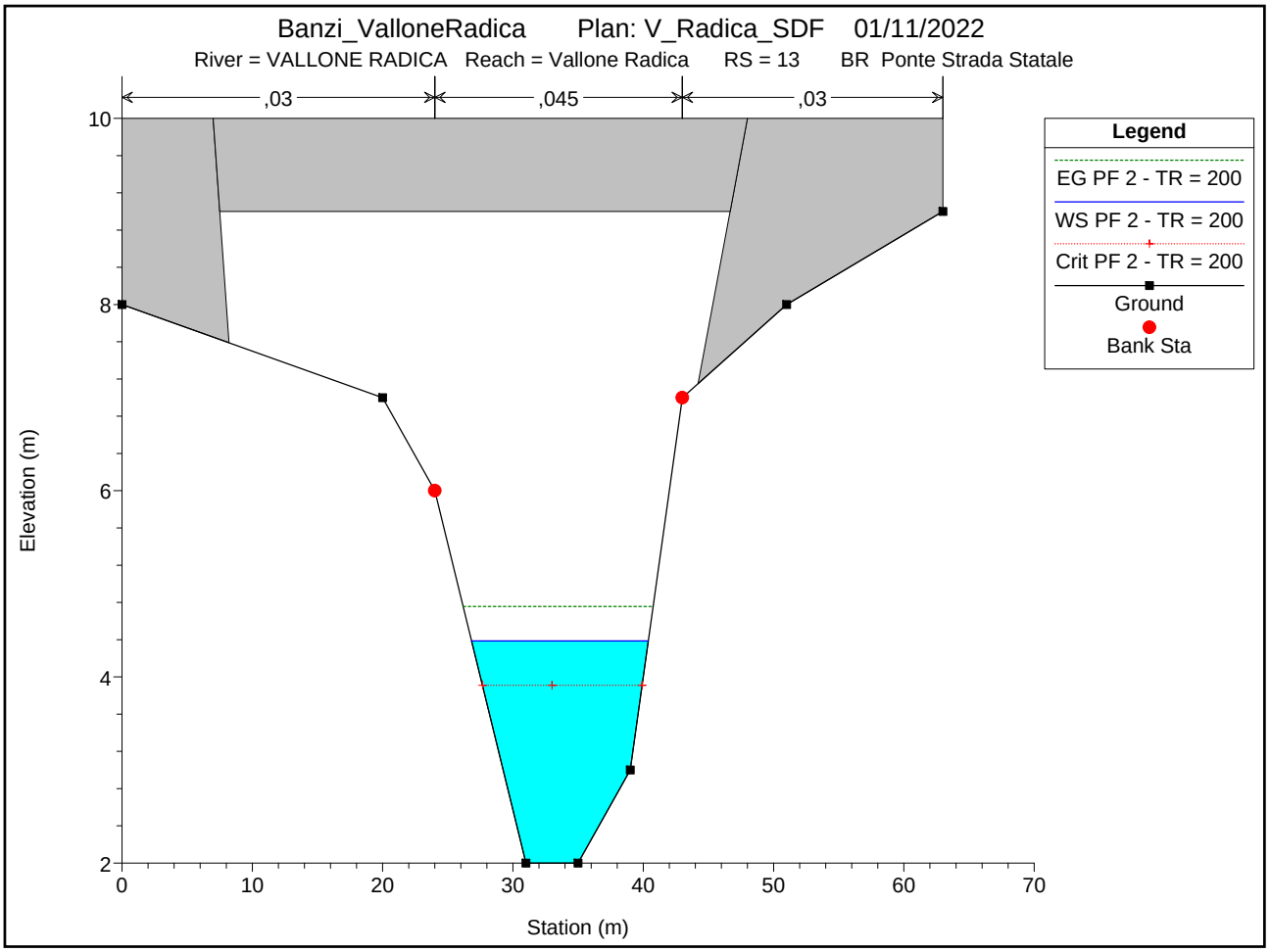

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 20
,03
,045
,045
Legend
EG PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
16
14
12
10
8
0
10
20
30
40
50
60
70

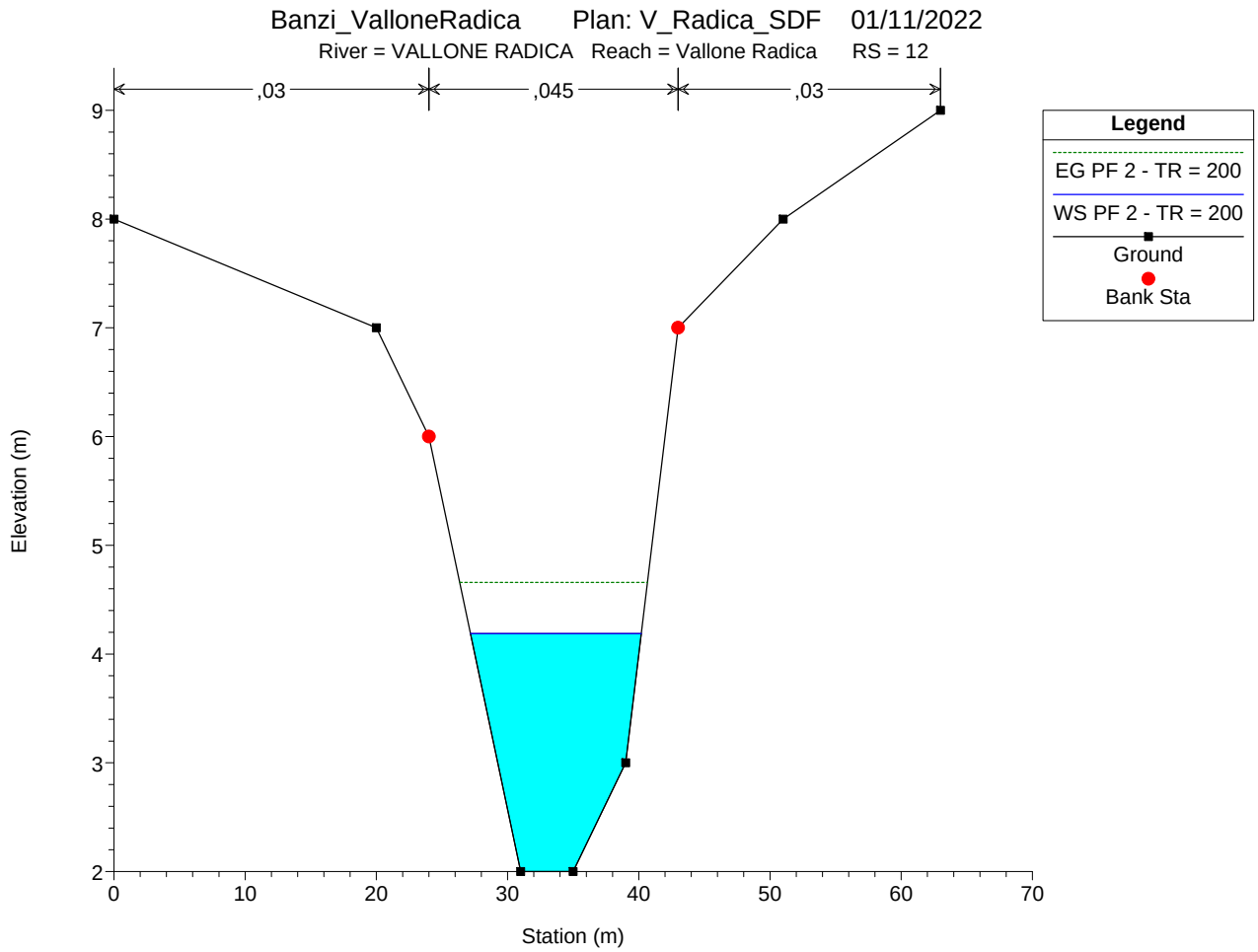

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 18
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

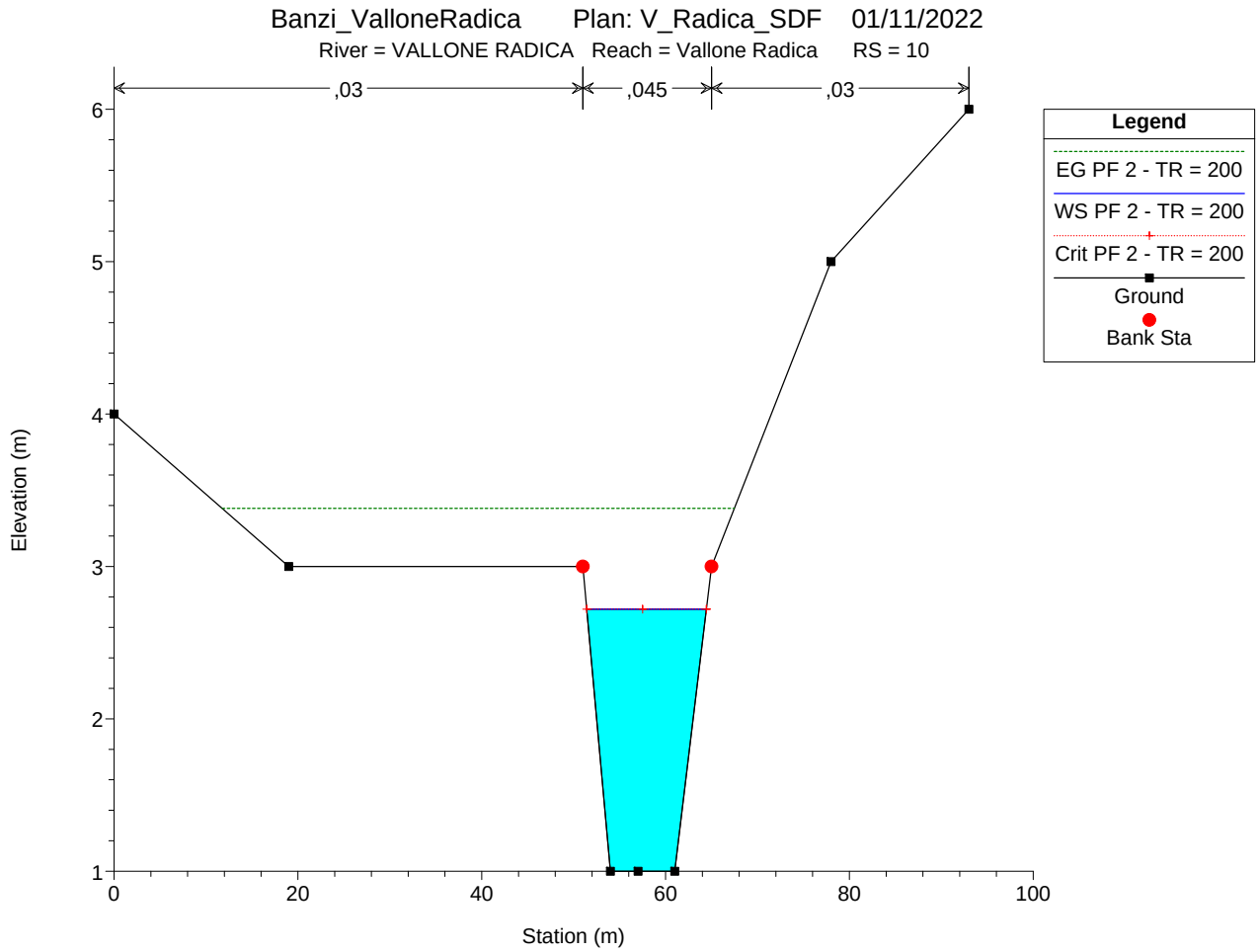

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 16
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

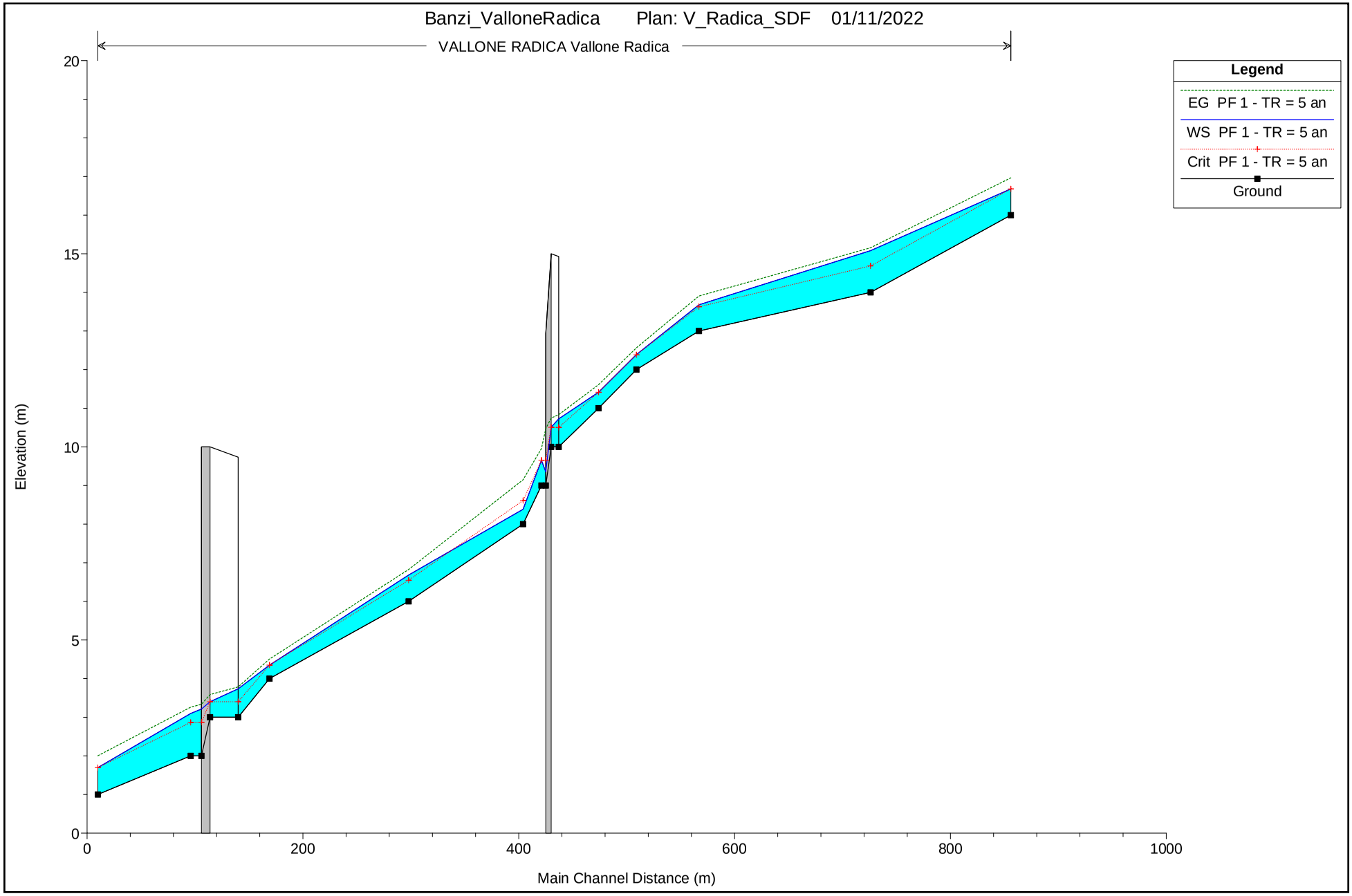

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 14
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
12
10
8
6
4
2
0
20
40
60
80


Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 13 BR Ponte Strada Statale
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
12
10
8
6
4
2
0
20
40
60
80


Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 13 BR Ponte Strada Statale
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
10
8
6
4
2
0
10
20
30
40
50
60
70

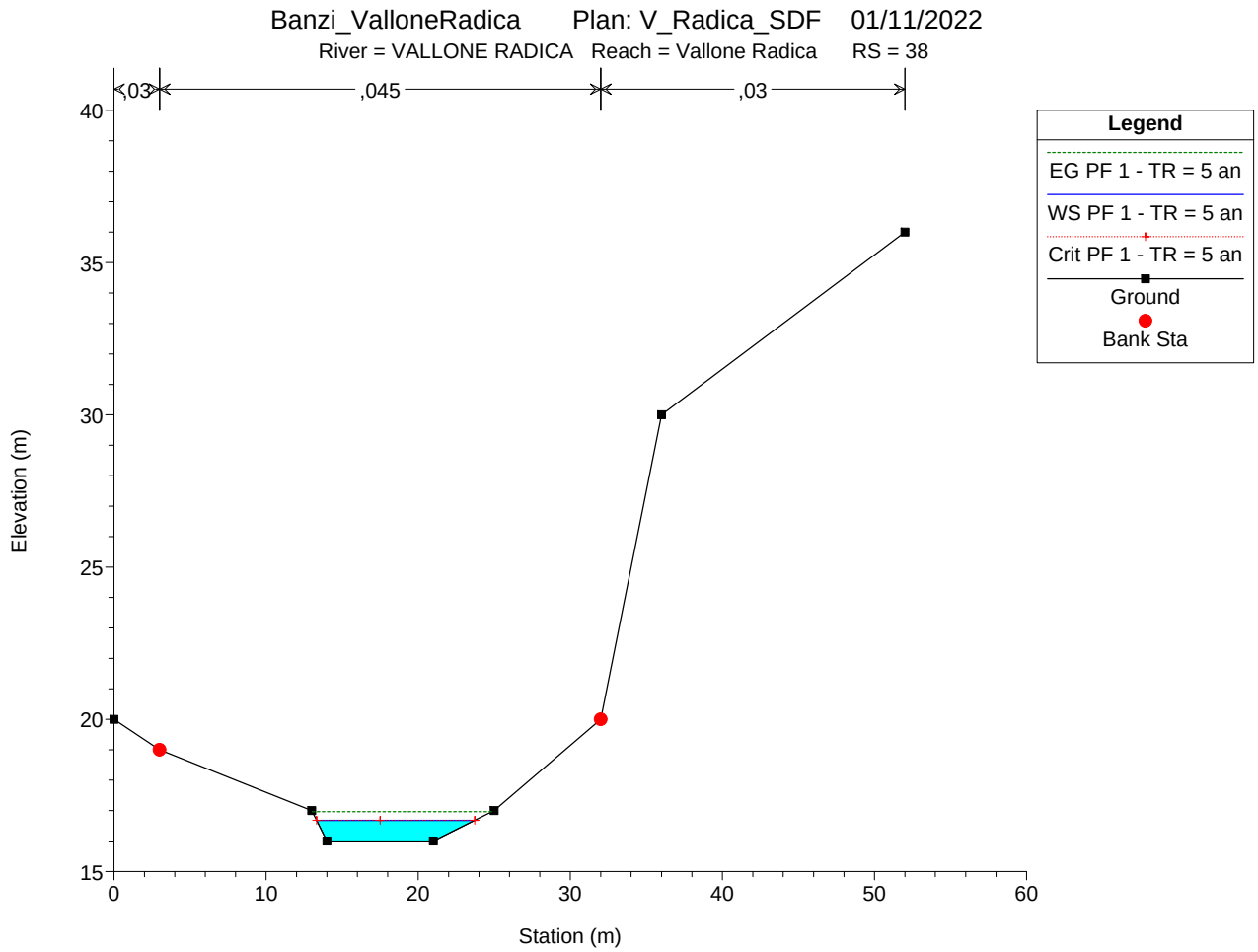

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 12
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

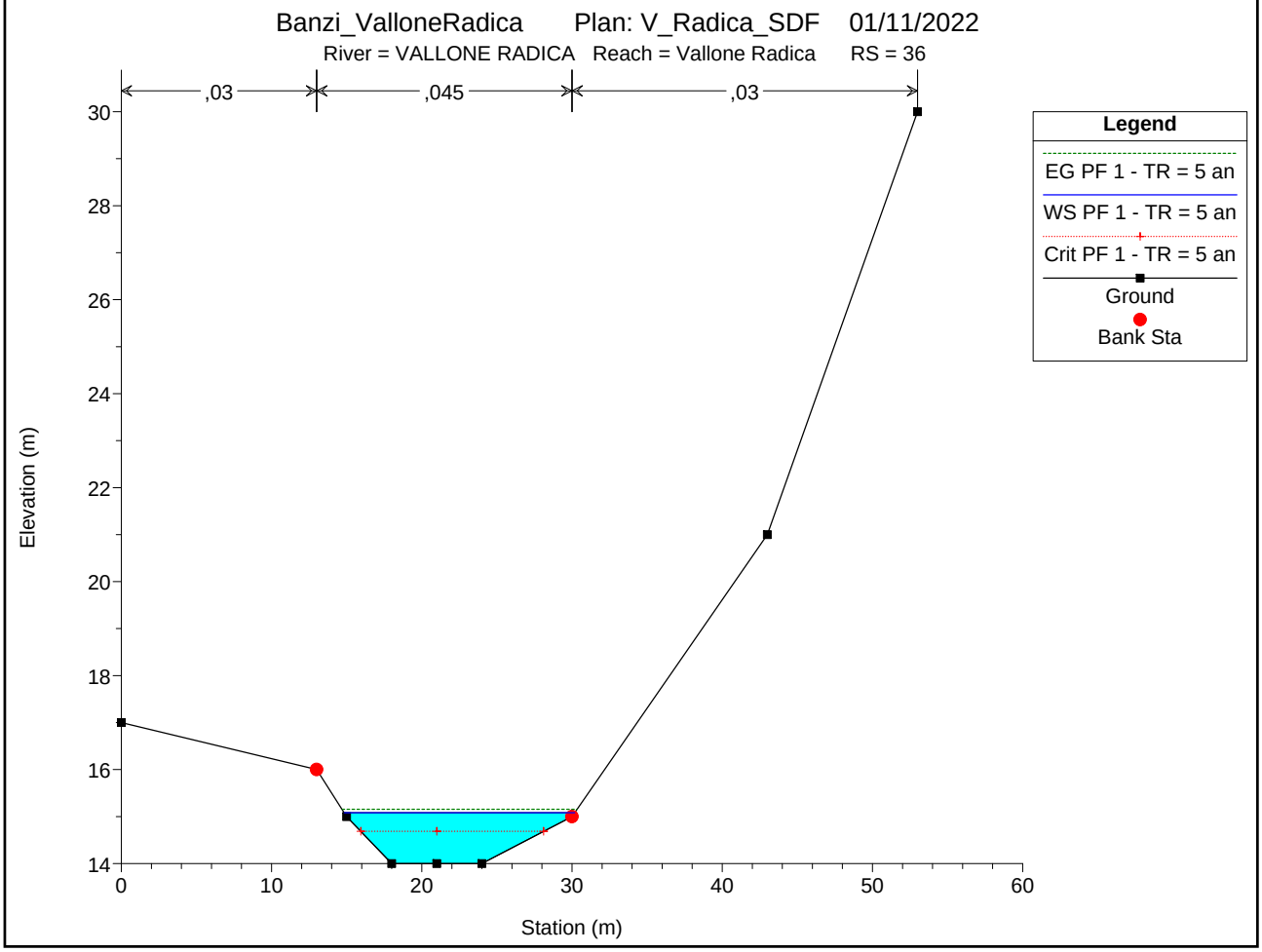

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 10
,03
,045
,03
Legend
EG PF 2 - TR = 200
WS PF 2 - TR = 200
Crit PF 2 - TR = 200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

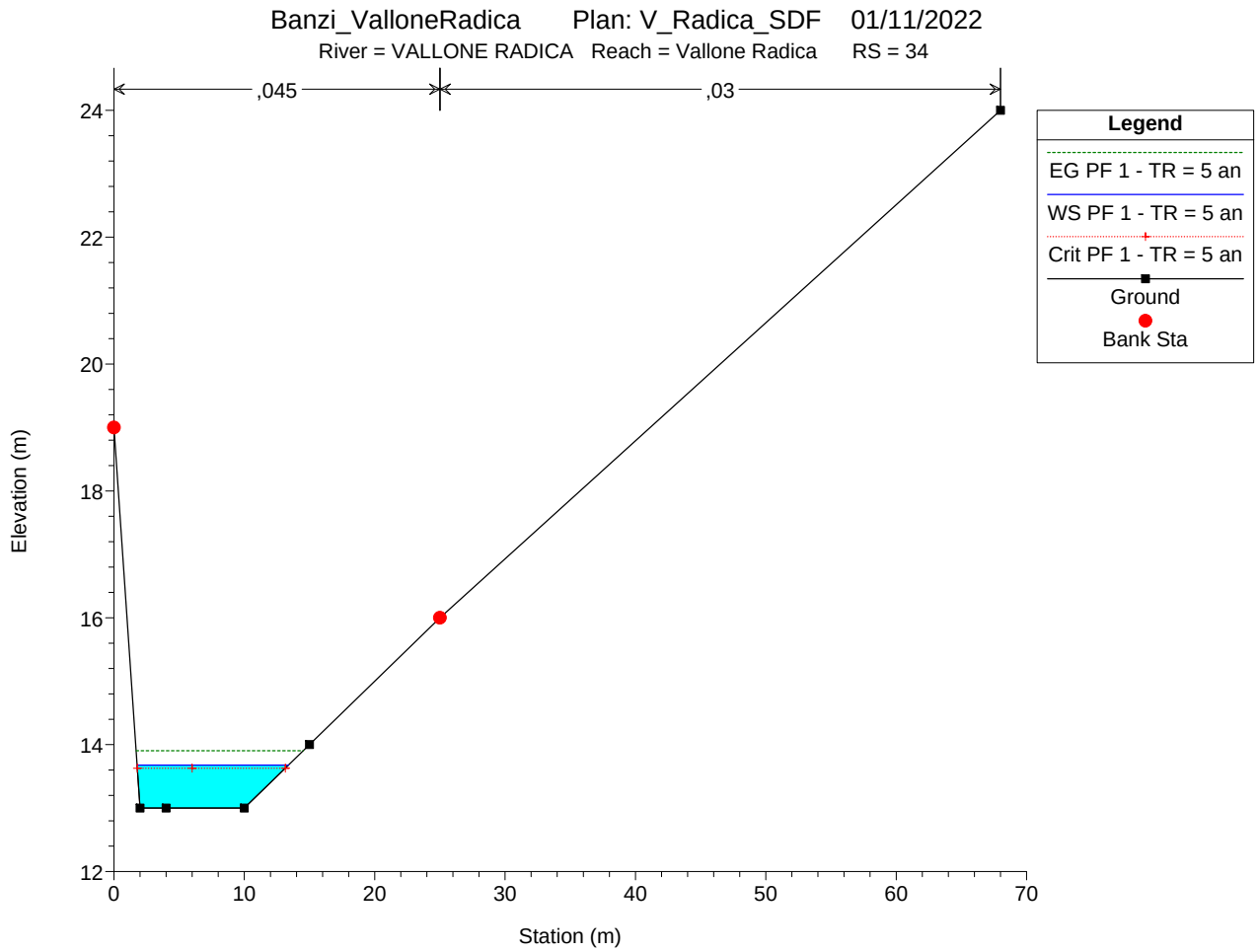

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
VALLONE RADICA Vallone Radica
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
0
5
10
15
20
0
200
400
600
800
1000

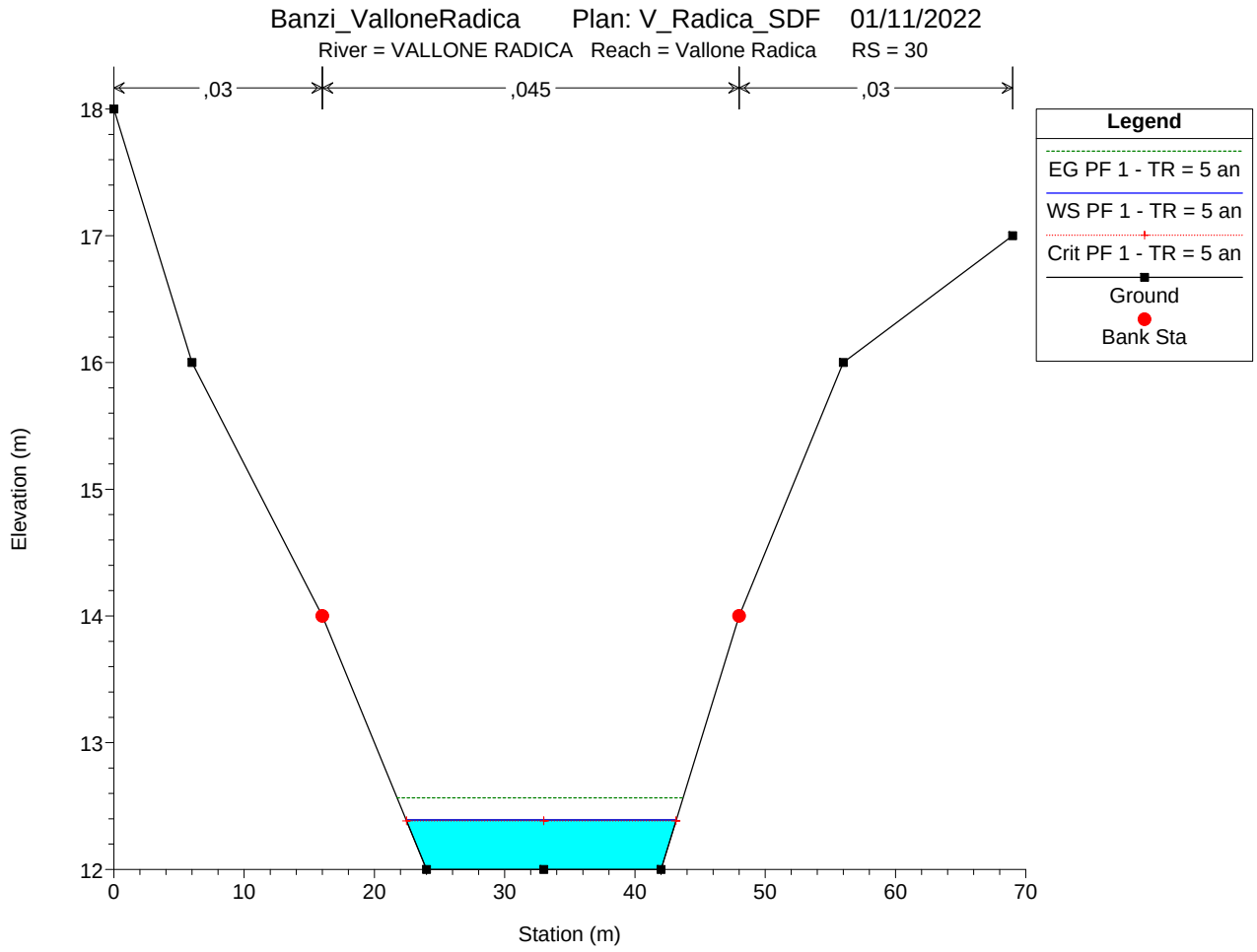
HEC-RAS Plan: V_Radica_SDF River: VALLONE RADICA Reach: Vallone Radica Profile: PF 1 - TR = 5 an

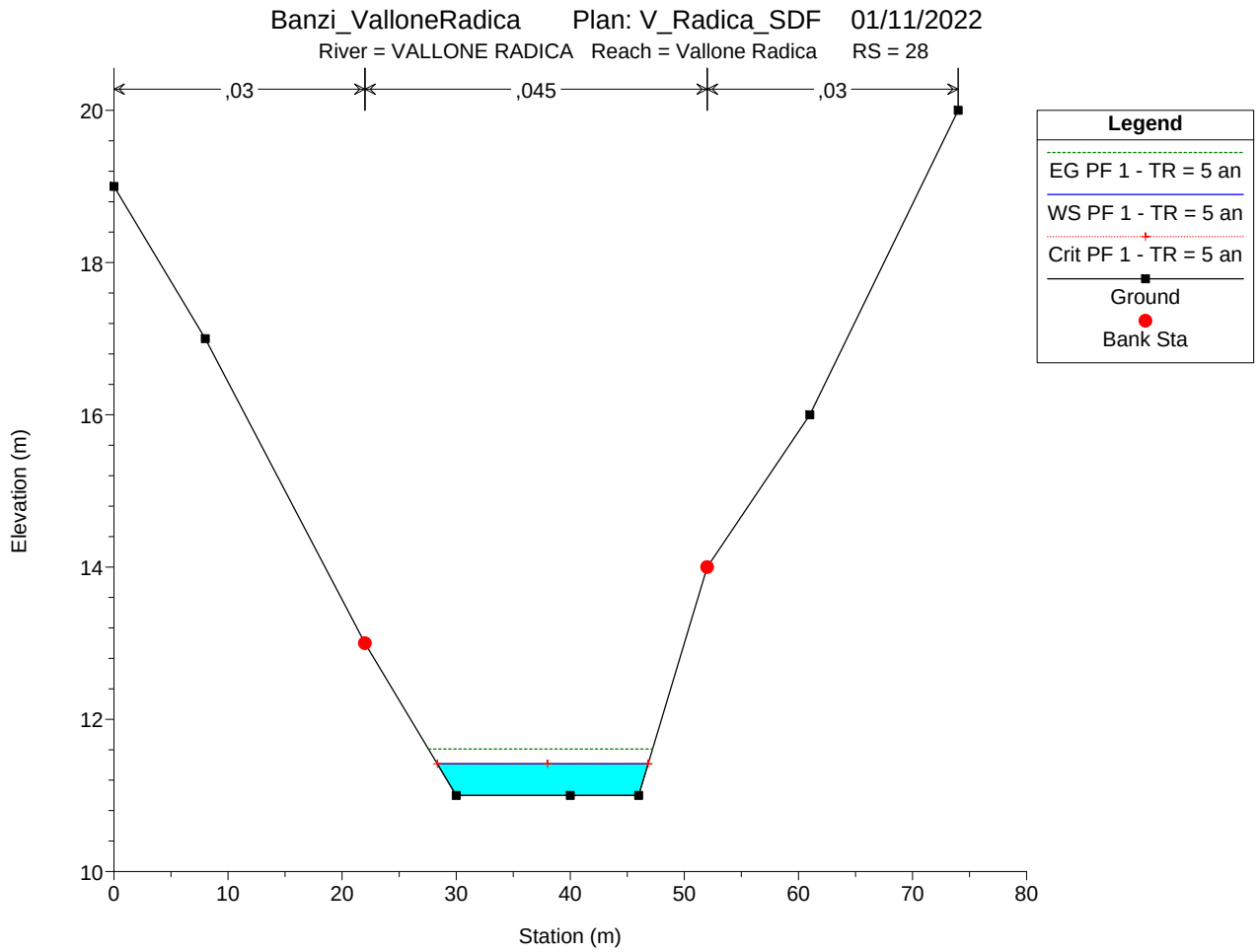
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Vallone Radica	38	PF 1 - TR = 5 an	14,00	16,00	16,68	16,68	16,97	0,025419	2,37	5,90	10,39	1,01
Vallone Radica	36	PF 1 - TR = 5 an	14,00	14,00	15,08	14,69	15,15	0,004169	1,19	11,73	15,34	0,43
Vallone Radica	34	PF 1 - TR = 5 an	14,00	13,00	13,68	13,63	13,90	0,020086	2,10	6,65	11,62	0,89
Vallone Radica	30	PF 1 - TR = 5 an	14,00	12,00	12,39	12,38	12,57	0,026796	1,85	7,56	20,73	0,98
Vallone Radica	28	PF 1 - TR = 5 an	14,00	11,00	11,41	11,41	11,61	0,027869	1,96	7,15	18,49	1,01
Vallone Radica	26	PF 1 - TR = 5 an	14,00	10,00	10,73	10,50	10,84	0,007775	1,47	9,55	14,32	0,57
Vallone Radica	25		Bridge									
Vallone Radica	22	PF 1 - TR = 5 an	14,00	9,00	9,65	9,65	9,96	0,025425	2,44	5,73	9,53	1,01
Vallone Radica	20	PF 1 - TR = 5 an	14,00	8,00	8,39	8,61	9,15	0,120213	3,87	3,62	9,80	2,03
Vallone Radica	18	PF 1 - TR = 5 an	14,00	6,00	6,68	6,55	6,83	0,012063	1,68	8,35	14,44	0,70
Vallone Radica	16	PF 1 - TR = 5 an	14,00	4,00	4,35	4,35	4,51	0,029608	1,76	7,98	25,60	1,00
Vallone Radica	14	PF 1 - TR = 5 an	14,00	3,00	3,74	3,40	3,79	0,003491	0,99	14,21	21,60	0,39
Vallone Radica	13		Bridge									
Vallone Radica	12	PF 1 - TR = 5 an	14,00	2,00	3,10	2,87	3,26	0,009556	1,79	7,82	10,01	0,65
Vallone Radica	10	PF 1 - TR = 5 an	14,00	1,00	1,70	1,70	2,00	0,025000	2,45	5,71	9,43	1,01

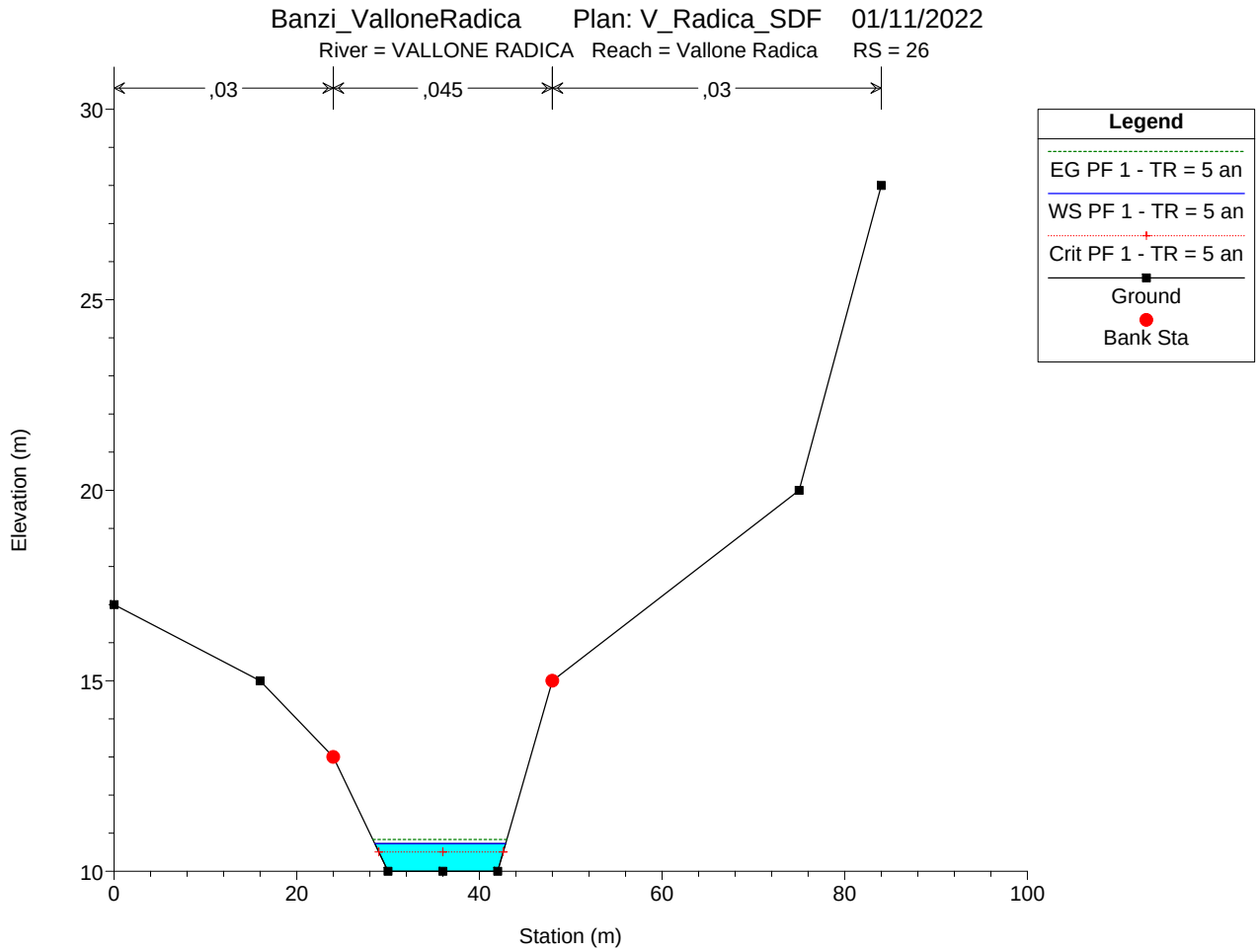

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 38
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
40
35
30
25
20
15
0
10
20
30
40
50
60

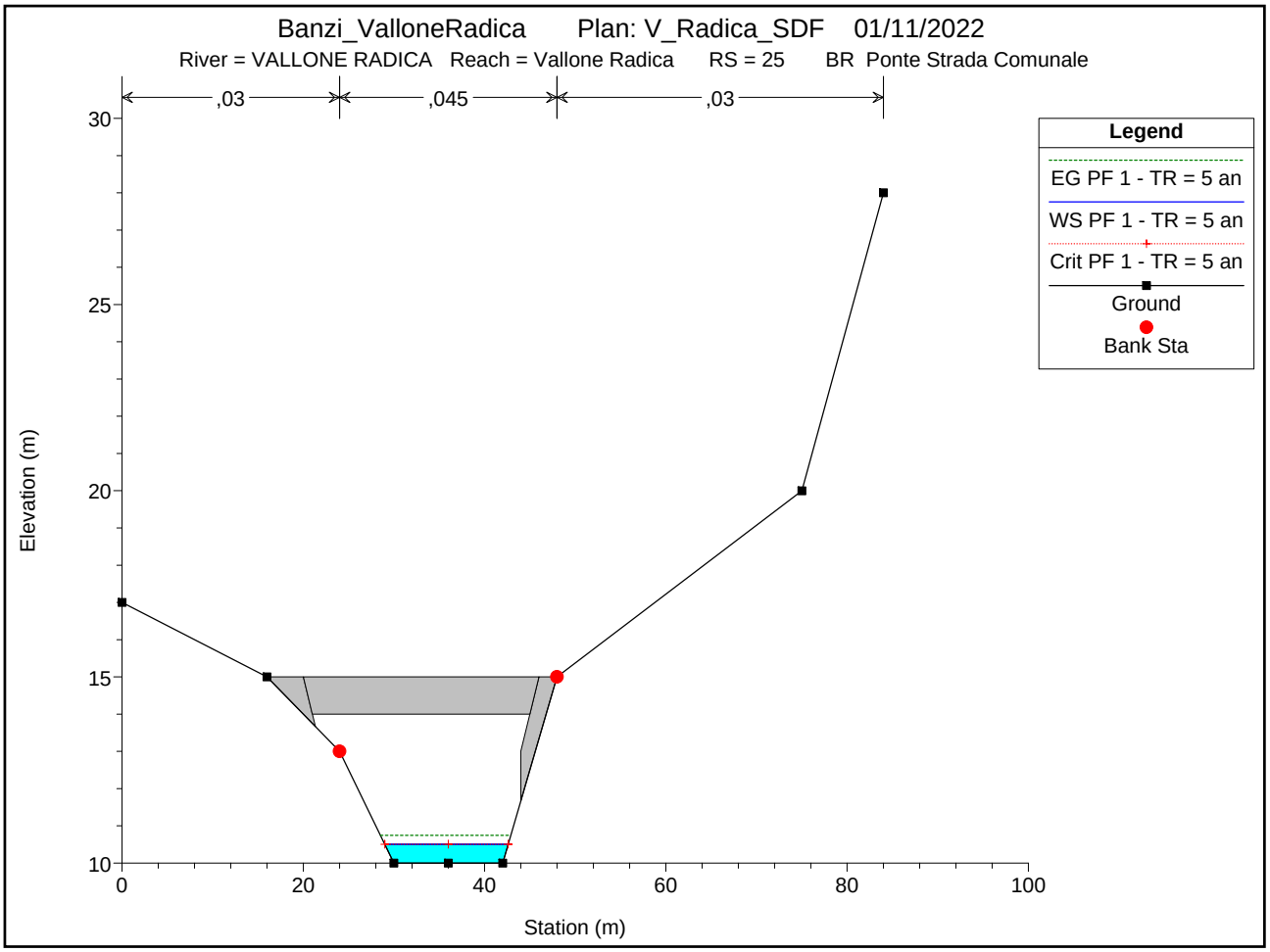

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 36
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
28
26
24
22
20
18
16
14
0
10
20
30
40
50
60

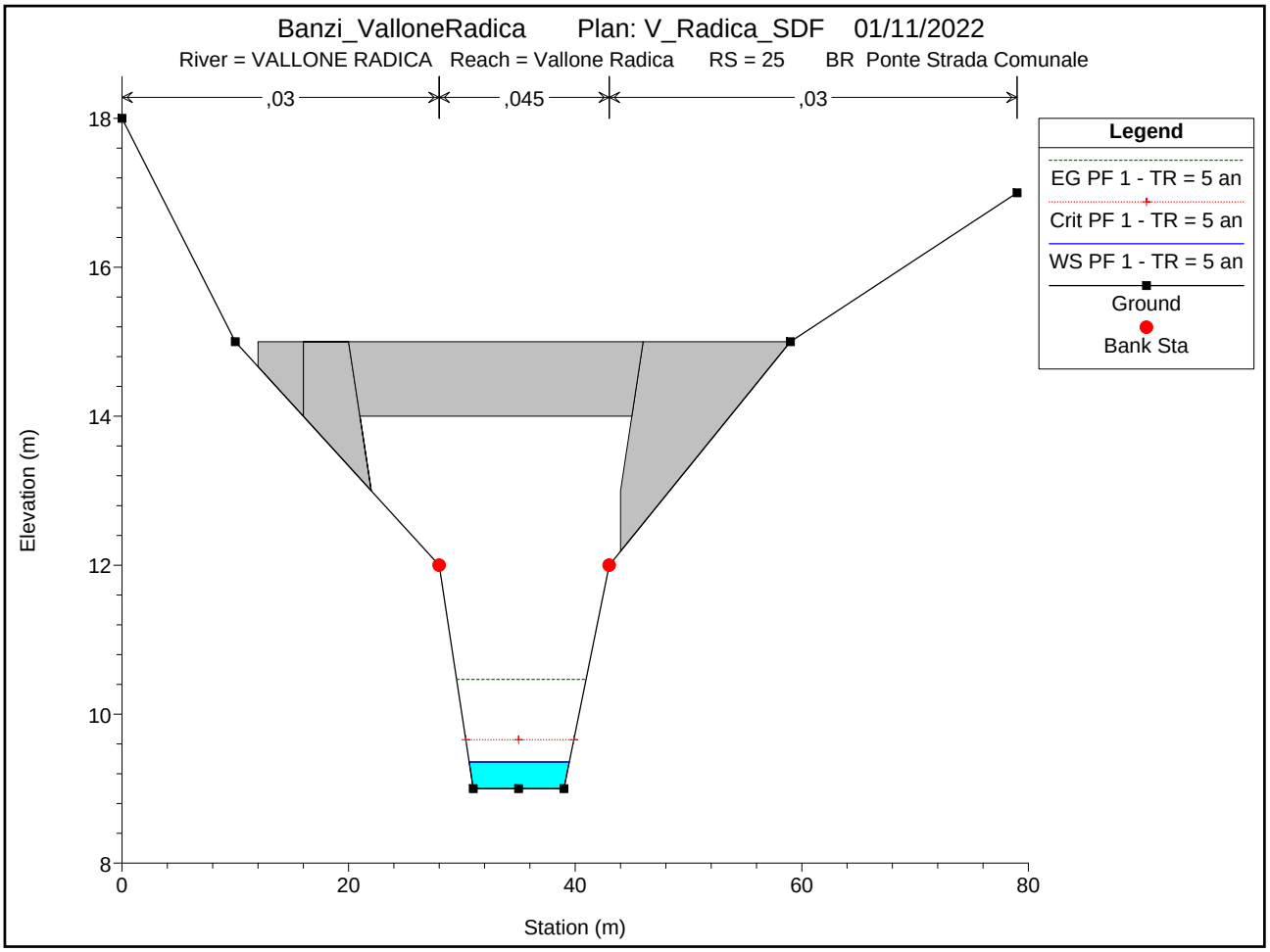

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 34
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24
22
20
18
16
14
12
0
10
20
30
40
50
60
70

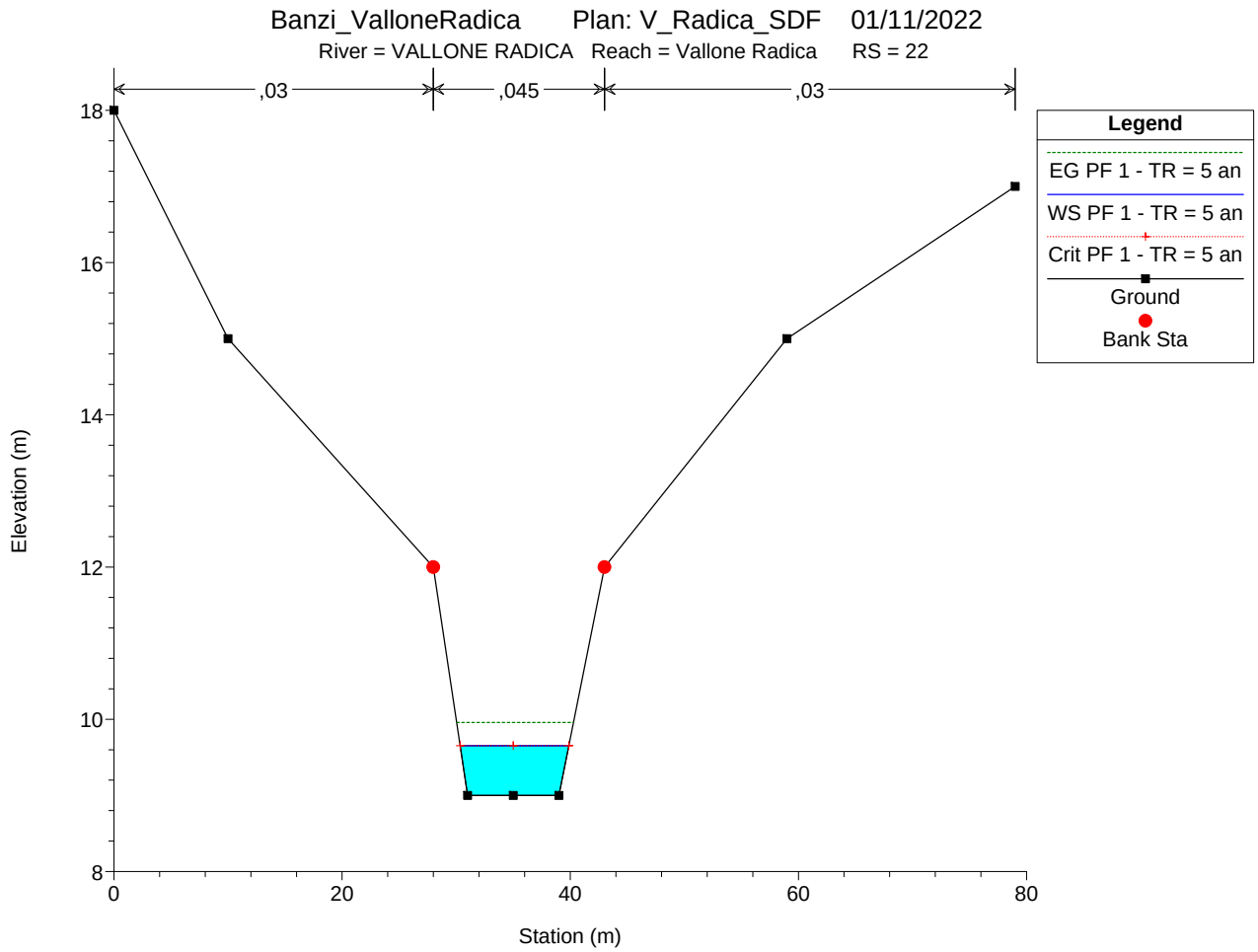

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 30
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
17
16
15
14
13
12
0
10
20
30
40
50
60
70

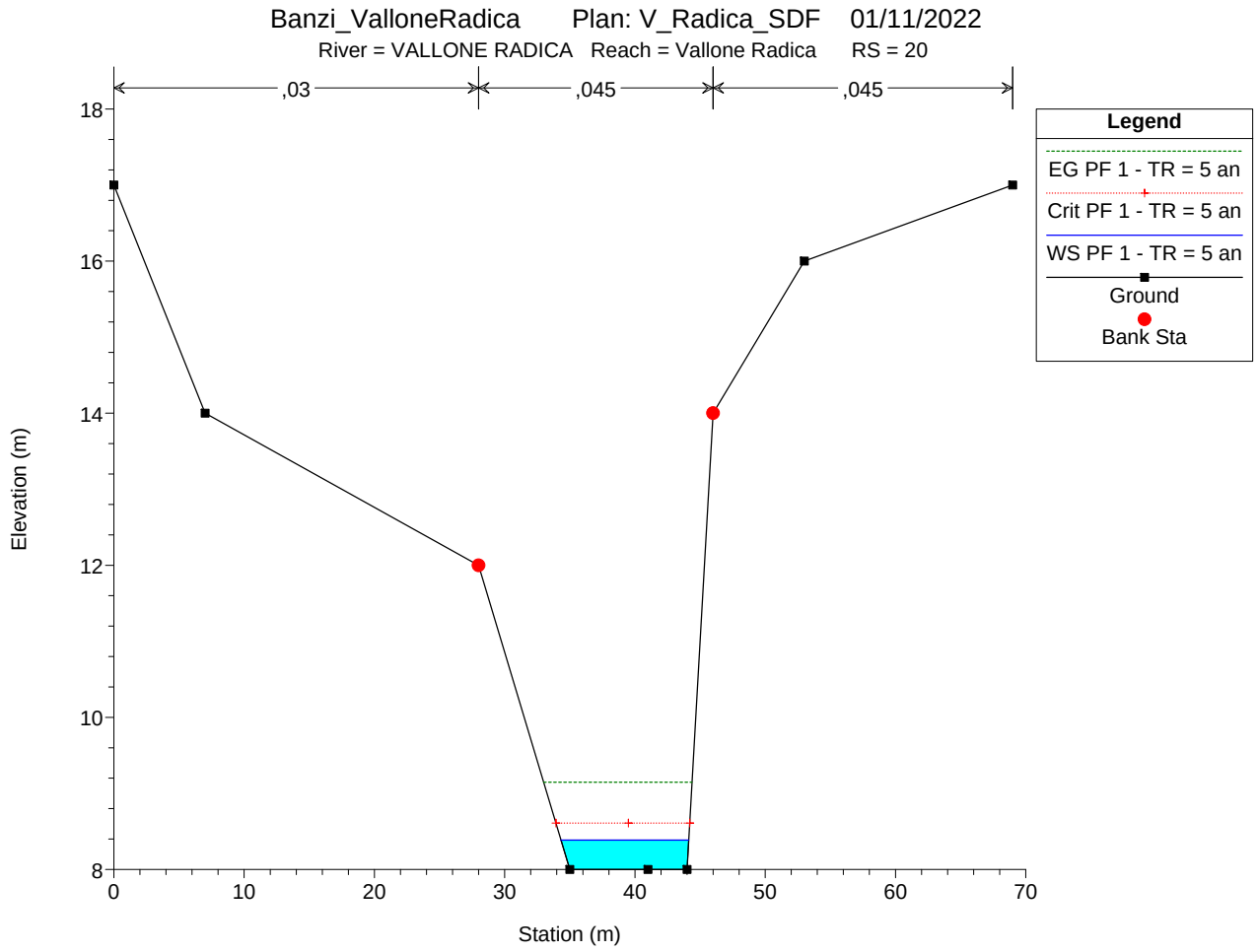

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 28
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
20
18
16
14
12
10
0
10
20
30
40
50
60
70
80

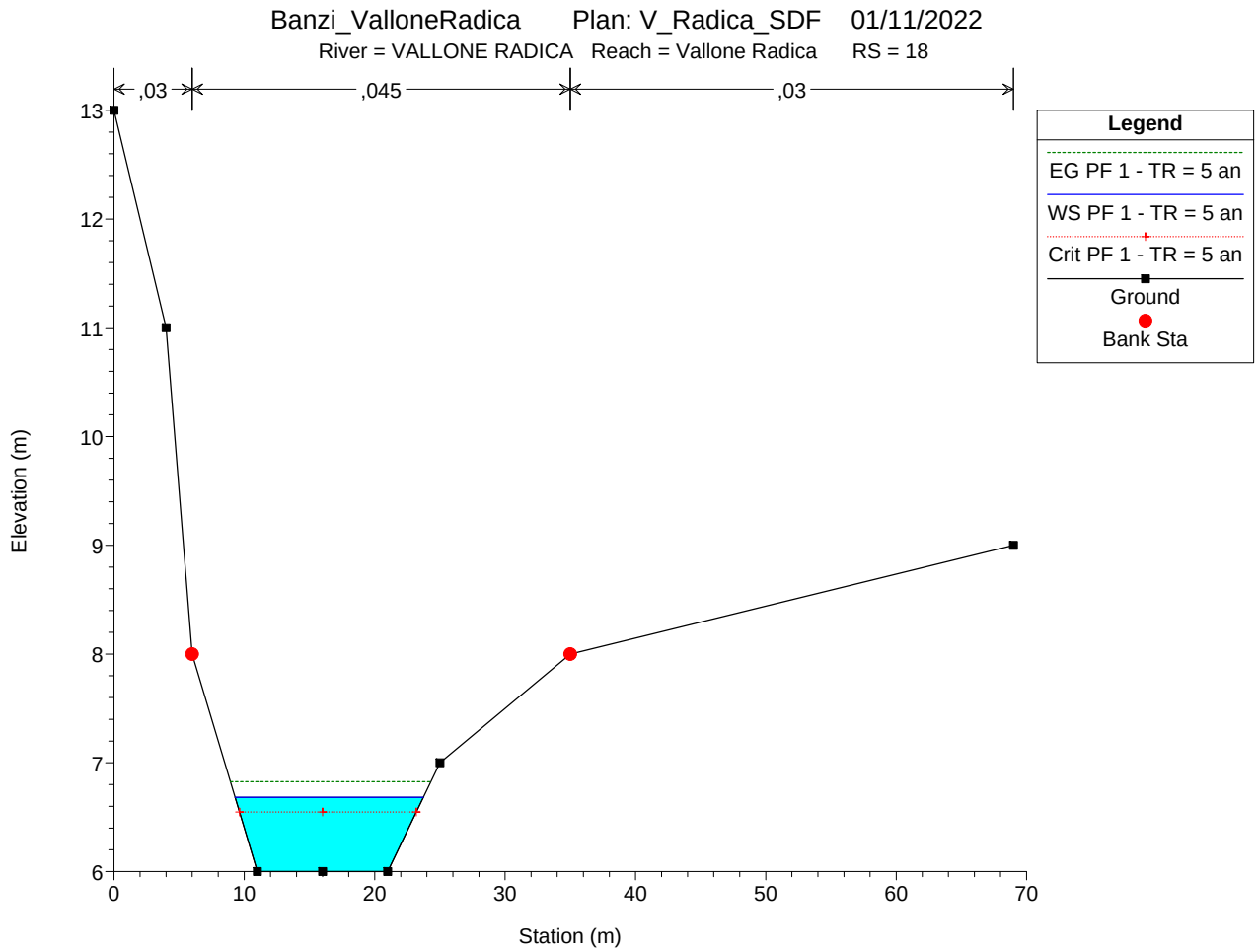

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 26
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
25
20
15
10
0
20
40
60
80
100

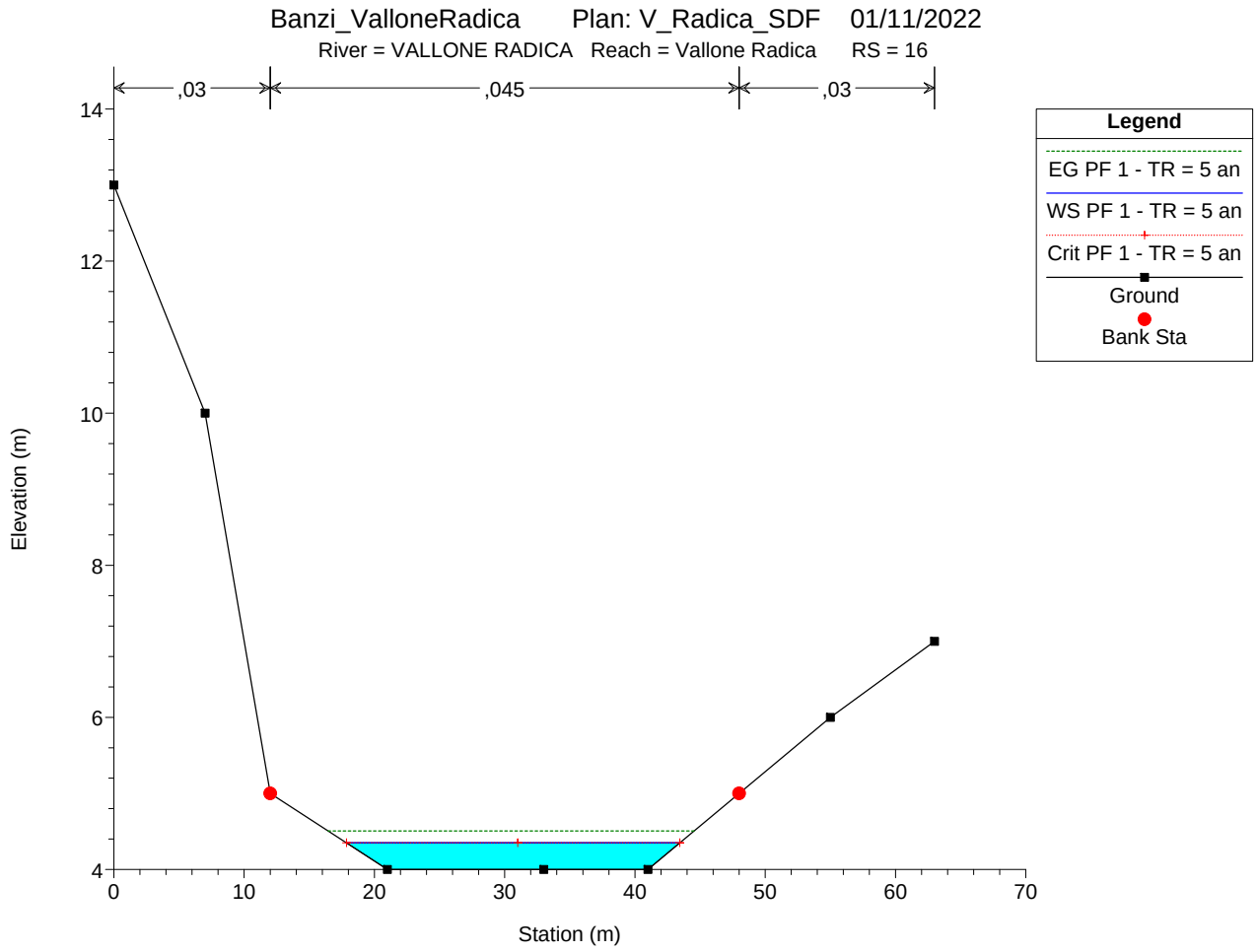

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 25 BR Ponte Strada Comunale
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
25
20
15
10
0
20
40
60
80
100

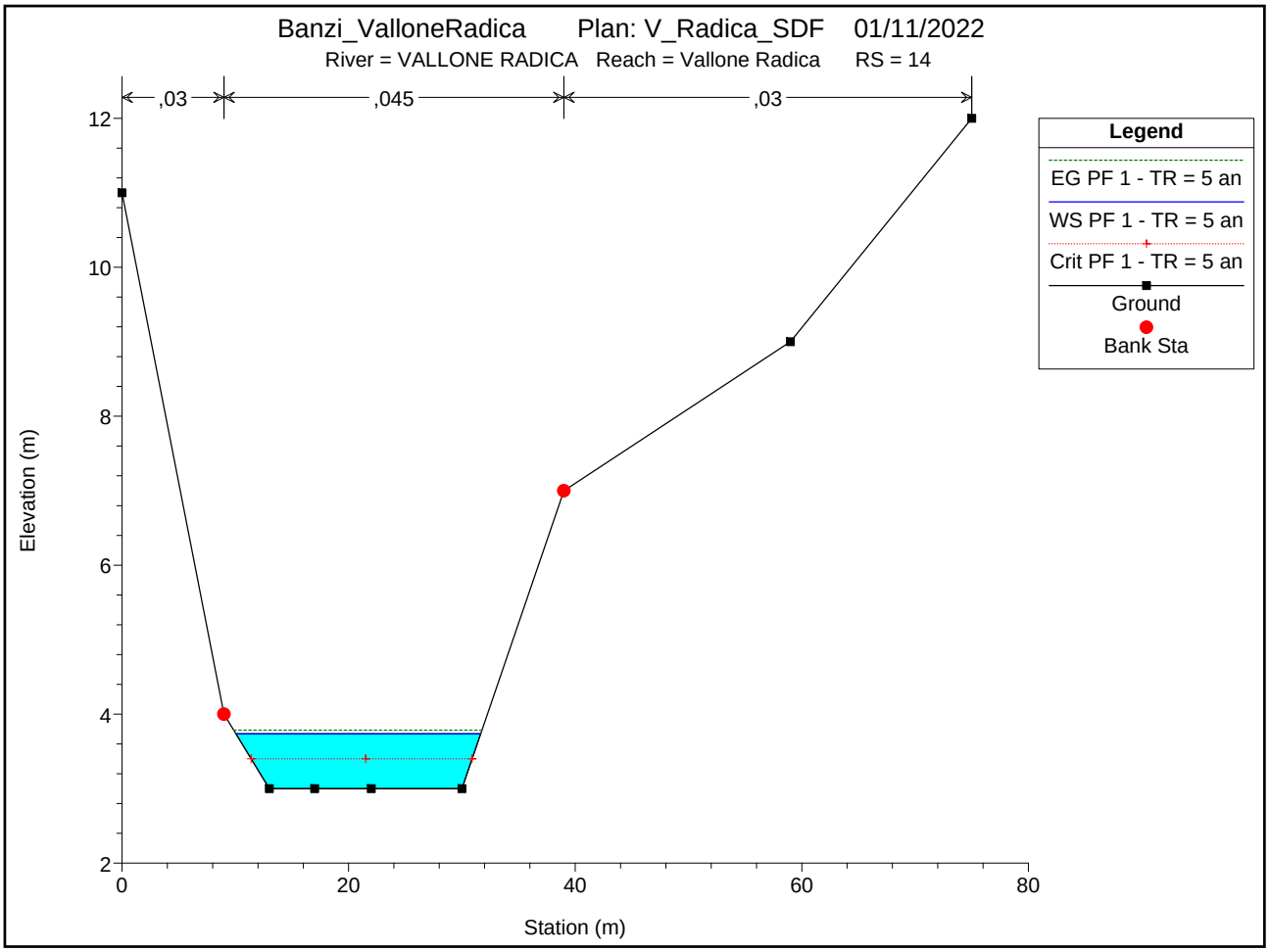

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 25 BR Ponte Strada Comunale
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
18
16
14
12
10
8
0
20
40
60
80
Station (m)

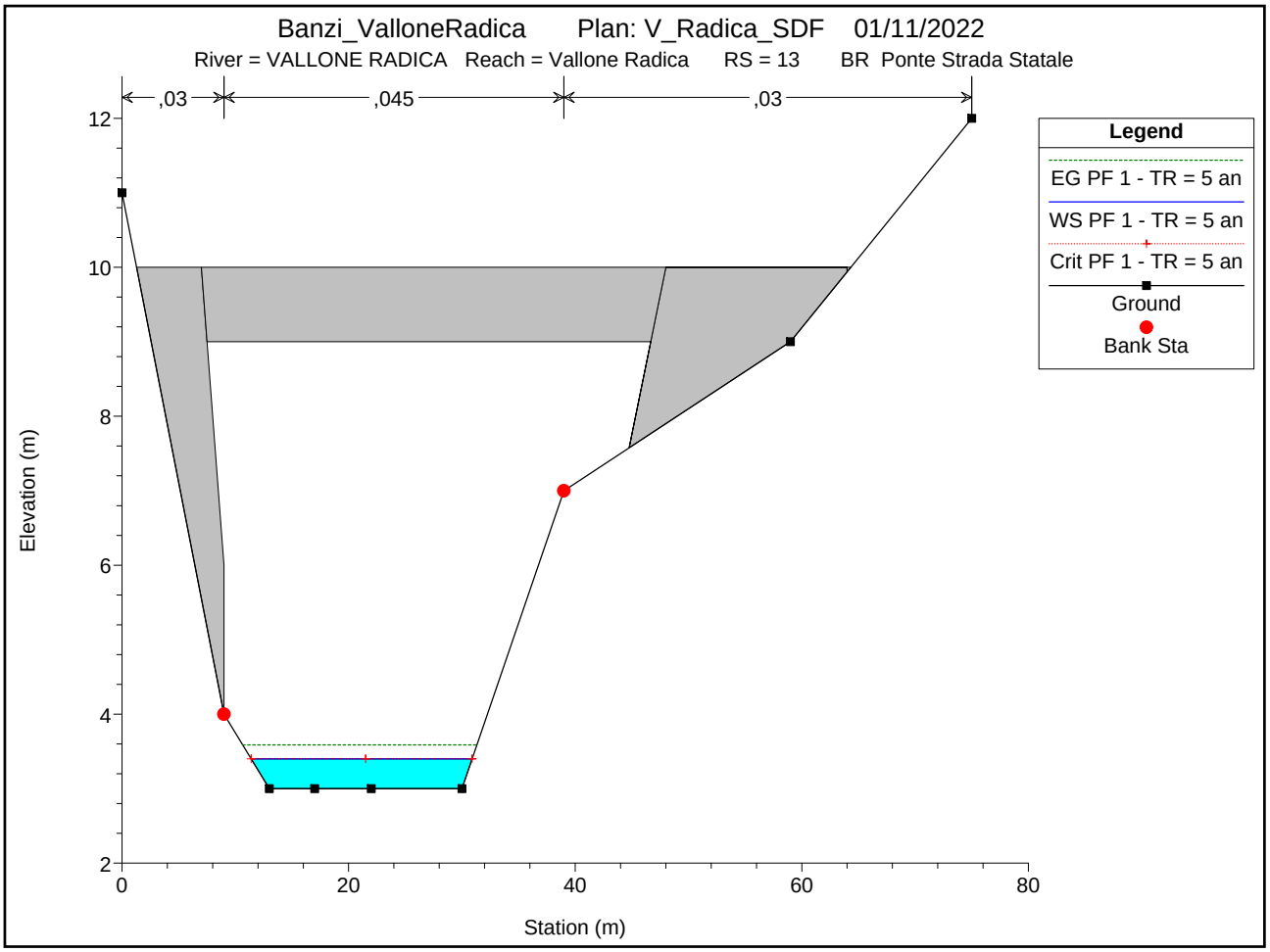

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 22
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
16
14
12
10
8
0
20
40
60
80

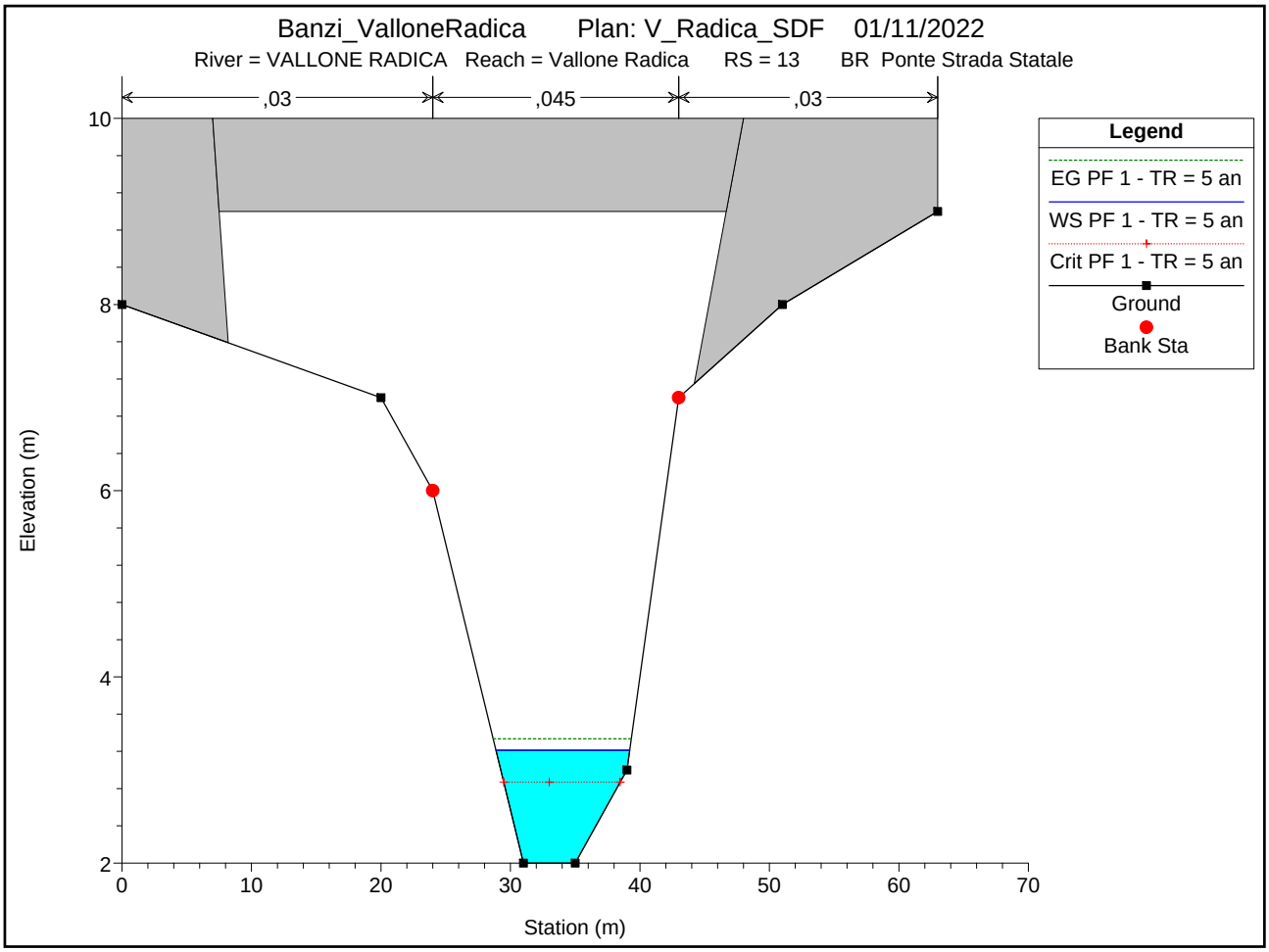

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 20
,03
,045
,045
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
16
14
12
10
8
0
10
20
30
40
50
60
70

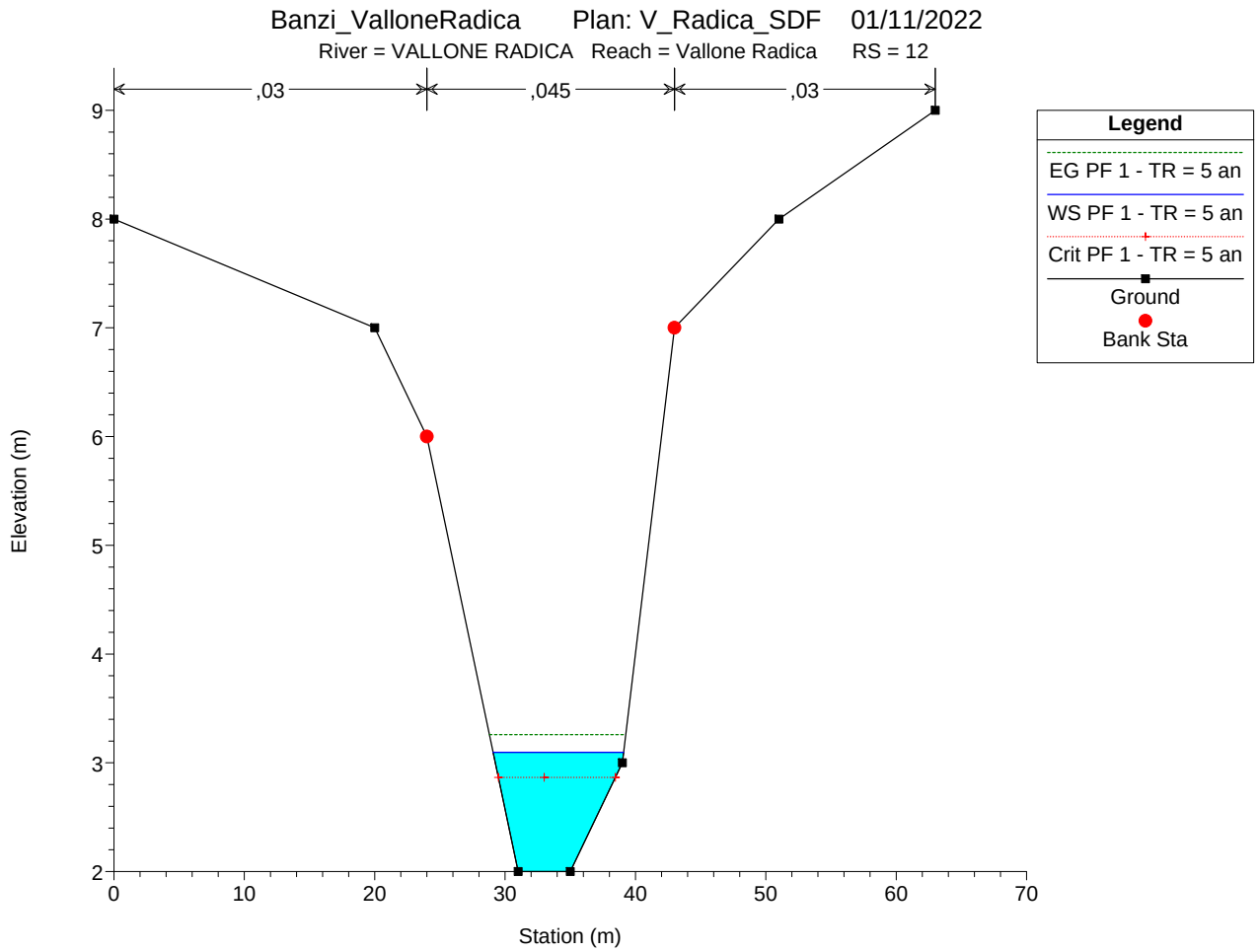

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 18
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

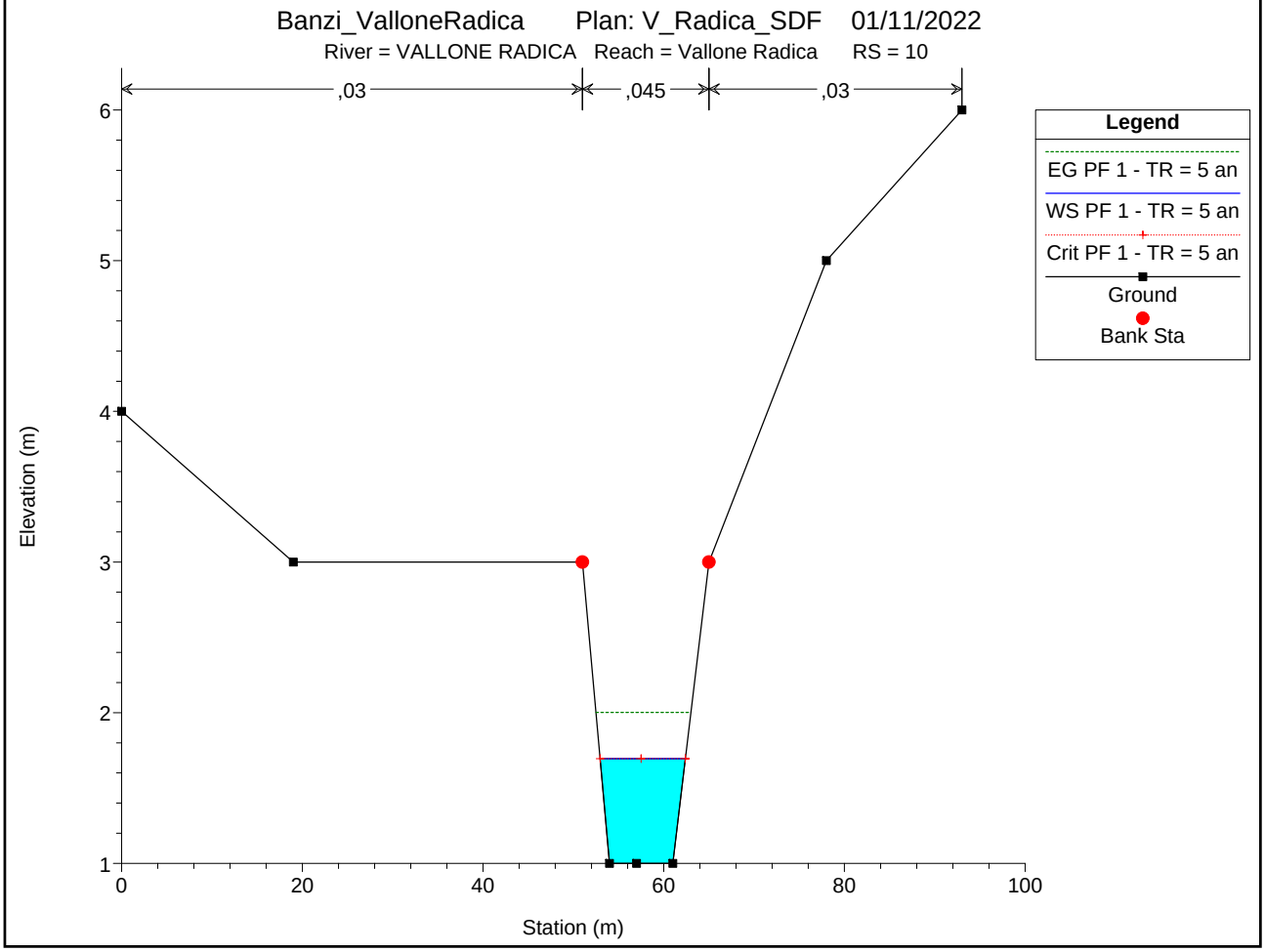

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 16
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

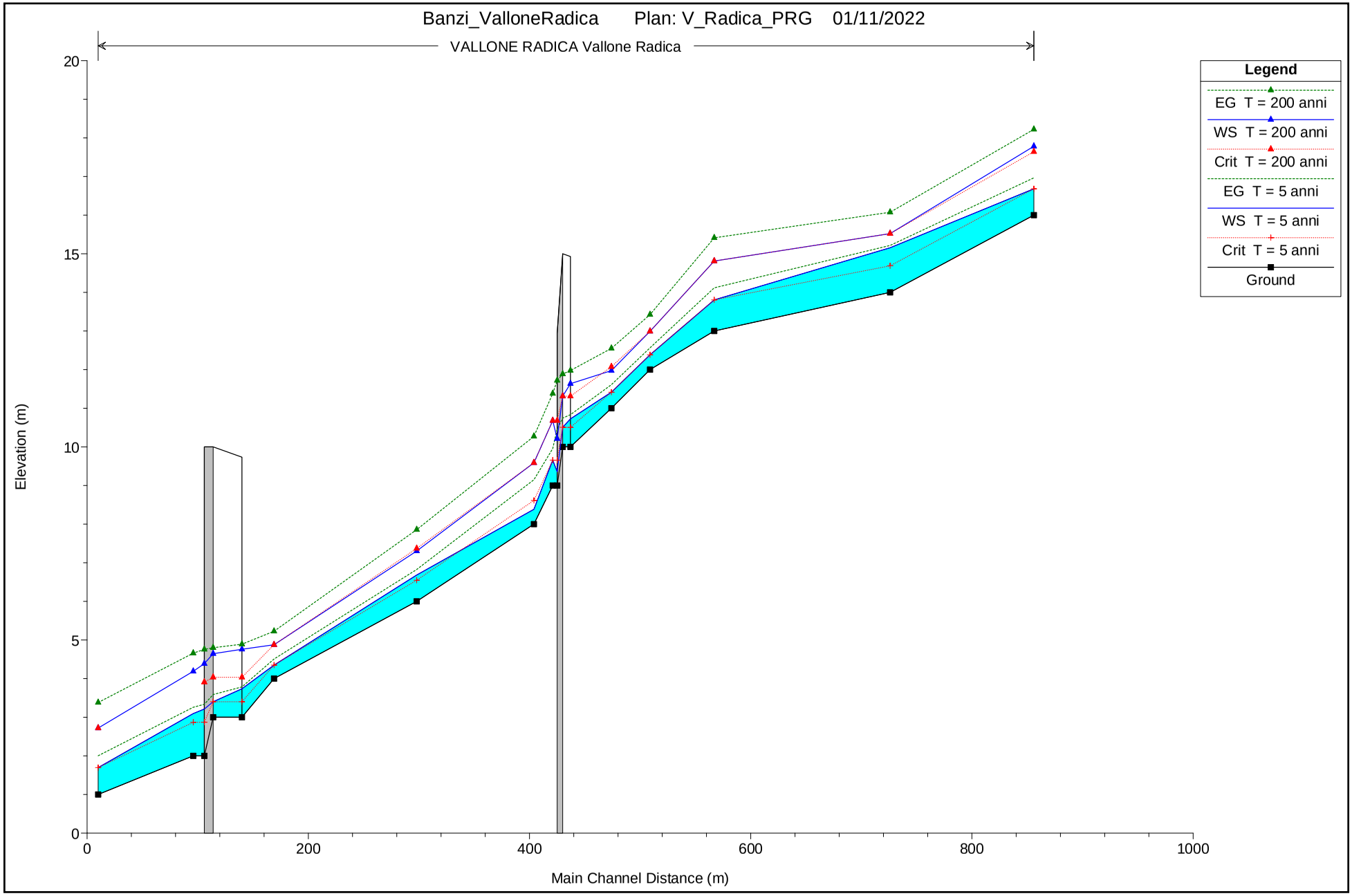

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 14
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
12
10
8
6
4
2
0
20
40
60
80

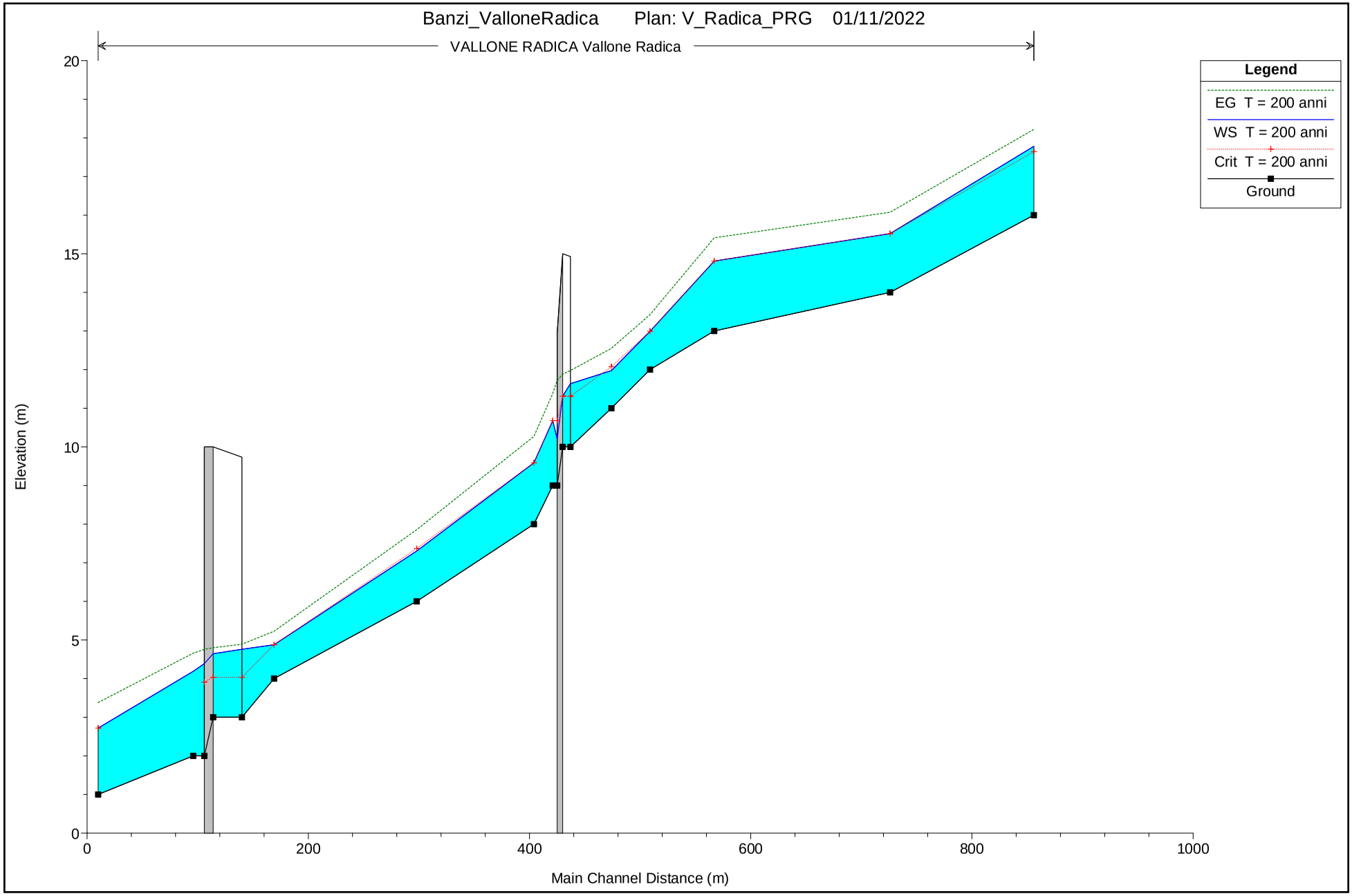

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 13 BR Ponte Strada Statale
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
12
10
8
6
4
2
0
20
40
60
80


Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 13 BR Ponte Strada Statale
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
10
8
6
4
2
0
10
20
30
40
50
60
70


Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 12
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

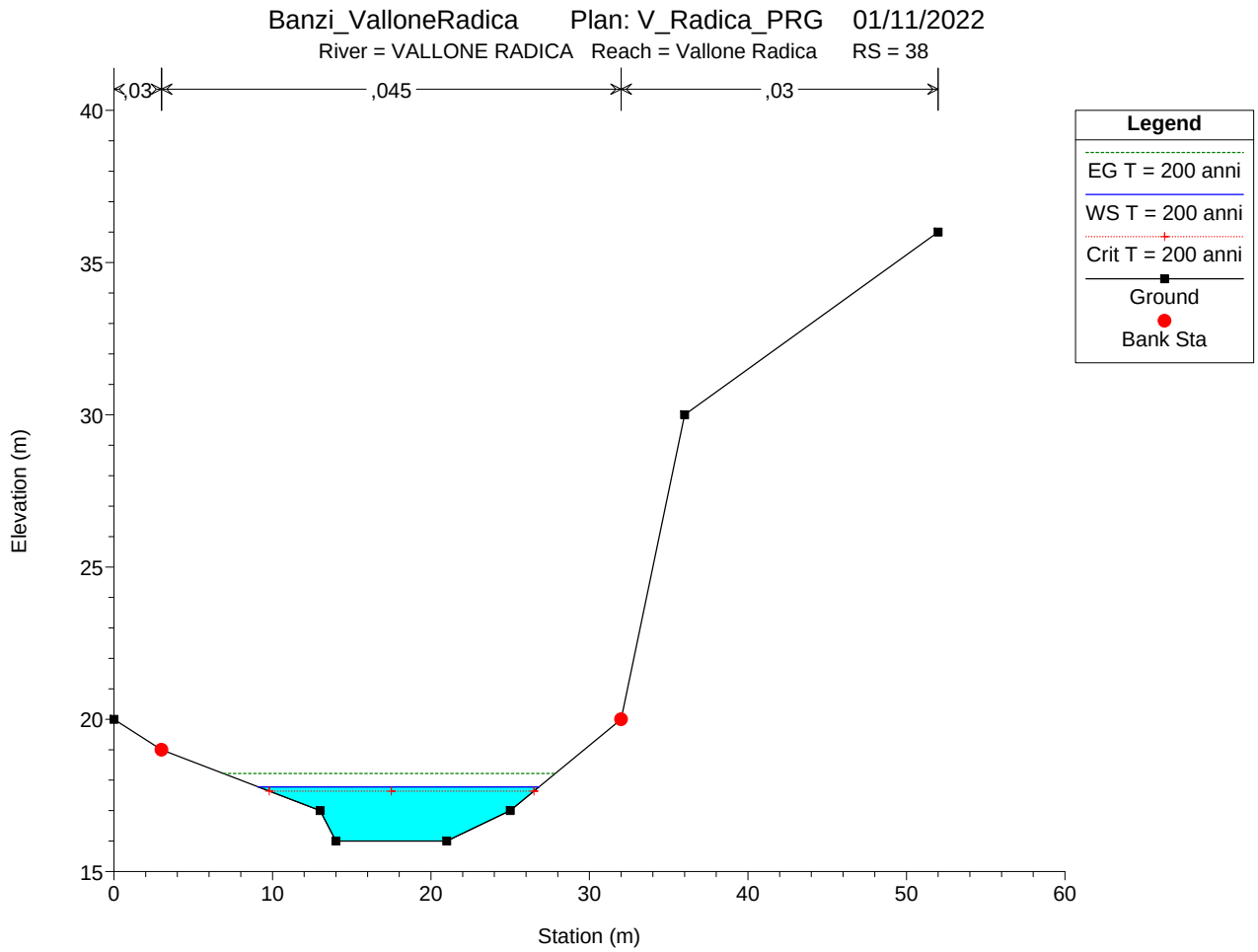

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_SDF 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 10
,03
,045
,03
Legend
EG PF 1 - TR = 5 an
WS PF 1 - TR = 5 an
Crit PF 1 - TR = 5 an
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

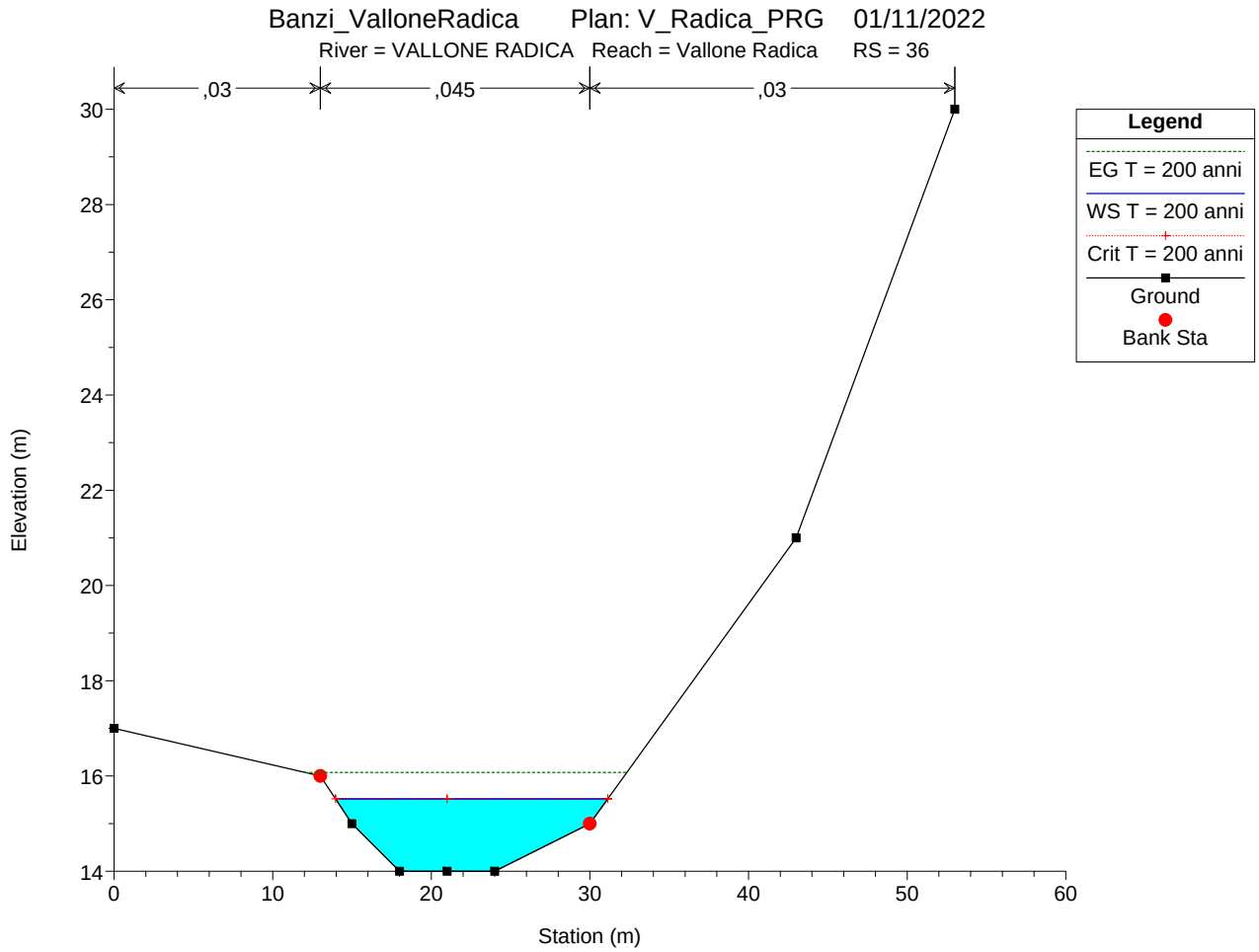

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
VALLONE RADICA Vallone Radica
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
0
5
10
15
20
0
200
400
600
800
1000

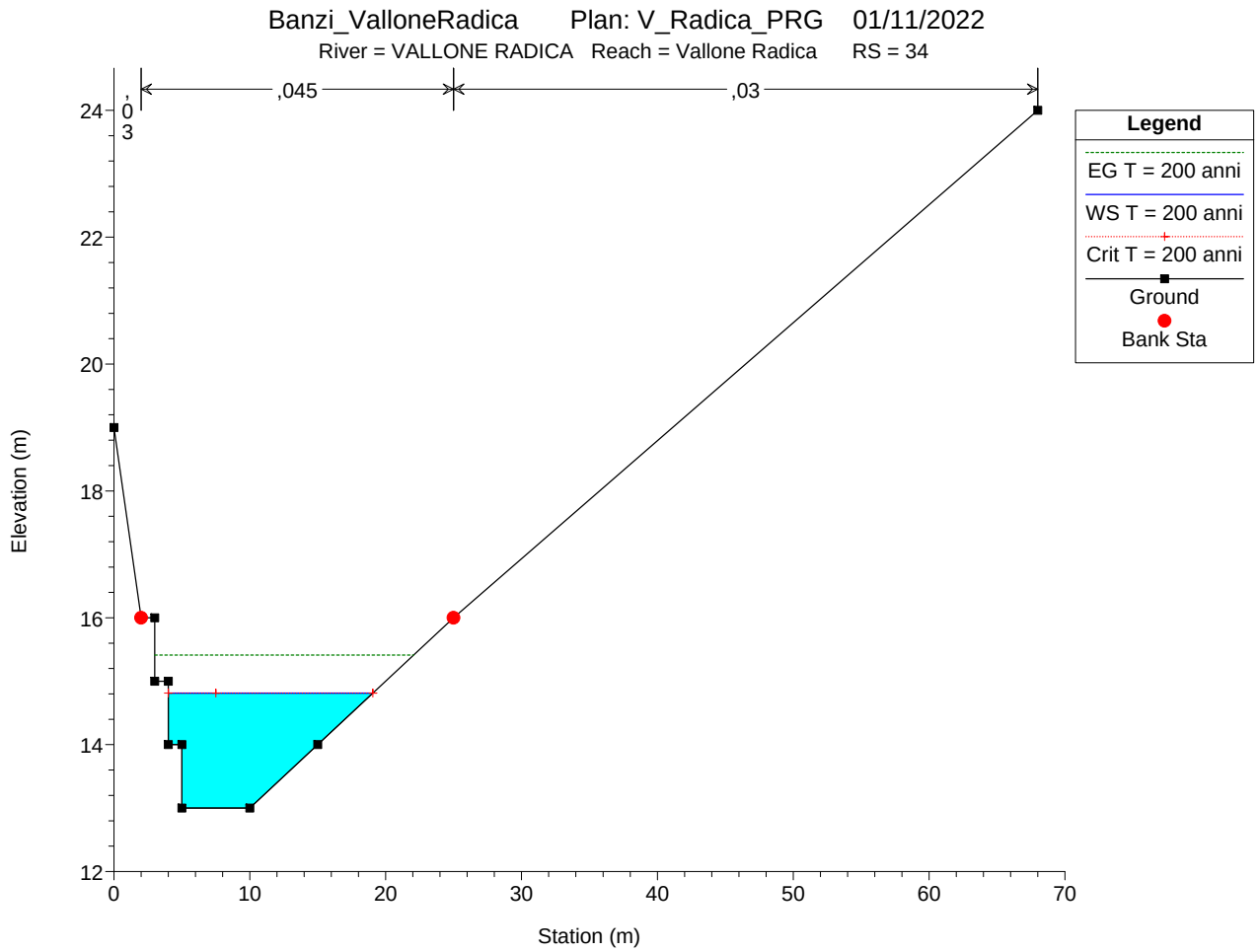

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
VALLONE RADICA Vallone Radica
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
0
5
10
15
20
0
200
400
600
800
1000

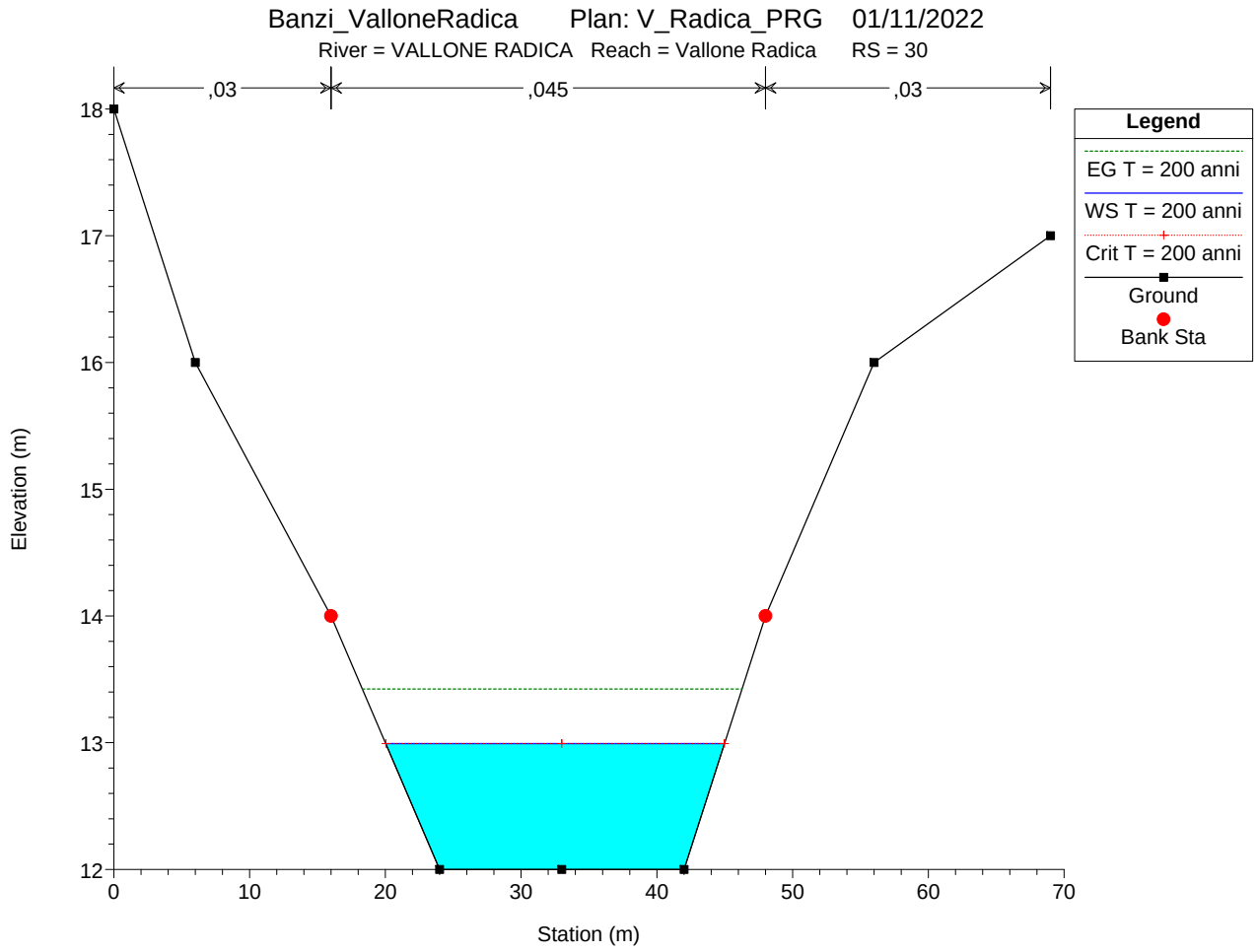
HEC-RAS Plan: V_Radica_PRG River: VALLONE RADICA Reach: Vallone Radica Profile: T = 200 anni

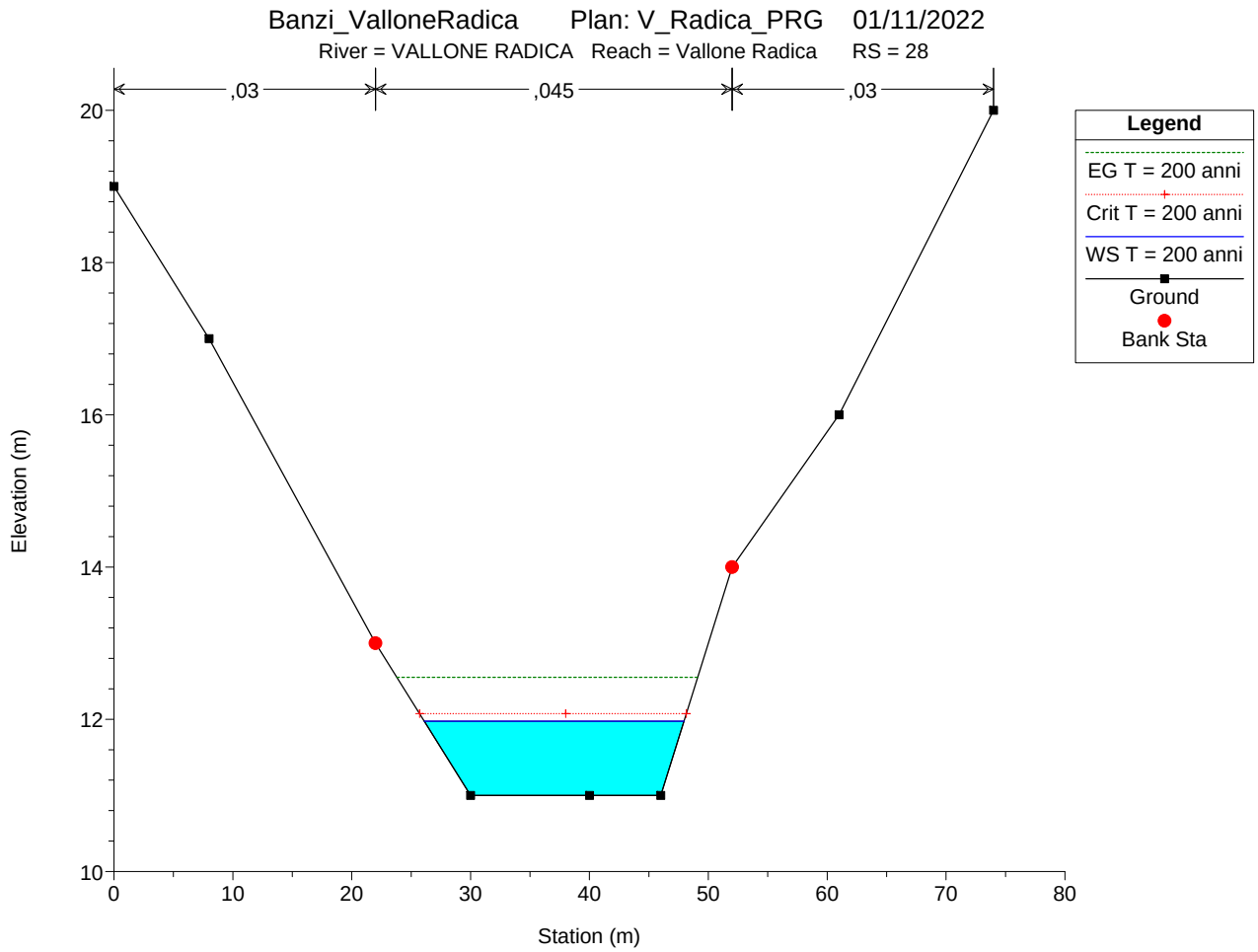
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Vallone Radica	38	T = 200 anni	62,00	16,00	17,78	17,64	18,22	0,014632	2,94	21,12	17,73	0,86
Vallone Radica	36	T = 200 anni	62,00	14,00	15,52	15,52	16,08	0,018754	3,31	18,89	17,17	0,98
Vallone Radica	34	T = 200 anni	62,00	13,00	14,81	14,81	15,41	0,022024	3,43	18,08	15,06	1,00
Vallone Radica	30	T = 200 anni	62,00	12,00	12,99	12,99	13,42	0,021436	2,91	21,32	24,95	1,00
Vallone Radica	28	T = 200 anni	62,00	11,00	11,97	12,07	12,55	0,029383	3,36	18,43	21,84	1,17
Vallone Radica	26	T = 200 anni	62,00	10,00	11,64	11,31	11,98	0,009481	2,59	23,90	17,23	0,70
Vallone Radica	25		Bridge									
Vallone Radica	22	T = 200 anni	62,00	9,00	10,68	10,68	11,38	0,020210	3,70	16,73	11,92	1,00
Vallone Radica	20	T = 200 anni	62,00	8,00	9,59	9,59	10,27	0,020926	3,67	16,90	12,31	1,00
Vallone Radica	18	T = 200 anni	62,00	6,00	7,30	7,37	7,86	0,024932	3,30	18,81	20,28	1,09
Vallone Radica	16	T = 200 anni	62,00	4,00	4,88	4,88	5,23	0,022527	2,62	23,71	34,04	1,00
Vallone Radica	14	T = 200 anni	62,00	3,00	4,76	4,04	4,89	0,003015	1,61	38,79	25,93	0,41
Vallone Radica	13		Bridge									
Vallone Radica	12	T = 200 anni	62,00	2,00	4,19		4,66	0,011540	3,04	20,41	13,02	0,77
Vallone Radica	10	T = 200 anni	62,00	1,00	2,72	2,72	3,38	0,019859	3,60	17,21	13,02	1,00

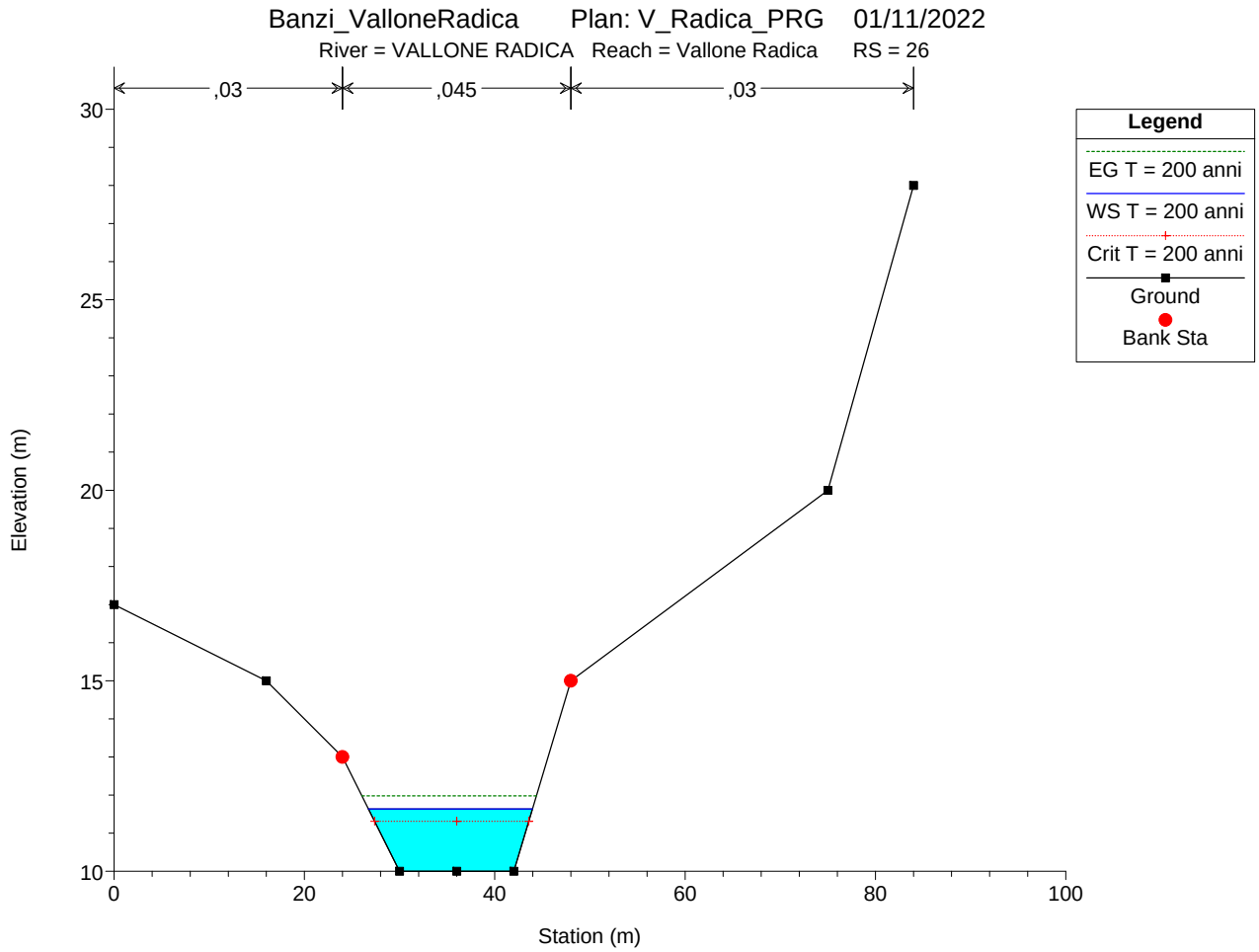

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 38
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
40
35
30
25
20
15
0
10
20
30
40
50
60

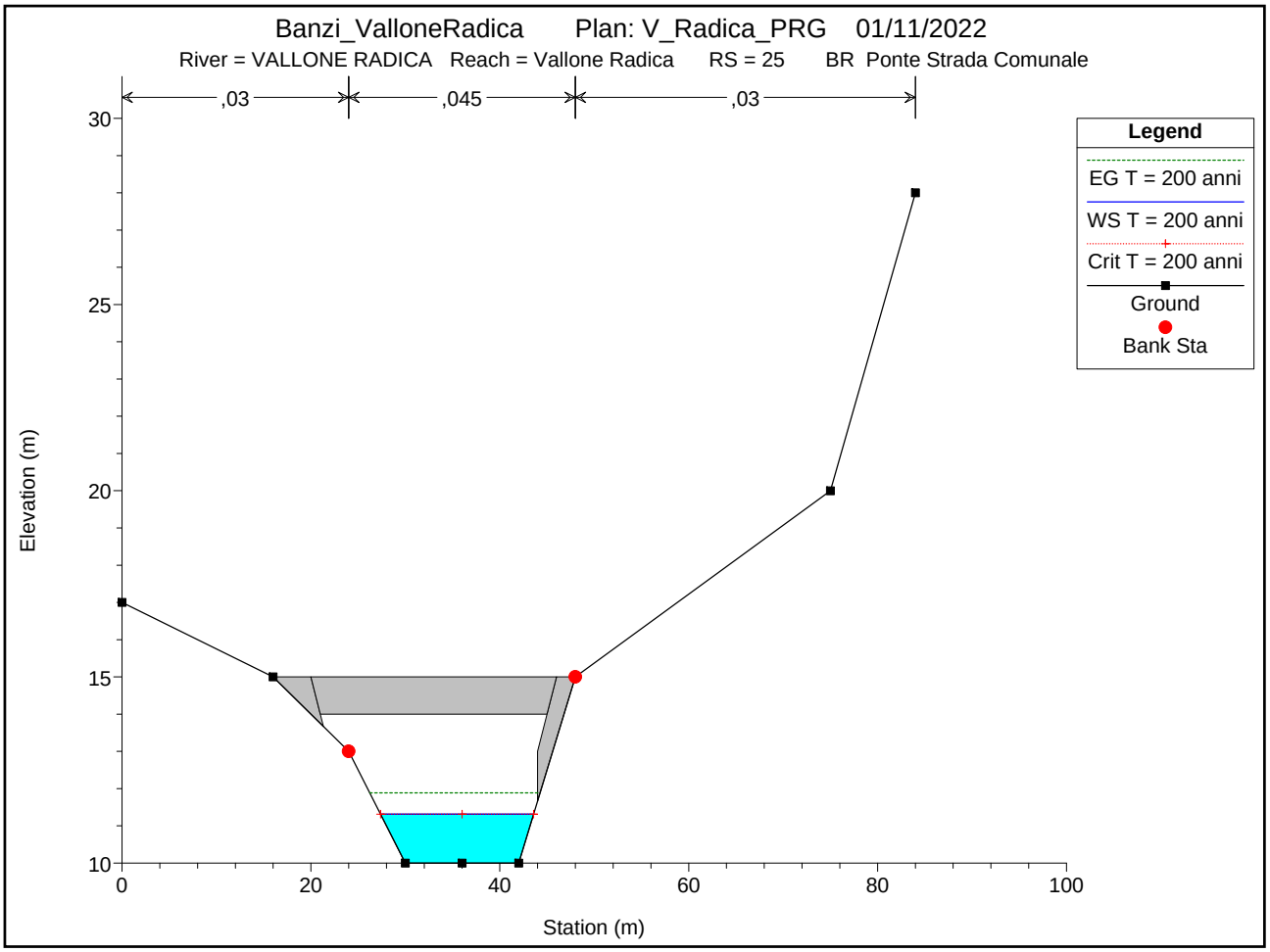

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 36
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
28
26
24
22
20
18
16
14
0
10
20
30
40
50
60

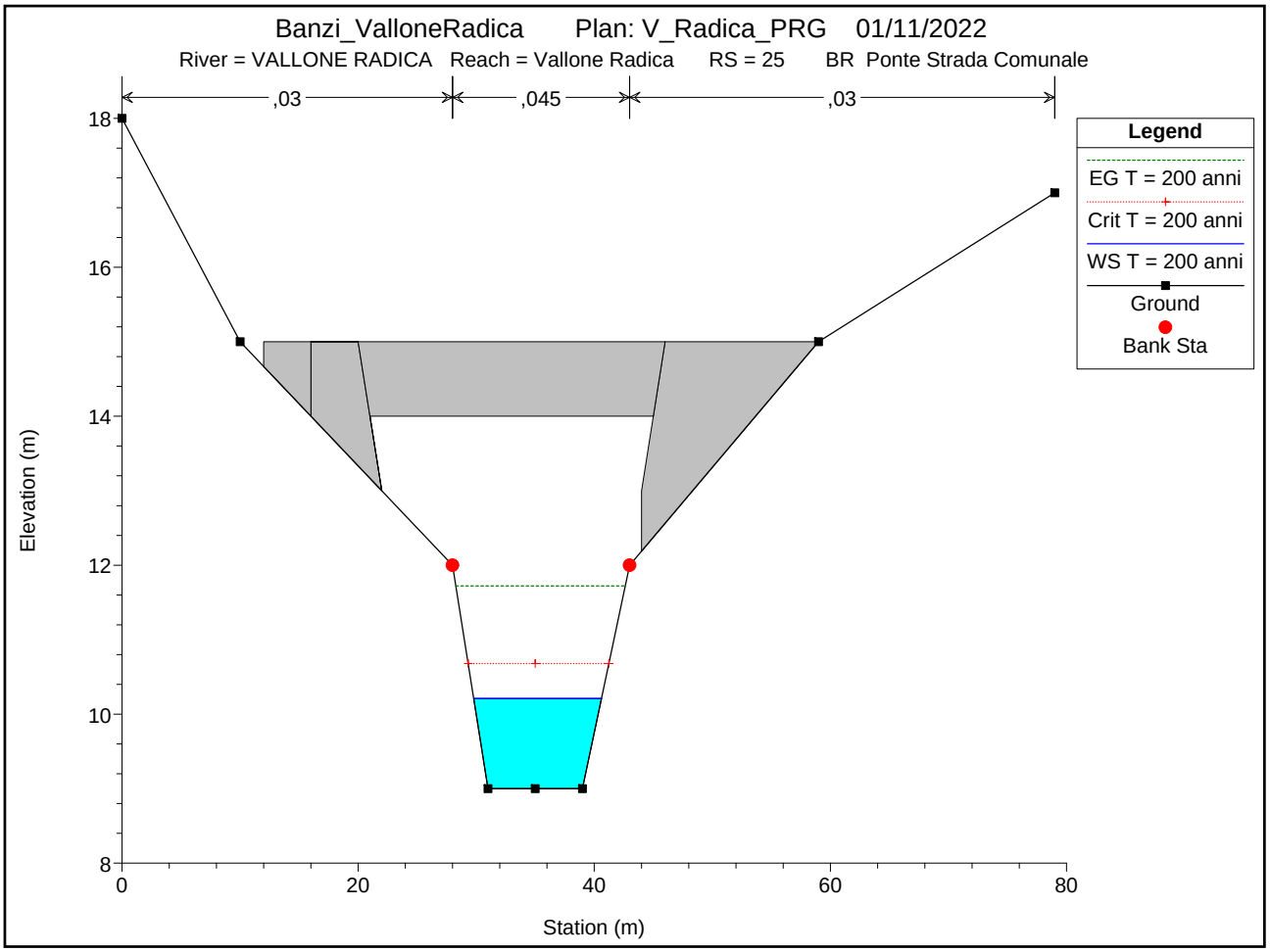

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 34
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
24
22
20
18
16
14
12
0
10
20
30
40
50
60
70

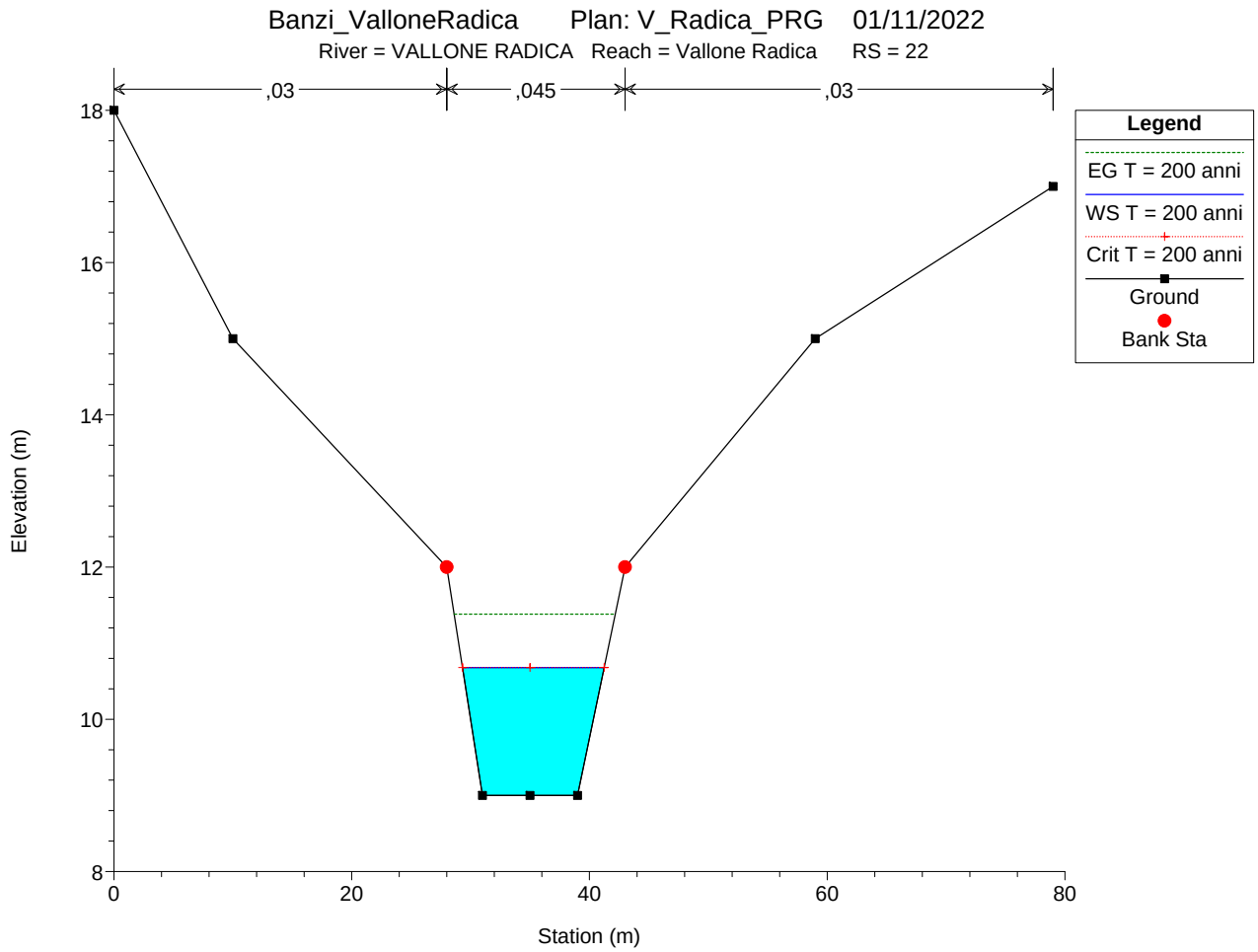

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 30
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
17
16
15
14
13
12
0
10
20
30
40
50
60
70

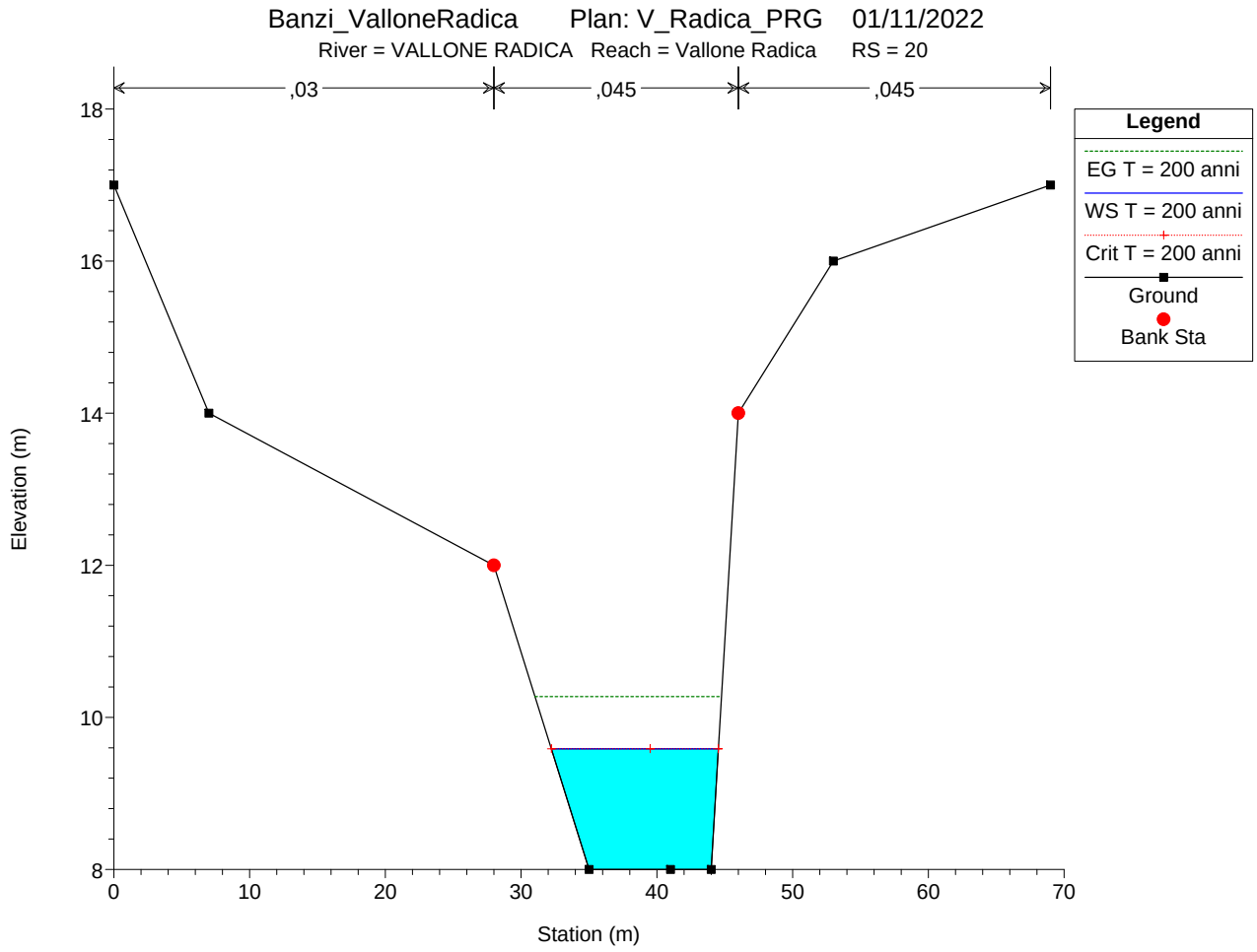

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 28
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
Crit T = 200 anni
WS T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
20
18
16
14
12
10
0
10
20
30
40
50
60
70
80

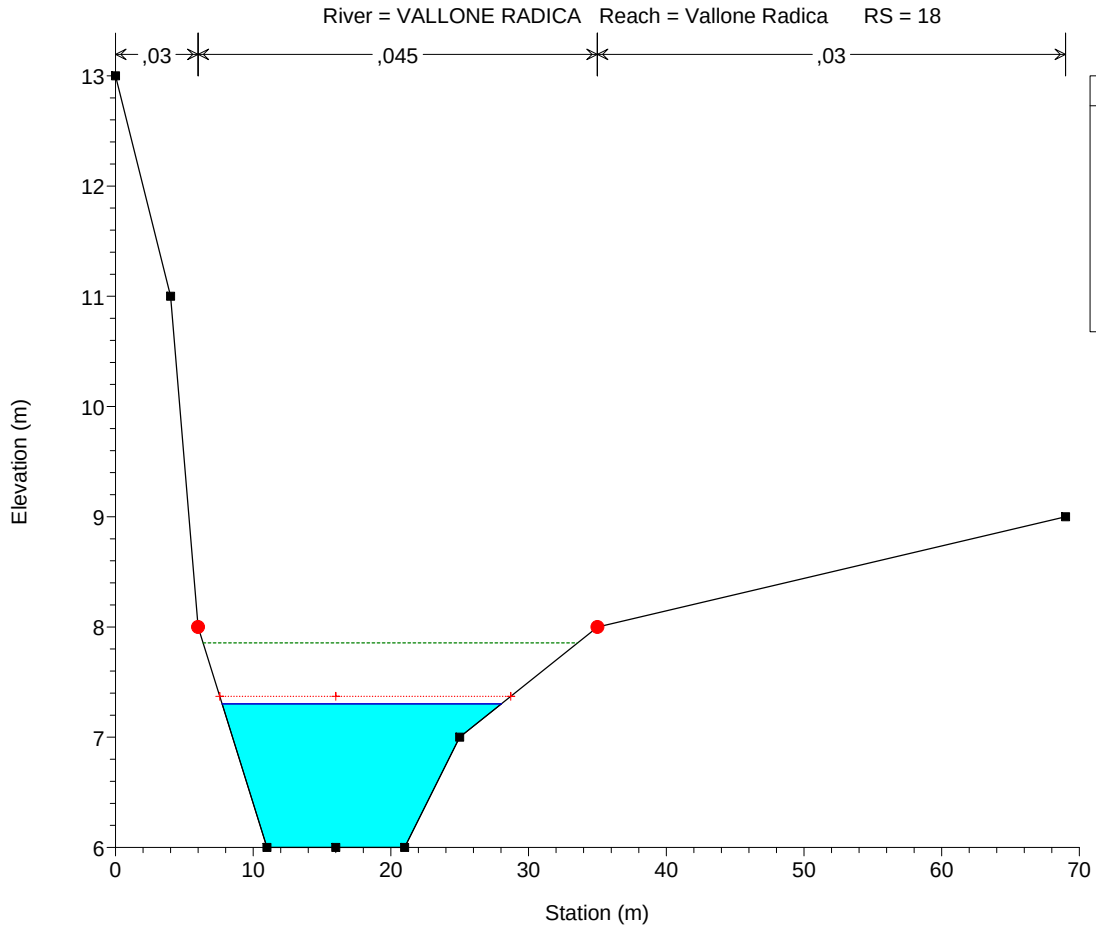

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 26
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
25
20
15
10
0
20
40
60
80
100

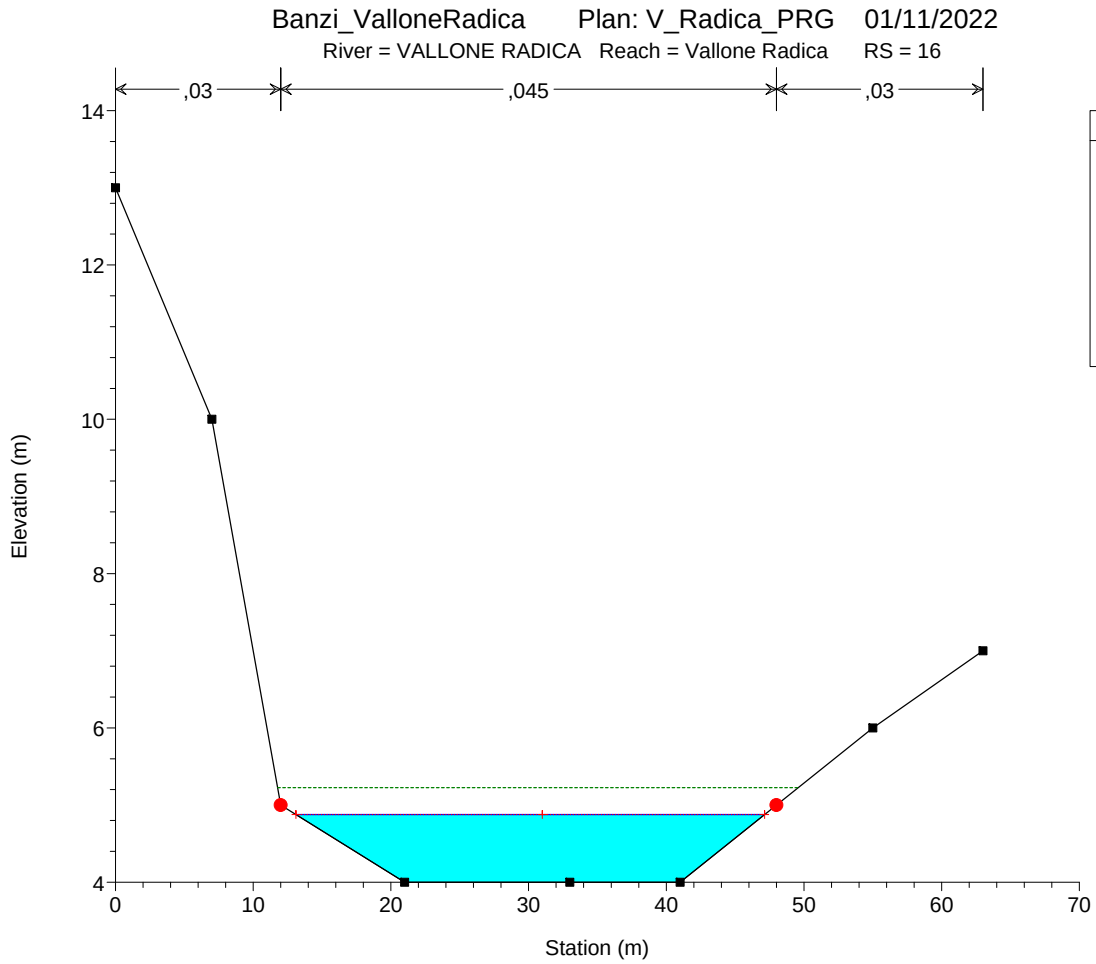

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 25 BR Ponte Strada Comunale
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
25
20
15
10
0
20
40
60
80
100

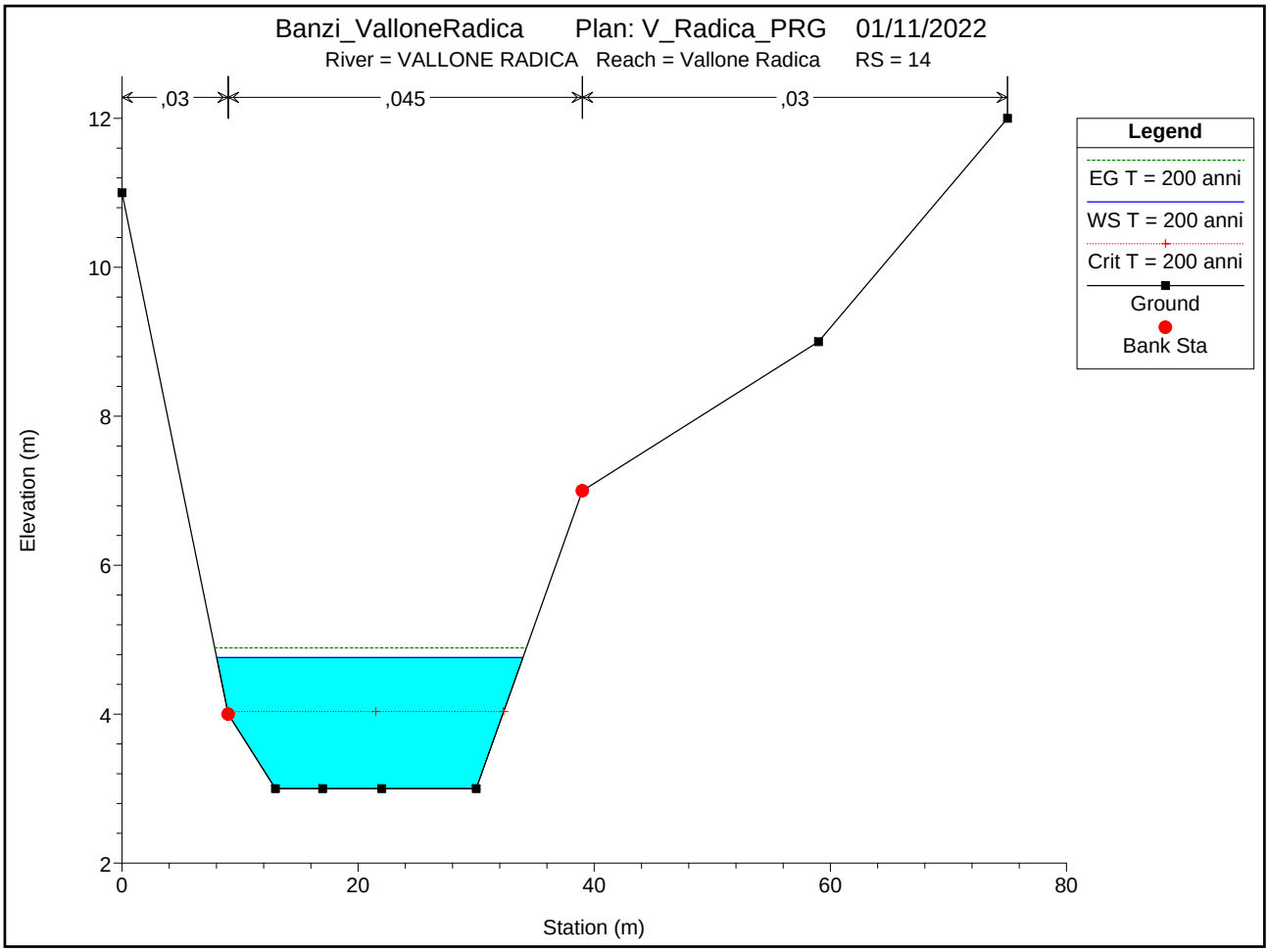

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 25 BR Ponte Strada Comunale
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
Crit T = 200 anni
WS T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
16
14
12
10
8
0
20
40
60
80

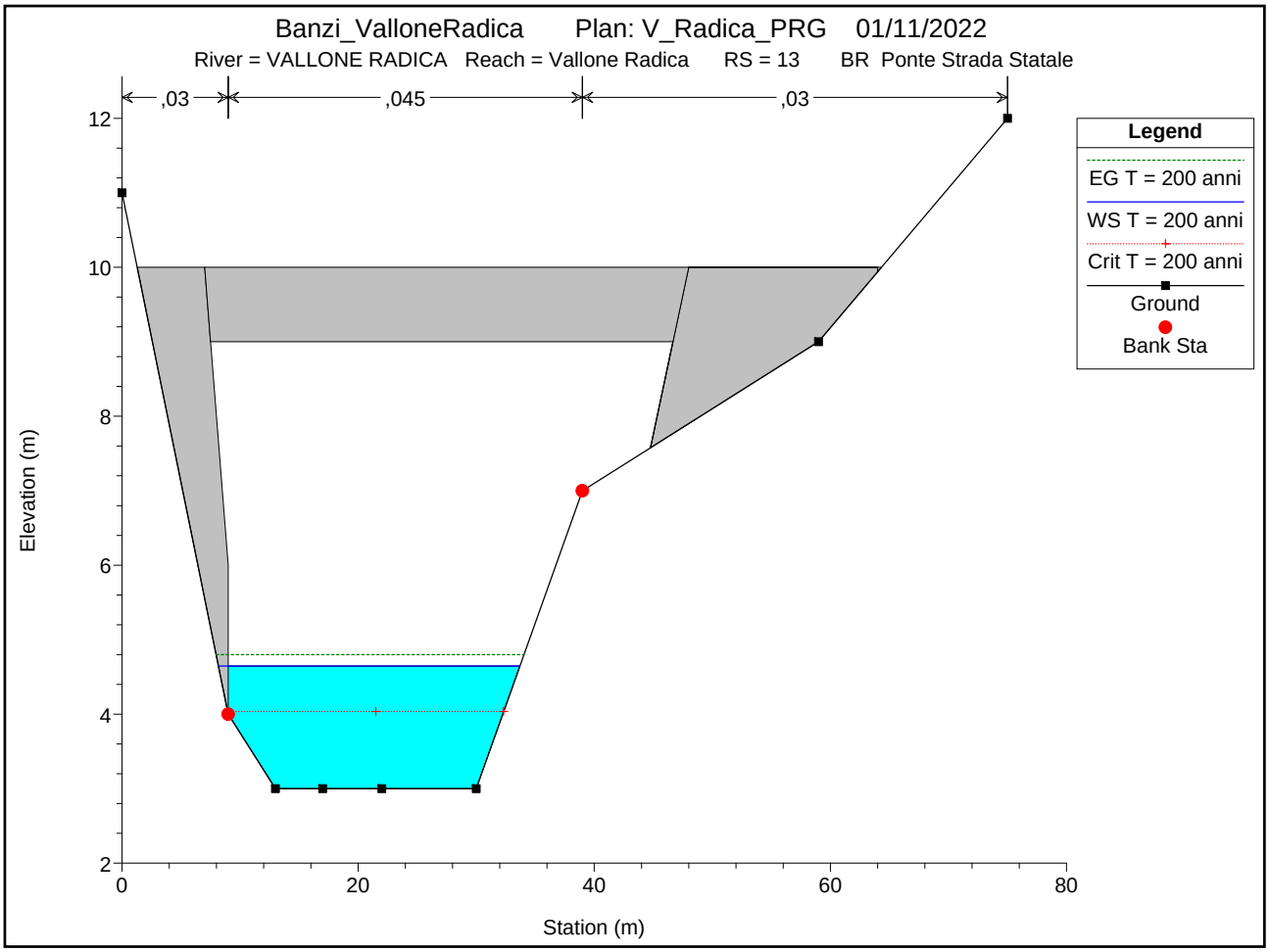

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 22
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
16
14
12
10
8
0
20
40
60
80

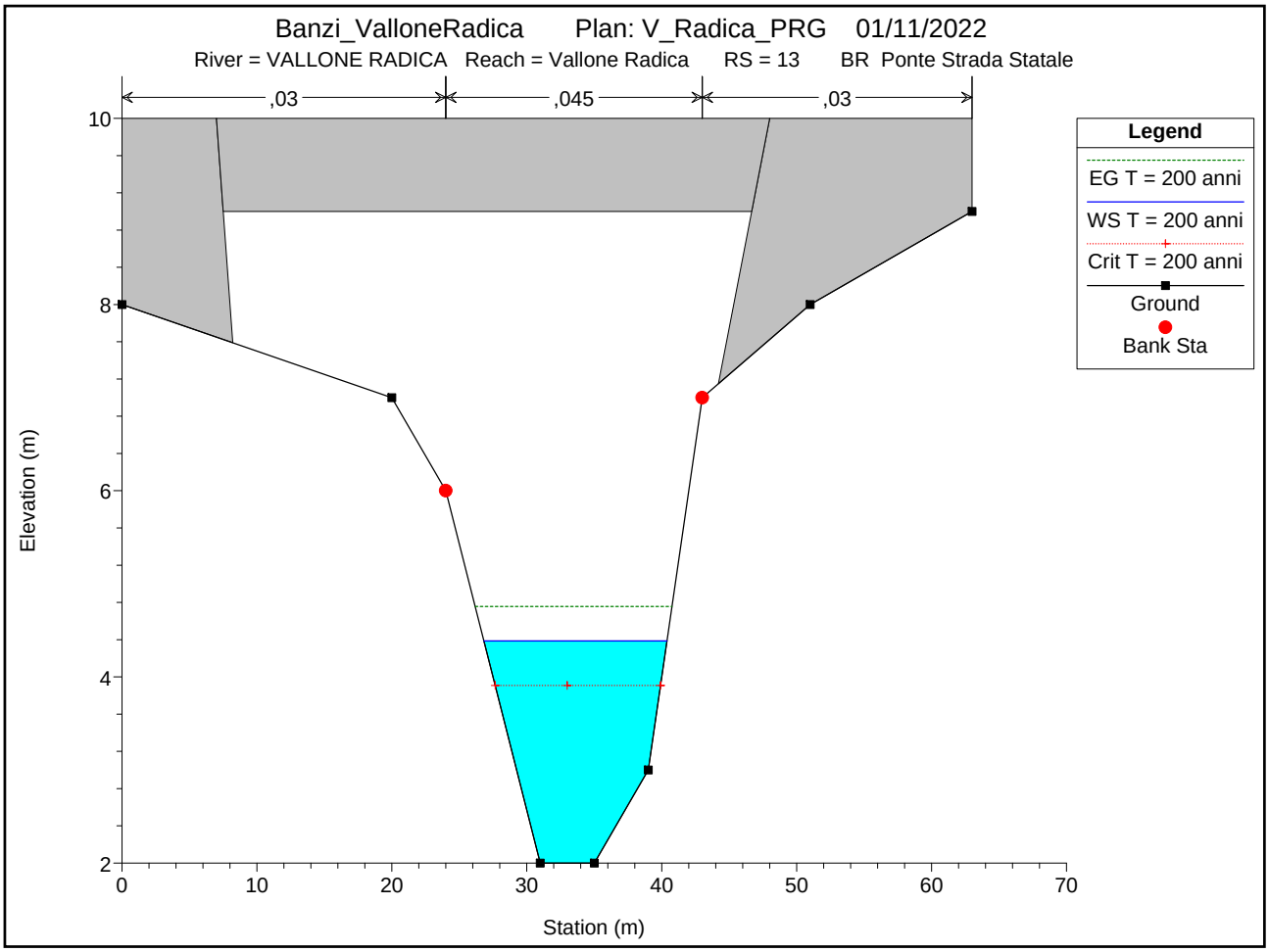

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 20
,03
,045
,045
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
16
14
12
10
8
0
10
20
30
40
50
60
70

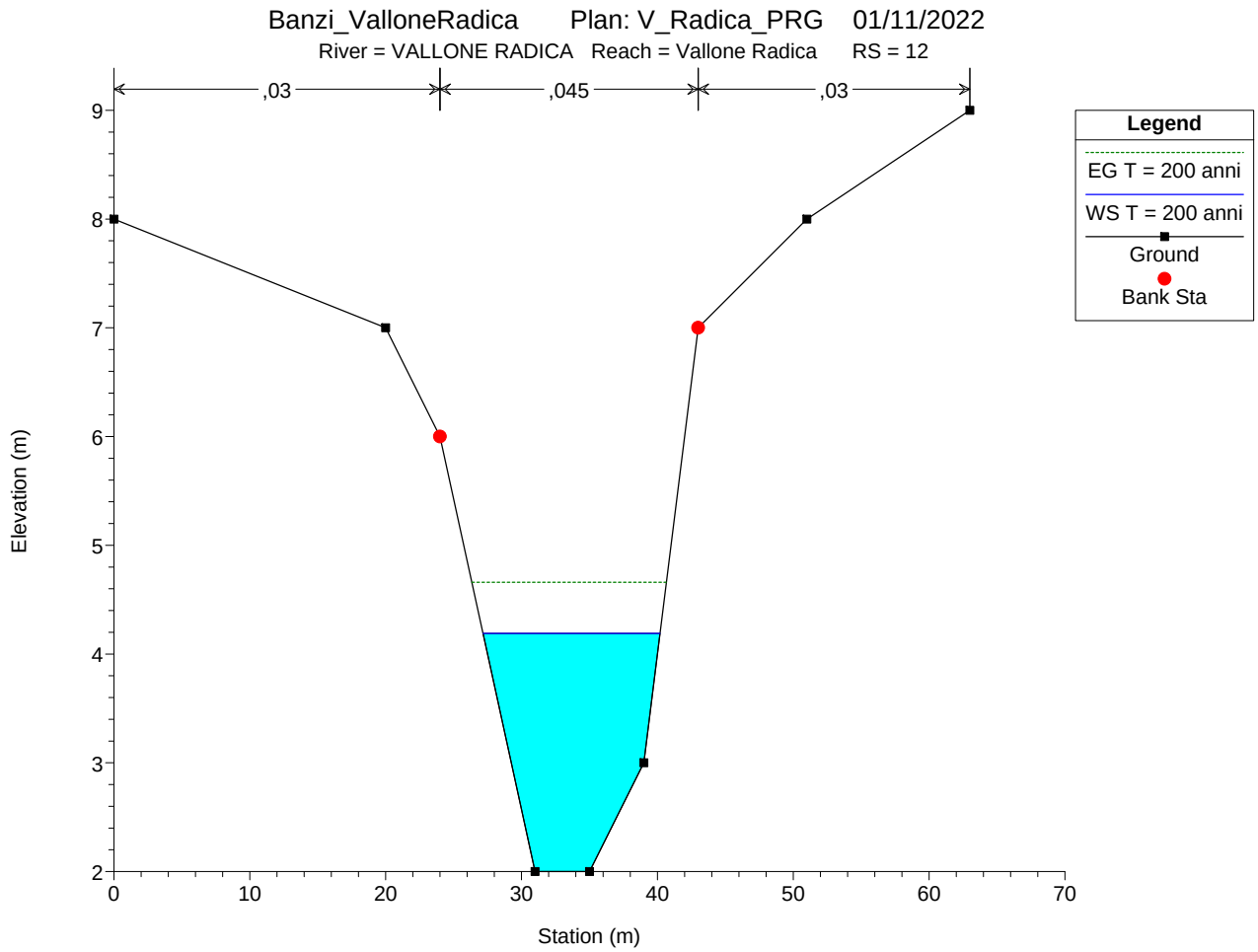

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 18
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
Crit T = 200 anni
WS T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

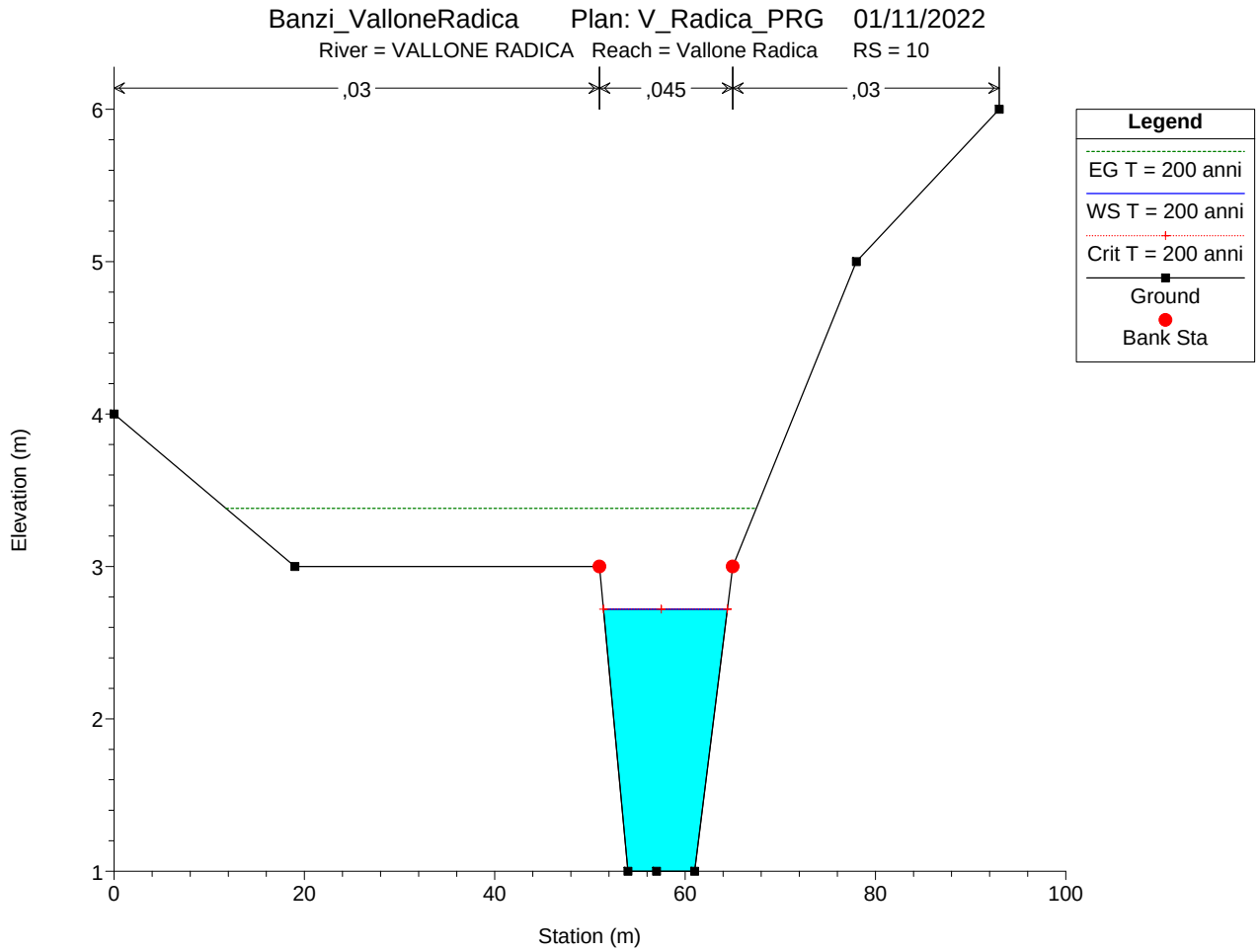

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 16
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

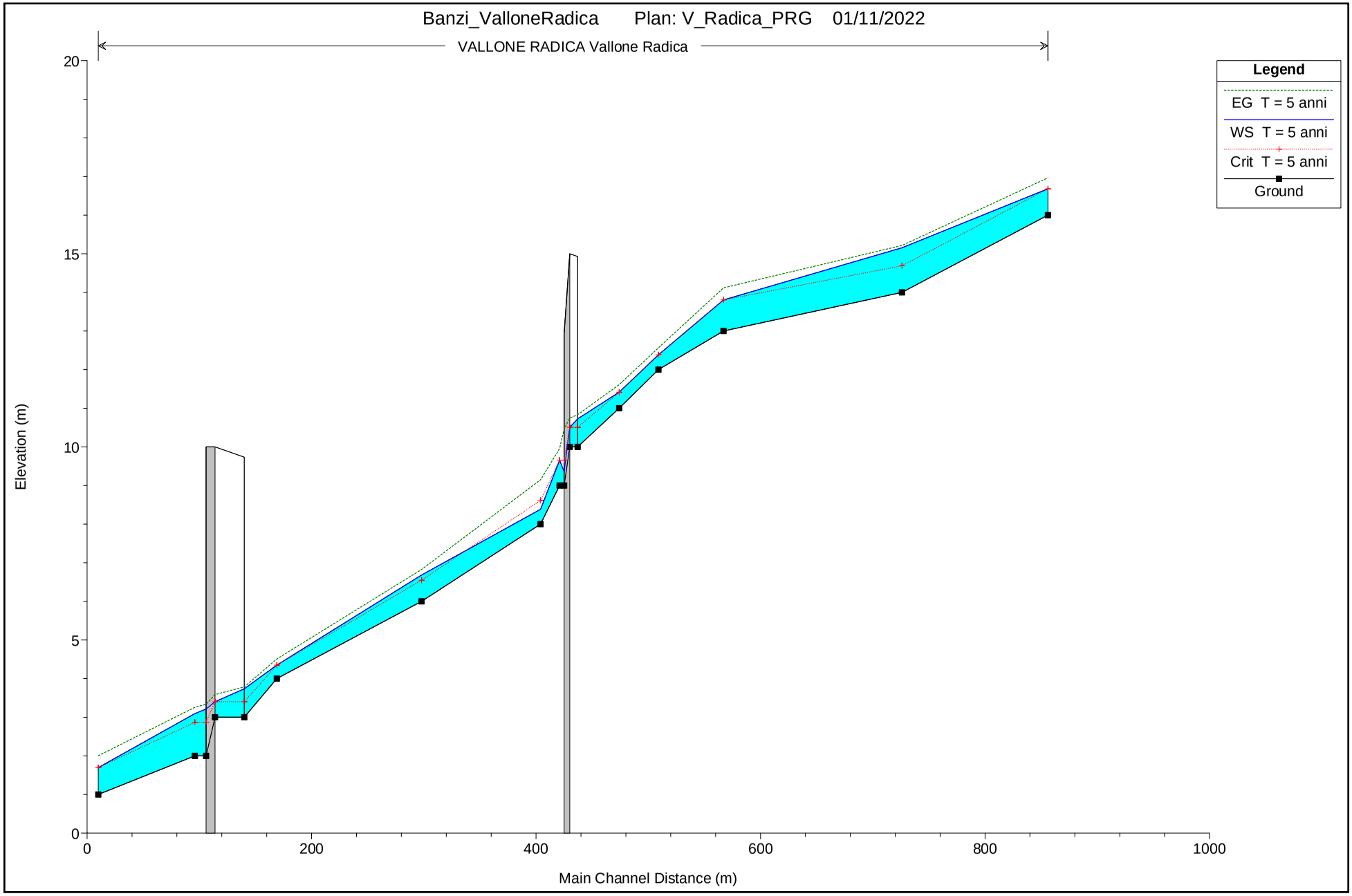

Banzi_ValloneRadica
Plan: V_Radica_PRG
01/11/2022
River = VALLONE RADICA
Reach = Vallone Radica
RS = 14
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
12
10
8
6
4
2
0
20
40
60
80


Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 13 BR Ponte Strada Statale
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
12
10
8
6
4
2
0
20
40
60
80


Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 13 BR Ponte Strada Statale
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
10
8
6
4
2
0
10
20
30
40
50
60
70

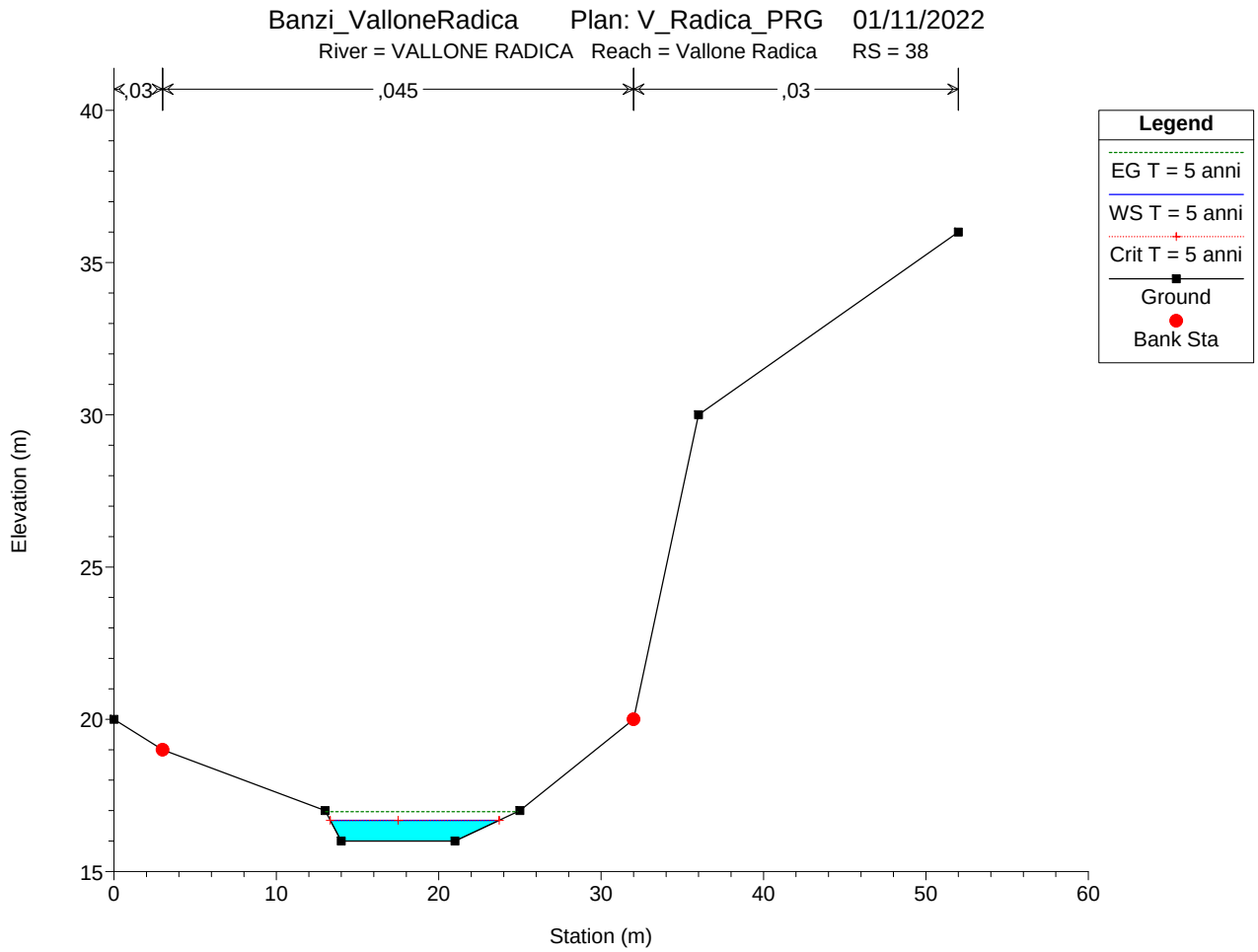

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 12
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

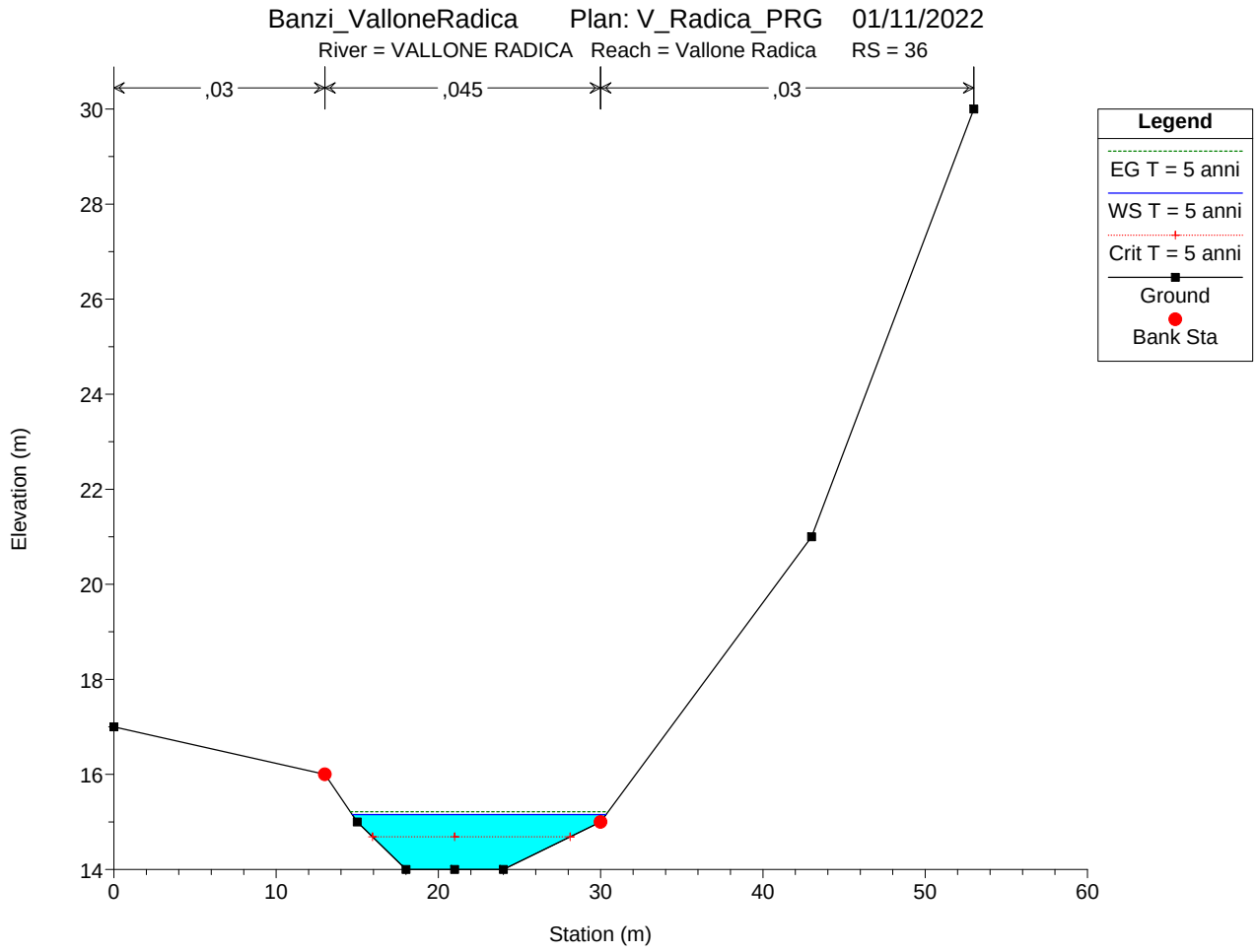

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 10
,03
,045
,03
Legend
EG T = 200 anni
WS T = 200 anni
Crit T = 200 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

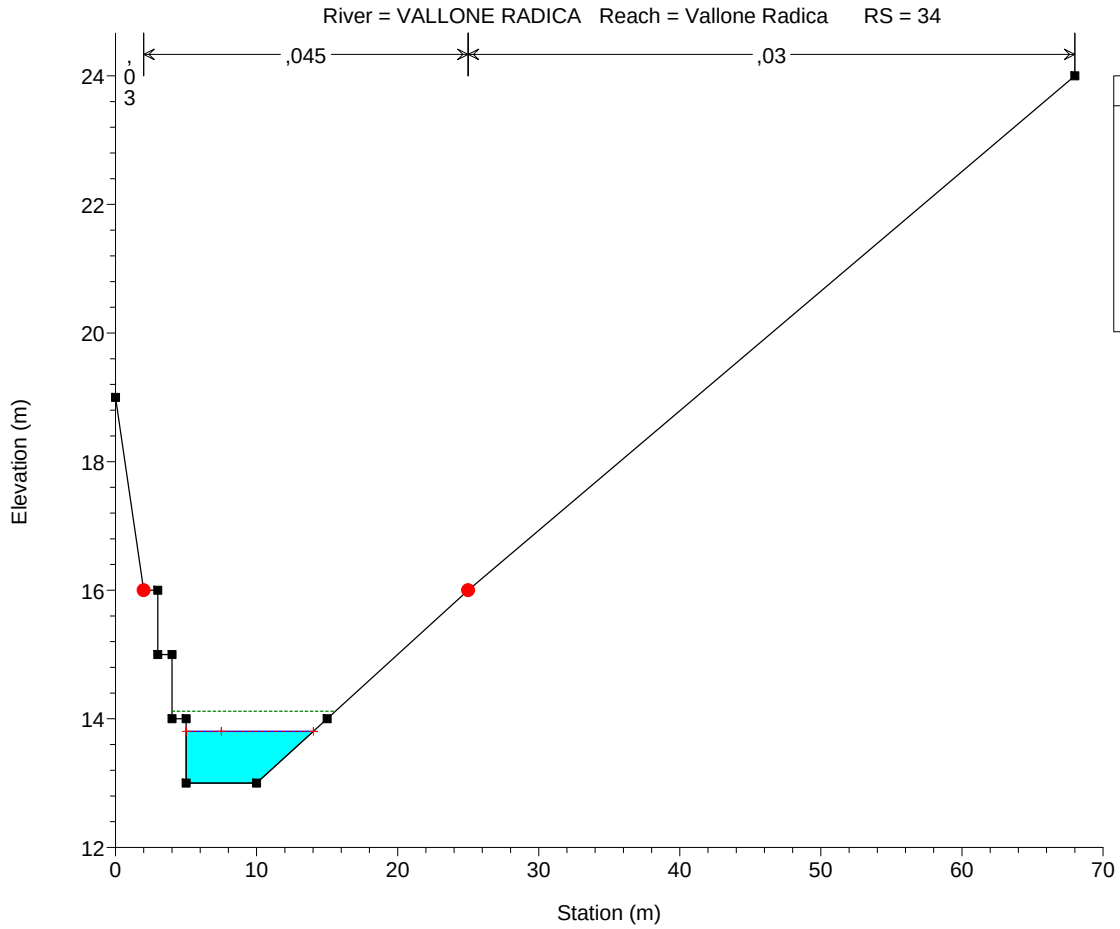

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
VALLONE RADICA Vallone Radica
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
0
5
10
15
20
0
200
400
600
800
1000

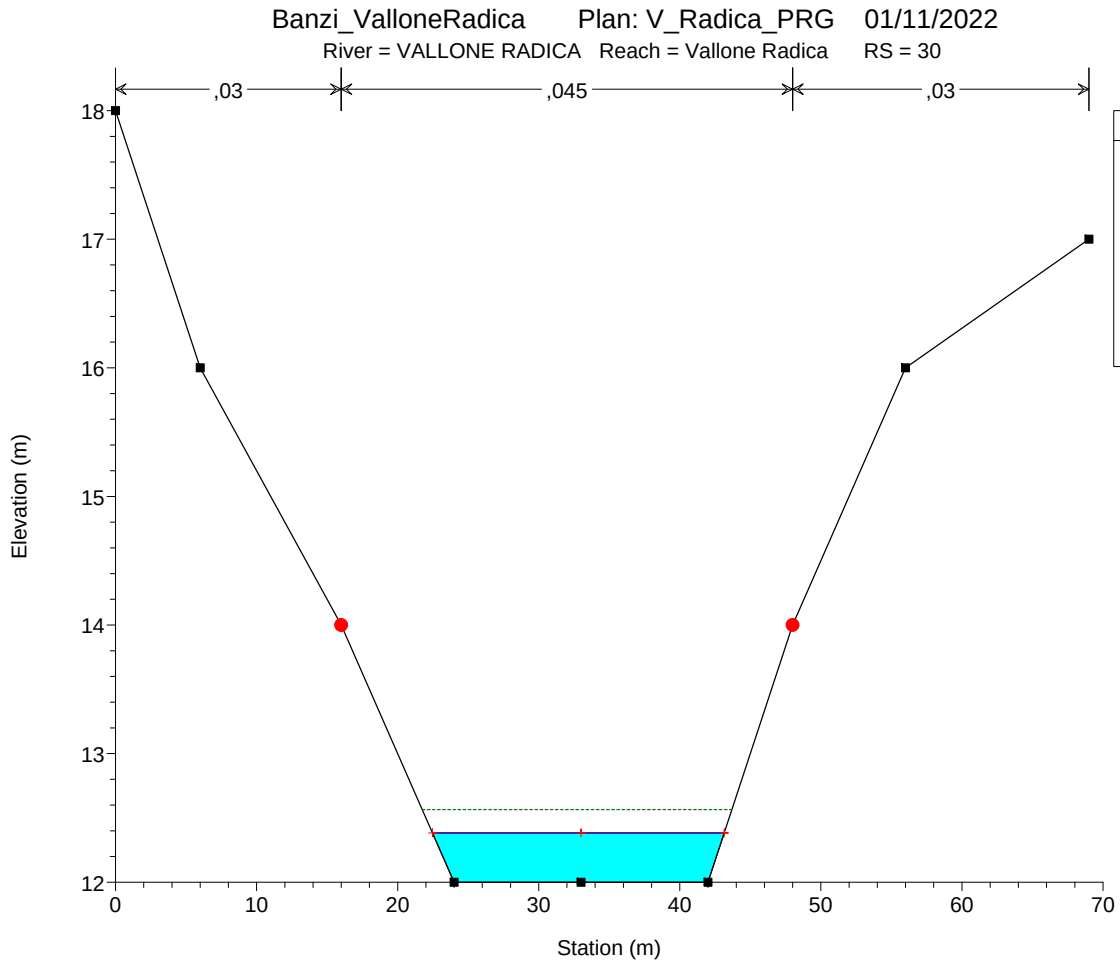
HEC-RAS Plan: V_Radica_PRG River: VALLONE RADICA Reach: Vallone Radica Profile: T = 5 anni

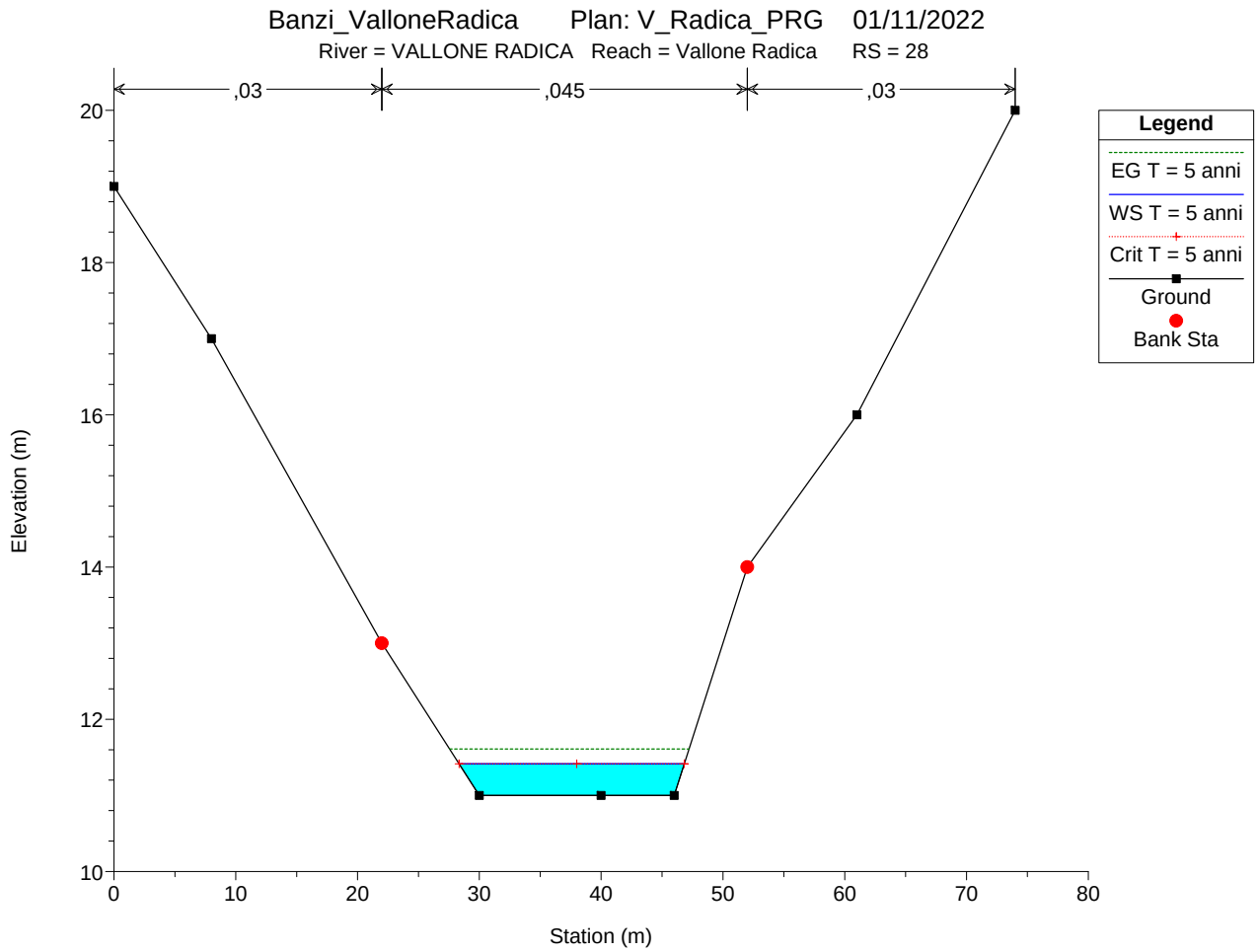
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Vallone Radica	38	T = 5 anni	14,00	16,00	16,68	16,68	16,97	0,025071	2,36	5,93	10,40	1,00
Vallone Radica	36	T = 5 anni	14,00	14,00	15,15	14,69	15,22	0,003115	1,09	12,87	15,64	0,38
Vallone Radica	34	T = 5 anni	14,00	13,00	13,81	13,81	14,12	0,026298	2,48	5,65	9,03	1,00
Vallone Radica	30	T = 5 anni	14,00	12,00	12,38	12,38	12,57	0,028486	1,89	7,42	20,69	1,01
Vallone Radica	28	T = 5 anni	14,00	11,00	11,41	11,41	11,61	0,027782	1,96	7,16	18,49	1,00
Vallone Radica	26	T = 5 anni	14,00	10,00	10,73	10,51	10,83	0,007785	1,47	9,55	14,32	0,57
Vallone Radica	25		Bridge									
Vallone Radica	22	T = 5 anni	14,00	9,00	9,66	9,66	9,96	0,025092	2,43	5,76	9,53	1,00
Vallone Radica	20	T = 5 anni	14,00	8,00	8,38	8,61	9,15	0,120993	3,87	3,61	9,80	2,04
Vallone Radica	18	T = 5 anni	14,00	6,00	6,68	6,55	6,83	0,012117	1,68	8,34	14,43	0,71
Vallone Radica	16	T = 5 anni	14,00	4,00	4,35	4,35	4,51	0,029409	1,75	7,99	25,61	1,00
Vallone Radica	14	T = 5 anni	14,00	3,00	3,74	3,40	3,79	0,003490	0,99	14,21	21,60	0,39
Vallone Radica	13		Bridge									
Vallone Radica	12	T = 5 anni	14,00	2,00	3,09	2,87	3,26	0,009640	1,79	7,80	10,01	0,65
Vallone Radica	10	T = 5 anni	14,00	1,00	1,70	1,70	2,00	0,024716	2,44	5,73	9,44	1,00

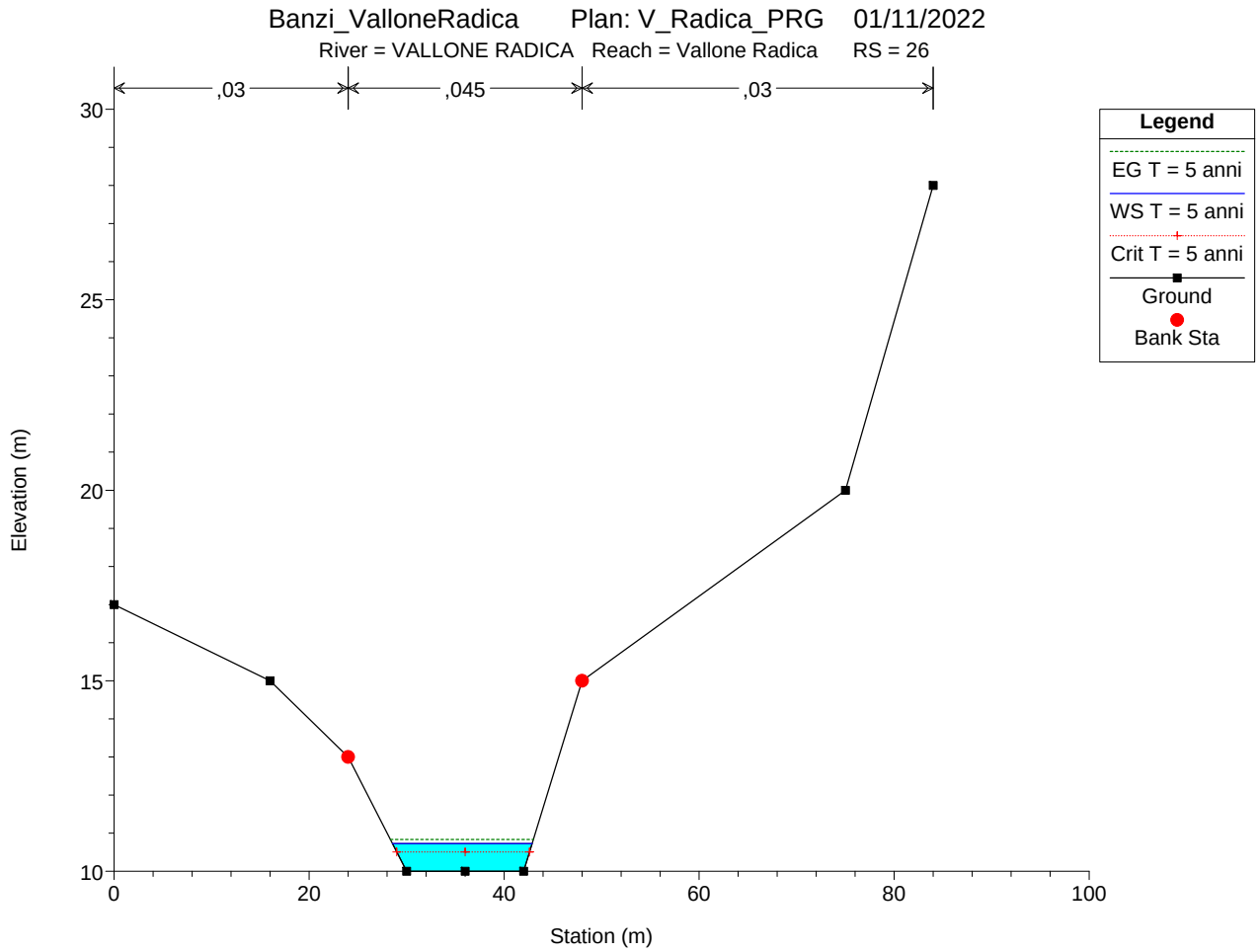

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 38
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
40
35
30
25
20
15
0
10
20
30
40
50
60

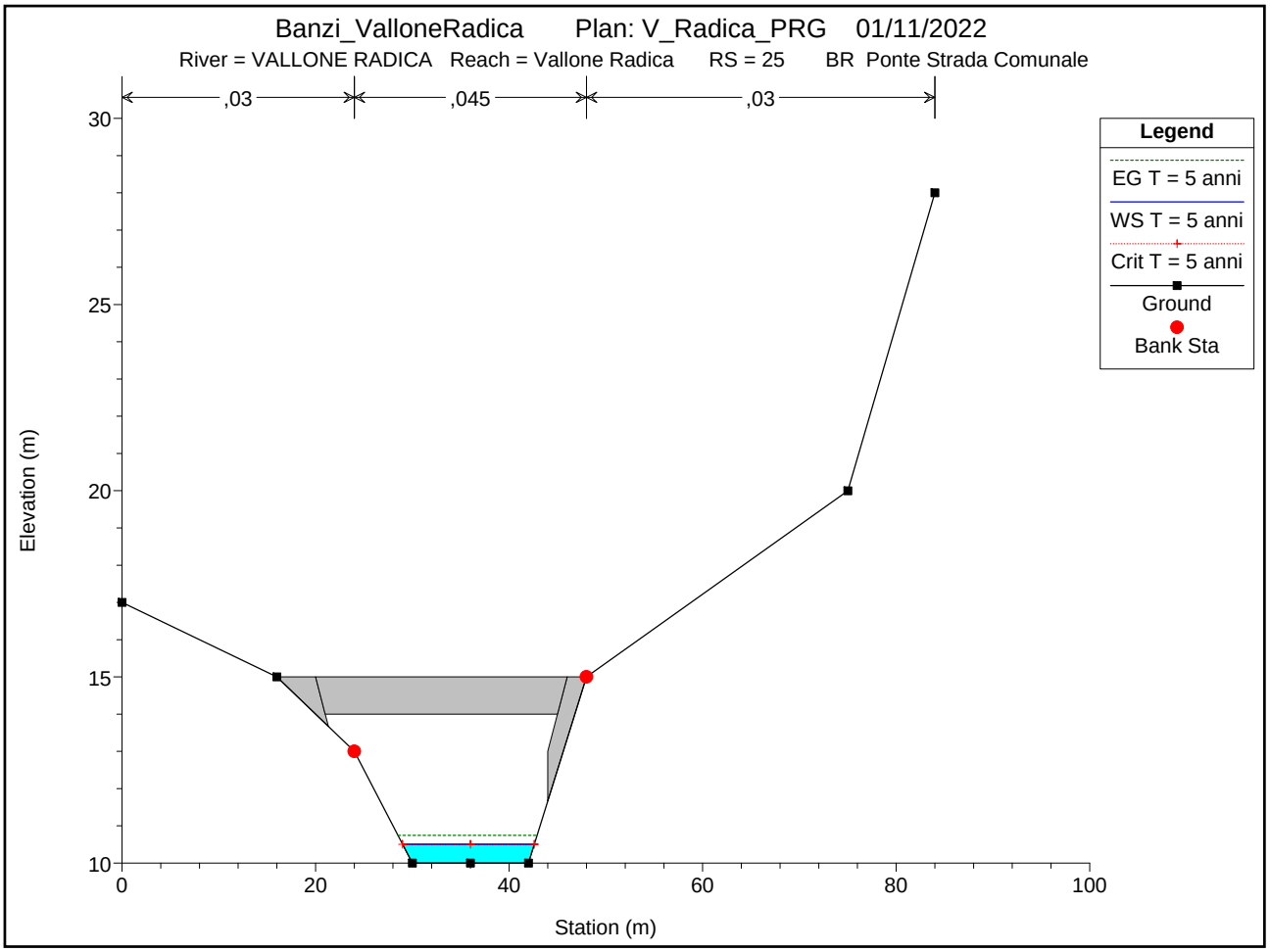

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 36
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
28
26
24
22
20
18
16
14
0
10
20
30
40
50
60

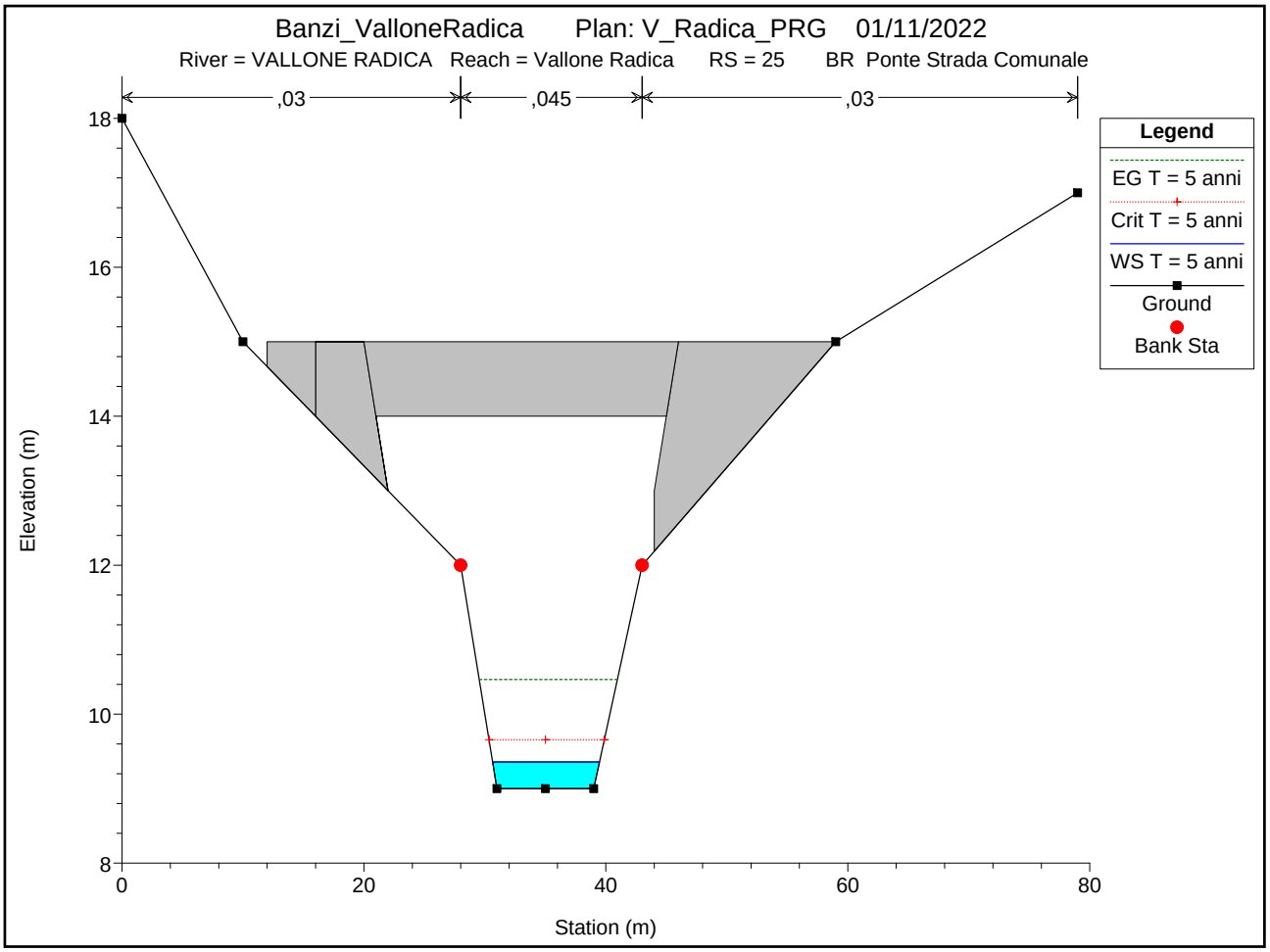

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 34
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
12
14
16
18
20
22
24
0
10
20
30
40
50
60
70

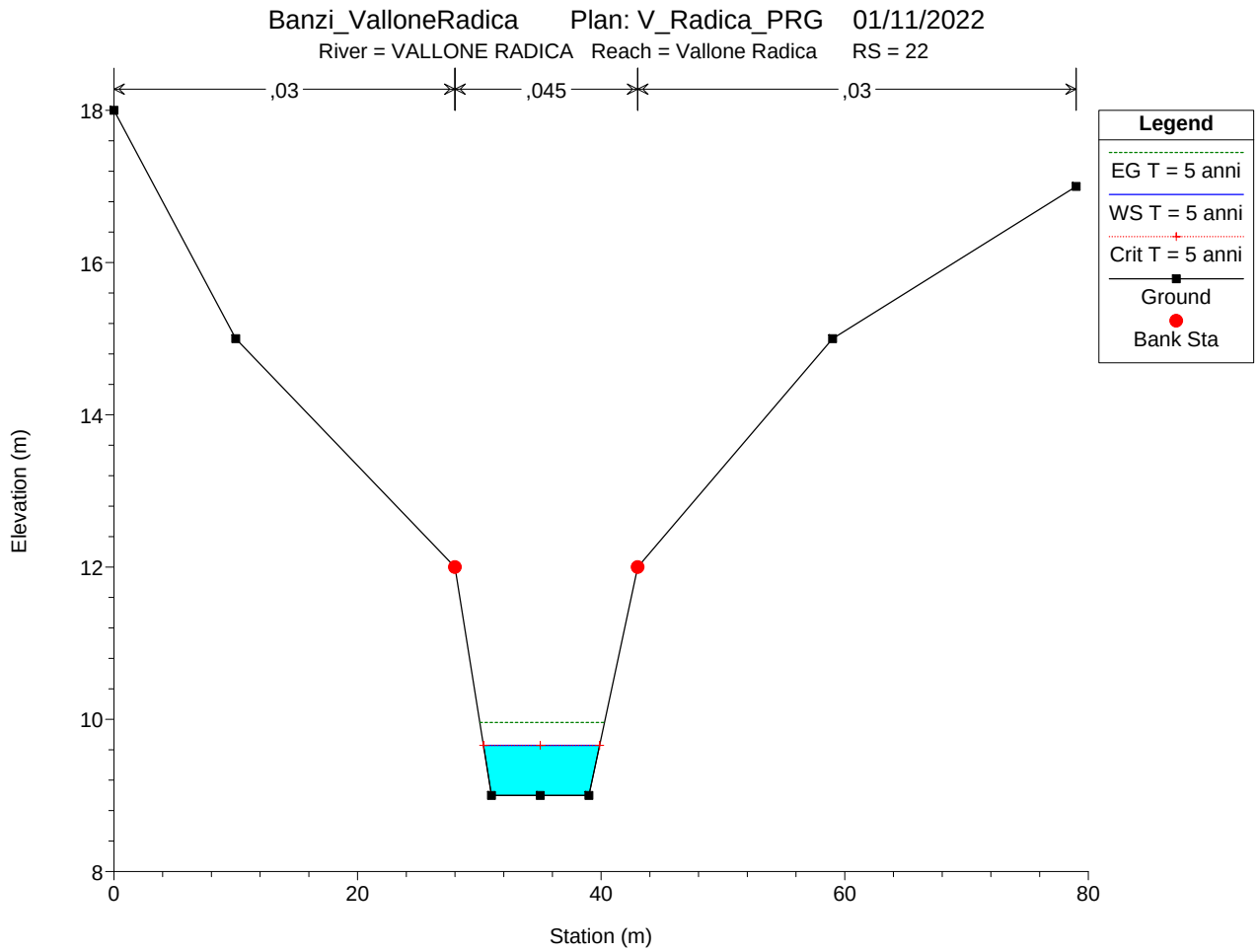

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 30
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
12
13
14
15
16
17
18
0
10
20
30
40
50
60
70

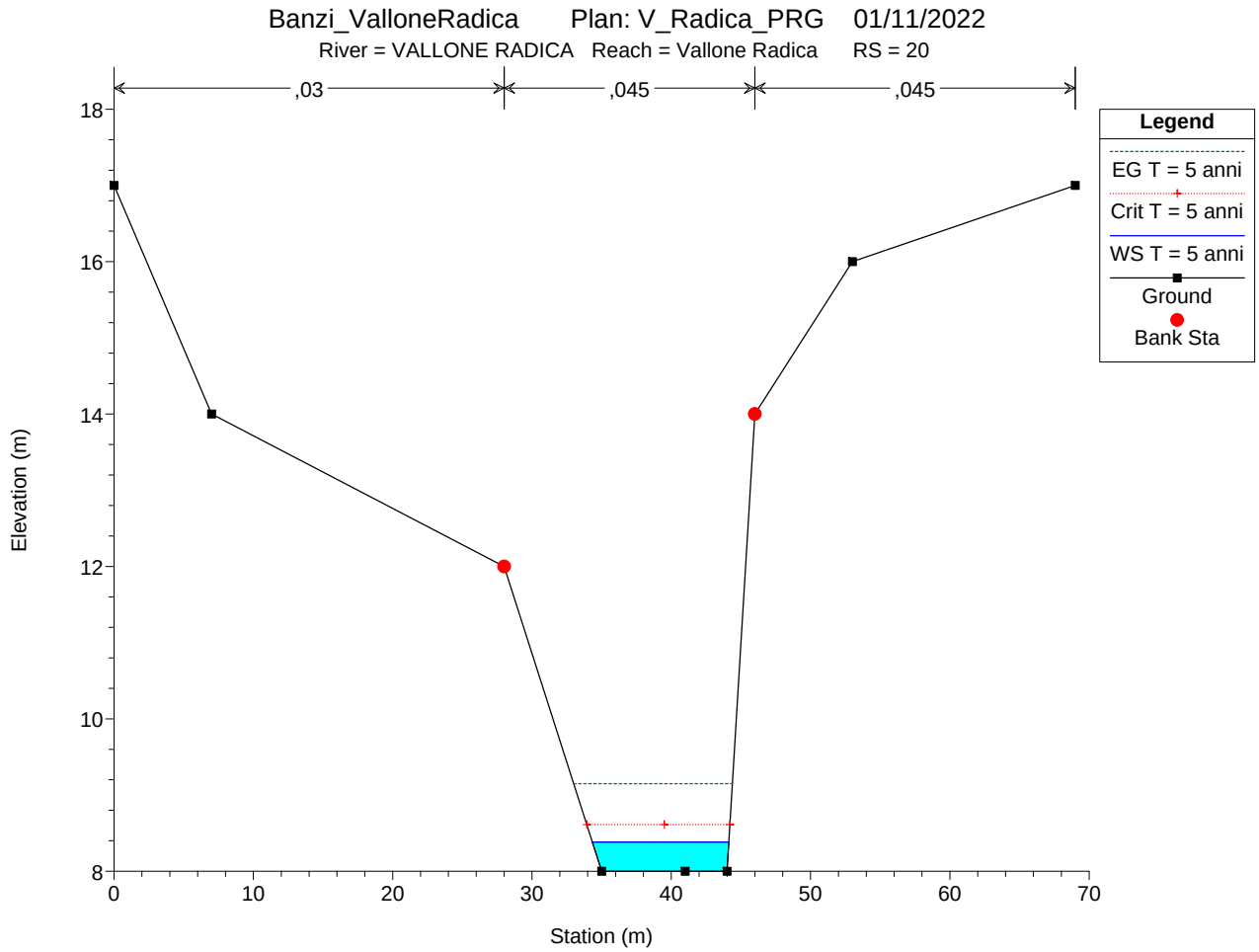

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 28
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
20
18
16
14
12
10
0
10
20
30
40
50
60
70
80

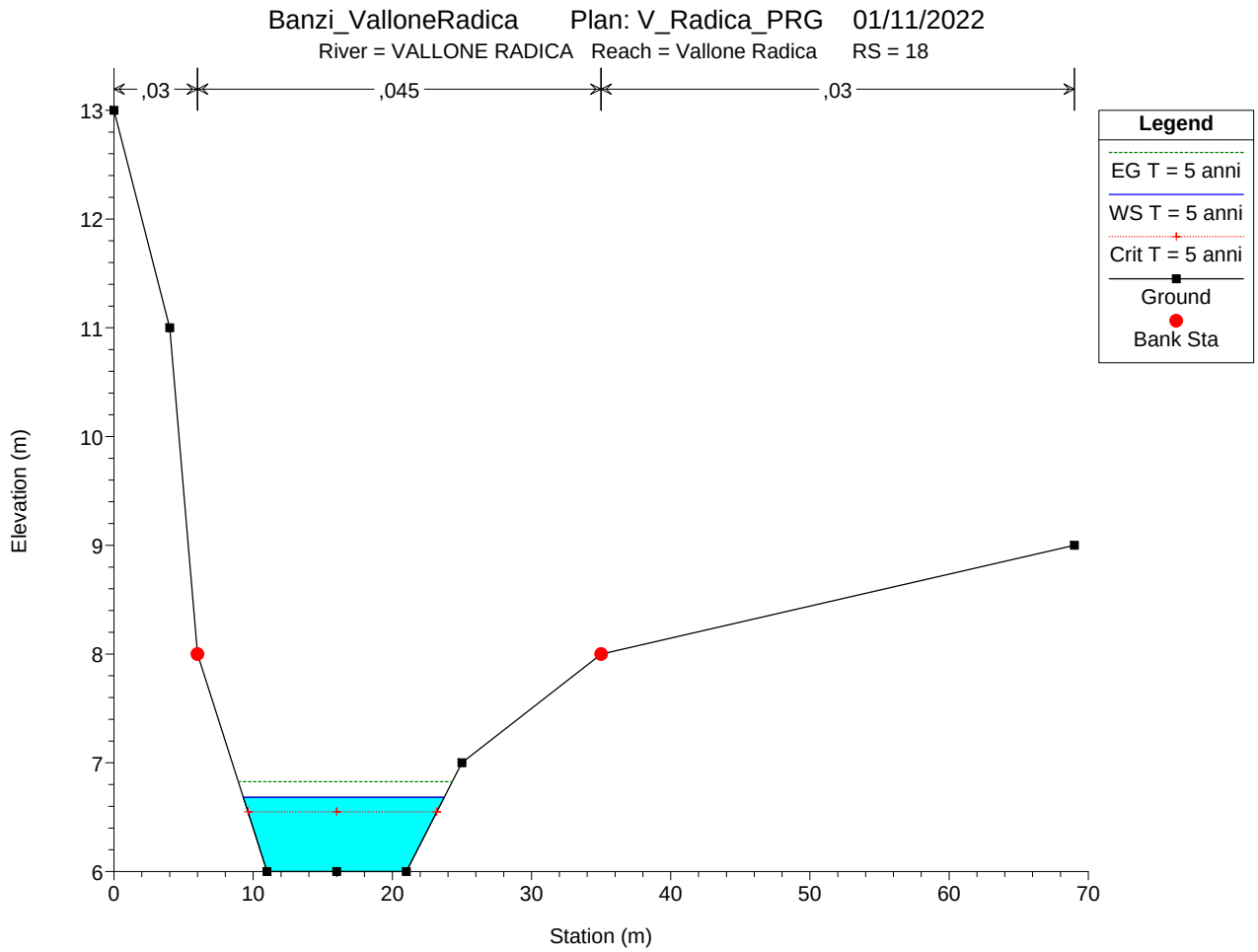

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 26
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
25
20
15
10
0
20
40
60
80
100

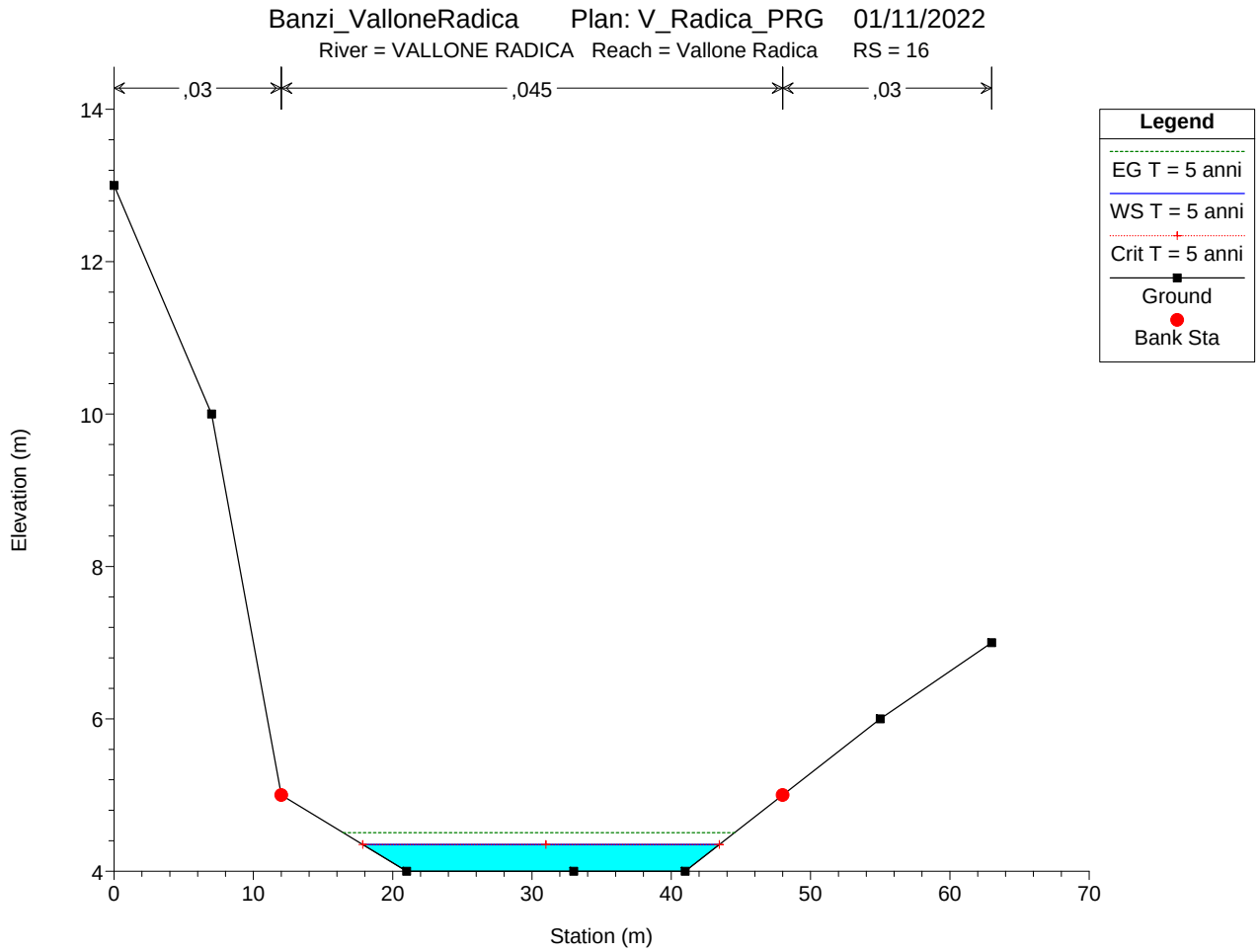

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 25 BR Ponte Strada Comunale
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
30
25
20
15
10
0
20
40
60
80
100

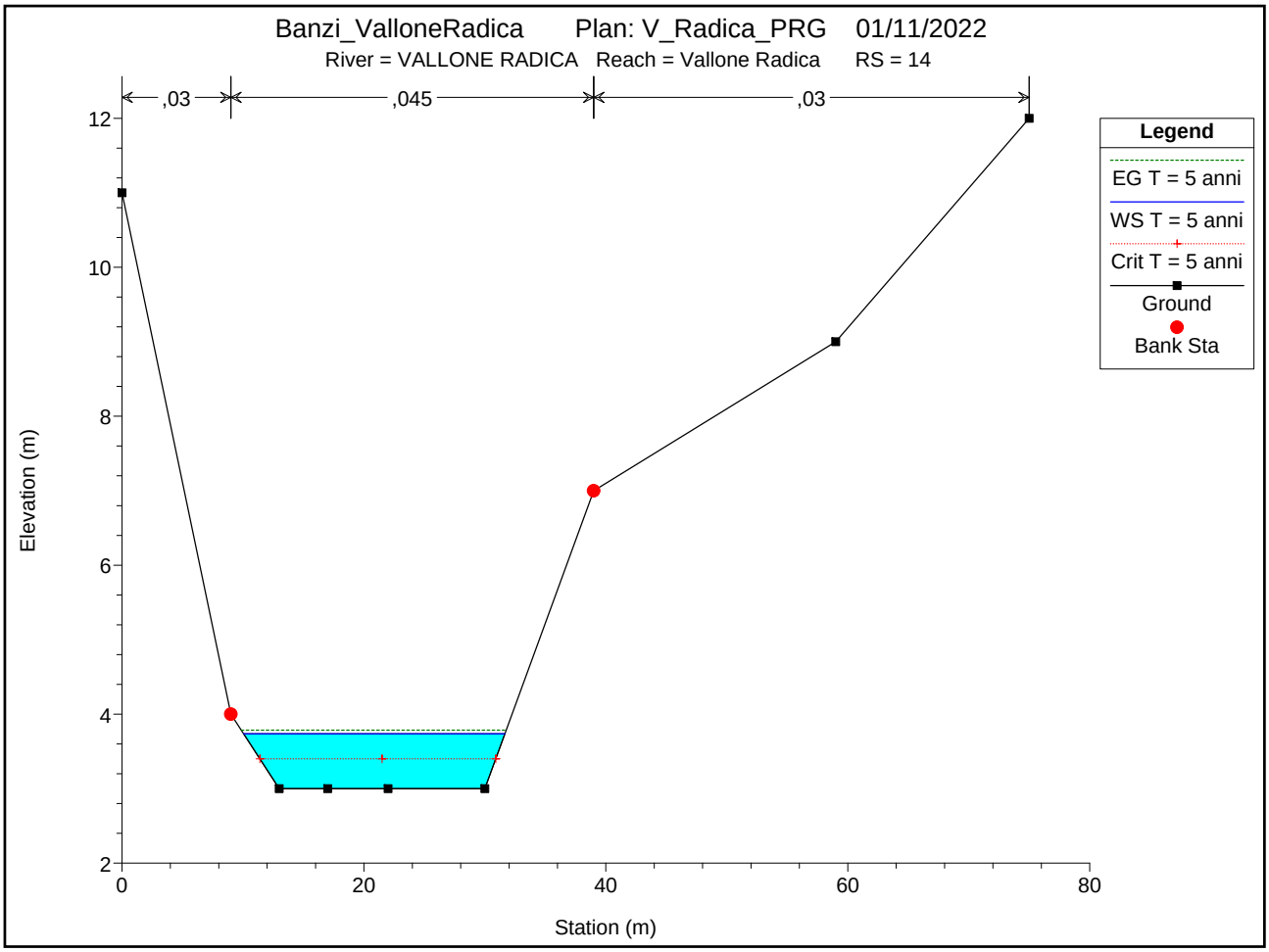

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 25 BR Ponte Strada Comunale
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
Crit T = 5 anni
WS T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
16
14
12
10
8
0
20
40
60
80

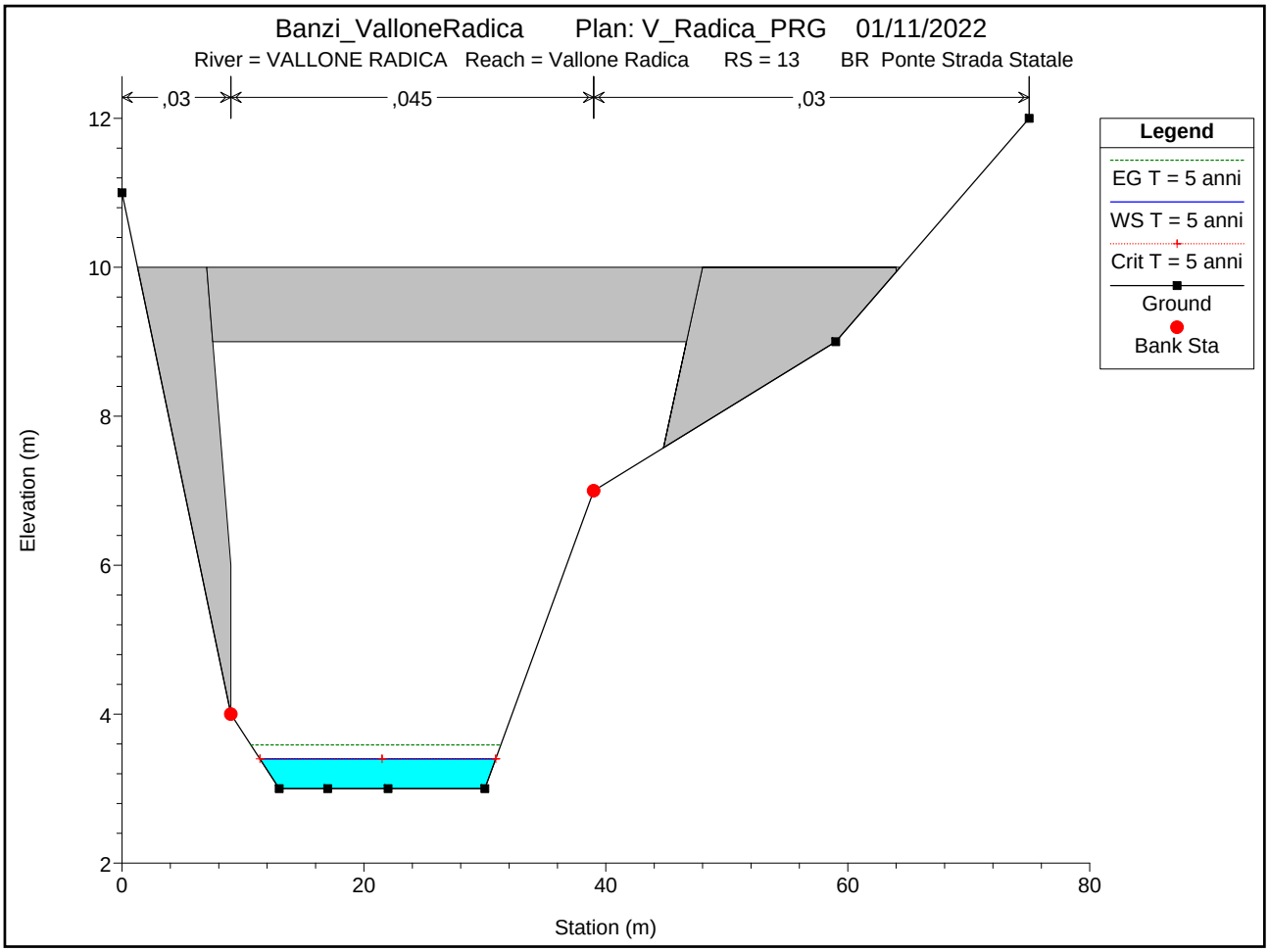

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 22
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
16
14
12
10
8
0
20
40
60
80

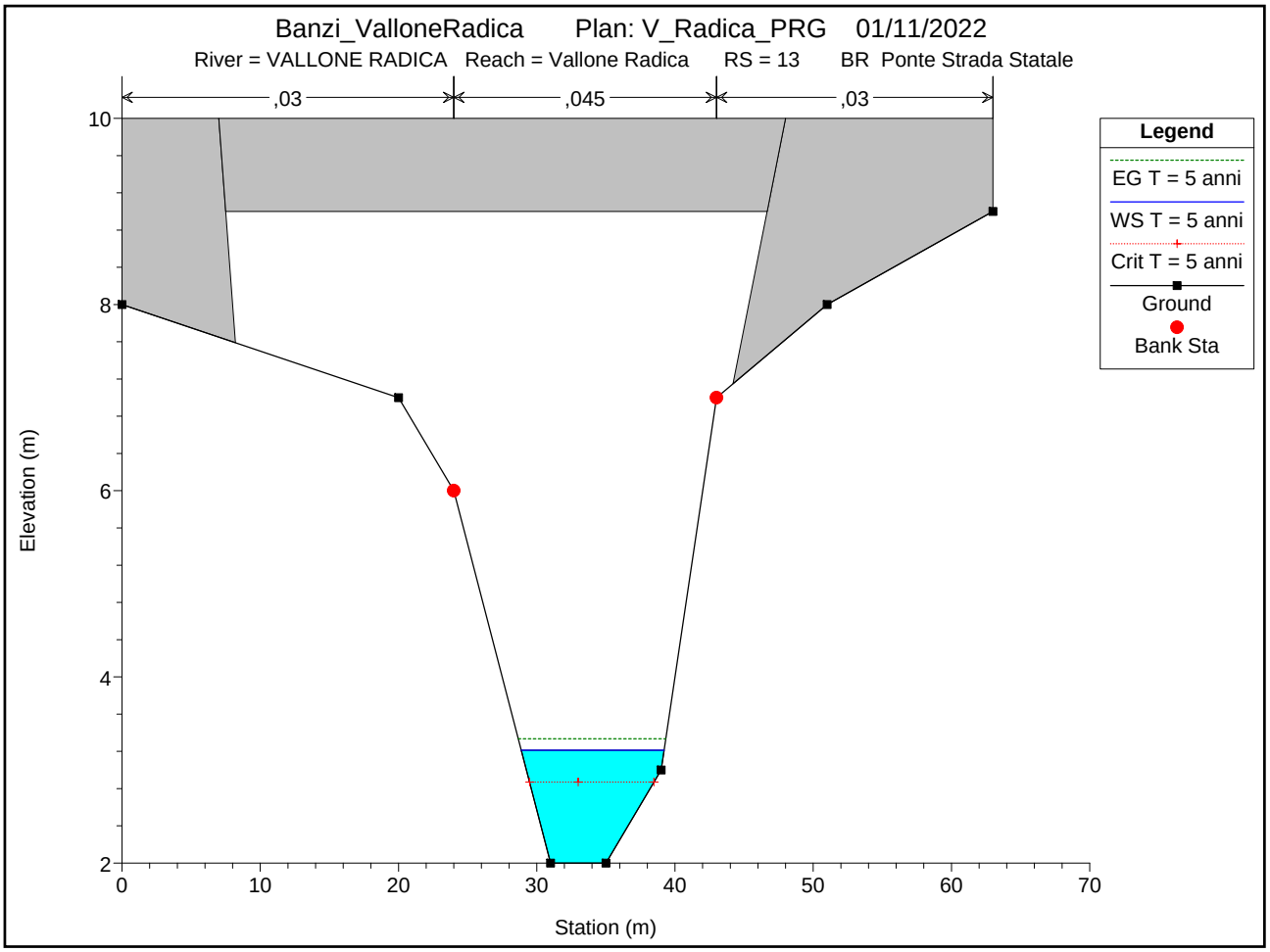

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 20
,03
,045
,045
Legend
EG T = 5 anni
Crit T = 5 anni
WS T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
18
16
14
12
10
8
0
10
20
30
40
50
60
70

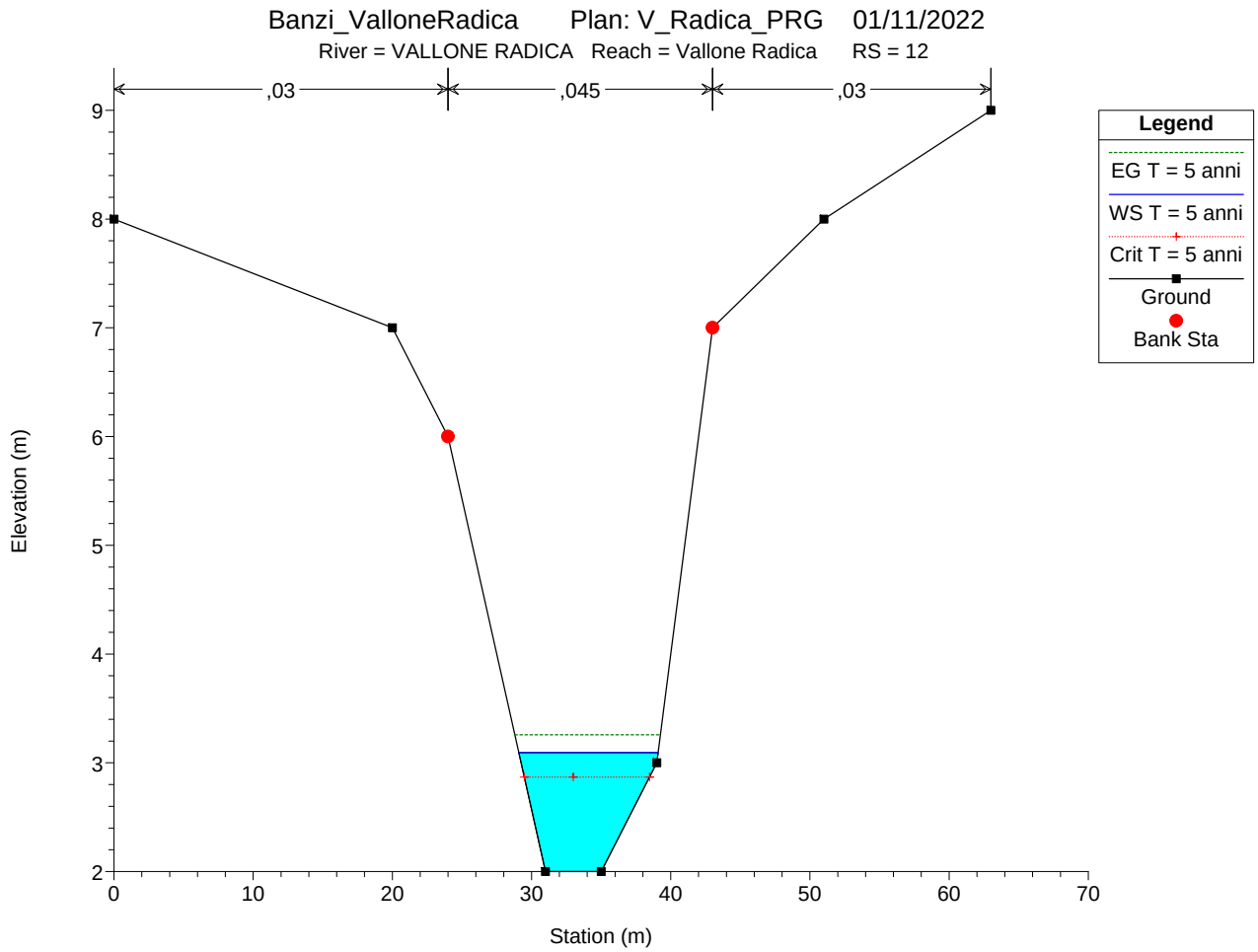

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 18
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

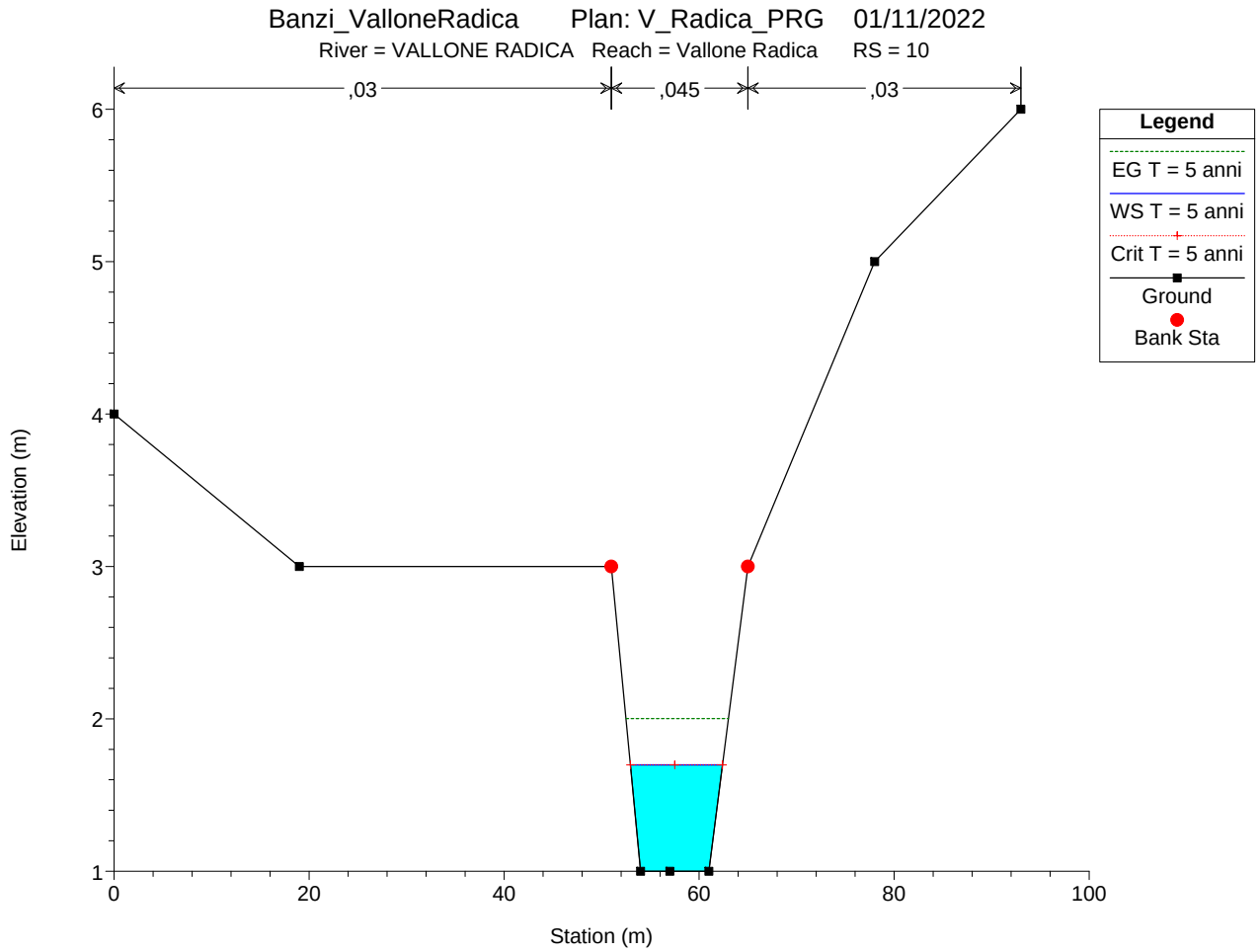

Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 16
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 14
,03
,045
,03
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta


Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 13 BR Ponte Strada Statale
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
12
10
8
6
4
2
0
20
40
60
80


Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 13 BR Ponte Strada Statale
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
10
8
6
4
2
0
10
20
30
40
50
60
70


Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 12
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Banzi_ValloneRadica Plan: V_Radica_PRG 01/11/2022
River = VALLONE RADICA Reach = Vallone Radica RS = 10
,03
,045
,03
Legend
EG T = 5 anni
WS T = 5 anni
Crit T = 5 anni
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

Comune di Banzi (PZ)

Sistemazione idrogeologica Versante 'Grotte di Notargiacomo'

Verifica al trascinamento della Protezione spondale (Gabbioni)

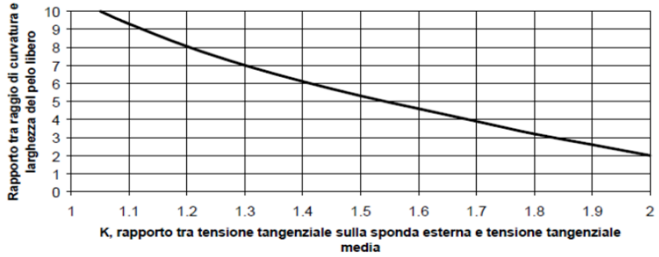
Sezione	34

$$\tau_b = \gamma_w \times R \times i_f$$

$$\tau_m = K \times 0{,}75 \times \gamma_w \times R \times i_f$$

Tensioni agenti [kg / mq]

h_c	B	θ_1	θ_2	R	i_f	γ_w	K	τ_b	τ_m
1,81	5	80	11	1,09	0,015	1000	2,0	**16,35**	**24,53**



Tensione tangenziale limite sul fondo rivestito di gabbioni

d_m	C*	γ_s	γ_w	τ_c	τ_{lim}
0,127	0,10	1800	1000	72,78	87,34

$$\tau_c = C^* \times (\gamma_s - \gamma_w) \times d_m$$

Tensione tangenziale limite sulla sponda rivestita con gabbioni

φ	θ_1	θ_{1eff}	τ_{lim}	τ_s
41	80	39	87,34	67,18

$$\tau_s = \tau_c \times \sqrt{1 - \frac{sin^2\vartheta}{sin^2\varphi}}$$

Table 3 | Allowable shear stress of Reno® mattress plus and gabion box PoliMac™

Thickness m (in)	d_{50} m (in)	Uniformity coefficient - C_u	Allowable shear stress* Pa (psf)
0.17 (6)	0.083 (3.3)	1.00	402 (8.4)
0.17 (6)	0.095 (3.7)	1.50	355 (7.4)
0.17 (6)	0.095 (3.7)	1.00	**445 (9.3)**
0.17 (6)	0.102 (4.0)	1.50	371 (7.7)
0.23 (9)	0.083 (3.3)	1.00	482 (10.1)
0.23 (9)	0.083 (3.3)	1.50	385 (8)
0.23 (9)	0.095 (3.7)	1.00	**534 (11.2)**
0.23 (9)	0.095 (3.7)	1.50	426 (8.9)
0.23 (9)	0.102 (4)	1.50	445 (9.3)
0.30 (12)	0.083 (3.3)	1.00	576 (12)
0.30 (12)	0.083 (3.3)	1.50	459 (9.6)
0.30 (12)	0.095 (3.7)	1.00	**638 (13.3)**
0.30 (12)	0.095 (3.7)	1.50	509 (10.6)
0.30 (12)	0.102 (4)	1.50	532 (11.1)
≥0.50 (18) gabion box**	0.127 (5)	1.50	714 (14.9)

**Reno® Mattresses Plus are manufactured with 1 m spaced double sided (pleated) diaphragms and have 1 X-Tie per m².*
***Gabion boxes are manufactured with 1 m spaced simple diaphragms and does not have X-Tie.*

Verifiche

Sul fondo

τ_b	τ_{lim}	Verifica al trascinamento
16,35	87,34	***Sezione verficata***

Sulla sponda

τ_m	τ_s	Verifica al trascinamento
24,53	67,18	***Sezione verficata***