



COMUNE DI ALTAMURA



REGIONE PUGLIA



COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE

COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 54 MW COSTITUITO DA N.9 AEROGENERATORI DI POTENZA PARI A 6 MW CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO DENOMINATO “ALTAMURA” UBICATO NEL COMUNE DI ALTAMURA E SANTERAMO IN COLLE.

ELABORATO: **R.5**

RELAZIONE IDRAULICA

COMMITTENTE

SCS 10 srl

Via GEN ANTONELLI 3 - MONOPOLI

PROGETTAZIONE

progettato e sviluppato da



PROGETTAZIONE



PROGETTAZIONE



REVISIONI

REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
	SET22	Relazione Idraulica	Geol. Angela Indiveri		

INDICE

PREMESSA.....	pag.1
INTERSEZIONI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO.....	pag.2
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA-IDRAULICA.....	pag.4
CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO.....	pag. 4
INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI.....	pag. 5
STIMA DELLA PORTATA AL COLMO DI PIENA.....	pag. 8
ANALISI IDRAULICA.....	pag. 15
AEROGENERATORI.....	pag. 17
CONCLUSIONI.....	pag. 22

PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto lo studio idrogeologico di un'area sita a cavallo dei territori del Comune di Altamura e di Santeramo in Colle al fine di verificarne la "Sicurezza idraulica".

Tale documento è stato redatto su incarico della "SCS INNOVATION" in riferimento alla realizzazione di un parco eolico in un'area sita tra il territorio del comune di Altamura e il territorio del comune di Santeramo in Colle.

Dal punto di vista normativo, è necessario tener conto delle seguenti prescrizioni:

- Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Bacino (PAI) del 30 novembre 2005;
- Delibera della Giunta Regionale n° 334 del 7 marzo 2013 "Modulistica di riferimento per i procedimenti relativi ai titoli abilitativi edilizi";
- Legge Regionale n° 19 del 19 luglio 2013 "Norme in materia di riordino degli organismi collegiali operanti a livello tecnico-amministrativo e consultivo e di semplificazione dei procedimenti amministrativi".

In particolare, in riferimento a quanto prescritto dalle N.T.A. del Piano di Bacino (PAI), si precisa che, in base alla cartografia ufficiale del PAI, l'area sede dell'intervento non rientra tra le aree interessate da pericolosità idraulica e/o rischio geomorfologico, ma rientra all'interno dell'area golenale e della fascia di pertinenza fluviale di diversi reticoli idrografici secondo gli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI.

Ai fini della maggiore sicurezza idraulica e per escludere qualsiasi interazione tra la fitta rete di reticoli presenti nell'area e il progetto, è stato redatto uno studio di compatibilità (al momento per gli aerogeneratori e le strutture primarie in quanto il tracciato del cavidotto è ancora in fase di progettazione preliminare) secondo i modelli standard della stessa A.d.B..

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

Lo studio idrogeologico ed idraulico coordinato è così strutturato:

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

INTERSEZIONI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

I reticoli idrografici di interesse sono affluenti (tratto di monte) di un corso d'acqua più importante noto come Gravina di Matera che ha come recapito finale il mar Ionio (circa 50 Km a SE dell'area di studio). Esso scorre essenzialmente in direzione quasi N-S, ha origine poco più a N dell'area di progetto e prosegue attraversando i territori di Puglia e Basilicata fino a sfociare in mare tra le località di Marina di Ginosa e Lido di Metaponto (Fig.1).

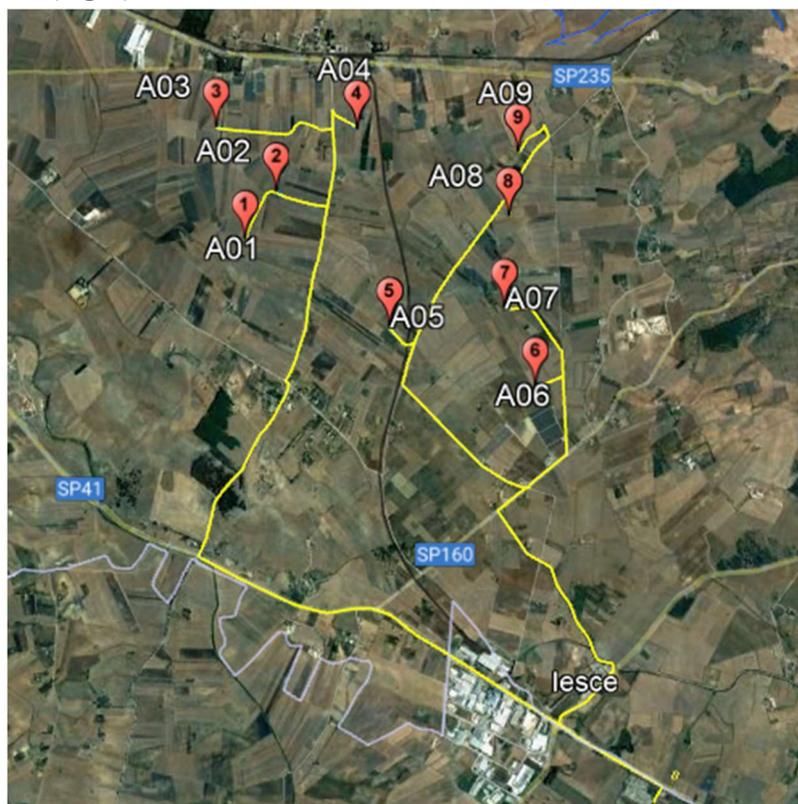


Fig. 1 – Ubicazione aerogeneratori su ortofoto.

AEROGENERATORI

Per quanto riguarda i 9 aerogeneratori si analizzano di seguito le interferenze con le aree a modellamento attivo e golenali e di pertinenza fluviale, per le quali, ai sensi degli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI della Puglia si rende necessario uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che analizzi gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle delle aree interessate e che ne attesti la sicurezza idraulica, i cui risultati sono riportati di seguito. In particolare, solo 3 aerogeneratori ricadono all'interno delle aree di pertinenza fluviale, come illustrato nella figura 2 nella quale vengono riportati il reticolo idrografico, il buffer di 150 m rispetto ad esso e l'ubicazione degli aerogeneratori in questione.

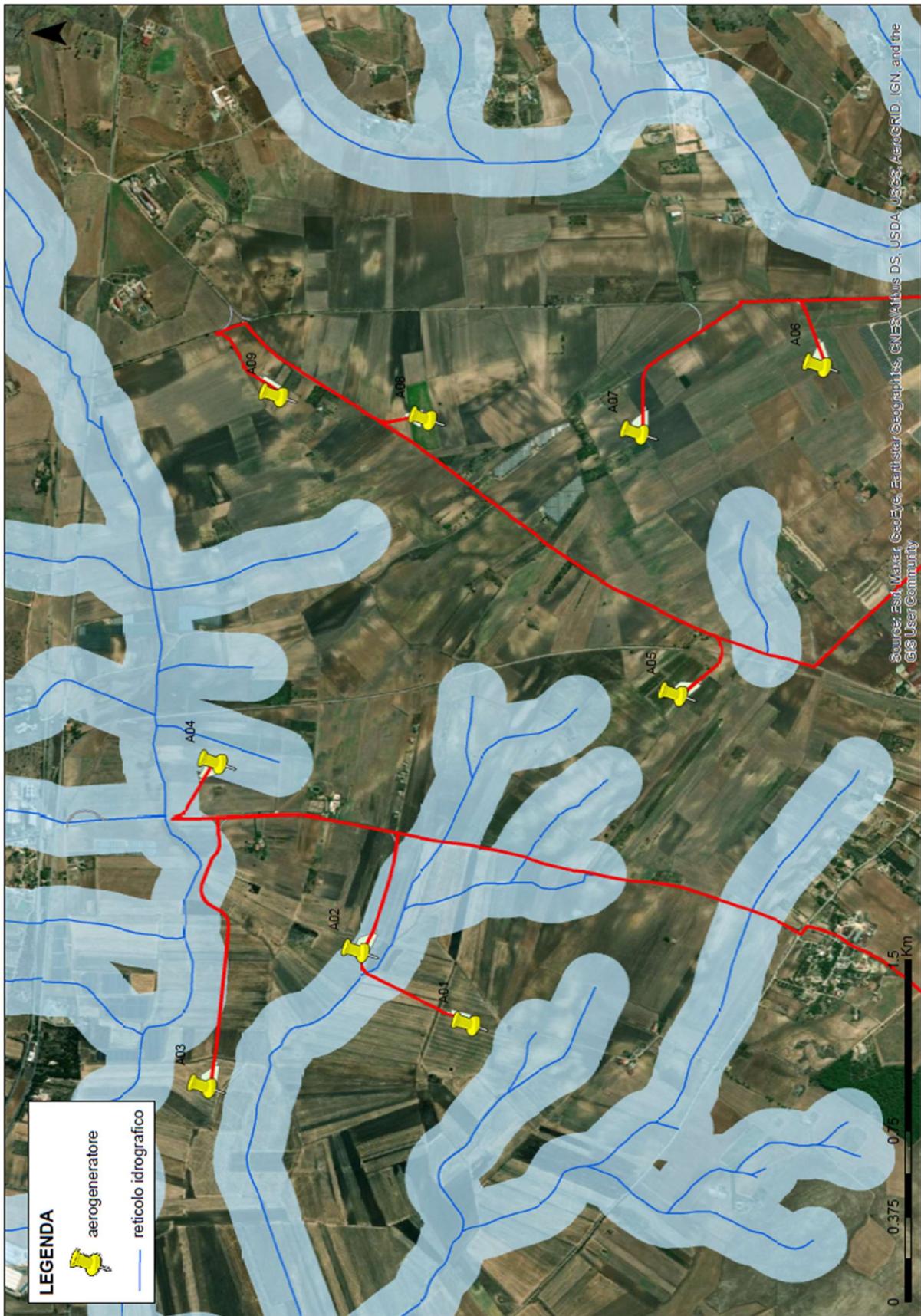


Fig. 2 – Buffer 150 m del reticolo idrografico studiato su ortofoto.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA-IDRAULICA

Di seguito verranno riportati i risultati dello studio di compatibilità idrologica-idraulica effettuato per ciascun aerogeneratore. In particolare, ogni studio è stato sviluppato nel modo seguente:

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

CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO

Il sito investigato, con una quota media di circa 430 m s.l.m. e una distanza lineare dalla costa ionica di circa 40 Km, è situato in una zona di transizione tra l'Avanfossa Bradanica e l'Avampaese Apulo. A N dell'area di intervento si individua l'altopiano calcareo delle Murge che rappresenta uno dei settori più rialzati dell'Avampaese Apulo. Per questo studio sono stati presi a riferimento diversi affluenti di un corso d'acqua più importante noto come Gravina di Matera. In particolare, in corrispondenza del sito di interesse troviamo una sottile copertura alluvionale al di sotto della quale si rilevano le argille sub-appennine.

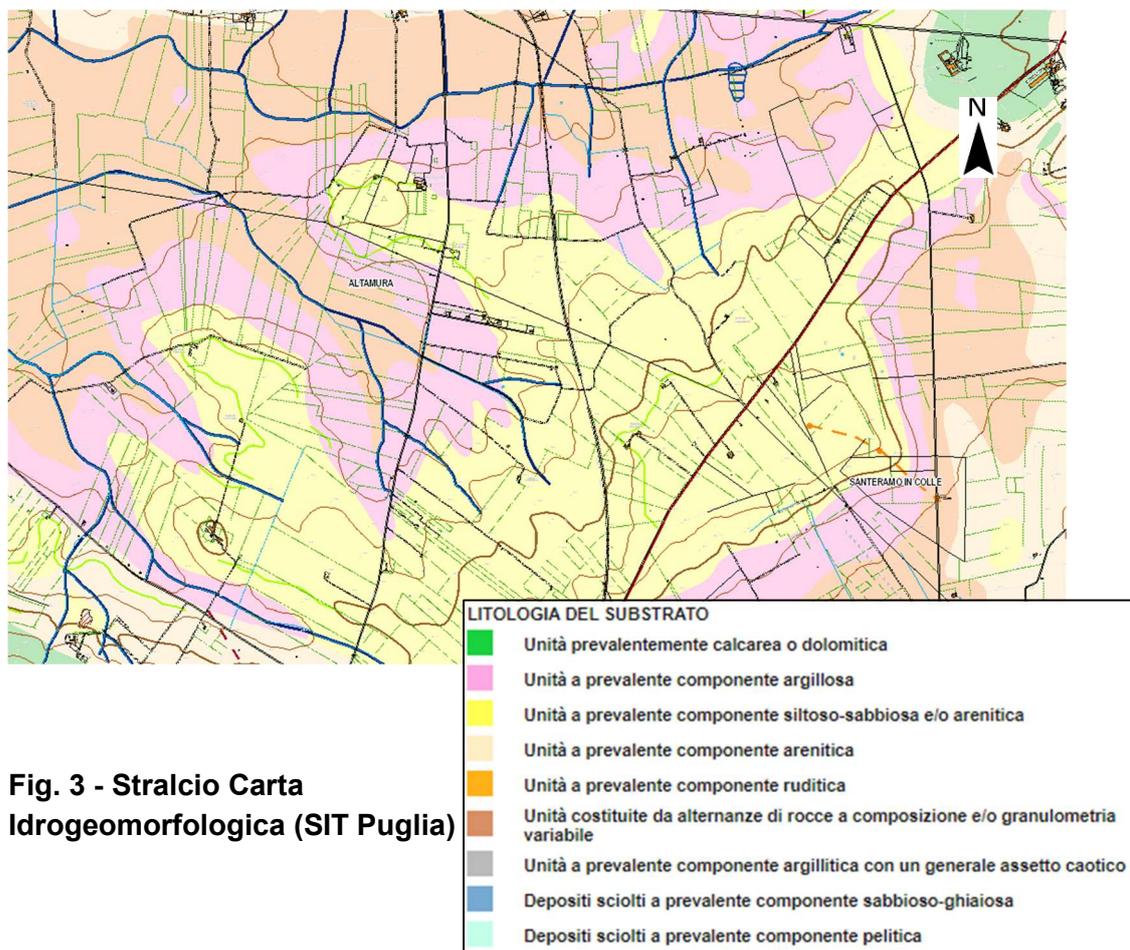


Fig. 3 - Stralcio Carta Idrogeomorfologica (SIT Puglia)

Gli Allegati 1 e 2 riportano rispettivamente lo stralcio della cartografia PAI e lo stralcio della Carta Idrogeomorfologica dell' AdB Puglia.

INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

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

Attraverso l'utilizzo di software tipo GIS sono stati individuati i bacini idrografici afferenti alle rispettive sezioni di imposta ubicate circa 500 m a valle dei vari siti oggetto di studio in maniera tale da non risentire delle condizioni al contorno e a vantaggio della sicurezza, sovrastimando la portata al colmo di piena.

In tabella sono riportati i dati relativi alle caratteristiche dei tratti di reticolo utilizzati per effettuare l'analisi idrologica. In particolare, sono stati individuati 2 bacini idrografici, che da N a S verranno individuati come BACINO 1 e BACINO 2.

	BACINO IDROG. 1	BACINO IDROG. 2
Area (Km ²)	64	3.9
Altezza media (m s.l.m.)	445.6	390
Quota max (m s.l.m.)	526	412.8
Quota min (m s.l.m.)	375	376
Lunghezza asta fino al displuvio (m)	16600	4200
Pendenza (m/m)	0.63	3800

Tab. 1: Caratteristiche reticoli studiati per gli aerogeneratori.

In particolare, per gli aerogeneratori, lungo gli assi di scorrimento sono state rilevate diverse sezioni morfologiche perpendicolari alla direzione di flusso, per una distanza media di 500 m a monte e a valle di ciascuna zona di progetto. Il calcolo della portata di colmo è stato eseguito considerando la sezione di chiusura per ciascun bacino, sovrastimando le portate, a favore della sicurezza.

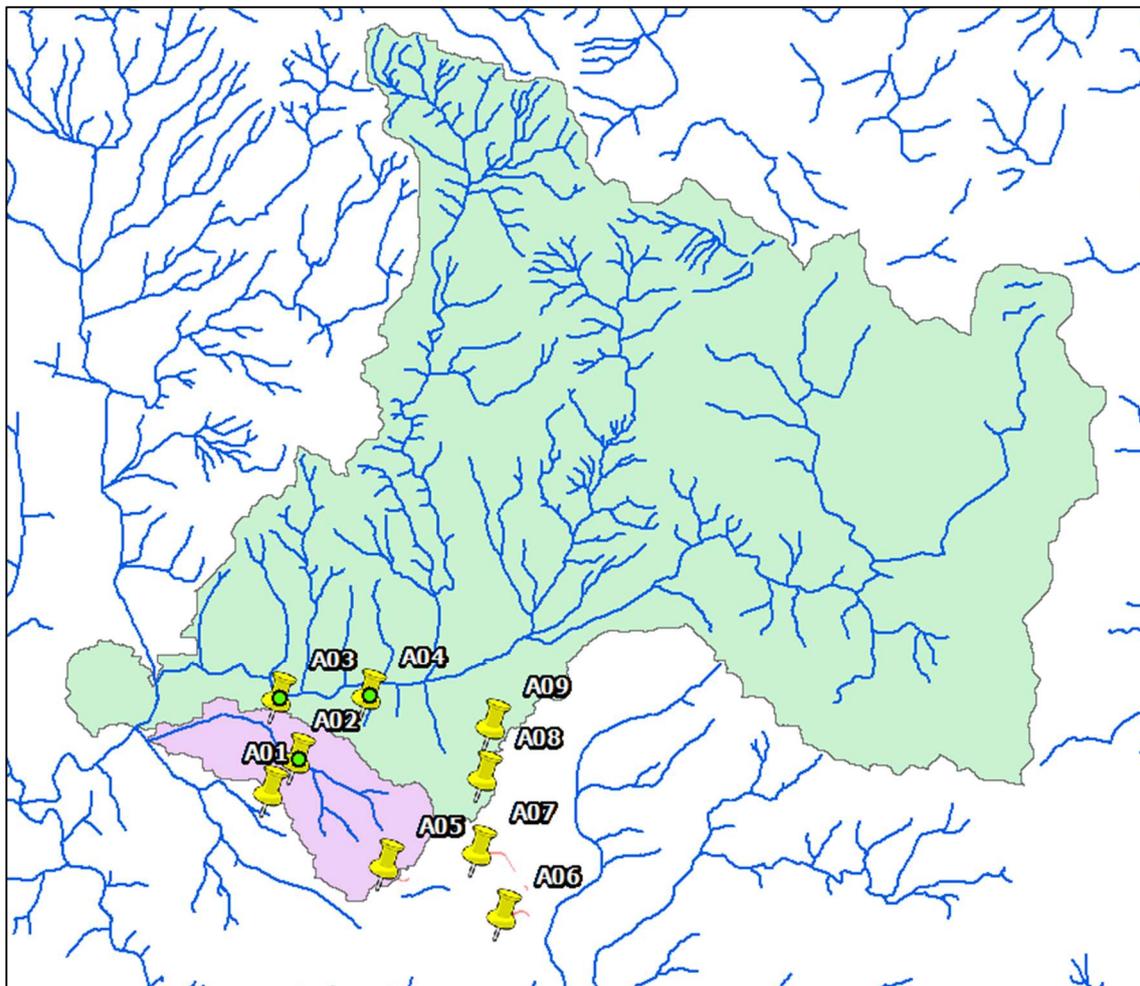


Fig. 4: Bacini idrografici studiati con relativi reticoli. Le stelle identificano gli aerogeneratori in progetto.

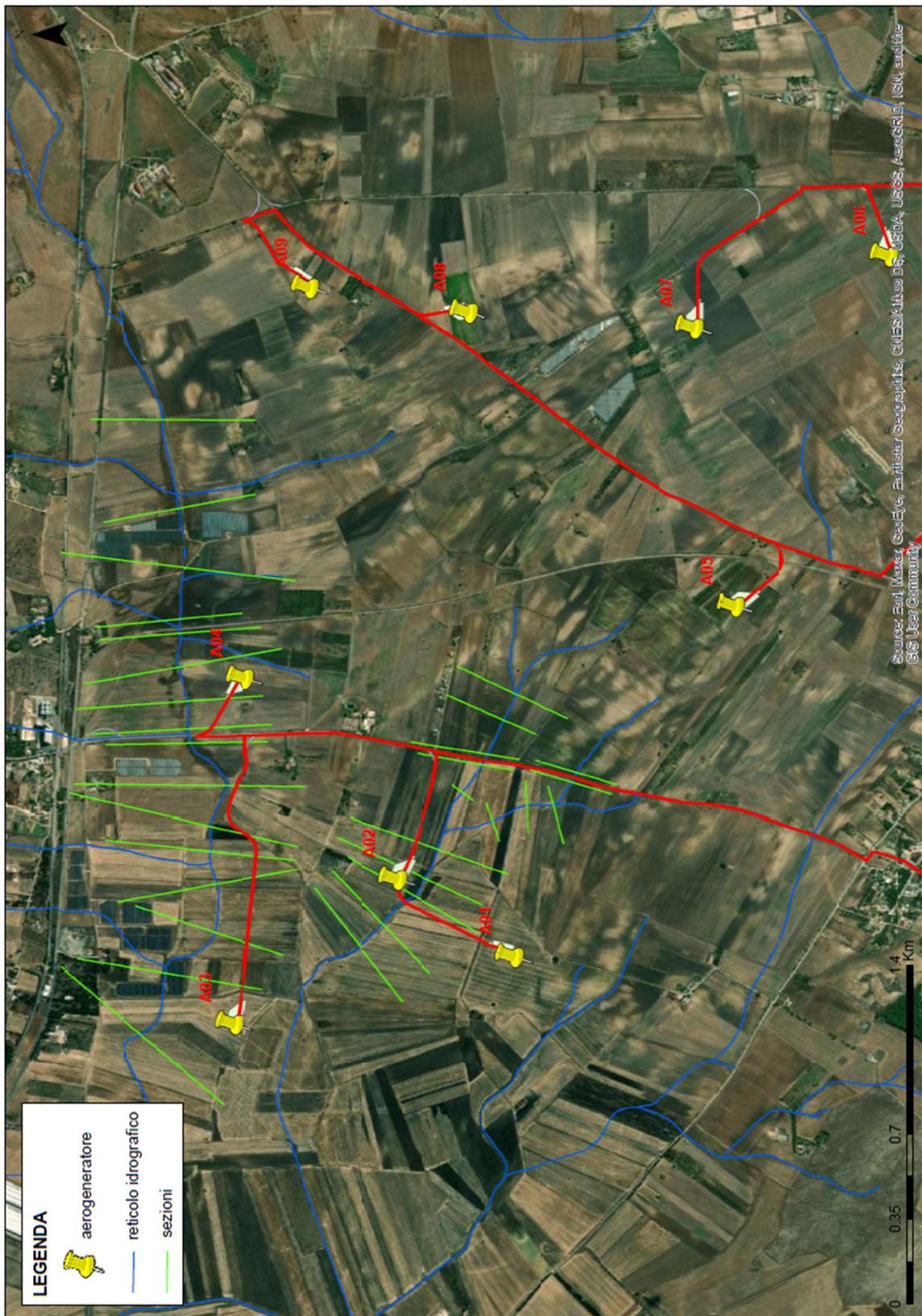


Fig. 5– Stralcio Ortofoto con sezioni relative agli aerogeneratori.

STIMA DELLA PORTATA AL COLMO DI PIENA

Dati pluviometrici

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

Il bacino oggetto di studio ricade all'interno della zona **cinque** (Puglia centro-Murgia), in cui la curva di probabilità pluviometrica ha la seguente formula:

$$\text{Zona 5} \quad x(t,z) = 28.2 t^{(0.628+0.0002 z)^{3.178}}$$

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

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

$$a = 0,1599$$

$$b = 0,5166$$

T = tempo di ritorno

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



**Fig.6 –
Sottozone
omogenee
(TCEV)**

Cenni metodologici: il CN dell'SCS

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

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

in cui:

F = volume specifico infiltrato;

S = volume specifico di saturazione di un terreno;

P = precipitazione;

I = assorbimento iniziale;

quindi, tenendo conto dell'equazione di continuità:

$$F = P - I - Q$$

dalla precedente, si ottiene :

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

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

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

in cui:

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

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

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

Modalità esecutive

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

Si riporta di seguito uno schema della metodologia adottata.

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

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

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

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

Determinazione dell'uso del suolo;

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

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

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

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

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

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

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

Elaborazione e analisi dei risultati

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

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

	Sezione di chiusura BACINO IDROGRAFICO 1	Sezione di chiusura BACINO IDROGRAFICO 2
	km ²	km ²
Terreno coltivato	43.2	3.8
Incolto	18	0.05
Area urbana	2.8	0.05
CN (II)	59	61
CN (III)	77	79

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

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

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

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

con t_b durata dell'evento di piena.

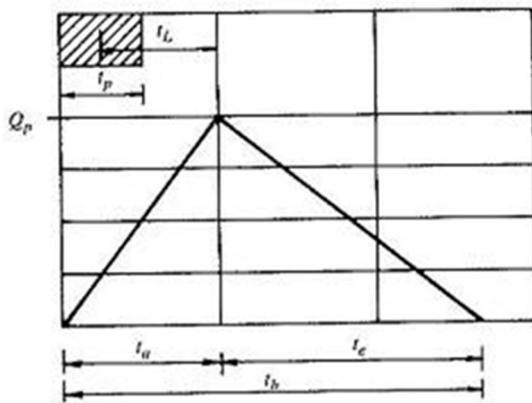


Fig. 7 - Idrogramma triangolare utilizzato per il calcolo della portata al colmo con il metodo SCS

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

$$t_b = 2.67 \cdot t_a$$

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

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

in cui:

V = volume di deflusso espresso in mm;

A = area del bacino espressa in Km²;

t_a = tempo di accumulo espresso in h.

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

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

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

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

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

Sulla base di determinazioni empiriche effettuate dall'SCS, è possibile affermare che il rapporto t_L/t_c è pari a 0,6 con t_c tempo di corrivazione del bacino. Attraverso la convoluzione di tale afflusso netto con l'idrogramma definito dal SCS, precedentemente valutato per i bacini relativi agli aerogeneratori, si ottengono i risultati contenuti nelle seguente tabella. Per i valori di portata ottenuti dallo studio relativo alle opere di connessione si rimanda alla Tabella 3.

Sezioni Bacino	t_c (ore)	t_a (ore)
915 (bacino 1)	13.72	15.07
160 (bacino2)	4.54	4.98

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

ANALISI IDRAULICA

Cenni metodologici

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

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

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

Modalità esecutive

Il lavoro si è articolato come di seguito indicato:

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

Per tutte le sezioni esaminate è stato assunto come coefficiente di Manning pari a 0.045 scaturito dallo studio analitico dei luoghi eseguito secondo l'equazione di Cowan:

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

dove:

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

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

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

Elaborazione e analisi dei risultati

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

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

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

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

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

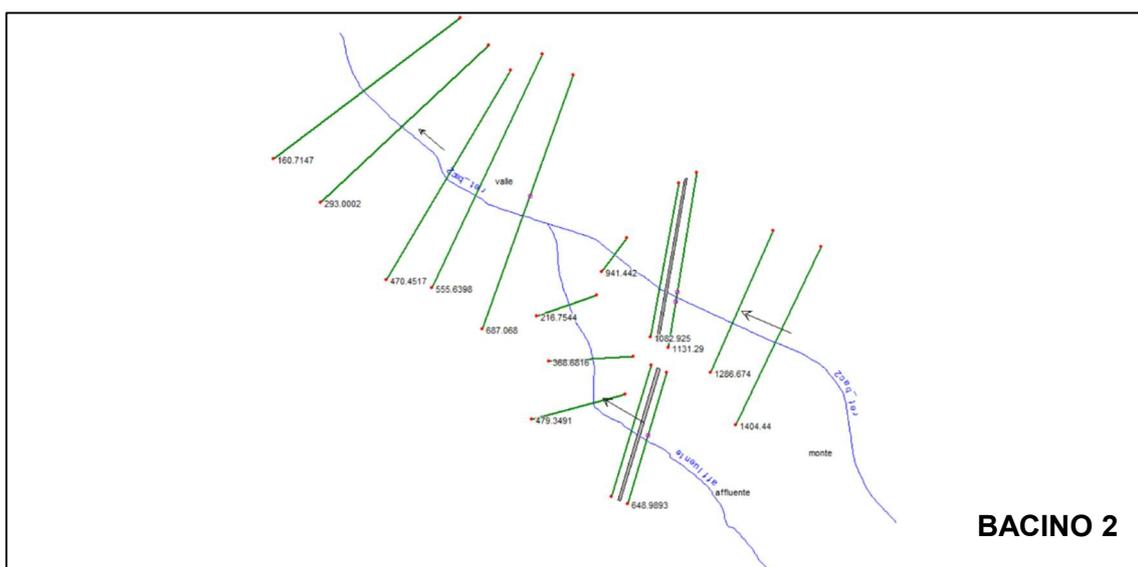
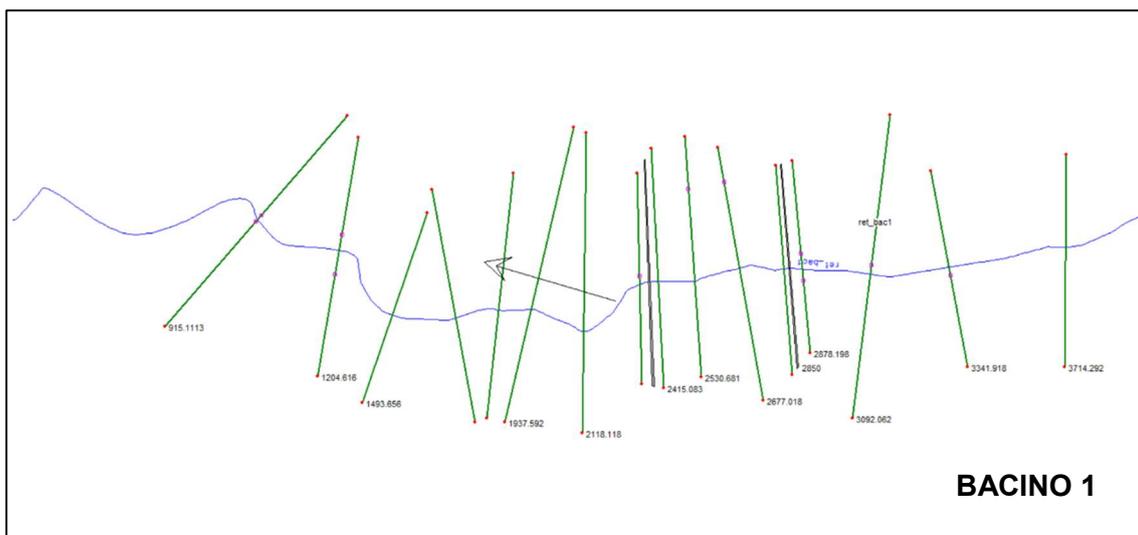
È stato delineato 1 profilo relativo al tempo di ritorno di 200 anni che individua

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

La perimetrazione delle aree inondabili è stata effettuata in ambiente GIS mediante un'elaborazione raster che restituisce un valore puntuale dell'altezza del tirante idraulico per ciascuna zona partendo dallo shape puntuale "Water Surface Extent" generato da Hec-ras, il quale riporta l'intercetta dei tiranti idrici (relativi al tempo di ritorno dei 200 anni) sulle varie sezioni studiate.

AEROGENERATORI

Di seguito gli schemi planimetrici dei vari reticoli studiati.



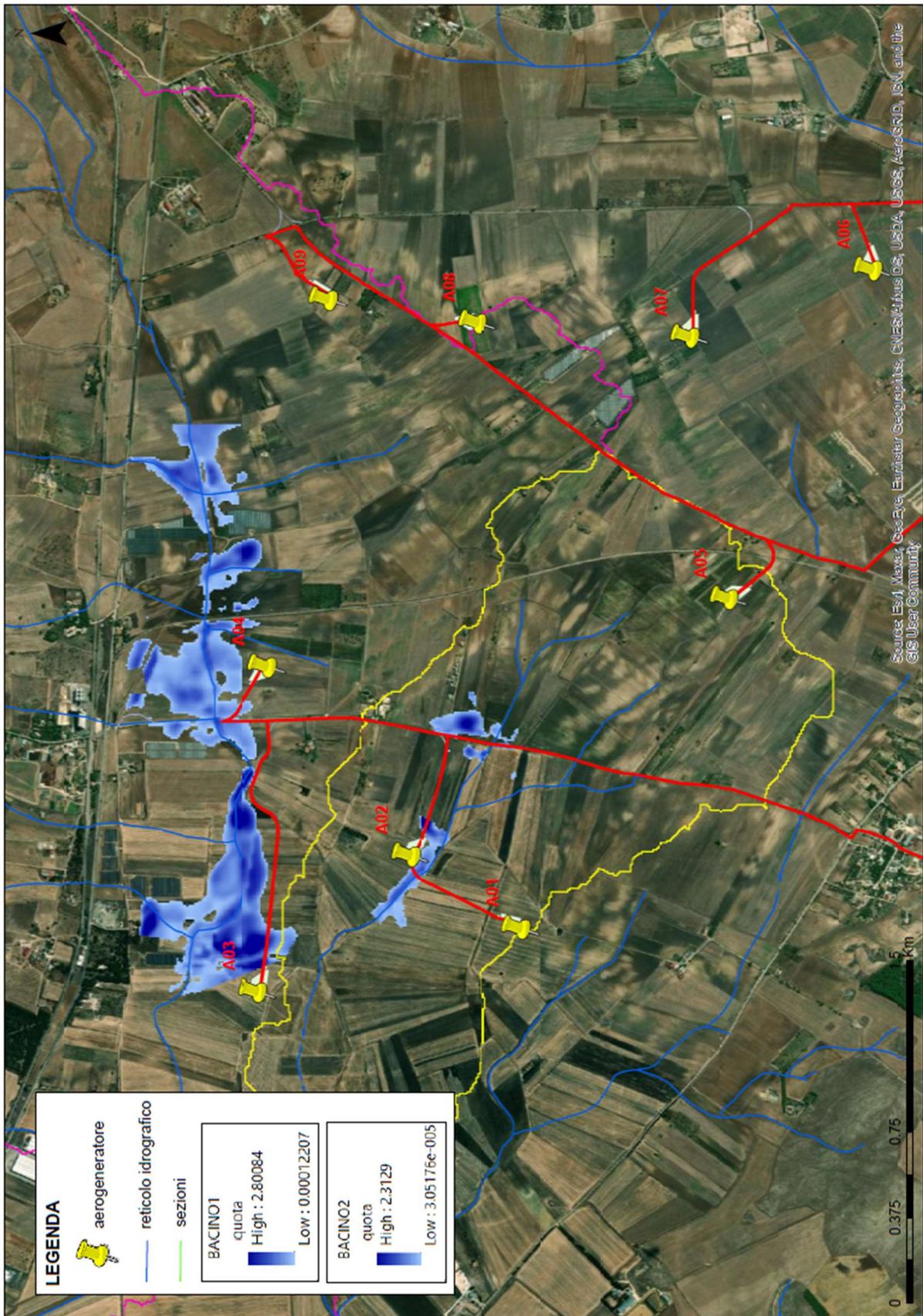


Fig. 8 – Stralcio Ortofoto con tratti di reticolo verificati idraulicamente.

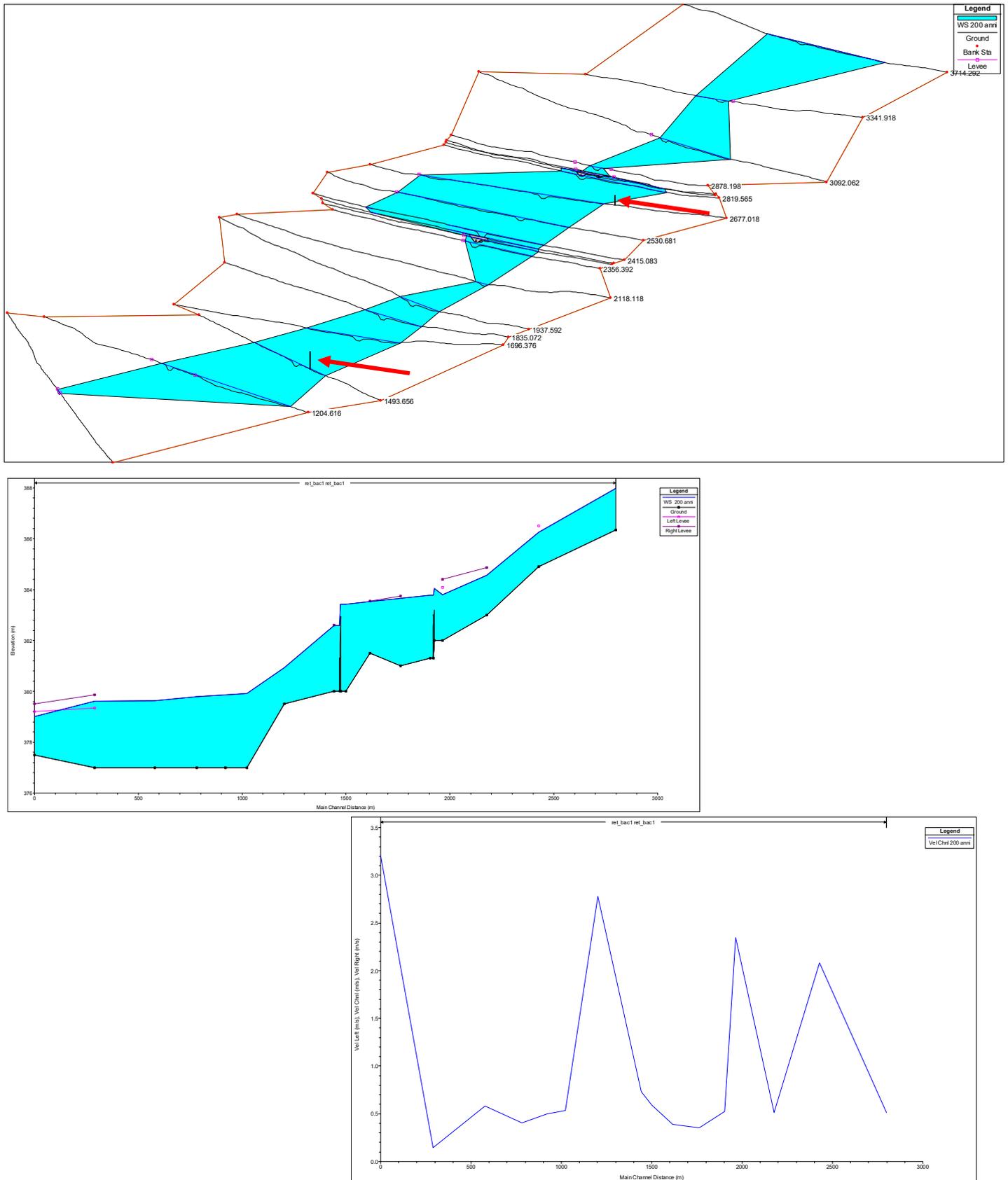


Fig. 9 – Visione prospettica, profilo tirante idraulico e profilo velocità RETICOLO BACINO1.

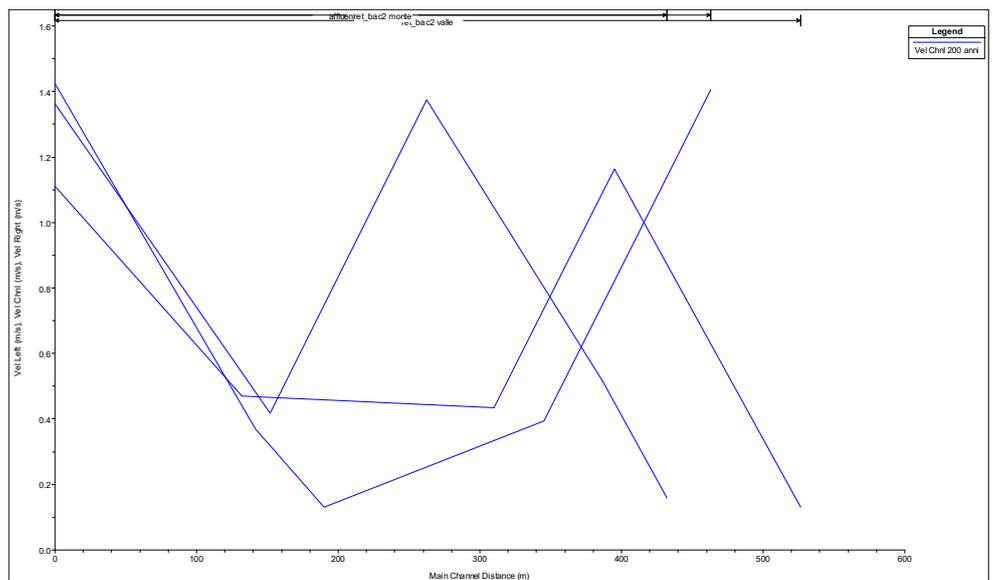
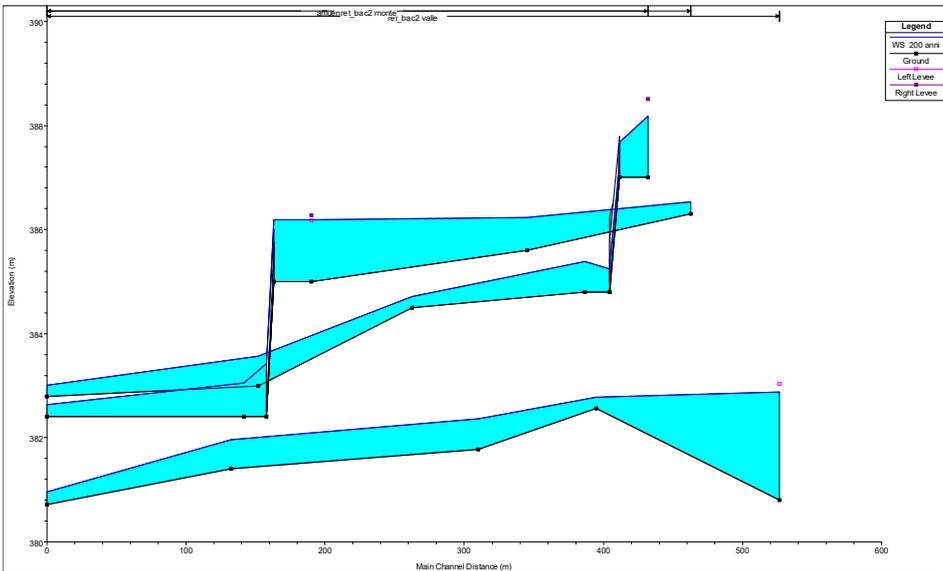
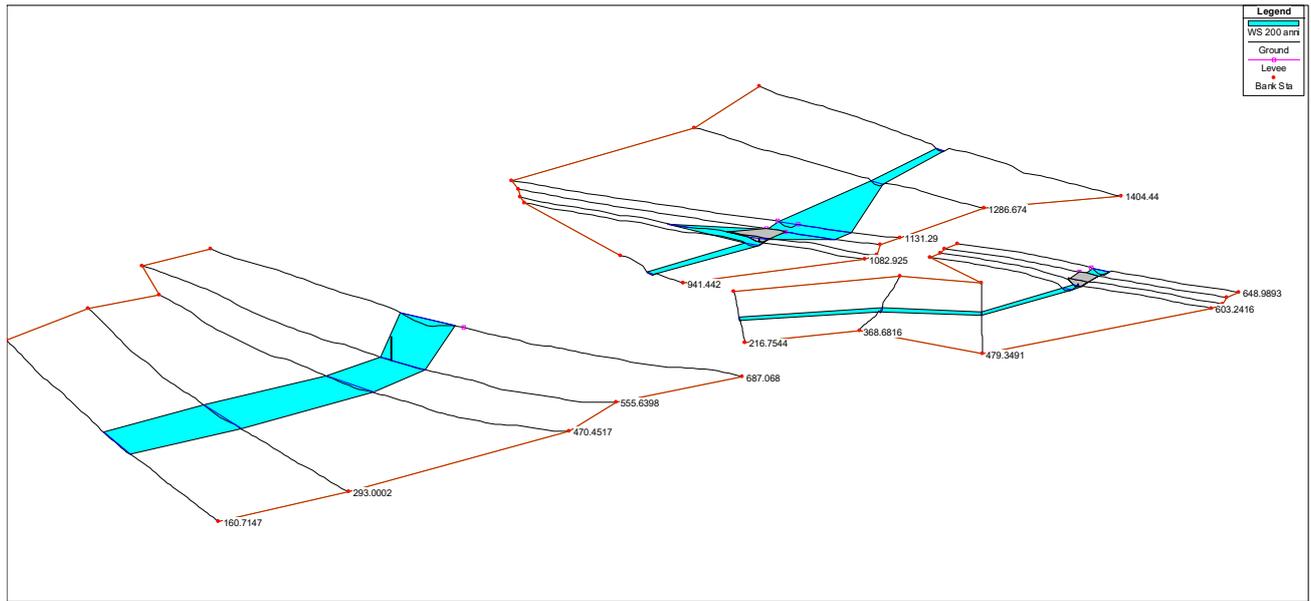


Fig. 10 – Visione prospettica, profilo tirante idraulico e profilo velocità RETICOLO BACINO2.

Le sezioni che seguono considerano, retinato in celeste, il livello di allagamento calcolato ad un Tr a 200 anni.

Per tutti i reticoli studiati, la distribuzione delle aree di ruscellamento non tracima gli argini in quanto tutte le sezioni sono caratterizzate da scarpate fluviali abbastanza pronunciate.

Due turbine risultano ubicate all'interno della fascia di allagamento con tempo di ritorno di 200 anni. In particolare, grazie alla restituzione raster illustrata in precedenza, possiamo risalire alla quota del tirante idraulico nel punto di interesse, che in corrispondenza della turbina n. 3 risulta essere pari a +0.59 m rispetto alla quota campagna e in corrispondenza della turbina n. 2 risulta essere pari a 0.06 m sempre rispetto alla quota campagna.

Di seguito vengono riportate le velocità per un tempo di ritorno di 200 anni per tutti i reticoli studiati (afferenti ai bacini 1 e 2).

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
ret_bac1	3714.292	200 anni	69.85	386.35	387.98	387.56	388.00	0.001556	0.52	135.22	298.75	0.25
ret_bac1	3341.918	200 anni	69.85	384.91	386.26	386.26	386.48	0.025681	2.08	33.56	74.95	0.99
ret_bac1	3092.062	200 anni	69.85	383.00	384.56	384.05	384.57	0.000869	0.51	135.80	194.94	0.20
ret_bac1	2878.198	200 anni	69.85	382.00	383.80	383.48	384.08	0.012858	2.35	29.74	32.68	0.79
ret_bac1	2850											
ret_bac1	2819.565	200 anni	69.85	381.30	383.78		383.80	0.001324	0.53	132.80	252.78	0.23
ret_bac1	2677.018	200 anni	69.85	381.00	383.66	382.70	383.66	0.000676	0.35	198.47	417.20	0.16
ret_bac1	2530.681	200 anni	69.85	381.50	383.54	382.97	383.55	0.000932	0.39	179.45	412.47	0.19
ret_bac1	2415.083	200 anni	69.85	380.00	383.42	381.63	383.43	0.002011	0.59	117.49	253.91	0.28
ret_bac1	2380											
ret_bac1	2356.392	200 anni	69.85	380.00	382.59	381.55	382.62	0.002302	0.73	95.50	167.49	0.31
ret_bac1	2118.118	200 anni	69.85	379.50	380.93	380.93	381.33	0.022158	2.78	25.15	32.46	1.01
ret_bac1	1937.592	200 anni	69.85	377.00	379.92	378.84	379.93	0.000521	0.53	130.57	120.17	0.16
ret_bac1	1835.072	200 anni	69.85	377.00	379.86		379.88	0.000572	0.50	140.31	154.28	0.17
ret_bac1	1696.376	200 anni	69.85	377.00	379.80		379.81	0.000439	0.40	172.83	213.15	0.14
ret_bac1	1493.656	200 anni	69.85	377.00	379.63		379.65	0.001825	0.58	119.91	249.00	0.27
ret_bac1	1204.616	200 anni	69.85	377.00	379.61	378.57	379.61	0.000032	0.15	474.69	373.51	0.04
ret_bac1	915.1113	200 anni	69.85	377.50	379.00	379.00	379.53	0.020219	3.20	21.81	21.04	1.00

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
ret_bac2	valle	687.068	200 anni	9.87	380.80	382.88	381.30	382.88	0.000031	0.13	76.12	70.43	0.04
ret_bac2	valle	555.6398	200 anni	9.87	382.57	382.79	382.79	382.86	0.038303	1.16	8.48	61.27	1.00
ret_bac2	valle	470.4517	200 anni	9.87	381.78	382.36	382.08	382.37	0.001702	0.43	22.75	69.88	0.24
ret_bac2	valle	293.0002	200 anni	9.87	381.41	381.97	381.72	381.98	0.002883	0.47	20.95	84.43	0.30
ret_bac2	valle	160.7147	200 anni	9.87	380.72	380.95	380.95	381.02	0.041647	1.11	8.88	73.28	1.02
ret_bac2	monte	1404.44	200 anni	3.00	386.30	386.53	386.53	386.63	0.034416	1.40	2.14	10.70	1.00
ret_bac2	monte	1286.674	200 anni	3.00	385.60	386.23	385.83	386.24	0.000869	0.39	7.60	16.14	0.18
ret_bac2	monte	1131.29	200 anni	3.00	385.00	386.18	385.23	386.18	0.000196	0.13	23.03	84.79	0.08
ret_bac2	monte	1100											
ret_bac2	monte	1082.925	200 anni	3.00	382.40	383.06	382.63	383.07	0.000735	0.37	8.08	16.57	0.17
ret_bac2	monte	941.442	200 anni	3.00	382.40	382.64	382.64	382.74	0.034480	1.42	2.11	10.35	1.01
affluente	affluente	648.9893	200 anni	2.60	387.00	388.18	387.21	388.18	0.000068	0.16	16.30	19.75	0.06
affluente	affluente	630											
affluente	affluente	603.2416	200 anni	2.60	384.80	385.39	385.11	385.41	0.001781	0.51	5.05	12.32	0.26
affluente	affluente	479.3491	200 anni	2.60	384.50	384.71	384.71	384.81	0.035594	1.37	1.89	10.04	1.01
affluente	affluente	368.6816	200 anni	2.60	383.00	383.57	383.21	383.58	0.001045	0.42	6.24	14.00	0.20
affluente	affluente	216.7544	200 anni	2.60	382.80	383.01	383.01	383.11	0.035127	1.36	1.91	10.14	1.00

CONCLUSIONI

A conclusione dell'indagine idraulica eseguita nell'area in oggetto, è possibile esprimere le seguenti considerazioni:

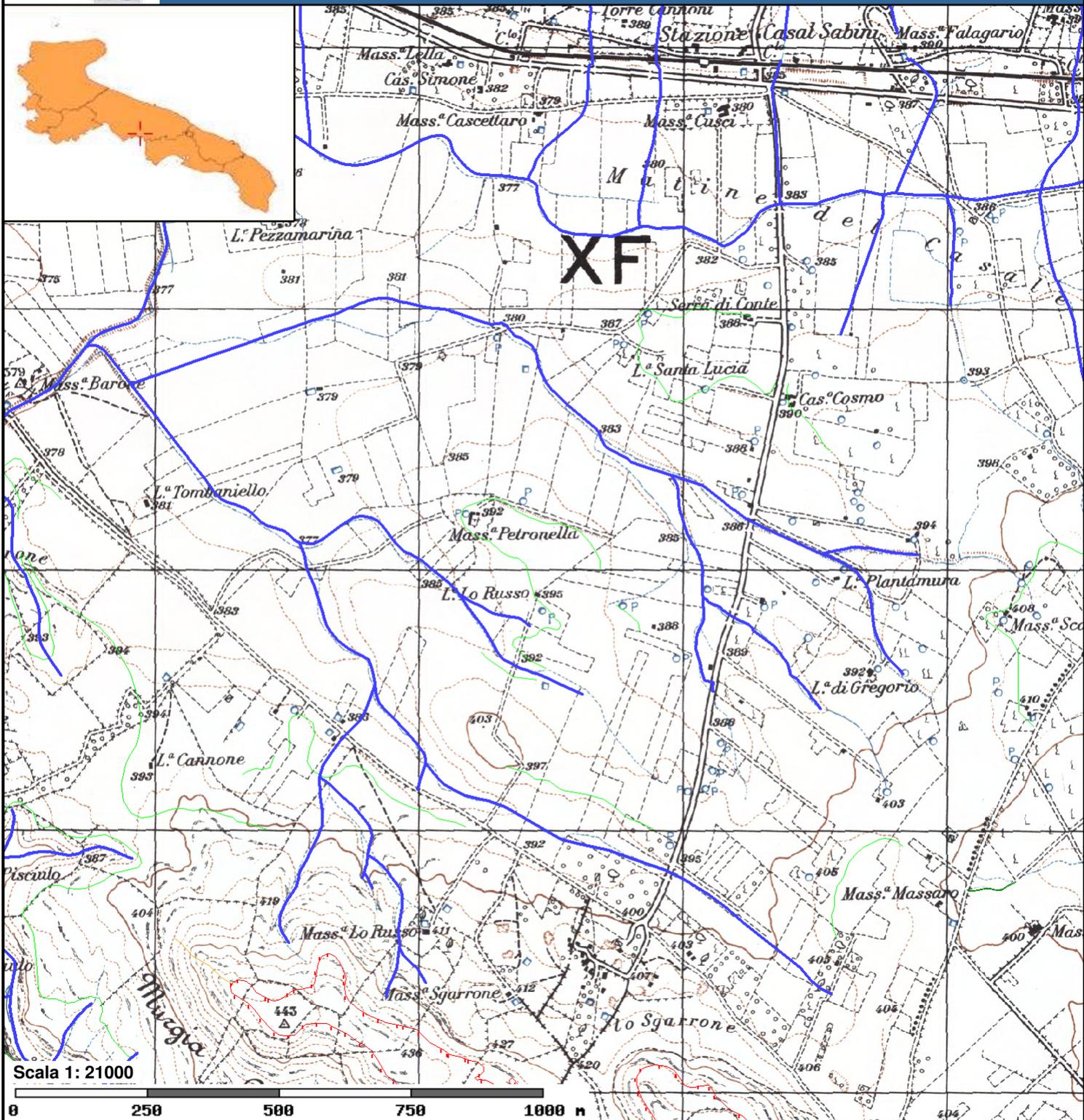
- in ciascuna delle aree interessate dall'intervento l'alveo smaltisce ampiamente la piena dei 200 anni;
 - la distribuzione delle aree di ruscellamento non trascina gli argini in quanto tutte le sezioni sono caratterizzate da scarpate fluviali abbastanza pronunciate;
 - le turbine risultano ubicate all'esterno della fascia di allagamento con tempo di ritorno di 200 anni.
-

Monopoli, 05/09/2022

geol. Angela Indiveri

ALLEGATO 1

CARTA IDROGEOMORFOLOGICA
AUTORITA' DI BACINO



FORME DI VERSANTE

Linee

-  Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
-  Cresta smussata
-  Nicchia di distacco

-  Cresta affilata
-  Asse di displuvio

Poligoni

-  Corpo di frana
-  Cono di detrito
-  Area interessata da dissesto diffuso
-  Area a calanchi e forme similari

FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA

Cigli e ripe

 Ciglio di sponda

 Ripa di erosione

FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Corsi d'acqua

 Corso d'acqua

 Corso d'acqua episodico

 Corso d'acqua obliterato

 Corso d'acqua tombato

 Recapito finale di bacino endoreico

 Sorgenti

 Canali lagunari

BACINI IDRICI

Bacini

 Lago naturale

 Lago artificiale

 Laguna costiera

 Salina

 Stagno, acquitrino, zona palustre

FORME CARSIICHE

 Doline

 Grotte naturali

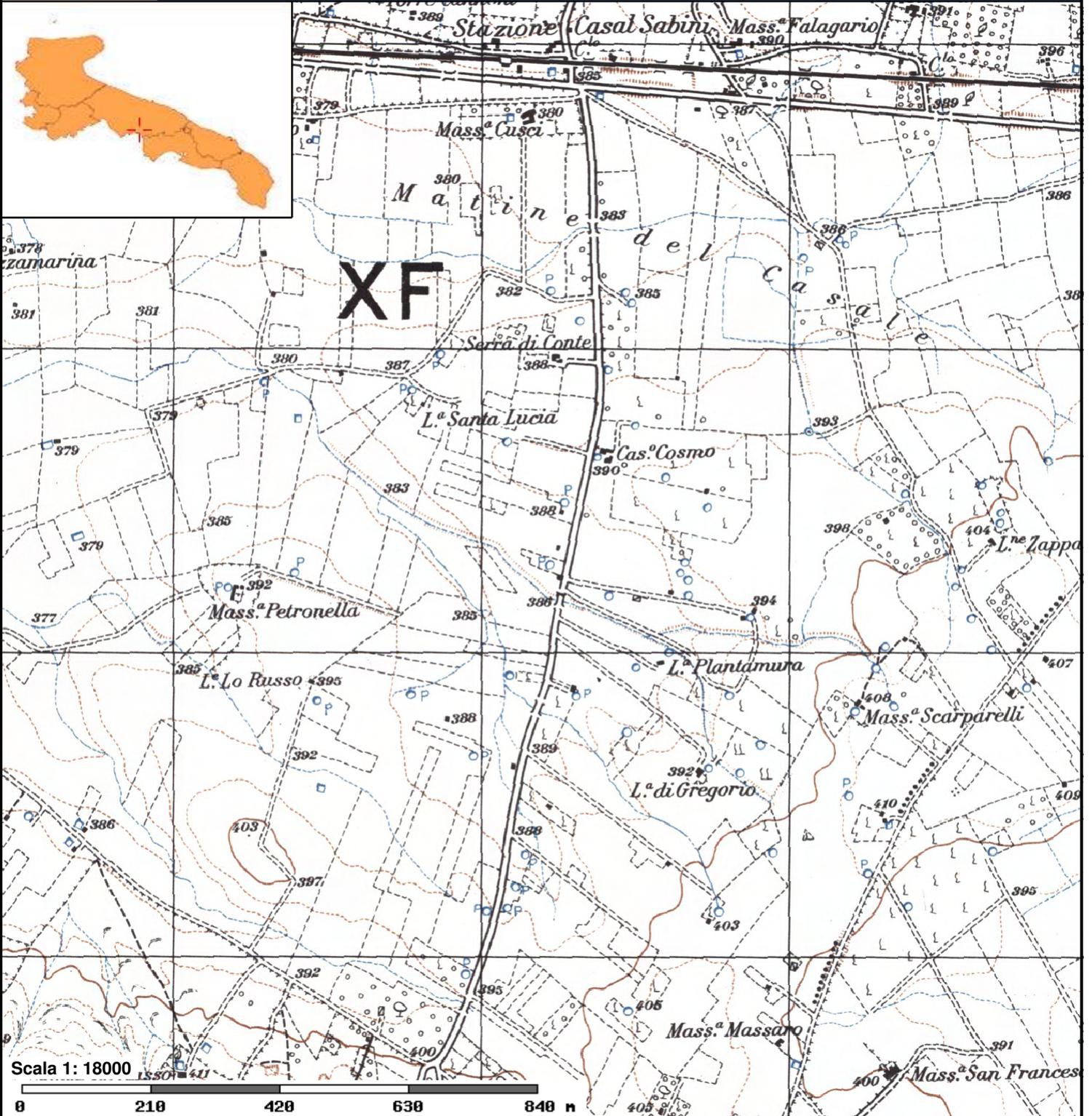
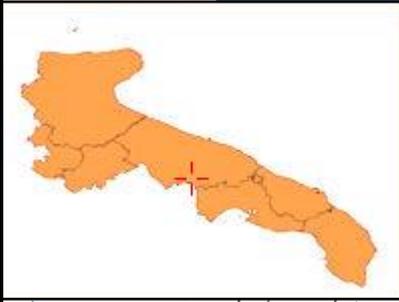
 Orlo di depressione carsica

 Voragini

Cartografia di base

ALLEGATO 2

CARTA RISCHIO E PERICOLOSITA' IDRAULICA
E GEOMORFOLOGICA (PAI)



Pericolosità e Rischio

Peric. Idraulica

 bassa (BP)

 alta (AP)

 media (MP)

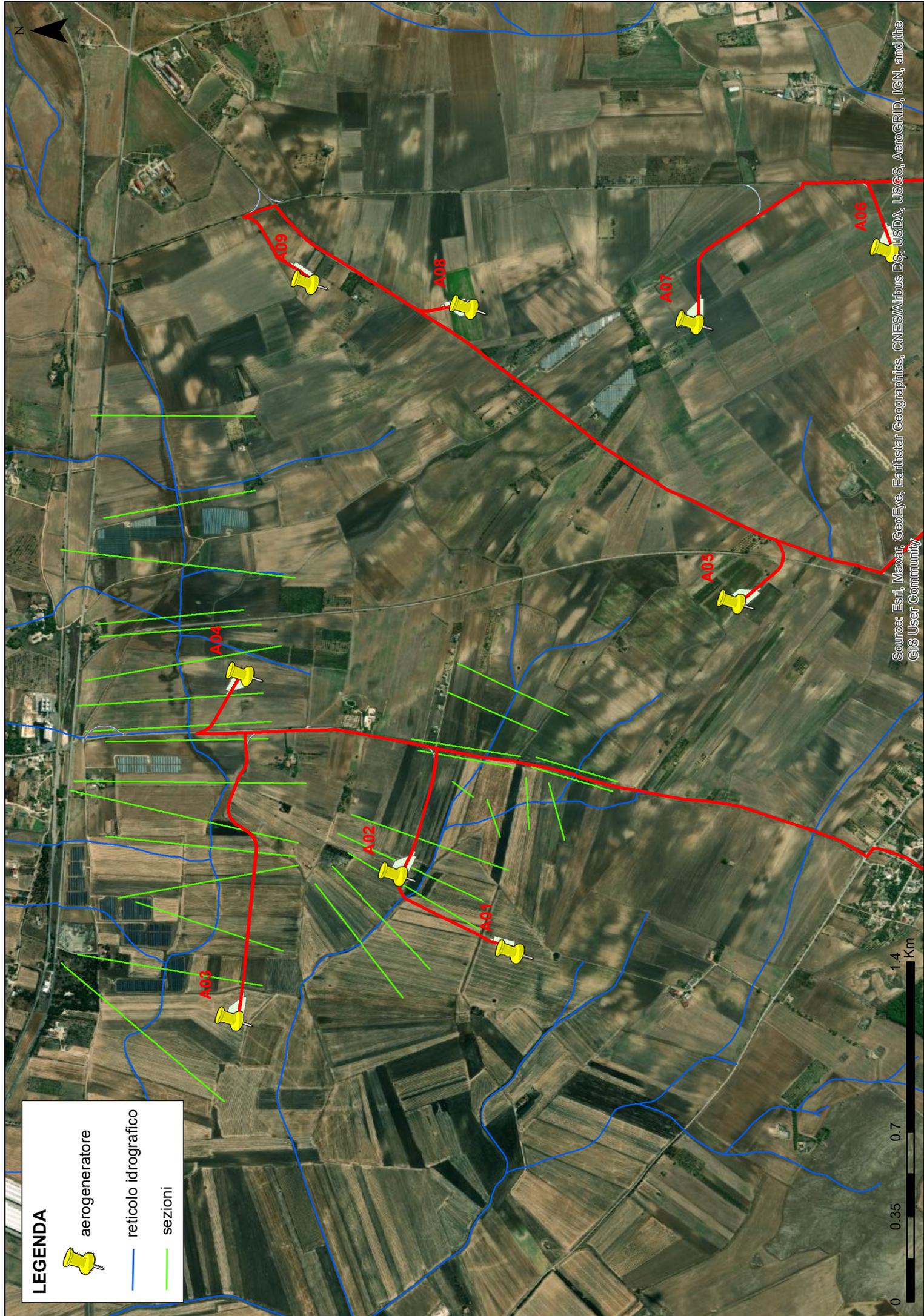
Cartografia di base

ALLEGATO 3

STRALCI ORTOFOTO CON SEZIONI STUDIATE

LEGENDA

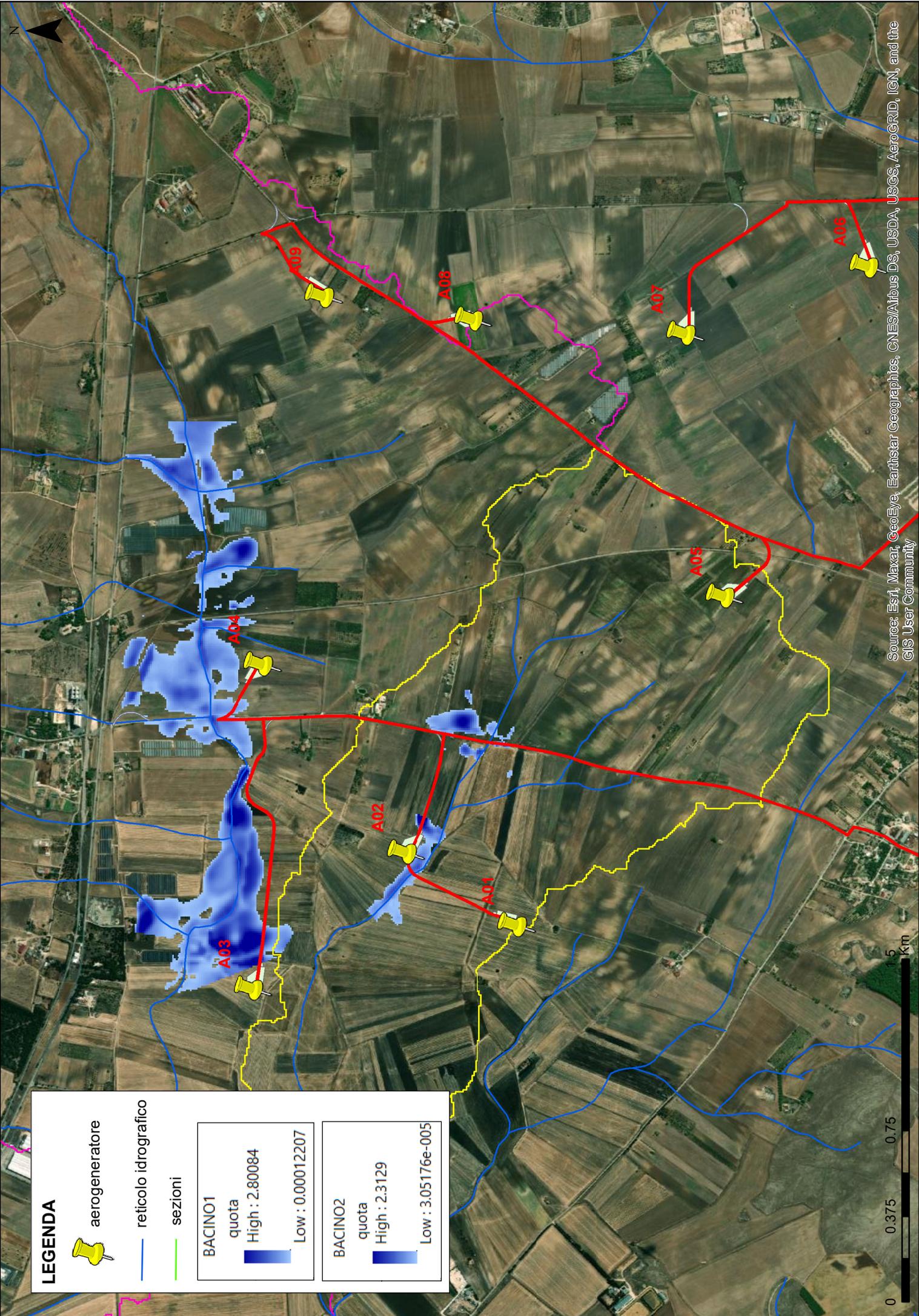
-  aerogeneratore
-  reticolo idrografico
-  sezioni



Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

ALLEGATO 4

STRALCI ORTOFOTO CON TRATTI DI
RETICOLI VERIFICATI IDRAULICAMENTE

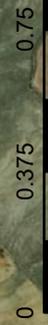


LEGENDA

-  aerogeneratore
-  reticolo idrografico
-  sezioni

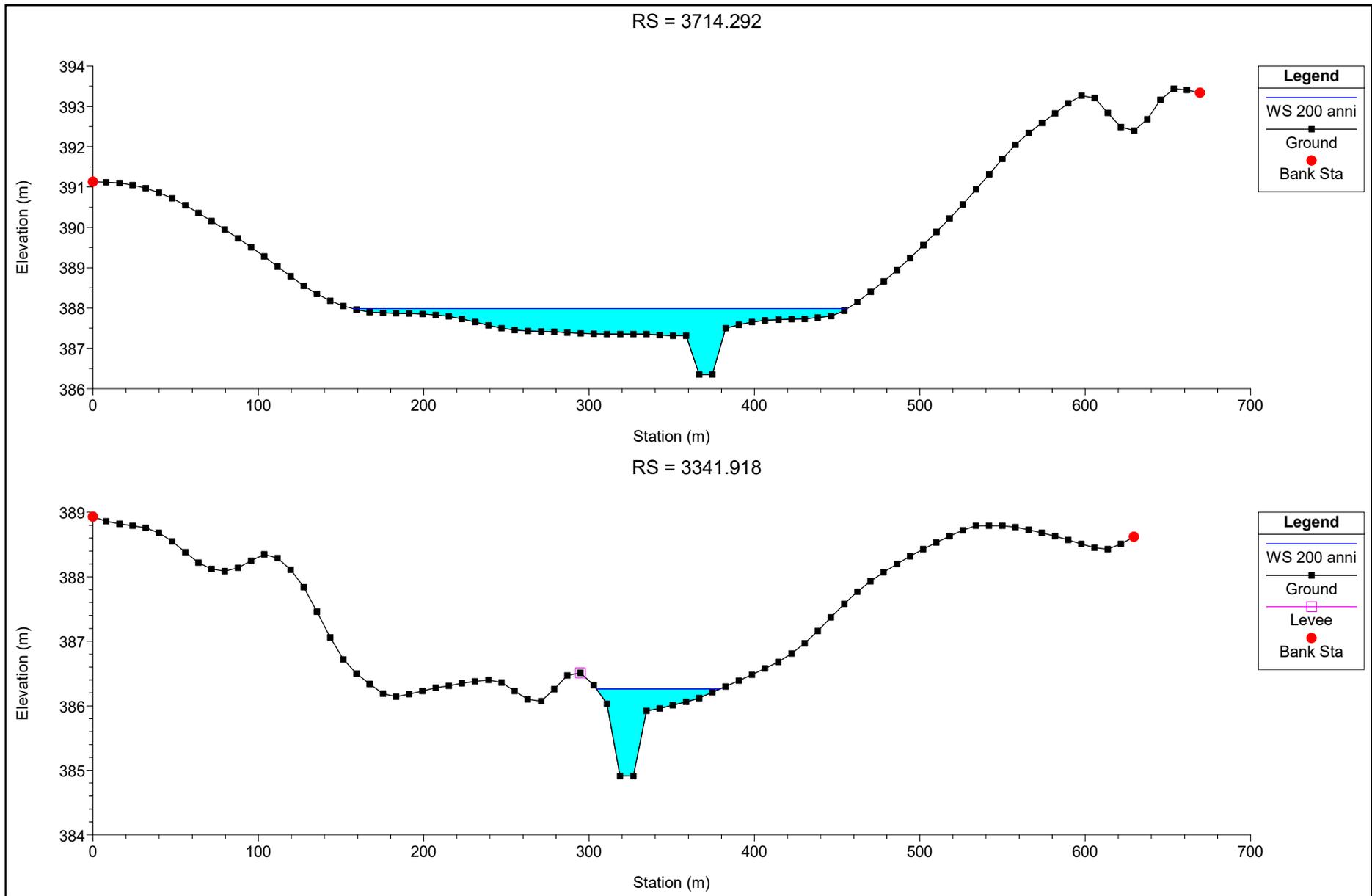
BACINO01
quota
High : 2.80084
Low : 0.00012207

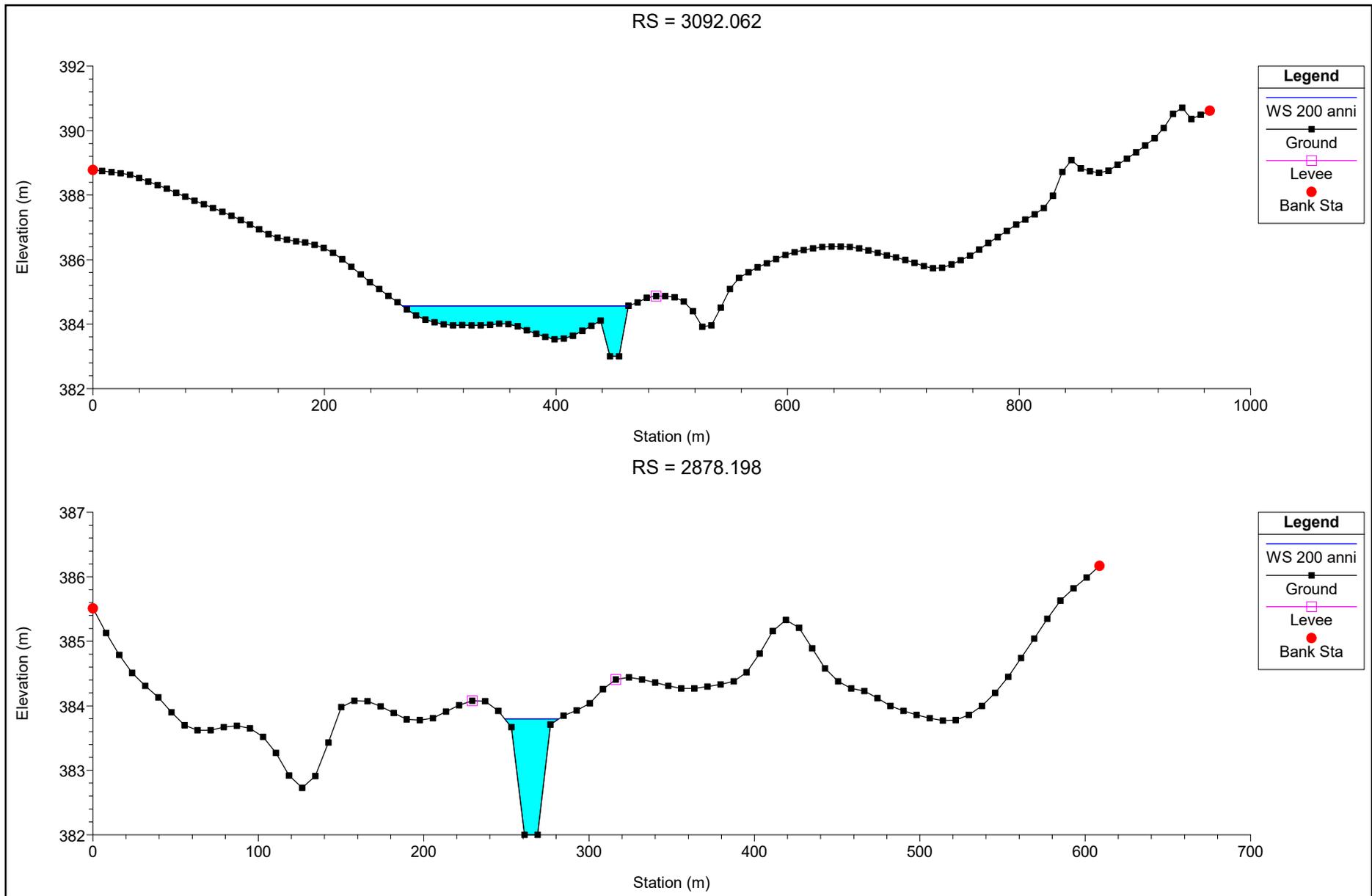
BACINO02
quota
High : 2.3129
Low : 3.05176e-005



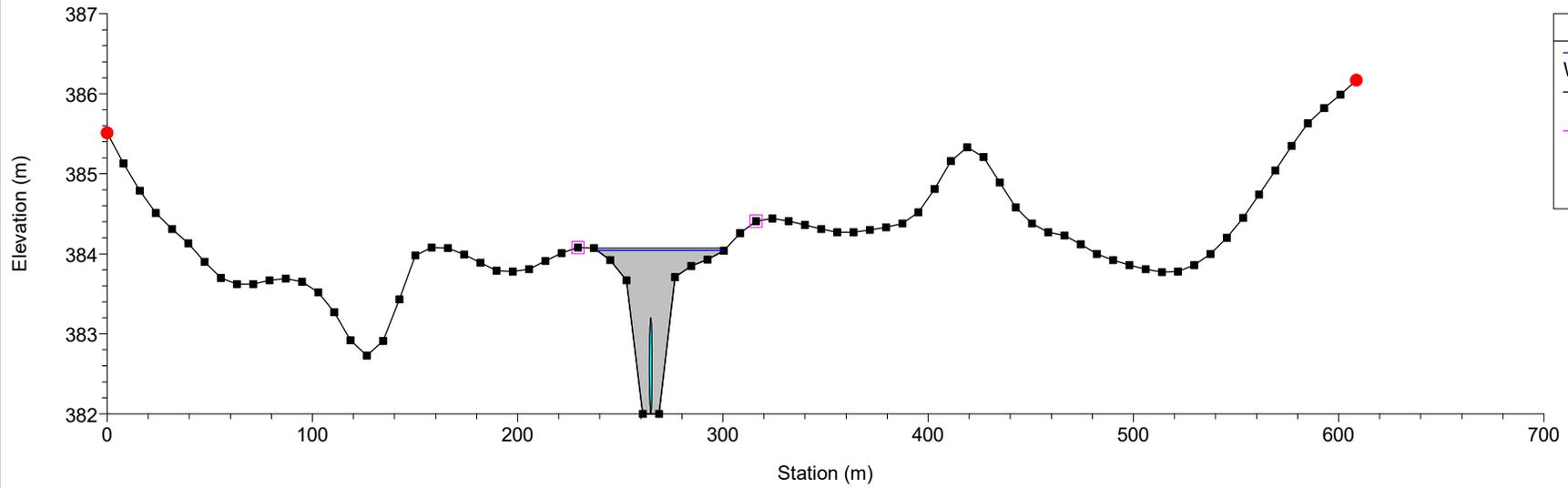
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

ALLEGATO 5
SEZIONI MORFOLOGICHE

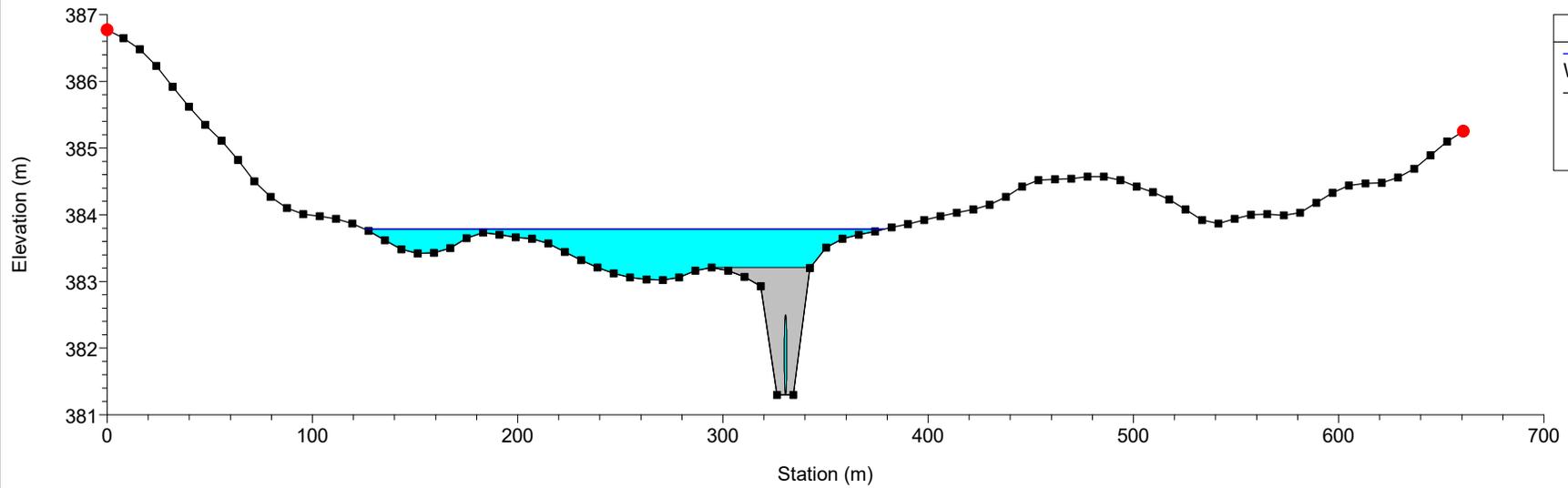


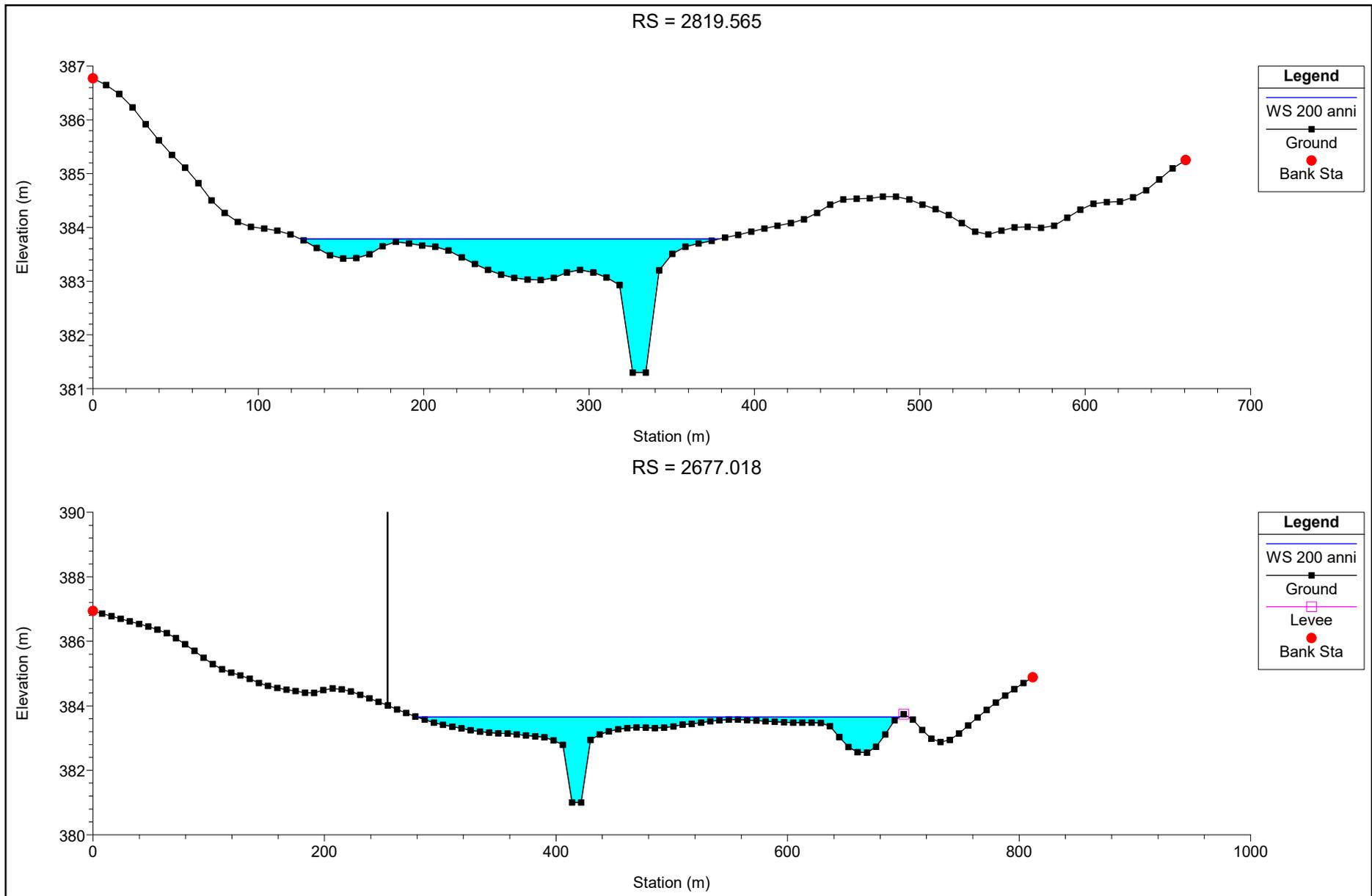


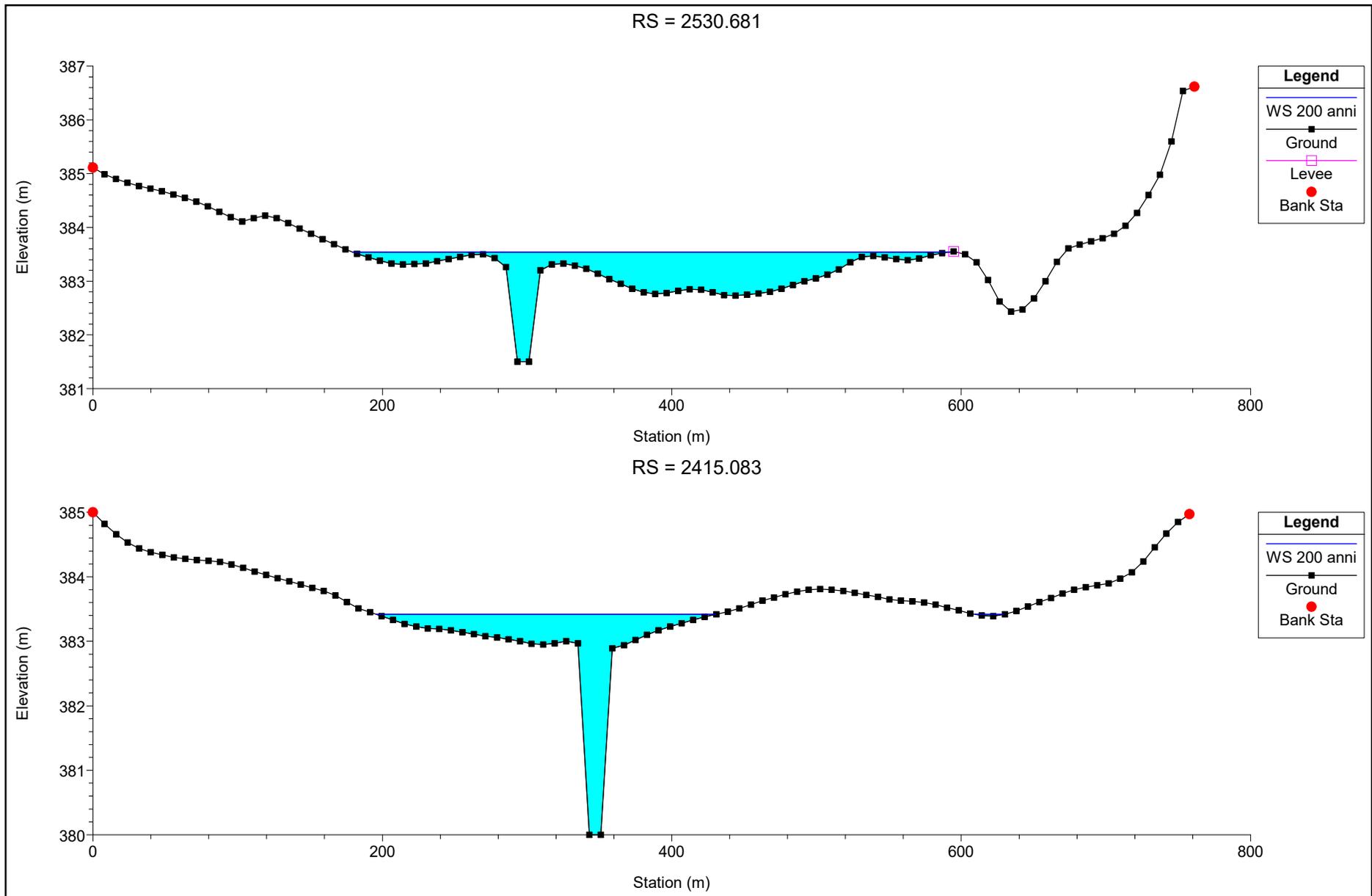
RS = 2850 Culv

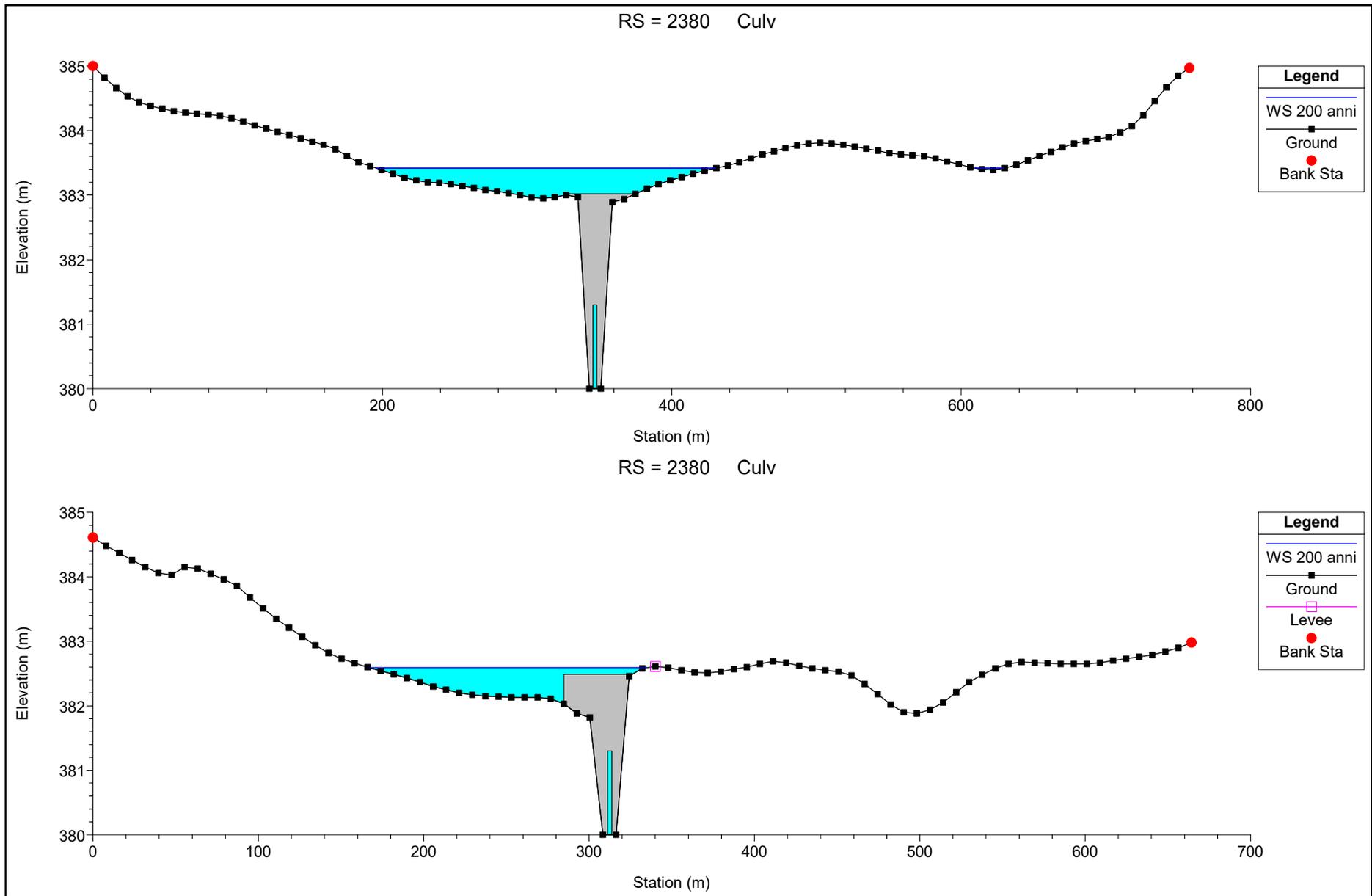


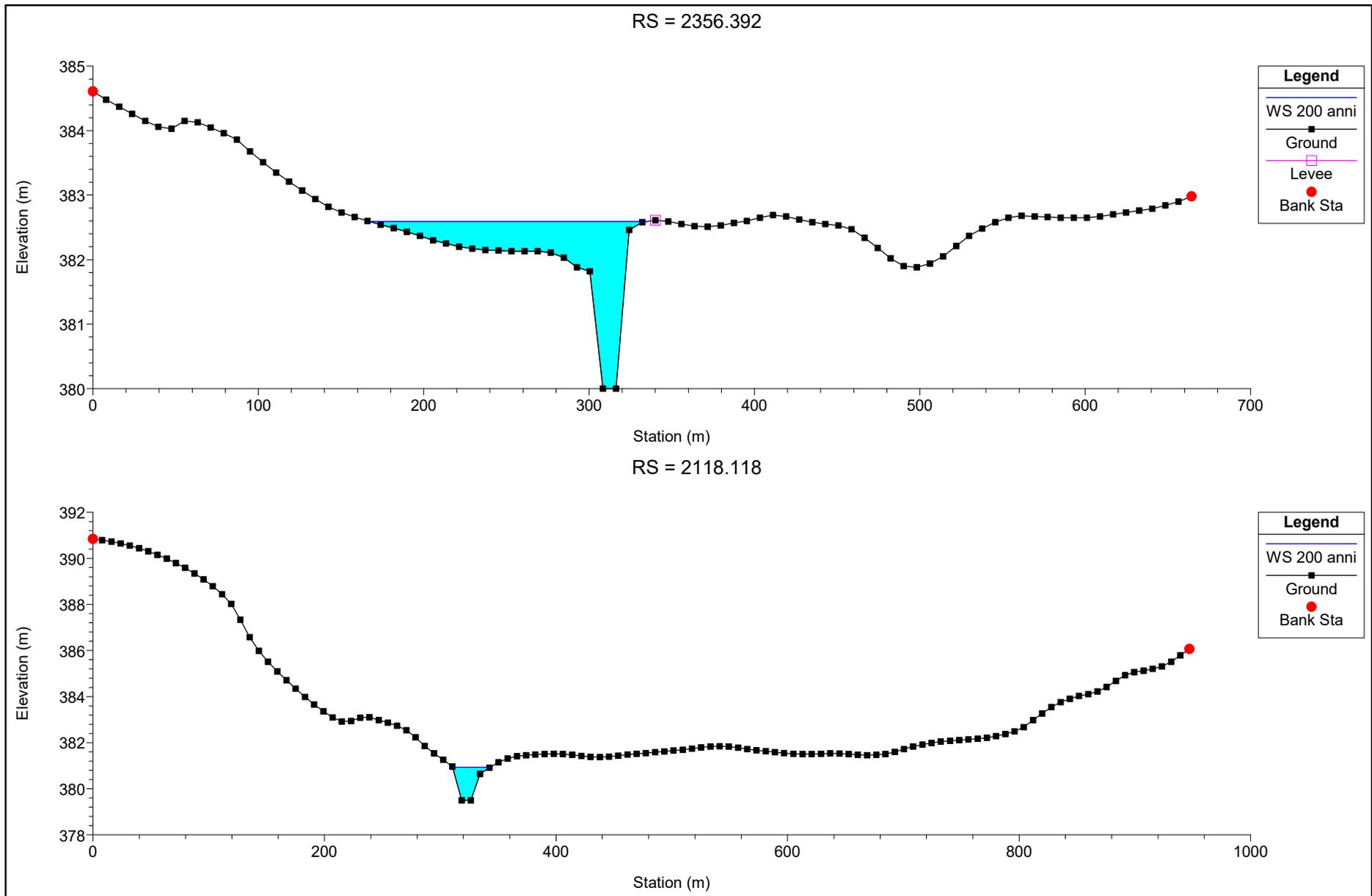
RS = 2850 Culv

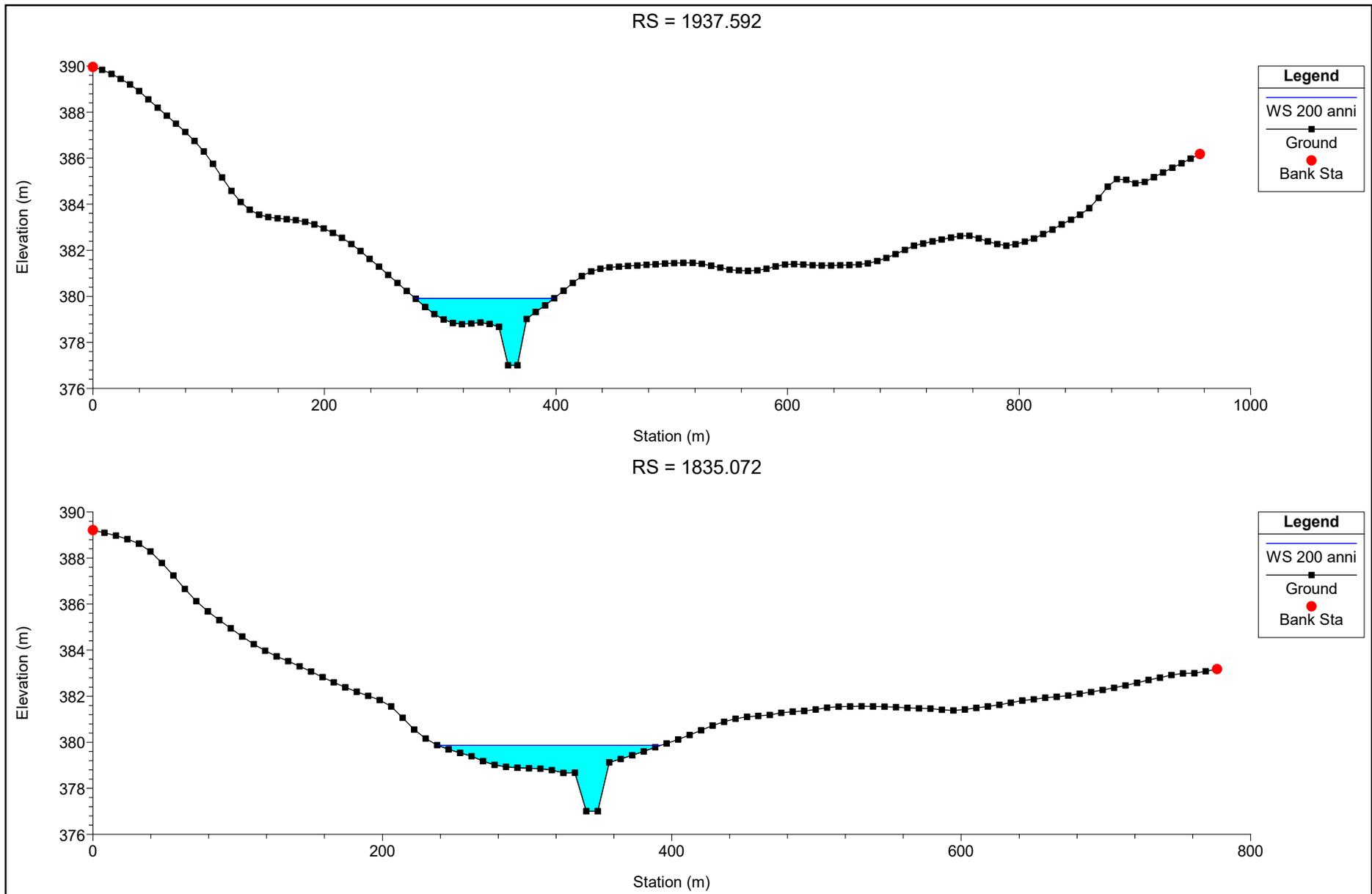




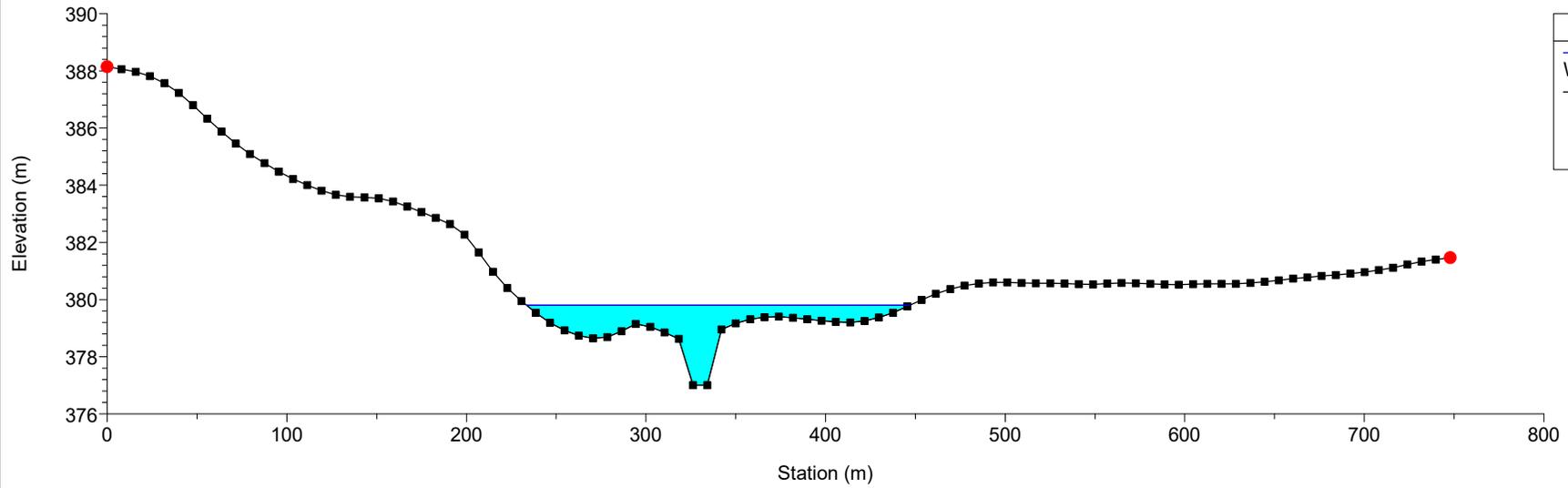




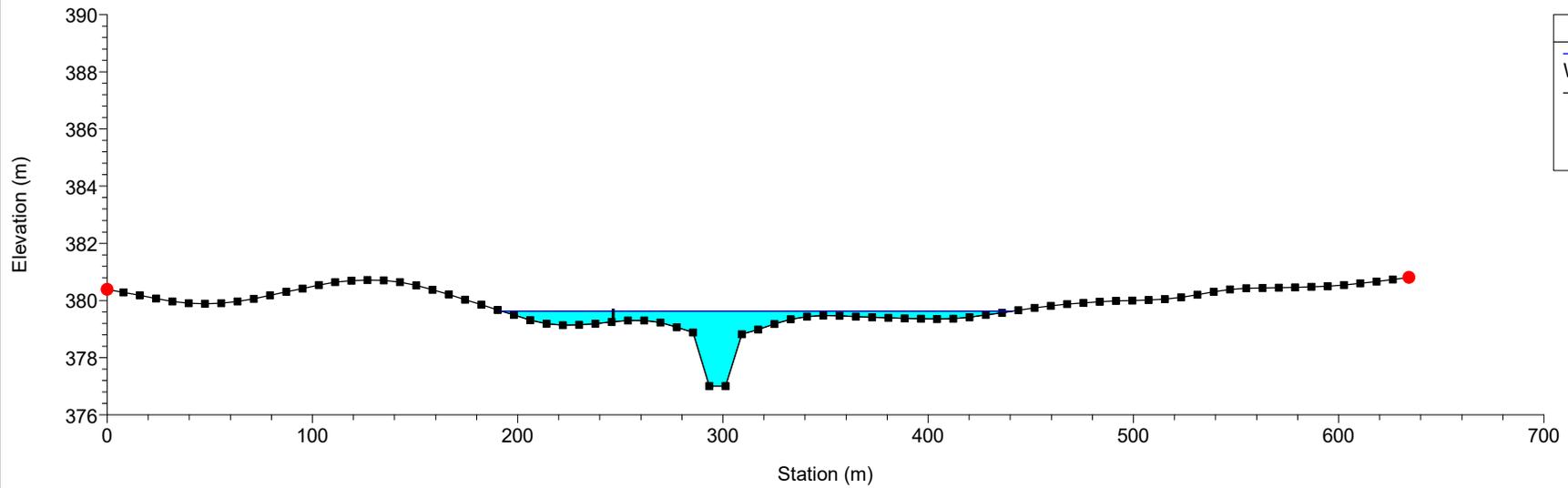




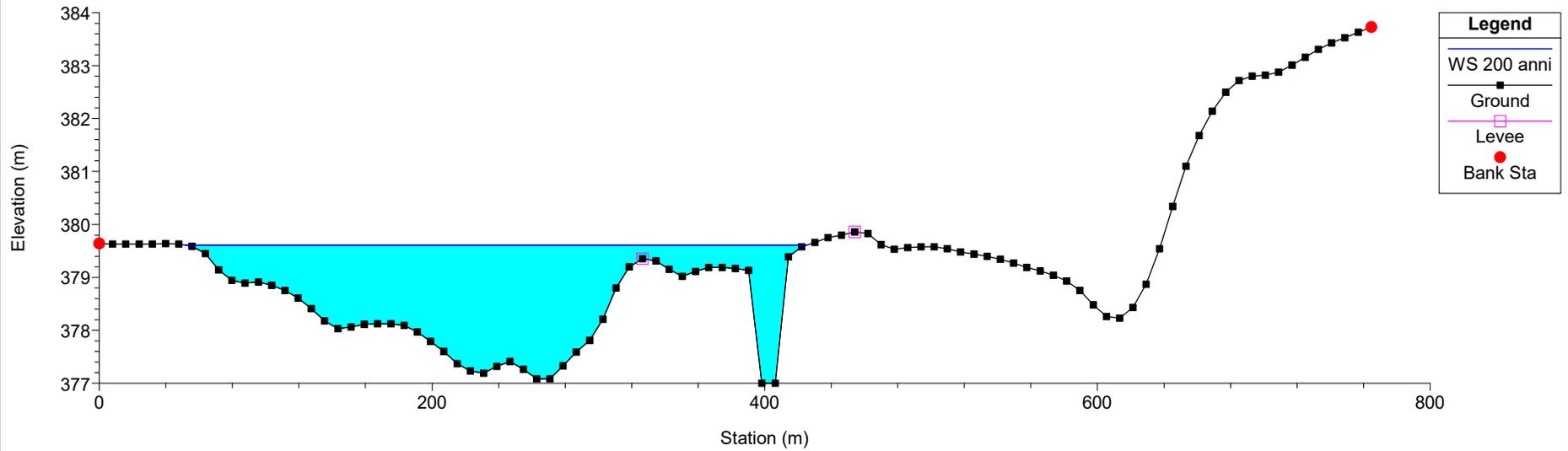
RS = 1696.376



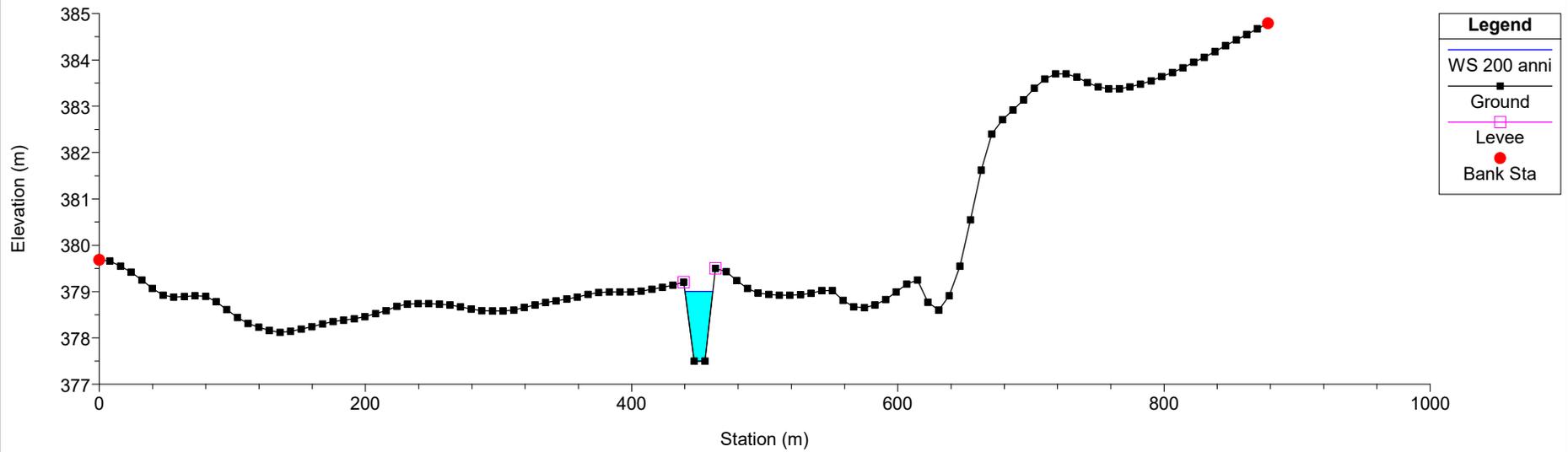
RS = 1493.656

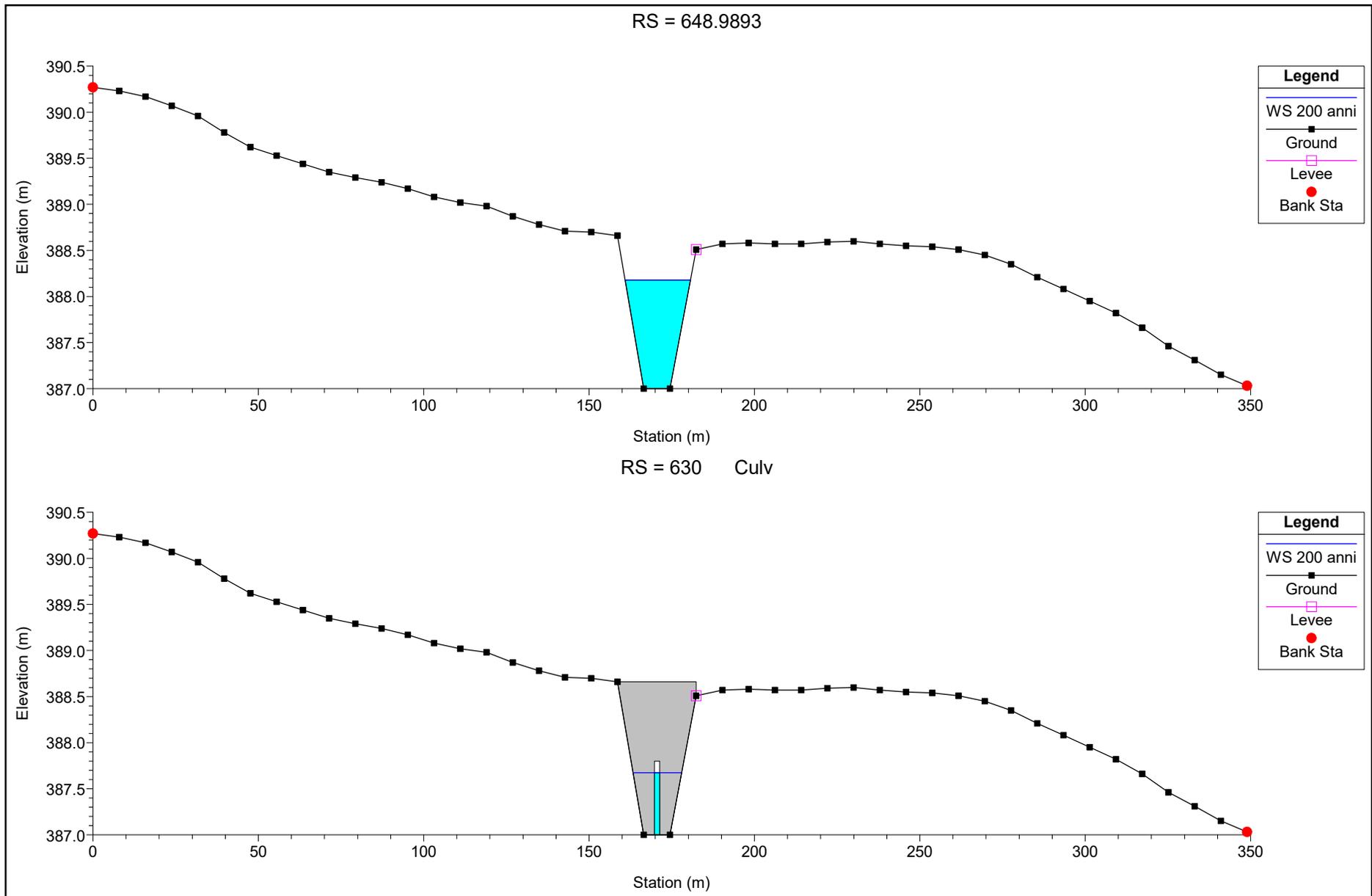


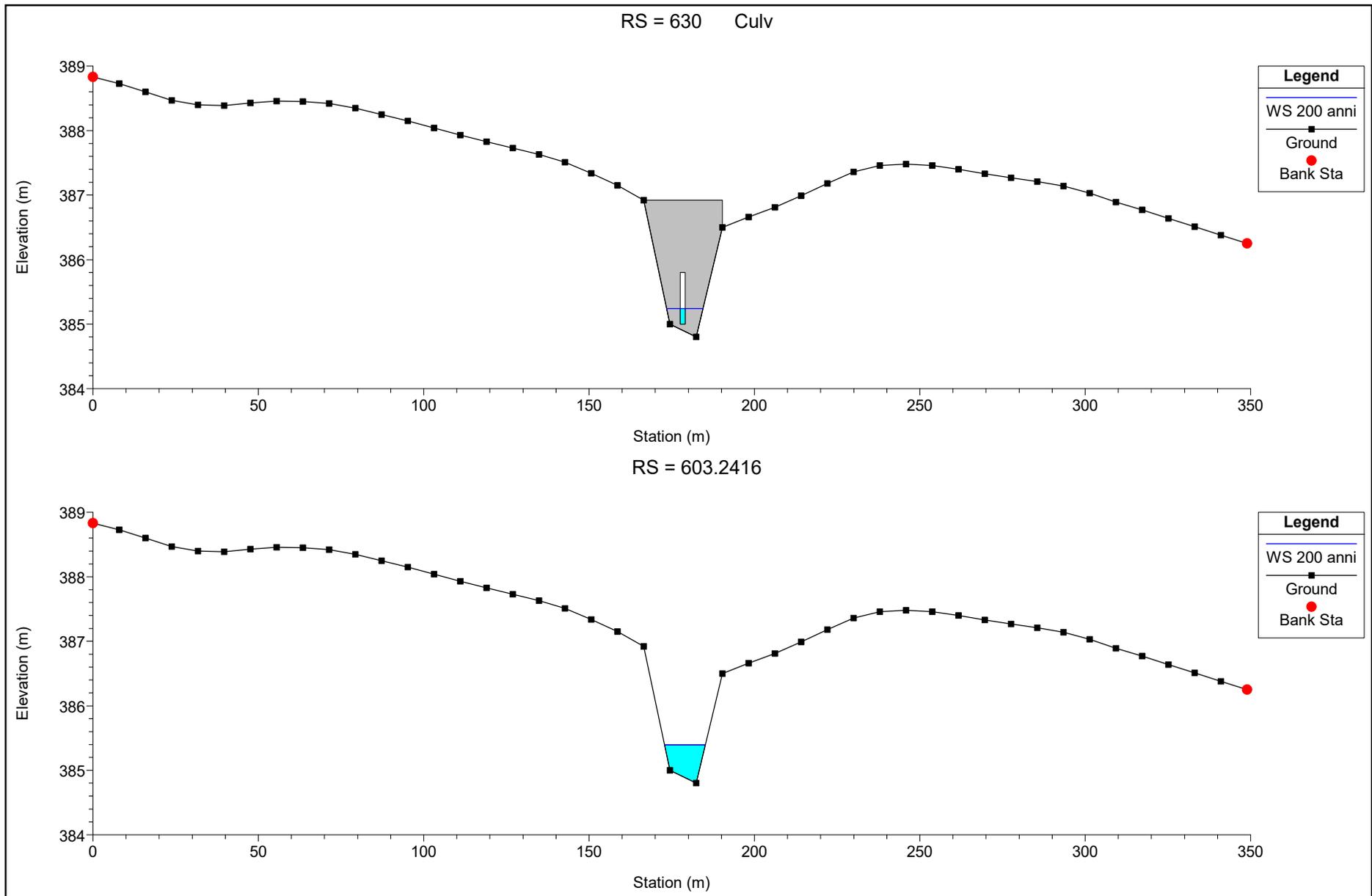
RS = 1204.616

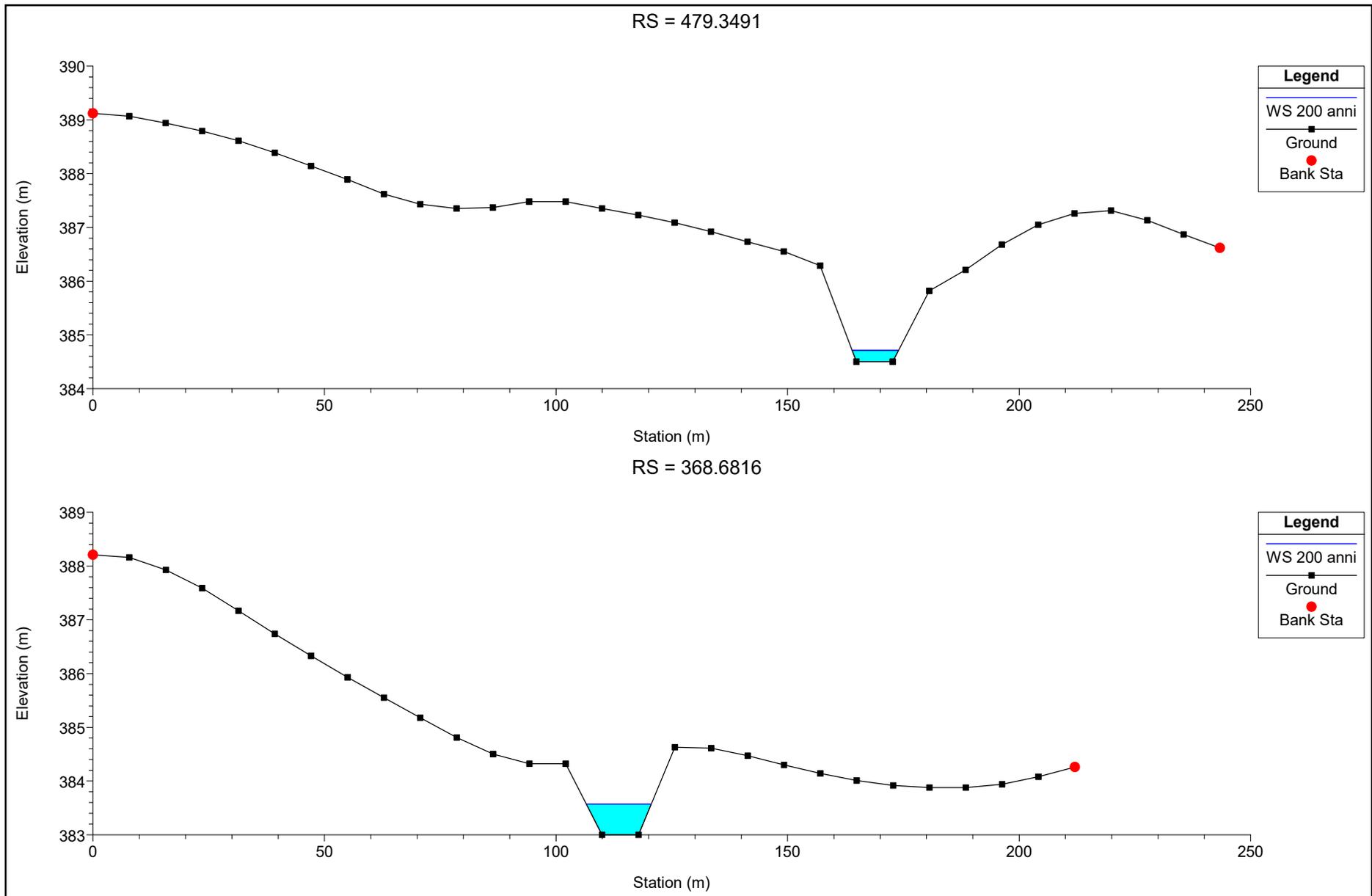


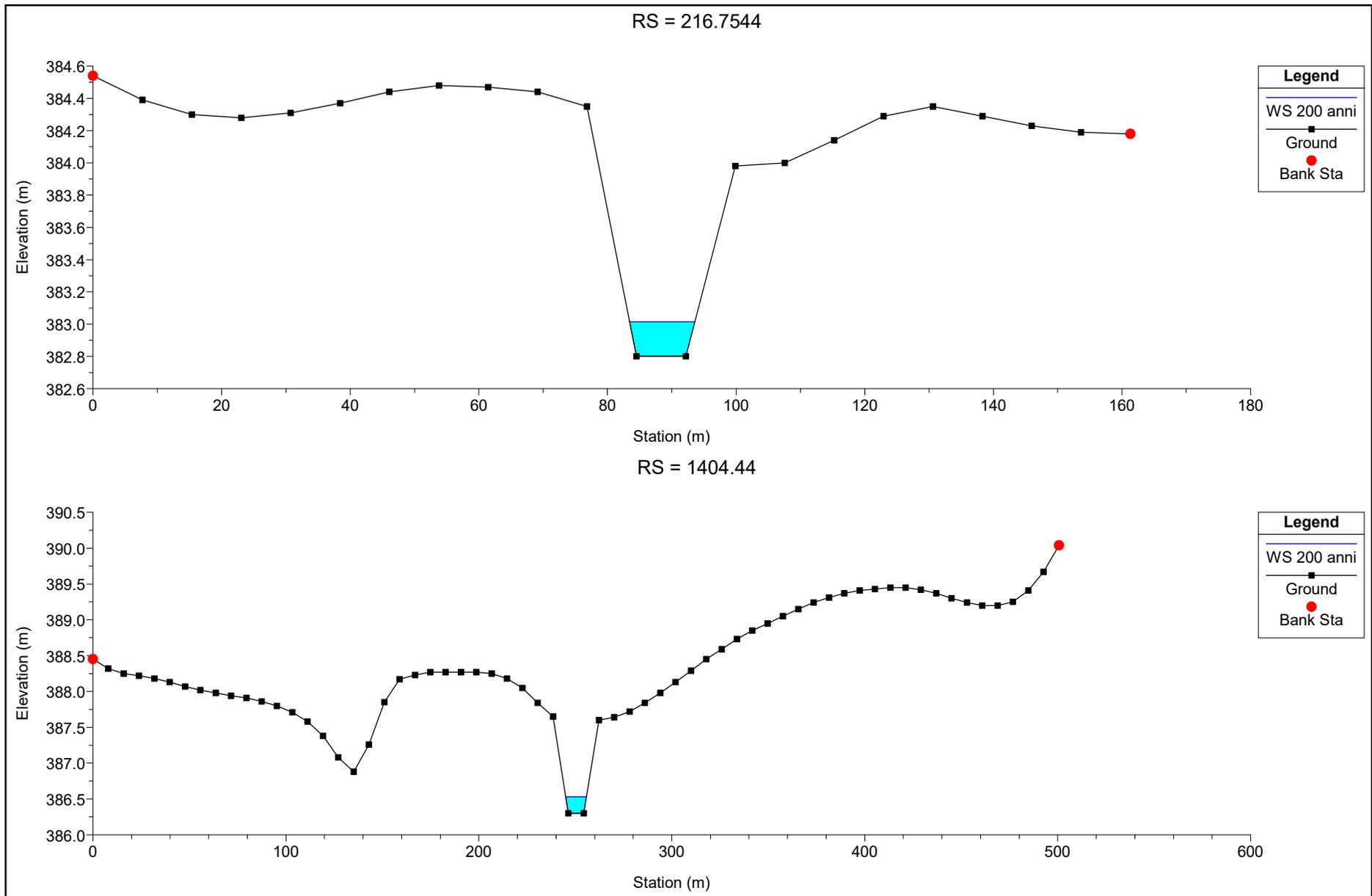
RS = 915.1113

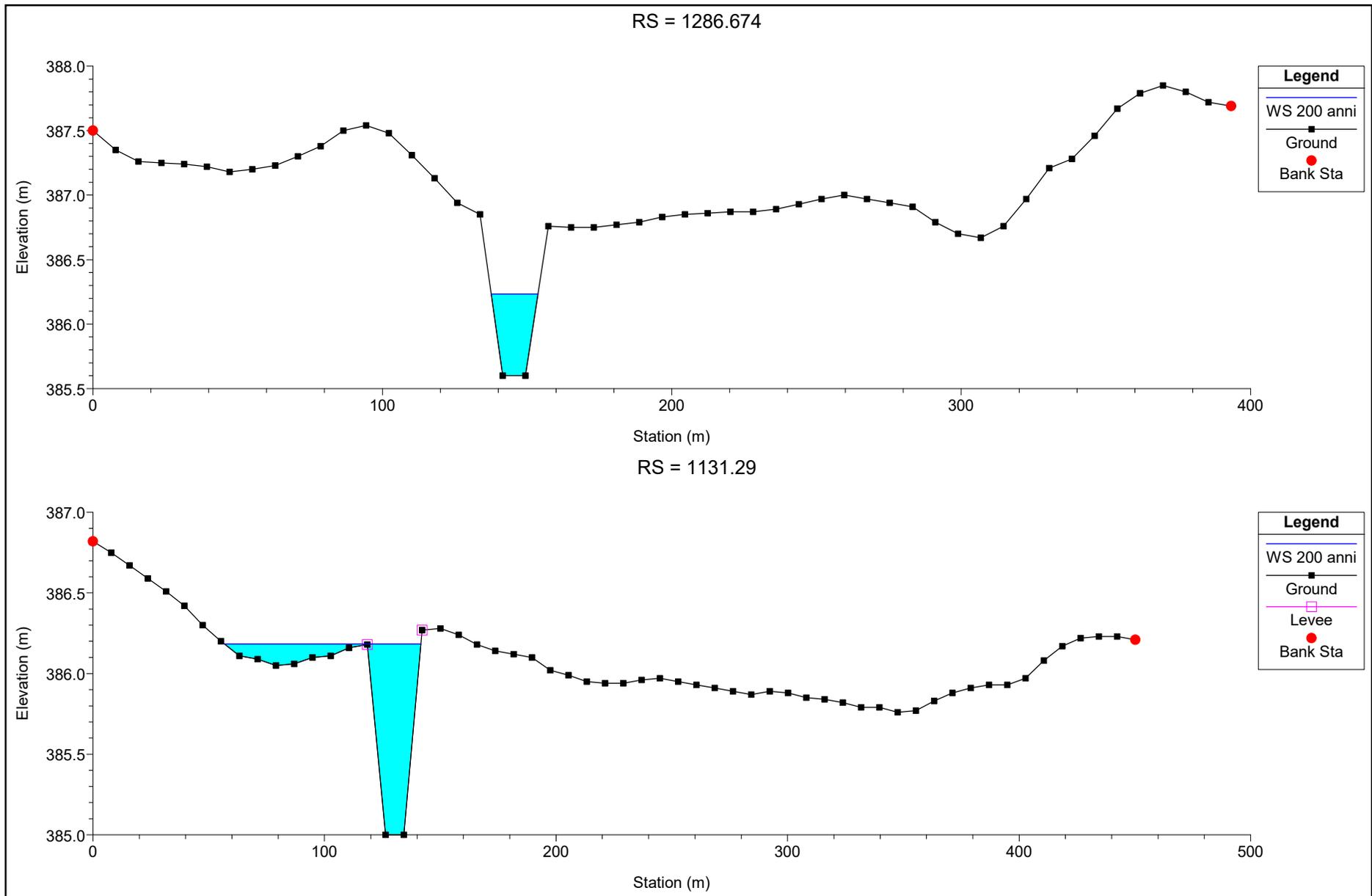


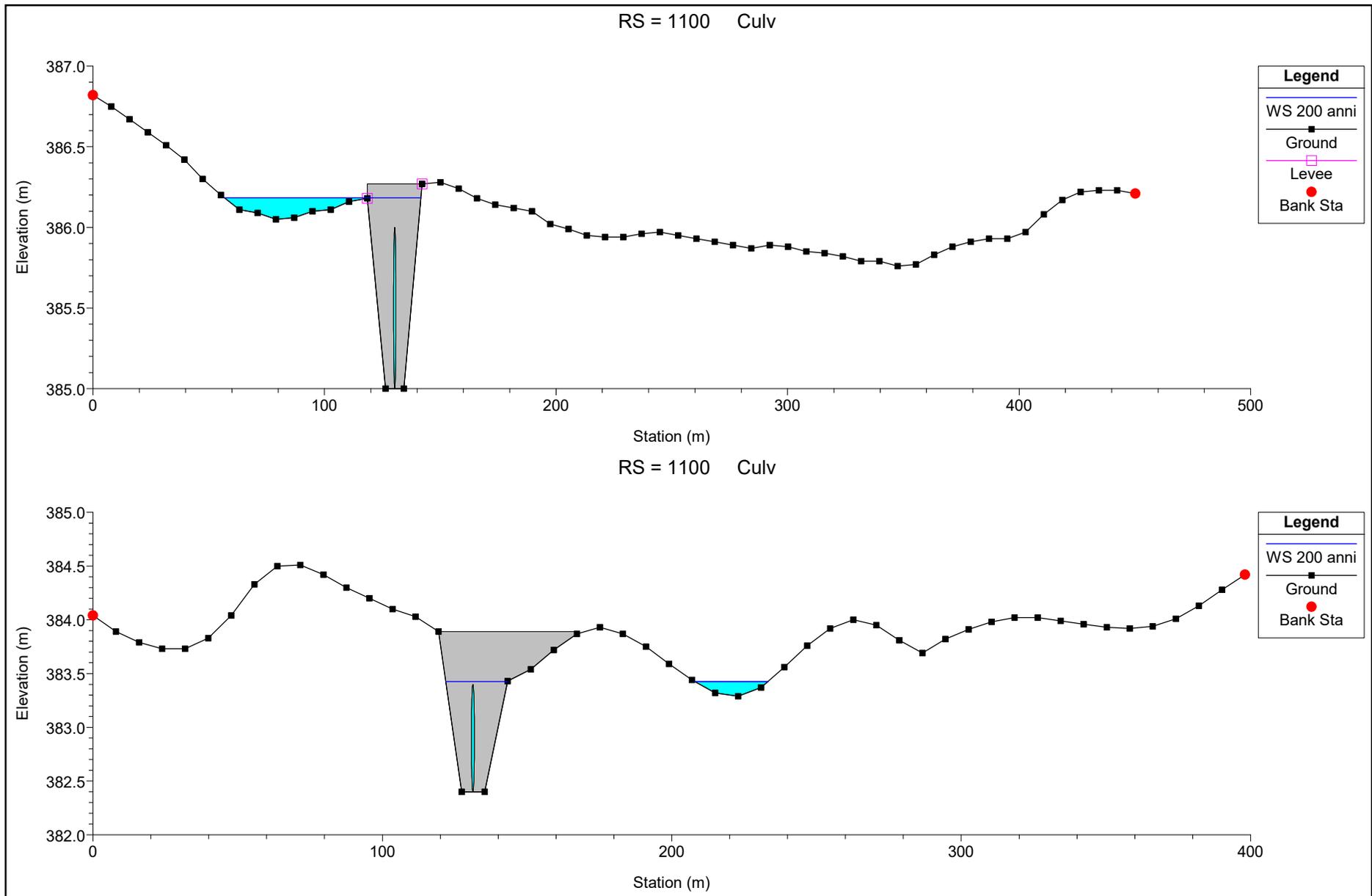


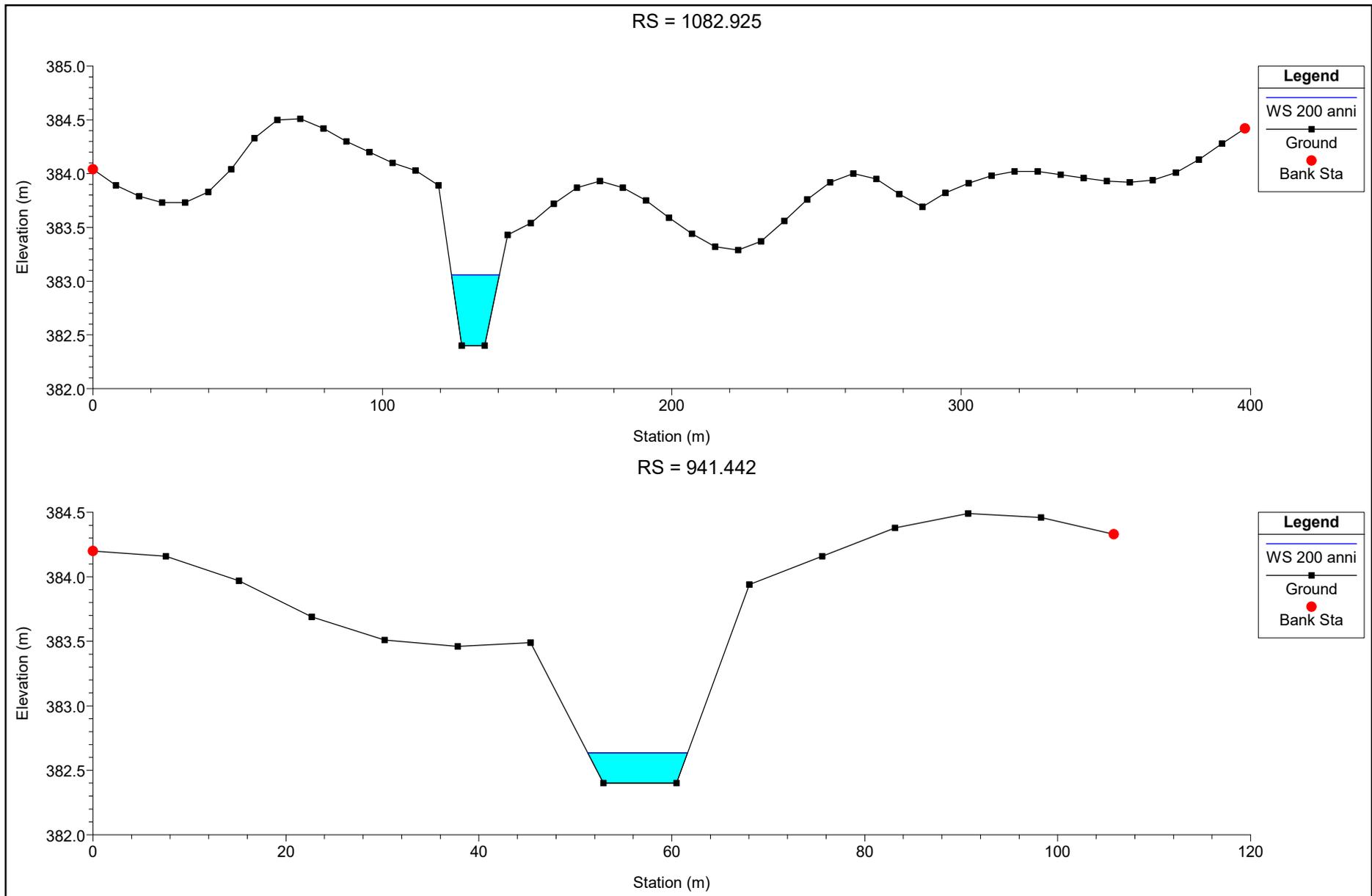




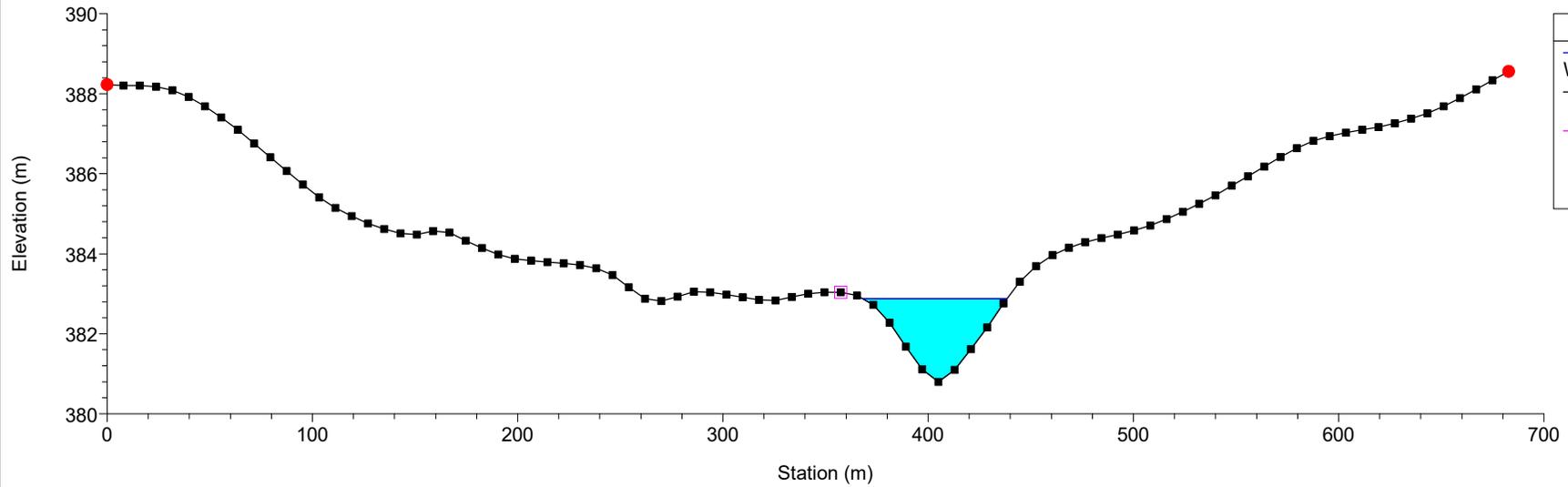




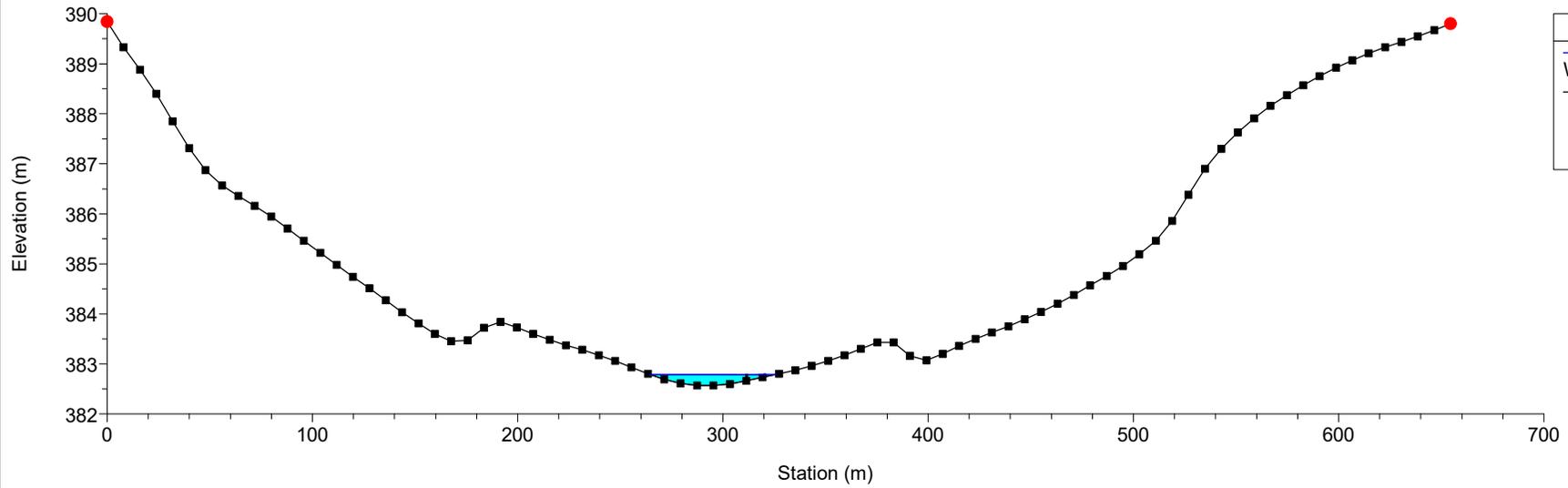


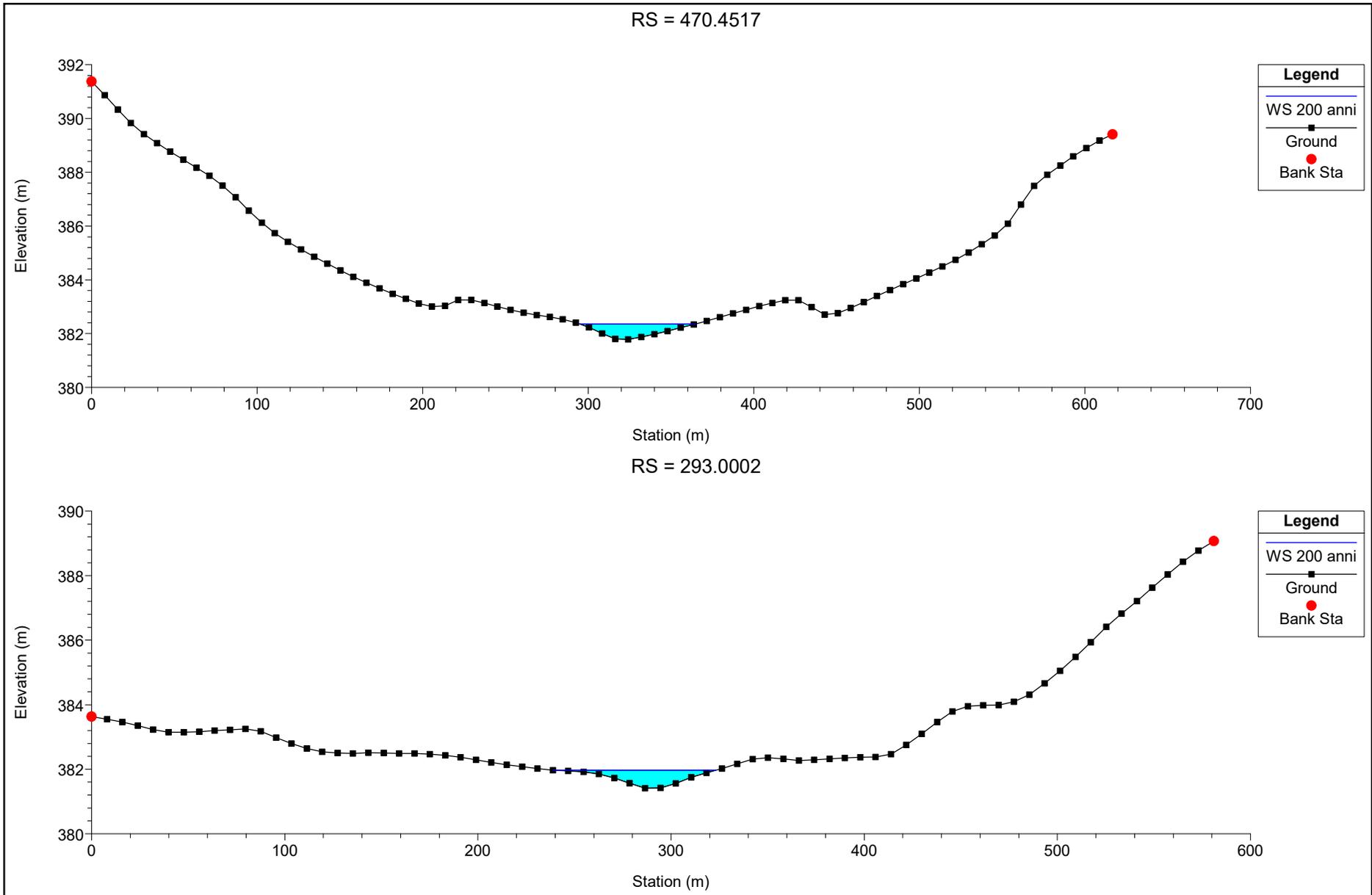


RS = 687.068

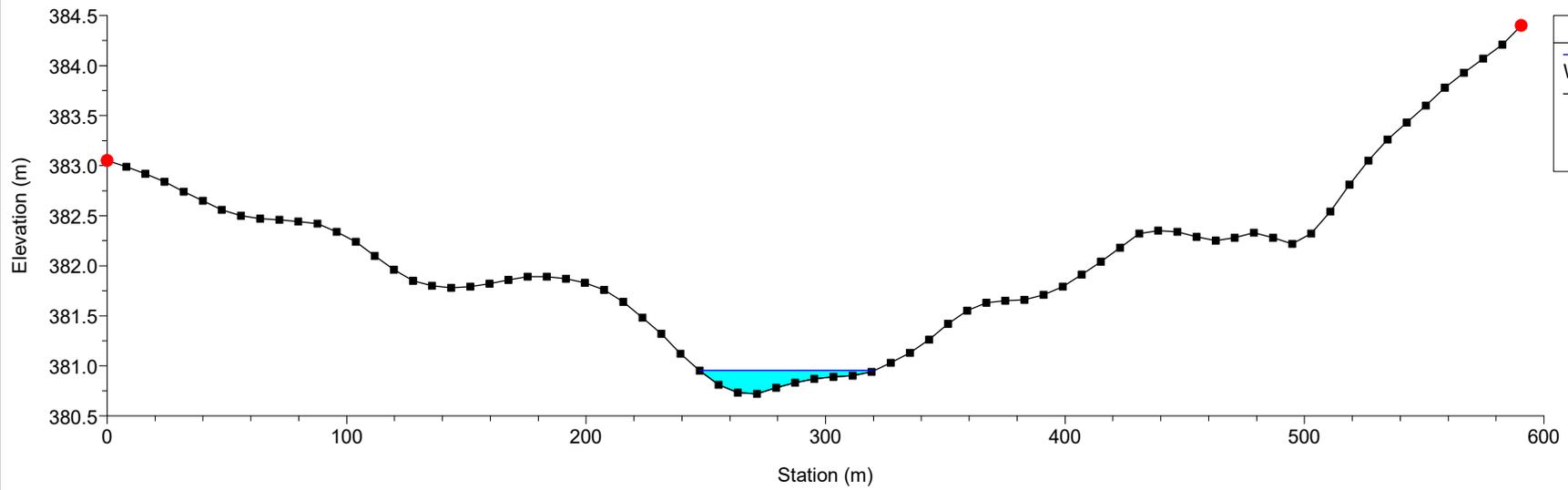


RS = 555.6398





RS = 160.7147



Legend

- WS 200 anni
- Ground
- Bank Sta