



Comune
di Gravina in Puglia

Regione Puglia



proponente:

AMBRA SOLARE 13 S.R.L.

Via Tevere 41, 00187 - Roma (RM) - P.IVA/C.F. 15946151006 - pec: ambrasolare13srl@legalmail.it



id:

TAV_C

GRUPPO
Powertis

DISCIPLINA:	PD	TIPOLOGIA:	R	FORMATO:	A4	CODICE PRATICA:
FOGLIO:	1 di 1	SCALA:	-	Nome file:	Relazione_Idrologica_e_Idraulica_C.pdf	

titolo del progetto:

**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE
E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIFOTOVOLTAICO,
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI,
DENOMINATO "LOSCHIAVO"**

nome elaborato:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

progettazione:

dott. ing. Emanuele Barbieri	dott. ing. Giovanni Guzzo Foliato	dott. ing. Amedeo Costabile	dott. ing. Francesco Meringolo		
Rev:	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	15/11/2021	PRIMA EMISSIONE	New Dev.	PW	PW



NEWDEVELOPMENTS



NEW DEVELOPMENTS S.r.l.
piazza Europa, 14 - 87100 Cosenza (CS)

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	AREA DI INTERVENTO	2
3.	STATO DI FATTO E SOVRAPPOSIZIONE CON CARTOGRAFIA PAI	3
4.	INTERVENTI IN PROGETTO	4
5.	ANALISI IDROLOGICA.....	6
5.1.	ANALISI PROBABILISTICA DELLE PIOGGE	7
5.1.1.	IL PRIMO LIVELLO TCEV	8
5.1.2.	IL TERZO LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE: IL VAPI PUGLIA E IL VAPI BASILICATA	11
5.1.3.	CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO	16
5.1.4.	CURVE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA	16
5.2.	BACINI IDROGRAFICI DI RIFERIMENTO	17
5.2.1.	QUOTE CARATTERISTICHE E PENDENZE DEI BACINI.....	18
5.2.2.	PENDENZA LONGITUDINALE DELL' ASTA PRINCIPALE	20
5.2.1.	CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE	20
5.3.	STIMA DELLE PORTATE	21
5.3.1.	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	21
5.3.2.	RISULTATI.....	21
6.	CRITICITÀ IDRAULICHE INDIVIDUATE	23
7.	VERIFICHE IDRAULICHE.....	25
7.1.	SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO	25
7.2.	IL MODELLO HEC RAS	25
7.2.1.	LA MODELLAZIONE DI PROGETTO	26
7.3.	RISULTATI DELLE MODELLAZIONI	28
8.	RACCOLTA ACQUE SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE	29
9.	INTERFERENZE CON RETICOLO ESISTENTE	29
10.	RISULTATI E CONCLUSIONI	31
11.	ALLEGATI.....	33
11.1.	VERIFICHE IN MOTO PERMANENTE MONODIMENSIONALE	33

1. PREMESSA

Il seguente studio idrologico e idraulico è parte integrante del Progetto Definitivo inerente alla realizzazione di un impianto agrivoltaico con sistema di accumulo integrato denominato "Loschiavo", avente potenza nominale complessiva pari a **50,11328 MWp** MWp, che la società **AMBRA SOLARE 13 s.r.l.** propone nel territorio Comunale di **Gravina in Puglia (BA)**. Più in particolare, previo inquadramento dell'area oggetto di intervento, verranno mostrate le analisi idrologiche e le verifiche idrauliche che, a partire da un'analisi probabilistica delle precipitazioni, hanno consentito la stima delle portate di progetto e la restituzione dei profili di corrente (con tempi di ritorno 30, 200 e 500 anni) per quei tratti di reticolo esistente, prossimi all'area di intervento.

2. AREA DI INTERVENTO

Il sito oggetto di intervento è localizzato in provincia di Bari nel territorio comunale di **Gravina di Puglia**.



Figura 2-1- Inquadramento area di intervento

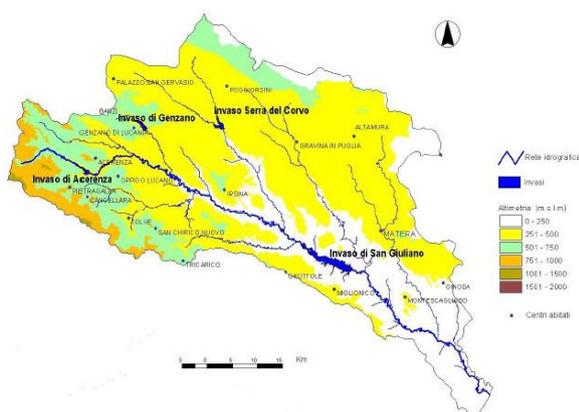


Figura 2-2- Bacino del Fiume Bradano

L'area ricade all'interno del bacino Bradano, uno dei sei corsi d'acqua principali della regione Basilicata, avente una lunghezza d'asta di circa 116 km e presentante un bacino di circa 3000 kmq. La zona, scarsamente antropizzata, è principalmente utilizzata a scopo agricolo.

3. STATO DI FATTO E SOVRAPPOSIZIONE CON CARTOGRAFIA PAI

Il sito di intervento presenta una morfologia prettamente pianeggiante (e in limitate circostanze sub collinare), costituita da campi soggetti a pratiche agricole, quest'ultime causa di alterazione del reticolo minore. Ad Est dell'area di intervento si rileva la presenza del Canale dell'Annunziata, che con andamento Nord Sud confluisce nel Fiume Bradano.



Figura 3-1 – Foto da sopralluogo rappresentanti il sito oggetto di intervento



Figura 3-2 –Territorio oggetto di intervento soggetto a pratiche agricole.

Così come rappresentato in Figura 3-3, in cui si riporta la sovrapposizione del reticolo idrografico messo a disposizione dal geoportale nazionale con le opere in progetto, non sussistono interferenze con i corsi d'acqua. Le aree di intervento, ricadono nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ¹(prima di competenza dell'EX AdB Int. Basilicata). L'eventuale interferenza con le aree a rischio idraulico è stata verificata previa consultazione del web gis del PAI BASILICATA. Dalla Figura 3-4 si evidenzia come gli interventi non interferiscono con le perimetrazioni della pericolosità e del rischio idraulico.

¹ L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali.



Figura 3-3 – Sovrapposizione opere con reticolo idrografico



Figura 3-4 – Sovrapposizione con aree di pericolosità e rischio idraulico.

4. INTERVENTI IN PROGETTO

Le aree occupate dall'impianto saranno dislocate all'interno delle particelle di terreno site in agro del territorio comunale di Gravina in Puglia (BA). Esse sviluppano una superficie recintata complessiva di circa 60,21 Ha lordi suddivisi in più campi che presentano struttura orografica regolare e prevalentemente pianeggiante.

All'interno dell'area parco saranno inoltre garantiti spazi di manovra e corridoi di movimento adeguati, per facilitare il transito dei mezzi atti alla manutenzione ed all'esercizio delle attività agricole integrate.

L'impianto fotovoltaico sarà connesso alla RTN in antenna a 150 kV sulla sezione 150 kV della nuova Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN, da inserire in entra – esce alla linea 150 kV "Genzano 380 – Matera 380" per come indicato da Terna S.p.A. quale soluzione tecnica minima generale. Detta SE è ubicata sempre all'interno del territorio comunale di Gravina in Puglia in un'area non molto distante dall'impianto in progetto. Il collegamento alla Sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT (SET), prevista in condivisione di stallo con altri produttori in area limitrofa alla nuova SE, avverrà mediante elettrodotto interrato di Media Tensione che si sviluppa su strade esistenti. Il percorso di detto elettrodotto sviluppa una lunghezza complessiva di circa **2,92** km interessando:

- un tratto di strada comunale in C.da San Domenico;
- un tratto della strada Provinciale SP 193.

Il tracciato dell'elettrodotto interrato è stato studiato al fine di assicurare il minor impatto possibile sul territorio, prevedendo il percorso all'interno delle sedi stradali esistenti ed alle aree di progetto, attraversando invece i terreni agricoli al di fuori delle strade solo per brevi tratti.



Figura 4-1 - Percorso dell'elettrodotto interrato MT da realizzare (tratto in rosso)

La potenza complessiva dell'impianto fotovoltaico, data dalla sommatoria della potenza dei singoli moduli installati, è quantificata in **50,11328 MWp** I moduli fotovoltaici impiegati sono del tipo mono o poli-cristallino con potenza nominale di circa 680 Watt/cad. Detti moduli saranno disposti su sistemi di inseguimento solare monassiale di *rollio* del tipo *Tracker*. Queste strutture consentono la rotazione dei moduli fotovoltaici ad essi ancorati intorno ad un unico asse orizzontale permettendo l'inseguimento del sole nell'arco della giornata aumentando la produzione energetica dell'impianto fotovoltaico. Dette strutture saranno infisse nel terreno mediante apposita macchina battipalo o, nell'eventuale caso ritrovamenti puntuali di trovanti rocciosi, mediante macchina trivellatrice.

L'interdistanza tra le fila di tracker, per come indicato negli elaborati grafici di dettaglio, si attesta pari a 9 metri minimo.

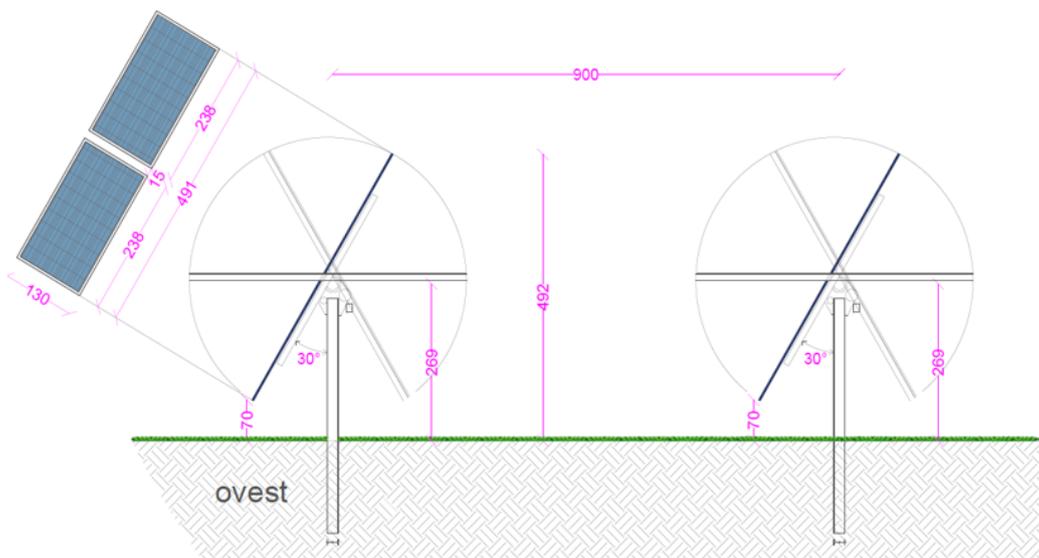


Figura 4-2-Sezione tipo impianto

I moduli saranno in totale n **73.696** così dislocati:

Campo	n. moduli	Potenza (KWp)	Superficie pannellata* (m ²)
A	58.016	39.450,88	174.170,53
B	6.104	4.150,72	18.324,89
C	9.576	6.511,68	28.748,22
Tot.	73.696	50.113,28	221.243,65

Tabella 1 – Distribuzione dei moduli FV

5. ANALISI IDROLOGICA

Seppur le aree di impianto non ricadono in aree a pericolosità/rischio idraulico, si procederà ad uno studio idrologico ed idraulico di dettaglio, definendo i valori di portata attraverso metodi di stima indiretta che, a partire dalla definizione delle curve di possibilità pluviometrica (CPP), esprimenti la relazione fra le altezze di precipitazione h e la loro durata t , e alla caratterizzazione dei bacini, hanno consentito la stima delle portate di progetto ad assegnato tempo di ritorno. Nei paragrafi a seguire verranno descritte nel dettaglio le varie fasi dello studio idrologico.

5.1. ANALISI PROBABILISTICA DELLE PIOGGE

Lo studio probabilistico delle piogge, necessario per la definizione delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) è stato effettuato sull'analisi delle curve di frequenza cumulata (CDF) costruite per le serie storiche dei massimi annuali delle piogge di durata 1,3,6,12,24. Come modello è stato applicato il modello probabilistico TCEV (Two Component Extreme Value), la cui funzione di probabilità è del tipo

$$F_x(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_2 \exp(-x/\theta_2)\} \quad x \geq 0$$

in cui è possibile distinguere una componente base (pedice 1), relativa agli eventi normali e più frequenti, ed una componente straordinaria (pedice 2), relativa ad eventi più gravosi e rari. La legge risulta essere funzione di 4 parametri $\Lambda_1, \theta_1, \Lambda_2, \theta_2$, esprimenti il numero medio di eventi indipendenti superiori ad una soglia delle due popolazioni (Λ_1 e Λ_2) e il loro valore medio (θ_1 e θ_2).

Ponendo

$$\theta_* = \theta_2/\theta_1 \text{ e } \Lambda_* = \Lambda_2/\Lambda_1^{1/\theta_*}$$

la funzione di probabilità diventa

$$F_x(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} \exp[-x/(\theta_*\theta_1)]\} \quad x \geq 0$$

e il valore della variabile casuale x , corrispondente al periodo di ritorno T , dipendente dai 4 parametri

$$\Lambda_* \theta_* \Lambda_1 \theta_1$$

la cui stima può essere effettuata con il metodo della massima verosimiglianza o dei momenti.

Per ridurre l'incertezza della stima ottenuta con le serie storiche disponibili, si utilizzano delle tecniche di analisi regionale che si basano sull'individuazione di vaste aree, indicate come zone o sottozone omogenee, all'interno delle quali è possibile assumere la costanza di alcuni parametri.

- Al 1° livello di regionalizzazione, i parametri θ^* e Λ^* del modello assumono un valore costante all'interno di ampie zone omogenee.
- Al 2° livello di regionalizzazione, oltre alle zone omogenee vengono identificate anche delle sottozone omogenee, per cui oltre ai valori costanti di θ^* e Λ^* si può ritenere costante anche il parametro di scala Λ_1 .
- Al 3° livello di regionalizzazione si persegue in modo regionale anche alla stima del 4° parametro, che, in dipendenza dal metodo che si vuole adottare, può essere θ_1 o μ , quest'ultimo definito valore indice e rappresentante un valore caratteristico della distribuzione.

Le analisi idrologiche presentate all'interno del seguente studio, verranno condotte adoperando sia il primo che il terzo livello di regionalizzazione. In quest'ultimo caso è stato adottato il metodo indice che, in luogo della variabile casuale x_T adoperata la variabile adimensionale $x'_T = x_T / \mu$, dove μ (fattore indice) viene assunto pari al valore medio. Con tale approccio la stima di x si ottiene con due passi distinti:

- 1) Stima del fattore di crescita x'_T relativo al tempo di ritorno T , per cui è necessario conoscere i parametri $\Lambda * \theta * \Lambda_1 \theta_1$;
- 2) Stima del valore indice μ , direttamente dai dati campionari o da regressioni empiriche locali.

5.1.1. IL PRIMO LIVELLO TCEV

Come già anticipato, le curve di possibilità (o di probabilità) pluviometrica (CPP) esprimono la relazione fra le altezze massime annuali di precipitazione h e la loro durata t , per un assegnato valore del periodo di ritorno T . Utilizzando le serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore sono state definite le curve di possibilità pluviometrica per periodi di ritorno di 10,30, 50, 100, 200 e 500 anni, usando il modello probabilistico TCEV al secondo livello di regionalizzazione. Tali CPP, sono descritte da una legge di potenza monomia del tipo:

$$h_{t,T} = a t^n$$

dove h è l'altezza di pioggia, espressa in mm, t indica la durata della precipitazione espressa in ore ed infine a e n sono dei parametri dipendenti dal periodo di ritorno T .

Il modello TCEV di I livello è stato applicato sul campione di dati pluviometrici della stazione di ALTAMURA, dal quale sono state scelte 62 misurazioni dal 1952 al 2020.

62 [Misurazioni]	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
ANNO	mm	mm	mm	mm	mm
1952	23.8	28	28	28	44.2
1954	22.2	30	38.6	60.6	91.2
1956	20	25.6	27.2	27.2	29.8
1957	34.8	53.4	58.2	63.2	81.8
1958	21	30	35.4	39.6	45
1959	23.6	40	51	78.4	138.6
1960	22	24.2	30	32	44.6
1961	31.8	32.8	39.2	54	61.4
1962	30.2	30.2	30.4	34.4	43.2
1963	54.6	66.6	71.2	88.6	96.6

1964	38.4	38.4	43	44.4	74.2
1965	29	29	29.2	29.4	33.2
1966	11	19.2	25	29.8	31
1967	27	27	27	27	40.8
1968	16.6	24.2	25.4	25.4	30.6
1970	30	36	36.6	37.6	45.8
1971	31	46.4	46.4	46.4	50.6
1972	51.6	58	67	76.4	76.8
1973	22.2	27.2	28.2	29.6	42.4
1974	18.2	25.2	30	42.6	43.8
1975	30.4	42.6	54.2	57.4	57.8
1976	17.2	25	27.8	33.6	39.8
1977	11.8	13.2	19.2	28.8	40
1978	18	19.2	22	28.8	34.2
1979	26.4	26.8	30.6	41.6	57
1980	31	37.8	38	42	62.2
1981	23.4	25.8	26.8	26.8	43.8
1982	25.6	37.6	39.8	52.4	69.4
1983	20.4	29	29.8	35.4	42
1984	13.8	19	28	46.2	62.2
1985	11.2	15.2	23	23	39
1987	30.4	30.4	30.4	30.4	41.4
1988	26	47.6	57.6	60.4	66.6
1990	13.6	32.2	55.8	90	112.4
1991	38.2	41.6	41.6	41.6	41.6
1992	20	22.2	27.6	27.8	33
1993	31.6	43.8	43.8	43.8	43.8
1994	39.8	46.4	46.4	56.2	66.4
1995	24.4	26.6	27.2	27.6	33
1996	28.2	28.2	28.2	29	29.2
1998	30.8	33.8	33.8	33.8	45.6
1999	70.4	77.8	78	78	90.8
2000	29.6	35.8	44.2	65.4	109
2001	11	18.4	22.8	36.8	43.2
2002	16.4	31.2	37.6	48.4	50.2
2003	48.6	49.6	49.6	49.6	49.6
2004	27.2	30	36.4	39	44.4
2005	30.2	32.4	32.6	32.6	32.6
2006	16.8	21.4	24.6	35.8	42.4
2007	39.4	51.4	63.8	79.4	86.2

2008	25	37.4	51	61.8	92.2
2009	52.6	59.6	59.6	59.6	59.6
2010	35	63	79.8	83.8	84
2011	49.4	51.6	62.2	89	107.2
2012	38.8	39	39	52	63.8
2013	21.8	40	64.4	99.4	117.6
2014	20.4	25.6	25.6	30.8	48.4
2015	22.8	38	44.4	45.6	49.2
2017	13.6	22.4	29.4	30.8	33.6
2018	66.8	67.8	67.8	67.8	68.2
2019	48.4	57.6	70.2	79	79.4
2020	61.8	64.2	64.2	76.2	92.8

Applicando il I Livello di regionalizzazione sono stati ottenuti i seguenti risultati della CPP

T [anni]	10		30		50		100		200		500	
t [h]	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
	44.85	0.197	58.46	0.191	65.88	0.189	77.51	0.187	90.92	0.185	110.33	0.183
1	44.85		58.46		65.88		77.51		90.92		110.33	
3	55.69		72.11		81.08		95.19		111.41		134.90	
6	63.83		82.32		92.43		108.36		126.65		153.14	
12	73.17		93.97		105.37		123.36		143.98		173.85	
24	83.88		107.27		120.12		140.43		163.68		197.37	

Tabella 2 – Calcolo CPP II Livello di regionalizzazione

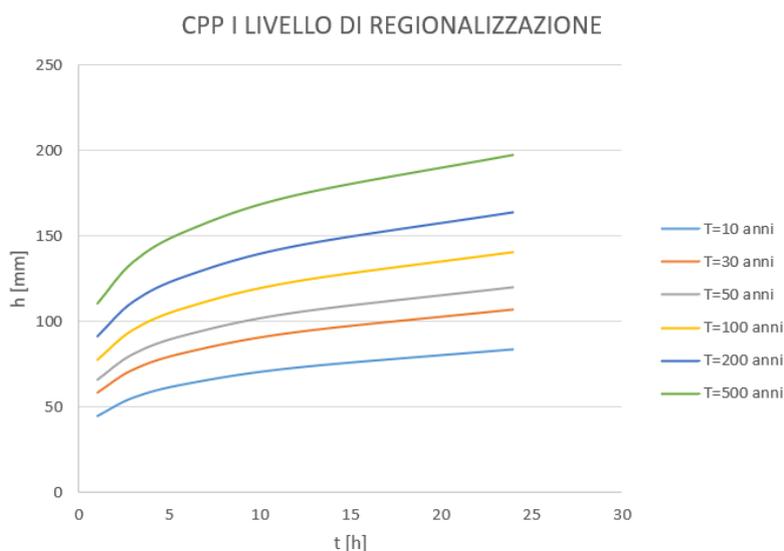


Figura 5-1 - CPP I Livello di regionalizzazione

5.1.2. IL TERZO LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE: IL VAPI PUGLIA E IL VAPI BASILICATA

La stima al terzo livello di regionalizzazione è stata effettuata considerando sia il rapporto VAPI Puglia (considerato che l'area di intervento ricade in provincia di Bari) che, per un ulteriore confronto, il rapporto VAPI Basilicata (considerato che l'intervento ricade nel territorio di competenza di competenza dell'ex AdB Basilicata). Nel rapporto VAPI Puglia, il territorio di competenza dell'ex Autorità di Bacino Interregionale (soppressa con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.)², da un punto di vista dell'approccio pluviometrico, è diviso in 6 aree Pluviometriche Omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la curva di possibilità pluviometrica sulla base delle seguenti equazioni:

Zona 1: $x(t,z) = 26.8 t^{[(0.720+0.00503 z)/3.178]}$
 Zona 2: $x(t) = 22.23 t^{0.247}$
 Zona 3: $x(t,z) = 25.325 t^{[(0.0696+0.00531 z)/3.178]}$
 Zona 4: $x(t) = 24.70 t^{0.256}$
 Zona 5: $x(t,z) = 28.2 t^{[(0.628+0.0002 z)/3.178]}$
 Zona 6: $x(t,z) = 33.7 t^{[(0.488+0.0022 z)/3.178]}$



Figura 5-2 - Suddivisione in aree pluviometriche omogenee

Ai valori ottenuti, vanno applicati i seguenti fattori:

- Fattore di crescita K_T , funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto che nelle zone 5-6 può essere calcolato dalla seguente relazione:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 \ln(T)$$

T[anni]	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T	0.52	0.99	1.35	1.71	1.82	2.07	2.18	2.54	2.90	3.37	3.73

- Fattore di riduzione Areale K_A , funzione della superficie di bacino e della durata dell'evento di progetto e definito dalla seguente relazione

$$K_A = 1 - (1 - e^{-(0.0021A)}) e^{-(0.53d^{-0.25})}$$

L'area oggetto di intervento ricade all'interno della zona pluviometrica 5. I risultati ottenuti per il BACINO 1 (vedi paragrafo 5.2) sono stati i seguenti:

² Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state sopresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali.

T[anni]	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
t [h]	h[mm]										
1	14.59	27.92	38.00	48.09	51.33	58.17	61.42	71.50	81.58	94.91	105.00
3	29.99	57.40	78.13	98.86	105.53	119.59	126.27	147.00	167.73	195.13	215.87
6	47.26	90.44	123.11	155.78	166.29	188.44	198.96	231.63	264.30	307.48	340.15
12	74.46	142.51	193.98	245.46	262.03	296.94	313.51	364.98	416.46	484.50	535.98
24	117.33	224.56	305.67	386.78	412.89	467.89	494.00	575.11	656.22	763.45	844.56

Tabella 3 - Altezze di pioggia calcolate con metodo VAPI Puglia

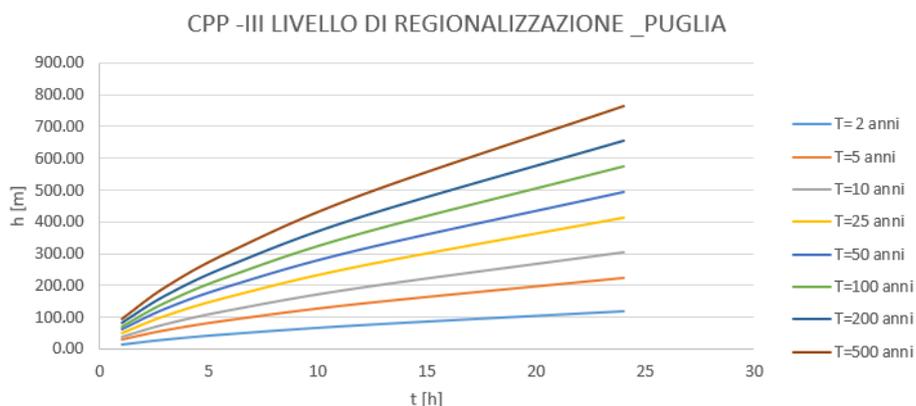


Figura 5-3 - CPP III Livello di Regionalizzazione _Puglia

Per quanto riguarda invece la regione Basilicata, al terzo livello di regionalizzazione, la stima del valor medio della distribuzione dei massimi annuali delle piogge brevi viene condotta mediante la definizione di relazioni utili. In assenza delle indicazioni su eventuali aree omogenee, l'analisi delle medie delle piogge brevi è consistita nell'identificazione delle isoiete di $m[h(d)]$, per le diverse durate, utilizzando un metodo geostatistico, il kriging, che consente di interpolare tenendo conto della relazione fra la varianza campionaria e la varianza spaziale dei dati, secondo un approccio di tipo stocastico. Si sono interpolati i valori osservati nelle stazioni di misura attraverso il kriging, ottenendo delle isolinee per i due parametri a ed n.



Stazione	a	n	Stazione	a	n
Acerenza	19.96	0.31	Monticchio Bagni	23.77	0.32
Altamura	27.25	0.22	Muro Lucano	22.91	0.32
Anzi	19.20	0.29	Nova Siri Scalo	32.40	0.31
Atella	24.06	0.24	Oriolo	29.14	0.38
Calitri	24.48	0.25	Palazzo San Gervasio	20.88	0.29
Castel Lagopesole	23.70	0.29	Pescopagano	24.59	0.35
Castelsaraceno	22.06	0.44	Picerno	20.97	0.26
Cogliandrino	24.68	0.42	Policoro	24.69	0.33
Diga Rendina	22.49	0.23	Potenza	22.51	0.28
Ferrandina	22.62	0.30	Recoleta	20.87	0.35
Forenza	26.29	0.23	Ripacandida	26.30	0.22
Ginosa	30.27	0.26	Rocchetta S. Antonio	26.13	0.22
Gravina in Puglia	34.16	0.19	Rocchetta S. A. scalo	25.58	0.22
Irsina	23.06	0.27	S. Arcangelo	20.50	0.33
Isca di Tramatola	18.99	0.36	S. Chirico Raparo	16.52	0.43
Lacedonia	26.23	0.26	S. Fele	22.42	0.30
Lagonegro	29.35	0.45	S. Mauro Forte	21.35	0.41
Lauria inferiore	32.43	0.41	S. Nicola di Avigliano	18.76	0.29
Lavello	24.68	0.24	S. Severino Lucano	20.15	0.45
Maratea	31.51	0.31	Santeramo in Colle	29.02	0.24
Marsico Nuovo	20.09	0.37	Senise	22.22	0.36
Matera	28.35	0.21	Spinazzola	24.62	0.25
Melfi	23.17	0.34	Terranova del Pollino	22.80	0.47
Metaponto	28.20	0.27	Tolve	19.62	0.32
Minervino	30.66	0.23	Tricarico	19.66	0.35
Moliterno	23.48	0.33	Valsinni	25.26	0.44
Montemilone	25.03	0.24	Venosa	21.49	0.30
Montescaglioso	26.77	0.29			

Tabella 4- Stime puntuali dei parametri della curva di probabilità pluviometrica

Numero cella	X (Km)	Y (Km)	log(a)	n
5	2585	4415	1.477	0.381
6	2595	4415	1.457	0.398
7	2605	4415	1.431	0.412
8	2615	4415	1.407	0.420
9	2625	4415	1.406	0.420
10	2635	4415	1.414	0.420
18	2575	4425	1.455	0.372
19	2585	4425	1.477	0.380
20	2595	4425	1.455	0.403
21	2605	4425	1.414	0.414
22	2615	4425	1.379	0.420
23	2625	4425	1.376	0.420
24	2635	4425	1.399	0.415
32	2575	4435	1.467	0.375
33	2585	4435	1.465	0.390
34	2595	4435	1.437	0.404
35	2605	4435	1.382	0.416
36	2615	4435	1.345	0.420
37	2625	4435	1.350	0.417
38	2635	4435	1.390	0.403
39	2645	4435	1.415	0.384
47	2585	4445	1.427	0.386
48	2595	4445	1.395	0.399
49	2605	4445	1.342	0.409
50	2615	4445	1.315	0.406
51	2625	4445	1.332	0.394
52	2635	4445	1.370	0.389
53	2645	4445	1.408	0.377
54	2655	4445	1.415	0.355
55	2665	4445	1.423	0.340
61	2585	4455	1.378	0.370
62	2595	4455	1.351	0.377
63	2605	4455	1.317	0.389
64	2615	4455	1.301	0.385
65	2625	4455	1.321	0.377
66	2635	4455	1.349	0.372
67	2645	4455	1.377	0.364
68	2655	4455	1.395	0.346
69	2665	4455	1.414	0.325
74	2575	4465	1.363	0.350
75	2585	4465	1.336	0.354
76	2595	4465	1.317	0.356
77	2605	4465	1.301	0.366
78	2615	4465	1.304	0.370
79	2625	4465	1.321	0.367
80	2635	4465	1.339	0.361
81	2645	4465	1.363	0.347
82	2655	4465	1.380	0.331
83	2665	4465	1.407	0.310
84	2675	4465	1.434	0.295
87	2565	4475	1.356	0.333
88	2575	4475	1.339	0.338
89	2585	4475	1.318	0.341
90	2595	4475	1.301	0.339

Tabella 5-Valori medi per celle dei parametri della curva di probabilità pluviometrica

Numero cella	X (Km)	Y (Km)	log(a)	n
91	2605	4475	1.301	0.347
92	2615	4475	1.311	0.360
93	2625	4475	1.326	0.359
94	2635	4475	1.341	0.347
95	2645	4475	1.365	0.331
96	2655	4475	1.391	0.309
97	2665	4475	1.419	0.293
98	2675	4475	1.443	0.279
101	2565	4485	1.342	0.323
102	2575	4485	1.333	0.319
103	2585	4485	1.316	0.320
104	2595	4485	1.301	0.322
105	2605	4485	1.301	0.333
106	2615	4485	1.316	0.346
107	2625	4485	1.334	0.347
108	2635	4485	1.355	0.327
109	2645	4485	1.380	0.307
110	2655	4485	1.407	0.294
111	2665	4485	1.435	0.280
112	2675	4485	1.435	0.280
116	2575	4495	1.336	0.299
117	2585	4495	1.320	0.299
118	2595	4495	1.311	0.304
119	2605	4495	1.304	0.322
120	2615	4495	1.321	0.327
121	2625	4495	1.342	0.322
122	2635	4495	1.377	0.303

Numero cella	X (Km)	Y (Km)	log(a)	n
123	2645	4495	1.405	0.281
124	2655	4495	1.428	0.270
125	2665	4495	1.447	0.260
126	2675	4495	1.455	0.260
131	2585	4505	1.331	0.287
132	2595	4505	1.324	0.298
133	2605	4505	1.322	0.310
134	2615	4505	1.334	0.306
135	2625	4505	1.366	0.292
136	2635	4505	1.405	0.275
137	2645	4505	1.431	0.257
138	2655	4505	1.447	0.240
139	2665	4505	1.455	0.240
145	2585	4515	1.348	0.280
146	2595	4515	1.339	0.285
147	2605	4515	1.341	0.291
148	2615	4515	1.357	0.286
149	2625	4515	1.397	0.270
150	2635	4515	1.442	0.248
151	2645	4515	1.447	0.233
152	2655	4515	1.455	0.230
153	2665	4515	1.455	0.235
159	2585	4525	1.374	0.273
160	2595	4525	1.356	0.272
161	2605	4525	1.356	0.272
162	2615	4525	1.384	0.264
163	2625	4525	1.423	0.254
164	2635	4525	1.447	0.235
165	2645	4525	1.455	0.220
166	2655	4525	1.455	0.220
167	2665	4525	1.455	0.220
175	2605	4535	1.382	0.258
176	2615	4535	1.412	0.250
177	2625	4535	1.441	0.240
178	2635	4535	1.452	0.230
190	2615	4545	1.441	0.241
191	2625	4545	1.447	0.235

Tabella 6 - Valori medi per celle dei parametri della curva di probabilità pluviometrica

Per il caso di studio si farà riferimento ai seguenti valori:

- 1) Cella 148 : **log a= 1.357; n= 0.286**
- 2) **Parametri Gravina di Puglia: a= 34.16; n=0.19**

Considerando i coefficienti della cella 148 sono stati ottenuti i seguenti valori delle CPP

T [anni]		2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000	
t [h]	a	n	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	
1	22.75	0.286	21.00	31.12	37.79	44.71	46.93	51.87	54.09	61.26	68.42	77.81	84.72
3	22.75	0.286	27.81	41.23	50.06	59.23	62.17	68.72	71.66	81.15	90.64	103.07	112.24
6	22.75	0.286	33.21	49.24	59.79	70.73	74.24	82.06	85.58	96.91	108.24	123.09	134.03
12	22.75	0.286	39.66	58.79	71.39	84.46	88.66	97.99	102.19	115.72	129.25	146.99	160.05
24	22.75	0.286	47.36	70.21	85.26	100.86	105.87	117.02	122.03	138.19	154.35	175.53	191.13

Tabella 7 - Calcolo CPP al III livello di regionalizzazione

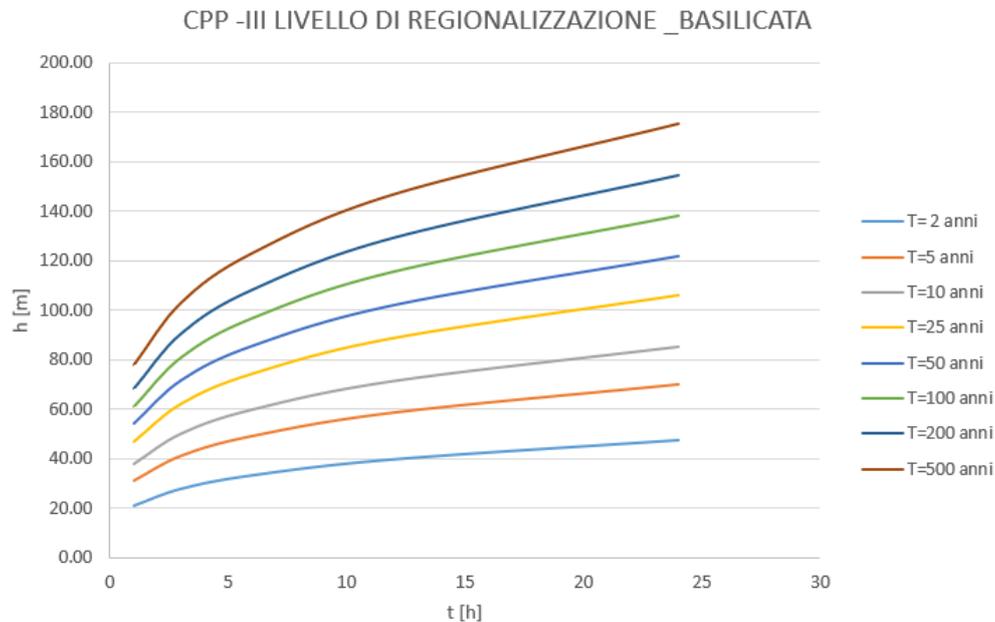


Figura 5-7 - CPP al III livello di regionalizzazione da VAPI Basilicata

5.1.3. CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO

Per la stima delle portate si prenderanno come riferimento le CPP relative al II livello di regionalizzazione.

5.1.4. CURVE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA

La definizione delle curve di possibilità pluviometrica, per gli eventi di durata inferiori all'ora, è stata effettuata mediante l'applicazione della formula di Bell (1969)

$$\frac{h_{d,T}}{h_{60,T}} = 0.54 * d^{0.25} - 0.50$$

dove

d è la durata dell'evento espressa in min;

T è il tempo di ritorno in anni;

h_{60T} è l'altezza di pioggia per un evento di pioggia di durata 60 min e tempo di ritorno T.

Facendo riferimento ai tempi di ritorno 30,50,100, 200 e 500 anni sono stati ottenuti i seguenti risultati

d [min]	$h_{d,30}$ [mm]	$h_{d,50}$ [mm]	$h_{d,100}$ [mm]	$h_{d,200}$ [mm]	$h_{d,500}$ [mm]
5	17.98	20.26	23.83	27.96	33.93
10	26.91	30.32	35.68	41.85	50.78
15	32.90	37.07	43.62	51.16	62.08
20	37.53	42.29	49.76	58.37	70.83
30	44.65	50.32	59.20	69.44	84.27
60	58.63	66.07	77.74	91.18	110.65

Tabella 8 – Altezze di pioggia per eventi inferiori all'ora

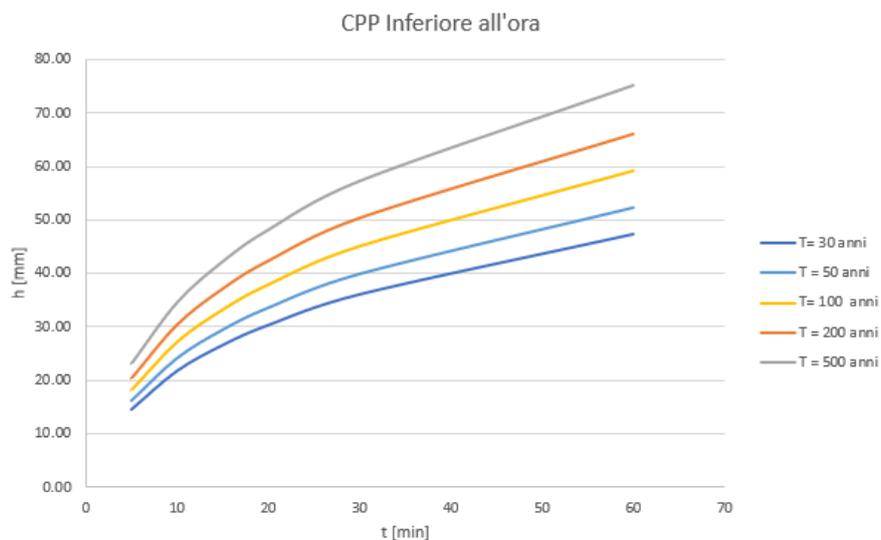


Figura 5-8 - CPP Inferiori all'ora

T	a	n
30	8.84	0.473
50	9.96	0.473
100	11.72	0.473
200	13.74	0.473
500	16.68	0.473

Tabella 9 – CPP per eventi inferiori all'ora

5.2. BACINI IDROGRAFICI DI RIFERIMENTO

Le analisi idrologiche sono state dunque condotte su 6 bacini, la cui delimitazione è stata definita in funzione delle curve di livello estrapolate dal DTM 5x5 messo a disposizione dal geoportale Regionale, mediante strumentazione GIS, e successivamente rappresentate sulla cartografia IGM.

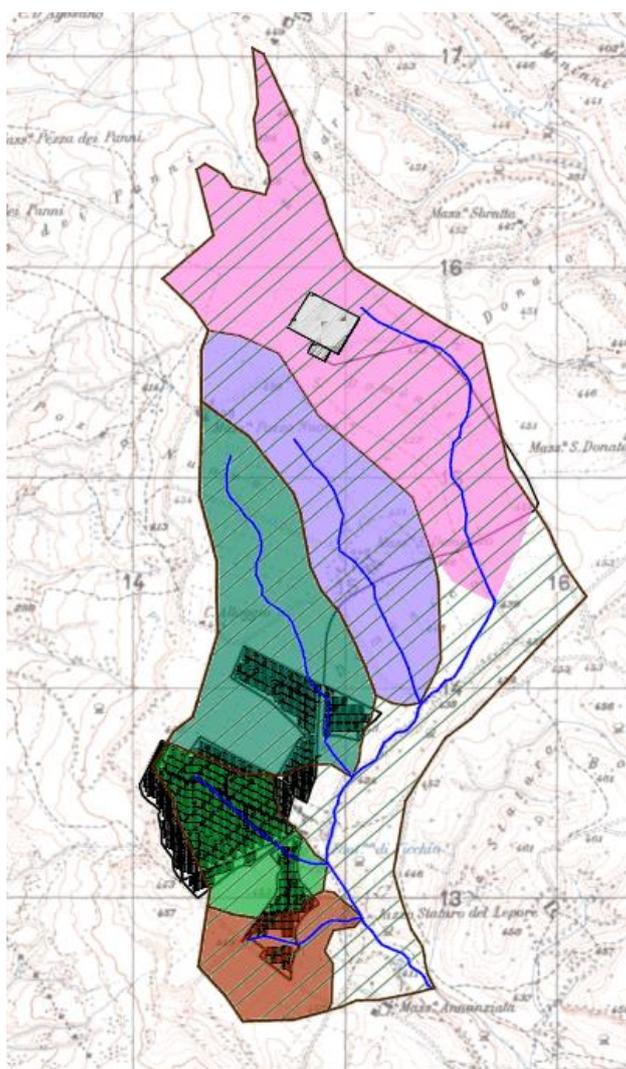


Figura 5-9 - Bacini idrografici di riferimento

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche

BACINO	A [mq]	A [Kmq]	L[m]	L [Km]
BACINO 1	4861684.34	4.86	4104.52	4.10
SB1	305971.32	0.31	591.82	0.59
SB2	383504.39	0.38	781.33	0.78
SB3	942013.34	0.94	1756.52	1.76
SB4	804856.78	0.80	1439.96	1.44
SB5	1480676.23	1.48	1746.38	1.75

Tabella 10 - Parametri dei bacini idrografici e delle aste principali

5.2.1. QUOTE CARATTERISTICHE E PENDENZE DEI BACINI

Per ciascun bacino idrografico è stata ricavata l'altitudine media e la pendenza media dei versanti (i_v), mediante strumentazione GIS, a partire dal DTM messo a disposizione dal geoportale della Regione Basilicata

e della Regione Puglia, sfruttando un plugin del software.

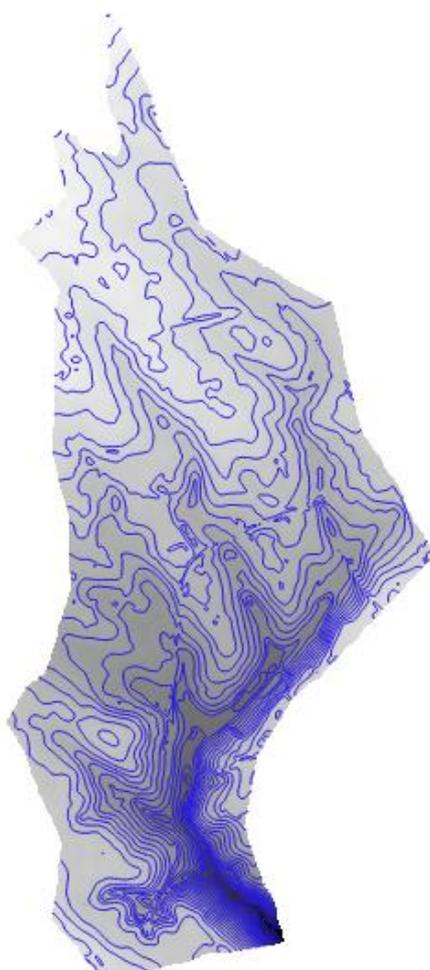


Figura 5-10 – Estrazione delle curve di livello all'interno del bacino 1

Si riportano di seguito i risultati ottenuti per ciascun bacino:

BACINO	A [mq]	A [Kmq]	L[m]	L [Km]	H _{max} [m s.l.m]	H _{med} [m s.l.m]	H _{min} [m s.l.m]	i _v [%]
BACINO 1	4861684.34	4.86	4104.52	4.10	462.13	445.76	402.01	4.88
SB1	305971.32	0.31	591.82	0.59	454.79	445.62	415.68	6.69
SB2	383504.39	0.38	781.33	0.78	449.85	443.69	424.61	5.04
SB3	942013.34	0.94	1756.52	1.76	459.26	442.87	428.05	3.58
SB4	804856.78	0.80	1439.96	1.44	459.70	447.64	428.09	4.07
SB5	1480676.23	1.48	1746.38	1.75	462.13	452.01	437.39	2.70

Tabella 11 – Quote caratteristiche dei bacini idrografici

5.2.2. PENDENZA LONGITUDINALE DELL' ASTA PRINCIPALE

Per il Bacino 1 si è proceduto a calcolare la pendenza dell'asta principale con la formula di Taylor- Schwartz, suddividendo il corpo idrico in una serie di tratti di lunghezza L_j con pendenza i_j praticamente uniforme.

$$i_m = \frac{L^2}{\left(\sum_i \frac{L_j}{\sqrt{i_j}}\right)^2}$$

I risultati ottenuti sono stati i seguenti:

Pendenza Asta Bacino 1					
H [m.s.l.m]	H [m.s.l.m]	L [m]	ΔH [m]	i_j	$L/i_j^{0.5}$
450.18	402.93	4104.52	47.25	0.01	38255.39

Tabella 12- Pendenze dell'asta principale Bacino 1

Applicando la formula sopra riportata è stato ottenuto un valore di pendenza media di circa 0.012.

5.2.1. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Per procedere al calcolo della portata di piena ad assegnato tempo di ritorno è necessario valutare il tempo di corrivazione, inteso come il tempo impiegato da una goccia di acqua, caduta nel punto più sfavorito, per raggiungere la sezione di chiusura. Considerate le dimensioni dei bacini, la stima di tale parametro è stata effettuata facendo riferimento alla media dei valori ottenuti con la formula empirica di Kirpich, così espressa

$$t_c = 0.000325 * L^{0.77} * (i_v)^{-0.385}$$

e la formula di Puglisi

$$t_c = 6L^{\frac{2}{3}} * \Delta H^{-\frac{1}{3}}$$

in cui t_c è misurato in ore, L (lunghezza dell'asta principale) in m, ΔH è il dislivello del bacino.

Sostituendo nelle formule precedenti i parametri di ciascun bacino, sono stati ottenuti i seguenti valori:

BACINO	t_c [h]		
	Kirpich	Puglisi	Media
BACINO 1	0.63	3.93	2.28
SB1	0.13	1.25	0.69
SB2	0.17	1.74	0.95
SB3	0.37	2.77	1.57
SB4	0.30	2.42	1.36
SB5	0.41	2.99	1.70

Tabella 13 - Calcolo dei tempi di corrivazione

5.3. STIMA DELLE PORTATE

La stima delle portate ad assegnato tempo di ritorno è stata effettuata mediante la formula razionale, il cui approccio si basa sull'utilizzo della curva di possibilità pluviometrica e sull'ipotesi che a parità di tempo di ritorno, la portata al colmo maggiore è prodotta dall'evento la cui durata è identica al tempo di corrivazione.

$$Q = \frac{\Phi i_c A}{3.6}$$

in cui

- Φ è il coefficiente di deflusso, indicante il rapporto tra i deflussi e gli afflussi [ad]
- i_c è l'intensità di pioggia di un evento avente durata $d = t_c$ [mm/ora]
- A è la superficie del bacino (o area scolante) [Km²]
- Q è la portata al colmo di piena che defluisce alla sezione di chiusura in corrispondenza di un evento di durata t_c e tempo di ritorno T [m³/s].

5.3.1. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Considerata la descrizione dei luoghi precedentemente riportata si è deciso di adottare cautelativamente un valore di ϕ pari 0.50, corrispondente a terreni poco permeabili e soggetti alle pratiche agricole di cui alla tabella di seguito riportata.

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	Cultivi	Pascoli	Boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0,20	0,15	0,10
Suoli mediamente permeabili (senza strati di argilla). Terreni di medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
Suoli poco permeabili Suoli fortemente argillosi o simili, con strati di argilla vicino alla superficie. Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile.	0,50	0,45	0,40

Tabella 14 - Coefficienti di deflusso da letteratura

5.3.2. RISULTATI

Si riportano di seguito i risultati ottenuti dall'applicazione della formula razionale. Nelle tabelle, le intensità di pioggia, sono espresse in mm/h. Adottando opportuni fattori di scala sono state successivamente ottenute le portate in mc/s.

T = 30 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	t _c [h]	i[mm/h]	φ	Q[mc/S]
BACINO 1	4.86	58.46	0.191	2.28	30.03	0.5	20.28
SB1	0.31	58.46	0.191	0.69	79.32	0.5	3.37
SB2	0.38	58.46	0.191	0.95	60.72	0.5	3.23
SB3	0.94	58.46	0.191	1.57	40.55	0.5	5.31
SB4	0.80	58.46	0.191	1.36	45.57	0.5	5.09
SB5	1.48	58.46	0.191	1.70	38.10	0.5	7.83

Tabella 15 - Calcolo portate per T= 30 anni

T = 100 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	t _c [h]	i[mm/h]	φ	Q[mc/S]
BACINO 1	4.86	77.51	0.187	2.28	39.69	0.5	26.80
SB1	0.31	77.51	0.187	0.69	105.33	0.5	4.48
SB2	0.38	77.51	0.187	0.95	80.52	0.5	4.29
SB3	0.94	77.51	0.187	1.57	53.67	0.5	7.02
SB4	0.80	77.51	0.187	1.36	60.34	0.5	6.75
SB5	1.48	77.51	0.187	1.70	50.40	0.5	10.37

Tabella 16 - Calcolo portate per T= 100 anni

T = 200 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	t _c [h]	i[mm/h]	φ	Q[mc/S]
BACINO 1	4.86	90.92	0.185	2.28	46.48	0.5	31.38
SB1	0.31	90.92	0.185	0.69	123.65	0.5	5.25
SB2	0.38	90.92	0.185	0.95	94.45	0.5	5.03
SB3	0.94	90.92	0.185	1.57	62.90	0.5	8.23
SB4	0.80	90.92	0.185	1.36	70.74	0.5	7.91
SB5	1.48	90.92	0.185	1.70	59.06	0.5	12.15

Tabella 17 - Calcolo portate per T= 200 anni

T = 500 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	t _c [h]	i[mm/h]	φ	Q[mc/S]
BACINO 1	4.86	110.33	0.183	2.28	56.31	0.5	38.02
SB1	0.31	110.33	0.183	0.69	150.16	0.5	6.38
SB2	0.38	110.33	0.183	0.95	114.63	0.5	6.11
SB3	0.94	110.33	0.183	1.57	76.25	0.5	9.98
SB4	0.80	110.33	0.183	1.36	85.79	0.5	9.59
SB5	1.48	110.33	0.183	1.70	71.59	0.5	14.72

Tabella 18 - Calcolo portate per T= 500 anni

6. CRITICITÀ IDRAULICHE INDIVIDUATE

Dai sopralluoghi effettuate e dagli inquadramenti sopra riportati, non si evidenziano particolari criticità da un punto di vista idraulico. Il territorio, come già specificato, è soggetto periodicamente a pratiche agricole e ciò è stato causa di alterazioni del reticolo idraulico minore. Come raffigurato nella figura di seguito riportata, rappresentante il confronto tra la Carta Tecnica Regionale messa a disposizione dal SIT Puglia e il rilievo effettuato nel 2021, alcuni fossi del reticolo minore non sono più visibilmente presenti, in quanto interessati dal passaggio dei mezzi agricoli.

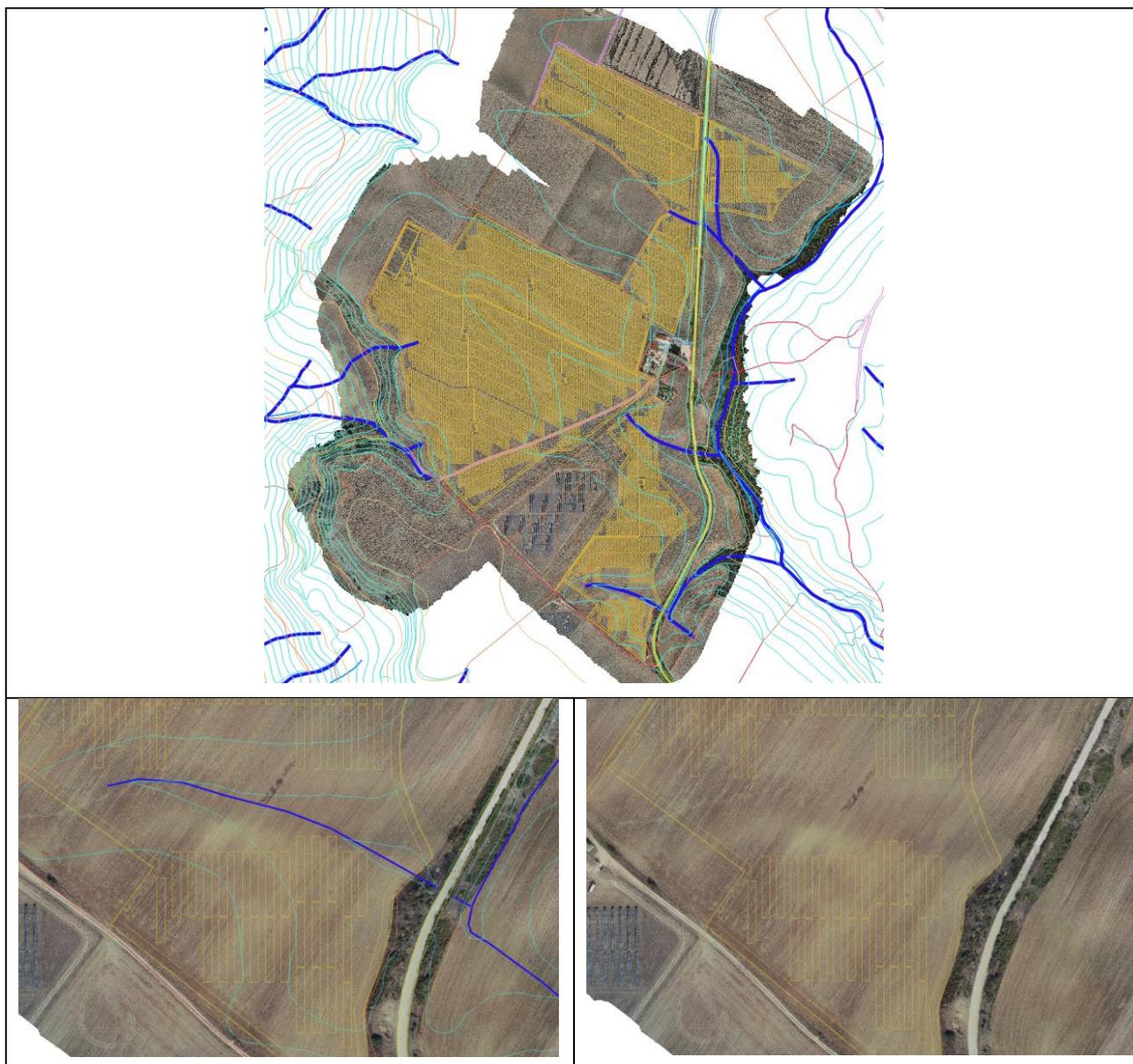




Figura 6-1- Confronto tra CTR e Rilievo 2021

La modellazione idraulica è stata effettuata solo per il tratto d'asta principale del BACINO 1 prossima all'area di intervento, in modo da verificare eventuali possibili criticità dovute al passaggio delle piene con tempi di ritorno 200 anni.



Figura 6-2- Asta principale Bacino 1

7. VERIFICHE IDRAULICHE

Nei paragrafi a seguire verranno mostrate le modellazioni idrauliche in moto permanente monodimensionale effettuate per il tratto d'asta principale del Bacino 1 prossimo all'area di intervento. Scopo dello studio è stata la definizione dei profili di corrente, durante il passaggio delle piene di progetto con tempi di ritorno 30, 200 e 500 anni.

7.1. SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

I tempi di ritorno adottati sono i seguenti:

- 30, 200 e 500 Anni per la definizione dei profili di corrente dell'asta principale del Bacino 1.

7.2. IL MODELLO HEC RAS

La definizione dei profili di corrente, è stata condotta in moto permanente monodimensionale, utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS versione 5.0.7, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. HEC-RAS è l'abbreviazione di Hydrologic Engineering Center's River Analysis System. Attraverso il software possono essere analizzate condizioni di moto in corrente lenta, condizioni di moto critiche e

condizioni di regime misto. Il codice di calcolo permette di descrivere in maniera dettagliata la geometria delle singole sezioni idrauliche, tenendo conto di scabrezze differenti, non solo in diversi tratti del corso d'acqua, ma anche all'interno della stessa sezione (ad esempio per differenziare le zone golenali e il canale principale). Esso consente inoltre di modellare l'andamento meandriforme di un corso d'acqua, indicando differenti lunghezze del tratto che separano due sezioni adiacenti, sia per la golenia in sponda sinistra, che per la golenia in sponda destra, che per il canale principale. Nello specifico il calcolo dei profili di corrente viene effettuato all'interno del software attraverso la risoluzione dell'equazione dell'energia tra due sezioni consecutive, mediante un processo iterativo (standard step method).

7.2.1. LA MODELLAZIONE DI PROGETTO

- GEOMETRIA DELLO STATO DI FATTO

La geometria dello stato di fatto è stata modellata sulla base di un DTM, messo a disposizione dal geoportale della Regione Basilicata e della Regione Puglia e opportunamente rielaborato con i software GIS. Da tale file sono state estrapolate le superfici del reticolo idrografico e caricate sul software HEC RAS.

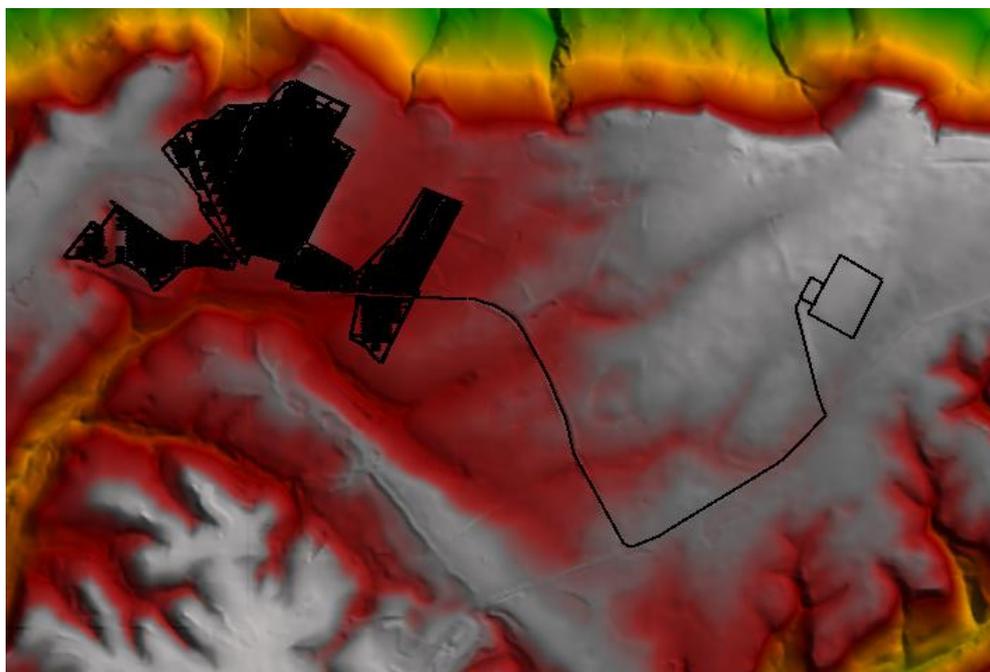


Figura 7-1- Modellazione Idraulica in HEC RAS

- SCABREZZE DEI CORSI D'ACQUA

Per la determinazione del coefficiente di scabrezza, si è fatto riferimento alla seguente tabella

Tav. C	Relazione Idrologica e Idraulica	26 di 52
--------	----------------------------------	----------

tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
ALVEI DI PIANURA			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con molienti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, molienti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150
ALVEI DI MONTAGNA (SPONDE CON ALBERI E CESPUGLI)			
sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	0.030	0.040	0.050
sul fondo: ciotoli e grandi massi	0.040	0.050	0.070
GOLENE E PIANE INONDABILI			
prato senza cespugli, erba bassa	0.025	0.030	0.035
prato senza cespugli, erba alta	0.030	0.035	0.050
campi incolti	0.020	0.030	0.040
coltivazioni a filari	0.025	0.035	0.045
colture di cereali in pieno sviluppo	0.030	0.040	0.050
aree con cespugli sparsi e erba alta	0.035	0.050	0.070
aree con cespugli bassi e alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
aree con cespugli bassi e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
cespugli fitti, in inverno	0.045	0.070	0.110
cespugli fitti, in estate	0.070	0.100	0.160

CANALI CON FONDO IN GHIAIA E SPONDE IN			
lastre di calcestruzzo	0.017	0.020	0.025
pietrame con giunti stilati	0.020	0.023	0.026
scogliera	0.023	0.033	0.036
CANALI IN TERRA NON RIVESTITI			
rettilinei, non vegetati, buona manutenzione	0.016	0.018	0.020
rettilinei, non vegetati, mediocre manutenzione	0.018	0.022	0.025
rettilinei, non vegetati, con ghiaia	0.022	0.025	0.030
rettilinei, poco inerbiti, rare alghe	0.022	0.027	0.033
ALVEI IN TERRA REGOLARIZZATI O ROGGE			
non vegetati	0.023	0.025	0.030
poco inerbiti, rare alghe	0.025	0.030	0.033
molto vegetati, molte alghe	0.028	0.030	0.035
con sponde in pietrame	0.028	0.030	0.035
con sponde ben inerbite	0.025	0.035	0.040
con fondo in ciotoli e sponde non vegetate	0.030	0.040	0.050
CANALI MANTENUTI CON DRAGAGGIO			
non vegetati	0.025	0.028	0.033
poco inerbiti, rare alghe	0.035	0.050	0.060
ALVEI IN ROCCIA			
con sezione ben regolarizzata	0.025	0.035	0.040
irregolari	0.035	0.040	0.050
CANALI IN TERRA RINATURALIZZATI (CON ALGHE E CESPUGLI)			
con sezione interamente occupata da alghe	0.050	0.080	0.120
con rare alghe e sponde mediamente cespugliate	0.045	0.070	0.110
con alghe e sponde fortemente cespugliate	0.080	0.100	0.140

Più in particolare, sia per lo stato di fatto che di progetto è stato adottato:

- il valore di $0.035 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per il canale centrale dell'asta oggetto di analisi;
- il valore di $0.035 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per le aree golenali dell'asta oggetto di analisi;

- CONDIZIONI AL CONTORNO

Come condizioni al contorno si è deciso di definire sia a monte che a valle una "normal depth" ovvero un valore noto di pendenza dell'energia, approssimativamente assunto pari alla pendenza di fondo alveo nelle sezioni più a monte e più a valle del tratto oggetto di intervento.

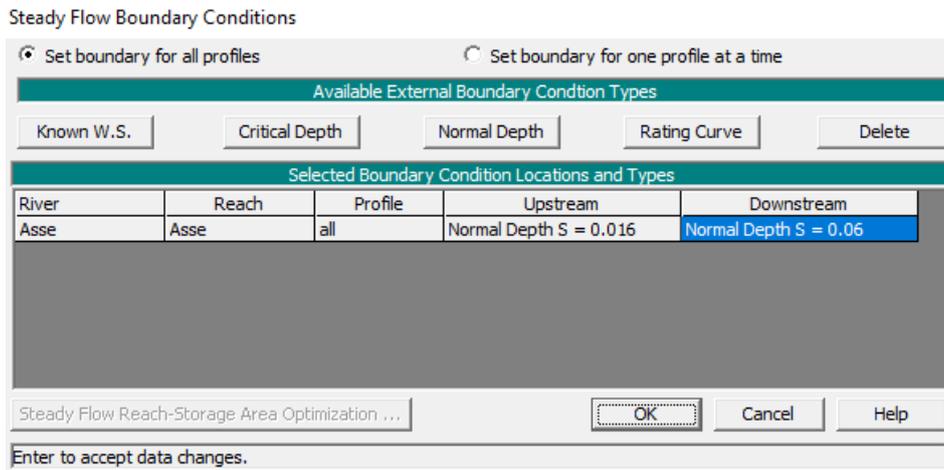


Figura 7-2- Condizioni al contorno

- PORTATE DI PROGETTO

Facendo riferimento alle tabelle 15,16,17 e 18 sono state adoperate le seguenti portate di progetto

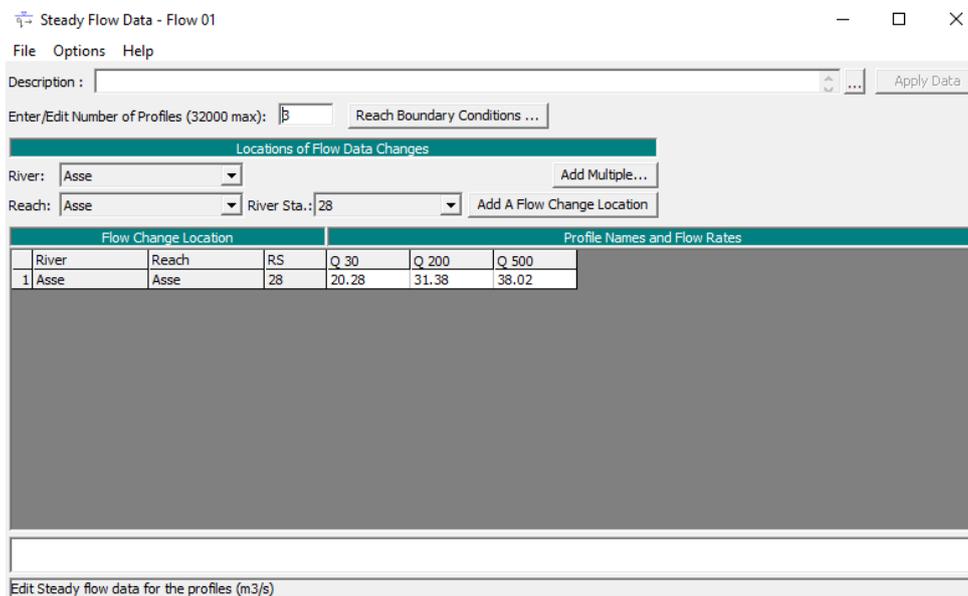
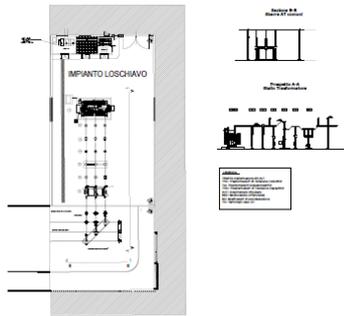


Figura 7-3 - Portate di progetto

7.3. RISULTATI DELLE MODELLAZIONI

I risultati delle modellazioni sono riportati nella sezione allegati.

8. RACCOLTA ACQUE SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE



Il drenaggio delle acque meteoriche all'interno dell'area della sottostazione elettrica avverrà mediante un sistema di caditoie puntuali e tubazioni in PEAD (o PVC) che, captato i deflussi meteorici li convoglierà successivamente nel recettore finale esistente.

9. INTERFERENZE CON RETICOLO ESISTENTE

Per quanto riguarda il tratto di cavidotto interrato, che permetterà la connessione alla RTN e che lungo il percorso interferisce in più punti con tombini idraulici di attraversamento, il tracciato è stato studiato al fine di assicurare il minor impatto possibile sul territorio, prevedendo il percorso all'interno delle sedi stradali esistenti (asfaltate e non) ed alle aree di progetto, attraversando invece i terreni agricoli al di fuori delle strade solo per brevi tratti e comunque sempre ai limiti del confine di particella.

Figura 8-1 - Pianta sottostazione elettrica

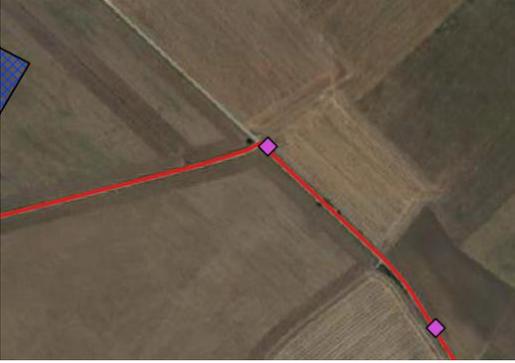
		<p>Tombino di attraversamento idraulico</p>
		<p>Tombino di attraversamento idraulico</p>



Figura 9-1- Interferenza cavidotto con reticolo esistente

Considerato che detto cavidotto sarà posato a profondità di circa 1.00 - 1.50 m (vedi figure di seguito riportate)³ rispetto al piano campagna, non interferirà direttamente con il libero deflusso delle acque del reticolo esistente.



Figura 9-2- Sezione tipo cavidotto su strada

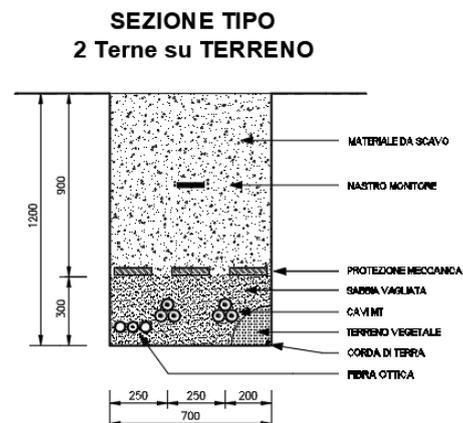


Figura 9-3- Sezione tipo cavidotto su terreno

In corrispondenza degli attraversamenti esistenti, il cavidotto sarà ancorato/staffato alle strutture, in modo da non interferire con il libero deflusso delle acque.

³ Per maggiori dettagli della posa del cavidotto si rimanda all'elaborato specialistico di riferimento.

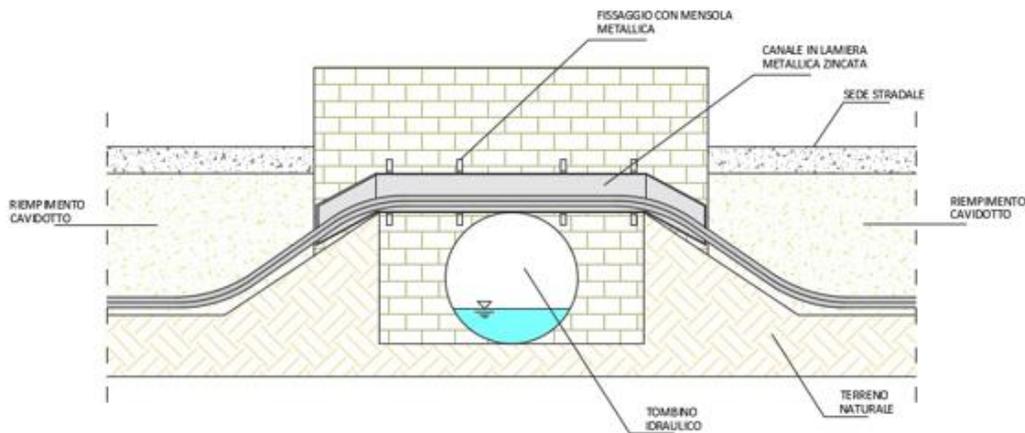


Figura 9-4- Sezione tipo di attraversamento mediante staffatura

In alternativa è possibile ricorrere alla tecnologia di trivellazione orizzontale controllata (TOC) che risulta spesso la soluzione più efficace per l'installazione di sotto-servizi limitando al minimo le zone di lavoro ed eliminando completamente la vista del canale metallico. Con questa tecnica è possibile eseguire l'attraversamento anche sotto il fosso naturale (immediatamente dopo lo sbocco) senza interessare la struttura del tombino idraulico.

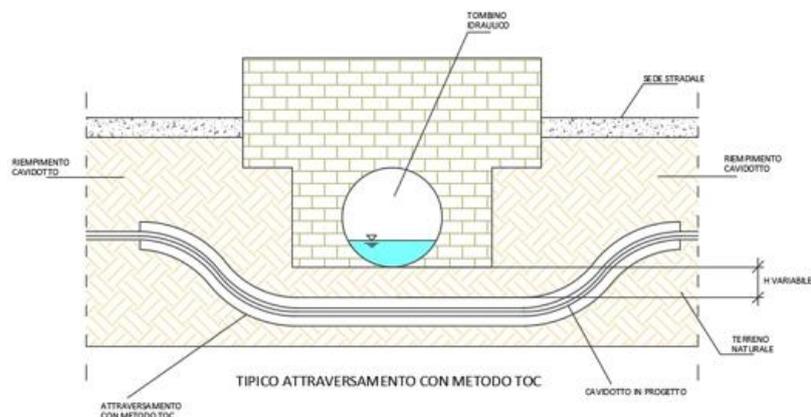


Figura 9-5- Sezione tipo di attraversamento mediante TOC

Per la definizione delle fasi operative e ad integrazione delle analisi idrologiche ed idrauliche mostrate nel seguente elaborato, si procederà, nei livelli successivi di progettazione, ad effettuare uno studio idraulico di maggior dettaglio dell'area, mirato a ottimizzare la gestione del cantiere e, qualora necessario, definire eventuali misure e/o opere di mitigazione temporanee per la sicurezza delle maestranze e mezzi impiegati nelle lavorazioni.

10. RISULTATI E CONCLUSIONI

I risultati delle modellazioni e delle verifiche idrauliche non hanno mostrato particolari criticità per le aree oggetto di intervento. Non si evidenziano infatti interferenze tra il passaggio delle piene con tempi di ritorno

200 anni e le aree dei campi.

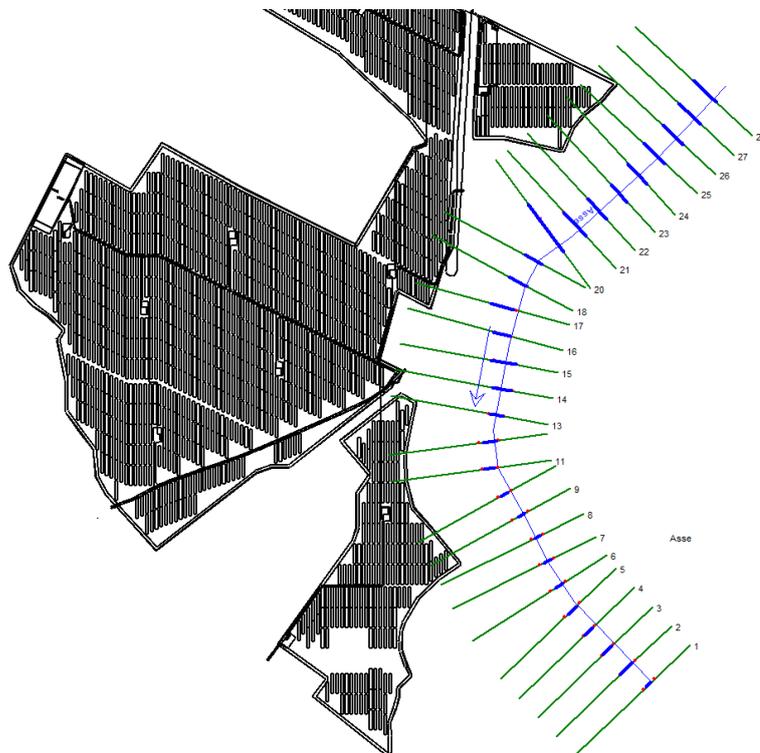


Figura 10-1- Risultati ottenuti con tempo di ritorno 200 anni

Considerata l'evoluzione territoriale dovuta alle pratiche agricole e quindi la variabilità nel tempo del reticolo minore, in fase successiva di progettazione, si procederà a meglio dettagliare quanto già riportato in fase di progetto definitivo. Qualora risultasse necessario procedere alla realizzazione di ulteriori interventi, quali riprofilature delle sezioni idrauliche e/o inserimento di fossi e tombini nelle aree dei campi, gli stessi saranno adeguatamente dimensionati. Più in particolare, il dimensionamento di eventuali tombini di attraversamento sarà effettuato mediante la formula di moto uniforme di Gauckler Strickler per sezioni circolari e assumendo coefficienti di scabrezza pari a $75 \text{ [m}^{\frac{1}{3}}/\text{s]}$ (valido sia per elementi in materiale plastico che per elementi in c.a.).

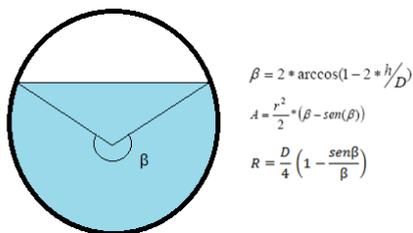


Figura 10-2 - Scala di deflusso circolare

Previa determinazione delle aree di influenza su ciascun tombino e delle portate di progetto, le verifiche

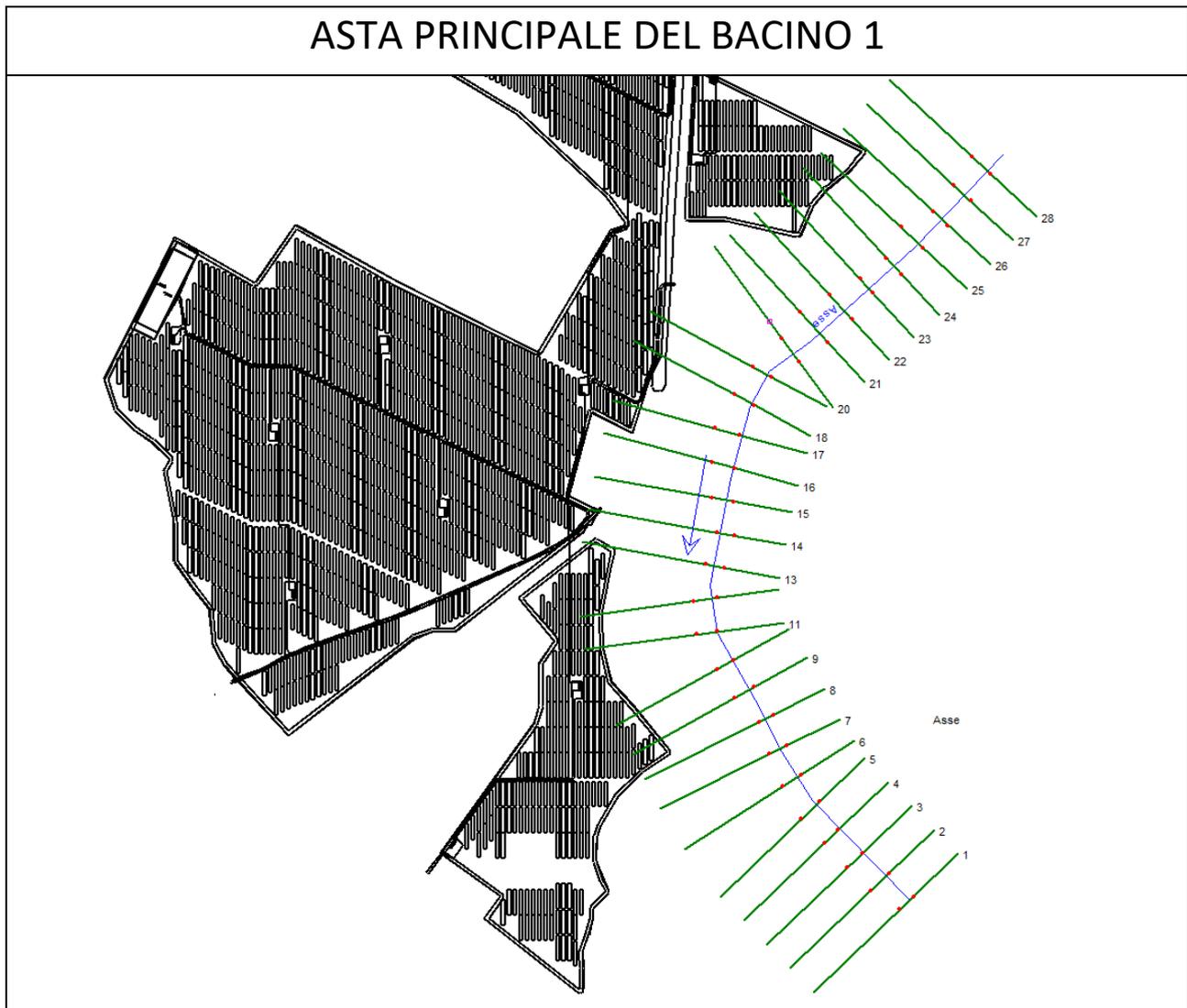
saranno effettuate sulla base dei tempi di ritorno di 100 e 200 anni e considerando i seguenti dati di INPUT:

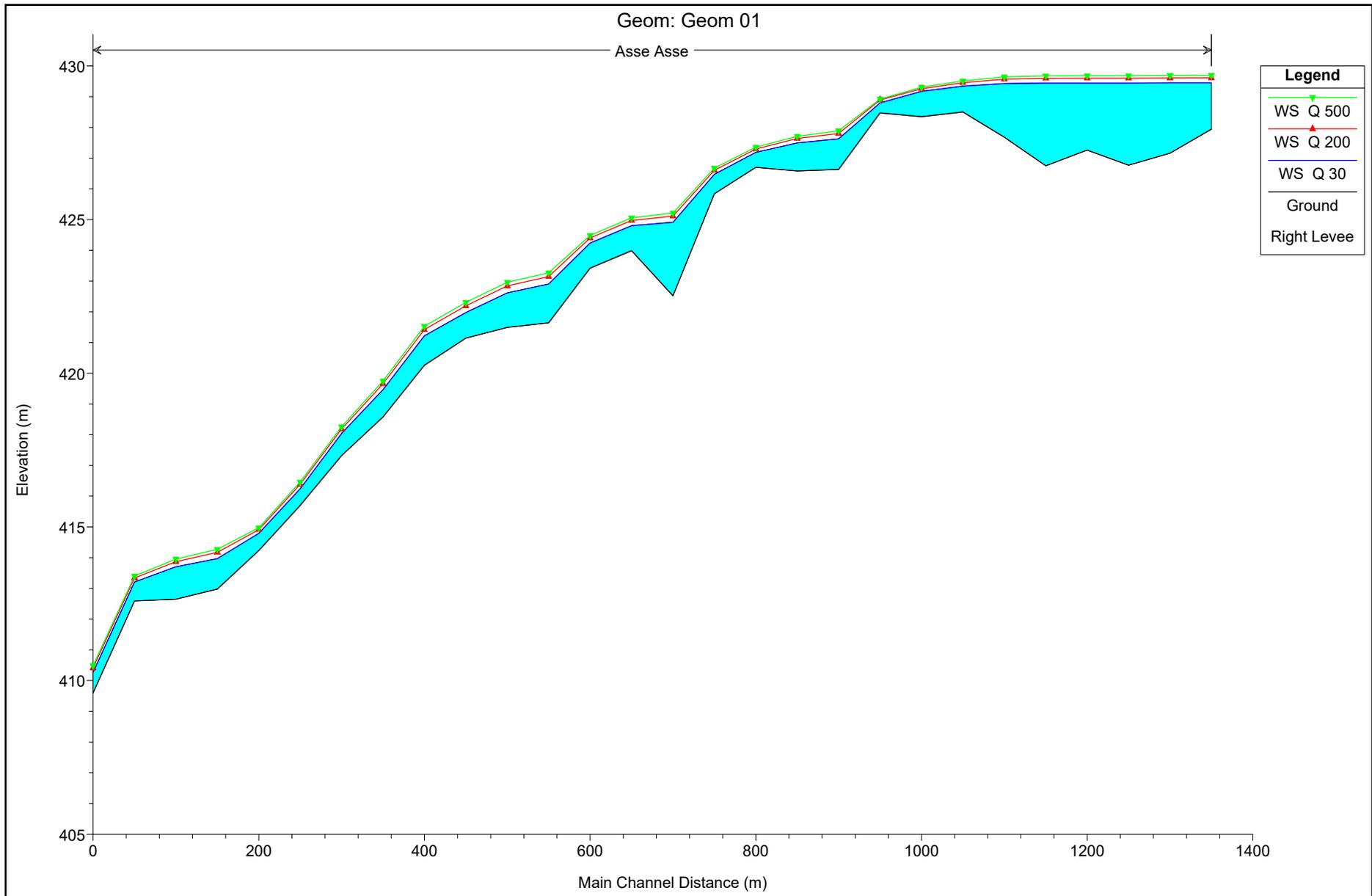
- una pendenza longitudinale dei collettori non inferiore allo 0.5%;
- un grado di riempimento ammissibile di 0.70.

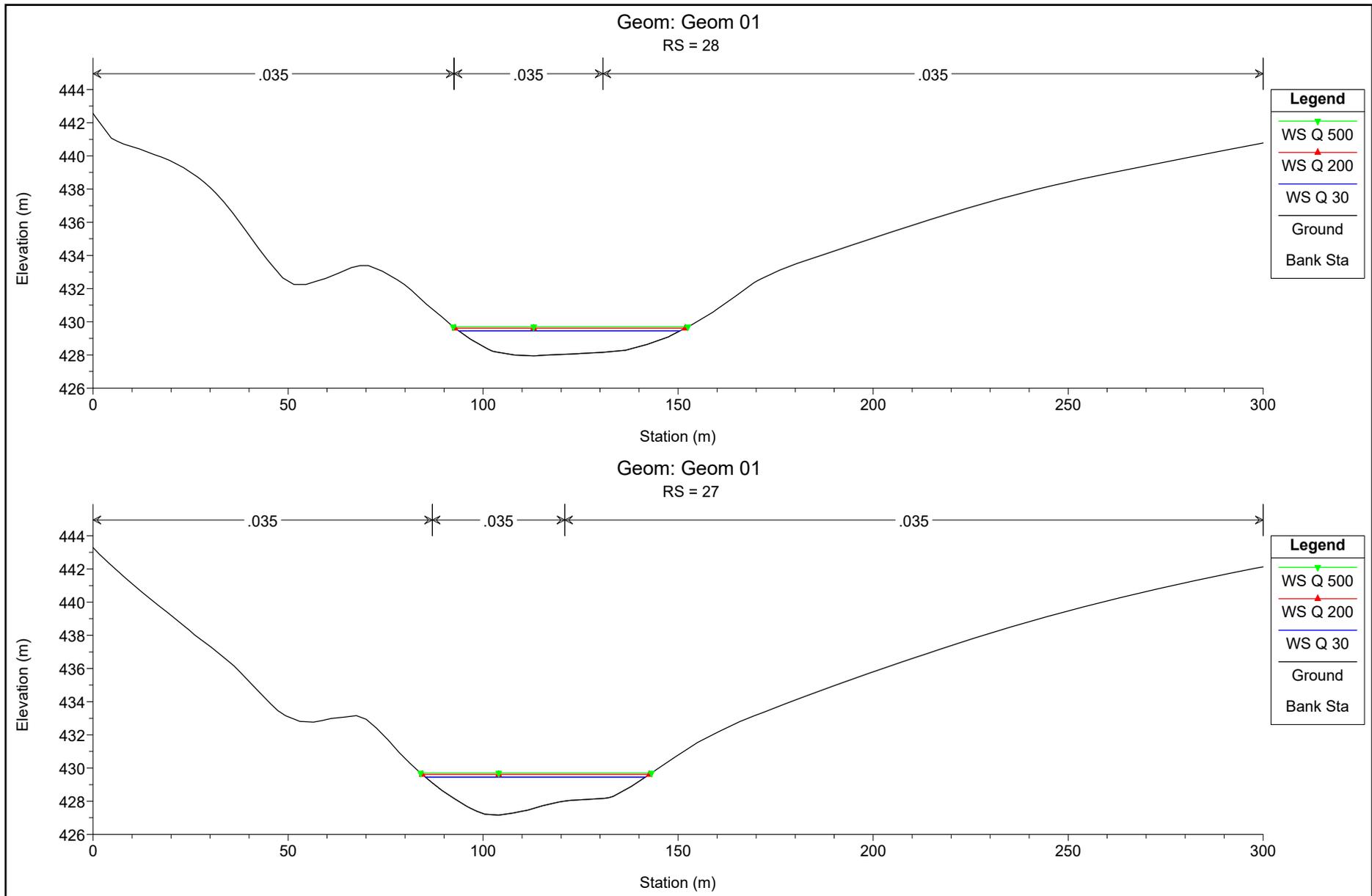
11. ALLEGATI

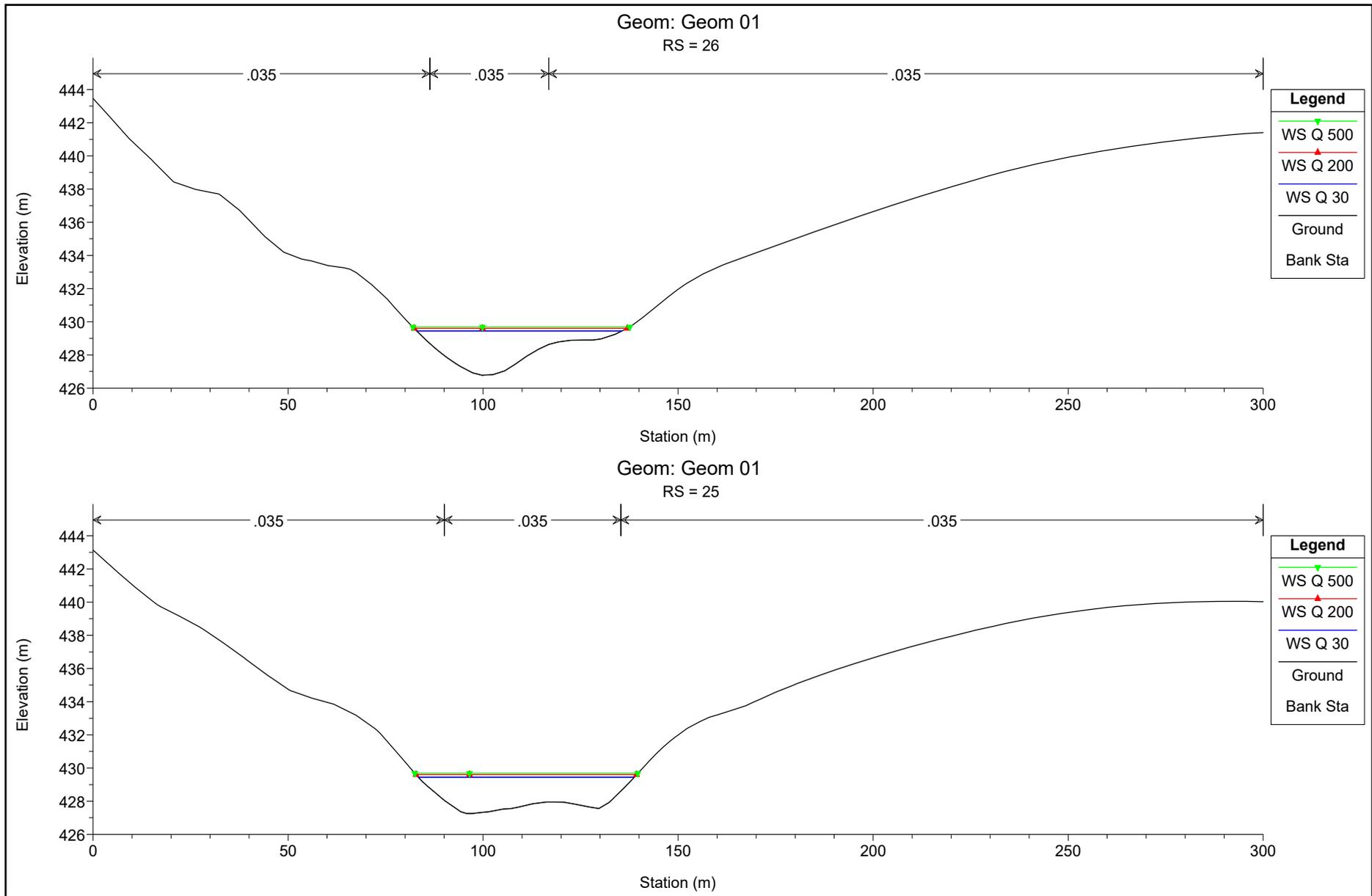
I risultati delle verifiche verranno mostrati di seguito.

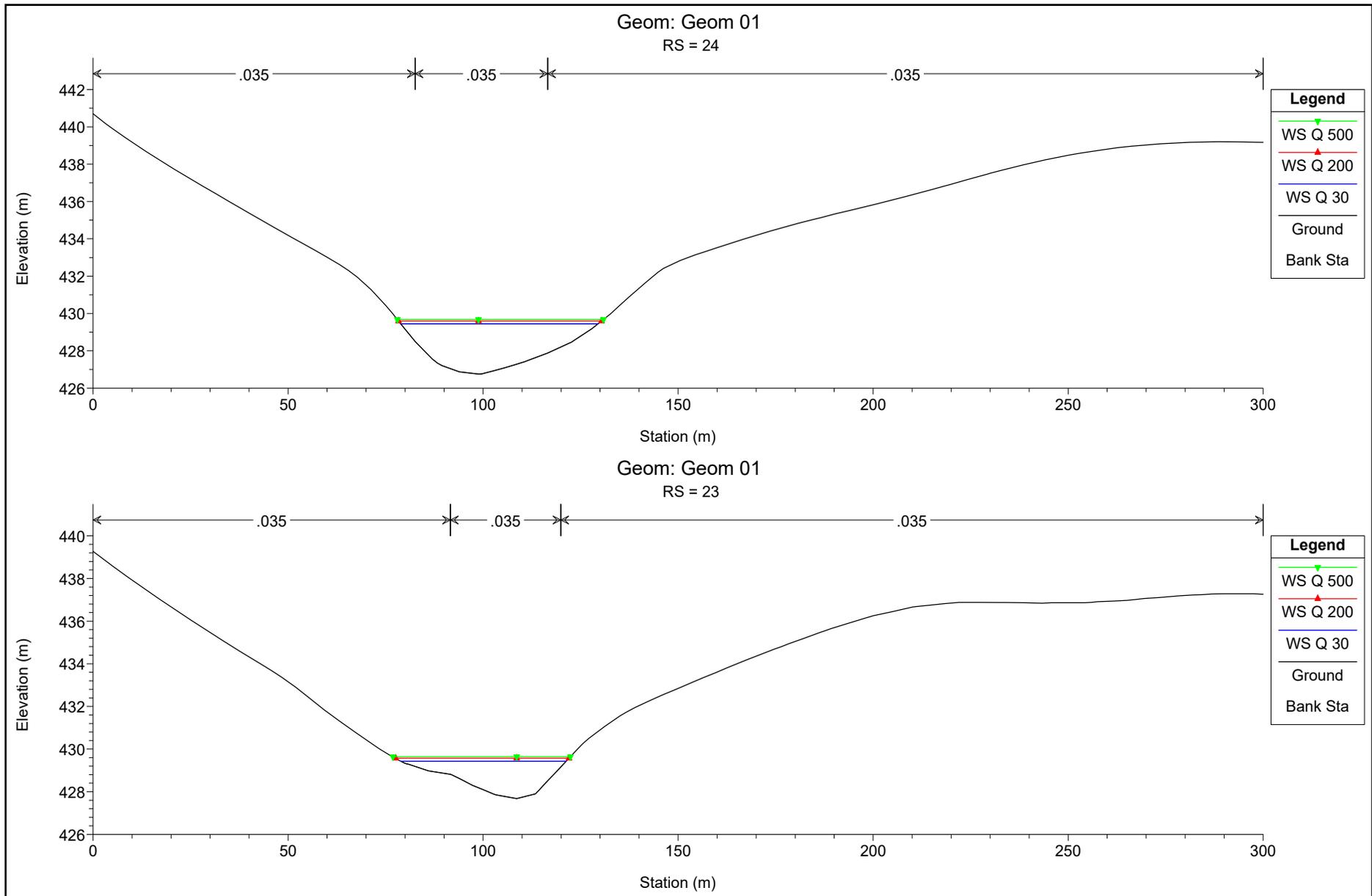
11.1. VERIFICHE IN MOTO PERMANENTE MONODIMENSIONALE

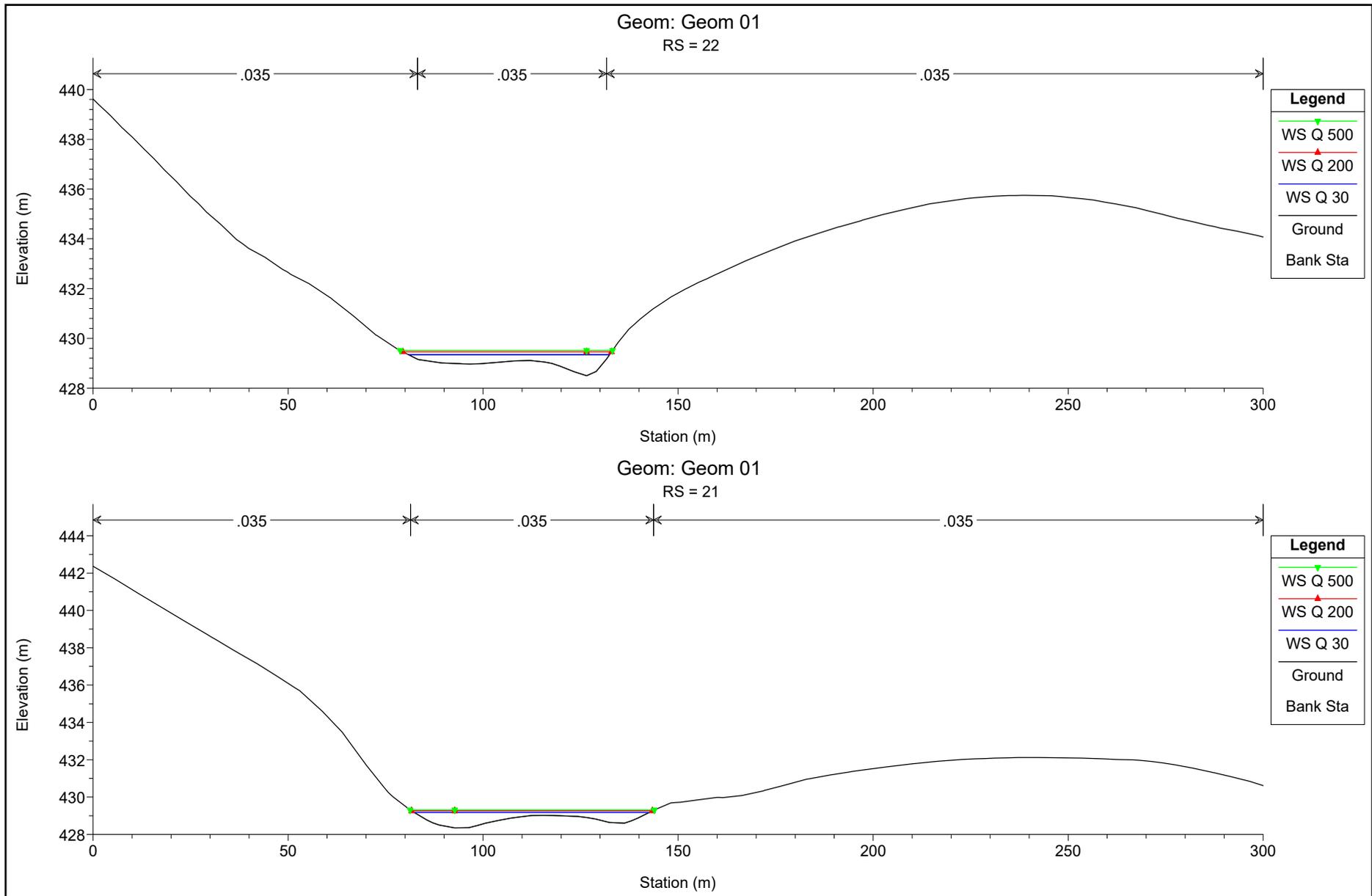


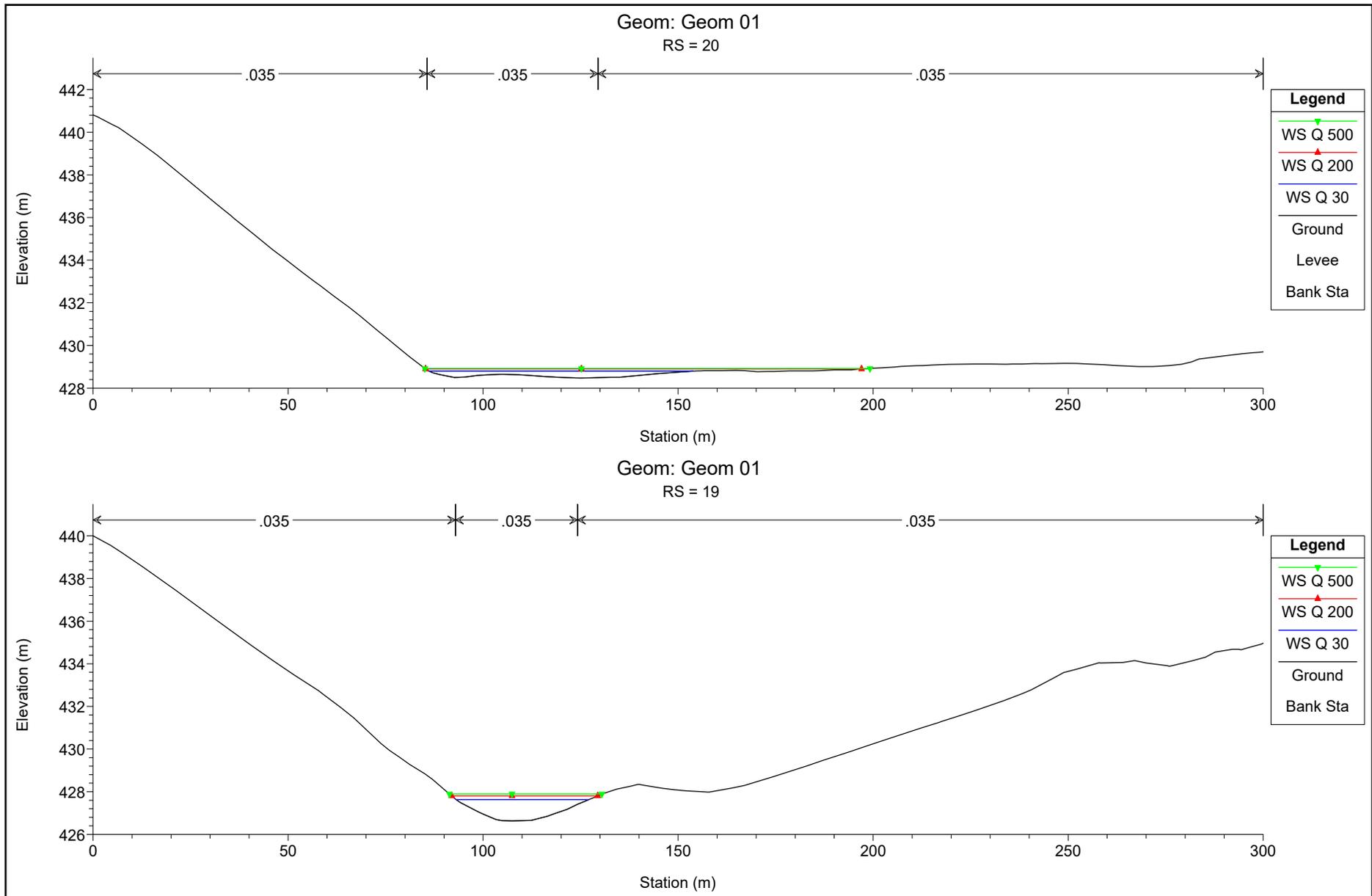


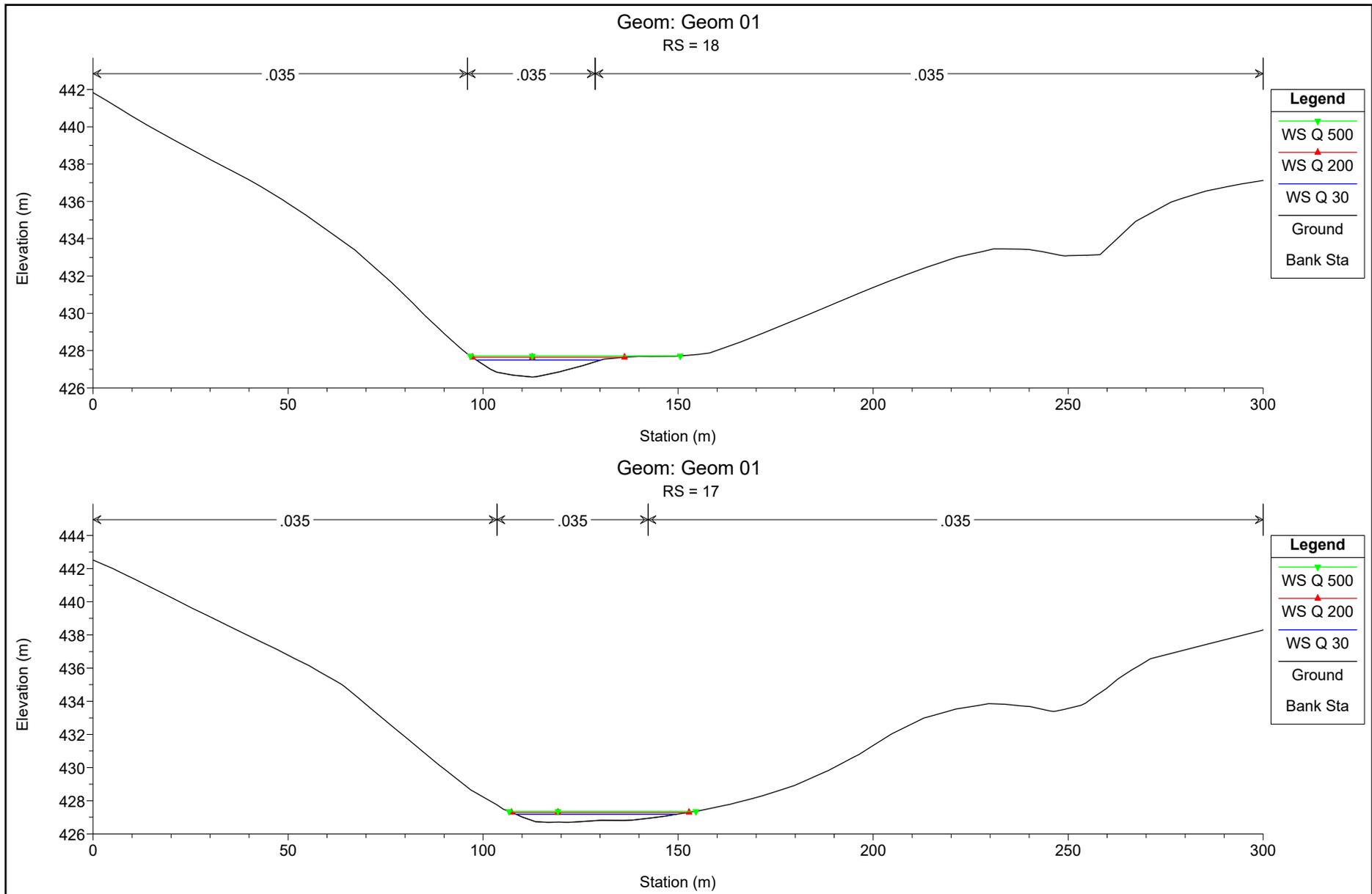


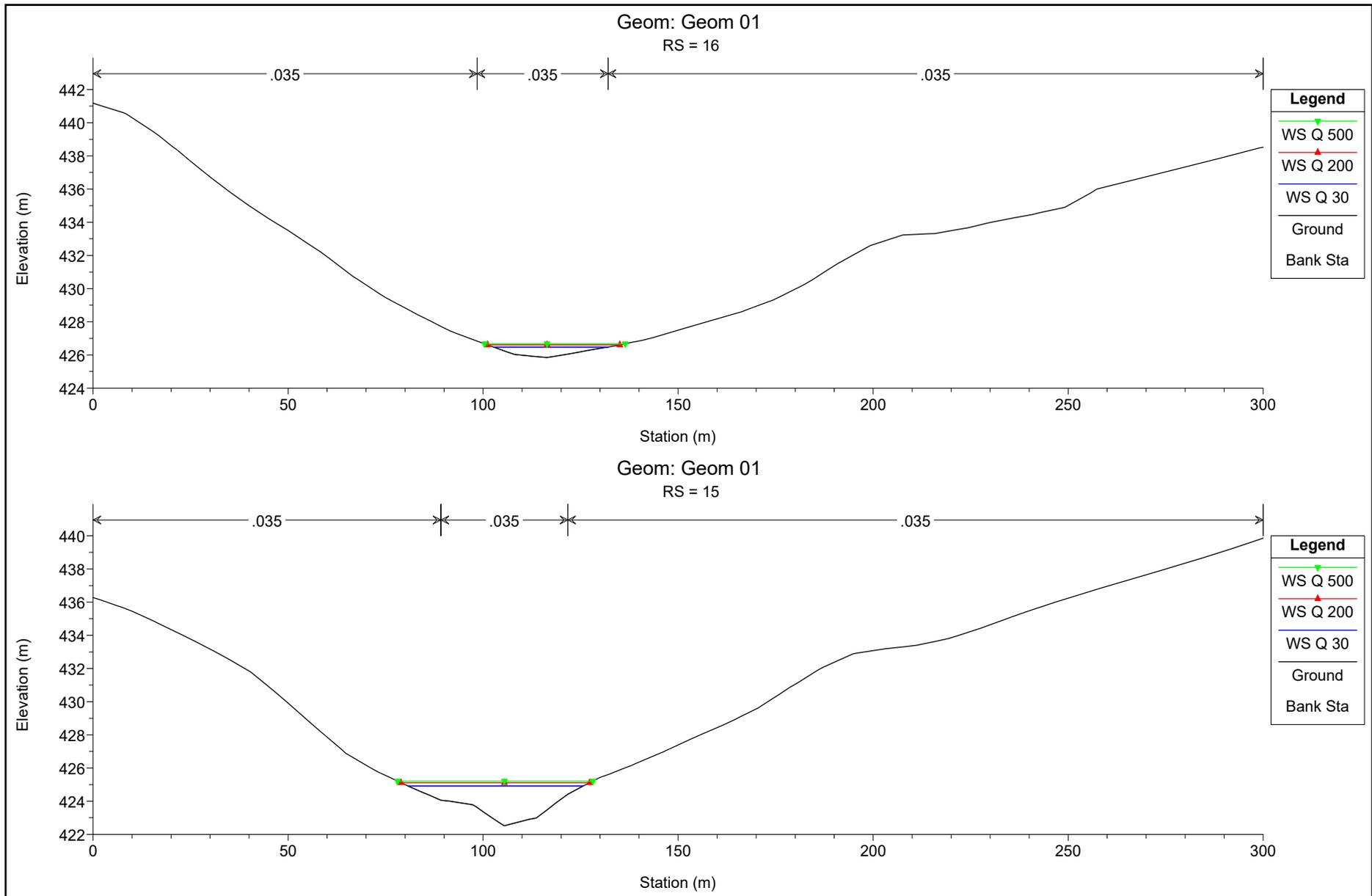


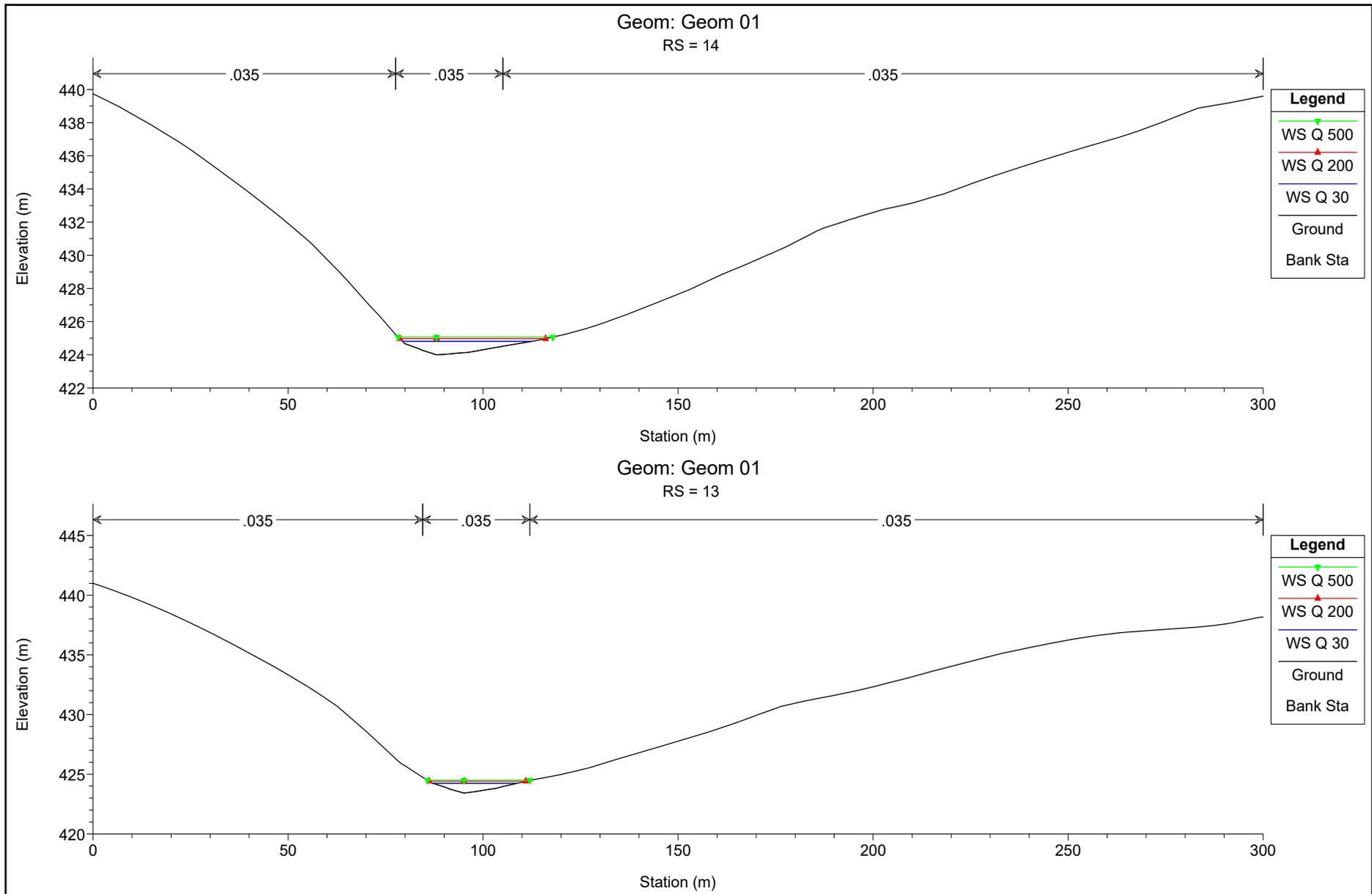


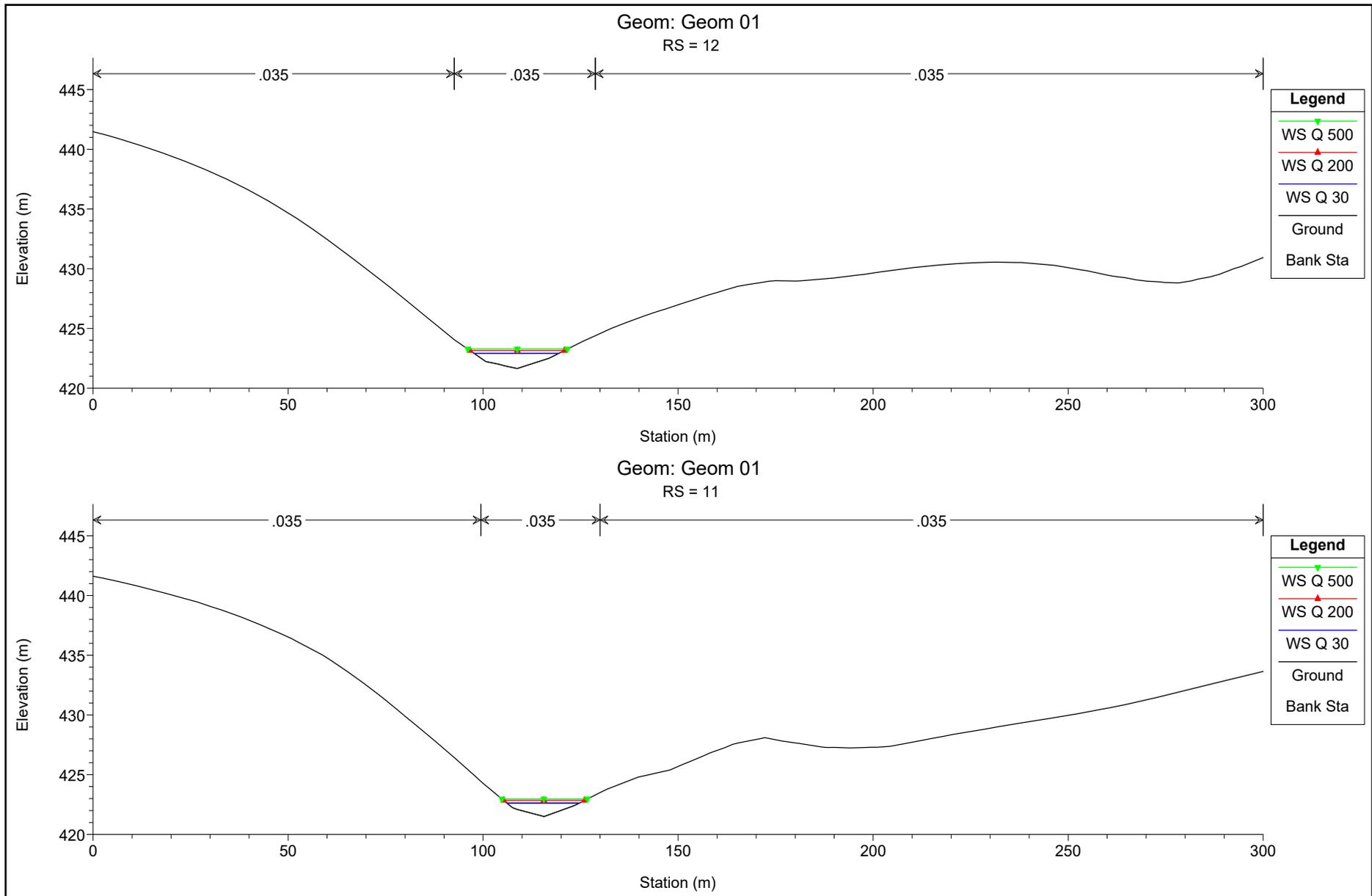


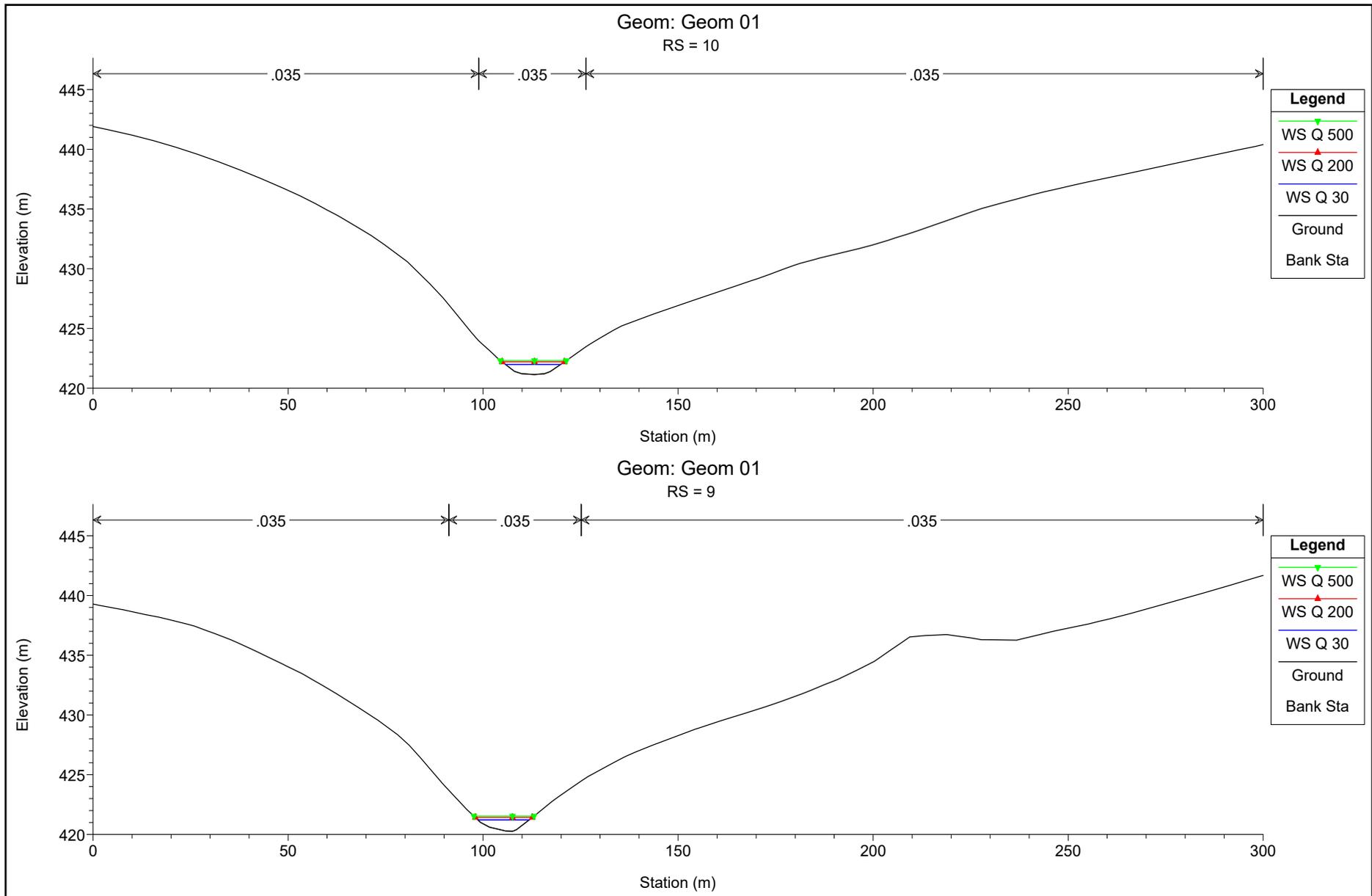


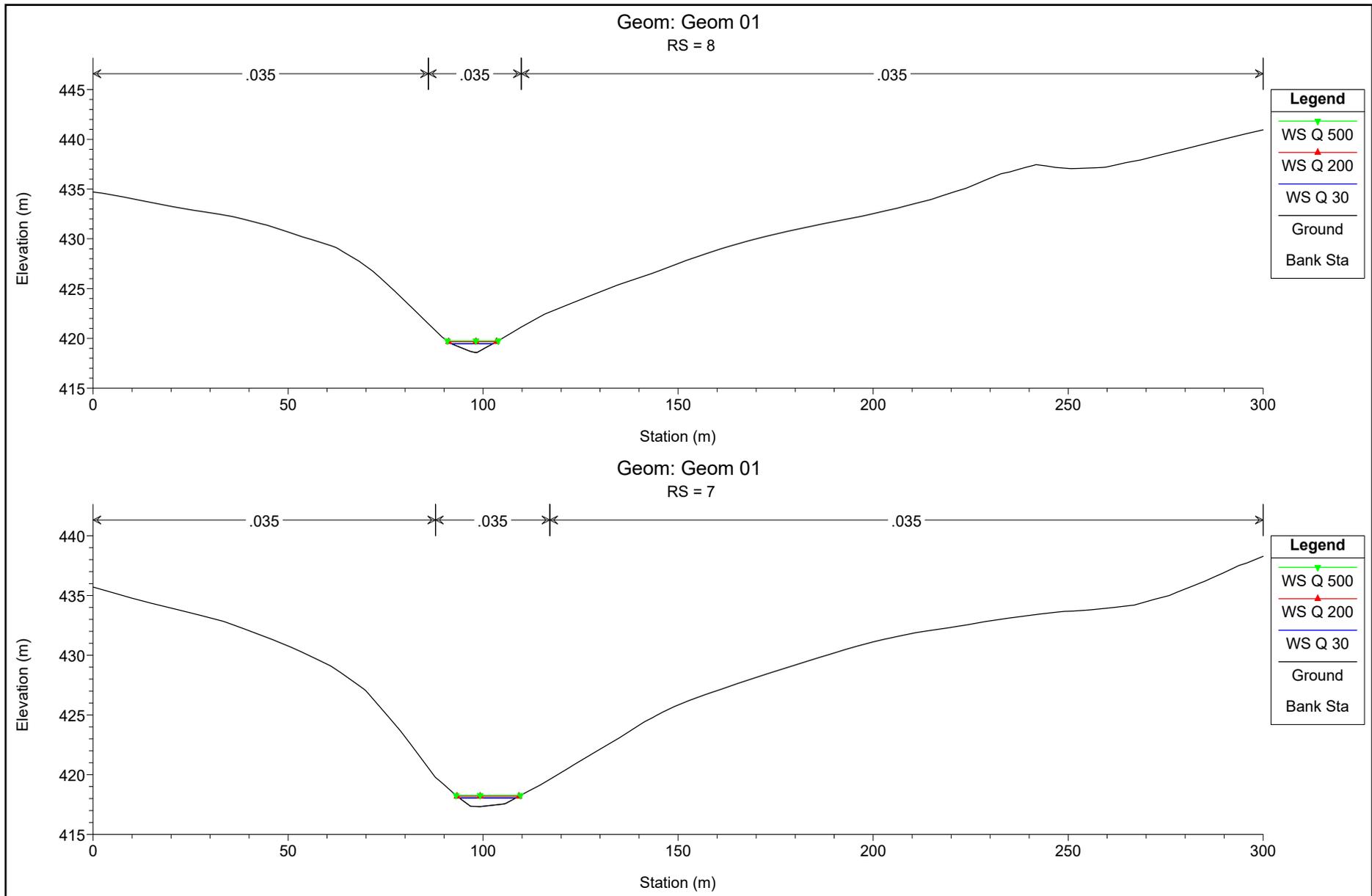


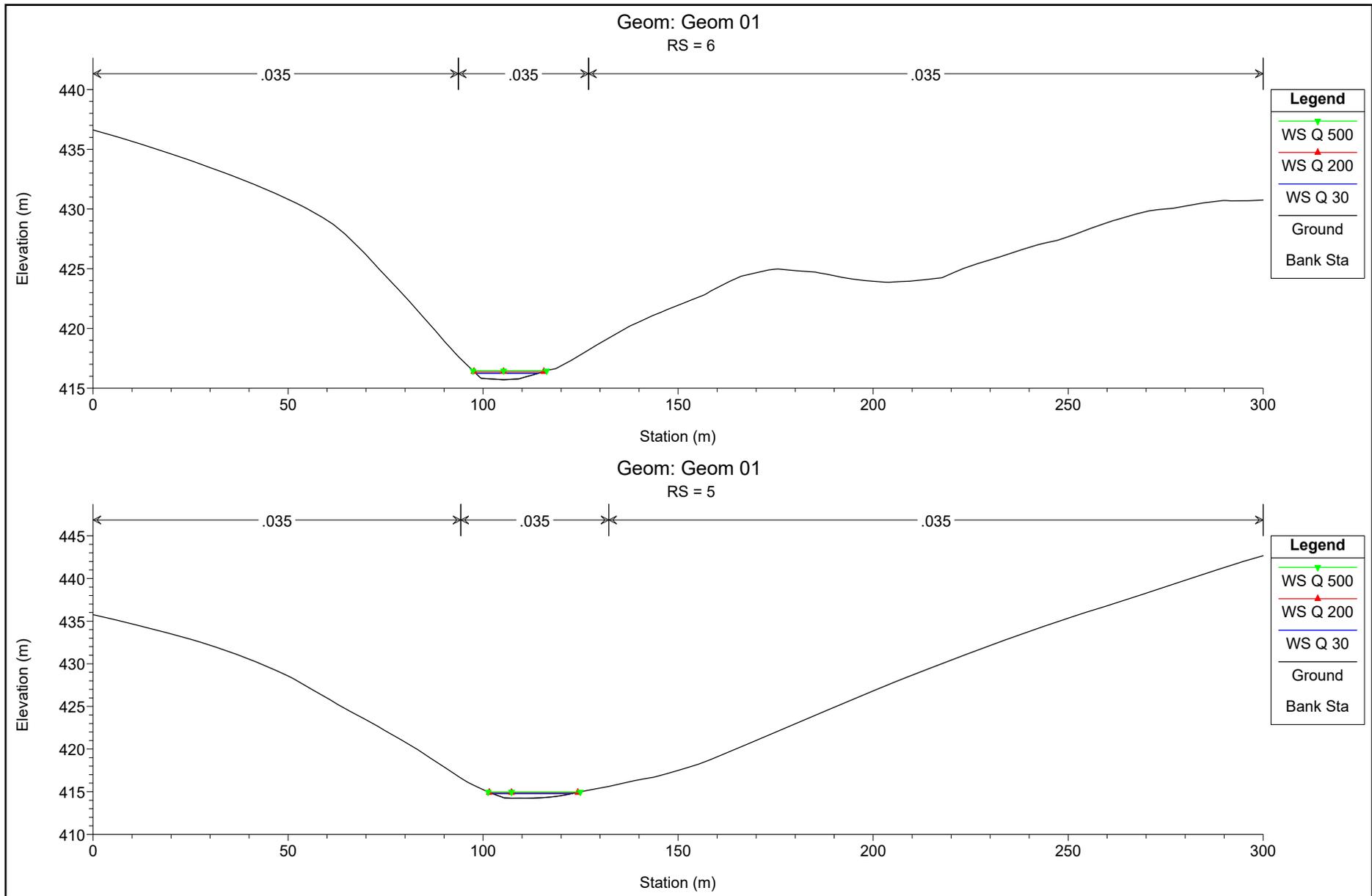


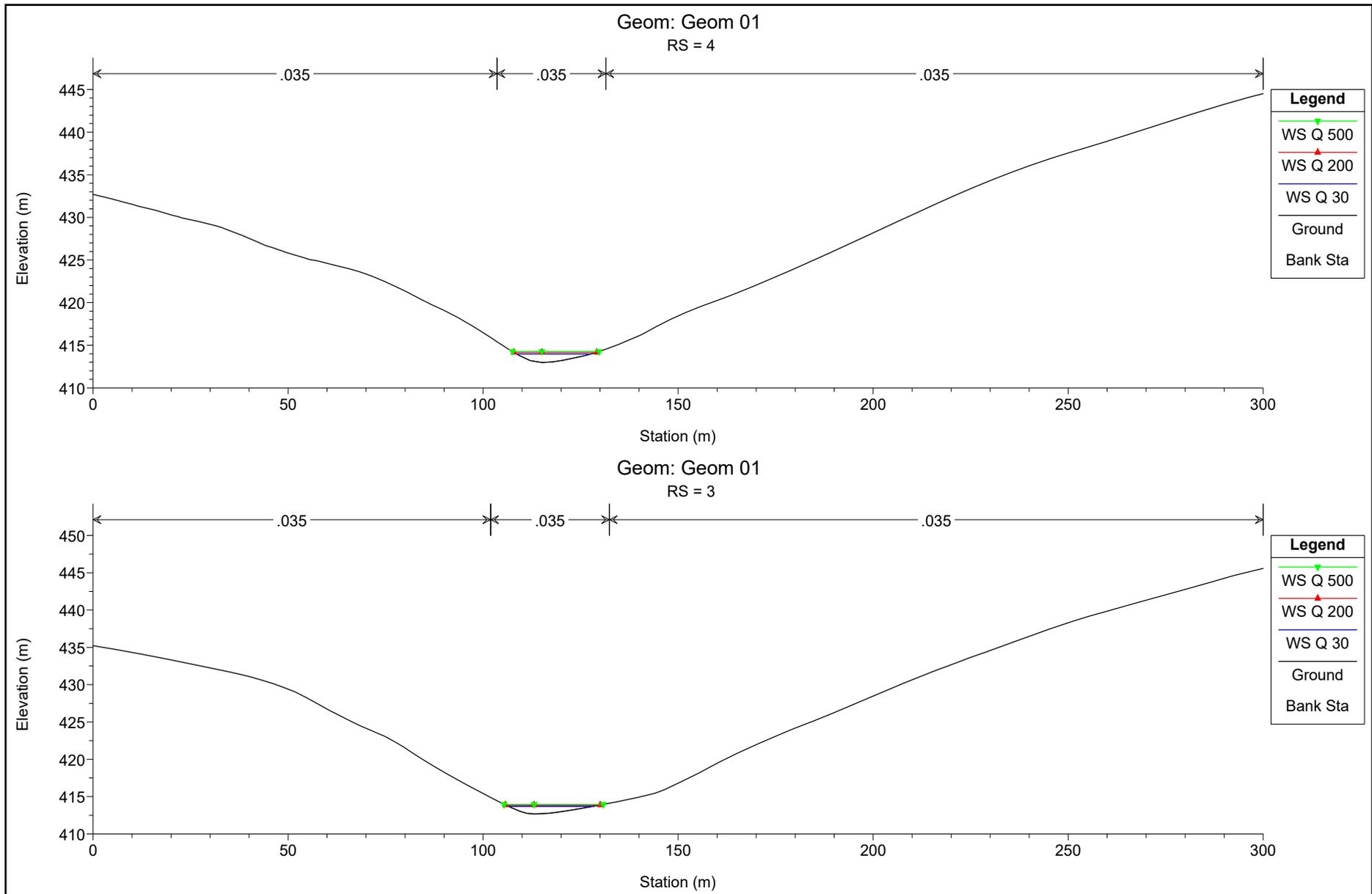


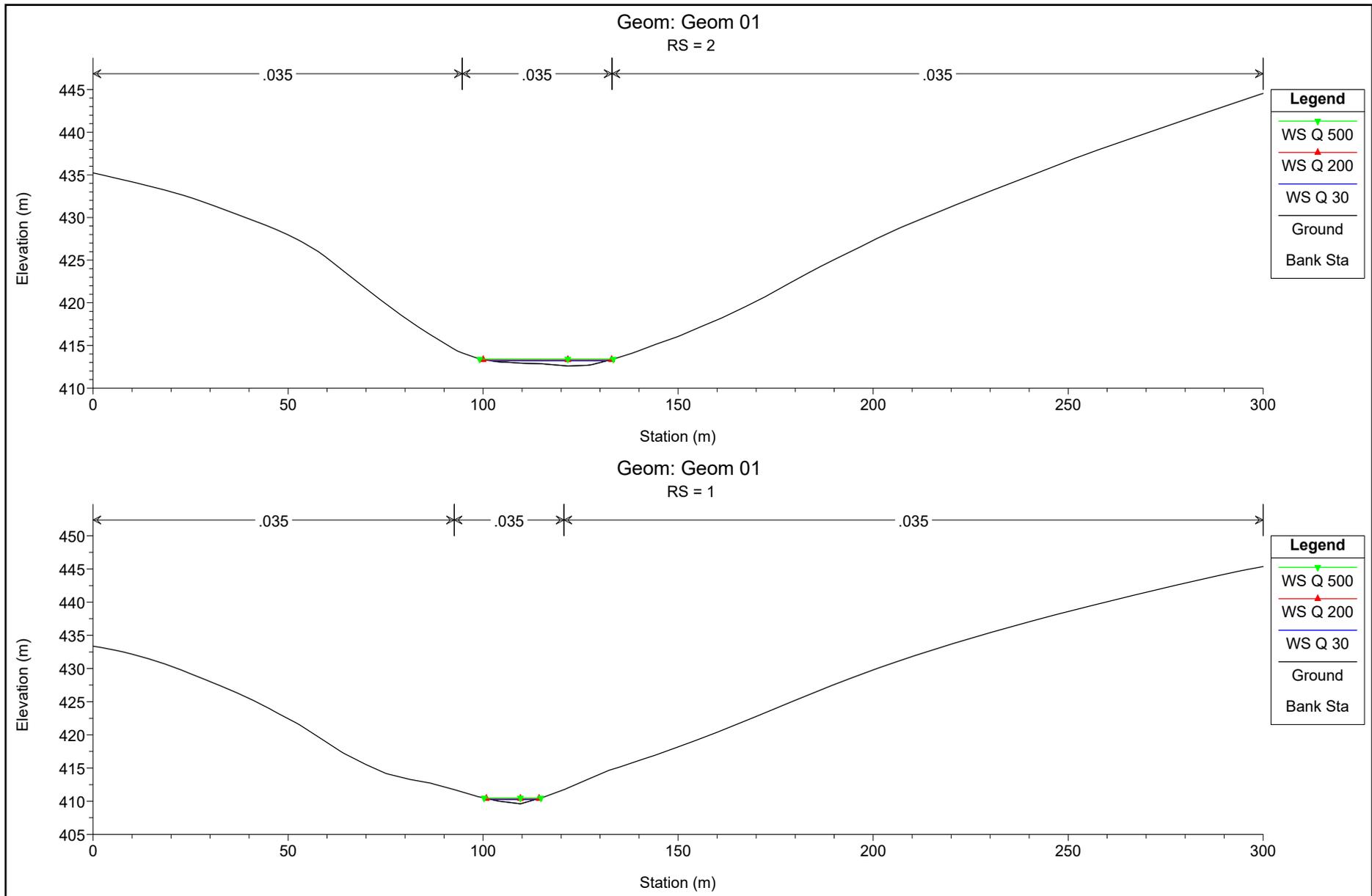












HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Asse Reach: Asse

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
Asse	28	Q 30	20.28	427.94	429.45	428.41	429.46	0.000114	0.35	61.86	56.73	0.10
Asse	28	Q 200	31.38	427.94	429.61	428.52	429.62	0.000181	0.47	71.16	59.03	0.13
Asse	28	Q 500	38.02	427.94	429.70	428.58	429.71	0.000216	0.53	76.18	60.19	0.14
Asse	27	Q 30	20.28	427.16	429.45		429.45	0.000044	0.27	80.74	56.40	0.07
Asse	27	Q 200	31.38	427.16	429.61		429.62	0.000076	0.38	89.88	58.24	0.09
Asse	27	Q 500	38.02	427.16	429.69		429.70	0.000096	0.44	94.77	59.16	0.10
Asse	26	Q 30	20.28	426.77	429.44		429.45	0.000056	0.33	68.58	52.61	0.08
Asse	26	Q 200	31.38	426.77	429.60		429.61	0.000098	0.46	76.94	54.61	0.10
Asse	26	Q 500	38.02	426.77	429.68		429.69	0.000124	0.52	81.41	55.61	0.11
Asse	25	Q 30	20.28	427.26	429.44		429.45	0.000036	0.25	85.34	55.39	0.06
Asse	25	Q 200	31.38	427.26	429.60		429.61	0.000063	0.35	94.05	56.57	0.08
Asse	25	Q 500	38.02	427.26	429.68		429.69	0.000080	0.40	98.65	57.17	0.09
Asse	24	Q 30	20.28	426.75	429.44		429.45	0.000028	0.25	86.78	50.57	0.05
Asse	24	Q 200	31.38	426.75	429.60		429.60	0.000052	0.36	94.69	52.08	0.08
Asse	24	Q 500	38.02	426.75	429.68		429.68	0.000067	0.42	98.88	52.86	0.09
Asse	23	Q 30	20.28	427.68	429.43		429.44	0.000265	0.54	40.35	42.32	0.15
Asse	23	Q 200	31.38	427.68	429.57		429.59	0.000424	0.73	46.52	44.44	0.20
Asse	23	Q 500	38.02	427.68	429.64		429.68	0.000514	0.83	49.79	45.52	0.22
Asse	22	Q 30	20.28	428.50	429.34		429.40	0.005015	1.07	19.05	51.54	0.55
Asse	22	Q 200	31.38	428.50	429.46		429.54	0.005038	1.28	24.98	53.48	0.58
Asse	22	Q 500	38.02	428.50	429.51		429.61	0.005107	1.38	28.08	54.46	0.59
Asse	21	Q 30	20.28	428.35	429.17		429.21	0.002814	0.83	24.44	60.26	0.42
Asse	21	Q 200	31.38	428.35	429.26		429.32	0.003663	1.06	29.64	61.76	0.49
Asse	21	Q 500	38.02	428.35	429.31		429.38	0.003923	1.16	32.69	62.62	0.51
Asse	20	Q 30	20.28	428.47	428.80	428.80	428.90	0.020034	1.52	14.11	67.72	1.01
Asse	20	Q 200	31.38	428.47	428.90	428.90	429.00	0.013430	1.57	24.13	111.81	0.88
Asse	20	Q 500	38.02	428.47	428.92	428.92	429.04	0.014010	1.69	27.13	114.16	0.91

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Asse Reach: Asse (Continued)

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
Asse	19	Q 30	20.28	426.63	427.63	427.23	427.67	0.001726	0.93	22.00	34.06	0.36
Asse	19	Q 200	31.38	426.63	427.80	427.38	427.87	0.001930	1.14	28.24	37.45	0.39
Asse	19	Q 500	38.02	426.63	427.89	427.45	427.97	0.002037	1.25	31.54	39.08	0.41
Asse	18	Q 30	20.28	426.58	427.49		427.56	0.003128	1.12	18.09	31.93	0.47
Asse	18	Q 200	31.38	426.58	427.64		427.74	0.003664	1.38	23.19	39.00	0.52
Asse	18	Q 500	38.02	426.58	427.71		427.83	0.003941	1.51	26.42	53.82	0.55
Asse	17	Q 30	20.28	426.70	427.19		427.30	0.009777	1.50	14.04	41.22	0.77
Asse	17	Q 200	31.38	426.70	427.30		427.45	0.010002	1.75	18.80	45.51	0.81
Asse	17	Q 500	38.02	426.70	427.36	427.30	427.53	0.009885	1.86	21.59	47.92	0.82
Asse	16	Q 30	20.28	425.84	426.47	426.47	426.66	0.017161	1.90	10.65	29.38	1.01
Asse	16	Q 200	31.38	425.84	426.61	426.61	426.84	0.014994	2.13	14.89	33.92	0.99
Asse	16	Q 500	38.02	425.84	426.67	426.67	426.93	0.014337	2.24	17.28	36.09	0.98
Asse	15	Q 30	20.28	422.52	424.92	423.44	424.92	0.000109	0.39	54.30	44.92	0.10
Asse	15	Q 200	31.38	422.52	425.11	423.64	425.13	0.000168	0.53	63.47	48.38	0.13
Asse	15	Q 500	38.02	422.52	425.21	423.74	425.23	0.000200	0.60	68.42	50.10	0.14
Asse	14	Q 30	20.28	423.99	424.80		424.90	0.005173	1.38	15.31	33.17	0.59
Asse	14	Q 200	31.38	423.99	424.97		425.09	0.004907	1.58	21.21	37.41	0.60
Asse	14	Q 500	38.02	423.99	425.06		425.19	0.004767	1.67	24.58	39.64	0.60
Asse	13	Q 30	20.28	423.42	424.24	424.24	424.46	0.016132	2.11	9.62	21.68	1.01
Asse	13	Q 200	31.38	423.42	424.40	424.40	424.68	0.014826	2.32	13.53	24.76	1.00
Asse	13	Q 500	38.02	423.42	424.49	424.49	424.79	0.014582	2.44	15.60	26.28	1.01
Asse	12	Q 30	20.28	421.64	422.91	422.55	422.99	0.002890	1.26	16.15	21.68	0.46
Asse	12	Q 200	31.38	421.64	423.15	422.73	423.25	0.003003	1.45	21.70	24.23	0.49
Asse	12	Q 500	38.02	421.64	423.27	422.83	423.39	0.003041	1.53	24.79	25.56	0.50
Asse	11	Q 30	20.28	421.49	422.62		422.77	0.006732	1.72	11.78	18.56	0.69
Asse	11	Q 200	31.38	421.49	422.84		423.03	0.006418	1.93	16.25	20.77	0.70

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Asse Reach: Asse (Continued)

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
Asse	11	Q 500	38.02	421.49	422.96		423.17	0.006269	2.03	18.77	21.91	0.70
Asse	10	Q 30	20.28	421.14	421.97	421.97	422.27	0.014718	2.43	8.36	14.12	1.01
Asse	10	Q 200	31.38	421.14	422.19	422.19	422.56	0.013735	2.69	11.66	15.98	1.01
Asse	10	Q 500	38.02	421.14	422.31	422.31	422.71	0.013362	2.82	13.50	16.92	1.01
Asse	9	Q 30	20.28	420.26	421.22	421.22	421.54	0.014736	2.49	8.13	13.15	1.01
Asse	9	Q 200	31.38	420.26	421.42	421.45	421.84	0.015098	2.86	10.96	14.62	1.06
Asse	9	Q 500	38.02	420.26	421.53	421.57	422.00	0.015075	3.03	12.56	15.39	1.07
Asse	8	Q 30	20.28	418.58	419.47	419.72	420.25	0.050348	3.91	5.18	10.69	1.80
Asse	8	Q 200	31.38	418.58	419.66	419.95	420.58	0.044757	4.26	7.37	12.28	1.75
Asse	8	Q 500	38.02	418.58	419.75	420.07	420.75	0.043002	4.43	8.59	13.07	1.74
Asse	7	Q 30	20.28	417.32	418.04	418.13	418.44	0.024294	2.80	7.25	14.46	1.26
Asse	7	Q 200	31.38	417.32	418.19	418.34	418.75	0.027315	3.32	9.45	15.87	1.37
Asse	7	Q 500	38.02	417.32	418.26	418.44	418.91	0.028548	3.57	10.64	16.54	1.42
Asse	6	Q 30	20.28	415.70	416.24	416.41	416.78	0.046708	3.27	6.21	16.07	1.68
Asse	6	Q 200	31.38	415.70	416.39	416.60	417.05	0.042652	3.62	8.67	17.95	1.66
Asse	6	Q 500	38.02	415.70	416.46	416.69	417.19	0.041644	3.80	10.01	18.89	1.67
Asse	5	Q 30	20.28	414.23	414.79	414.85	415.09	0.023837	2.41	8.40	20.69	1.21
Asse	5	Q 200	31.38	414.23	414.91	415.01	415.33	0.026302	2.85	11.01	22.72	1.31
Asse	5	Q 500	38.02	414.23	414.97	415.10	415.45	0.027300	3.06	12.41	23.65	1.35
Asse	4	Q 30	20.28	412.98	413.97	413.83	414.13	0.007429	1.76	11.52	18.94	0.72
Asse	4	Q 200	31.38	412.98	414.17	414.02	414.38	0.007538	2.01	15.63	21.28	0.75
Asse	4	Q 500	38.02	412.98	414.27	414.11	414.50	0.007626	2.14	17.80	22.28	0.76
Asse	3	Q 30	20.28	412.65	413.71		413.81	0.004840	1.46	13.90	21.98	0.59
Asse	3	Q 200	31.38	412.65	413.87		414.03	0.005896	1.77	17.74	24.35	0.66
Asse	3	Q 500	38.02	412.65	413.95		414.14	0.006388	1.92	19.80	25.50	0.70
Asse	2	Q 30	20.28	412.59	413.21	413.21	413.39	0.017460	1.90	10.69	29.95	1.01

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Asse Reach: Asse (Continued)

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
Asse	2	Q 200	31.38	412.59	413.34	413.34	413.57	0.015994	2.12	14.81	32.95	1.01
Asse	2	Q 500	38.02	412.59	413.40	413.40	413.66	0.015558	2.24	16.97	34.33	1.01
Asse	1	Q 30	20.28	409.60	410.27	410.60	411.48	0.115058	4.88	4.15	11.53	2.60
Asse	1	Q 200	31.38	409.60	410.41	410.80	411.82	0.101121	5.25	5.98	13.52	2.52
Asse	1	Q 500	38.02	409.60	410.49	410.90	411.97	0.094231	5.38	7.06	14.58	2.47