



CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335

info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it

e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

TITOLO DEL PROGRAMMA:

REGOLAMENTO UE N. 1305 DEL 13-12-2013 PROGRAMMA SVILUPPO RURALE PSR 2014-2020

MISURA 4 - Investimenti in immobilizzazioni materiali

SOTTOMISURA 4.3 - Investimenti in infrastrutture per lo sviluppo l'ammodernamento e l'adeguamento dell'agricoltura e della silvicoltura, compresi l'accesso ai terreni agricoli e forestali, la ricomposizione e il miglioramento fondiario, l'approvvigionamento e il risparmio di energia e risorse idriche

TIPOLOGIA DI OPERAZIONE 4.3.02 - Investimenti in infrastrutture irrigue

PROGETTO ESECUTIVO

LOCALIZZAZIONE: Comune di BORGONOVO V.T. – Provincia di Piacenza

Regione Emilia Romagna

TITOLO PROGETTO:

CUP: **G42E17000020006**

REALIZZAZIONE DI INVASO AD USO IRRIGUO PRESSO LOC. FABBIANO DI BORGONOVO V.T. NEL DISTRETTO IRRIGUO TIDONE (PC)

CODICE PROGETTO:
2017-PSRR-01

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

TITOLO ELABORATO:

DAM BREAK

DOCUMENTO:
RELAZIONI SPECIALISTICHE

REDATTO DA:



CODICE ELABORATO

SCALA:

DATA:

LIVELLO PROGET:

DOC:

PROGR:

TAV:

REV:

PE

B

9

0

0

-

30-4-2019

D

C

B

A

Revisione:

Descrizione:

Redatto:

Data:

Verificato:

Data:

Approvato:

Data:



Indice

1	Premessa	2
2	Dati di input.....	3
3	Valutazione quantitativa delle conseguenze sulla rete scolante e sul territorio potenzialmente interessato dallo sfioro/scarico in condizioni di emergenza	5
4	Analisi di dam break o di collasso dell'invaso.....	9
	4.1 Risultati delle simulazioni.....	14
5	Procedimento autorizzativo univo di VIA – sintesi delle prescrizioni recepite.....	14

ALLEGATO 1 – RISULTATI SIMULAZIONI IDRODINAMICHE

1 Premessa

Scopo del presente rapporto è lo studio idraulico finalizzato alla valutazione quantitativa delle conseguenze sulla rete scolante e sul territorio potenzialmente interessato dallo sfioro/scarico in condizioni di emergenza e del collasso dei rilevati arginali dell'invaso in progetto in località Fabbiano di Borgonovo Val Tidone, nel distretto irriguo Tidone (PC).

L'areale che beneficerà dell'invaso in progetto per finalità irrigue è quello della sinistra Tidone, nella zona compresa in direzione Ovest-Est tra il Tidone stesso e il Rio Corniola. Il limite superiore di tale areale è rappresentato dall'abitato di Agazzino.

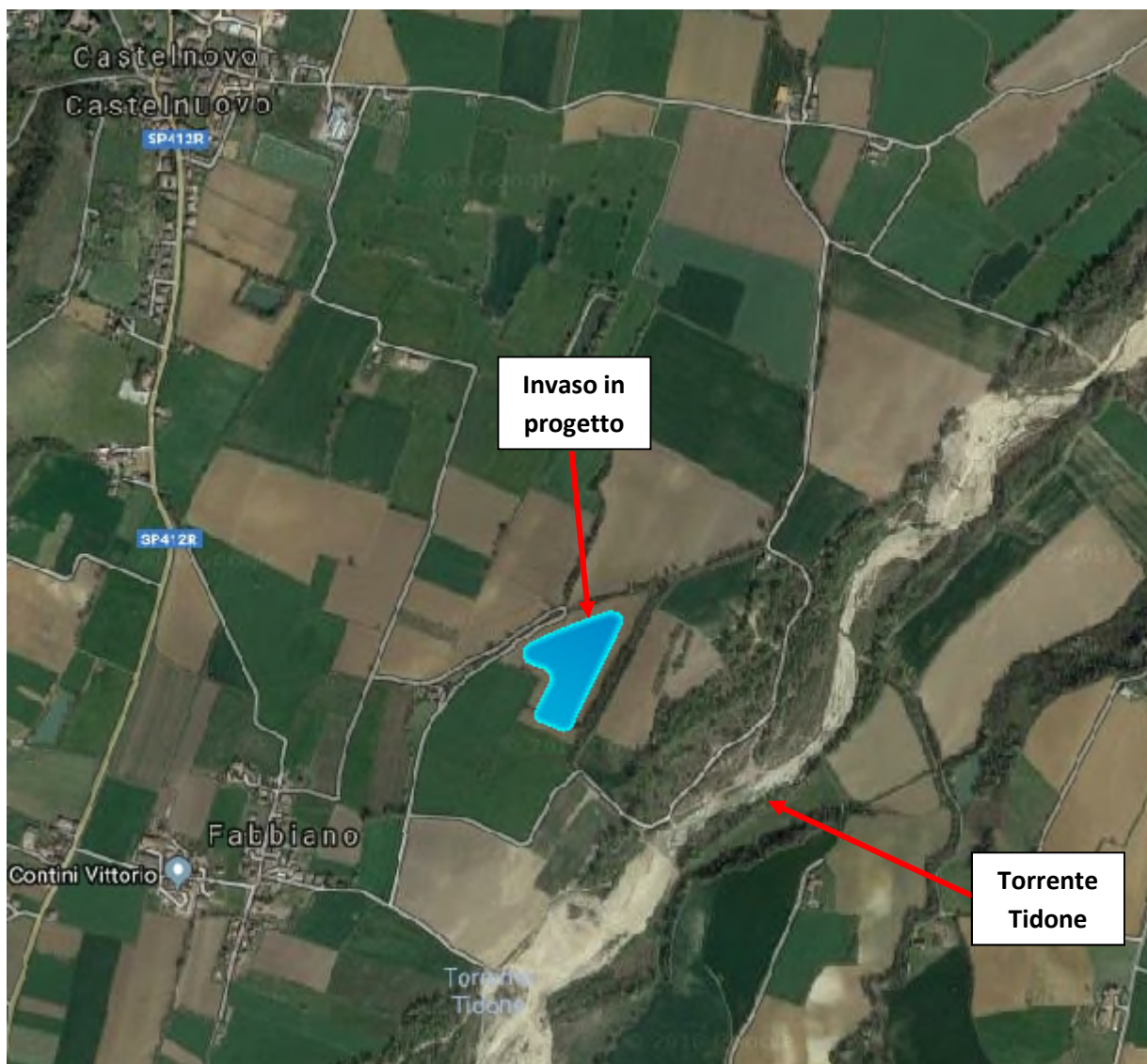


Fig. 1 Ubicazione planimetrica dell'opera in progetto

Nel dettaglio i temi affrontati nel seguente approfondimento specialistico sono:

- a) Verifica di compatibilità del canale recettore che riceve le acque di scarico dello sfioratore di superficie fino al raggiungimento del massimo invaso nel bacino;
- b) Verifica di dam – break delle arginature dell'invaso definendo le conseguenti aree di allagamento del territorio limitrofo.

Gli approfondimenti idraulici svolti si basano sui dati di progetto (geometrie, portate e livelli) dichiarati nella relazione idraulica (PDB200) e negli elaborati specifici del progetto definitivo dell'invaso in questione a cui si rimanda per eventuali dettagli tecnici.

L'analisi idraulica è stata effettuata mediante l'implementazione di un modello monodimensionale per la verifica di compatibilità del canale recettore in condizioni di emergenza, mentre è stato sviluppato un modello bidimensionale per le verifiche di dam – break sulle arginature dell'invaso in progetto.

Entrambe i modelli sono stati sviluppati mediante il software Hec – Ras ver. 5.0.6, sviluppato dalla Hydrologic Engineering Center della U.S. Army, che consente il calcolo dell'andamento dei profili di corrente in moto gradualmente variato oppure in moto vario in alvei naturali o canali artificiali includendo anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc., oltre la possibilità di implementare differenti modelli con schemi monodimensionali e bidimensionali combinati o singoli.

2 Dati di input

Si riassumono di seguito i dati di input utilizzati nel seguente studio e provenienti dai documenti del progetto definitivo dell'invaso di Fabbiano.

L'invaso sarà alimentato a gravità dal canale consortile Rio Grande mediante la realizzazione di un'opera di presa (manufatto di alimentazione). I volumi stoccati saranno scaricati da una tubazione più a valle tramite una restituzione nel canale Scotto. L'ubicazione dell'invaso in progetto garantisce il funzionamento dello stesso a caduta, senza che sia necessario realizzare stazioni di sollevamento.

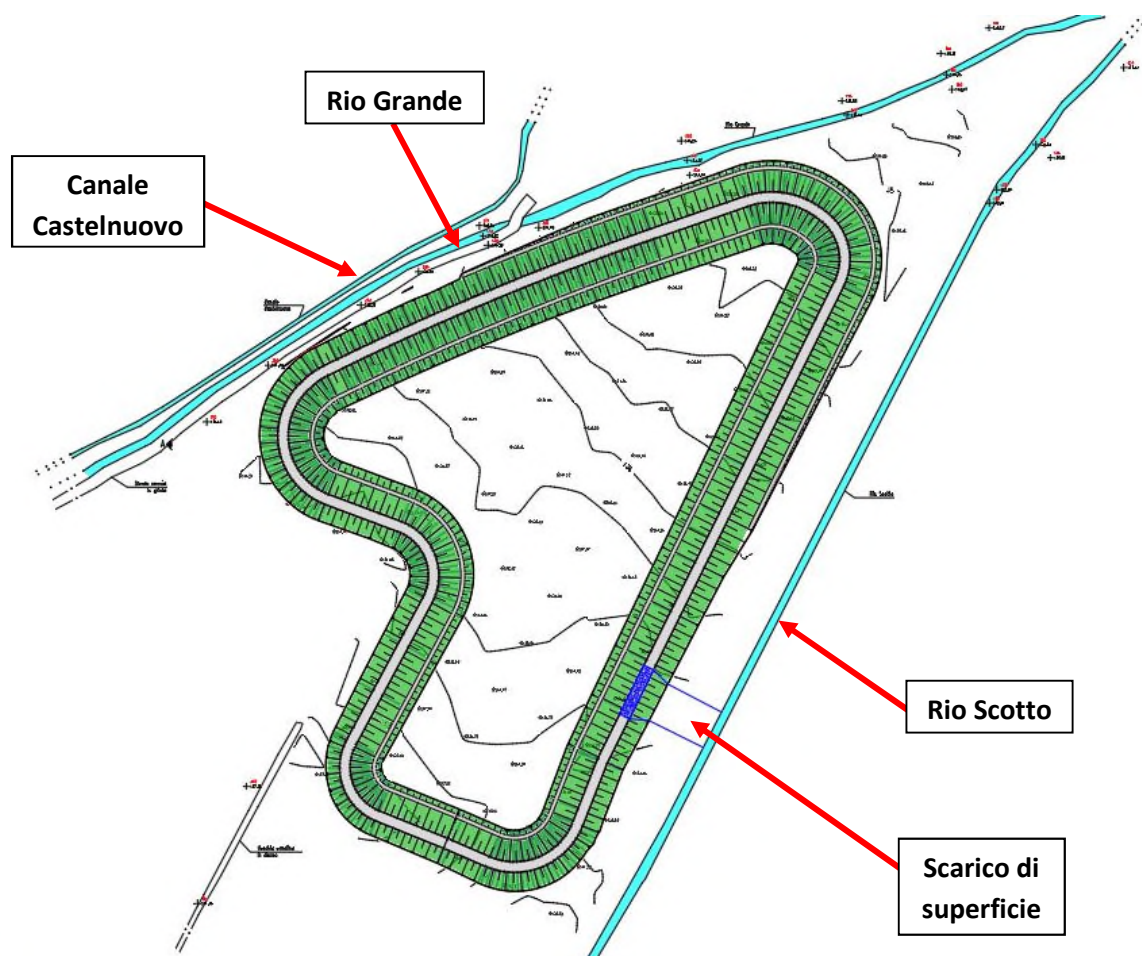


Fig. 2 Invaso di progetto e reticolo idrografico

Il bacino di accumulo in progetto verrà realizzato in terra, in parte in scavo e in parte in rilevato. L'invaso ha una capacità di stoccaggio di 100 900 m³ e può essere riempito durante il normale esercizio fino alla

quota di massima regolazione. Oltre tale quota avviene lo sfioro tramite uno scaricatore superficiale che recapita le acque della piena di progetto nel canale ricettore più vicino (Rio Scotto).

Le quote di progetto relative all'invaso sono di seguito riassunte:

Tab. 1 Quote di progetto dell'invaso

Invaso	Z _{alimentazione}	Z _{carico}	Z _{regolazione}	Z _{max,invaso}	Z _{coronamento}	Z _{fondo,invaso}	Z _{scarico}	Z _{restituzione}
	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)
FABBIANO	139,40	136,00	139,00	139,15	140,00	133,20	133,40	131,70

Il manufatto di scarico di superficie è costituito da una soglia sfiorante a quota 139 m s.l.m. lunga 20 m che si raccorda alla sommità arginale a quota 140 m s.l.m. con una lunghezza complessiva di 22 m (Fig. 3).

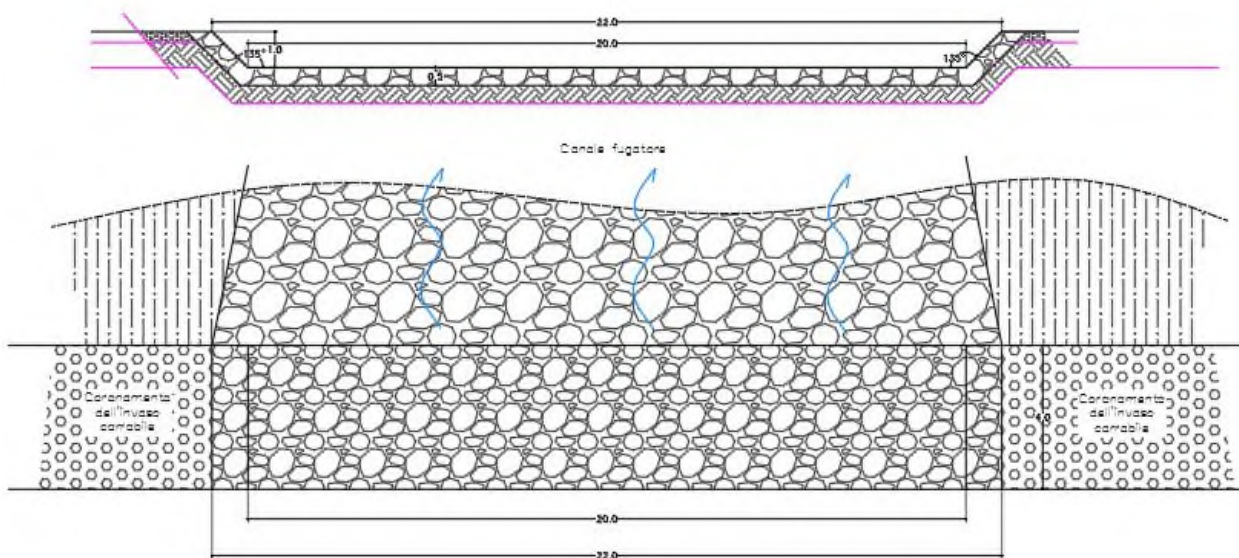


Fig. 3 Manufatto di scarico di superficie

Insieme al rilievo celerimetrico della porzione di area interessata dal progetto, ai dati di progetto dell'invaso, per le analisi idrauliche del seguente studio, sono stati utilizzati anche il DTM (Digital Terrain Model) passo 1 m del Ministero dell'Ambiente e la CTR vettoriale in scala al 5.000 fornita dalla regione Emilia Romagna.

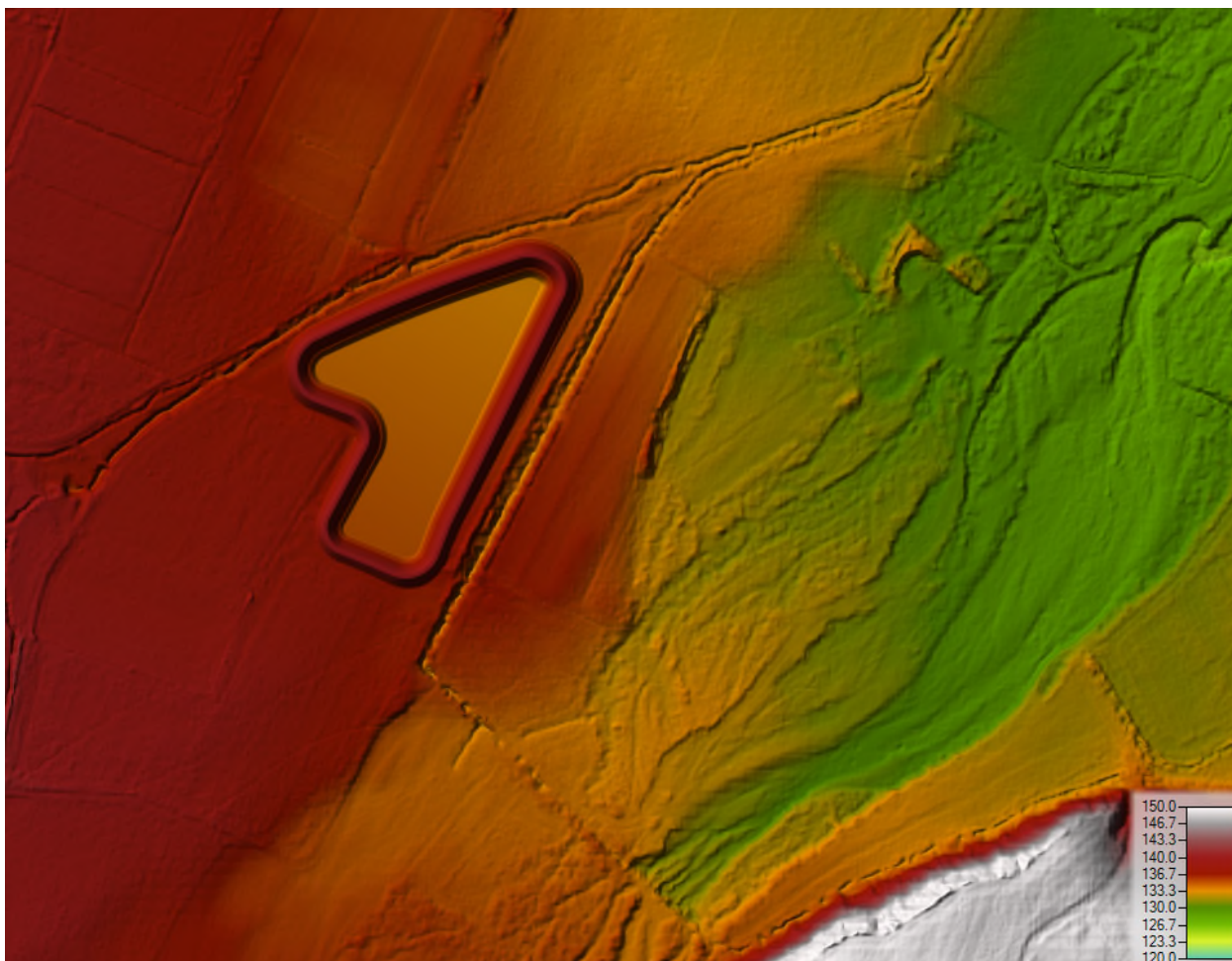


Fig. 4 Ricostruzione batimetrica dell'area in esame (invaso di progetto, DTM passo 1m e CTR vettoriale al 5.000)

Per la verifica di compatibilità del canale recettore interessato dallo scarico dello sfioro di superficie dell'invaso, è stata utilizzata la portata di progetto di $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ indicata nel progetto definitivo. Tale valore oltre a tener conto della massima portata di alimentazione del lago, considera anche l'apporto di acqua di un evento di pioggia duecentennale concomitante con il raggiungimento della quota di massimo invasore.

3 Valutazione quantitativa delle conseguenze sulla rete scolante e sul territorio potenzialmente interessato dallo sfioro/scarico in condizioni di emergenza

Per verificare la compatibilità del canale recettore durante la fase di emergenza, come descritto nel capitolo introduttivo, è stato implementato un modello numerico monodimensionale mediante il codice di calcolo HEC RAS 5.0.6 della US Army. Le simulazioni sono state svolte in moto permanente.

La verifica idraulica è stata effettuata considerando la condizione più gravosa per sistema di regolazione dell'invaso di progetto, ovvero quella caratterizzata da:

- raggiungimento della quota di massima regolazione dell'invaso (lago pieno);
- massimo riempimento del canale di alimentazione (massima portata in ingresso al sistema);
- precipitazione avente tempo di ritorno pari a 200 anni sull'intera superficie dell'invaso;
- scarico di fondo chiuso.

3.1.1. Allestimento del modello idrodinamico

La schematizzazione geometrica del sistema è stata effettuata in modo da ottenere una buona e realistica rappresentazione del deflusso di piena.

I dati geometrici inseriti nel modello derivano dall'accorpamento dei rilievi di dettaglio della zona, dal DTM ministeriale passo 1 m e dai dati di progetto dell'invaso e del sistema di regolazione.

In Tab. 2 è riportato l'elenco delle sezioni inserite nel modello di calcolo con la numerazione adottata e le progressive longitudinali che individuano le stesse nell'ambito del modello di simulazione nelle varie configurazioni.

La geometria del rio Scotto è stata ricostruita sulla base del DTM ministeriale a disposizione.

Tab. 2 Sezioni trasversali e progressive di riferimento

Progressiva	descrizione	fonte dato
575	lago	progetto
547	opera di sfioro	progetto
545	opera di sfioro	progetto
541	opera di sfioro	progetto
535	opera di sfioro	progetto
530	opera di sfioro	progetto
520	opera di sfioro	DTM
505	Rio Scotto	DTM
385	Rio Scotto	DTM
295	Rio Scotto	DTM
235	Rio Scotto	DTM
175	Rio Scotto	DTM
30	Rio Scotto	DTM

La schematizzazione funzionale dello sfioro superficie è stata implementata nel modello idraulico mediante la funzione "inline structure" schematizzando la struttura come una "weir" e tarando il coefficiente di efflusso mediante i dati di letteratura.

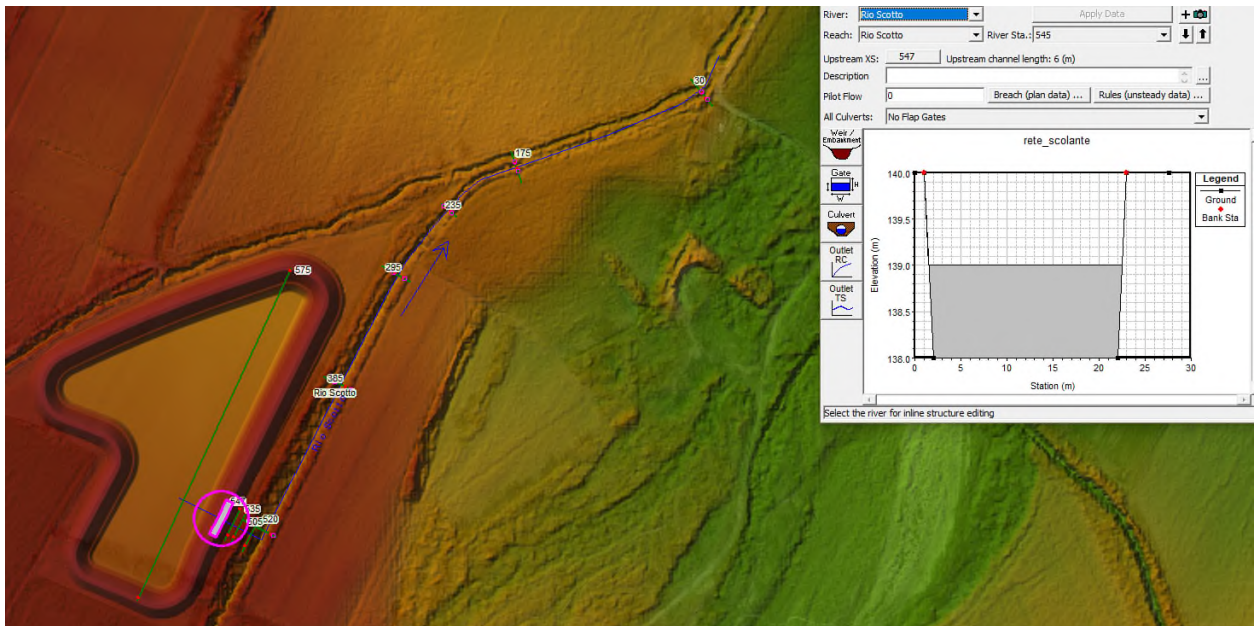


Fig. 5 Schematizzazione planimetrica e dello sfioro di superficie

Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno assegnate al modello monodimensionale per l'esecuzione delle simulazioni idrodinamiche sono le seguenti:

- condizione al contorno di monte: portata in ingresso al sistema pari a $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$;
- condizione al contorno di valle: condizione di moto uniforme.

Definizione delle scabrezze

La valutazione dei coefficienti di scabrezza da inserire nel modello è stata basata su dati di letteratura, sull'esperienza acquisita nel campo della modellistica idraulica.

Per lo sfioratore di superficie e la vasca di dissipazione è stato assunto cautelativamente un valore del coefficiente di Strickler pari a $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Mentre per l'intero canale in terra è stata imposta una scabrezza pari a $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Si riporta in Fig. 6 la tabella dei valori dell'indice di scabrezza di Strickler per i corsi d'acqua naturali (V.T. Chow) da cui si evince la conferma dei parametri di scabrezza utilizzati nel modello.

Manning's Roughness n for Culverts			
Type of Pipe and Description	Minimum	Normal	Maximum
A. Manning's "n" for Closed Conduits Flowing Partly Full¹			
1. Corrugated Metal			
a. Subdrain	0.017	0.019	0.021
b. Storm Drain	0.021	0.024	0.030
2. Cement			
a. Neat, surface	0.010	0.011	0.013
b. Mortar	0.011	0.013	0.015
3. Concrete			
a. Culvert, straight and free of debris	0.010	0.011	0.013
b. Culvert with bends, connections, and some debris	0.011	0.013	0.014
c. Finished	0.011	0.012	0.014
d. Sewer with manholes, inlet, etc., straight	0.013	0.015	0.017
e. Unfinished, steel form	0.012	0.013	0.014
f. Unfinished, smooth wood form	0.012	0.014	0.016
g. Unfinished, rough wood form	0.015	0.017	0.020

Fig. 6 Valori dell'indice di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$)

3.1.2. Simulazioni idrodinamiche

L'analisi è stata finalizzata alla verifica delle condizioni di emergenza, ovvero:

- raggiungimento della quota di massimo invaso: 139,15 m s.l.m.;
- massima portata in ingresso proveniente dal sistema di alimentazione in concomitanza di una precipitazione con tempo di ritorno di 200 anni sull'intera superficie dell'invaso: 1,5 m³/s;
- scarico di fondo chiuso.

L'analisi idraulica condotta ha permesso di definire, nel tratto di interesse, le caratteristiche di deflusso verificabili al transito della piena di riferimento, considerando due differenti scenari:

- SCENARIO 1: scarico di emergenza dell'invaso con rio Scotto in condizioni di magra;
- SCENARIO 2: scarico di emergenza dell'invaso con rio Scotto in condizioni di normal deflusso di una portata medio/alta di circa 1,5 m³/s che determina un livello nel canale con circa 60 cm di franco sulle sponde.

3.1.3. Risultati delle simulazioni

I risultati delle verifiche idrauliche sono riportati in allegato alla presente relazione. Rimandando quindi alle tabelle ed ai grafici ivi riportate in allegato in cui le principali caratteristiche idrauliche individuate per ogni sezione sono le seguenti:

- Q Total (m³/s) = valore di portata;
- Min Ch El (m) = quota fondo alveo;
- Max Chl Dpth (m) = tirante idrico massimo;
- W.S. Elev (m s.l.m.) = quota di pelo libero;
- Crit W.S. (m s.l.m.) = quota altezza critica;
- Diff: differenza tra W.S. Elev e Crit W.S.;
- Froude Chl (-) = valore di portata;
- E.G. Elev (m) = carico idraulico totale;
- Vel Chnl (m/s) = velocità media nell'alveo;
- Hydr Radius C (m) = raggio idraulico;
- Shear Chan (N/m²): tensione tangenziale;
- Hydr Depth (m): tirante idrico medio nella sezione.

Preme nel seguito sintetizzare come la concomitanza dell'evento di pioggia duecentennale, il massimo carico nel canale di alimentazione e lo scarico di fondo chiuso, non determina evidenti criticità di deflusso nel canale ricettore Scotto.

Analizzando i risultati dello scenario 1 si osserva come il rio è in grado di smaltire la portata di scarico dell'invaso con un franco minimo di almeno 30 cm sulle sponde. Mentre nello scenario 2, più gravoso, in cui il rio Scotto oltre a defluire le portate della rete consortile riceve anche lo scarico dell'invaso in progetto; il franco idraulico sulle sponde diminuisce registrando un franco minimo di circa 10 cm.

4 Analisi di dam break o di collasso dell'invaso

L'analisi di Dam Break o collasso delle arginature dell'invaso sono state effettuate mediante l'implementazione di un modello bidimensionale sviluppato con il software HEC RAS 2D 5.0.6 della US Army.

Il modello implementato prevede la schematizzazione dell'intera area mediante una griglia di calcolo 20x20 m per un totale di 40717 celle di calcolo. Il dato geometrico di riferimento e quindi la base batimetrica per l'implementazione del modello di calcolo 2D è stata creata utilizzando il DTM passo 1 m, la CTR vettoriale in scala al 5000 fornita dalla regione Emilia Romagna ed infine la geometria dell'invaso in progetto.

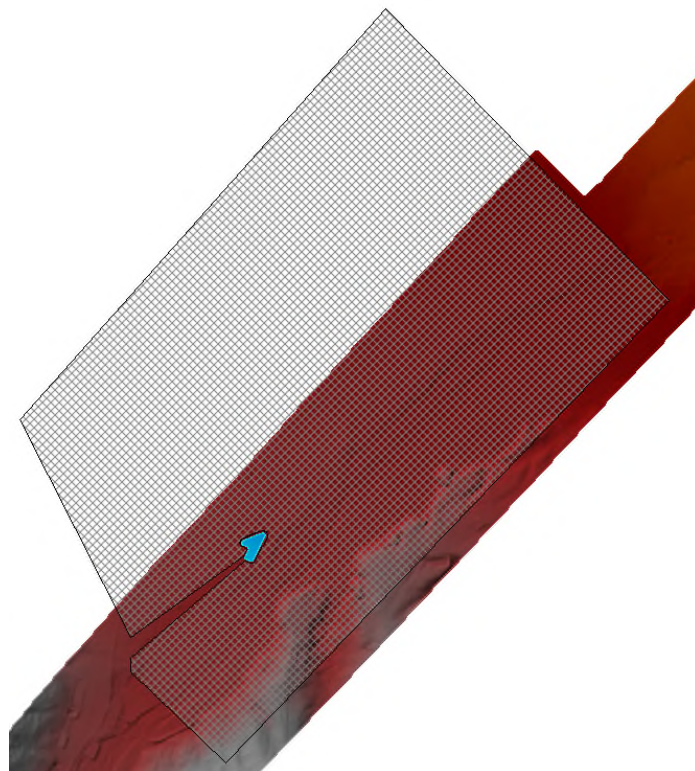


Fig. 7 Estensione della maglia di calcolo e copertura del DTM passo un 1 m del Ministero dell'Ambiente

Come si evince dalla Fig. 7, l'estensione del DTM non ricopre l'intero areale da modellare, per questo motivo è stata effettuata una integrazione con la CTR vettoriale. Per quest'ultima tipologia di dato geometrico a disposizione, non sono presenti dettagli delle discontinuità del terreno con la caratterizzazione dei fossi consortili piuttosto che dei rilevati stradali etc..., ma si ritiene comunque bene

rappresentativa del fenomeno da verificare e nei punti ritenuti rilevanti per la schematizzazione geometrica, sono state ricostruite le infrastrutture necessarie.

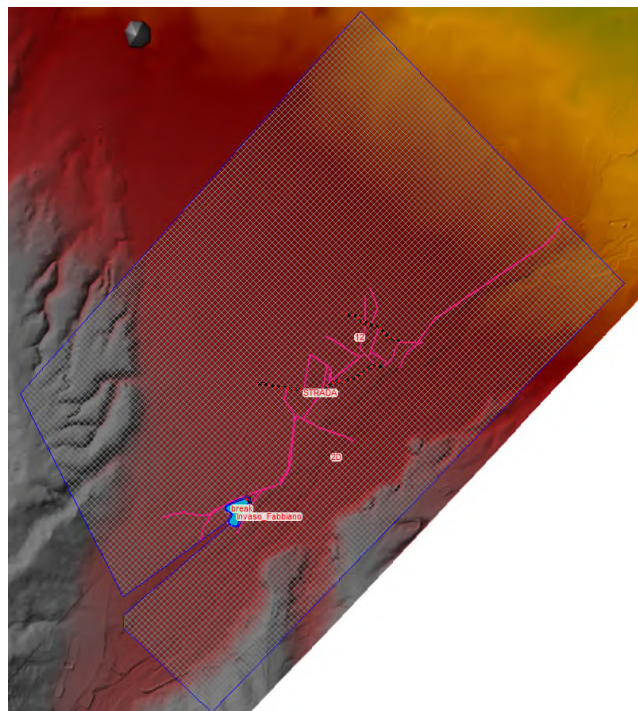


Fig. 8 Dimensioni geometriche del modello idraulico bidimensionale

Le analisi svolte tengono conto della letteratura specifica in merito ai fenomeni di Dam Break ed in particolare del fenomeno di rottura dell'argine per effetto del sormonto della struttura (Overtopping Failure) e del fenomeno di rottura per sifonamento (Piping Failure).

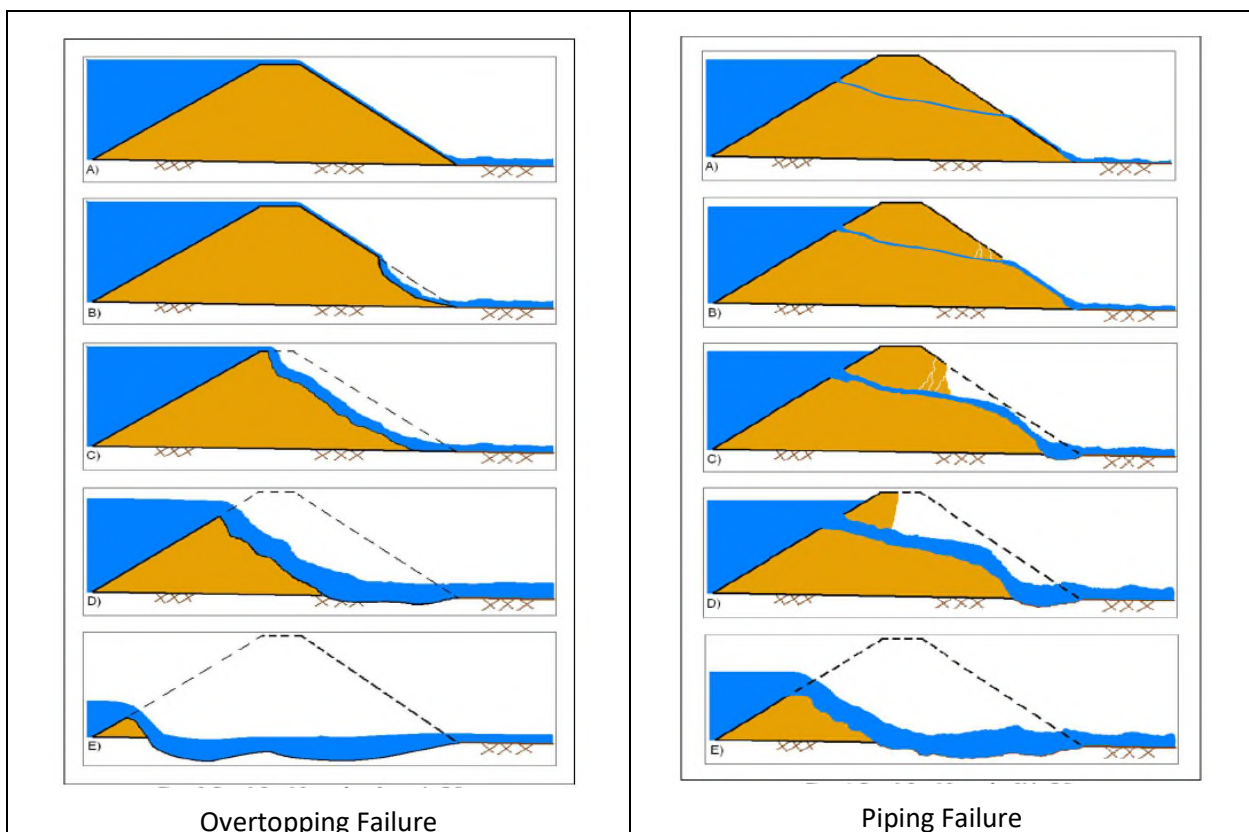


Fig. 9 Fenomeni di dam break

La stima dei fenomeni di dam break e quindi la dimensione della breccia sono stati determinati confrontando differenti formulazioni di letteratura, e scegliendo quella ritenuta più cautelativa per lo studio in esame.

In particolare, sono stati esaminati i dati conseguiti mediante l'applicazione della formulazione di Froehlich (2008).

- **Height of the dams:** 3.05 – 92.96 meters (10 – 305 feet)
(with 93% < 30 meters, and 81% < 15 meters)
- **Volume of water at breach time:** 0.0139 – 660.0 m³ x 10⁶ (11.3 - 535,000 acre-feet)
(with 86% < 25.0 m³ x 10⁶, and 82% < 15.0 m³ x 10⁶)

Froehlich's regression equations for average breach width and failure time are:

$$B_{ave} = 0.27 K_o V_w^{0.32} h_b^{0.04}$$

$$t_f = 63.2 \sqrt{\frac{V_w}{gh_b^2}}$$

where:

- B_{ave} = average breach width (meters)
- K_o = constant (1.3 for overtopping failures, 1.0 for piping)
- V_w = reservoir volume at time of failure (cubic meters)
- h_b = height of the final breach (meters)
- g = gravitational acceleration (9.80665 meters per second squared)
- t_f = breach formation time (seconds)

Froehlich's 2008 paper states that the average side slopes should be:

- 1.0 H:1V overtopping failures
- 0.7 H:1V otherwise (i.e., piping/seepage)

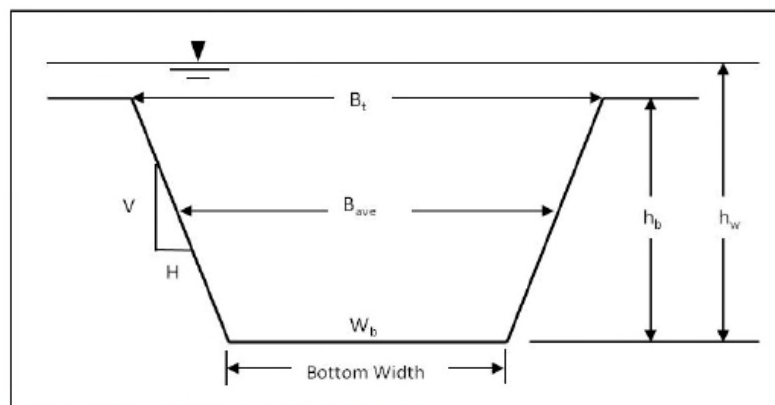


Figure 7. Description of the Breach Parameters

Fig. 10 Teoria di Froehlich (2008)

Analizzando la natura dell'opera in progetto si evidenzia come il fenomeno di overtopping e quindi rottura per sormonto delle arginature è scongiurato per la configurazione progettuale adottata per la regolazione e gestione dell'invaso.

Innanzitutto, l'alimentazione del bacino irriguo avviene tramite una condotta di carico, regolata con opportuni organi telecontrollati che recapita le acque provenienti da un canale del reticolo consortile e non da un corso d'acqua naturale quindi fiume o torrente. Per tale motivo il sistema di alimentazione nel caso di criticità del reticolo consortile di monte dal quale viene prelevata l'acqua, potrà comunque portare una portata massima definita dal funzionamento in pressione della condotta.

Quindi definita la portata massima di progetto che in assoluto potrà essere gestita dalla condotta di carico e quindi entrare nel sistema di accumulo, è stato progettato un adeguato sfioro di superficie dell'invaso che in caso di malfunzionamento dello scarico di fondo, è in grado di smaltire da solo la massima portata

in ingresso al lago irriguo. Per il dimensionamento dello sfioro è stato considerato anche un incremento di portata definito da una pioggia con tempo di ritorno di 200 anni che piove sulla superficie dell'invaso.

Analizzando il fenomeno di rottura per sifonamento, sono state svolte molteplici simulazioni numeriche andando a prevedere le rotture in diversi punti del rilevato arginale dell'invaso in progetto. Questo ha permesso di definire un quadro generale delle conseguenze del dam-break a seconda della posizione in cui si attesta la rottura.

Tab. 3 Scenari simulati

Scenario	Final bottom elevation (m s.l.m.)	Volume out (m³)
SCENARIO 3: Piping Nord	135,00	110,805
SCENARIO 4: Piping Est	135,78	99,740
SCENARIO 5: Piping Ovest	136,17	91,060
SCENARIO 6: Piping Sud	137,10	69,310

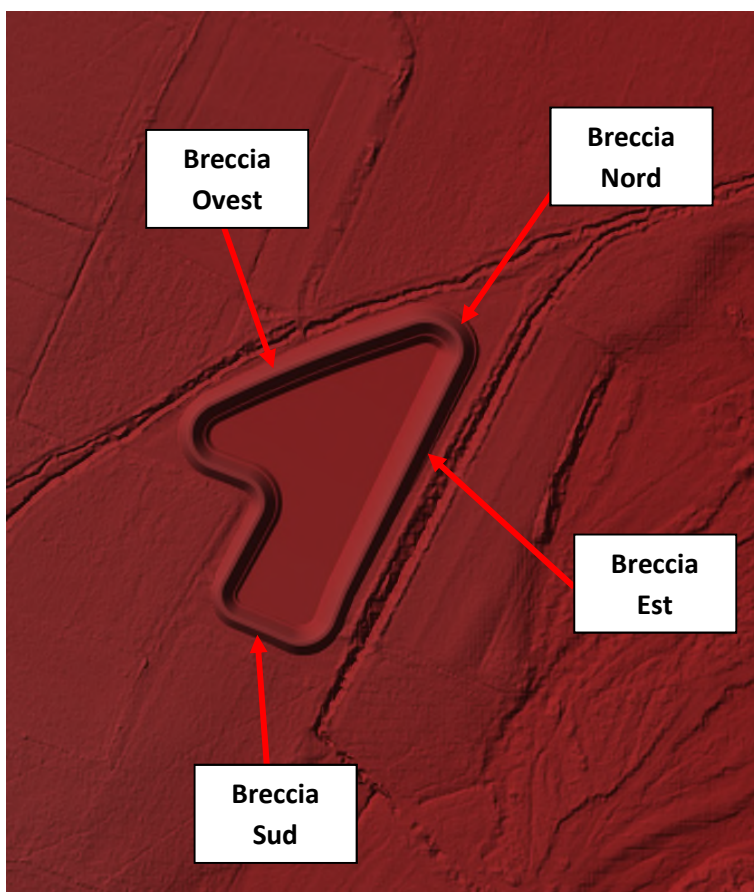


Fig. 11 Ubicazione degli scenari di dam - break

Applicando le formulazioni riportate in

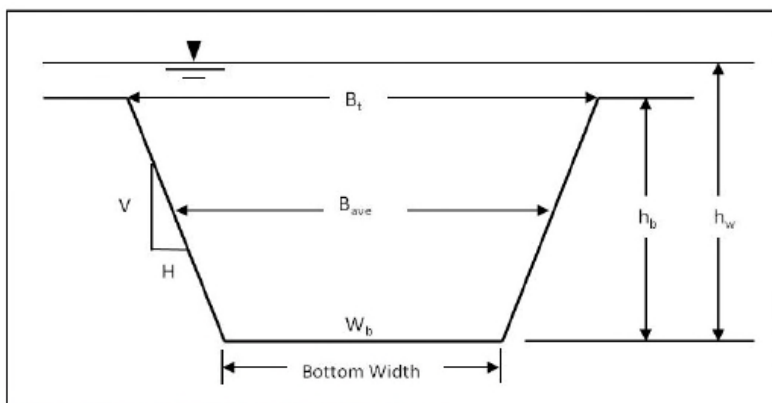


Figure 7. Description of the Breach Parameters

Fig. 10 sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Tab. 4 Dimensione della breccia causata da sifonamento e poi collasso dell'argine

	SCENARI			
	SC_3	SC_4	SC_5	SC_6
W_b (m)	8,4	8,5	8,4	8,0
B_t (m)	15,3	14,2	13,6	11,9
B_{ave} (m)	11,8	11,4	11,0	10,0
t_f (h)	0,38	0,43	0,45	0,53

Tali valori sono stati definiti considerando cautelativamente un volume di invaso all'istante di rottura pari a circa 125.800 m³.

Per la stima della portata al colmo dell'onda generata dalla rottura dell'argine dell'invaso è stata utilizzata la formula di letteratura di Froehlich (1995b) utilizzata per la taratura del modello numerico bidimensionale.

$$Q = 0.607V_w^{0.295} h_w^{1.24}$$

Tab. 5 Valori di portata calcolati con la formula di Froehlich (1995b)

Scenario	Q (m ³ /s)
SCENARIO 3: Piping Nord	137
SCENARIO 4: Piping Est	107,9
SCENARIO 5: Piping Ovest	93
SCENARIO 6: Piping Sud	61

4.1 Risultati delle simulazioni

I risultati delle simulazioni svolte sono riportati in allegato alla presente relazione con planimetrie di allagamento e idrogrammi di portata generati dalle rotture con evidenziati i valori al colmo delle portate ed i volumi in uscita dagli invasi a dimostrazione dei dati ricostruiti mediante le formule di letteratura.

Analizzando i risultati si evince come l'evento di dam – break comporti un cospicuo allagamento dell'area limitrofa all'invaso con un raggio di circa 1 km verso nord con tiranti massimi di circa 40 cm, sopraggiungendo poi alla strada di collegamento tra Bilegno e Castelnuovo dove grazie al reticolo consortile ed alla laminazione avvenuta a monte, il deflusso della piena si attenua sopraggiungendo fino all'abitato di Bilegno con livelli idrici modestissimi. Grazie alla vicinanza dell'invaso al torrente Tidone, gran parte della portata sversata dalla rottura defluisce all'interno del corso d'acqua limitando gli allagamenti delle campagne, dei casolari limitrofi e soprattutto riducendo di molto gli allagamenti in prossimità del centro abitato di Bilegno.

5 Procedimento autorizzativo univo di VIA – sintesi delle prescrizioni recepite

Nel presente documento è stato recepito quanto richiesto dalla Regione Emilia Romagna, ed in particolare dall'Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile, a seguito della prima seduta della Conferenza dei Servizi prot. 8599 del 19/02/19.

Nell'ambito della prima seduta di Conferenza è emersa l'esigenza di considerare nelle valutazioni delle conseguenze derivanti dal collasso dell'invaso, anche la possibile sovrapposizione degli scenari di piena del t. Tidone per portate corrispondenti a Q_{Amax} e $Q_{massima_scarichi}$ (cfr. Documento di Protezione Civile della diga di Molato approvato con decreto prefettizio n. 22908 del 11.07.2018).

Analizzando le portate di riferimento del t. Tidone, è stata effettuata un'analisi idraulica che evidenzia come la contemporaneità del collasso delle arginature dell'invaso e le piene del t. Tidone non determinano aggravii rispetto agli scenari già noti dovuti al dam break dell'invaso. La portata massima degli scarichi considerata si attiene a quella dichiarata nel documento sopra citato, corrispondente alla piena artificiale generata per manovre degli organi di scarico di fondo e mezzofondo, quindi $74 \text{ m}^3/\text{s}$.

m)	Portate caratteristiche degli scarichi		
-	Portata massima scarico di superficie sul corpo diga <i>alla quota di massimo invaso</i>	350,00	(m^3/s)
-	Portata massima scarico di superficie ausiliario <i>alla quota di massimo invaso</i>	375,00	(m^3/s)
-	Portata massima scarico di mezzofondo <i>alla quota di massimo invaso</i>	42,00	(m^3/s)
-	Portata massima scarico di mezzofondo <i>alla quota di massima regolazione</i>	38,00	(m^3/s)
-	Portata massima scarico di fondo <i>alla quota di massimo invaso</i>	38,00	(m^3/s)
-	Portata massima scarico di fondo <i>alla quota di massima regolazione</i>	36,00	(m^3/s)
-	Portata massima transitabile in alveo a valle contenuta nella fascia di pertinenza idraulica (Q_{Amax})	130	(m^3/s)
	Data studio del Gestore di determinazione di Q_{Amax}	2006	

Fig. 12 Portate di riferimento della diga di Molato (estratto del Documento di Protezione Civile della diga di Molato approvato con decreto prefettizio n. 22908 del 11.07.2018)

L'analisi idraulica è stata effettuata cautelativamente in moto permanente ricostruendo la scala di deflusso in una sezione del t. Tidone in prossimità dell'invaso dove appunto il deflusso per effetto del dam – break defluisce nell'alveo del torrente.

Il dato geometrico utilizzato è stato estratto dal DTM passo 1m del Ministero dell'Ambiente (Fig. 11).

Noto quindi il dato geometrico, mediante il software Mike 11 sviluppato dal DHI, è stata creata la scala di deflusso della sezione, tenendo conto di una scabrezza cautelativa di Strickler pari a $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ uniforme su tutta la sezione, ed una pendenza media dell'alveo nel tratto in esame di circa 0,8%.

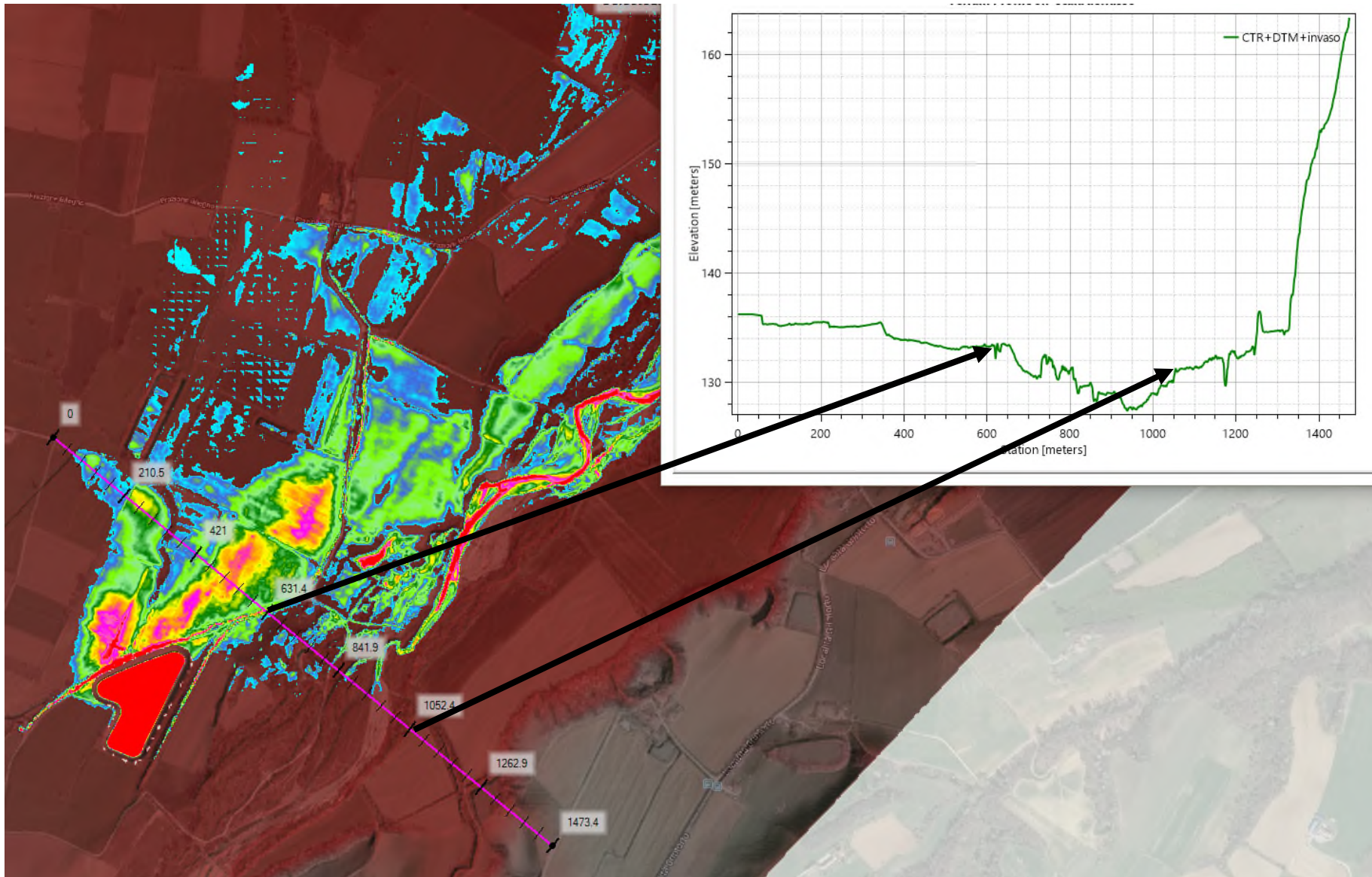


Fig. 13 Ubicazione della sezione in cui è stata creata la scala di deflusso di riferimento

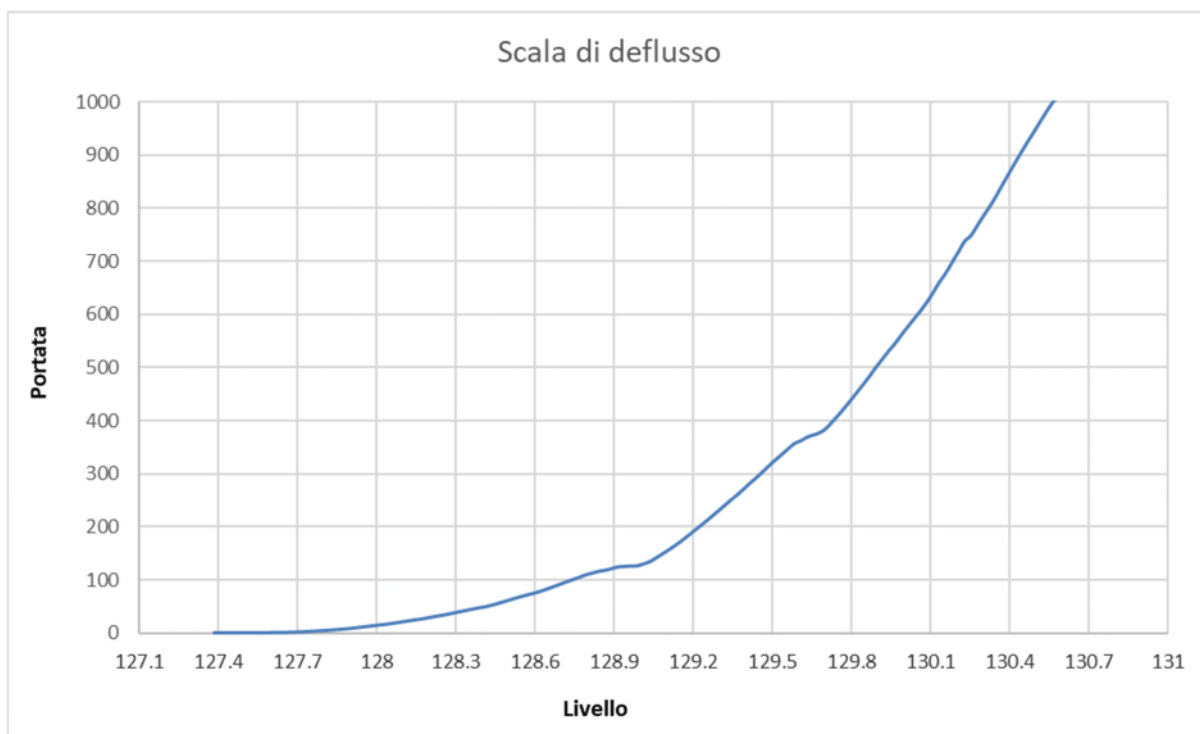


Fig. 14 Scala di deflusso

Dall'analisi di dam – break emerge che l'idrogramma di portata in ingresso al t. Tidone ha una portata al colmo di circa $38 \text{ m}^3/\text{s}$, di conseguenza sono stati analizzati prima i livelli in alveo determinati dalle sole portate del torrente, dopodiché, sommando anche il contributo di portata per effetto del dam – break sono stati rilevati gli incrementi di livello.

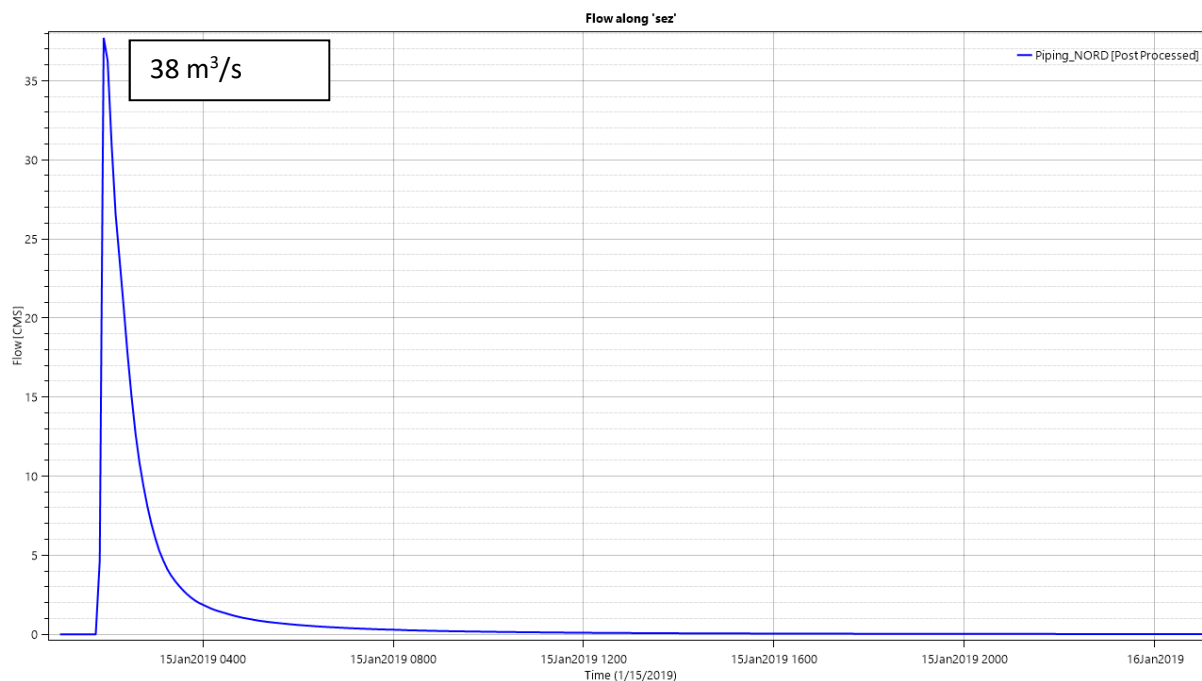


Fig. 15 Idrogramma di portata in ingresso al t. Tidone per effetto del dam - break

Si riportano di seguito i livelli riscontrati in alveo per effetto delle relative portate di riferimento.

Tab. 6 Livelli di piena nell'alveo del t. Tidone

Descrizione	Portata (m ³ /s)	Livello (m s.l.m.)
Q_{Amax}	130	129,00
$Q_{massima_scarichi}$	74	128,60
$Q_{Amax} + Q_{dam_break}$	168	129,16
$Q_{massima_scarichi} + Q_{dam_break}$	112	128,80

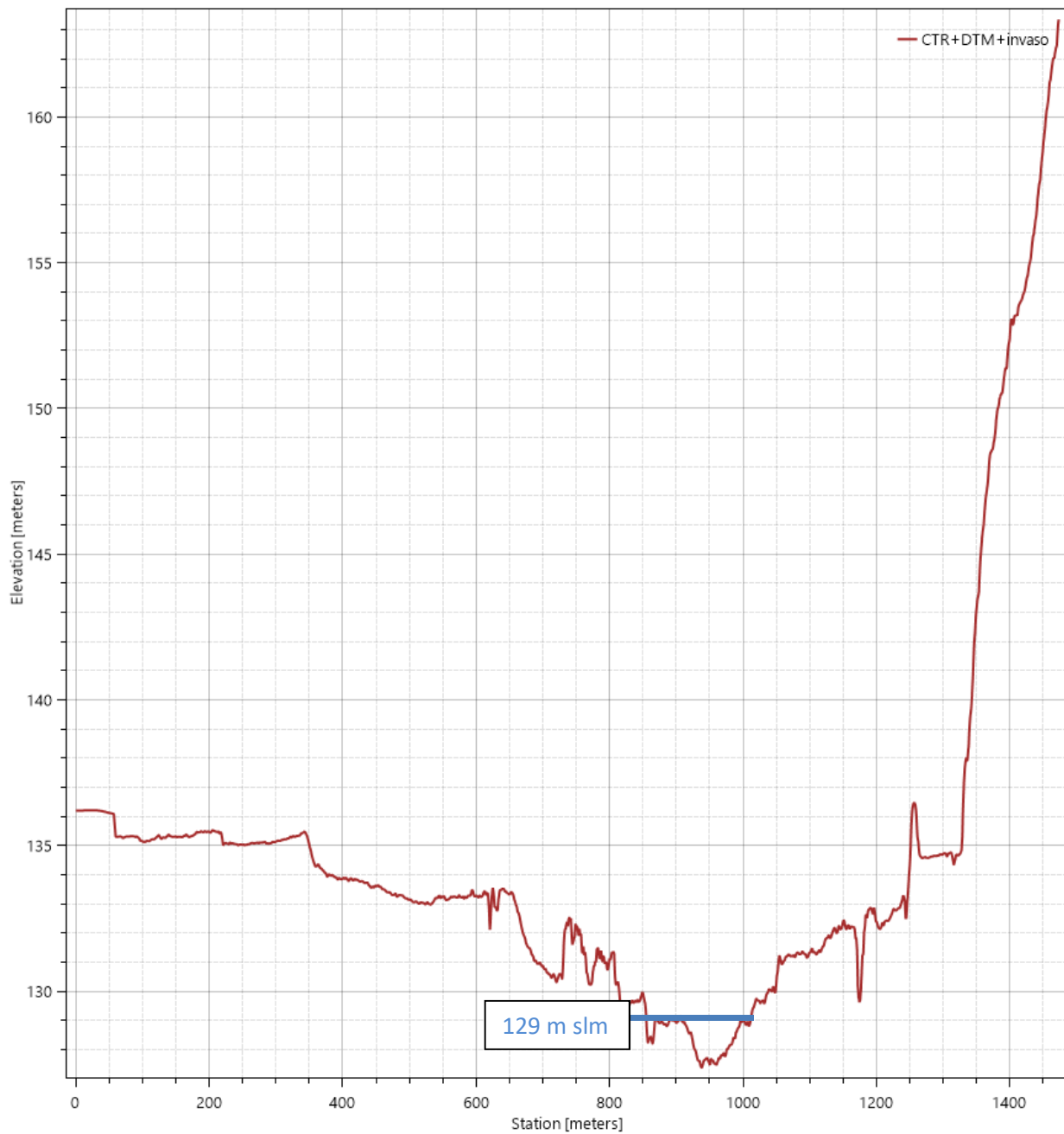


Fig. 16 Livelli idrici nella sezione di calcolo

Dai livelli ricavati si osserva come anche la portata più gravosa del torrente Tidone nel tratto in esame non determini problematiche al deflusso delle piene per effetto del dam – break dell’invaso in questione. Tale aspetto lo si deduce anche confrontando i volumi delle piene del t. Tidone con quelle generate per rottura dell’invaso, riscontrando una marcata differenza.

Prendendo in esame la portata Q_{Amax} del Tidone, ipotizzando un idrogramma semplificato triangolare, il volume della piena caratteristico è di circa $4,2 \text{ Mm}^3$, mentre il volume della piena di dam – break che si sversa nel torrente è di circa $0,11 \text{ Mm}^3$, quindi circa il 2,5% rispetto a quella del torrente.

ALLEGATI

Indice

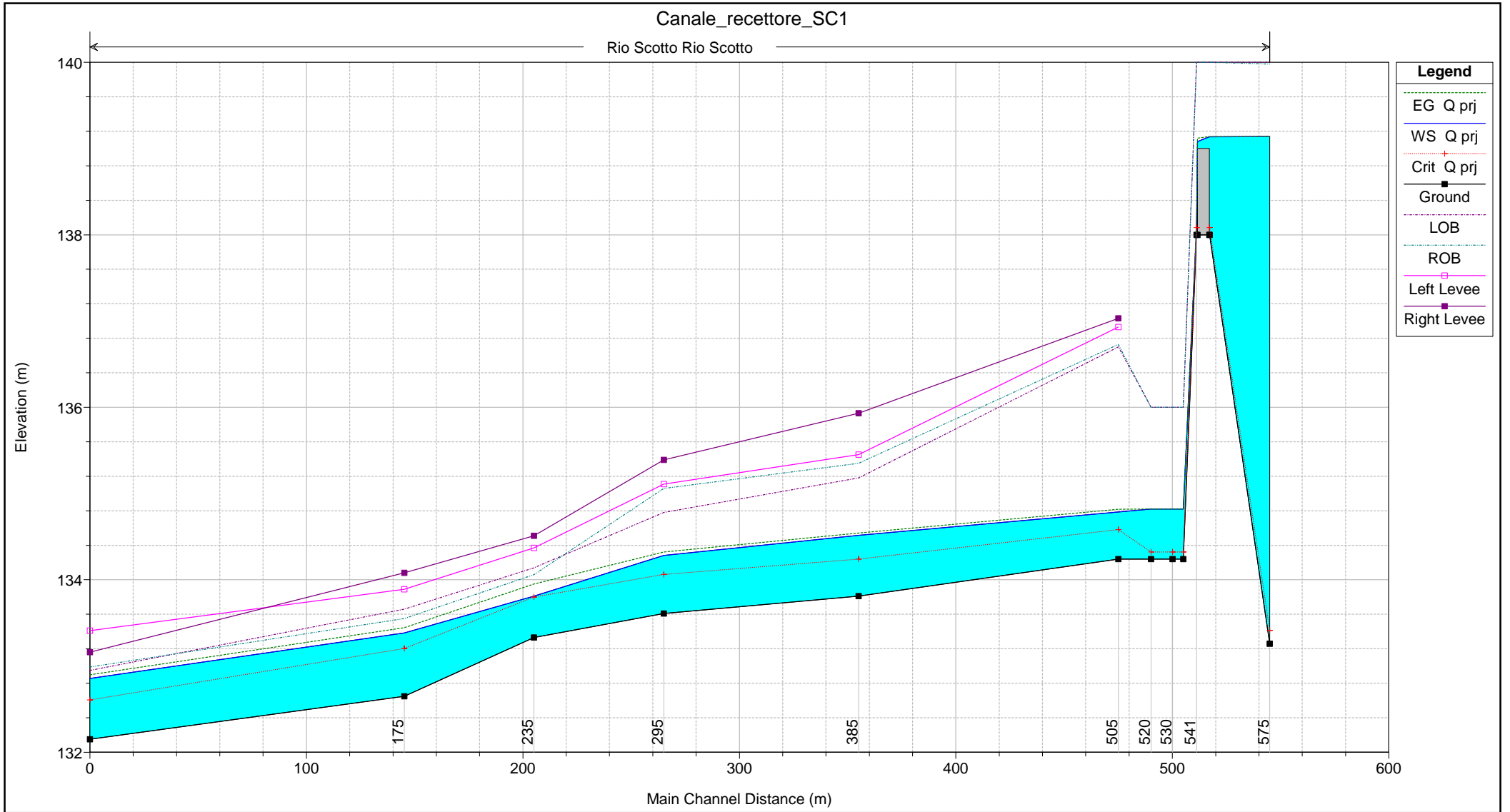
- 1 ALLEGATO - RISULTATI SIMULAZIONI IDRODINAMICHE
 - 1.1 Verifica di compatibilità del canale di recapito (Scenario 1)
 - 1.2 Verifica di compatibilità del canale di recapito (Scenario 2)
 - 1.3 Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura nord) (Scenario 3)
 - 1.4 Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura est) (Scenario 4)
 - 1.5 Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura ovest) (Scenario 5)
 - 1.6 Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura sud) (Scenario 6)

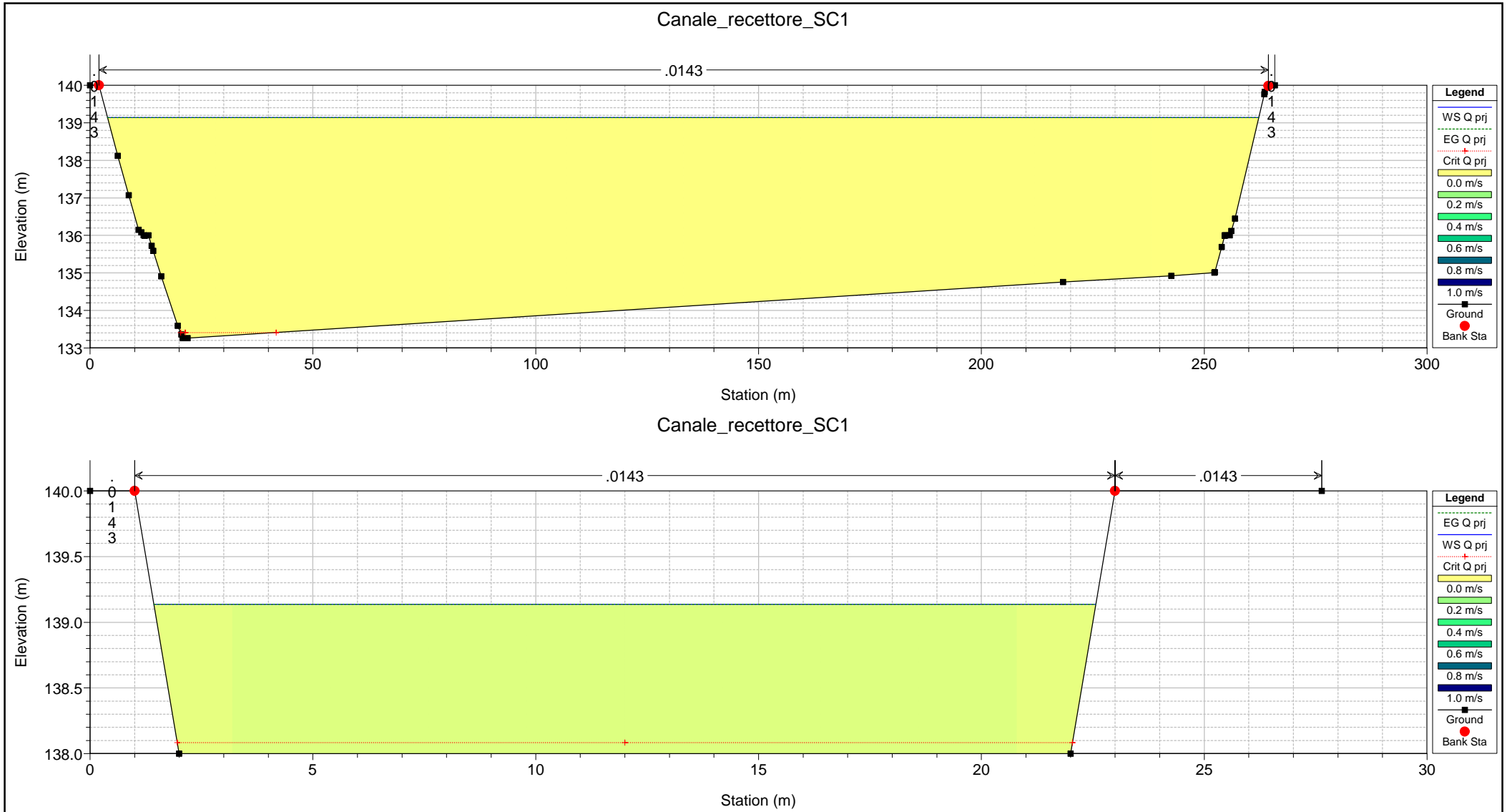
1 ALLEGATO -
RISULTATI SIMULAZIONI IDRODINAMICHE

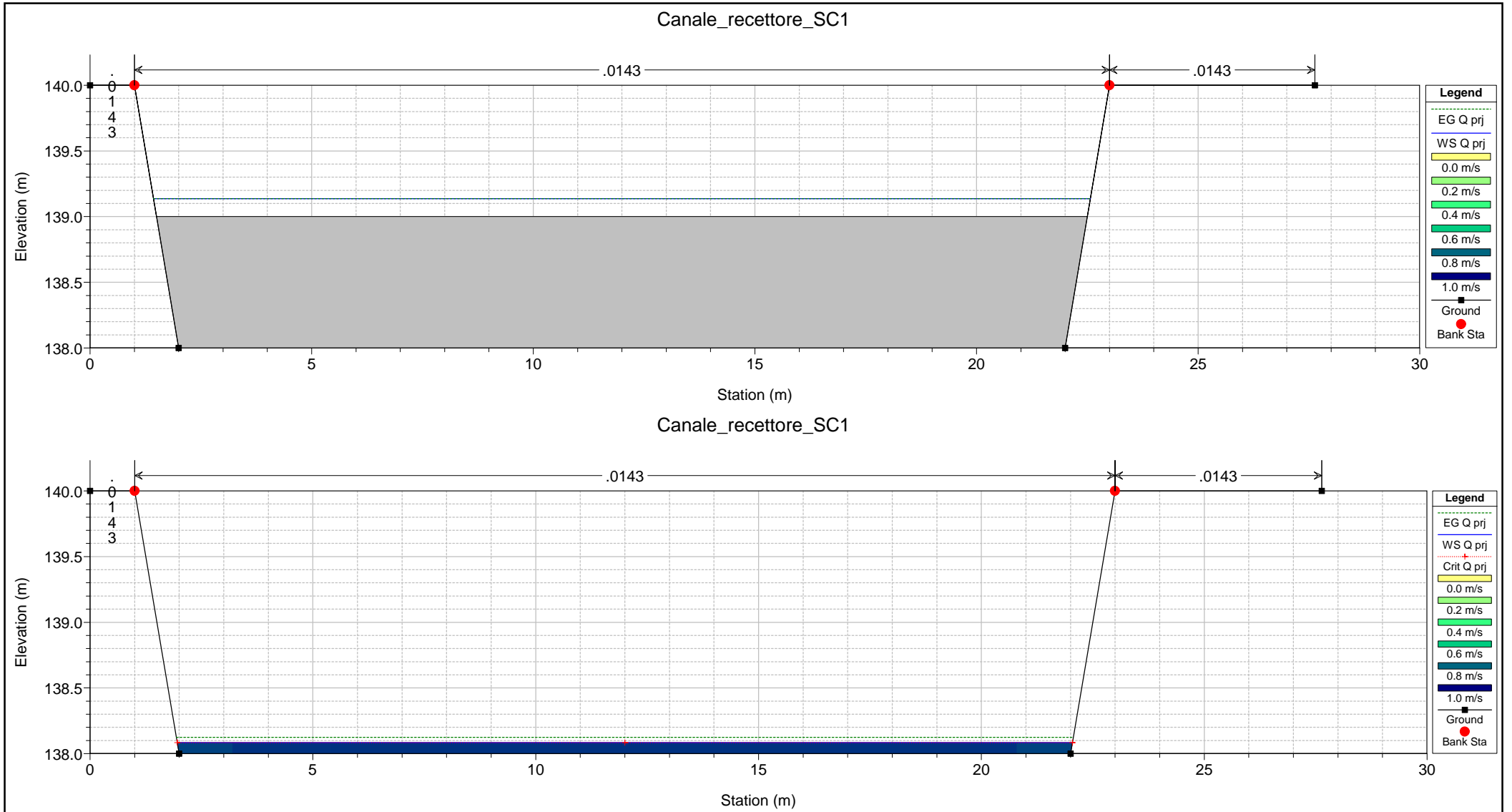
1.1 Verifica di compatibilità del canale di
recapito
(Scenario 1)

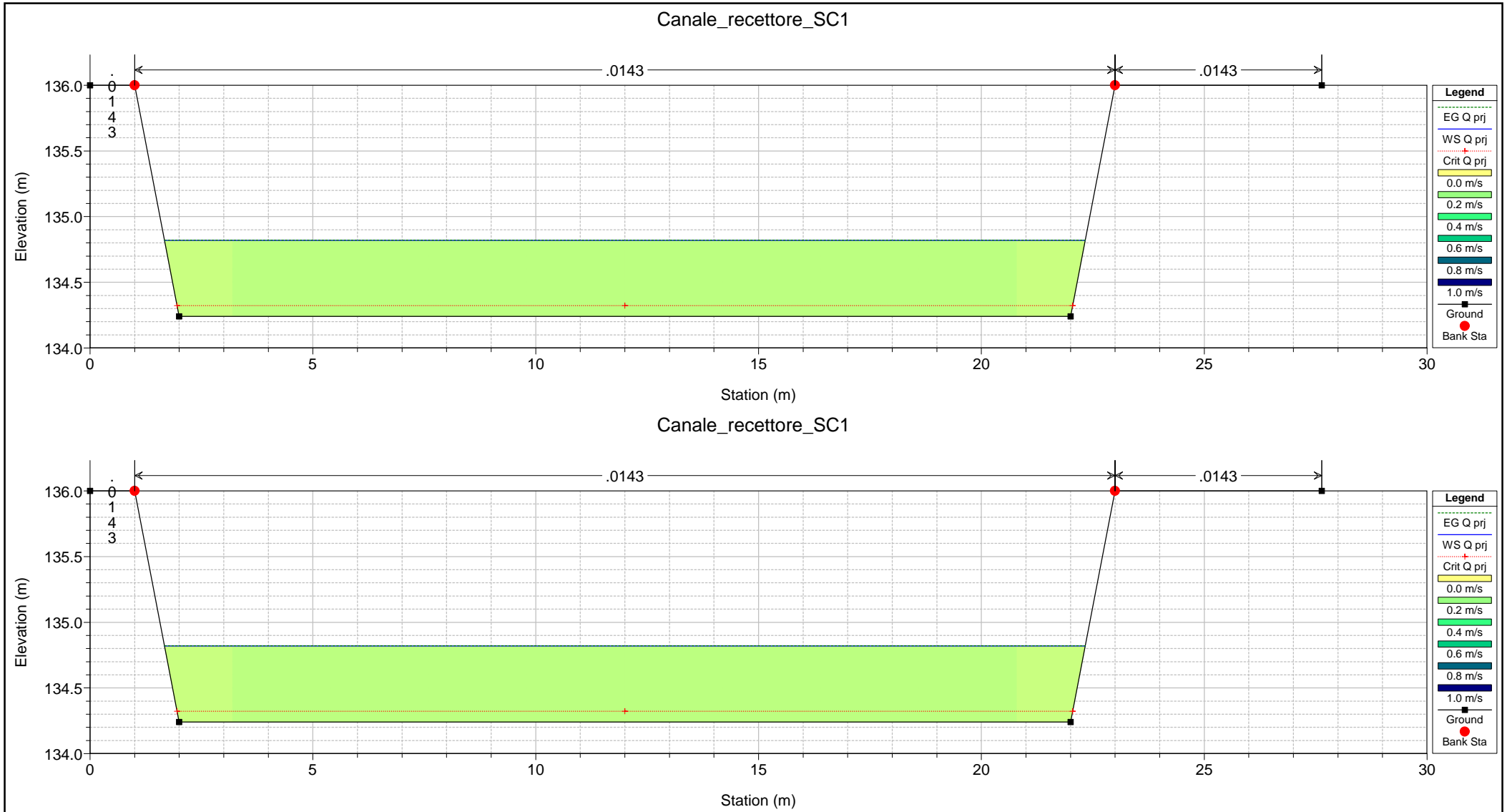
HEC-RAS Plan: Canale_recettore_SC1 River: Rio Scotto Reach: Rio Scotto Profile: Q prj

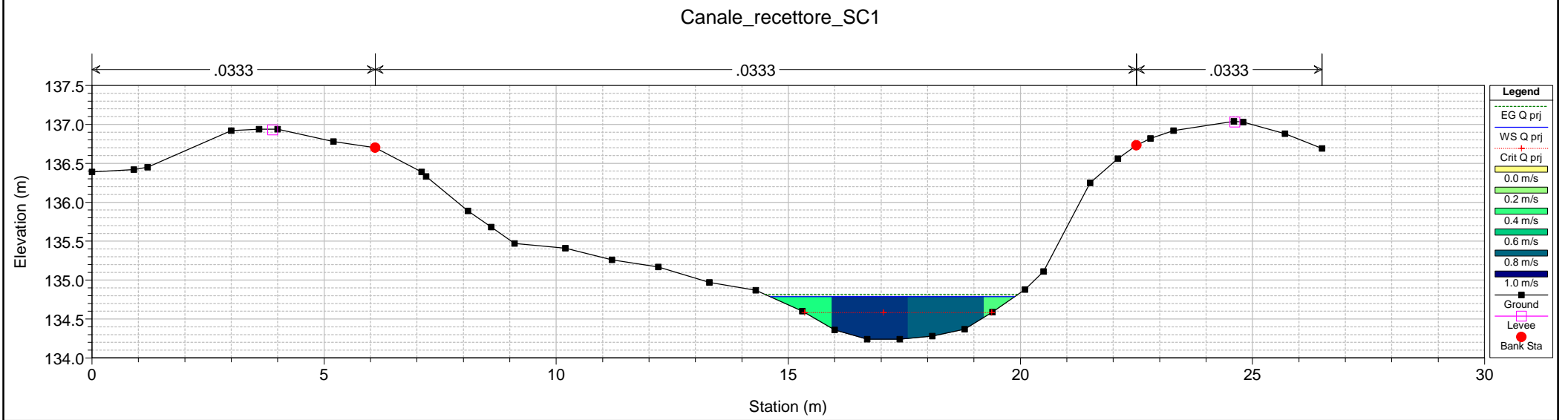
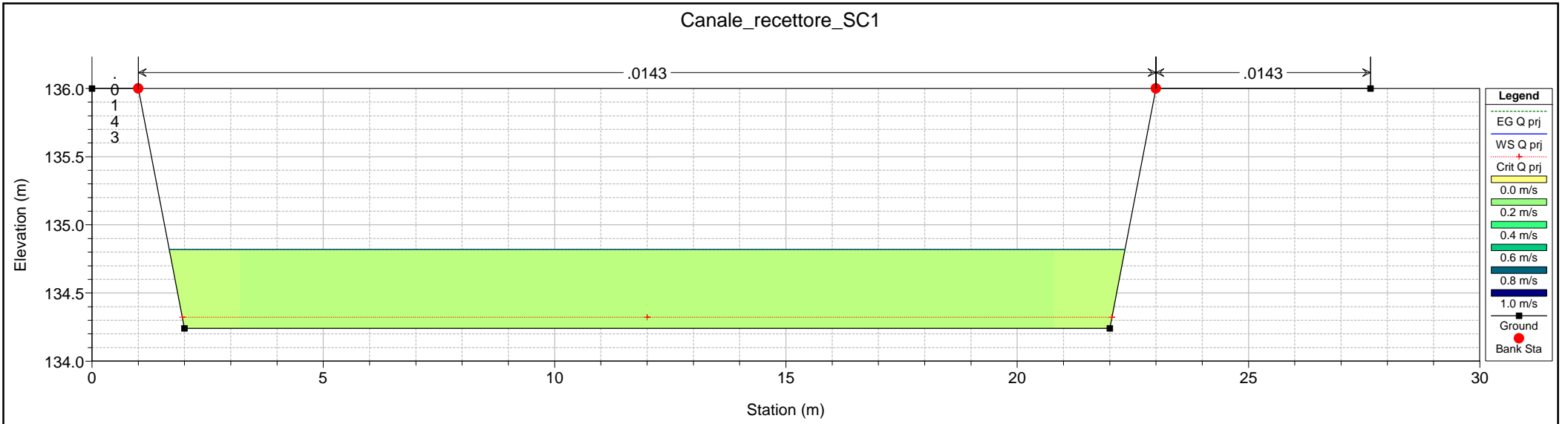
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
Rio Scotto	575	1.50	133.26	5.88	139.14	133.41	5.73	0.00	139.14	0.00	0.00	4.74	0.00	4.77
Rio Scotto	547	1.50	138.00	1.14	139.14	138.08	1.06	0.02	139.14	0.06	0.06	1.04	0.01	1.11
Rio Scotto	545	Inl Struct												
Rio Scotto	541	1.50	138.00	0.08	138.08	138.08	0.00	1.00	138.12	0.90	0.90	0.08	3.73	0.08
Rio Scotto	535	1.50	134.24	0.58	134.82	134.32	0.50	0.05	134.82	0.13	0.13	0.55	0.04	0.57
Rio Scotto	530	1.50	134.24	0.58	134.82	134.32	0.50	0.05	134.82	0.13	0.13	0.55	0.04	0.57
Rio Scotto	520	1.50	134.24	0.58	134.82	134.32	0.50	0.05	134.82	0.13	0.13	0.55	0.04	0.57
Rio Scotto	505	1.50	134.24	0.55	134.79	134.58	0.21	0.41	134.82	0.78	0.78	0.35	9.36	0.37
Rio Scotto	385	1.50	133.81	0.71	134.52	134.24	0.28	0.35	134.54	0.70	0.70	0.38	7.41	0.41
Rio Scotto	295	1.50	133.61	0.67	134.28	134.06	0.22	0.44	134.32	0.88	0.88	0.38	11.69	0.41
Rio Scotto	235	1.50	133.33	0.48	133.81	133.80	0.01	0.96	133.95	1.67	1.67	0.29	46.00	0.31
Rio Scotto	175	1.50	132.65	0.94	133.38	133.20	0.18	0.54	133.45	1.10	1.10	0.39	18.22	0.43
Rio Scotto	30	1.50	132.15	0.89	132.86	132.61	0.25	0.43	132.90	0.91	0.91	0.41	12.14	0.45

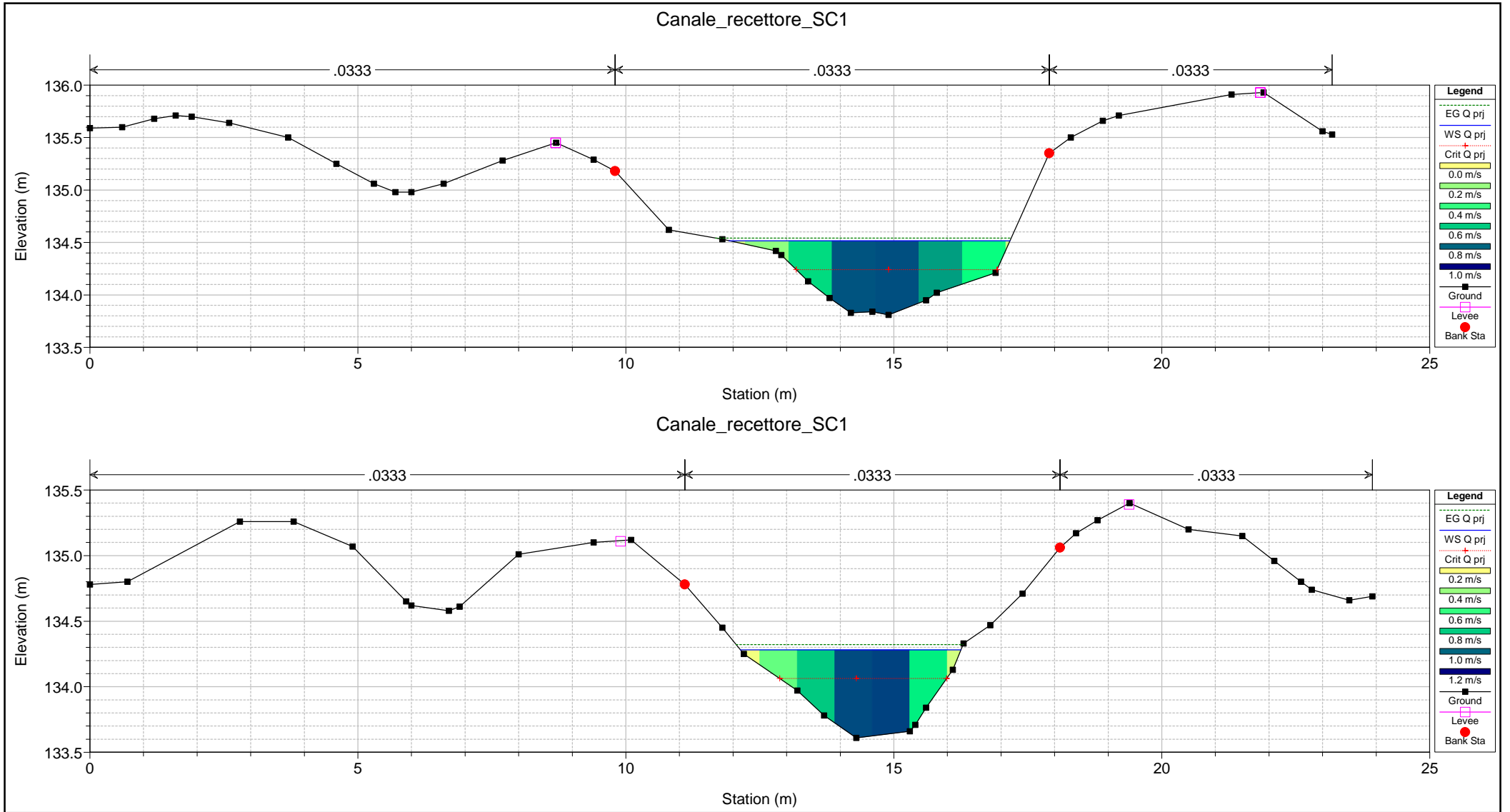


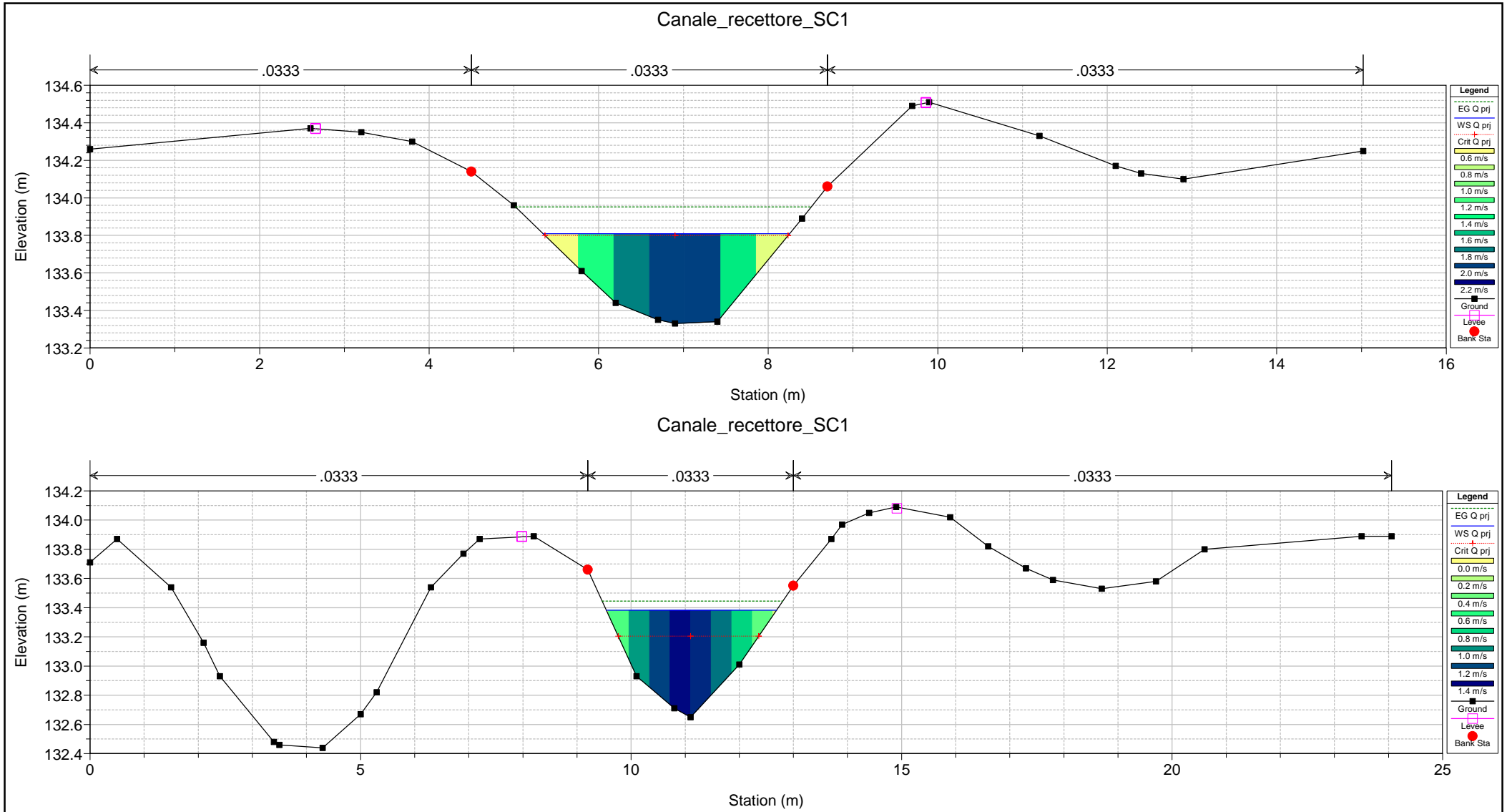




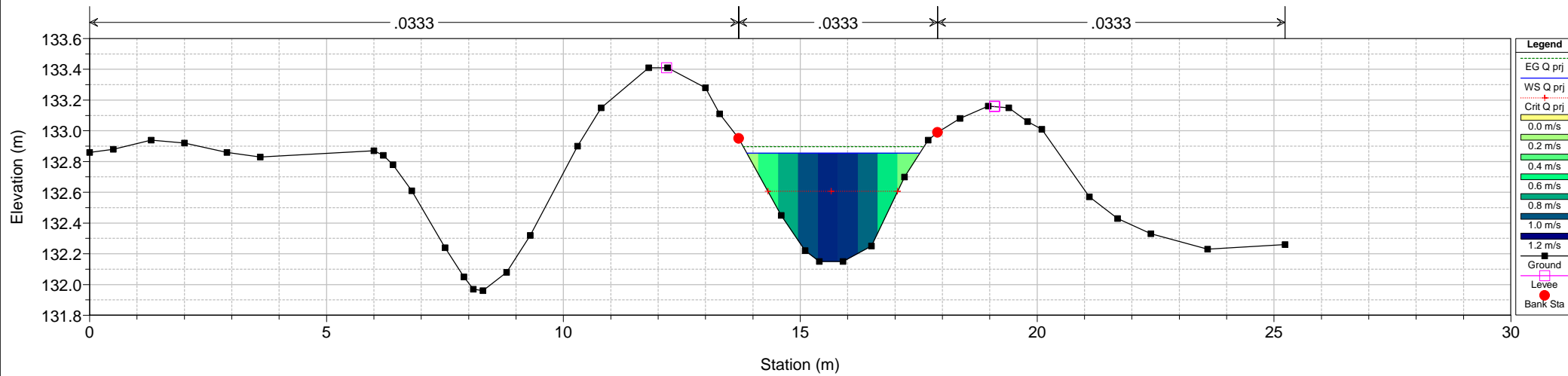








Canale_recettore_SC1



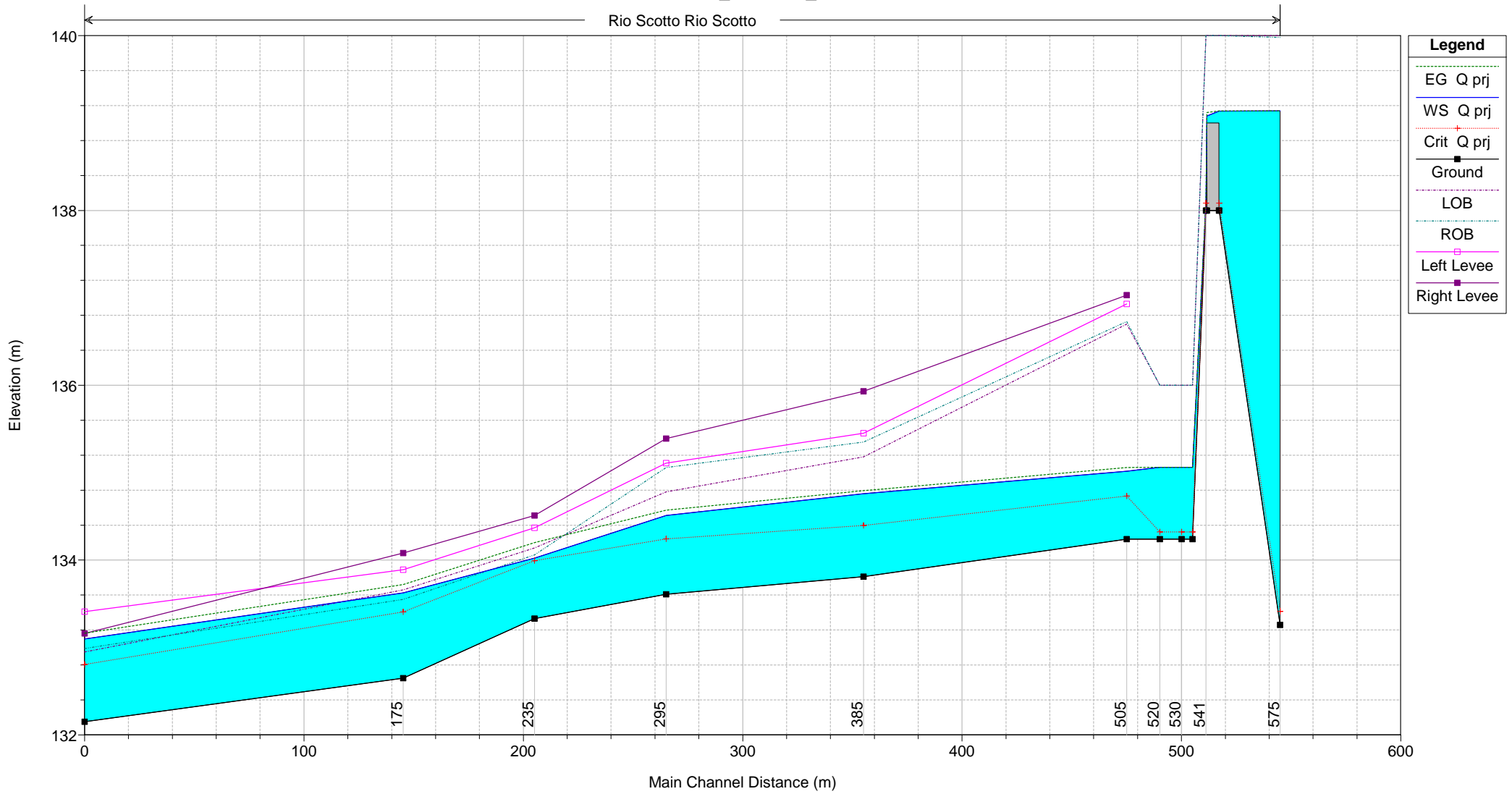
1.2 Verifica di compatibilità del canale di
recapito
(Scenario 2)

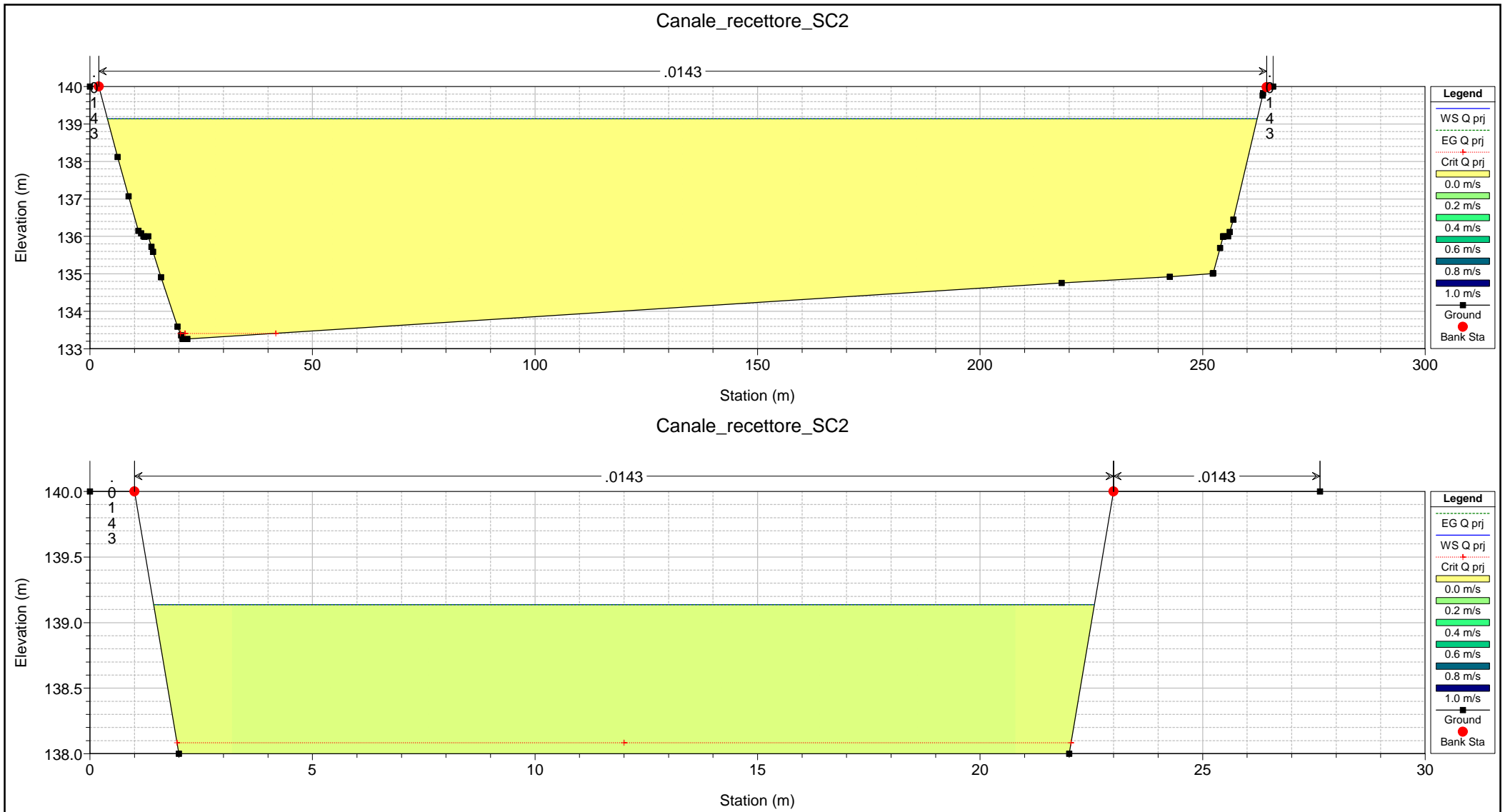
HEC-RAS Plan: Canale_recettore_SC2 River: Rio Scotto Reach: Rio Scotto Profile: Q prj

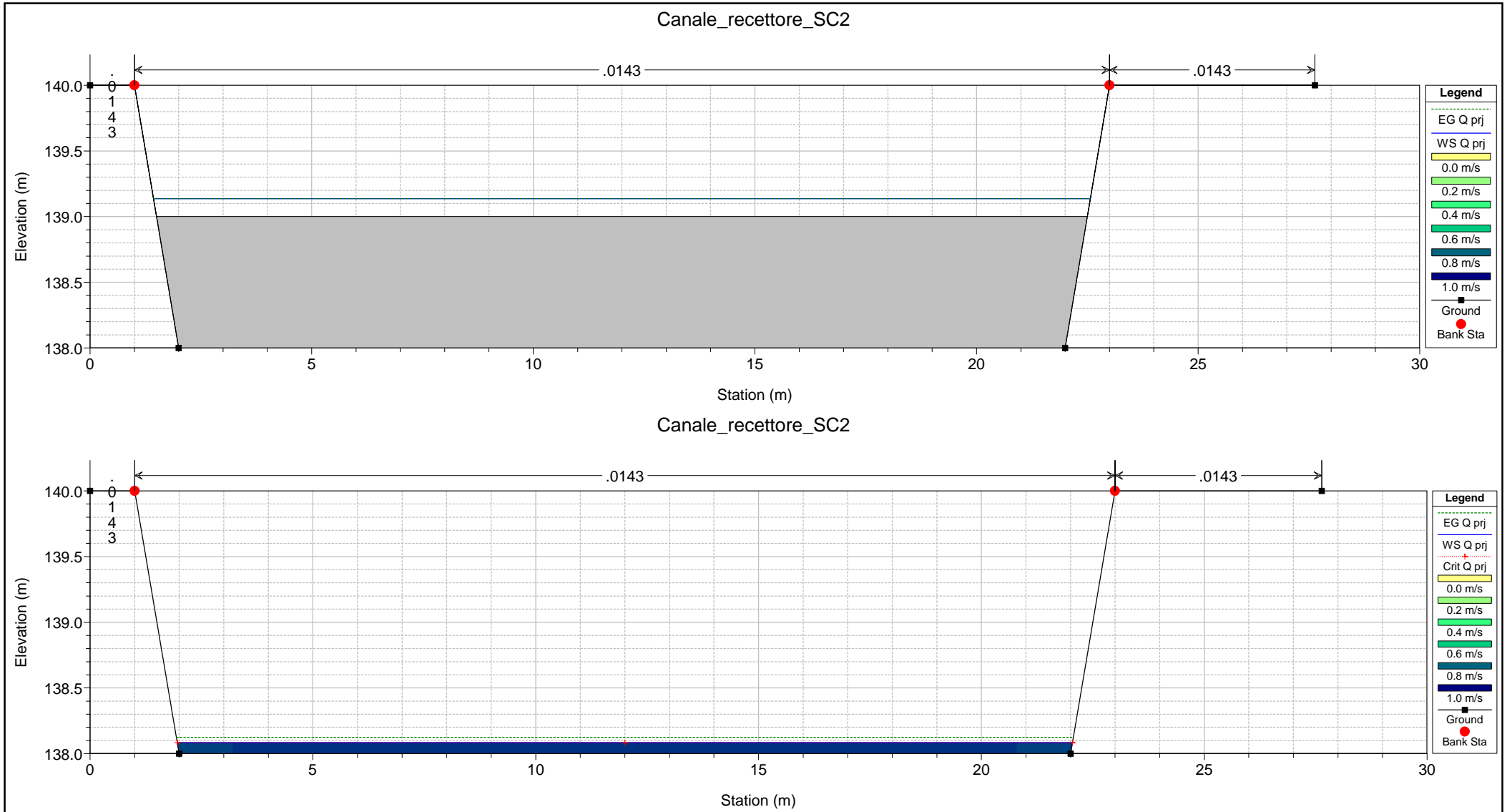
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
Rio Scotto	575	1.50	133.26	5.88	139.14	133.41	5.73	0.00	139.14	0.00	0.00	4.74	0.00	4.77
Rio Scotto	547	1.50	138.00	1.14	139.14	138.08	1.06	0.02	139.14	0.06	0.06	1.04	0.01	1.11
Rio Scotto	545	Inl Struct												
Rio Scotto	541	1.50	138.00	0.08	138.08	138.08	0.00	1.00	138.12	0.90	0.90	0.08	3.73	0.08
Rio Scotto	535	1.50	134.24	0.82	135.06	134.32	0.74	0.03	135.06	0.09	0.09	0.77	0.02	0.80
Rio Scotto	530	1.50	134.24	0.82	135.06	134.32	0.74	0.03	135.06	0.09	0.09	0.77	0.02	0.80
Rio Scotto	520	1.50	134.24	0.82	135.06	134.32	0.74	0.03	135.06	0.09	0.09	0.77	0.02	0.80
Rio Scotto	505	3.00	134.24	0.78	135.02	134.73	0.29	0.42	135.06	0.89	0.89	0.45	11.37	0.46
Rio Scotto	385	3.00	133.81	0.95	134.76	134.40	0.36	0.36	134.79	0.82	0.82	0.50	9.14	0.54
Rio Scotto	295	3.00	133.61	0.90	134.51	134.24	0.27	0.48	134.57	1.09	1.09	0.49	16.34	0.53
Rio Scotto	235	3.00	133.33	0.69	134.02	133.99	0.03	0.91	134.20	1.86	1.86	0.39	51.37	0.42
Rio Scotto	175	3.00	132.65	1.19	133.63	133.41	0.22	0.57	133.72	1.36	1.35	0.52	24.94	0.56
Rio Scotto	30	3.00	132.15	1.14	133.10	132.81	0.29	0.46	133.16	1.13	1.12	0.57	16.86	0.52

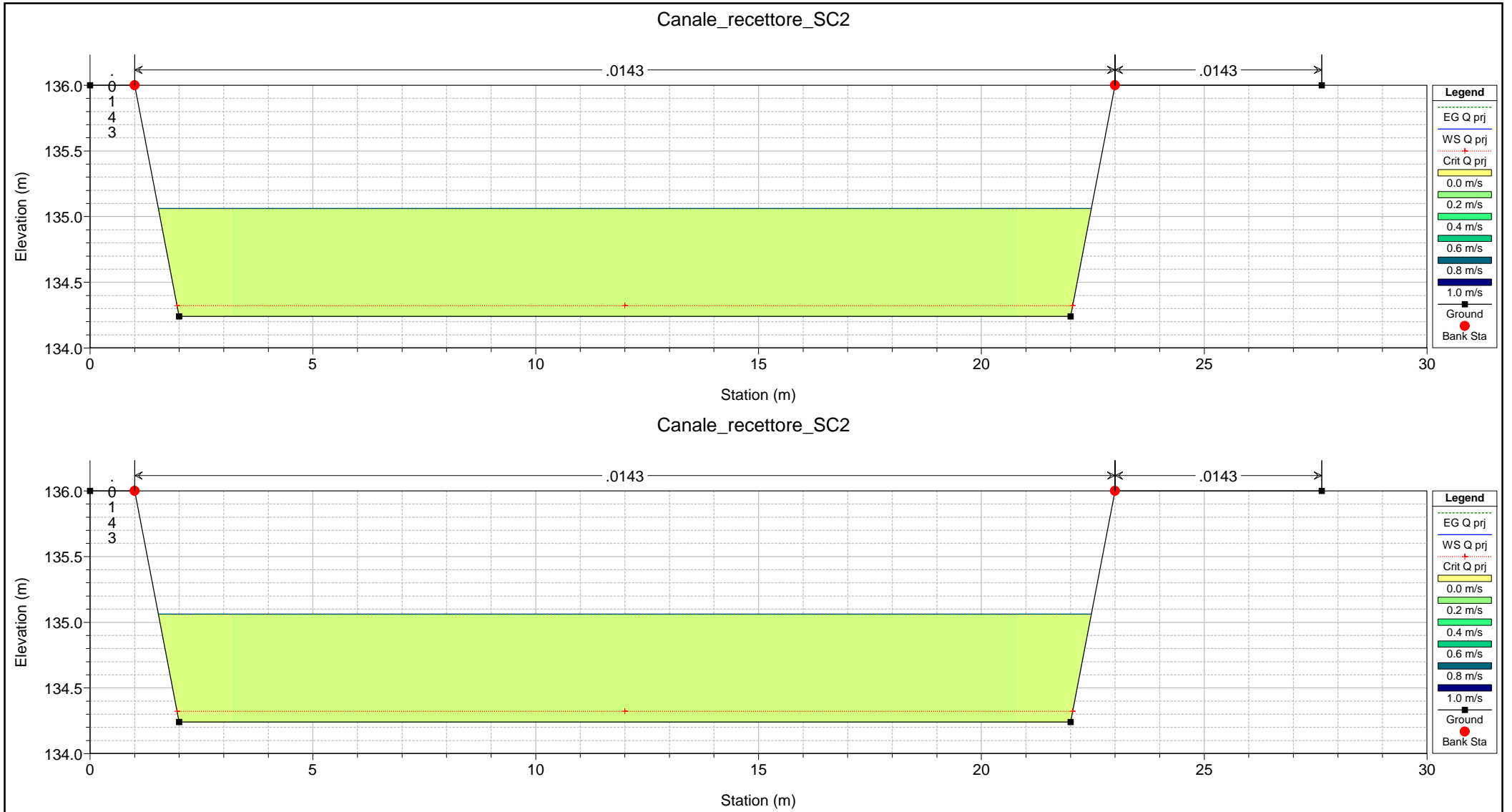
Canale_recettore_SC2

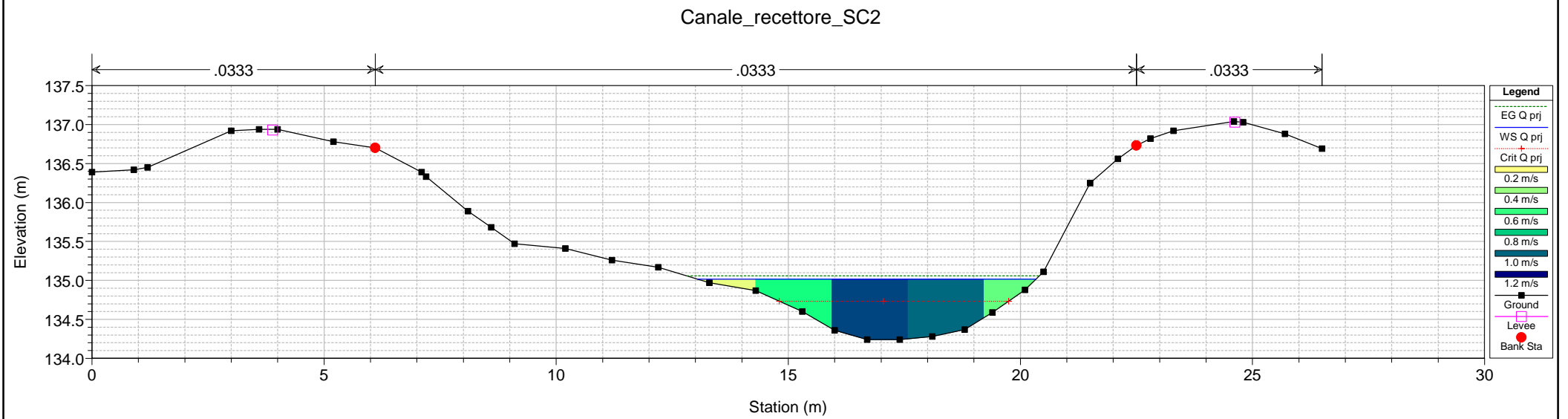
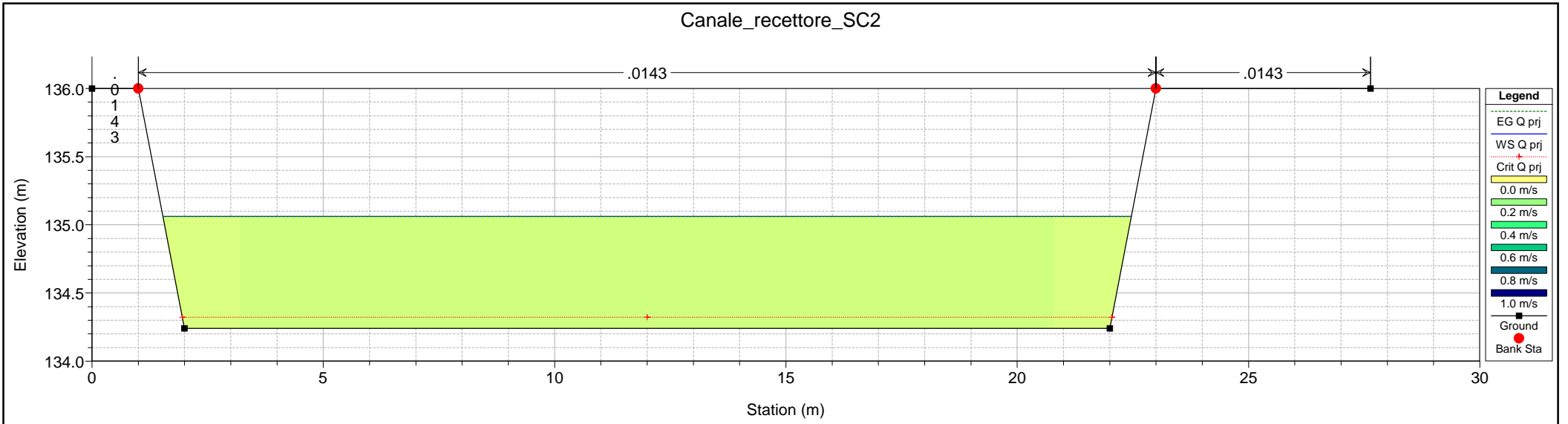
Rio Scotto Rio Scotto

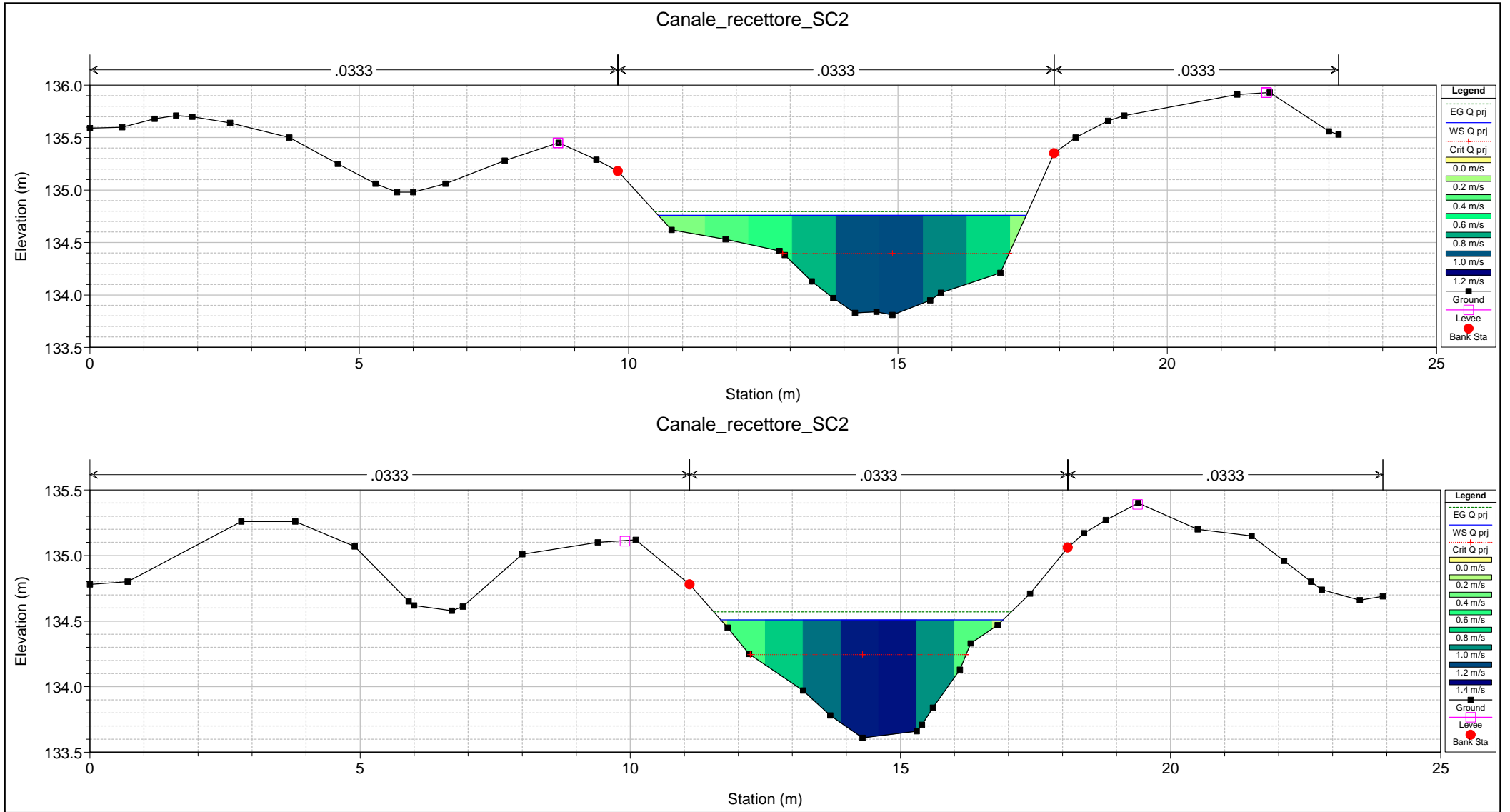


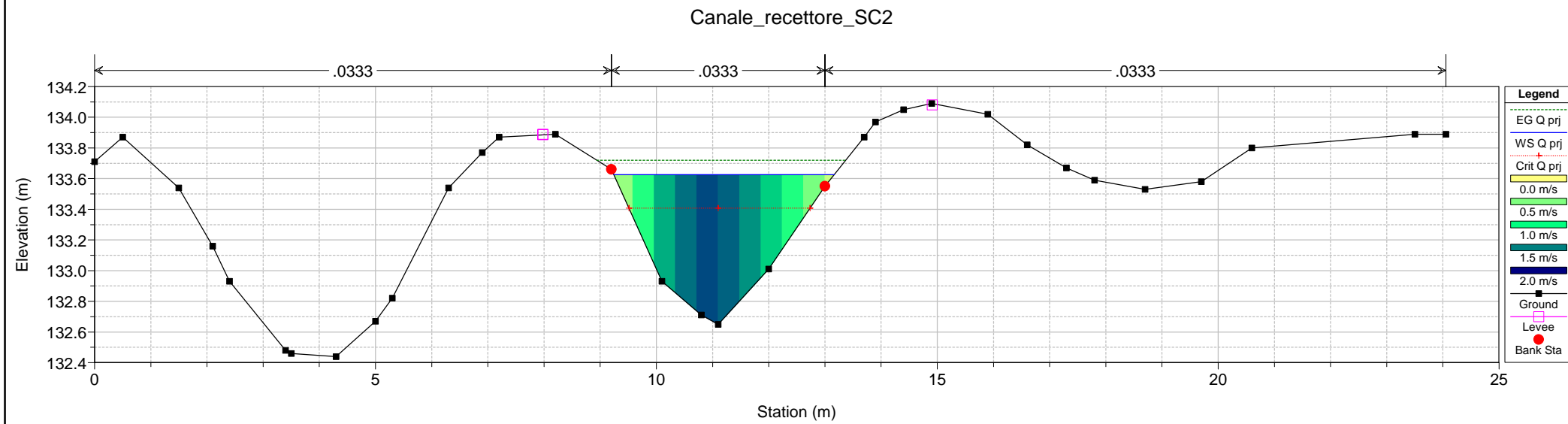
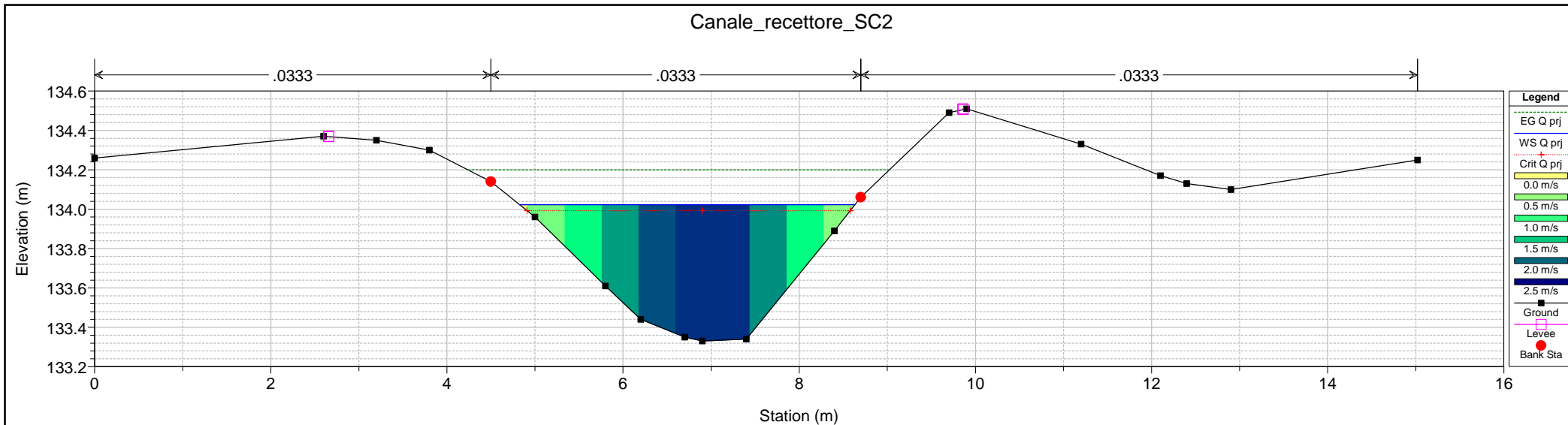




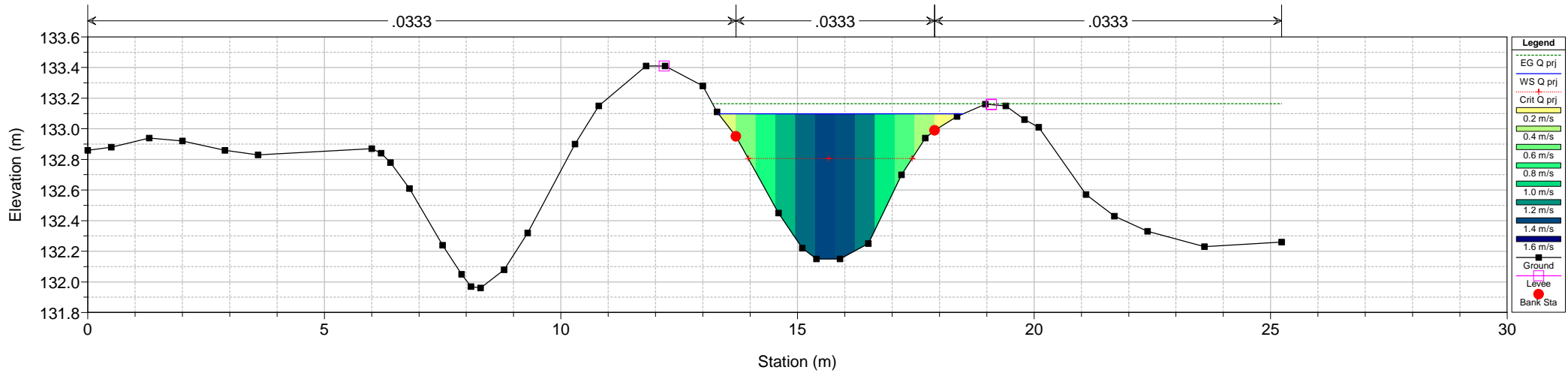






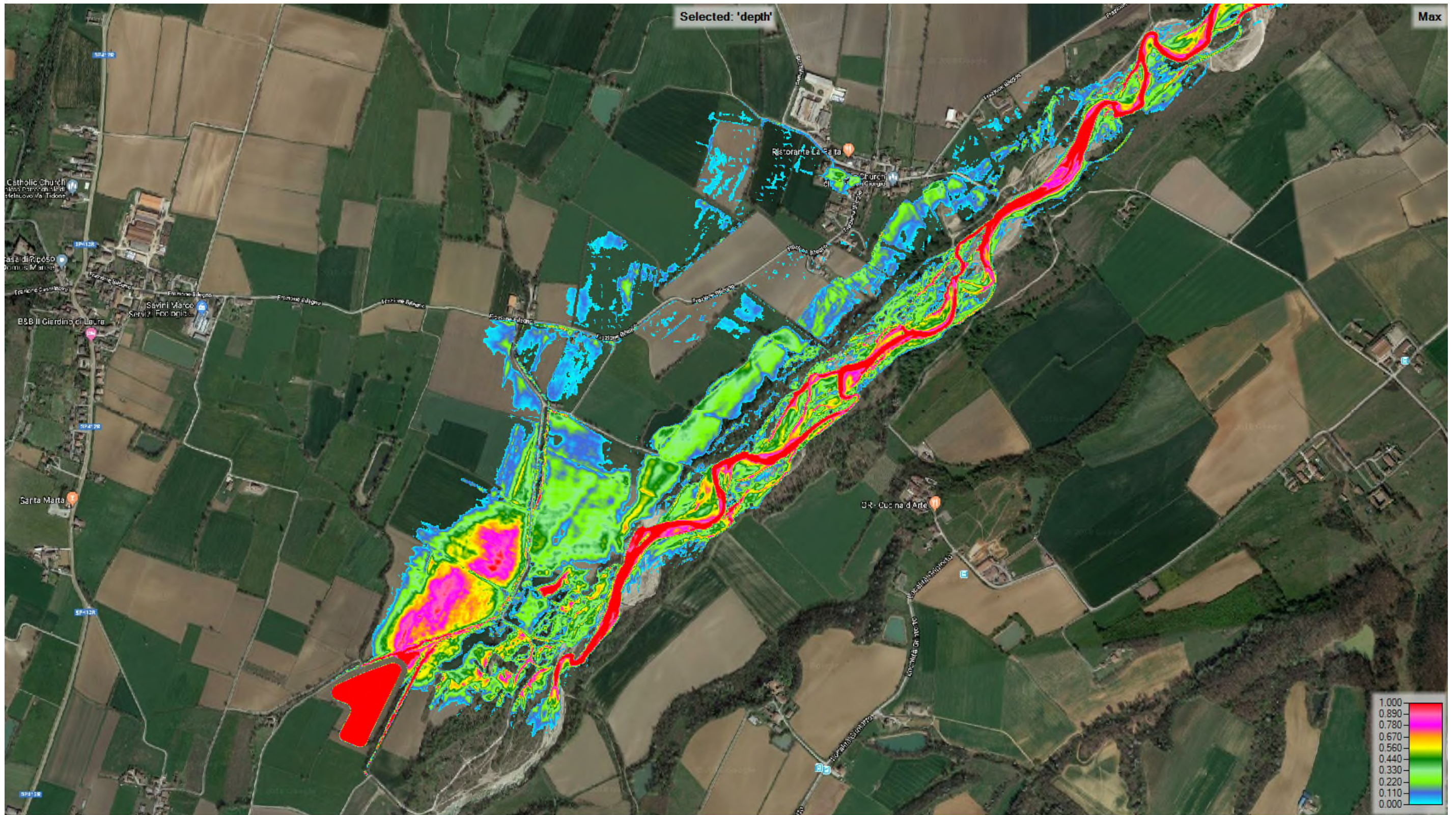


Canale_recettore_SC2

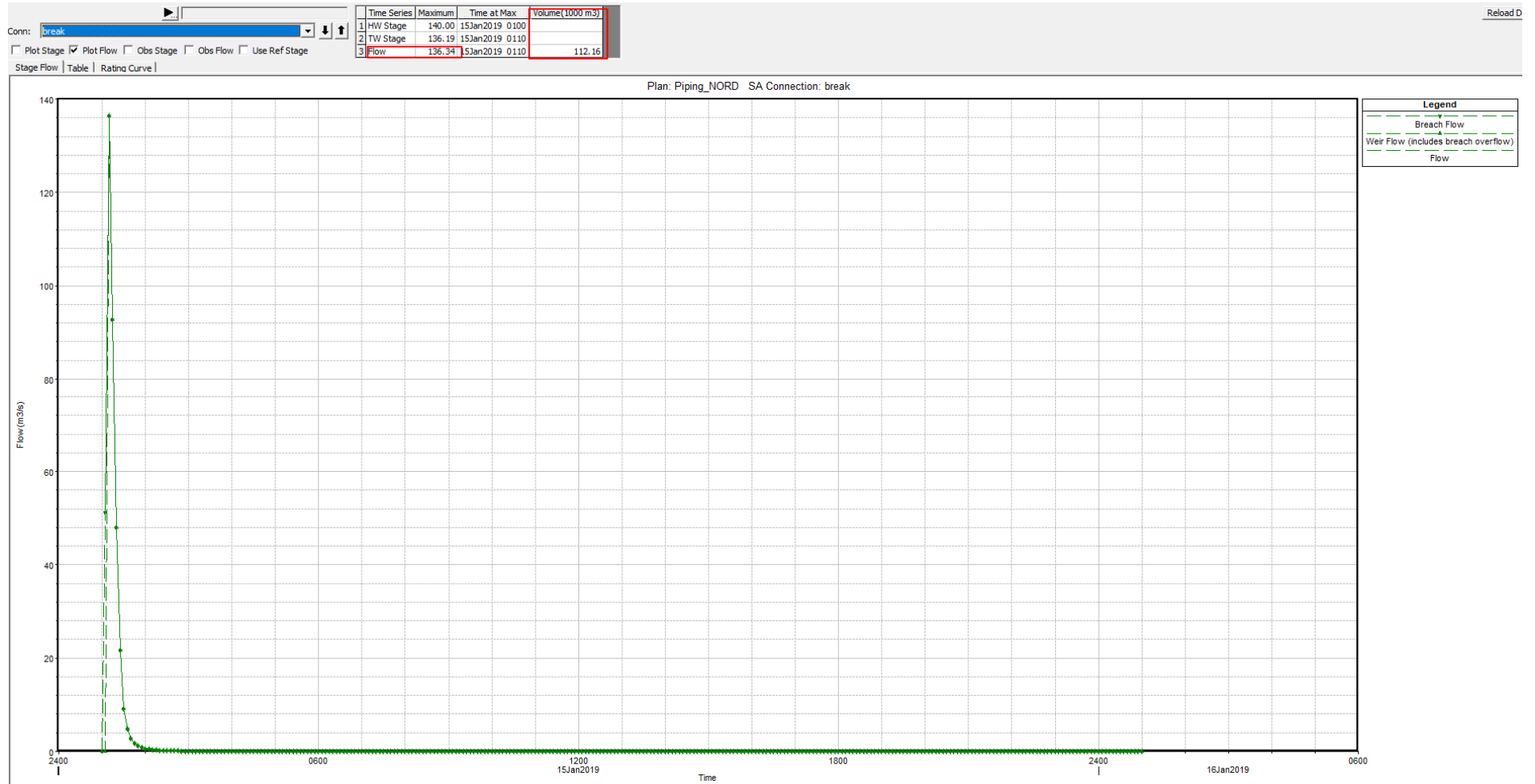


- Legend**
- EG Q prj
 - WS Q prj
 - Crit Q prj
 - 0.2 m/s
 - 0.4 m/s
 - 0.6 m/s
 - 0.8 m/s
 - 1.0 m/s
 - 1.2 m/s
 - 1.4 m/s
 - 1.6 m/s
 - Ground
 - Levee
 - Bank Sta

1.3 Simulazione di Dam Break (fenomeno di
Piping dell'arginatura nord)
(Scenario 3)

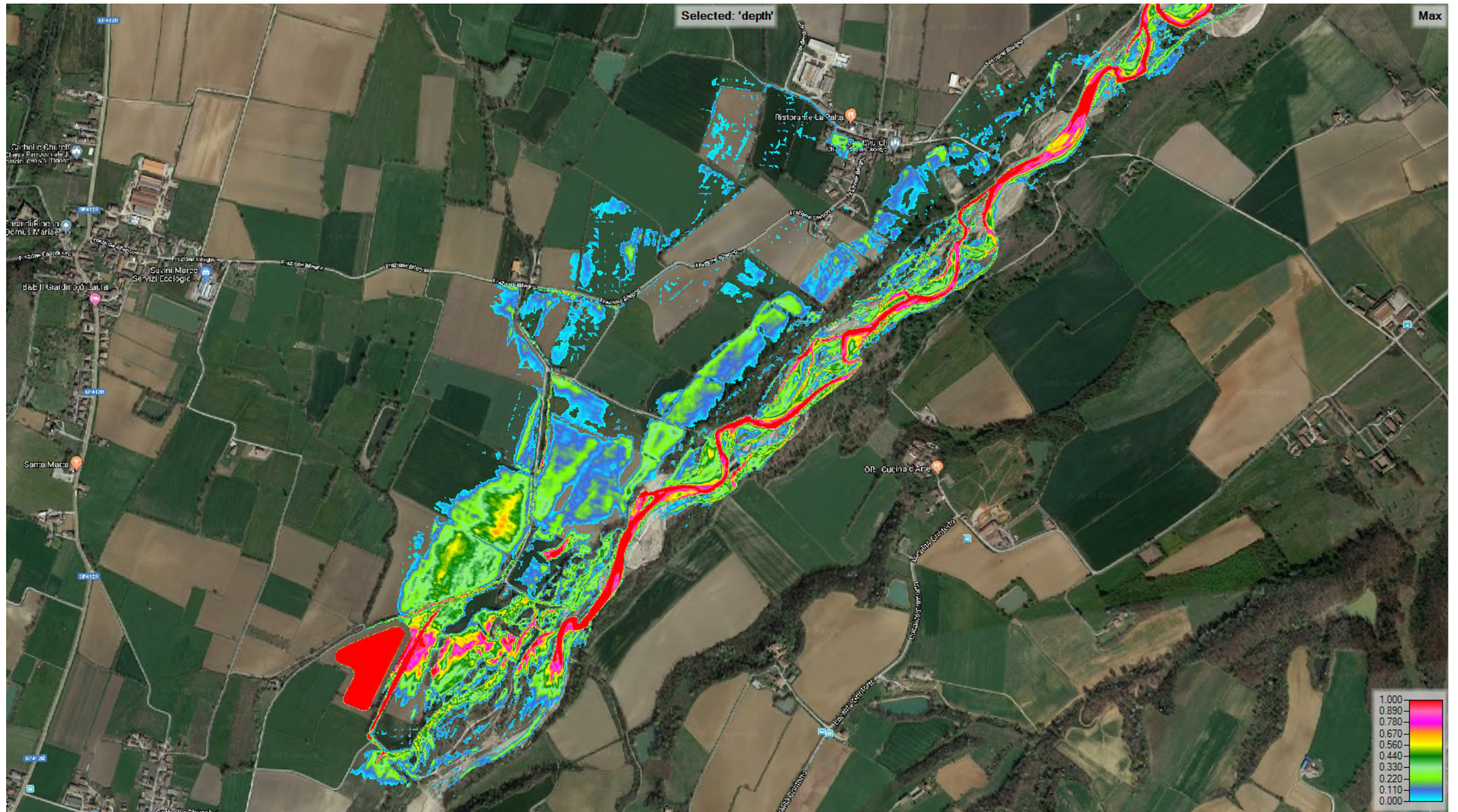


SCENARIO 4 - Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura nord) – tiranti idrici massimi (m)

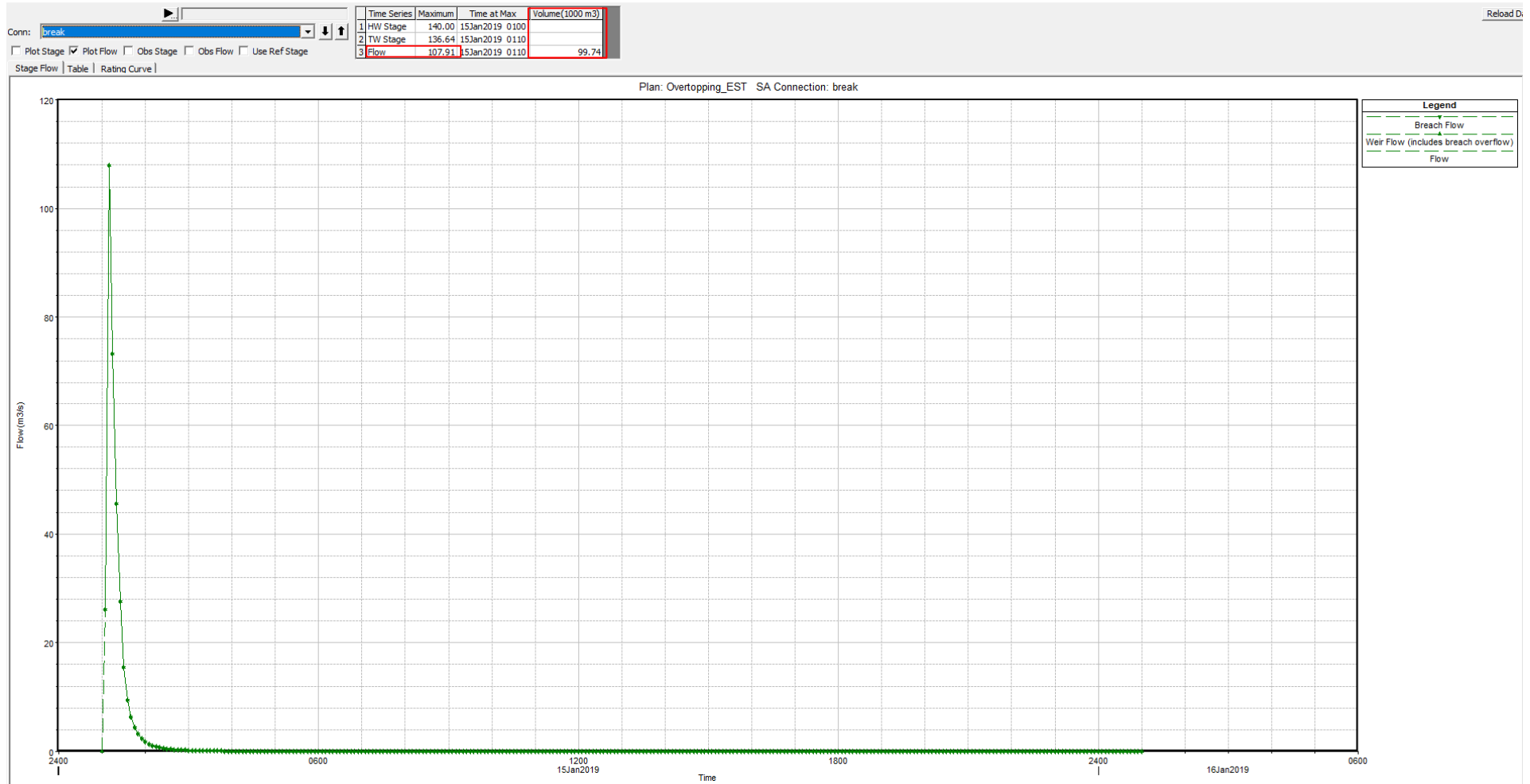


SCENARIO 4 - Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura nord) – idrogramma di piena

1.4 Simulazione di Dam Break (fenomeno di
Piping dell'arginatura est)
(Scenario 4)

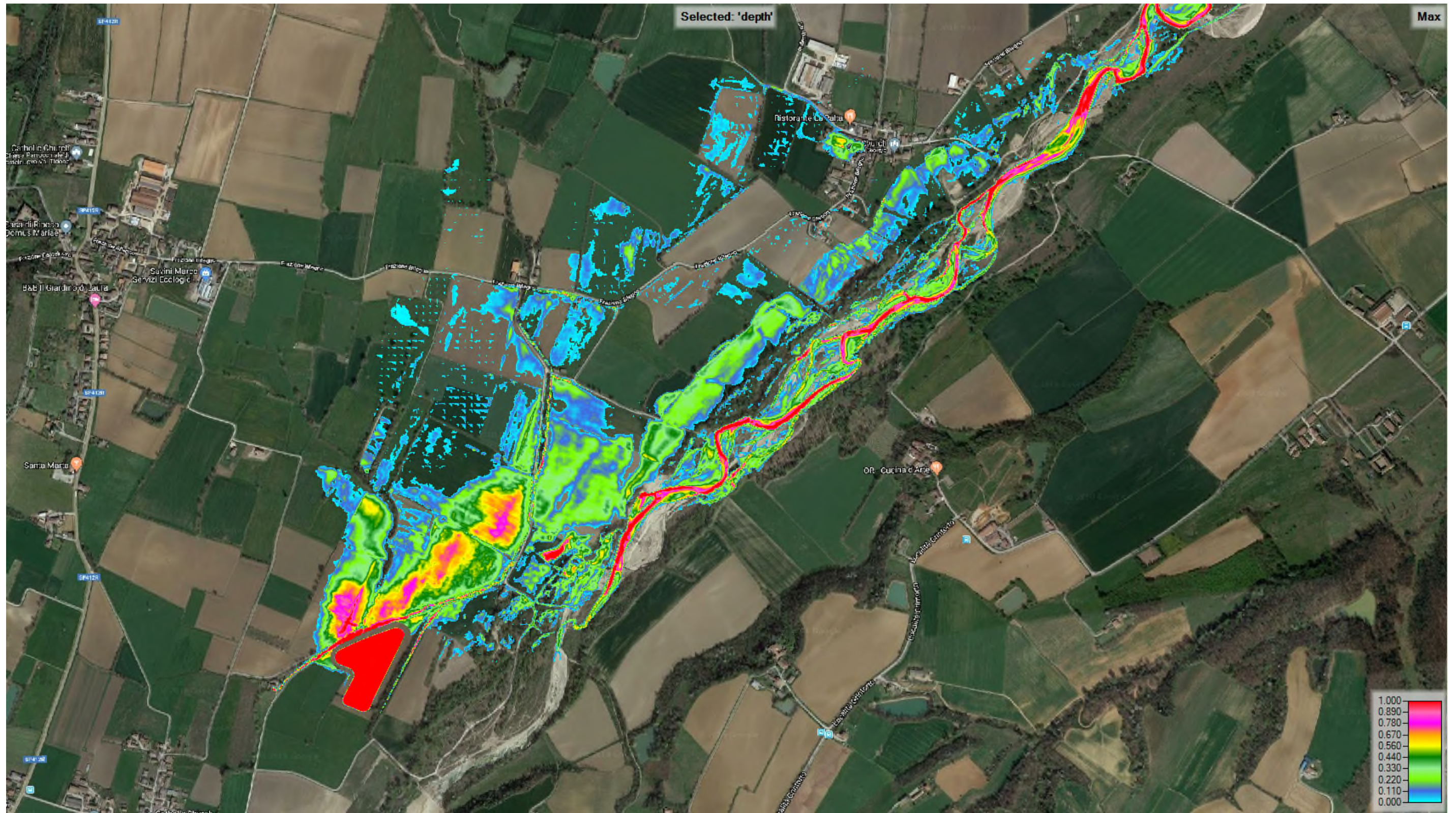


SCENARIO 5 - Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura est) – tiranti idrici massimi (m)

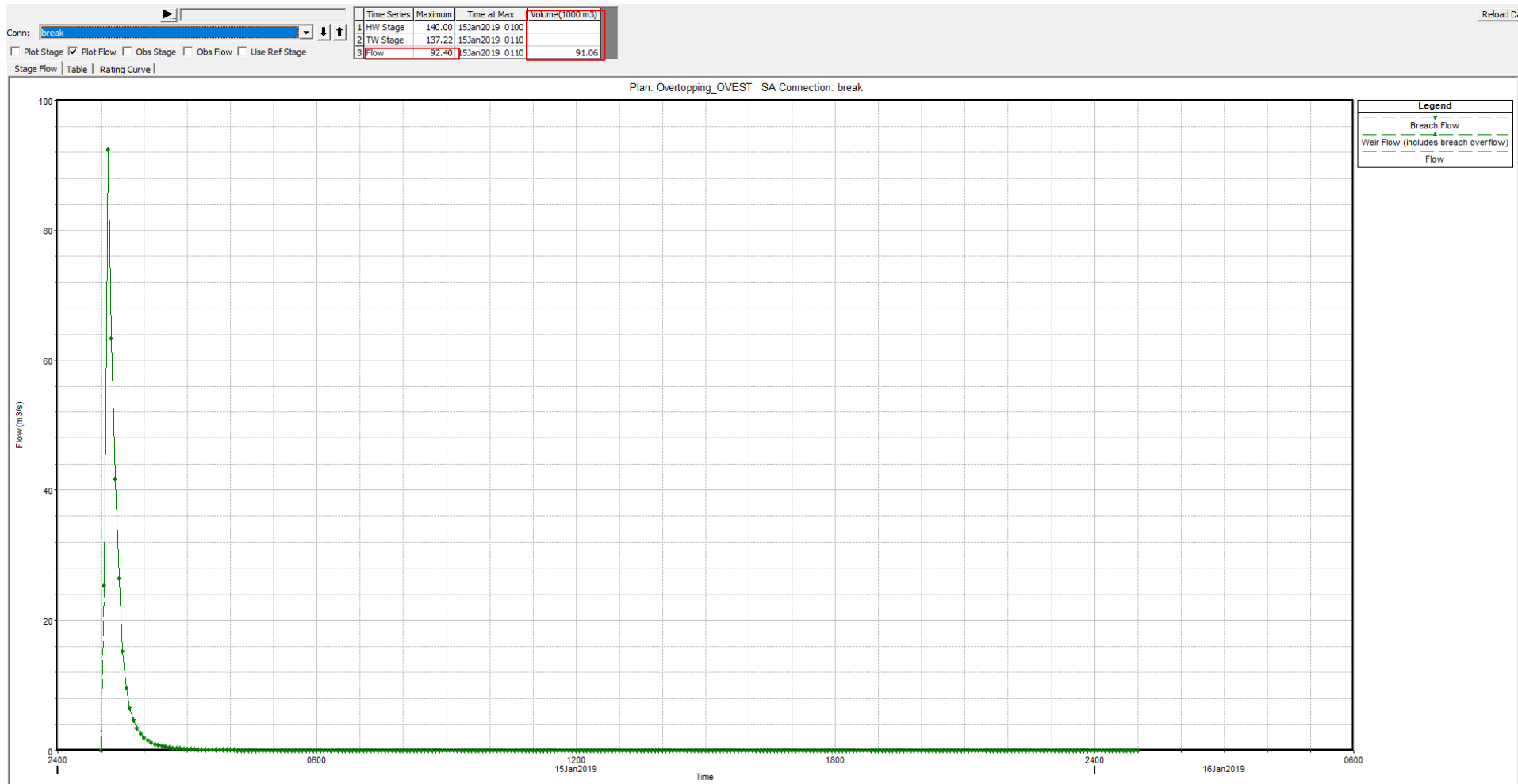


SCENARIO 5 - Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura est) – idrogramma di piena

1.5 Simulazione di Dam Break (fenomeno di
Piping dell'arginatura ovest)
(Scenario 5)



SCENARIO 6 - Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura ovest) – tiranti idrici massimi (m)



SCENARIO 6 - Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura ovest) – idrogramma di piena

1.6 Simulazione di Dam Break (fenomeno di
Piping dell'arginatura sud)
(Scenario 6)



SCENARIO 7 - Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura sud) – tiranti idrici massimi (m)



SCENARIO 7 - Simulazione di Dam Break (fenomeno di Piping dell'arginatura sud) – idrogramma di piena