



REGIONE PUGLIA

Comune di Ascoli Satriano (FG)



PIATTAFORMA PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA CON PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE TRAMITE POWER TO GAS (PTG) DA FONTE RINNOVABILE SOLARE AGROVOLTAICO, SISTEMA DI ACCUMULO (BESS) E RETE DI CONNESSIONE ALLA STAZIONE ELETTRICA AT DI DELICETO PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 115 MW

LOCALITA CAPO D'ACQUA - ASCOLI SATRIANO (FG)

OGGETTO DELL'ELABORATO

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA CON IL PAI PUGLIA

CODICE GENERALE ELABORATO

CODICE OPERA

STATO

data

AREA PROGETTO

N° ELABORATO

VERSIONE

ED-RT- IDR-RTII

Definitivo

GEN2023

ED-IDR-RTII

0

IDENTIFICAZIONE FILE: ED-RT- IDR-RTII

versione

data

Oggetto

0

16/01/2023

1° emissione

1

15/02/2024

2° emissione

2

REDATTO:

Ing. Maria Di Modugno

Via Gioacchino MURat, 34 - 70122 Bari (BA)

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n. 7716 –

Tel ++39 320 8794676 - PEC ing.dimodugnomaria7716@pec.ordingbari.it



PROPONENTE:

EDIS S.r.l.

Corso Nino Bixio n. 8 - ALBA (CN) Tel. 0173 441155 - Fax 0173 441104

www.egea.it - posta certificata: edis@pec.egea.it

Partita IVA/CF: 03491720045



INDICE

| | |
|--|-----------|
| PREMESSA | 1 |
| 1 INQUADRAMENTO AREA DI STUDIO..... | 2 |
| 2 ANALISI IDROLOGICA..... | 7 |
| 2.1 ANALISI MORFOLOGICA E DEFINIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO | 7 |
| 2.2 ANALISI PLUVIOMETRICA | 8 |
| 2.3 APPLICAZIONE DEL MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI | 11 |
| 3 ANALISI IDRAULICA MONODIMENSIONALE | 17 |
| 3.1 IL SOFTWARE HEC-RAS | 17 |
| 3.2 VERIFICA IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE | 17 |
| 3.2.1 VERIFICA IDRAULICA RETICOLI CANALE SANTO SPIRITO E CANALE MONTECORVO | 17 |
| 4 RISOLUZIONE INTERFERENZE VIABILITA' E AREE INONDABILI DUECENTENNALI | 21 |
| 5 RECINZIONE ESTERNA IN INTERFERENZA CON LE AREE INONDABILI DUECENTENNALI | 22 |
| 6 ANALISI DEI RISULTATI CONSEGUITI | 22 |

ALLEGATO 1 – COROGRAFIA

ALLEGATO 1A – CARTOGRAFIA PAI PUGLIA E PGRA

ALLEGATO 2 – BACINI IDROGRAFICI

ALLEGATO 3 –AREE INONDABILI TR 200 ANNI

ALLEGATO 3A –PAI PUGLIA - AREE INONDABILI TR 200 ANNI

ALLEGATO 4 – RISULTATI MODELLAZIONE RETICOLO 1

ALLEGATO 5 – RISULTATI MODELLAZIONE RETICOLO 2

ALLEGATO 6 – RISULTATI MODELLAZIONE RETICOLO 3

ALLEGATO 7 – RISULTATI MODELLAZIONE RETICOLO 1 – INTERFERENZA VIABILITA' PRINCIPALE

ALLEGATO 8 – RISULTATI MODELLAZIONE RETICOLO 2 - INTERFERENZA VIABILITA' PRINCIPALE

ALLEGATO 9 – RILIEVO PLANOALTIMETRICO DI DETTAGLIO - CD

PREMESSA

Il presente studio analizza la compatibilità idrologica ed idraulica del progetto per la “*piattaforma per la transizione energetica con produzione di idrogeno verde tramite power to gas (PTG) da fonte rinnovabile solare fotovoltaica e sistema di accumulo (BESS) località Capo D’acqua – comune di Ascoli Satriano*” con il Piano di Assetto Idrogeologico della Puglia (PAI Puglia), secondo quanto riportato nelle Norme Tecniche di Attuazione (NTA).

L’area di progetto è situata al margine nord-est dell’abitato di Ascoli Satriano, provincia di Foggia (Figura 0.1).



Figura 0.1 – Inquadramento dell’area di intervento (in rosso)

Poiché l’areale di intervento è attraversato da elementi morfoidrologici segnalati sulla carta IGM 1:25.000 e sulla cartografia che individua i reticoli idrografici distrettuali a base delle mappe del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto dell’Appennino Meridionale, il presente studio è finalizzato a valutare la compatibilità del progetto con le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Puglia, ossia ad accertare che le opere siano realizzate in condizioni di sicurezza idraulica, in ottemperanza all’art. 6 comma 7 e art. 10 delle stessa NTA.

1 INQUADRAMENTO AREA DI STUDIO

L'area in corrispondenza della quale verrà realizzato l'impianto ("Area AgriFV"), localizzata a Nord Est dell'abitato del comune di Ascoli Satriano, risulta interferente con i reticoli idrografici "Canale Santo Spirito" e "Canale Montecorvo", cartografati sulla carta IGM 1:25.000 (Figura 1.1).

Gli stessi elementi morfoidrologici sono altresì segnalati nella cartografia che individua i reticoli idrografici distrettuali a base delle mappe del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto dell'Appennino Meridionale e del PAI Puglia (Figura 1.2)

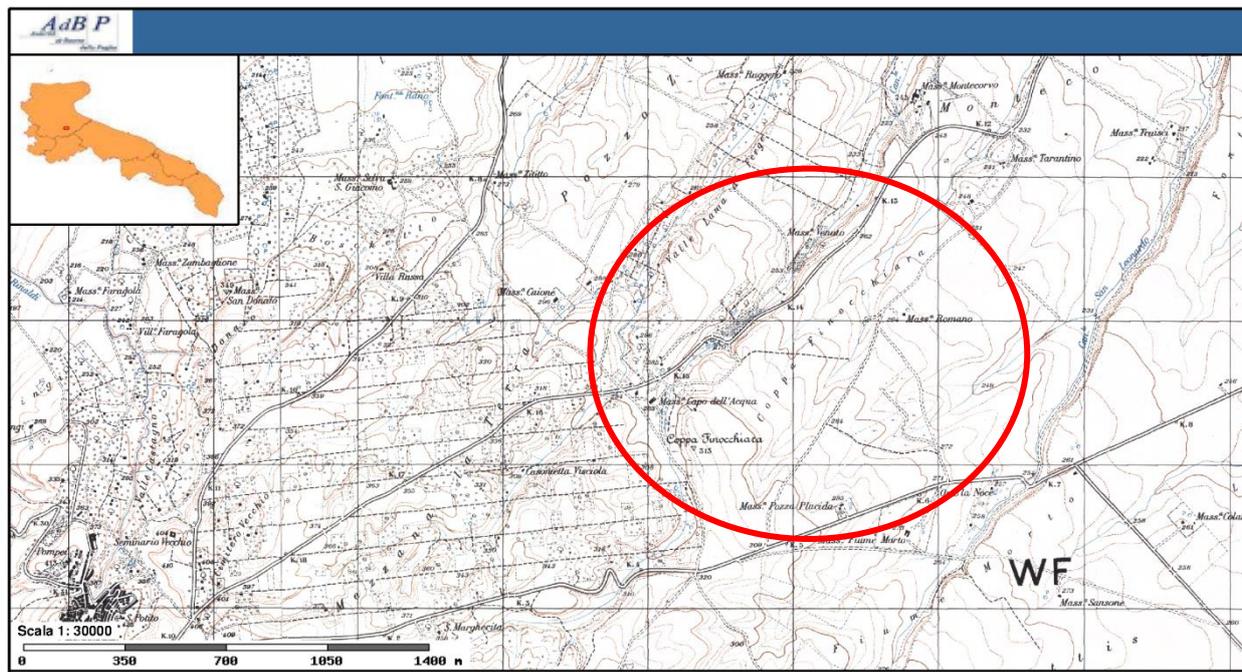


Figura 1.1- Stralcio cartografia IGM scala 1:25.000 (in rosso area di intervento)

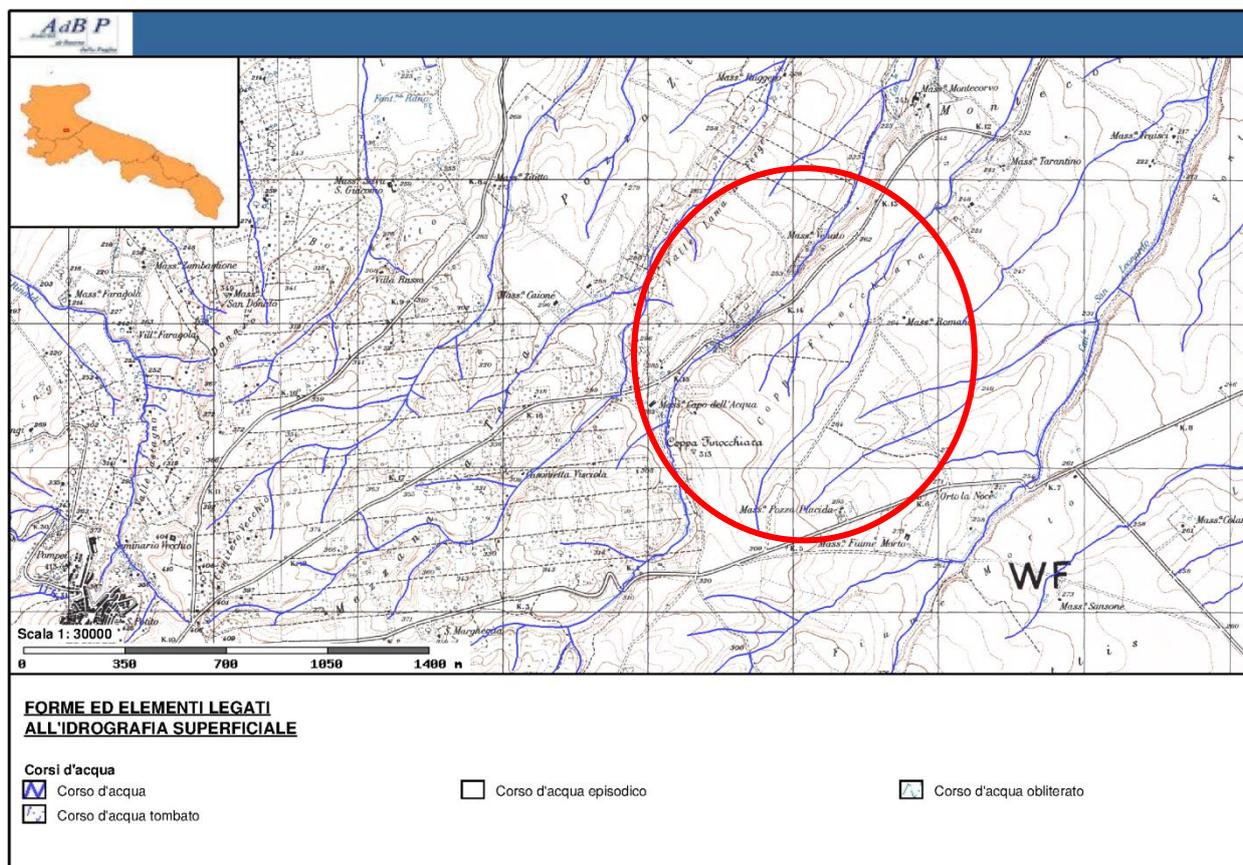


Figura 1.2 – Carta reticolo idrografico della Puglia (area di intervento in rosso)

Con riferimento alla Carta Idrogeomorfologica non si segnalano ulteriori interferenze con elementi idraulici.

Dall'analisi delle perimetrazioni in vigore (http://webgis.distrettoappenninomeridionale.it/gis/map_default.phtml), redatte dall'Autorità di Bacino distrettuale, si evince come l'area su cui è localizzato l'intervento nel suo complesso non è interessata da alcuna perimetrazione idraulica (Figura 1.3, aree ad Alta, Media e Bassa pericolosità idraulica).

Con riferimento al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) - Il ciclo (2016-2021) - per i reticoli idrografici di studio, il PGRA conferma le previsioni del PAI - assetto idraulico.

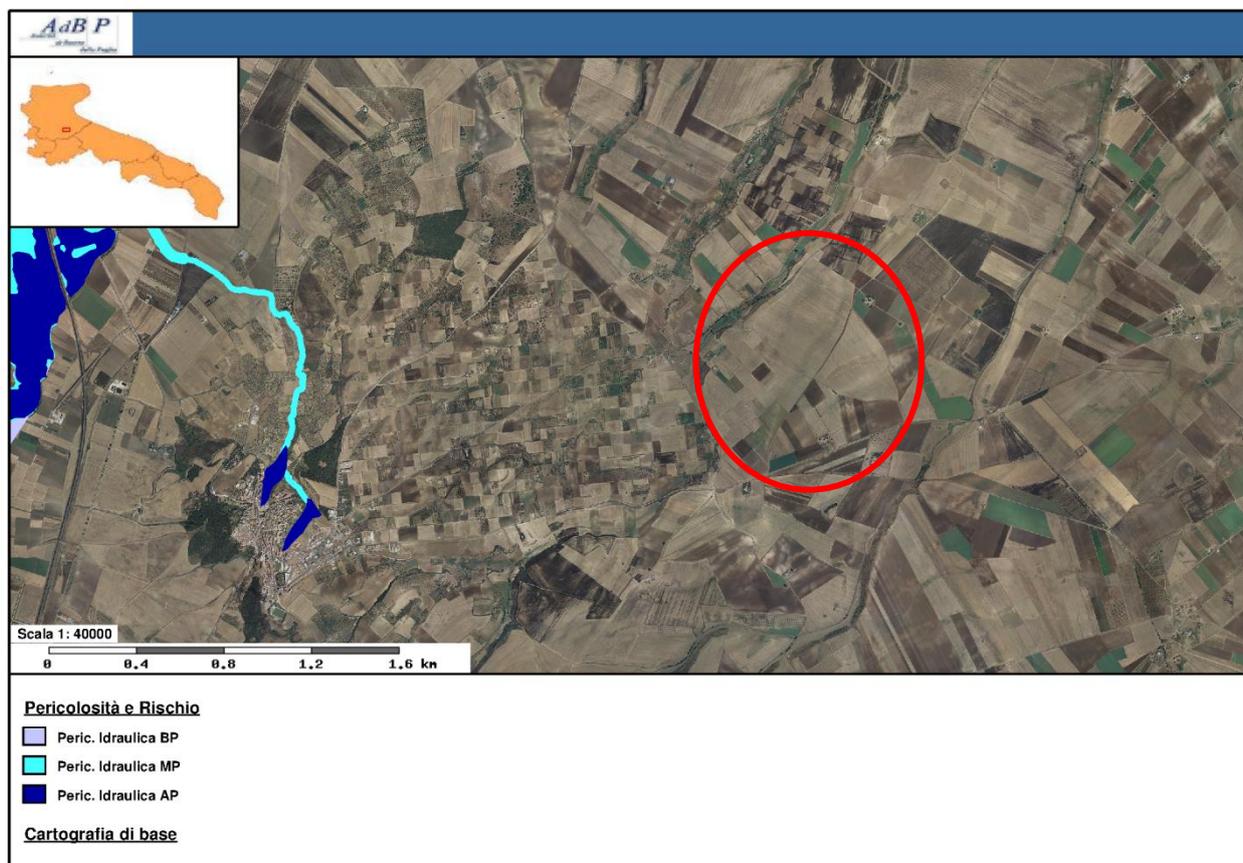


Figura 1.3 – Inquadramento dell'area di studio su stralcio PAI Puglia

L'area di studio ricade per una parte limitata della sua estensione (cfr. Allegato 1A):

- nelle porzioni di terreno a distanza planimetrica di 75 m dall'asse del corso d'acqua, e quindi nelle aree definite dal PAI Puglia come "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" (Art. 6 NTA del PAI Puglia).

In dette aree, come disciplinato dall'Art. 6 comma 4, *può essere consentita la realizzazione di nuove infrastrutture di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano.*

Lo stesso articolo, al comma 7, cita che *per tutti gli interventi di cui al comma 4 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.*

- nelle aree disciplinate dall'Art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" delle NTA del PAI Puglia, nelle quali *"sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino".*

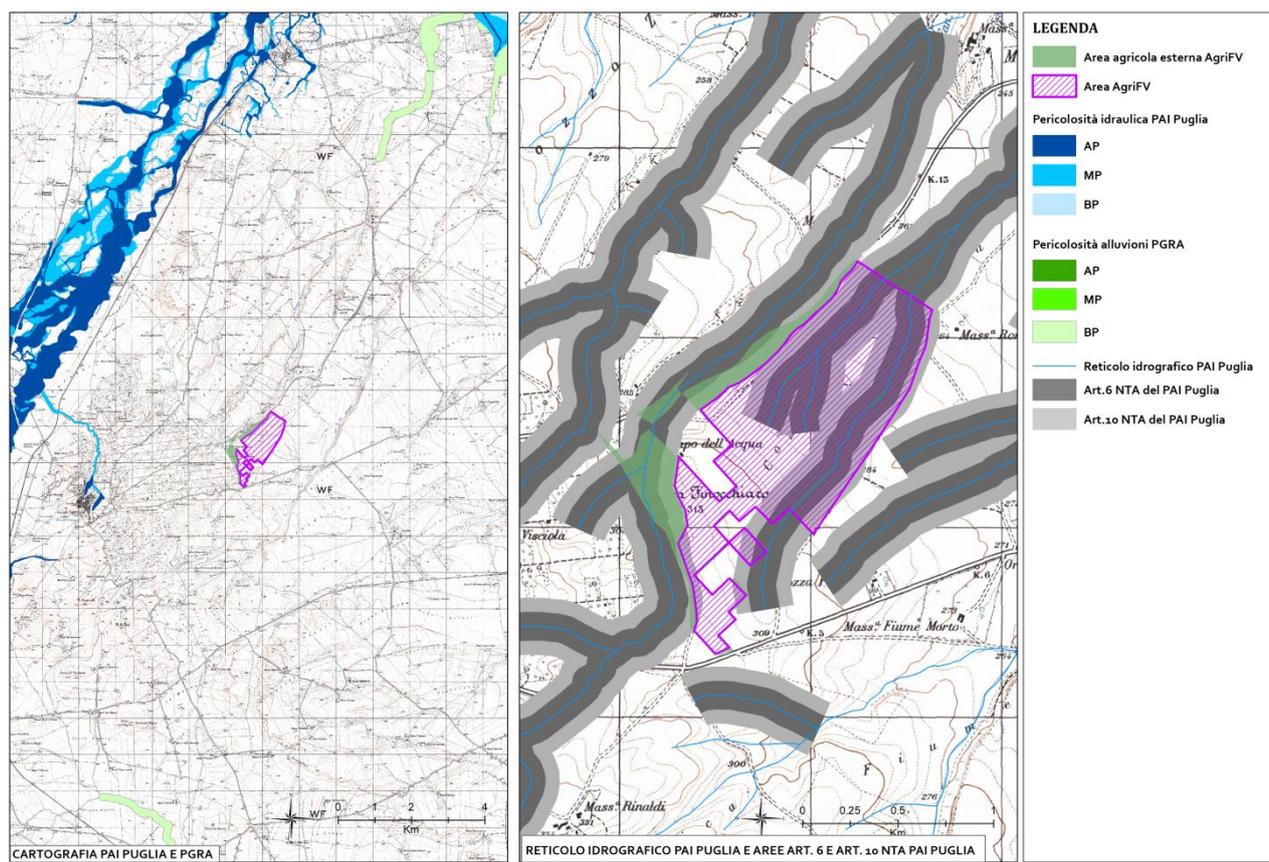


Figura 1.4 – Inquadramento dell'area di studio PAI Puglia – PGRA (cfr. Allegato 1A)

Pertanto, il presente studio è finalizzato a valutare la compatibilità del progetto con le NTA del PAI Puglia, ossia ad accertare che le opere siano realizzate in condizioni di sicurezza idraulica (Art. 36 delle NTA del PAI Puglia).

Lo studio idrologico ed idraulico in argomento definirà, quindi, sulla base di conoscenze di dettaglio dell'area di interesse, l'assetto idraulico dell'area attraverso la propagazione della portata bicentenaria. L'impronta sul terreno del transito della piena bicentenaria individuerà al suo esterno, secondo quanto stabilito dalle NTA, le condizioni di "sicurezza idraulica" dell'area di intervento in rapporto al prefigurato evento.

In dettaglio lo studio, nel seguito dettagliato, sarà condotto secondo le seguenti fasi operative:

1. analisi morfologica della zona in ambiente GIS con individuazione dei bacini idrografici in cui la zona risulta compresa, nonché degli eventuali sottobacini afferenti i reticoli idrografici di studio;
2. valutazione della portata di piena con tempi di ritorno di 200 anni, desunta attraverso l'applicazione del *Metodo SCS-CN* con curve di possibilità pluviometrica calcolate con metodologia propria del progetto *VAPI* del *G.N.D.C.I.*;
3. modellazione idraulica monodimensionale per TR pari a 200 anni nella configurazione attuale dei luoghi.

Si evidenzia che nelle aree tratteggiate in rosso di Figura 1.5, ricomprese nelle aree agricole esterne all'AgriFV, il progetto non prevede alcuna variazione di uso del suolo e/o planoaltimetrica rispetto alla configurazione attuale dei luoghi.

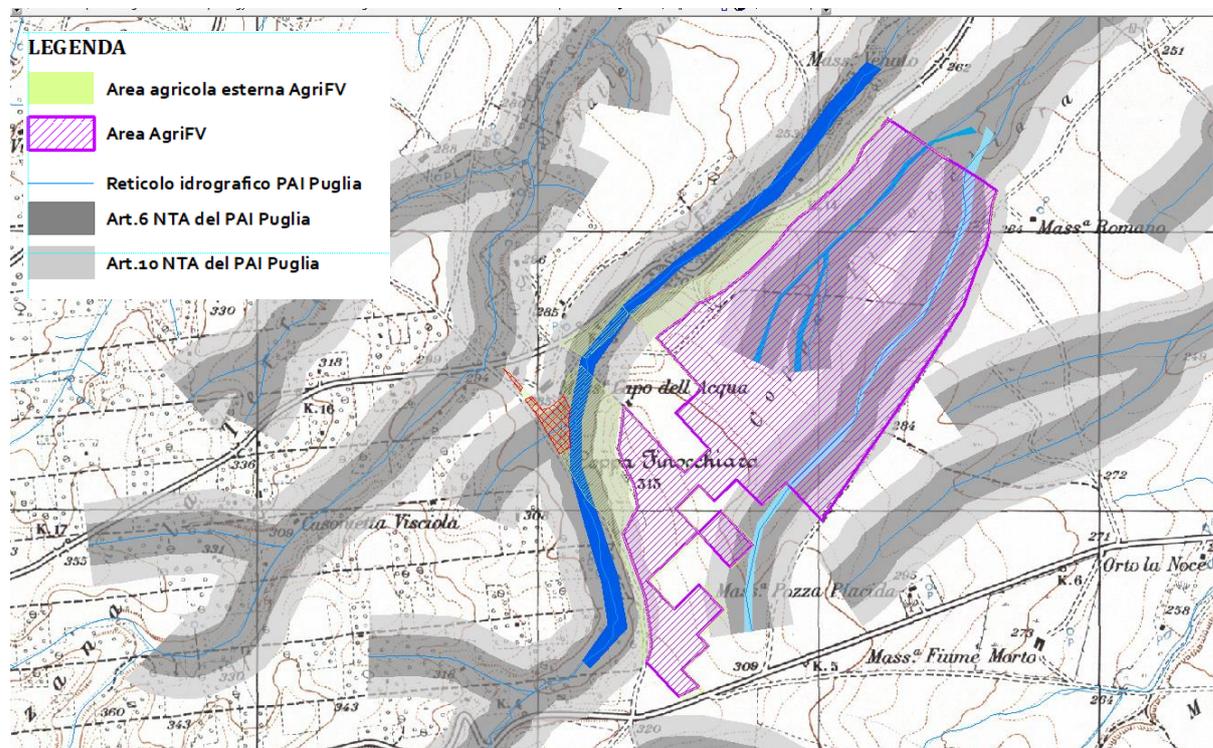


Figura 1.5

2 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica ha come obiettivo la valutazione delle portate di piena che, per prefissati tempi di ritorno, interessano un bacino idrografico e, di conseguenza, le sue infrastrutture, centri abitati ed elementi vulnerabili.

Nel presente studio si è fatto ricorso alla metodologia di calcolo proposte dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

In Puglia, le stazioni di misura idrometriche sono in numero assai limitato, se confrontato con quelle di misura pluviometriche, inoltre ovvia risulta la loro assenza in zone, come quella in analisi, prive della presenza di un vero e proprio reticolo idrografico e quindi di sezioni di controllo nelle quali effettuare eventuali misurazioni; pertanto il calcolo della portata di piena deve essere realizzato attraverso un modello di trasformazione afflussi-deflussi.

Ai sensi del DPCM 29 settembre 1998, ai fini della perimetrazione e valutazione dei livelli di rischio, *“ove possibile, è consigliabile che gli esecutori traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno...dai rapporti tecnici del progetto VAPI messo a disposizione dal GNDICI-CNR”*.

Nel caso dei bacini idrografici oggetto di studio, si è fatto quindi ricorso ai risultati del progetto VAPI (VALutazione Plene in Italia), per la determinazione delle altezze di precipitazione, delle curve di possibilità pluviometrica e delle portate al colmo di piena.

Lo studio che si propone, riguarda la stima della portata al colmo di piena per un tempo di ritorno pari 200 anni.

L'analisi idrologica viene affrontata effettuando le seguenti valutazioni:

1. analisi morfologica e definizione del bacino idrografico
2. analisi pluviometrica
3. applicazione del modello afflussi-deflussi

2.1 ANALISI MORFOLOGICA E DEFINIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO

L'individuazione dei bacini idrografici, che costituisce un passaggio fondamentale al fine di determinare le portate al colmo di piena per il tempo di ritorno considerato, è stata eseguita, in ambiente GIS, mediante l'utilizzo del DTM 8 m fornito dalla Regione Puglia.

La procedura GIS consente di individuare i principali parametri morfologici, geologici e climatici, utili alla caratterizzazione delle variabili idrologiche utilizzate nei modelli di calcolo per la stima dei deflussi attesi.

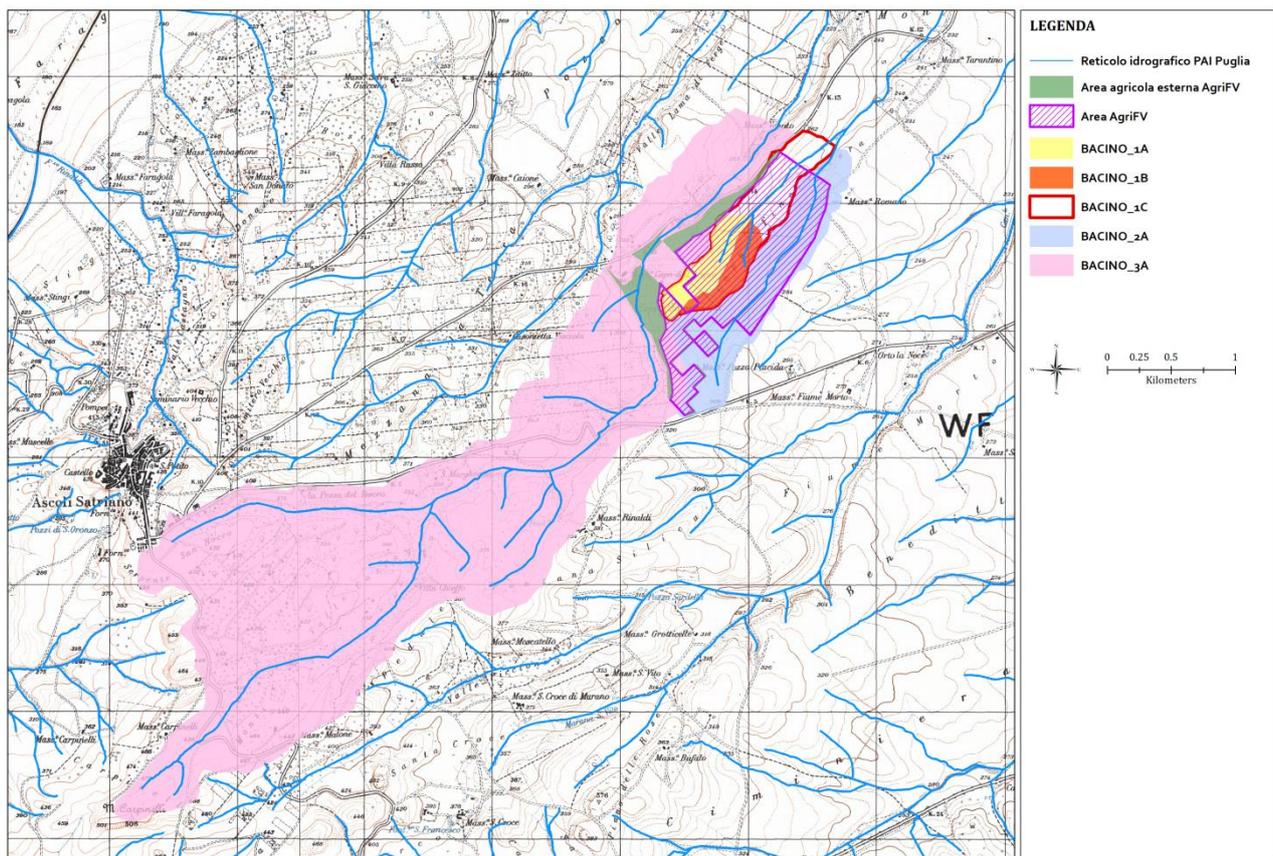


Figura 2.1 – Bacini idrografici (cfr. Allegato 2)

Nella seguente tabella si riassumono alcune grandezze caratteristiche dei bacini idrografici oggetto di studio.

Tabella 2.1 - Caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici

| | Area (km²) | Flow length (km) | H media (m s.l.m.) | Pendenza media (%) |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Bacino 1A | 0,192 | 1,08 | 290,92 | 4,46 |
| Bacino 1B | 0,132 | 1,09 | 287,09 | 3,94 |
| Bacino 1C | 4,855 | 1,90 | 278,26 | 4,86 |
| Bacino 2A | 0,875 | 2,75 | 285,06 | 5,90 |
| Bacino 3A | 7,48 | 7,99 | 365,19 | 13,81 |

2.2 ANALISI PLUVIOMETRICA

Nelle applicazioni idrologiche, come detto, si presenta spesso la necessità di stimare valori di una determinata grandezza, per esempio la precipitazione, in siti privi di stazioni di misura, oppure con dati misurati che si giudicano insufficienti per numero e qualità.

A ciò rispondono le procedure regionali, sia quelle classiche, sia quelle proposte con i più recenti studi inerenti l'elaborazione statistica di dati spaziali.

Questi ultimi tendono a definire modelli matematici finalizzati ad una interpretazione delle modalità con cui variano nello spazio le diverse grandezze idrologiche.

L'analisi regionale degli estremi idrologici massimi, nel progetto VAPI, è condotta suddividendo l'area di studio in zone geografiche omogenee nei confronti dei parametri statistici che si è deciso di adottare.

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987). In questa distribuzione i parametri fondamentali sono: Θ_1 , Λ_1 , Θ_2 , Λ_2 , che rappresentano il parametro di scala ed il numero medio annuo di eventi della variabile casuale X , provenienti rispettivamente dalla componente ordinaria e dalla componente straordinaria del processo di base. Sussistono le seguenti relazioni:

$$\Theta^* = \Theta_2 / \Theta_1 \qquad \Lambda^* = \Lambda_2 / \Lambda_1^{\Lambda_1 / \Theta^*}$$

La procedura di regionalizzazione comporta che al primo livello si definiscano zone pluviometriche omogenee, entro le quali si possano considerare costanti i valori dei parametri Θ^* e Λ^* . Tali parametri devono essere stimati da un elevato numero di dati; questo comporta l'assunzione di una regione omogenea molto ampia. Le sottozone omogenee, caratterizzate oltre che dalla conoscenza di Θ^* e Λ^* anche dalla conoscenza di Λ_1 , sono individuate nel secondo livello di regionalizzazione.

Nell'elaborazione finalizzata alla definizione delle zone omogenee, si considerano solo le serie storiche più numerose, in quanto la stima dei parametri suddetti è condizionata dalla presenza di dati di pioggia straordinari che hanno probabilità molto bassa di verificarsi in un periodo molto breve.

L'analisi regionale dei dati di precipitazione massima annuale di diversa durata al primo e al secondo livello di regionalizzazione fornisce le curve regionali di crescita della grandezza in esame. In particolare per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge TCEV, è utile rappresentare la legge $F(X_t)$ della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione X_t di assegnata durata t , come prodotto tra il suo valore medio $\mu(X_t)$ ed una quantità $K_{t,T}$, detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno T e della durata t , definito dal rapporto:

$$K_{t,T} = X_{t,T} / \mu(X_t).$$

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto precedente corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri Θ^* , Λ^* e Λ_1 della TCEV.

La dipendenza del fattore di crescita con la durata si può ritenere trascurabile, infatti, calcolando sulle stazioni disponibili le medie pesate dei coefficienti di asimmetria, C_a , e dei coefficienti di variazione, C_v , alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria. L'indipendenza dalla durata di $K_{t,T}$ (nel seguito indicato con K_T), autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

Per la Puglia, al primo livello di regionalizzazione è stata evidenziata la presenza di un'unica zona pluviometricamente omogenea, mentre al secondo livello di due zone: Puglia Settentrionale e Puglia Centro-Meridionale. L'analisi di terzo livello condotta operando una regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota z , ha portato all'individuazione di 6 zone pluviometriche omogenee.

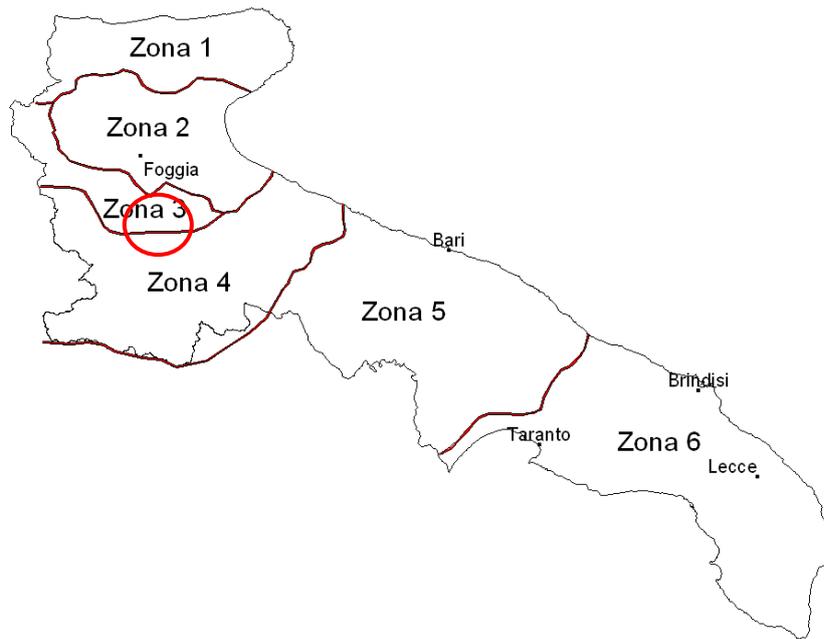


Figura 2.2 - Zone pluviometriche omogenee della regione Puglia.

A ciascuna zona è associata una curva di possibilità pluviometrica (funzione, nella maggior parte dei casi, del solo parametro della quota assoluta sul livello del mare) per mezzo della quale viene valutata l'altezza di pioggia critica per i differenti intervalli di precipitazione e per i vari tempi di ritorno prescelti:

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

Alla luce di quanto detto, i bacini idrografici dell'area di studio si inquadrano, nell'ambito delle aree pluviometriche omogenee del territorio regionale, in zona 3, pertanto l'equazione da applicare è la seguente:

$$\text{Zona 3} \rightarrow x(t,z) = 25.325 t^{[(0.0696+0.00531 z)/3.178]}$$

Per il bacino idrografico 3A, che ricade per il 57% in zona 3 e per il 43 % in zona 4, si sono applicate le seguenti equazioni:

$$\begin{aligned}
 \text{Zona 3} &\rightarrow x(t,z) = 25.325 t^{[(0.0696+0.00531 z)/3.178]} \\
 \text{Zona 4} &\rightarrow x(t) = 24.70 t^{0.256}
 \end{aligned}$$

Ai valori così ottenuti vanno applicati i coefficienti moltiplicativi relativamente al fattore di crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al fattore di riduzione areale K_A (funzione della superficie del bacino espressa in Km^2 , e della durata dell'evento di progetto, espressa in ore).

Le dimensioni areali dei bacini in studio comportano che il relativo fattore di riduzione tenda all'unità; pertanto, a vantaggio di sicurezza, tale parametro non viene preso in considerazione nella valutazione della Curva di Possibilità Pluviometrica.

Il valore di K_T può essere calcolato, invece, in funzione del tempo di ritorno T attraverso un'approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

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

per la Puglia Centro-Meridionale i valori di a e b da adottare sono rispettivamente 0,1599 e 0,5166, mentre per la Puglia Settentrionale 0,5648 e 0,415.

Valutate le altezze di pioggia per diverse durate (1, 2, 3, ... 24) è stato possibile costruire le curve di possibilità pluviometrica (CPP) per il TR pari a 200 anni i cui parametri sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 2.2 - Parametri curve di possibilità pluviometrica

| | T= 200 ANNI | |
|-----------|-------------|--------|
| | a | n |
| Bacino 1A | 66,99 | 0,5555 |
| Bacino 2B | 66,99 | 0,5493 |
| Bacino 3C | 66,99 | 0,5346 |
| Bacino 2A | 66,99 | 0,5459 |

| | T= 200 ANNI | | | |
|-----------|-------------|--------|--------|-------|
| | Zona 3 | | Zona 4 | |
| | a | n | a | n |
| Bacino 3A | 66,99 | 0,6798 | 68,26 | 0.256 |

2.3 APPLICAZIONE DEL MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI

La portata al colmo di piena corrisponde alla massima portata generata da una precipitazione di durata critica tale da mettere in crisi la rete idrografica e dipende fortemente dall'estensione del bacino.

Questa circostanza è una logica conseguenza del fenomeno di trasferimento che impone che ogni particella liquida che cade in un punto del bacino debba seguire un suo percorso per giungere alla sezione di chiusura, impiegando, a parità di velocità di trasferimento, un tempo tanto maggiore quanto più lungo è il percorso da compiere.

La valutazione della portata idrologica (portata al colmo di piena) è stata condotta applicando il Metodo SCS-CN.

Il metodo usualmente denominato “*curve number*” ed elaborato dal *Soil Conservation Service*, è un metodo empirico basato su una semplice equazione secondo la quale il volume specifico (altezza) di pioggia netta, dall’inizio dell’evento meteorico fino all’istante generico t , è legato al volume specifico di pioggia lorda caduta nel medesimo intervallo temporale.

Il volume di deflusso superficiale, Q , è quindi dato 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 (valore limite che il terreno può trattenere senza che si abbia formazione di deflusso); poiché le perdite iniziali possono essere correlate all’invaso massimo del suolo I è assunto pari a $0.2S$;

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 S dipende dalla natura del terreno e dall’uso del suolo, teoricamente può assumere tutti i valori positivi compresi tra zero (superfici perfettamente impermeabili) e infinito (nessuna formazione di deflusso superficiale).

La valutazione di S viene condotta 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 assumere un valore compreso fra 0 e 100; esso rappresenta l’attitudine del bacino esaminato a produrre deflusso. Tale parametro è funzione della permeabilità, delle condizioni di umidità antecedenti l’evento meteorico in esame e dell’uso del suolo.

Per quanto concerne la natura del suolo, l'SCS ha individuato quattro classi di permeabilità ottenute dal confronto delle formazioni geologiche presenti nel bacino con tabelle di conversione estratte da studi precedenti:

GRUPPO A: capacità di infiltrazione molto elevata, scarsa potenzialità di deflusso; molto permeabile;

GRUPPO B: elevata capacità di infiltrazione, moderata potenzialità di deflusso; poco permeabile;

GRUPPO C: scarsa capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso moderatamente alta; quasi impermeabile;

GRUPPO D: scarsissima capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso elevata; impermeabile.

Per quanto riguarda le condizioni di umidità antecedenti la precipitazione, sempre l'SCS ha definito tre classi *AMC (Antecedent Moisture Condition)*, funzione della precipitazione nei cinque giorni precedenti:

| <i>Classe AMC</i> | <i>Precipitazione nei 5 giorni precedenti (mm)</i> |
|--|--|
| I Terreno secco | $0 < P < 50$ |
| II Umidità media | $50 < P < 110$ |
| III Terreno da mediamente umido a saturo | $P > 110$ |

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*:

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

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

Per la valutazione del *CN(III)* si è fatto riferimento allo studio ACLA condotto dal CHIEAM-BARI in cui sono state individuate le seguenti classi alle quali sono stati associati i parametri di *CN* riscontrati in letteratura scientifica.

Tabella 2.3 - Valori di CN(II) in funzione dell'uso del suolo e della litologia dell'area

| 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 |

Attraverso l'utilizzo di tecniche GIS, considerata la permeabilità del suolo e l'uso dello stesso, per i bacini idrografici sono stati calcolati i valori relativi alle diverse condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento (AMC I, II e III).

Tabella 2.4 - Valori del Curve Number per i bacini in esame

| | CN (I) | CN (II) | CN (III) |
|------------------|--------|---------|----------|
| Bacino 1A | 55,75 | 75,00 | 87,34 |
| Bacino 1B | 55,75 | 75,00 | 87,34 |
| Bacino 1C | 55,76 | 75,01 | 87,35 |
| Bacino 2A | 55,75 | 75,00 | 87,34 |
| Bacino 3A | 62,31 | 79,74 | 90,05 |

Per il calcolo della portata al colmo Q_p si considera un idrogramma approssimato di forma triangolare (Figura 2.3) 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 (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.

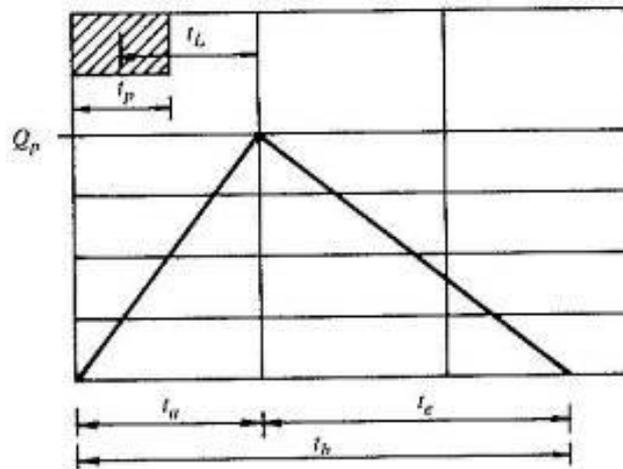


Figura 2.3 - Idrogramma triangolare utilizzato per il calcolo della portata al colmo con il metodo SCS

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 ore.

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 idrogramma 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 dislivello 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.

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 coincidente con il tempo di pioggia caratteristico.

La pioggia critica per TR pari a 200 anni si definisce attraverso le curve di possibilità climatica precedentemente ricostruite. Si ricavano, quindi, i valori delle portate al colmo di piena attraverso l'applicazione del metodo *Curve Number-SCS* già descritto.

Il valore del *Curve Number* impiegato nello studio è relativo a condizioni cautelative di umidità del bacino antecedenti l'evento, ovvero quelle relative al CN (III).

Tabella 2.5 - Portate al colmo di piena CN (III)

| | Tc (ore) | Q_{200 anni} (m³/s) |
|------------------|---------------------|---|
| Bacino 1A | 0,54 | 1,53 |
| Bacino 1B | 0,58 | 1,05 |
| Bacino 1C | 0,81 | 4,58 |
| Bacino 2A | 0,99 | 6,54 |
| Bacino 3A | 1,36 | 57,03 |

3 ANALISI IDRAULICA MONODIMENSIONALE

Valutate le portate al colmo di piena, sono state individuate le aree inondabili per l'evento di piena duecentennale nella configurazione attuale dei luoghi.

Questo al fine di verificare che l'intervento a farsi rispetti le condizioni di sicurezza idraulica e che non costituisca un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte.

Le verifiche idrauliche sono state effettuate mediante il software HEC-RAS, che implementa le simulazioni con modello idraulico monodimensionale.

3.1 IL SOFTWARE HEC-RAS

Il programma di simulazione utilizzato HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center's River Analysis System*) è stato sviluppato presso lo U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, e permette, tramite l'utilizzo di una procedura di calcolo iterativa, la risoluzione delle equazioni che descrivono il moto permanente gradualmente vario (moto di una corrente a pelo libero costante nel tempo, con variazioni graduali di sezione ed eventualmente di direzione).

La simulazione dei flussi permette di analizzare la capacità dei corsi d'acqua (rischi di esondazioni) e lo studio d'impatto a seguito di modificazioni delle condizioni al contorno (tipo l'inserimento di ponti, sbarramenti etc..).

I calcoli dei flussi in moto gradualmente vario sono basati sull'equazione di Bernoulli; le perdite di carico sono valutate con l'equazione di Manning's - Strickler per il termine di scabrezza, e da coefficienti di contrazione ed espansione. Nel caso di moti bruscamente vari l'equazione utilizzata è quella della quantità di moto; quest'ultima è applicata nei restringimenti e in particolari casi come il passaggio della corrente in presenza di pile di ponti o nelle confluenze. La risoluzione di queste equazioni necessita la conoscenza della geometria del corso d'acqua, delle caratteristiche di rugosità e della portata del flusso; le condizioni al contorno non ricavabili direttamente per mancanza i dati rilevati direttamente, vengono calcolate dal programma a partire dalla profondità critica.

3.2 VERIFICA IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE

3.2.1 VERIFICA IDRAULICA RETICOLI CANALE SANTO SPIRITO E CANALE MONTECORVO

Le condizioni poste ai modelli, per la verifica idraulica dei tratti fluviali considerati, sono state le seguenti:

- la geometria dei tratti indagati lungo i reticoli idrografici è stata ricostruita attraverso l'utilizzo di un rilievo piano altimetrico di dettaglio, attraverso il quale è stata definita la geometria delle sezioni trasversali del reticolo (Allegato 9);
- per i valori del coefficiente di resistenza n [$s/m^{1/3}$] di Manning si è scelto di utilizzare quelli tabellati in funzione del tipo di letto fluviale e di sponde.
Nel caso specifico si è impiegato un valore pari a 0,035 per "piane inondabili con colture di cereali".
Per il reticolo idrografico "canale Montecorvo", si è impiegato un coefficiente di resistenza di Manning valido per gli "alvei in terra con sponde ben inerbite", sempre pari a 0,035;
- le simulazioni dell'evento di piena sono state eseguite in regime di moto permanente.
- le condizioni al contorno di monte e di valle sono state univocamente determinate (condizioni di moto uniforme per monte e valle).

La determinazione del profilo liquido è stata effettuata attraverso la simulazione di corrente mista (mixed flow).

L'individuazione delle aree inondabili per l'evento di piena con TR pari a 200 anni è stata attuata sovrapponendo le aree di interesse, georeferenziate nel sistema UTM 33 WGS 84, all'inquadrimento planimetrico dei reticoli studiati.

Nella figura che segue si riportano i floodplain corrispondenti (Figura 3.1, Figura 3.2, Figura 3.3).



Figura 3.1 - Floodplain TR 200 anni reticolo 1 – Canale Santo Spirito (in rosso area in corrispondenza della quale sono localizzati gli interventi di progetto)



Figura 3.2 - Floodplain TR 200 anni reticolo 2A – Canale Santo Spirito (in rosso area in corrispondenza della quale sono localizzati gli interventi di progetto)



Figura 3.3 - Floodplain TR 200 anni reticolo 3 – Canale Montecorvo (in rosso area in corrispondenza della quale sono localizzati gli interventi di progetto)

Si evidenzia che il floodplain duecentennale per il C.le Montecorvo è stato ricavato a partire da un modello nella cui geometria non sono stati inseriti i due attraversamenti idraulici presenti lungo lo sviluppo del reticolo idrografico nel tratto studiato. L’inserimento dei due attraversamenti nel modello idraulico non avrebbe comunque fornito risultati pregiudizievoli la sicurezza idraulica dell’area di progetto: come desumibile dalla tabella riportata nel seguito, in alveo si raggiunge un tirante massimo pari a 1,44 m, con franchi idraulici rispetto alle quote topografiche dell’area di progetto variabili tra 18 e 32 m (Figura 3.4, Figura 3.5).

Tabella 3.1 – Parametri idrodinamici Reticolo 3 (cfr. Allegato 6)

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 3A Reach: A Profile: TR 200 ANNI_CN3

| 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 | ROB Elev (m) |
|-------|-----------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|-----------------|
| A | 2805.863 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 294.96 | 295.79 | 295.95 | 296.32 | 0.032009 | 3.23 | 17.64 | 35.04 | 1.45 | 318.97 |
| A | 2626.367 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 292.26 | 293.22 | 292.92 | 293.30 | 0.003134 | 1.27 | 44.94 | 63.36 | 0.48 | 313.82 |
| A | 2451.098 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 291.16 | 291.98 | 291.98 | 292.23 | 0.015796 | 2.23 | 25.56 | 51.36 | 1.01 | 309.85 |
| A | 2235.03 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 289.04 | 290.21 | 289.91 | 290.30 | 0.003608 | 1.38 | 41.22 | 56.65 | 0.52 | 318.08 |
| A | 2020.822 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 287.56 | 288.63 | 288.63 | 288.90 | 0.014889 | 2.31 | 24.66 | 45.56 | 1.00 | 317.88 |
| A | 1836.061 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 284.06 | 285.16 | 285.25 | 285.59 | 0.021731 | 2.93 | 19.49 | 33.46 | 1.22 | 316.89 |
| A | 1619.164 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 281.07 | 282.03 | 282.03 | 282.26 | 0.015769 | 2.14 | 26.61 | 57.20 | 1.00 | 305.79 |
| A | 1386.077 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 276.44 | 277.22 | 277.32 | 277.65 | 0.025341 | 2.92 | 19.52 | 37.53 | 1.29 | 297.43 |
| A | 1140.653 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 269.02 | 269.81 | 270.01 | 270.49 | 0.033653 | 3.67 | 15.56 | 26.47 | 1.53 | 283.50 |
| A | 714.1199 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 259.31 | 260.26 | 260.28 | 260.55 | 0.016752 | 2.41 | 23.69 | 44.96 | 1.06 | 272.09 |
| A | 356.3877 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 252.73 | 253.43 | 253.48 | 253.75 | 0.021752 | 2.51 | 22.73 | 49.27 | 1.18 | 272.29 |
| A | 125.519 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 247.23 | 248.67 | 248.73 | 249.07 | 0.019849 | 2.80 | 20.37 | 32.99 | 1.14 | 266.08 |

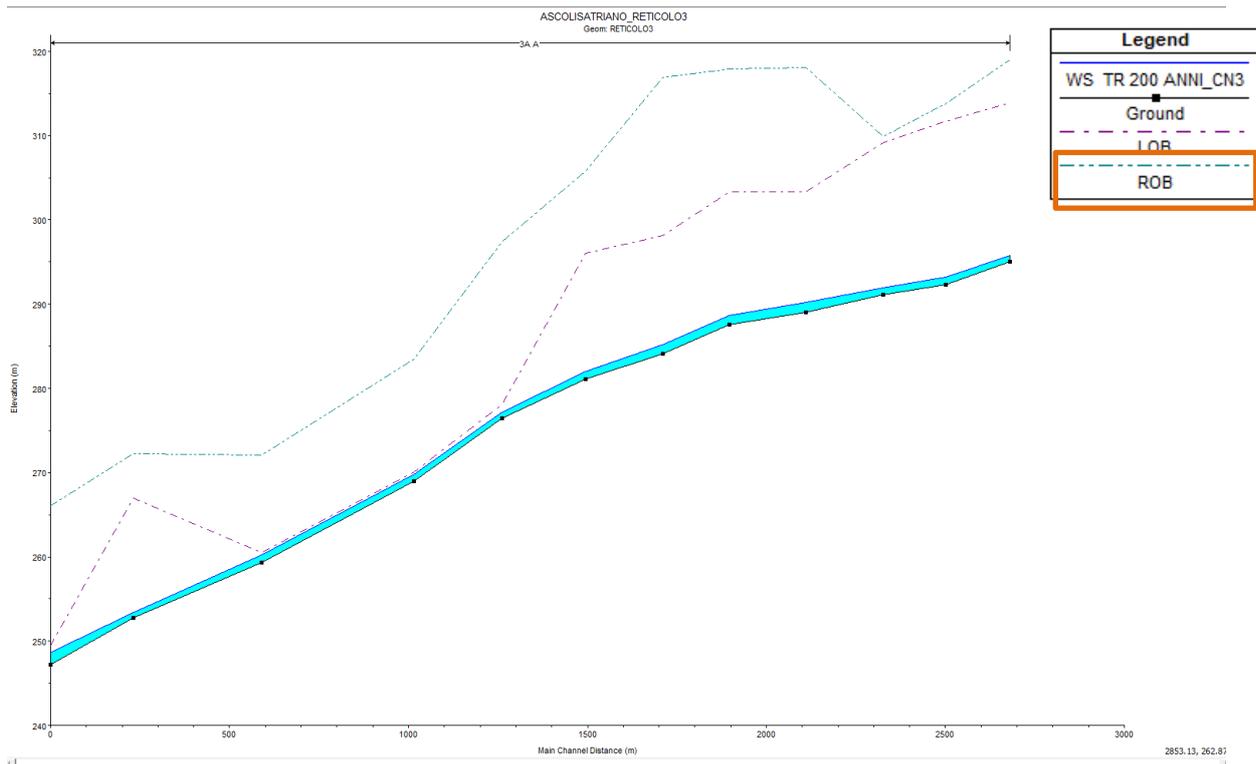


Figura 3.4 – Profilo idraulico Reticolo 3A (cfr. Allegato 6)

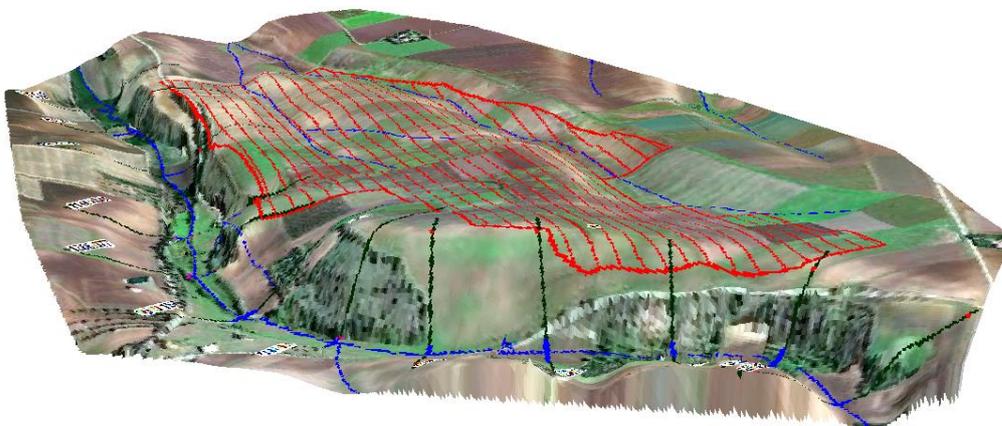


Figura 3.5 – Andamento 3D area di intervento con sovrapposizione aree inondabili Reticolo 3 (area di intervento in rosso)

I dettagli relativi alle sezioni di studio per i singoli reticoli idrografici sono riportate in Allegato 4- Allegato 5 e Allegato 6.

4 RISOLUZIONE INTERFERENZE VIABILITA' PRINCIPALE E AREE INONDABILI DUECENTENNALI

La Viabilità all'area dedicata è costituita dagli accessi esistenti che insistono sulla SP 88 nella zona Nord-Ovest e prosegue internamente all'area di progetto con innesto sulla viabilità principale e secondaria al campo Agrivoltaico.

Come riportato nella figura seguente, la viabilità principale (di larghezza complessiva pari a 12 m) interseca le aree inondabili duecentennali del C.le Santo Spirito (reticolo 1) e C.le Montecorvo (reticolo 2) in n.6 punti. In corrispondenza di dette interferenze si è prevista la realizzazione di tombini idraulici dimensionati in conformità alle disposizioni dettate dalle Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC) 2018 e relativa Circolare 21/01/2019 n.7 C.S.LL.PP., GU 11/02/2019: nello specifico i n.6 tombini idraulici¹ sono stati dimensionati garantendo le condizioni di sicurezza idraulica, ossia assicurando un franco minimo (distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle struttura) di 0,5 m sulla piena bicentenaria.

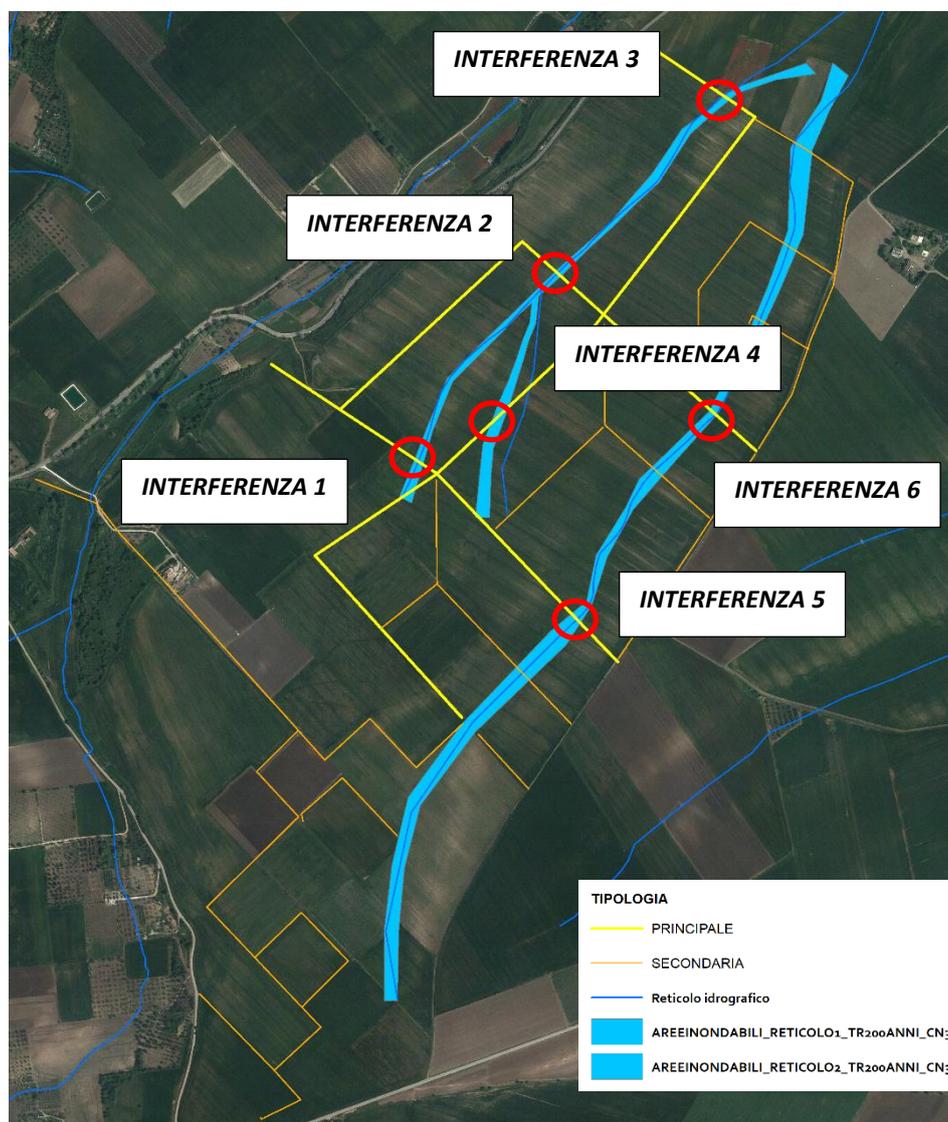


Figura 4.1 –Interferenza viabilità e aree inondabili duecentennali

¹ Nel caso specifico trattasi di tombino idraulico poiché, come definito nella Circolare 21/01/2019 n.7 C.S.LL.PP., GU 11/02/2019 al capitolo C5.1.2.3 *Compatibilità Idraulica – ponti stradali*, la portata che transita nei reticoli idrografici di interesse è inferiore ai 50 m³/s.

Nel seguito si riportano le dimensioni dei tombini suddetti, le cui verifiche idrauliche sono state effettuate mediante il software HEC-RAS (per maggior dettaglio si vedano Allegati 7 e 8).

Tabella 4.1 – Dimensioni tombini idraulici

| TOMBINO | RETICOLO | DIMENSIONI (m) | FRANCO |
|-----------|----------|----------------|--------|
| TOMBINO 1 | 1A | 5 X 0,8 (h) | 0,61 |
| TOMBINO 2 | 1C | 10 x 1 (h) | 0,86 |
| TOMBINO 3 | 1C | 10 x 1 (h) | 0,72 |
| TOMBINO 4 | 1B | 5 x 0,8 (h) | 0,63 |
| TOMBINO 5 | 2A | 8 x 0,8 (h) | 0,53 |
| TOMBINO 6 | 2A | 8 x 1 (h) | 0,54 |

5 RECINZIONE ESTERNA IN INTERFERENZA CON LE AREE INONDABILI DUECENTENNALI

Al fine di rendere l'intervento compatibile con il PAI, lungo le aree di interferenza tra le recinzioni esterne dell'impianto e le aree inondabili duecentennali individuate dal presente studio, la suddetta recinzione sarà costituita da una staccionata in pali di legno con luce libera tra i montanti superiore ai due metri, tale da non ostacolare il libero deflusso delle acque.

6 ANALISI DEI RISULTATI CONSEGUITI

Premesso che nelle aree tratteggiate in rosso, ricomprese nelle aree agricole esterne all'AgriFV, il progetto non prevede alcuna variazione di uso del suolo e/o planoaltimetrica rispetto alla configurazione attuale dei luoghi, dall'analisi dei risultati delle simulazioni idrauliche è stato possibile giungere alle seguenti conclusioni:

- le aree inondabili duecentennali di competenza del reticolo 3 C.le Montecorvo risultano non interferire con l'areale dell'AgriFV: in alveo il tirante massimo raggiunto è pari a 1,44 m, con franchi idraulici rispetto alle quote topografiche dell'area di progetto variabili tra 18 e 32 m;
- gli interventi di progetto risultano compatibile con quanto disciplinato dalle NTA del PAI Puglia, poiché localizzati all'esterno delle aree inondabili duecentennali così come definite dal presente studio (Figura 6.1), al fine di rispettare le condizioni di sicurezza idraulica definite dall'art. 36 del PAI Puglia (*condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni*);
- nelle aree inondabili duecentennali del Reticolo 3, così come individuate dal presente studio idrologico ed idraulico, comunque ricomprese nelle aree definite "Aree agricole Esterne all'AgriFV" non saranno attuati interventi di variazione planoaltimetrica e/o di uso del suolo rispetto alla configurazione attuale dei luoghi;
- per la viabilità principale, in interferenza con le aree inondabili definite nel presente studio idrologico ed idraulico, gli attraversamenti idraulici sono stati dimensionati garantendo le

condizioni di sicurezza idraulica e, quindi, in conformità ai dettami delle Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC) 2018 e relativa Circolare 21/01/2019 n.7 C.S.LL.PP., GU 11/02/2019.

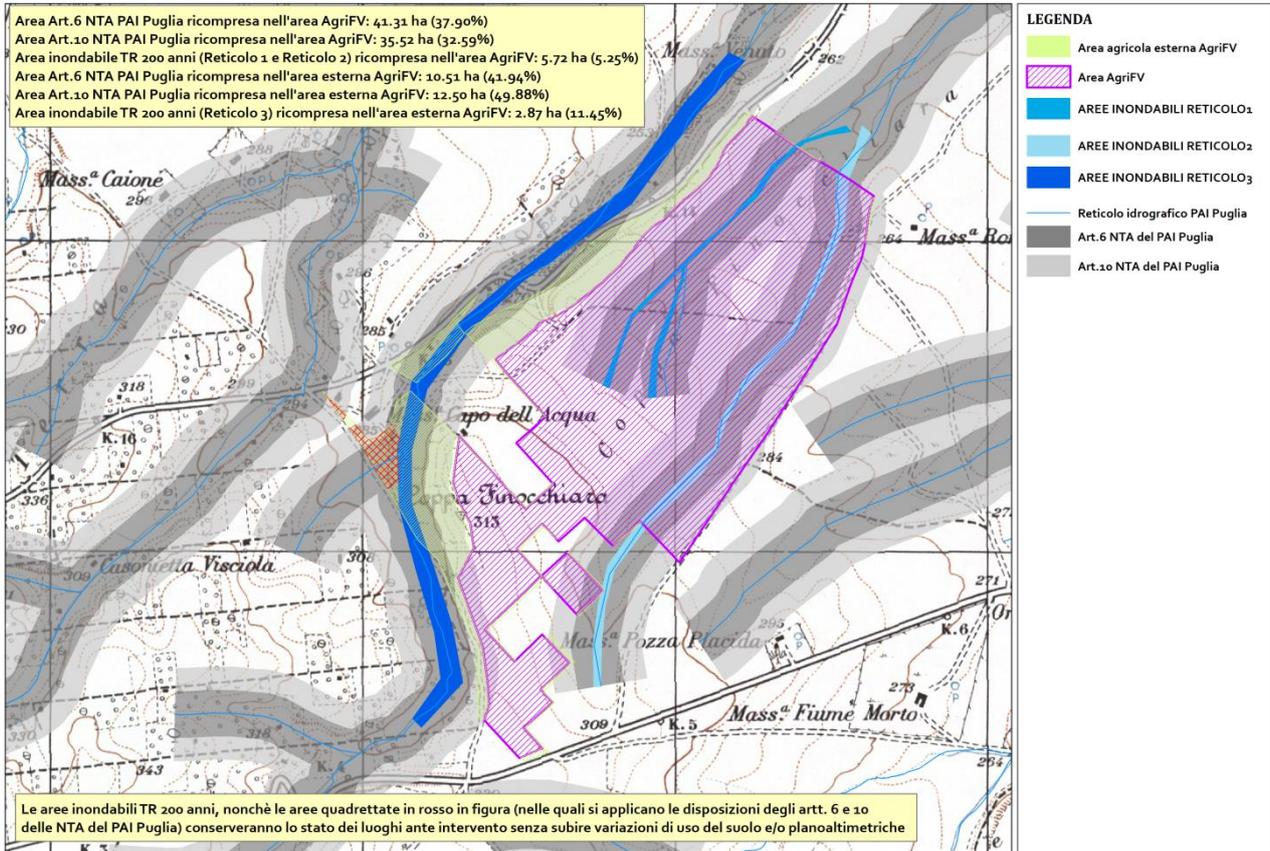
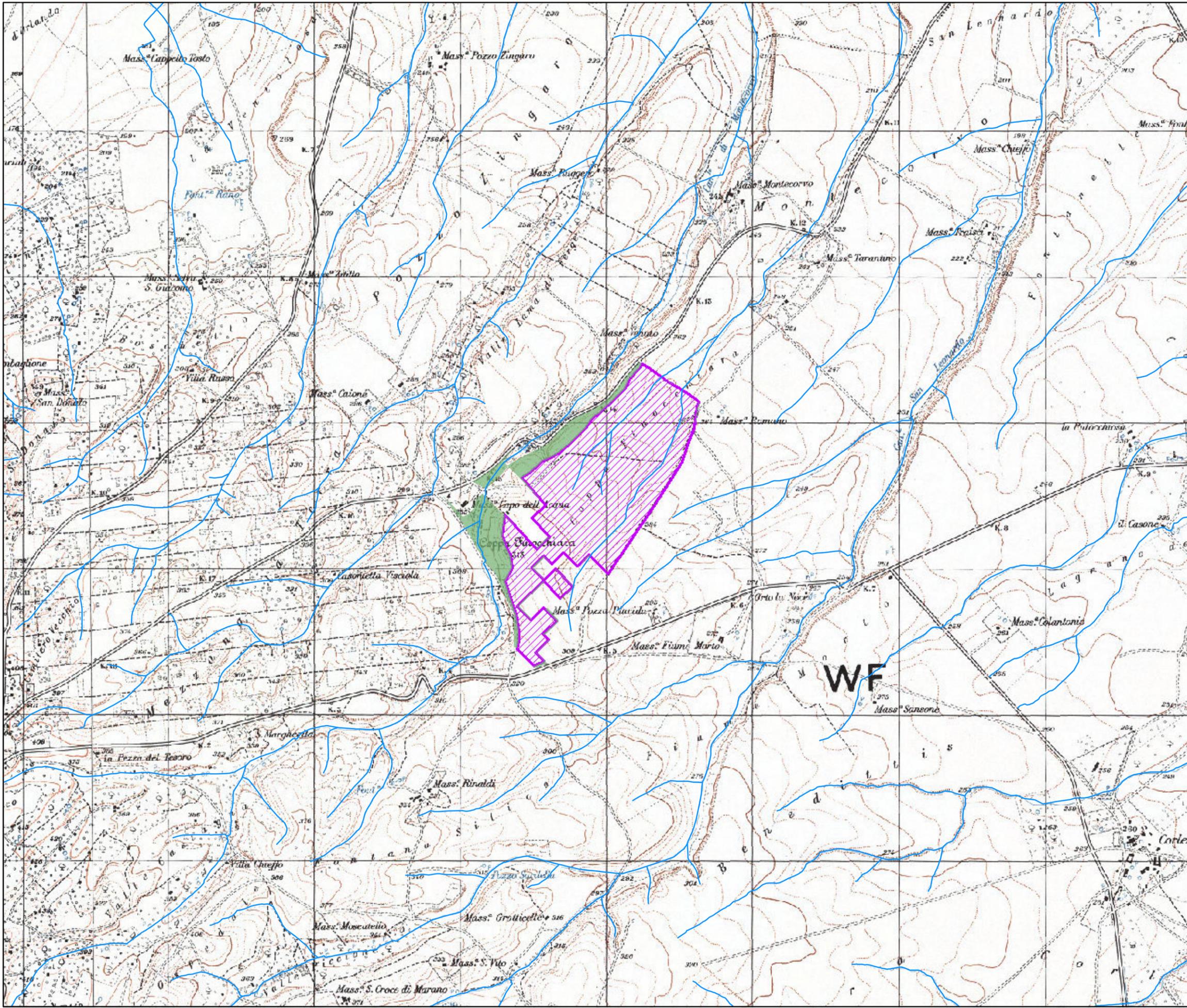


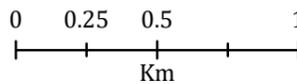
Figura 6.1 – Sovrapposizione aree inondabili per Tr 200 anni con l'areale di progetto (cfr. Allegato 3A)

ALLEGATO 1 - COROGRAFIA

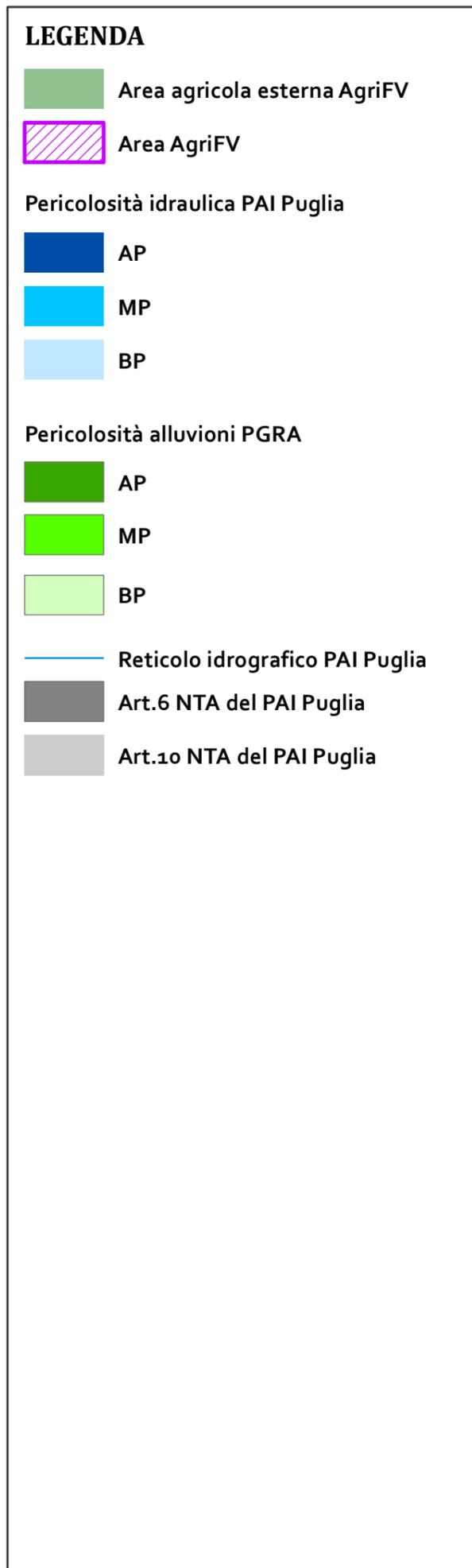
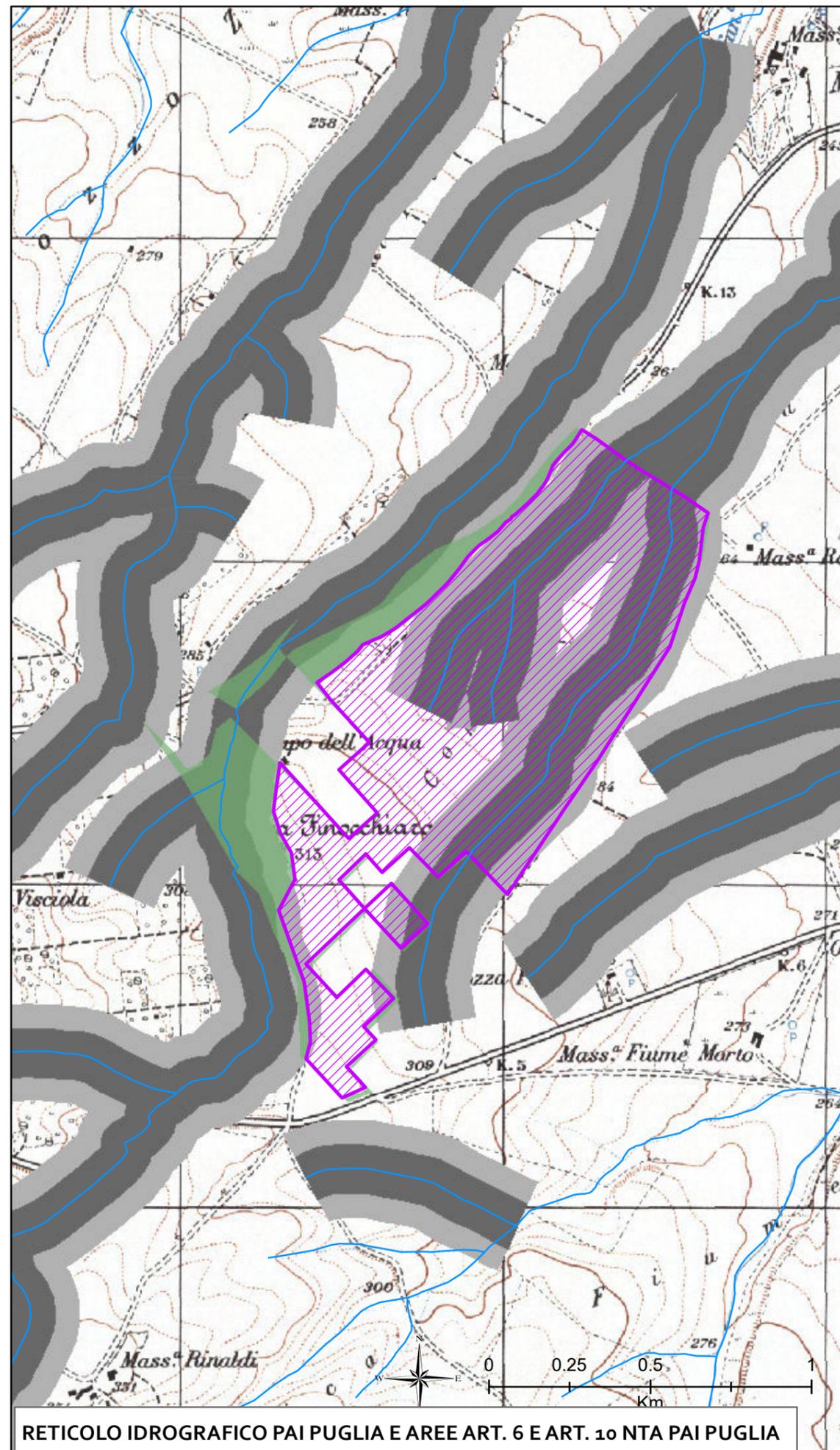
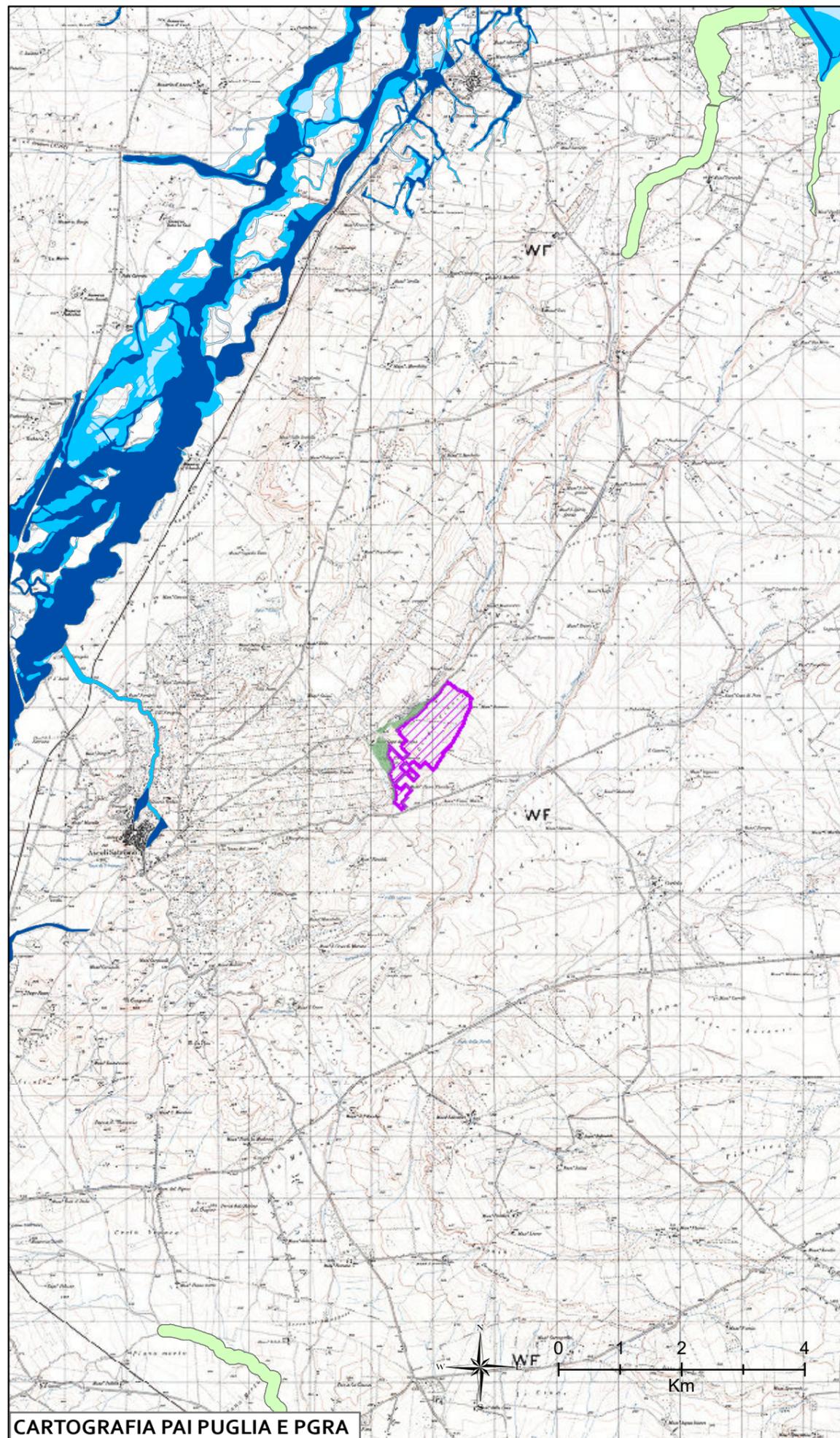


LEGENDA

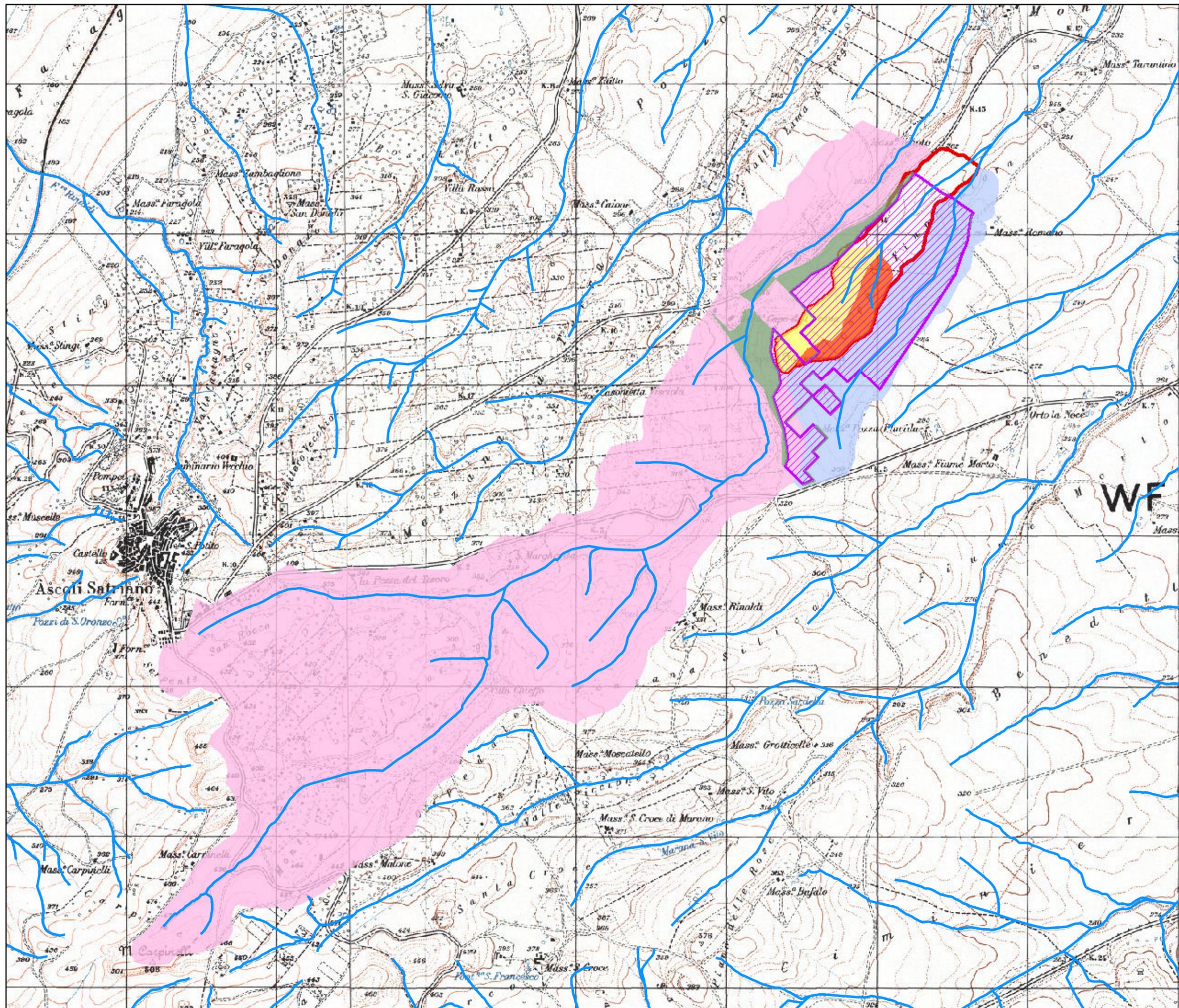
-  Reticolo idrografico PAI Puglia
-  Area agricola esterna AgriFV
-  Area AgriFV

ALLEGATO 1A - CARTOGRAFIA PAI E PGRA

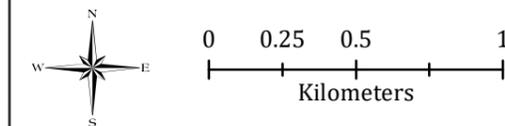


ALLEGATO 2 - BACINI IDROGRAFICI



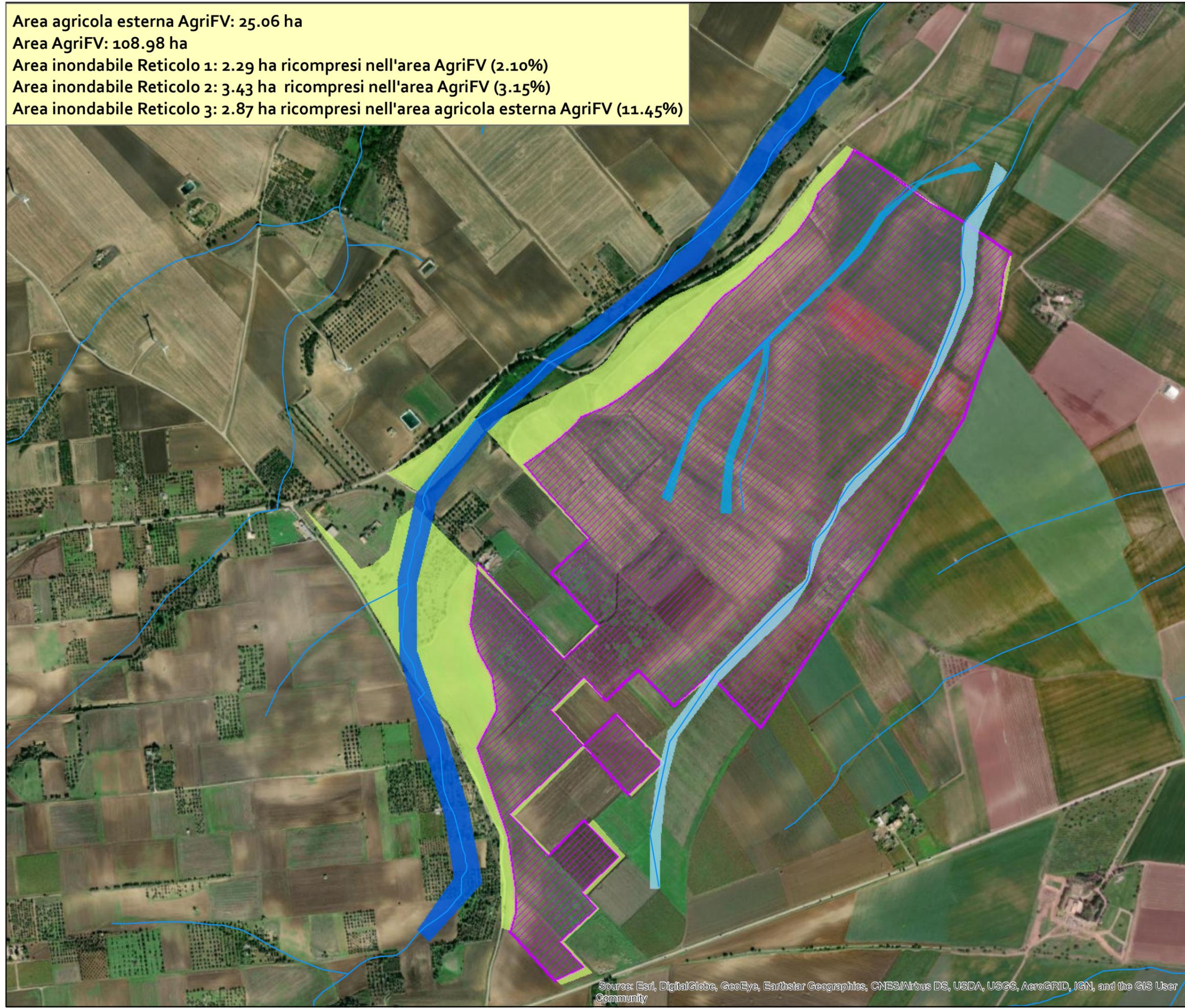
LEGENDA

-  Reticolo idrografico PAI Puglia
-  Area agricola esterna AgriFV
-  Area AgriFV
-  BACINO_1A
-  BACINO_1B
-  BACINO_1C
-  BACINO_2A
-  BACINO_3A

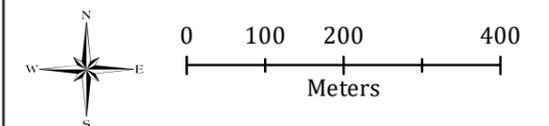


ALLEGATO 3 - AREE INONDABILI TR 200 ANNI

Area agricola esterna AgriFV: 25.06 ha
Area AgriFV: 108.98 ha
Area inondabile Reticolo 1: 2.29 ha ricompresi nell'area AgriFV (2.10%)
Area inondabile Reticolo 2: 3.43 ha ricompresi nell'area AgriFV (3.15%)
Area inondabile Reticolo 3: 2.87 ha ricompresi nell'area agricola esterna AgriFV (11.45%)



- LEGENDA**
- Reticolo idrografico PAI Puglia
 - Area agricola esterna AgriFV
 - Area AgriFV
 - AREE INONDABILI RETICOLO1
 - AREE INONDABILI RETICOLO2
 - AREE INONDABILI RETICOLO3



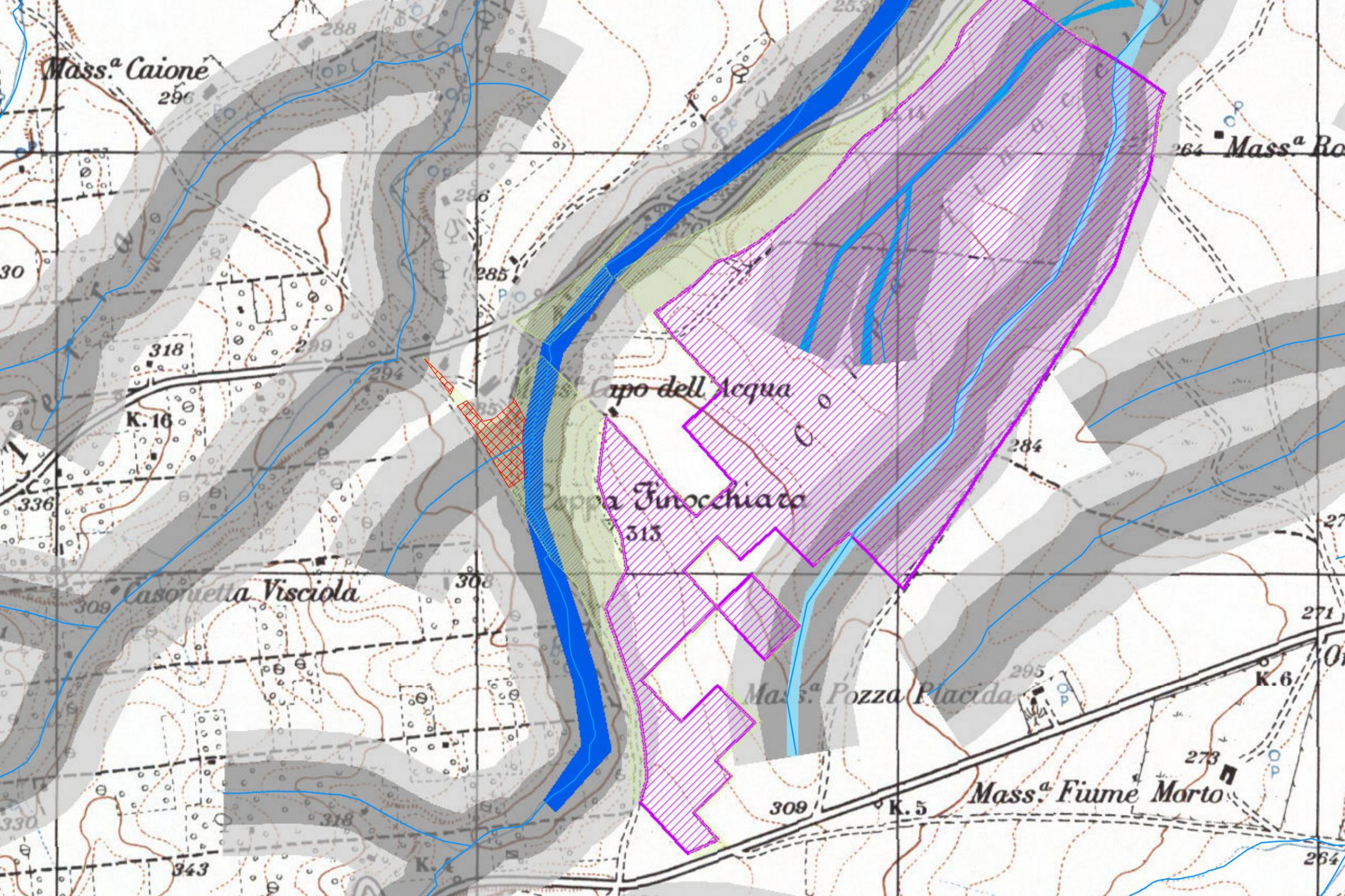
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

ALLEGATO 3A - PAI PUGLIA - AREE INONDABILI STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO

Area Art.6 NTA PAI Puglia ricompresa nell'area AgriFV: 41.31 ha (37.90%)
 Area Art.10 NTA PAI Puglia ricompresa nell'area AgriFV: 35.52 ha (32.59%)
 Area inondabile TR 200 anni (Reticolo 1 e Reticolo 2) ricompresa nell'area AgriFV: 5.72 ha (5.25%)
 Area Art.6 NTA PAI Puglia ricompresa nell'area esterna AgriFV: 10.51 ha (41.94%)
 Area Art.10 NTA PAI Puglia ricompresa nell'area esterna AgriFV: 12.50 ha (49.88%)
 Area inondabile TR 200 anni (Reticolo 3) ricompresa nell'area esterna AgriFV: 2.87 ha (11.45%)

LEGENDA

- Area agricola esterna AgriFV
- Area AgriFV
- AREE INONDABILI RETICOLO1
- AREE INONDABILI RETICOLO2
- AREE INONDABILI RETICOLO3
- Reticolo idrografico PAI Puglia
- Art.6 NTA del PAI Puglia
- Art.10 NTA del PAI Puglia



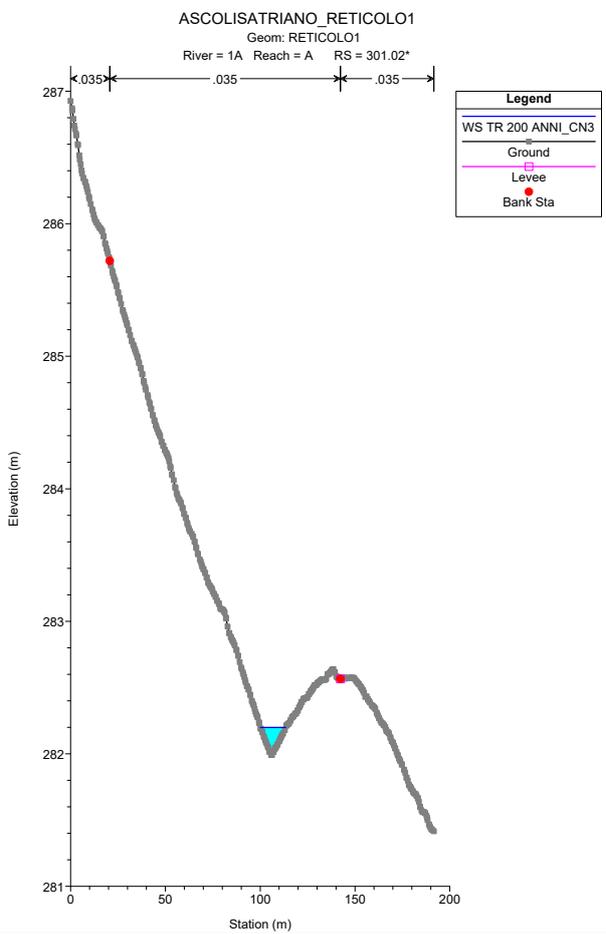
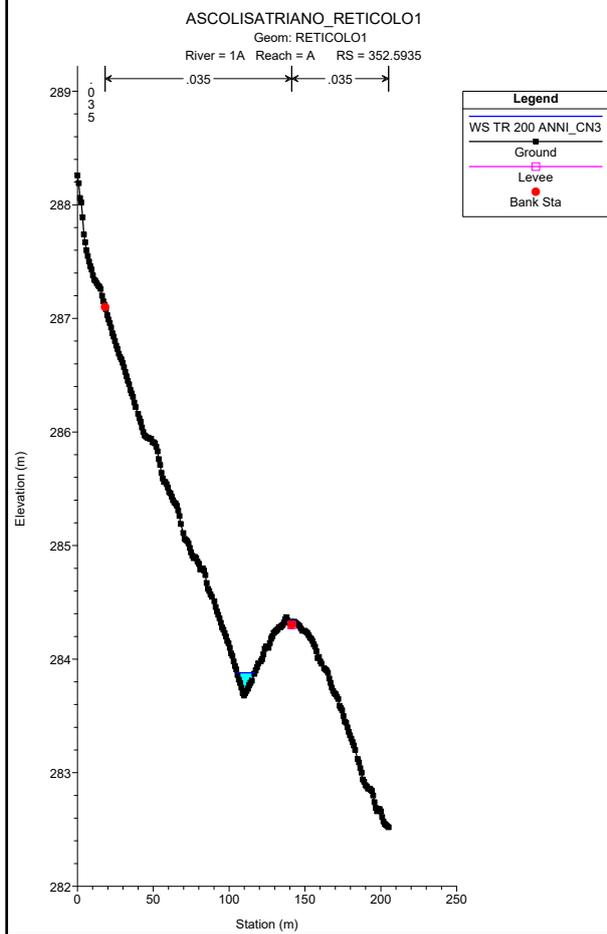
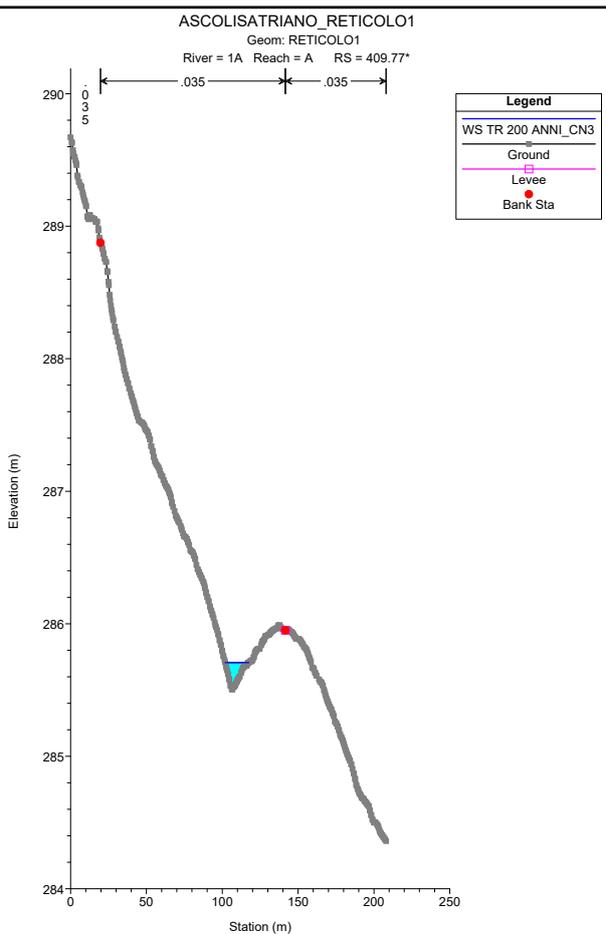
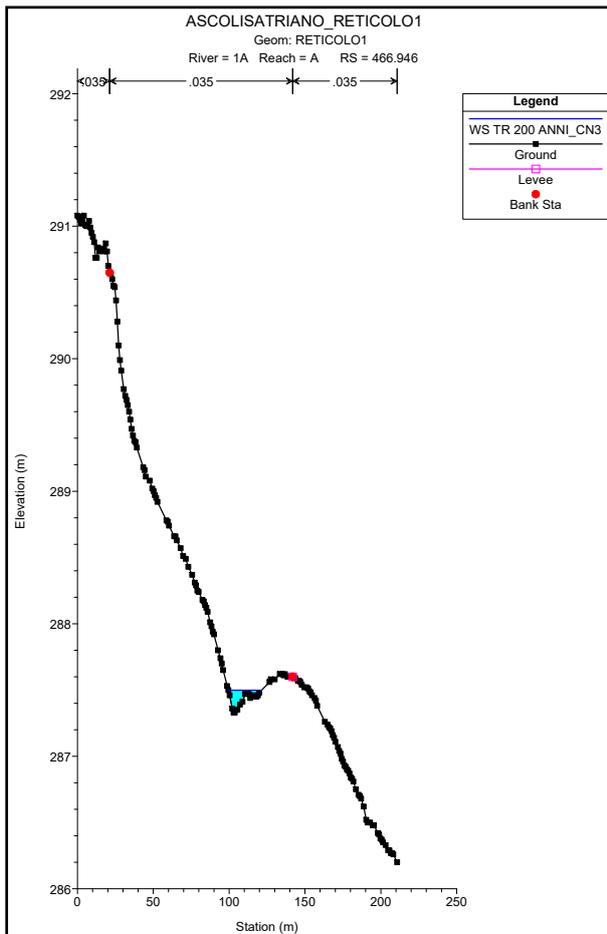
Le aree inondabili TR 200 anni, nonché le aree quadrettate in rosso in figura (nelle quali si applicano le disposizioni degli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI Puglia) conserveranno lo stato dei luoghi ante intervento senza subire variazioni di uso del suolo e/o planoaltimetriche

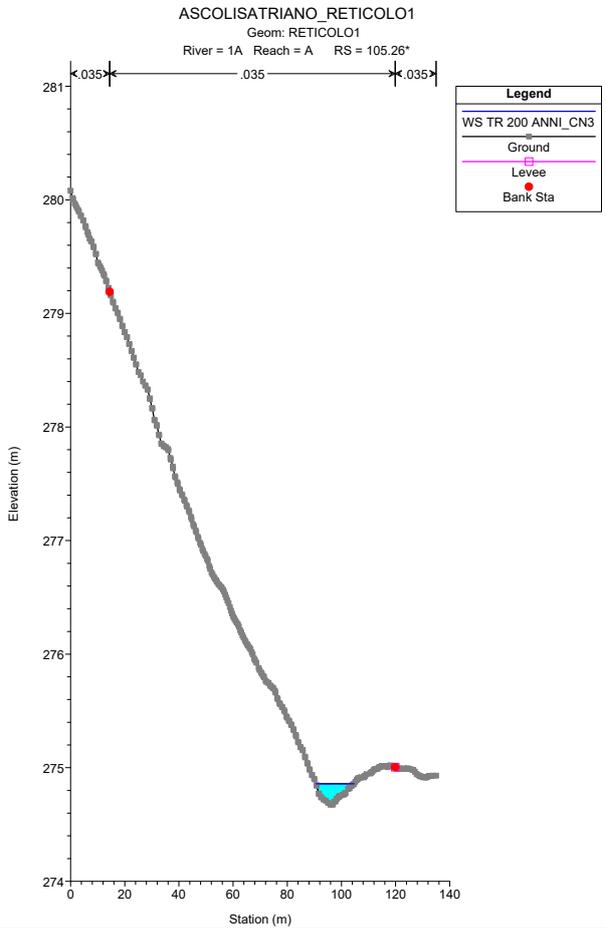
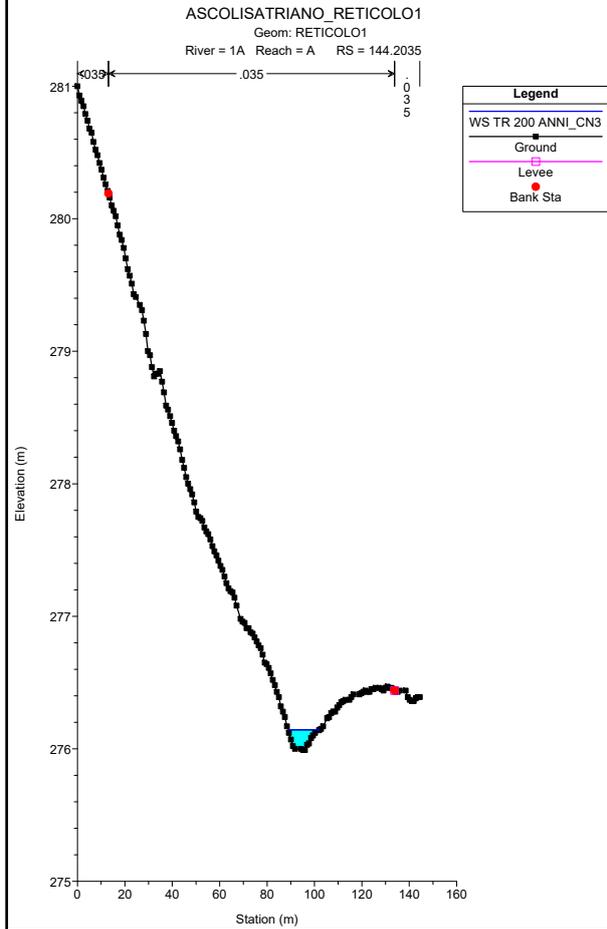
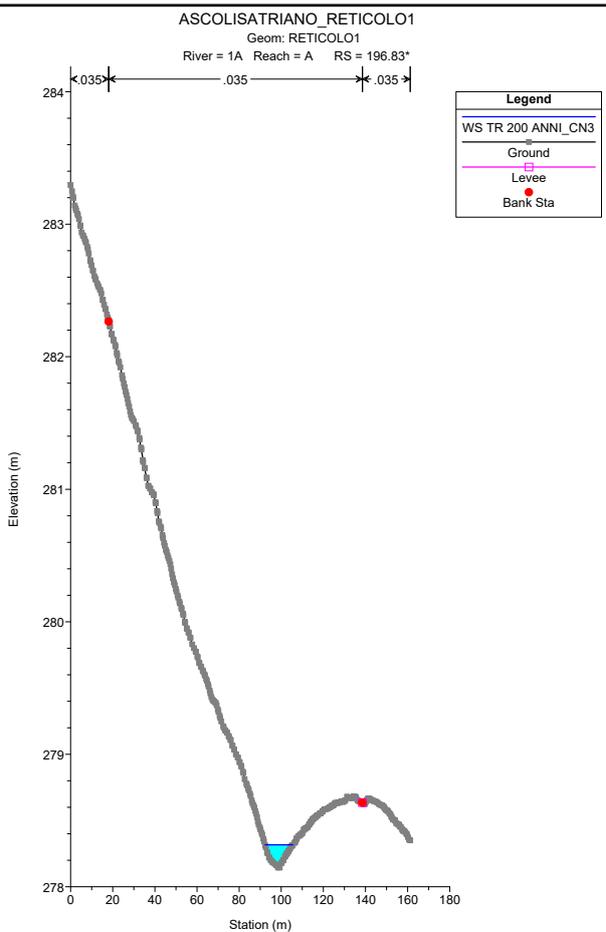
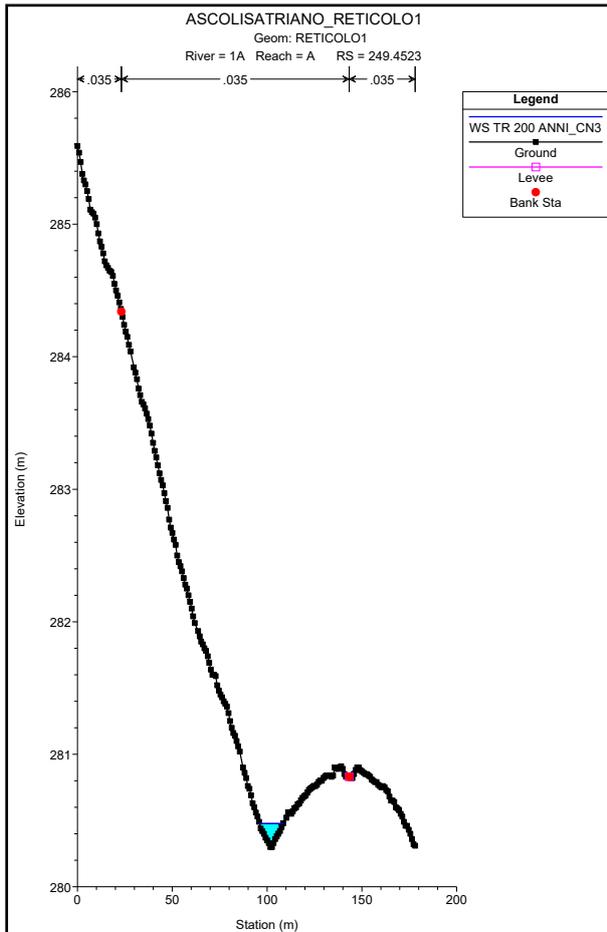
ALLEGATO 4

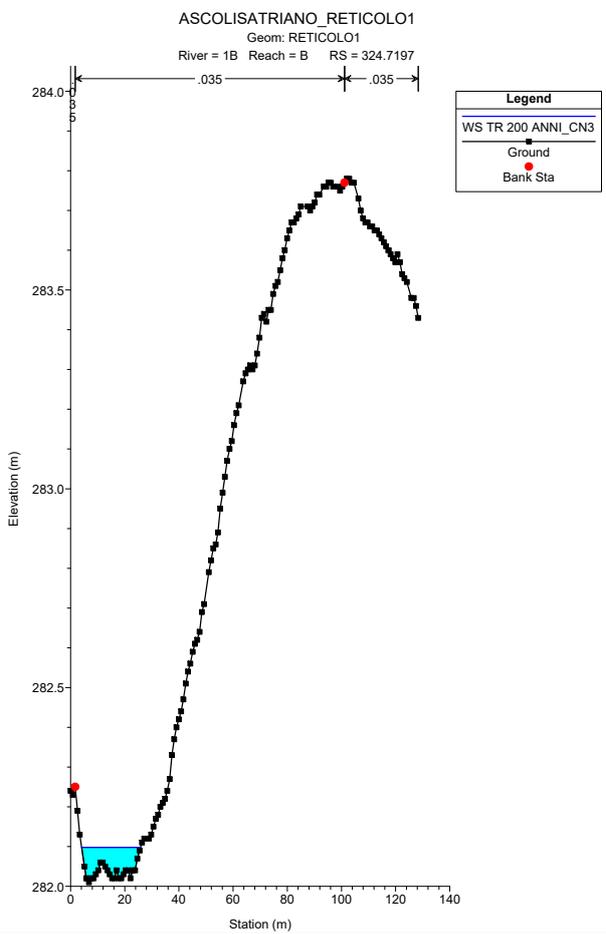
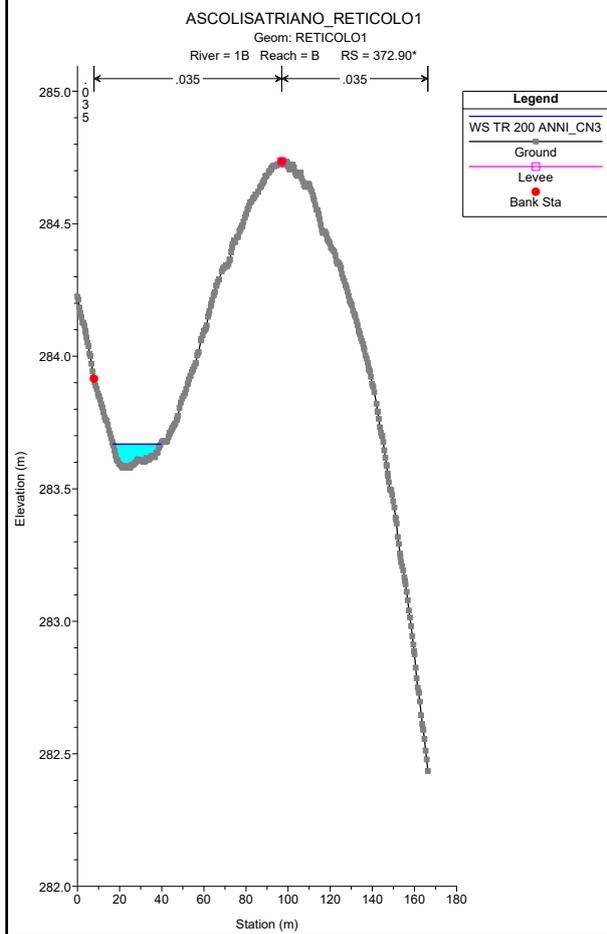
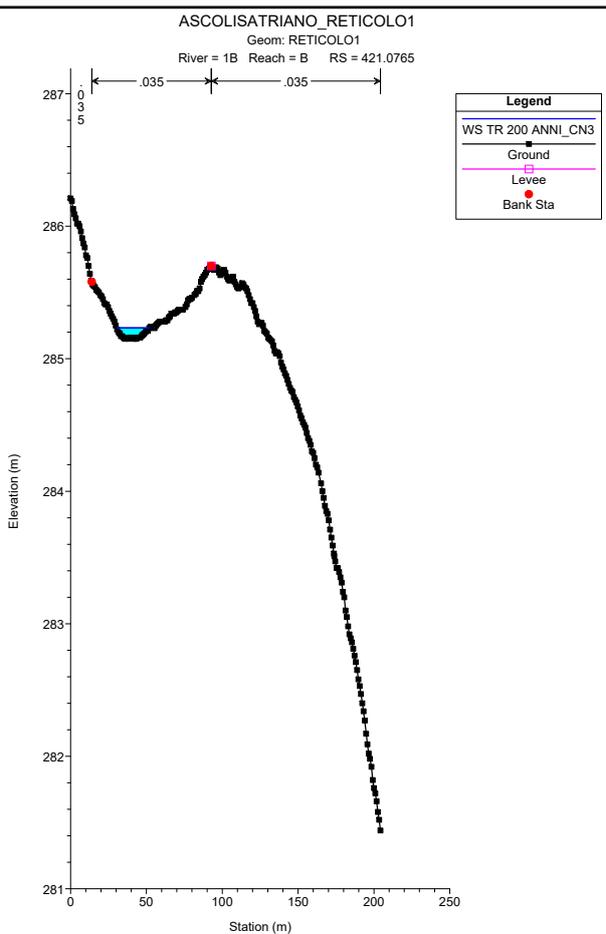
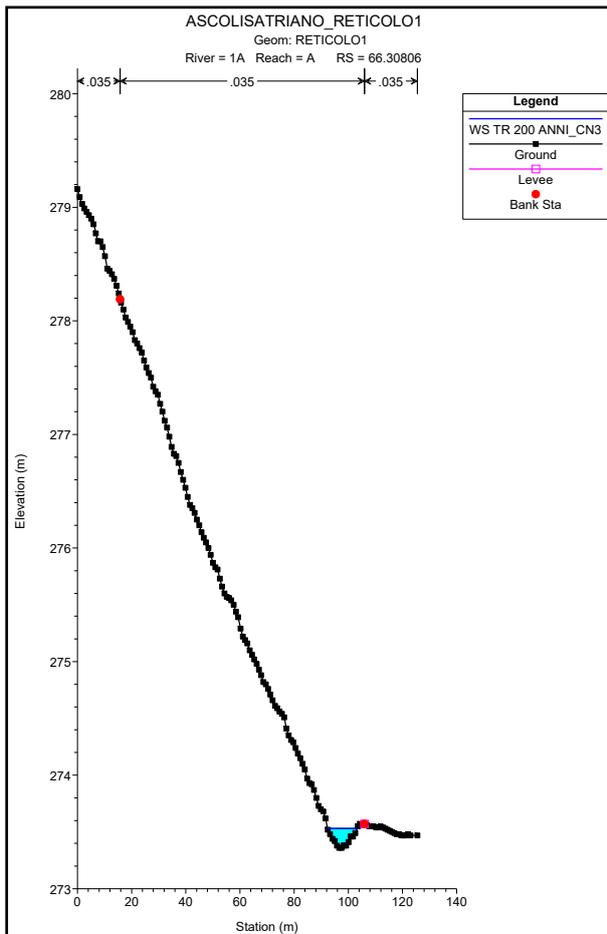
Reticolo 1 - C.le Santo Spirito

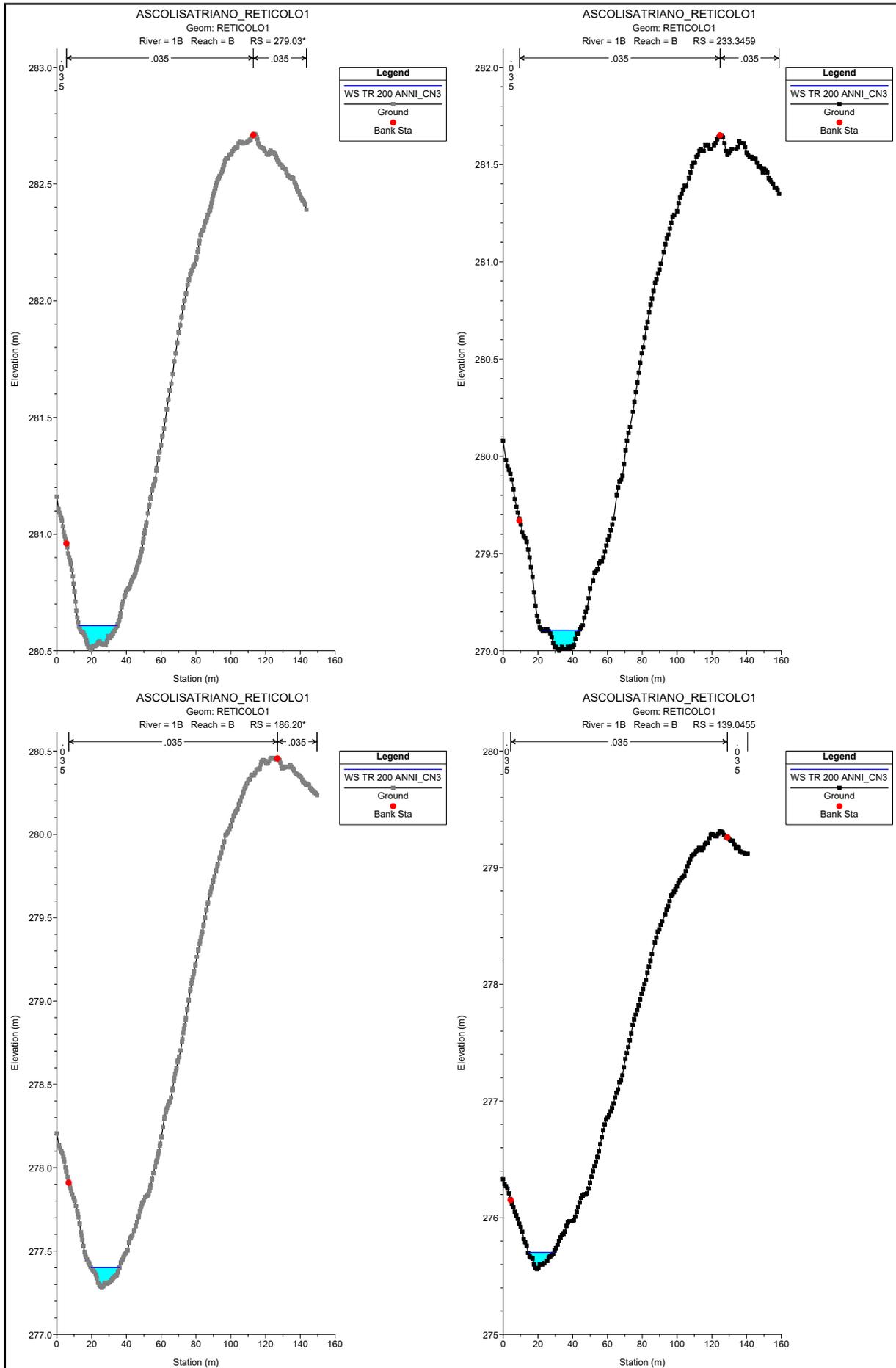
Aree inondabili TR 200 anni
Sezioni trasversali TR 200 anni
Profilo idraulico TR 200 anni
Parametri idrodinamici TR 200 anni

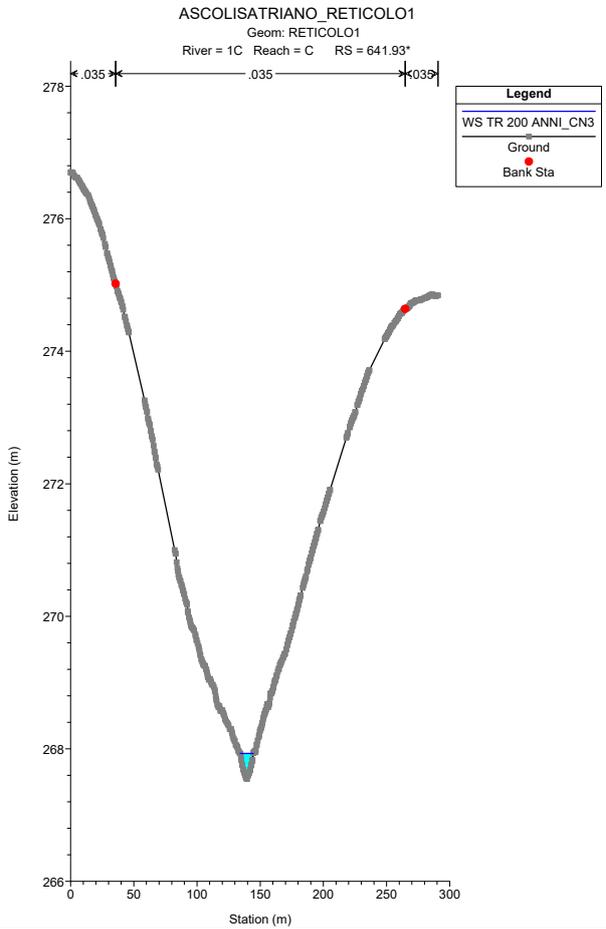
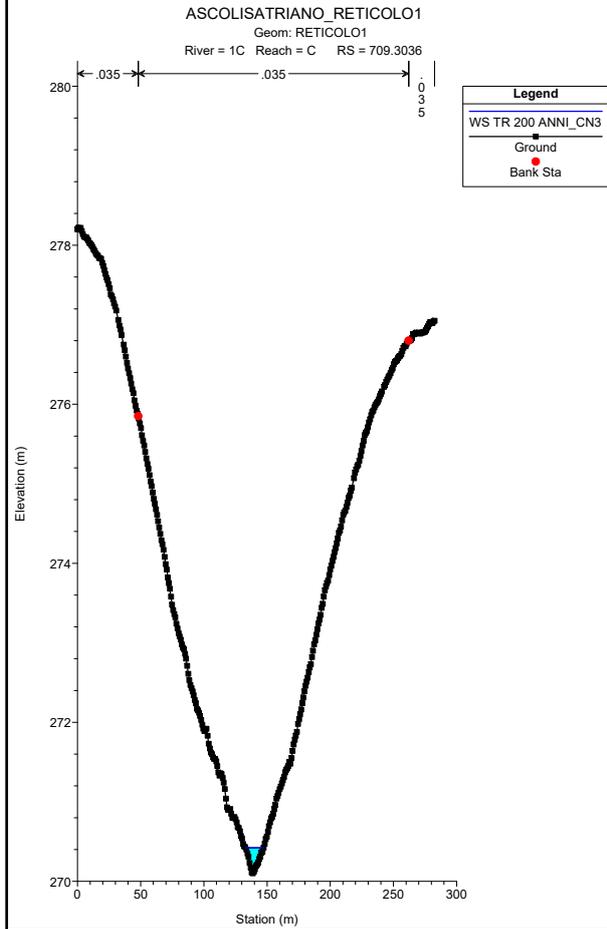
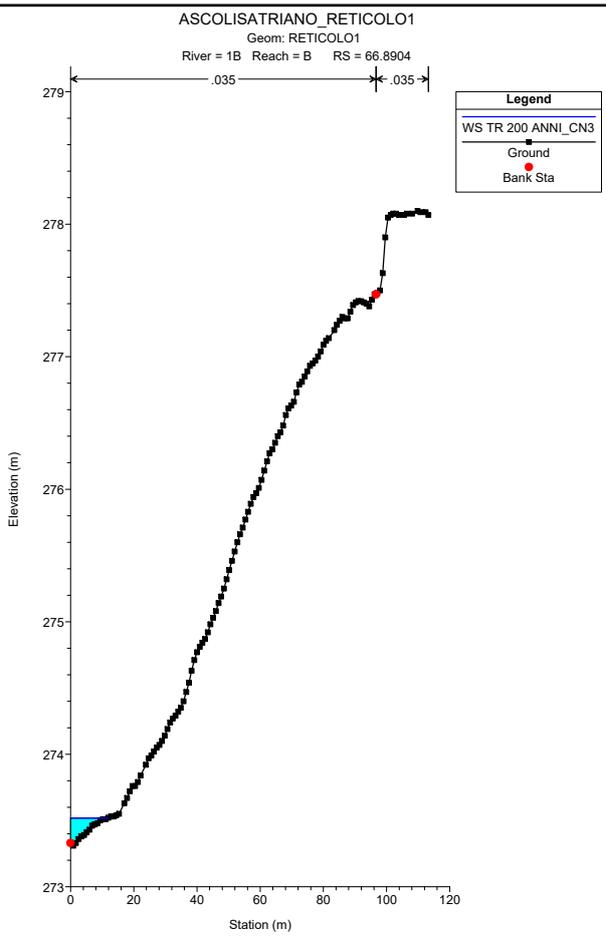
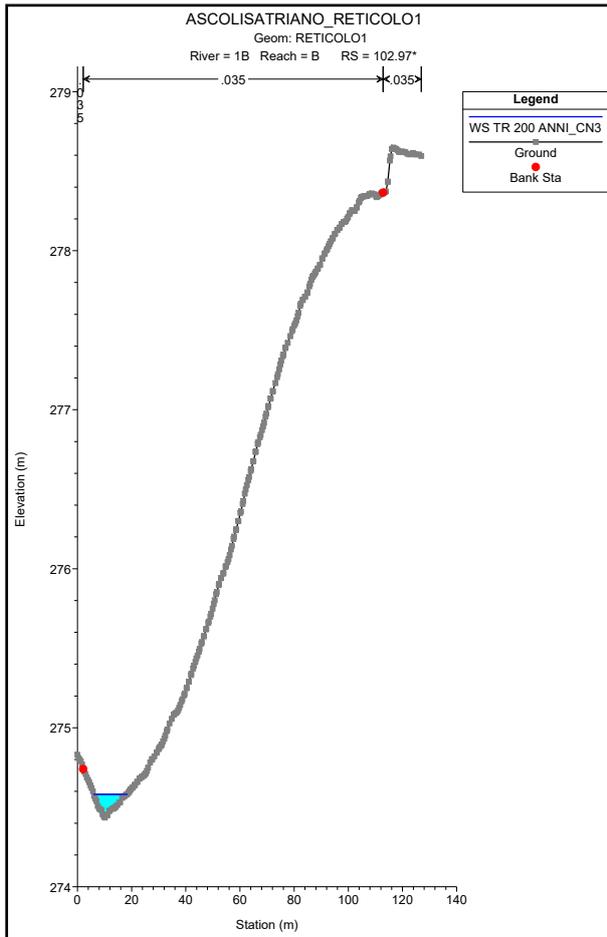


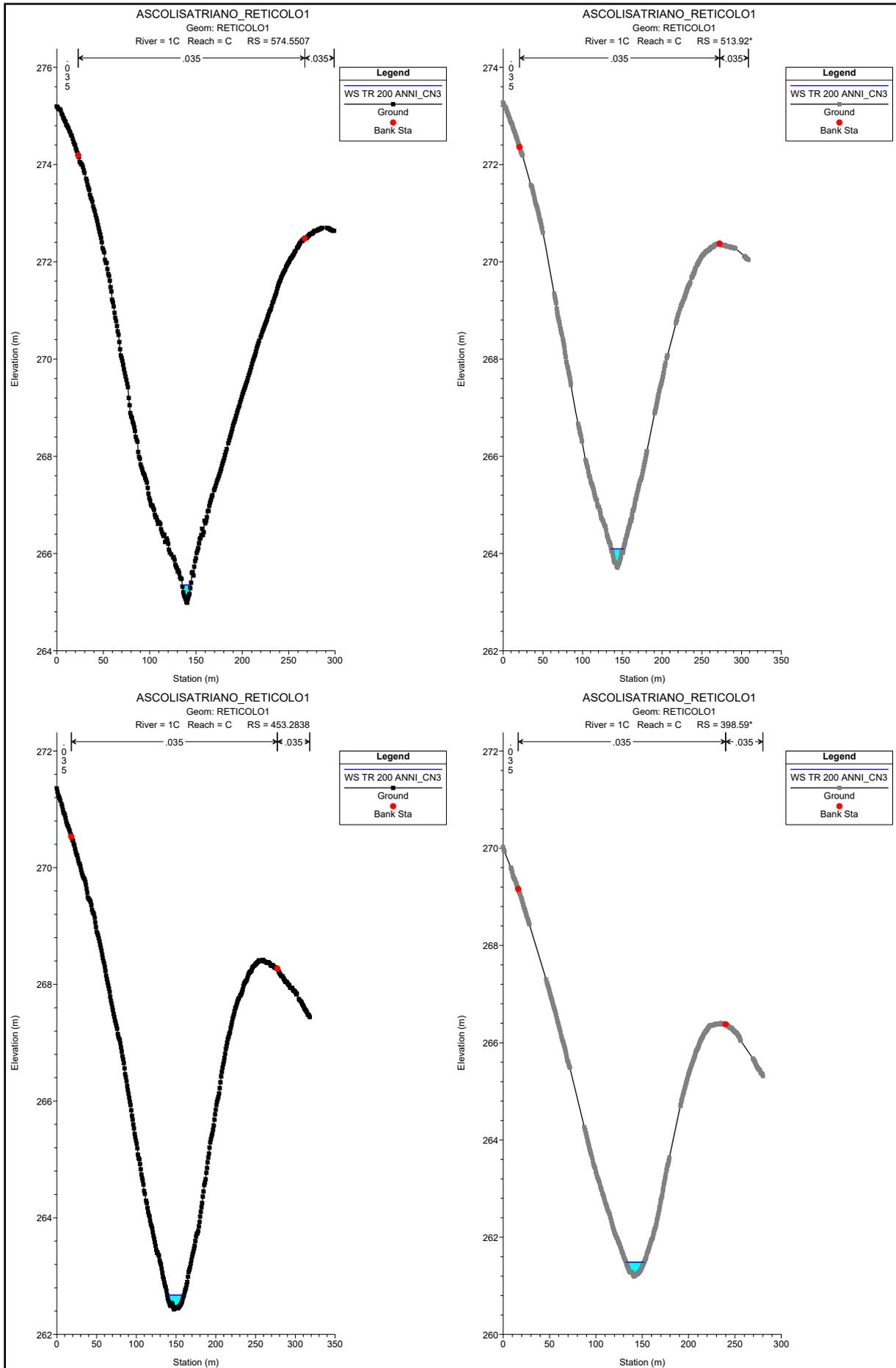


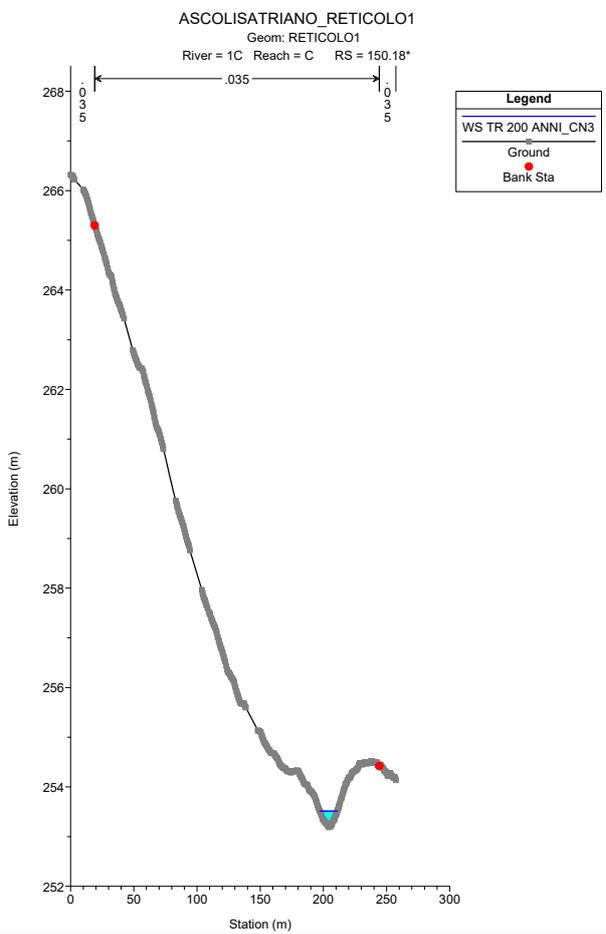
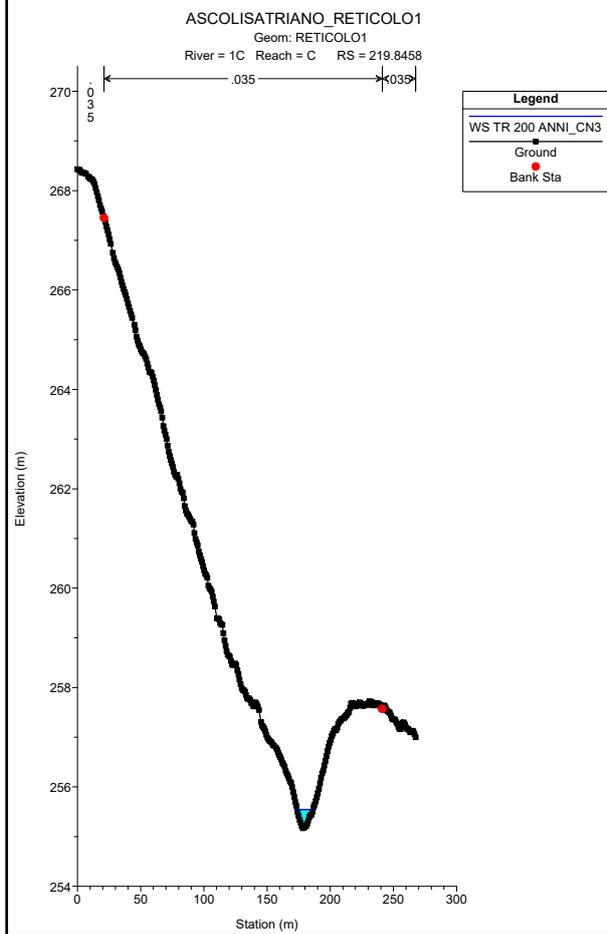
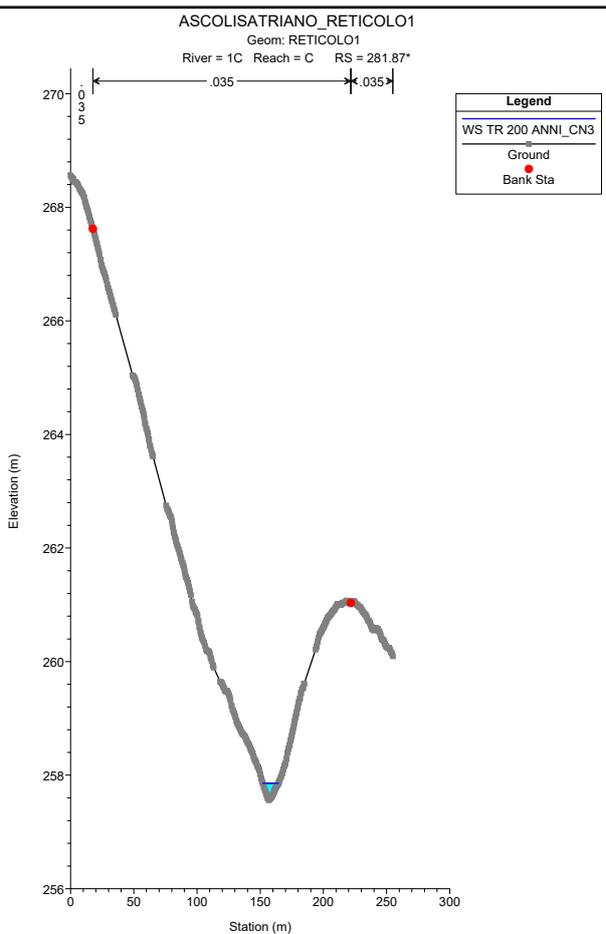
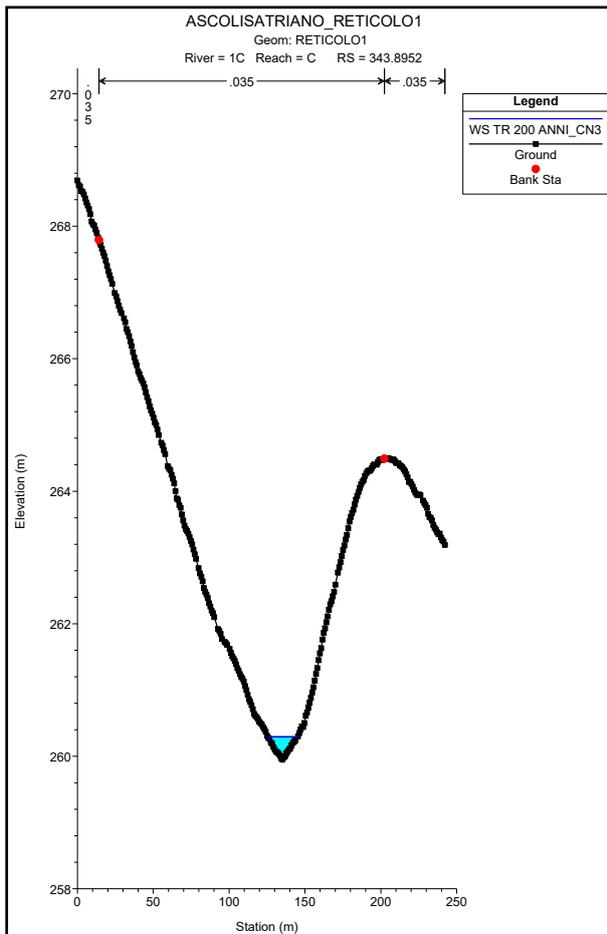




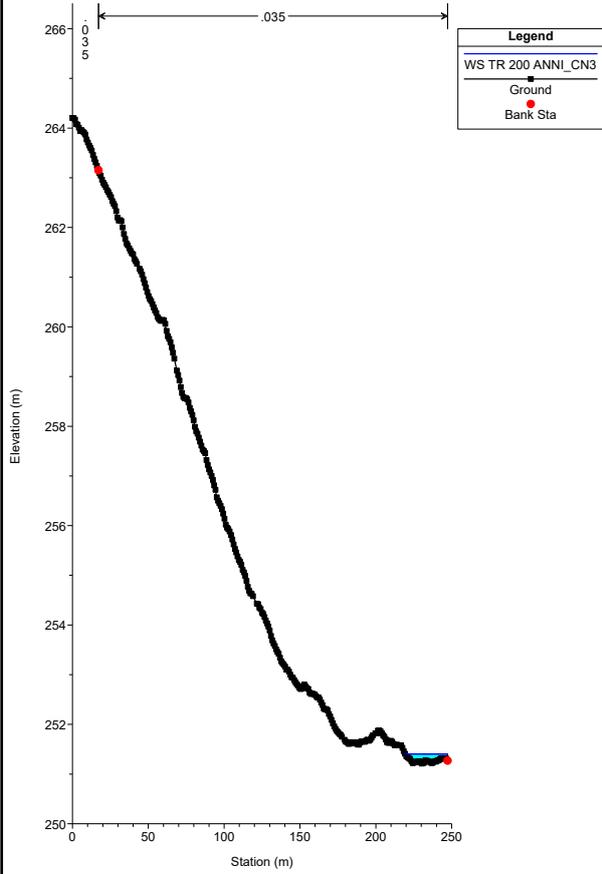








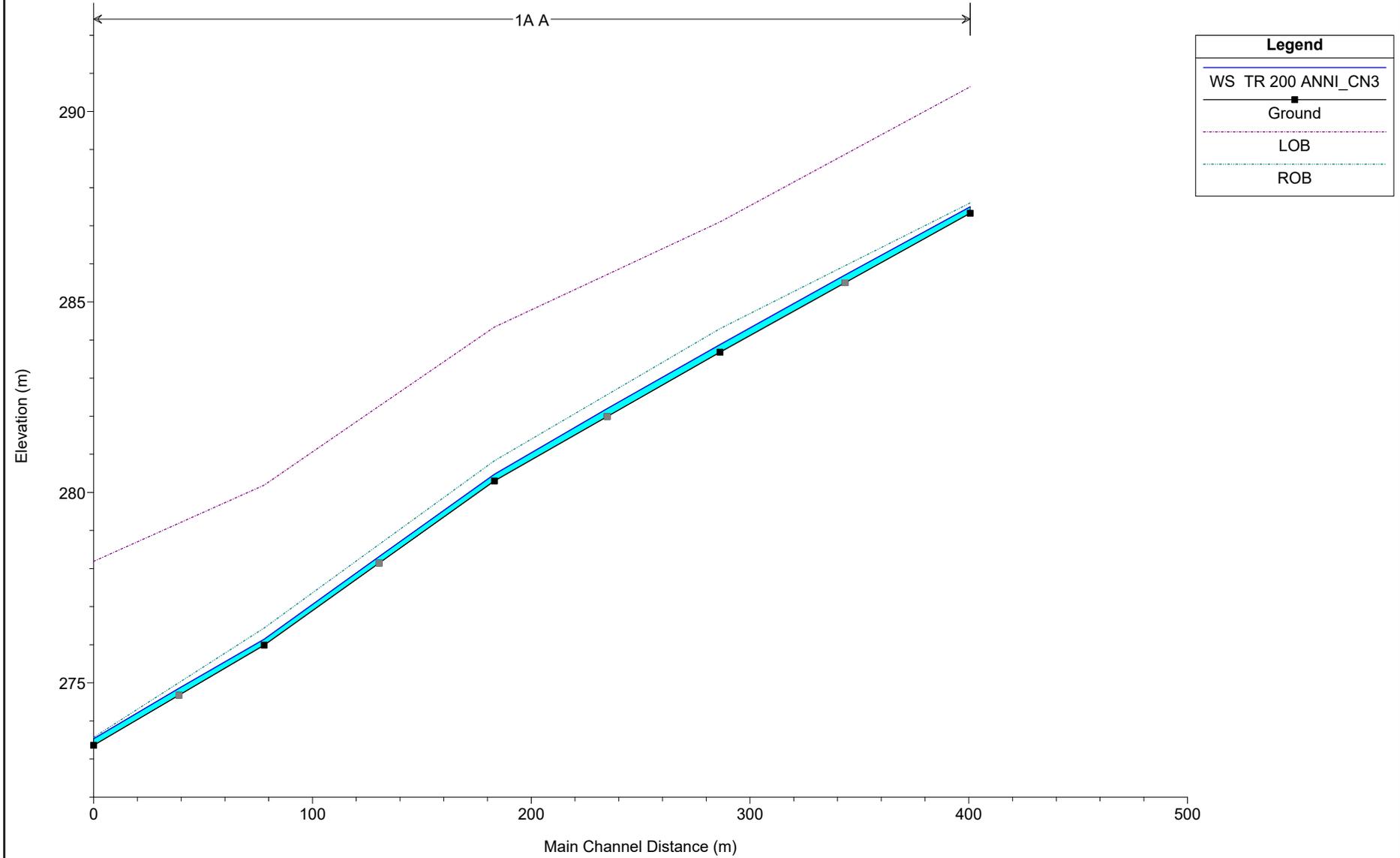
ASCOLISATRIANO_RETICOLO1
Geom: RETICOLO1
River = 1C Reach = C RS = 80.51495



ASCOLISATRIANO_RETICOLO1

Geom: RETICOLO1

1A A

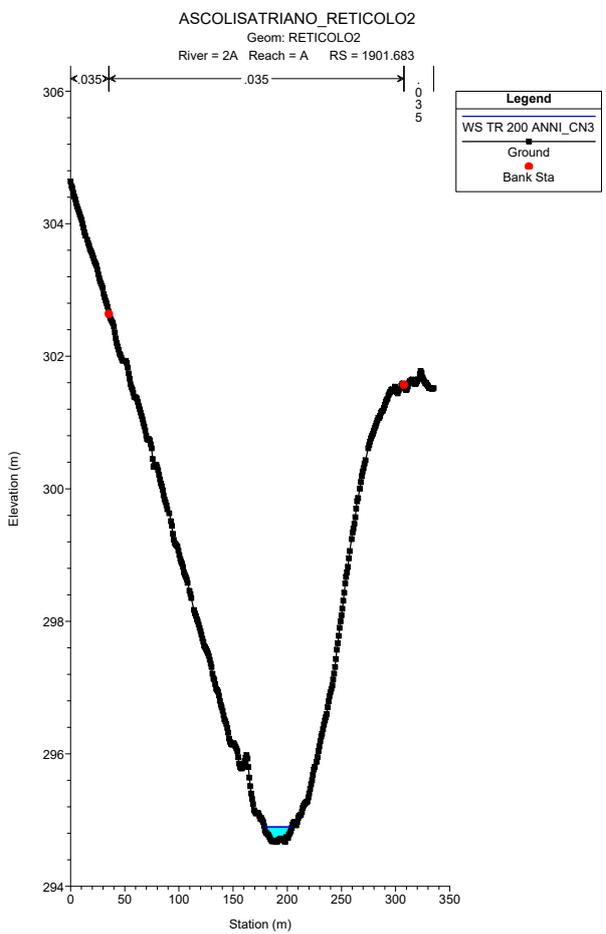
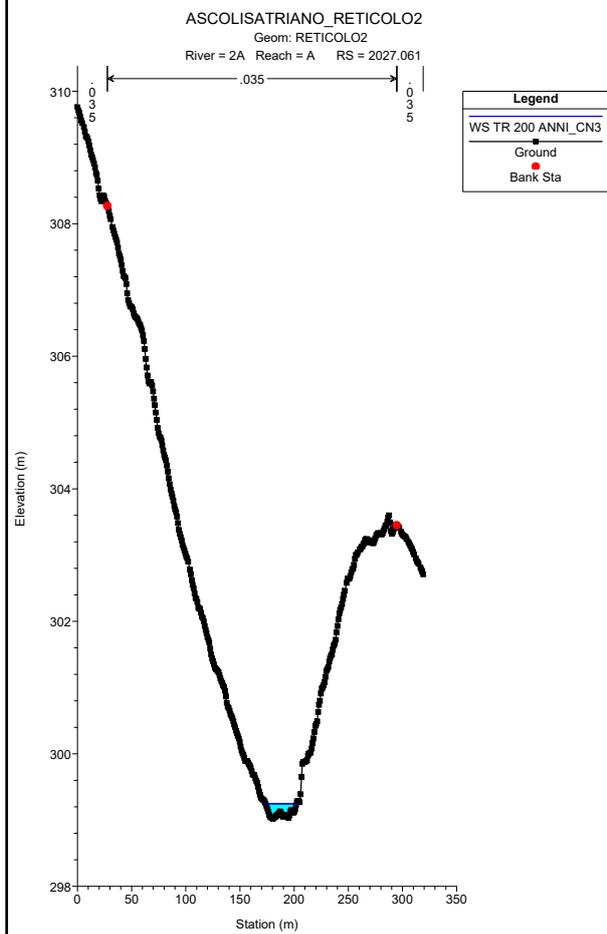
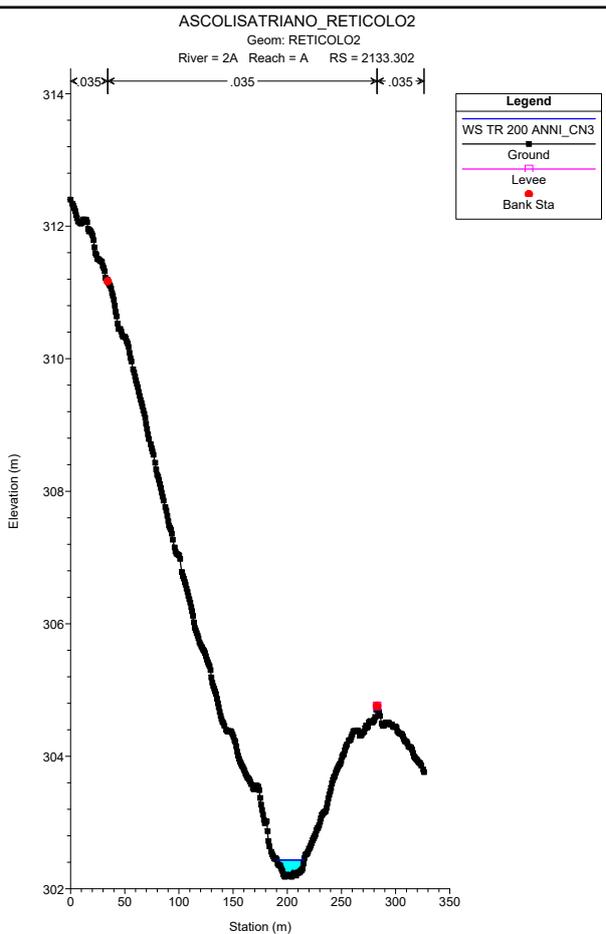
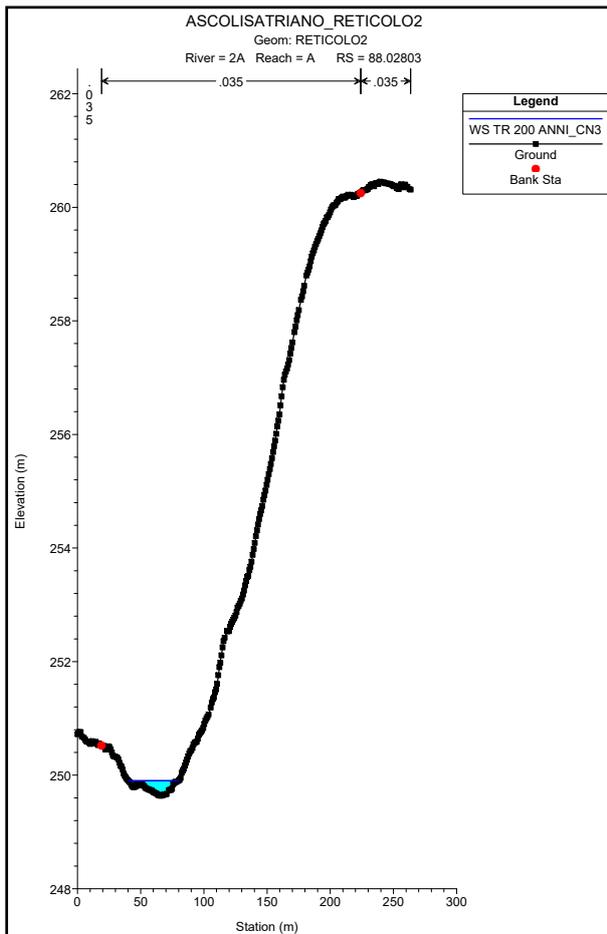


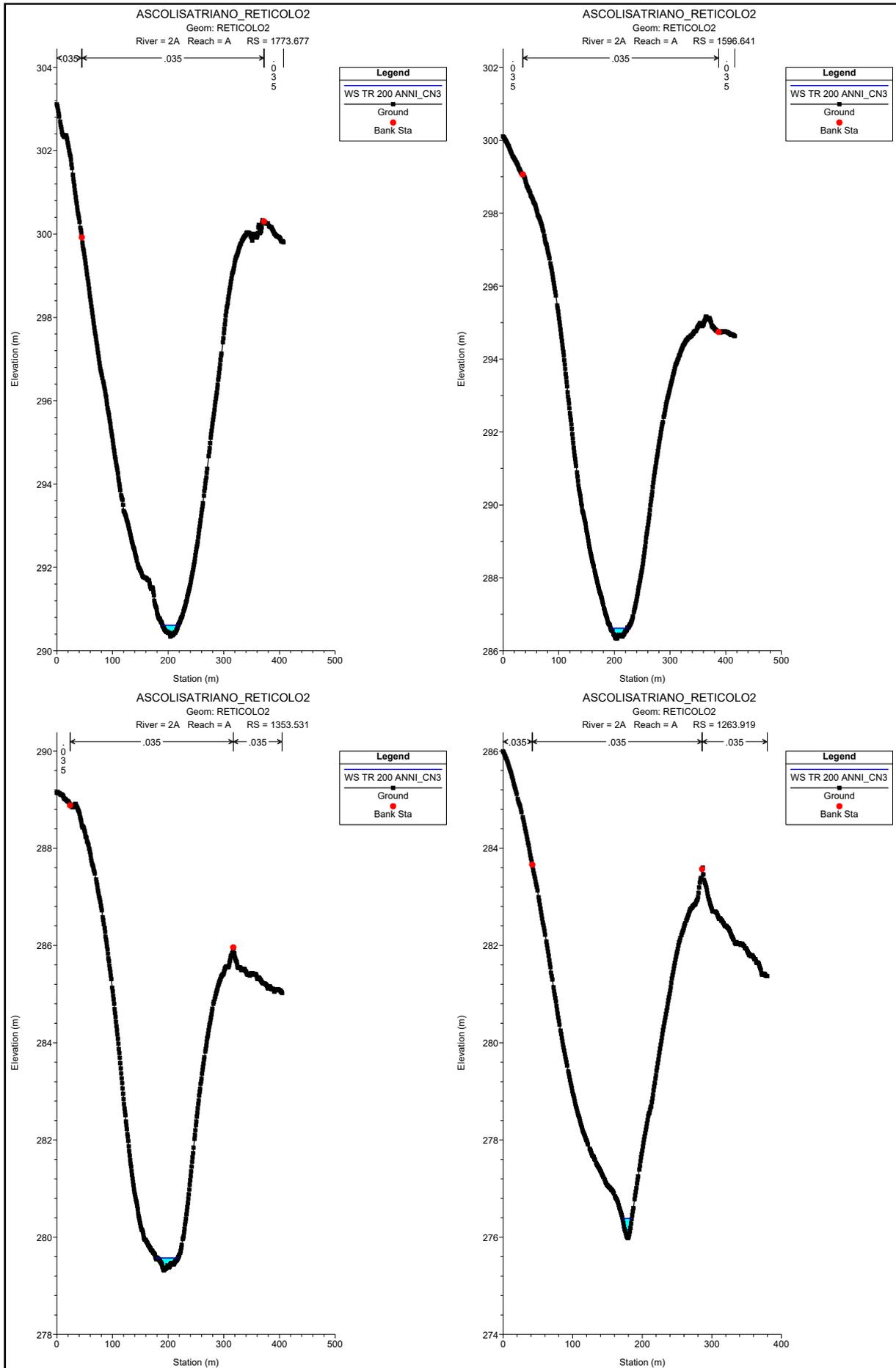
ALLEGATO 5

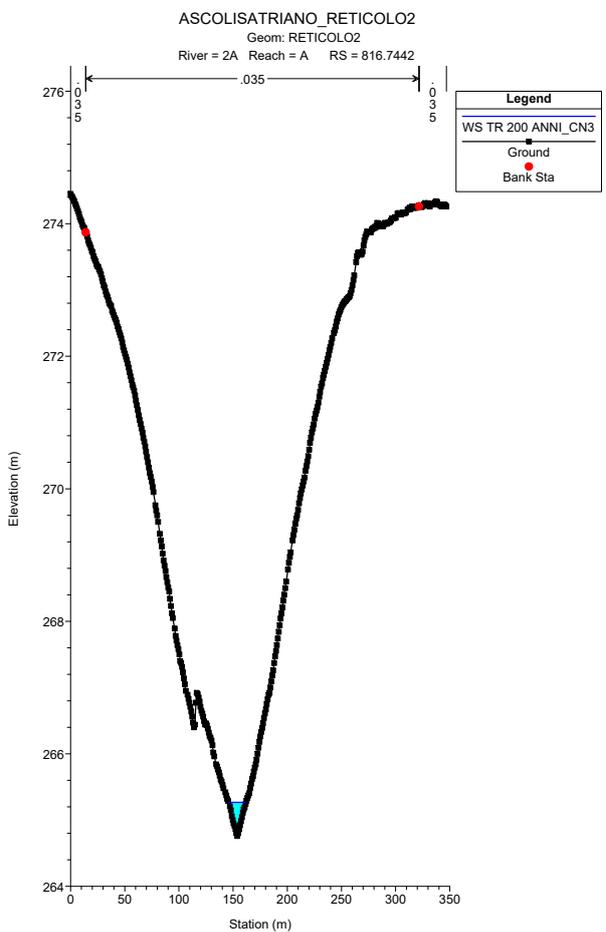
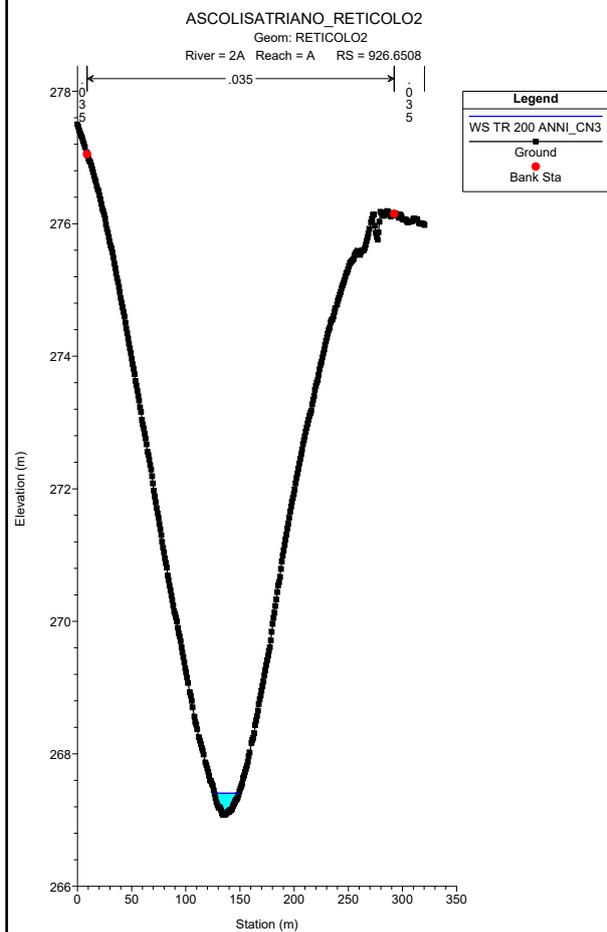
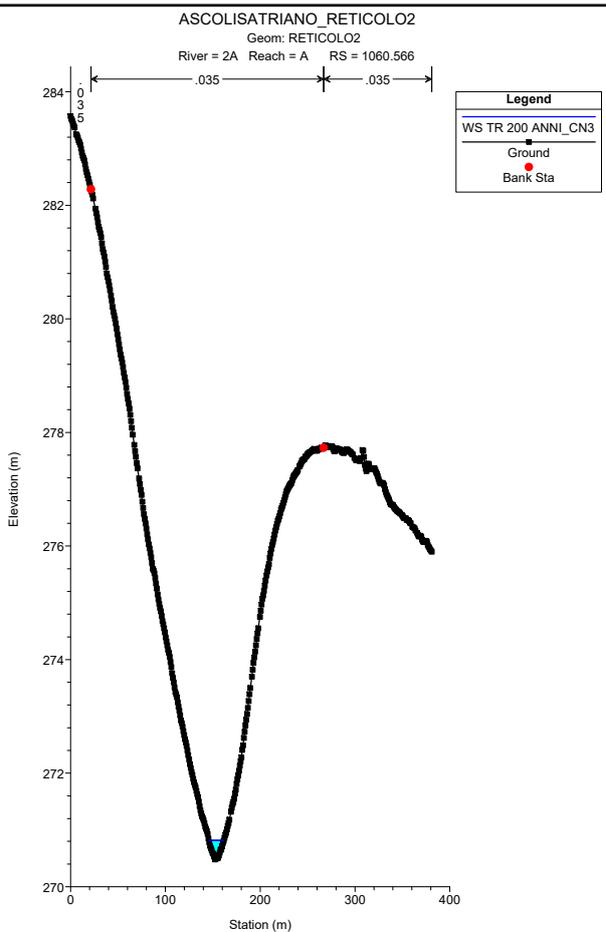
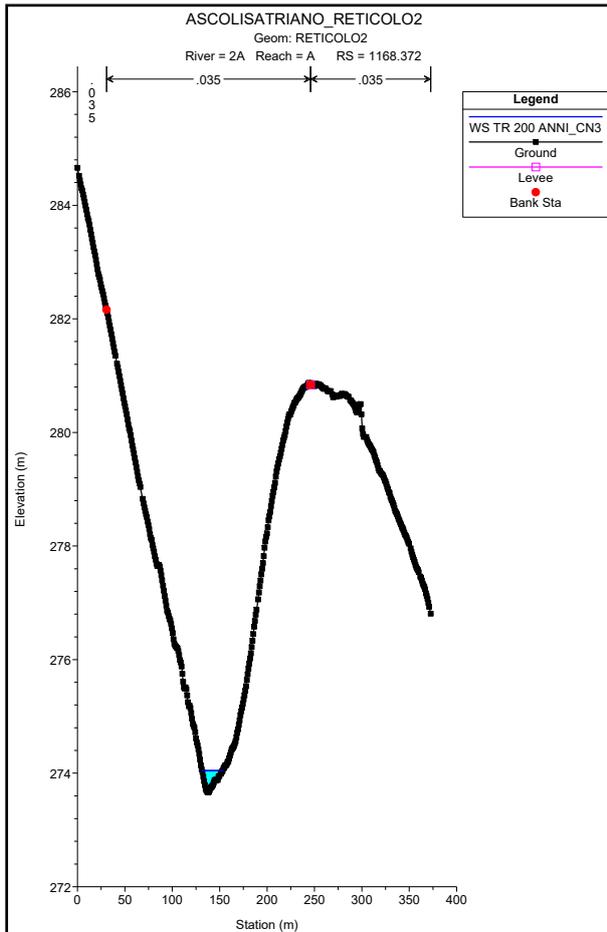
Reticolo 2 - C.le Santo Spirito

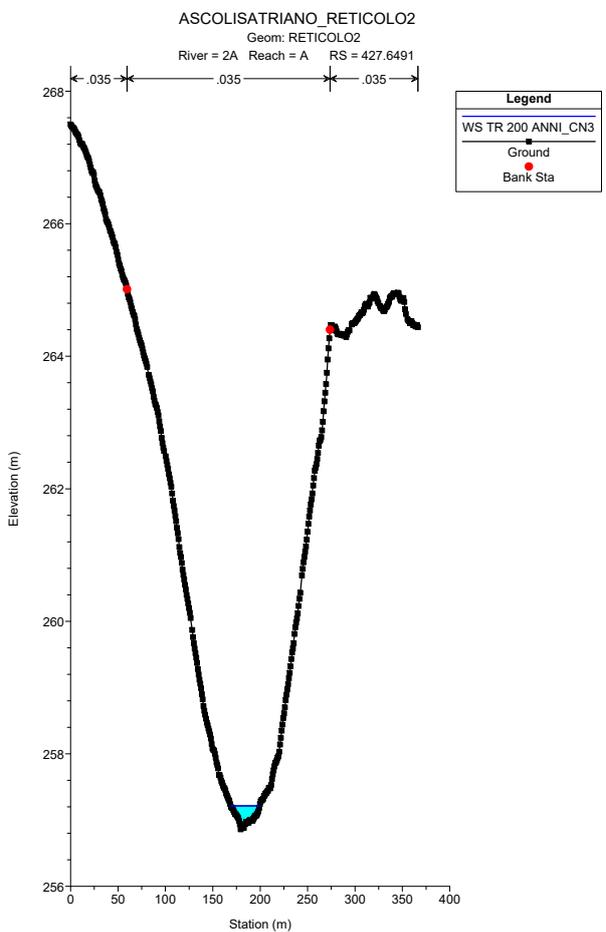
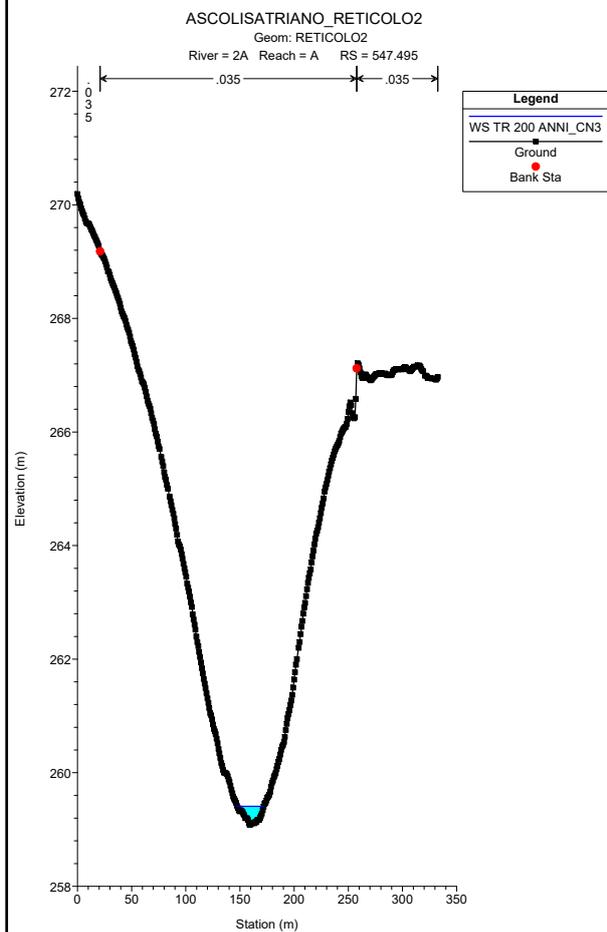
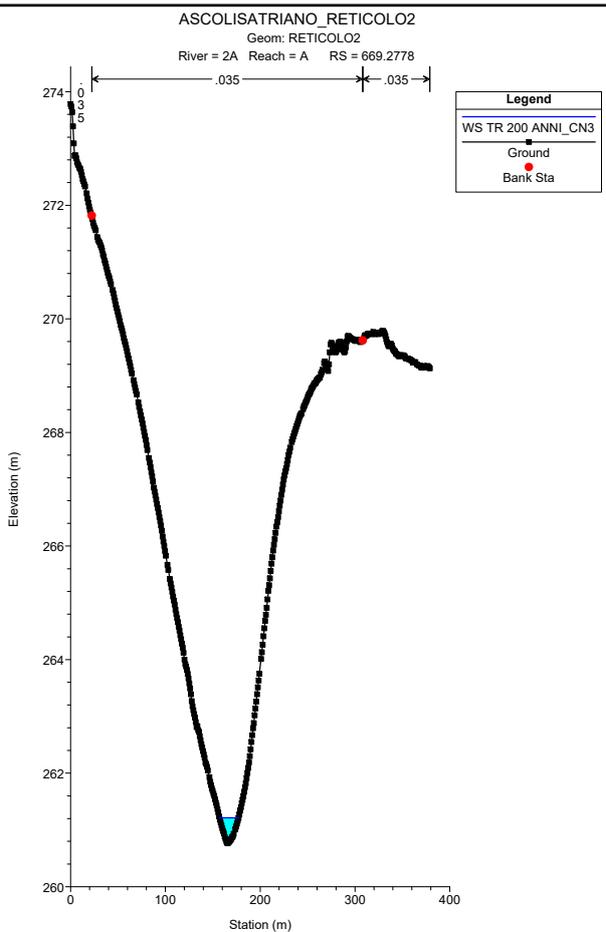
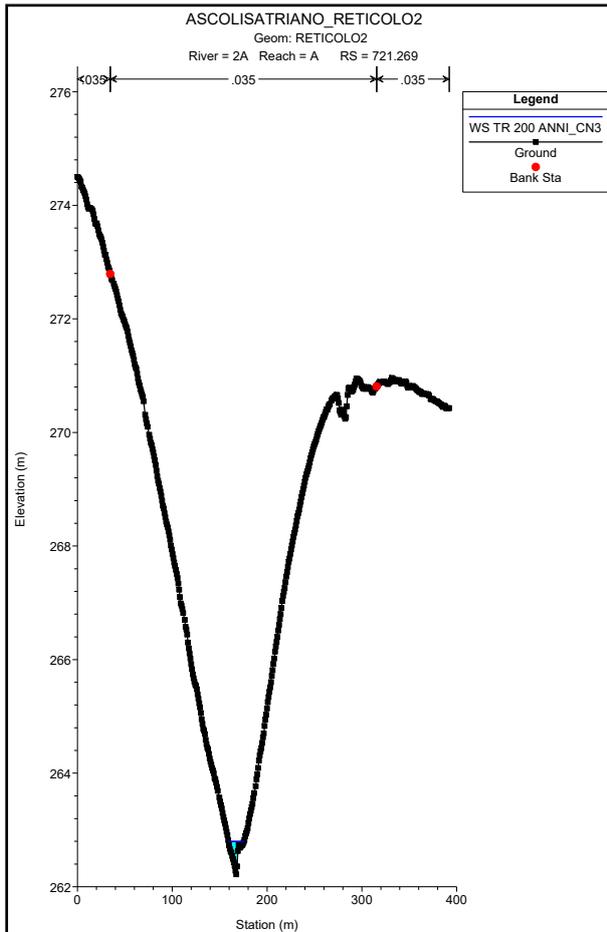
Aree inondabili TR 200 anni
Sezioni trasversali TR 200 anni
Profilo idraulico TR 200 anni
Parametri idrodinamici TR 200 anni

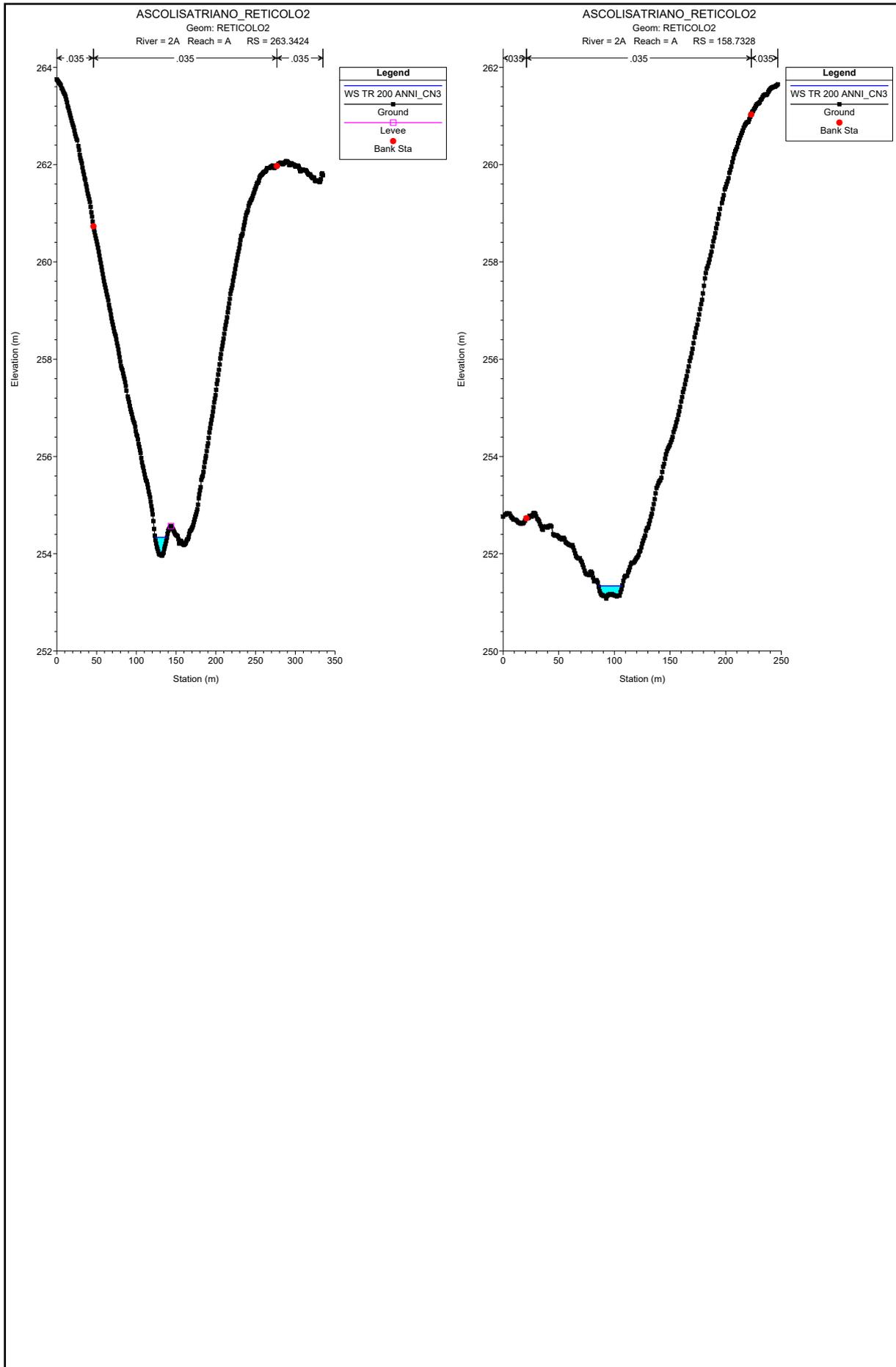








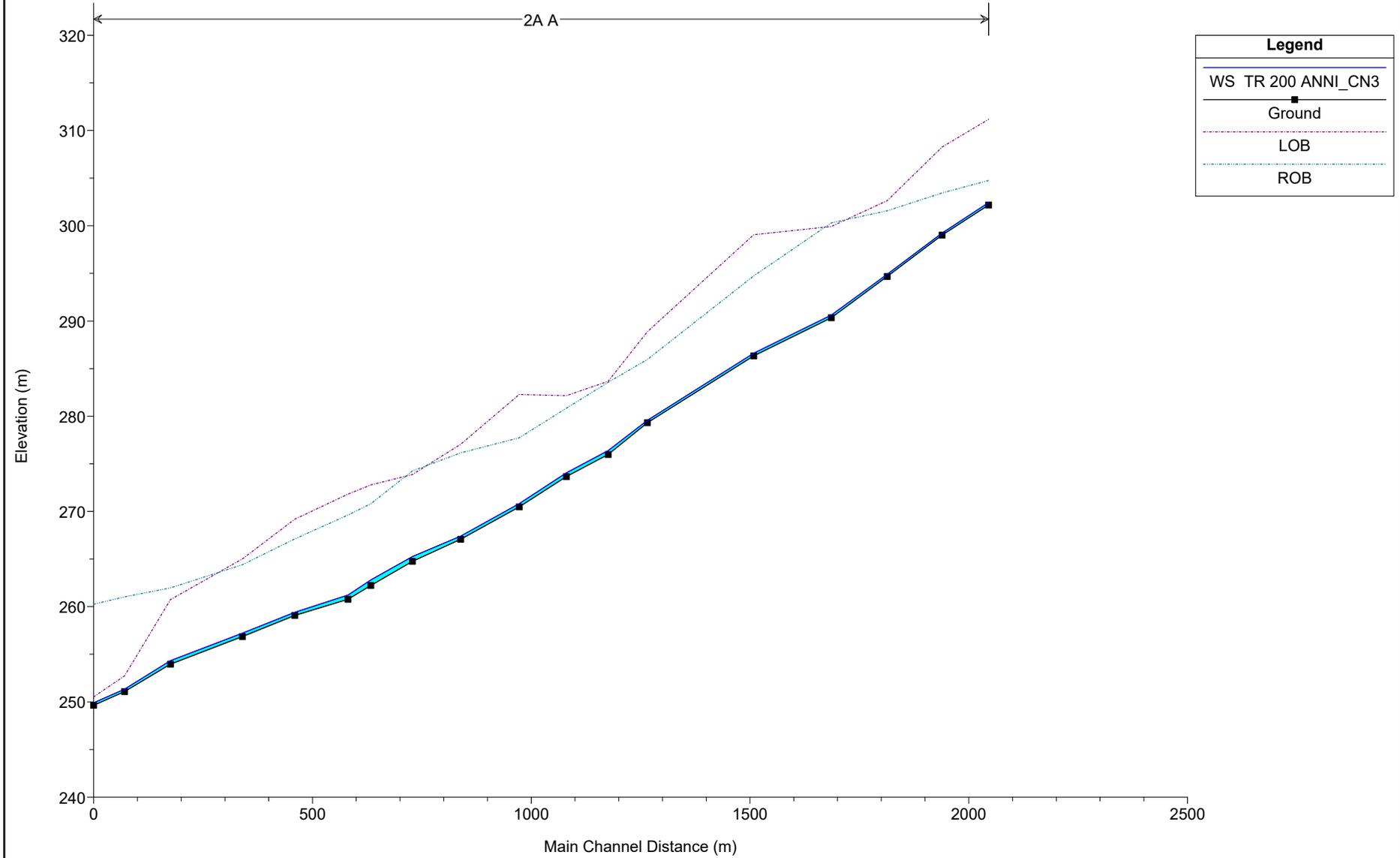




ASCOLISATRIANO_RETICOLO2

Geom: RETICOLO2

2A A



Legend

- WS TR 200 ANNI_CN3
- Ground
- LOB
- ROB

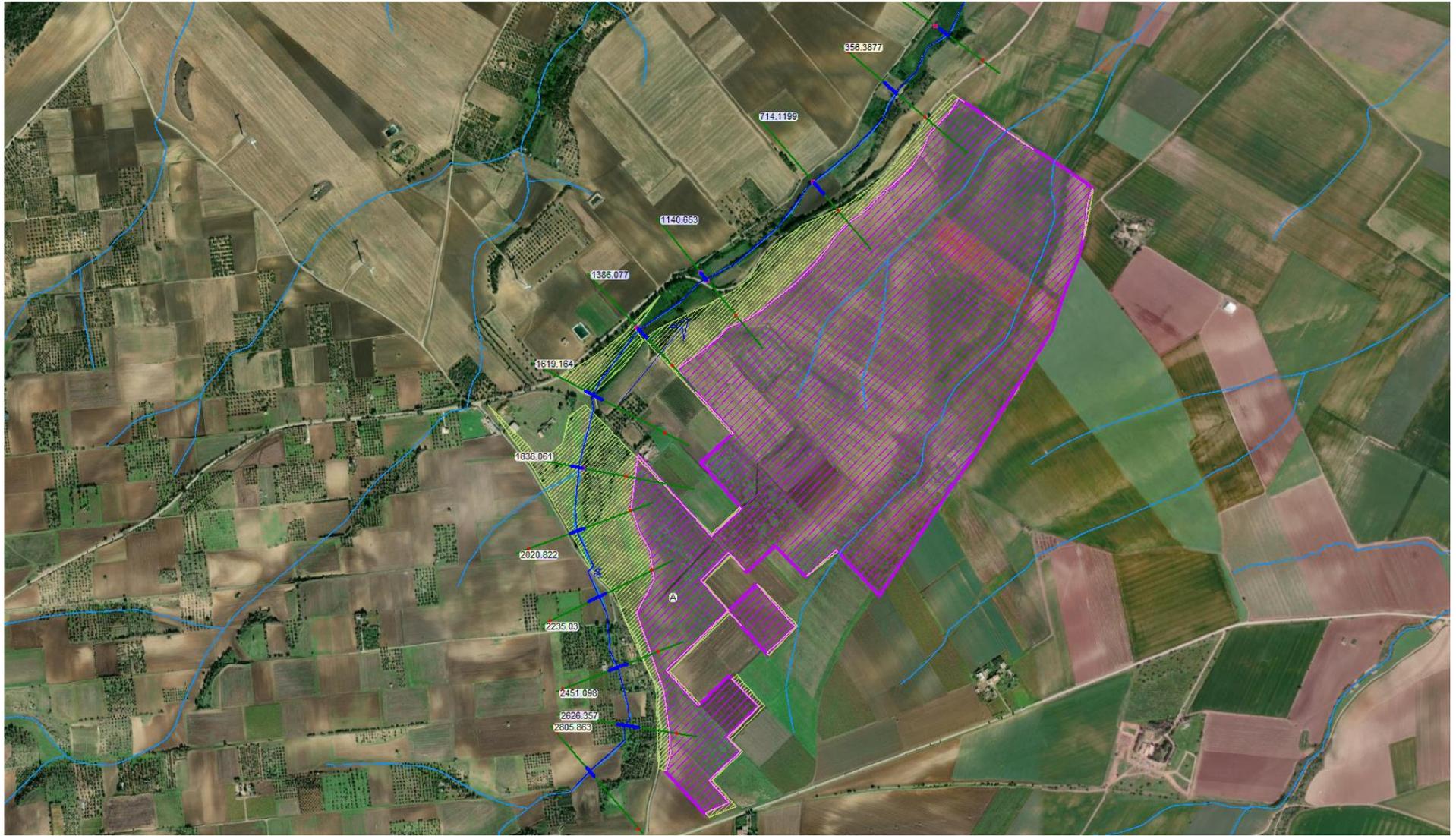
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 2A Reach: A Profile: TR 200 ANNI_CN3

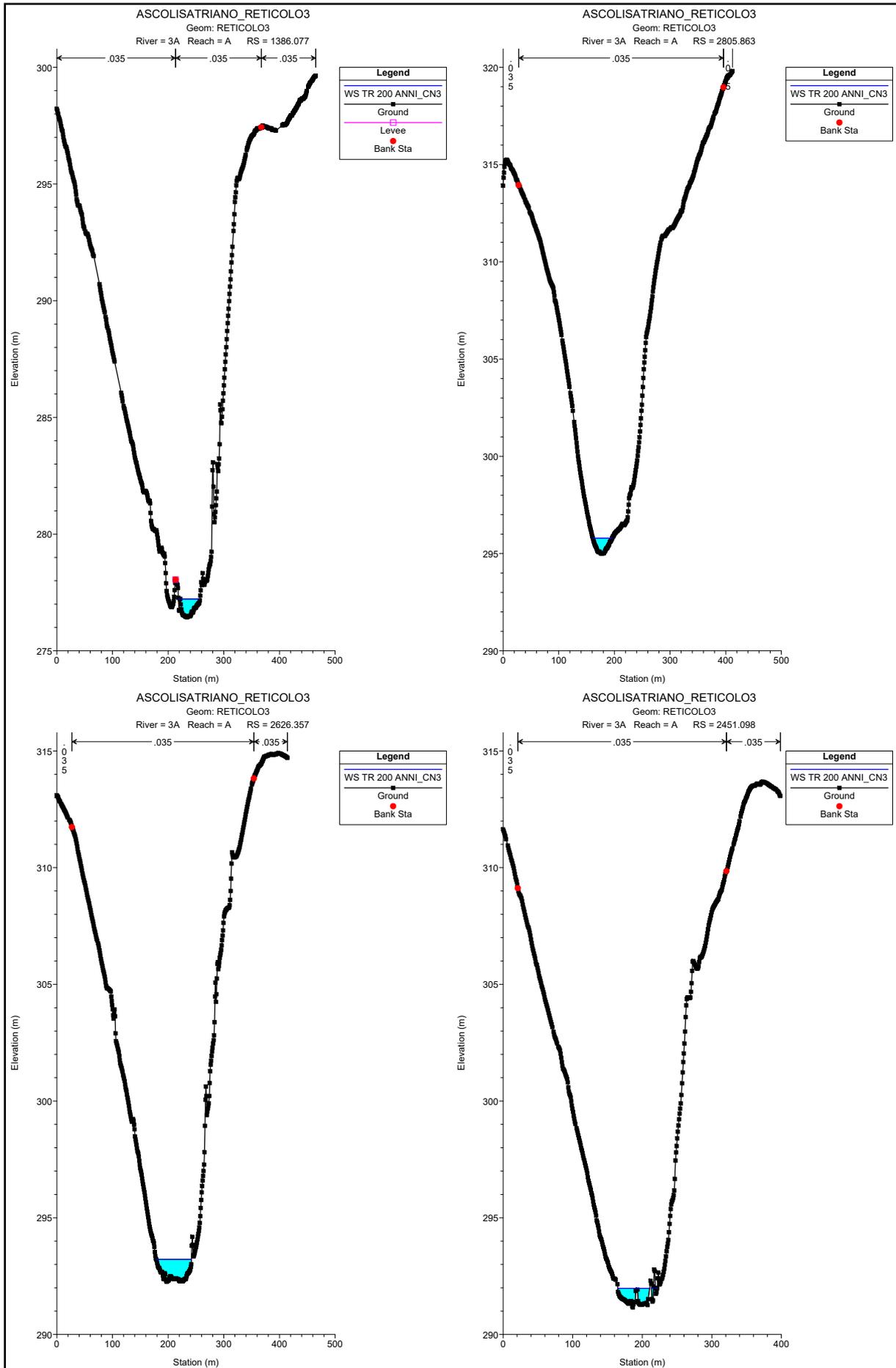
| Reach | River Sta | Profile | Q Total (m3/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|-------|-----------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| A | 2133.302 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 302.18 | 302.43 | 302.45 | 302.54 | 0.025993 | 1.46 | 4.48 | 25.10 | 1.10 |
| A | 2027.061 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 299.02 | 299.25 | 299.27 | 299.36 | 0.034821 | 1.52 | 4.31 | 28.41 | 1.24 |
| A | 1901.683 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 294.67 | 294.90 | 294.93 | 295.02 | 0.034399 | 1.57 | 4.15 | 25.63 | 1.25 |
| A | 1773.677 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 290.34 | 290.61 | 290.63 | 290.72 | 0.032727 | 1.48 | 4.40 | 28.59 | 1.21 |
| A | 1596.641 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 286.34 | 286.62 | 286.62 | 286.71 | 0.022691 | 1.30 | 5.03 | 30.26 | 1.02 |
| A | 1353.531 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 279.32 | 279.57 | 279.59 | 279.67 | 0.038169 | 1.37 | 4.76 | 38.93 | 1.26 |
| A | 1263.919 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 275.98 | 276.39 | 276.43 | 276.58 | 0.031006 | 1.97 | 3.31 | 13.45 | 1.27 |
| A | 1168.372 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 273.66 | 274.05 | 274.05 | 274.15 | 0.020807 | 1.44 | 4.53 | 21.88 | 1.01 |
| A | 1060.566 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 270.48 | 270.82 | 270.88 | 271.03 | 0.042744 | 2.03 | 3.22 | 15.93 | 1.44 |
| A | 926.6508 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 267.08 | 267.41 | 267.40 | 267.50 | 0.018893 | 1.38 | 4.74 | 22.74 | 0.97 |
| A | 816.7442 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 264.76 | 265.27 | 265.27 | 265.40 | 0.019347 | 1.59 | 4.11 | 16.16 | 1.01 |
| A | 721.269 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 262.22 | 262.80 | 262.84 | 262.98 | 0.034427 | 1.88 | 3.47 | 16.31 | 1.30 |
| A | 669.2778 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 260.77 | 261.22 | 261.16 | 261.29 | 0.010643 | 1.22 | 5.37 | 20.16 | 0.75 |
| A | 547.495 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 259.08 | 259.41 | 259.41 | 259.51 | 0.021360 | 1.39 | 4.71 | 24.53 | 1.01 |
| A | 427.6491 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 256.86 | 257.22 | 257.19 | 257.28 | 0.013978 | 1.12 | 5.84 | 30.57 | 0.82 |
| A | 263.3424 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 253.96 | 254.34 | 254.34 | 254.43 | 0.022075 | 1.33 | 4.93 | 28.19 | 1.01 |
| A | 158.7328 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 251.08 | 251.34 | 251.38 | 251.49 | 0.036621 | 1.73 | 3.79 | 21.37 | 1.31 |
| A | 88.02803 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 249.64 | 249.90 | 249.90 | 249.97 | 0.023824 | 1.18 | 5.52 | 39.71 | 1.01 |

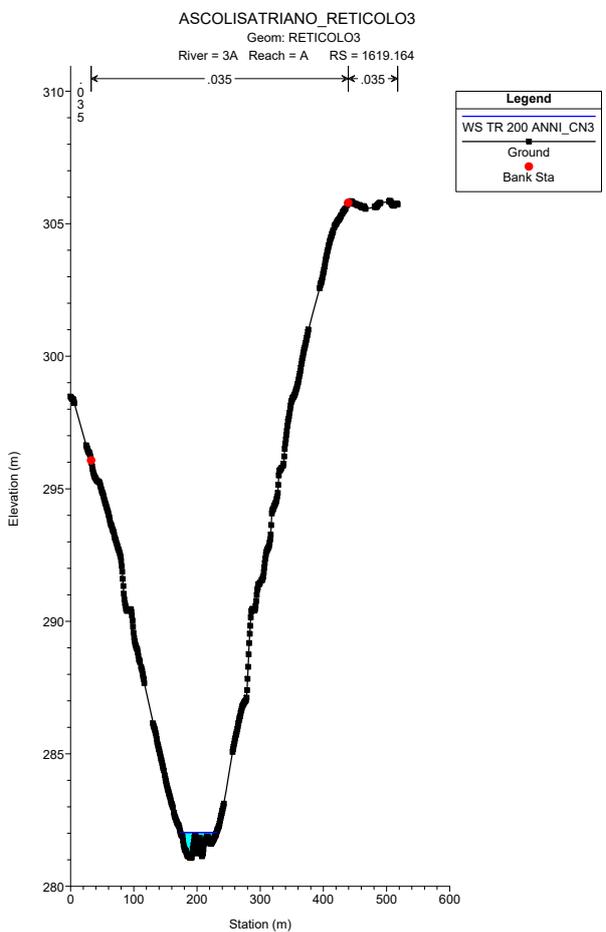
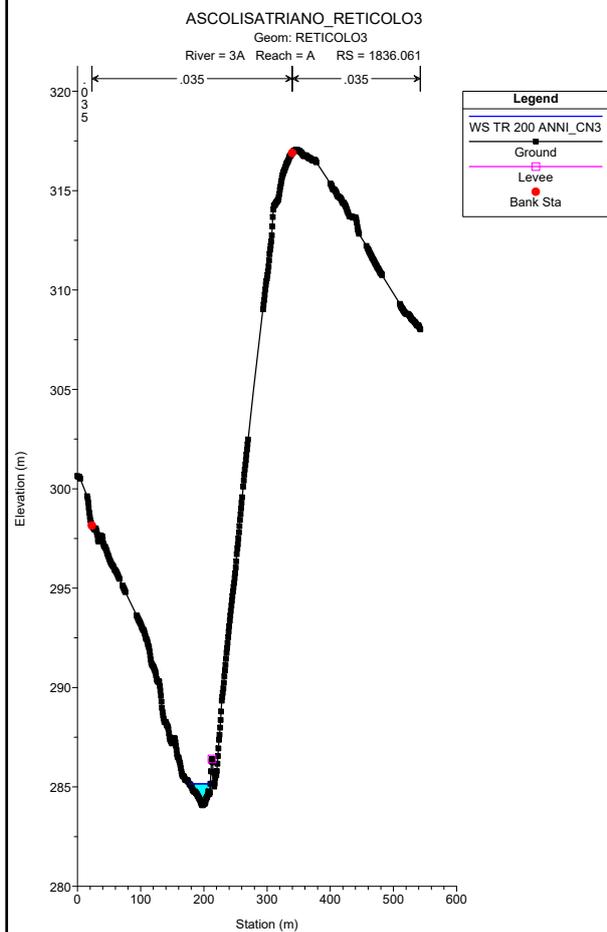
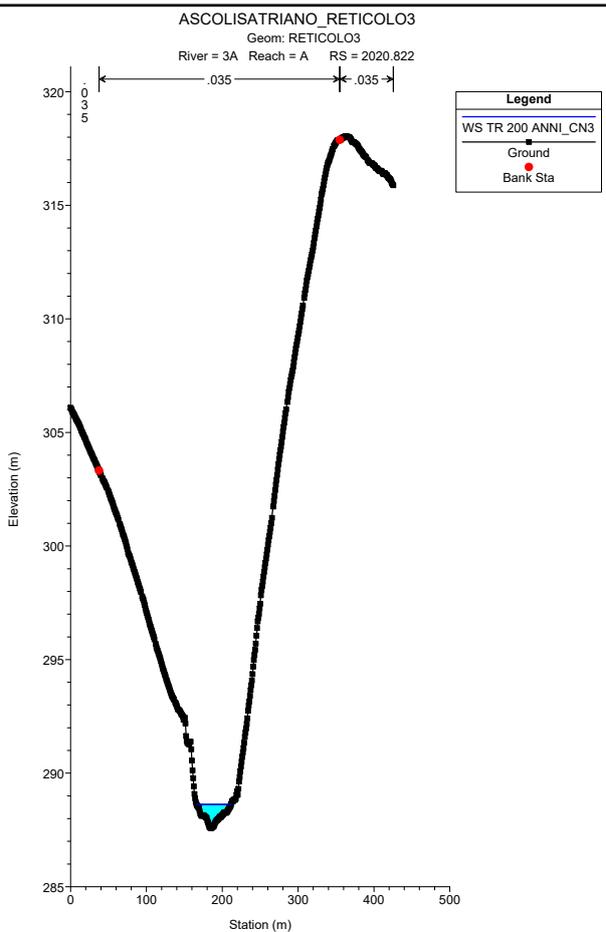
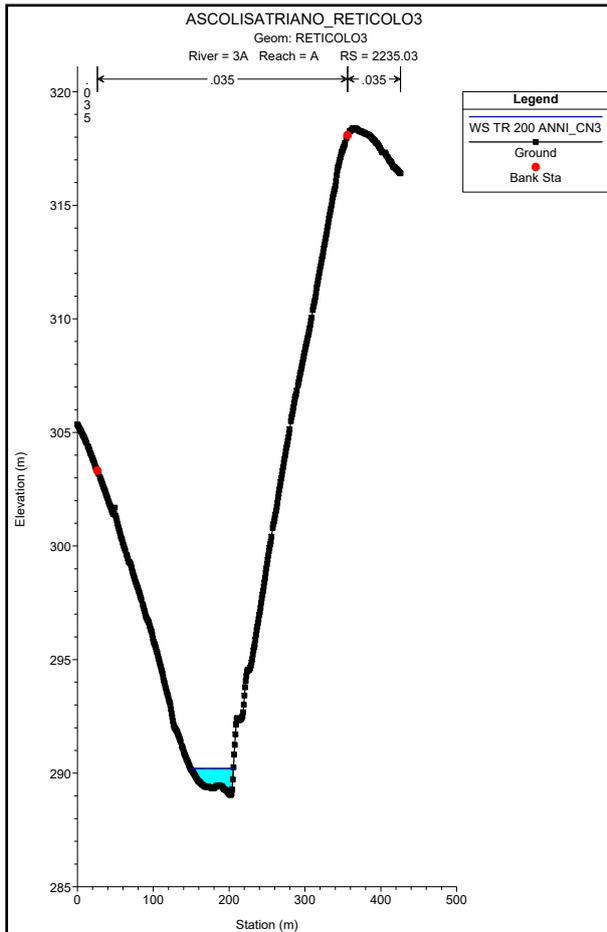
ALLEGATO 6

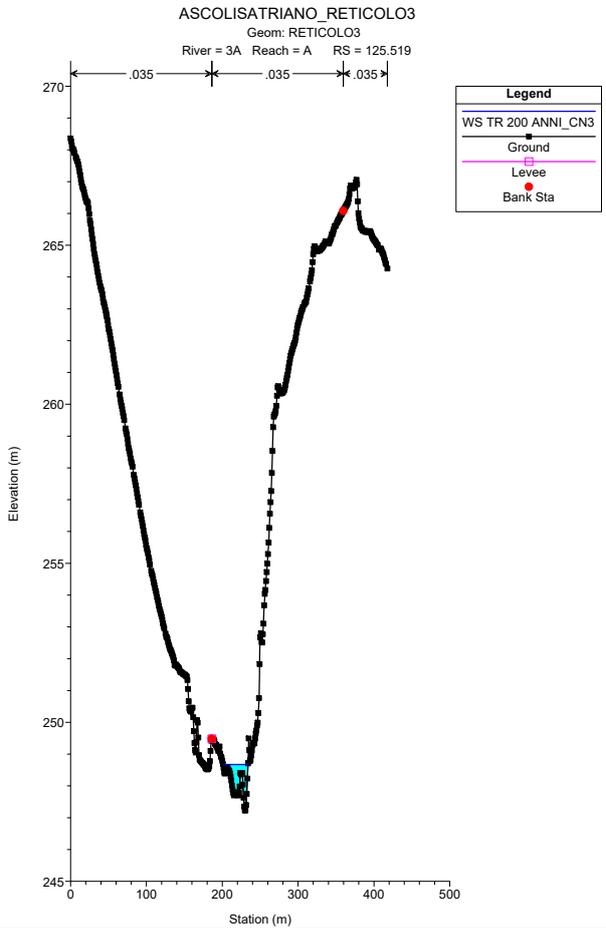
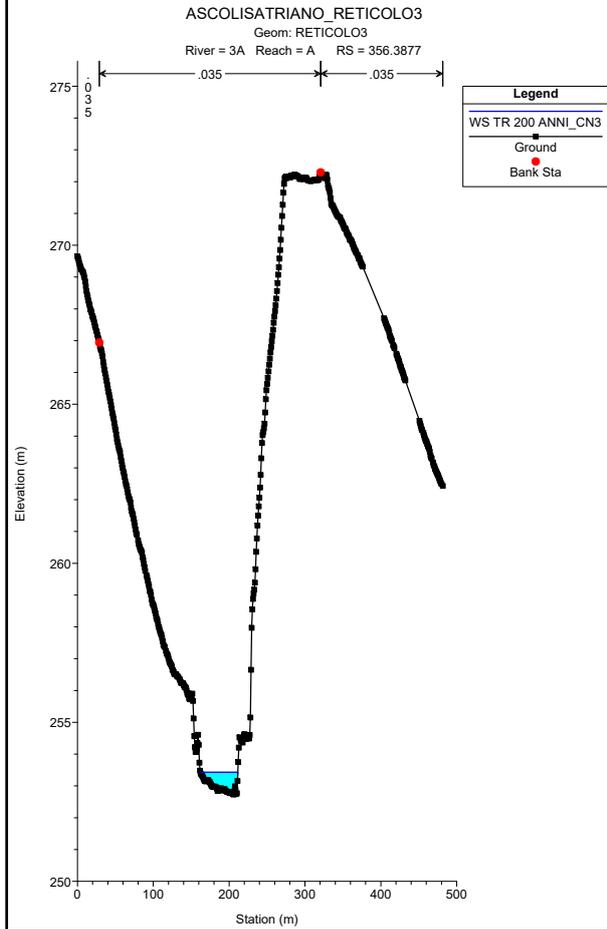
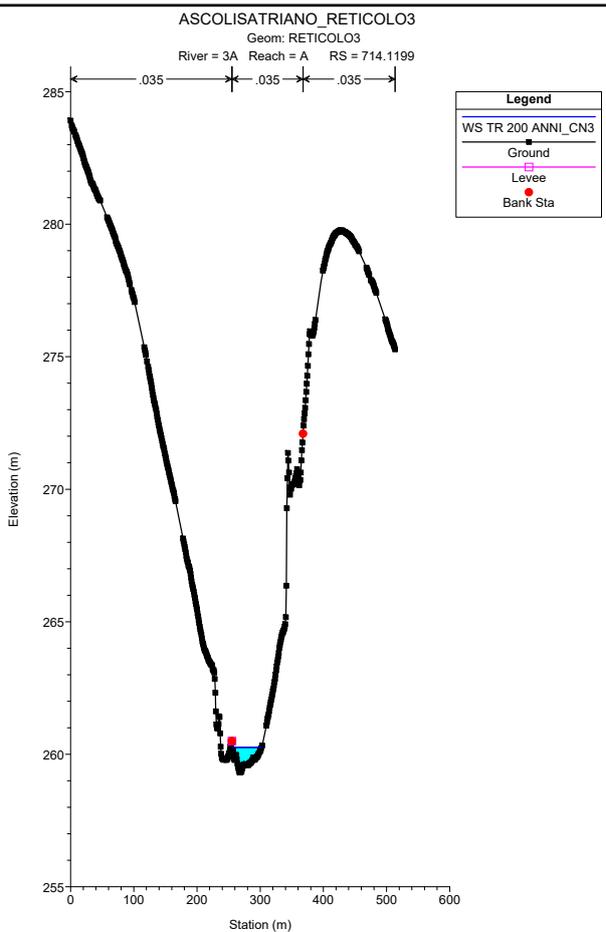
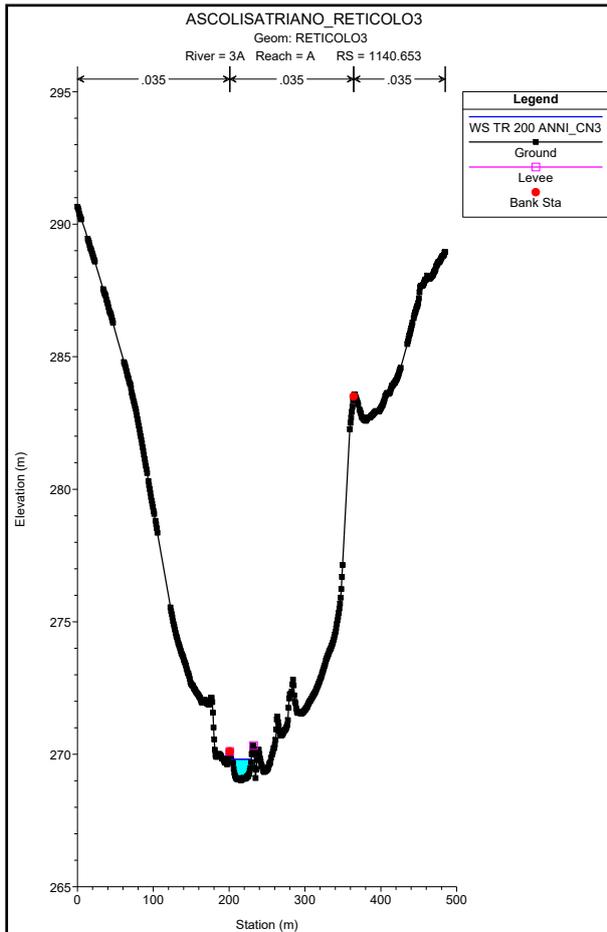
Reticolo 3 - C.le Montecorvo

Aree inondabili TR 200 anni
Sezioni trasversali TR 200 anni
Profilo idraulico TR 200 anni
Parametri idrodinamici TR 200 anni





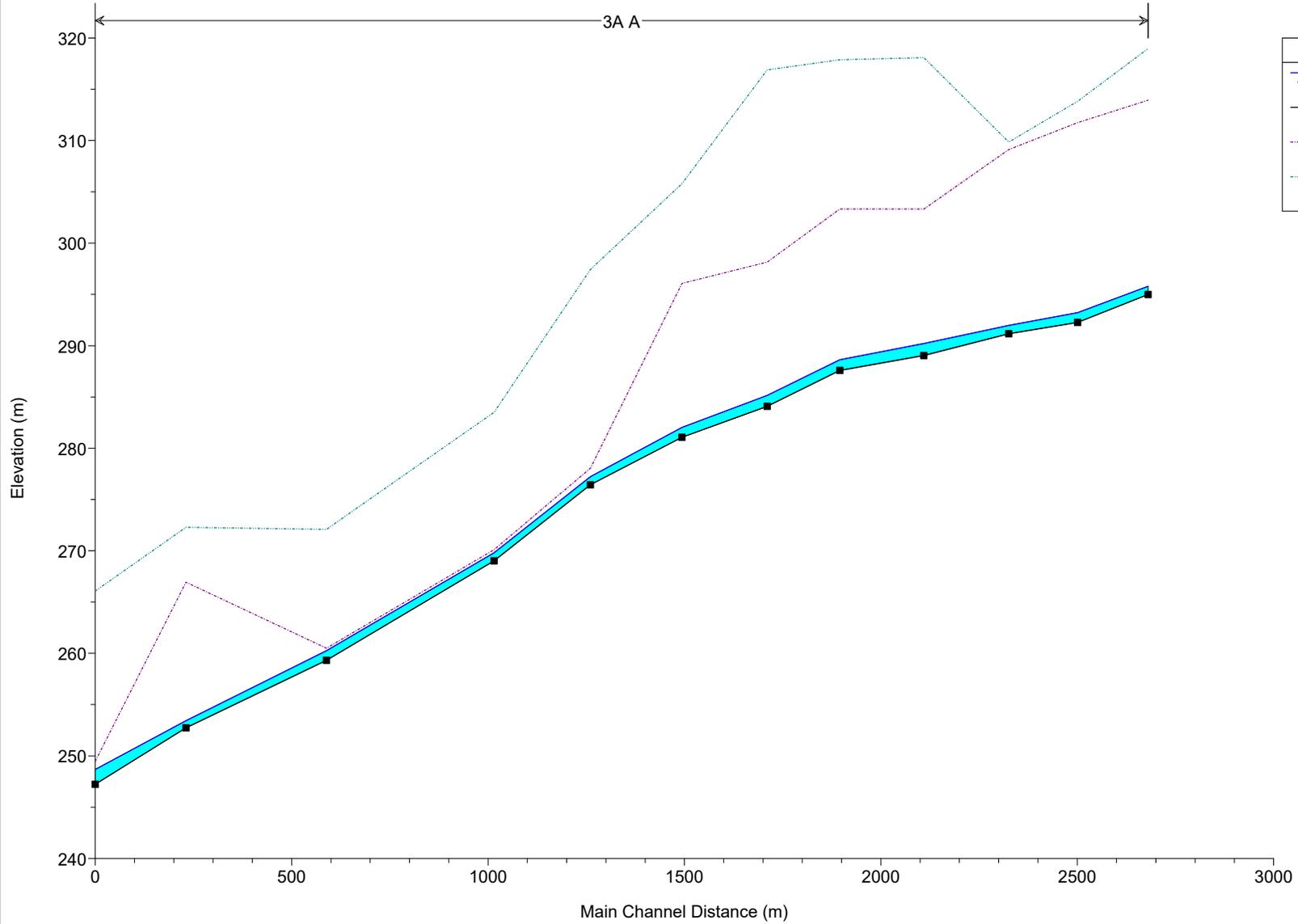




ASCOLISATRIANO_RETICOLO3

Geom: RETICOLO3

3A A



Legend

- WS TR 200 ANNI_CN3
- Ground
- LOB
- ROB

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 3A Reach: A Profile: TR 200 ANNI_CN3

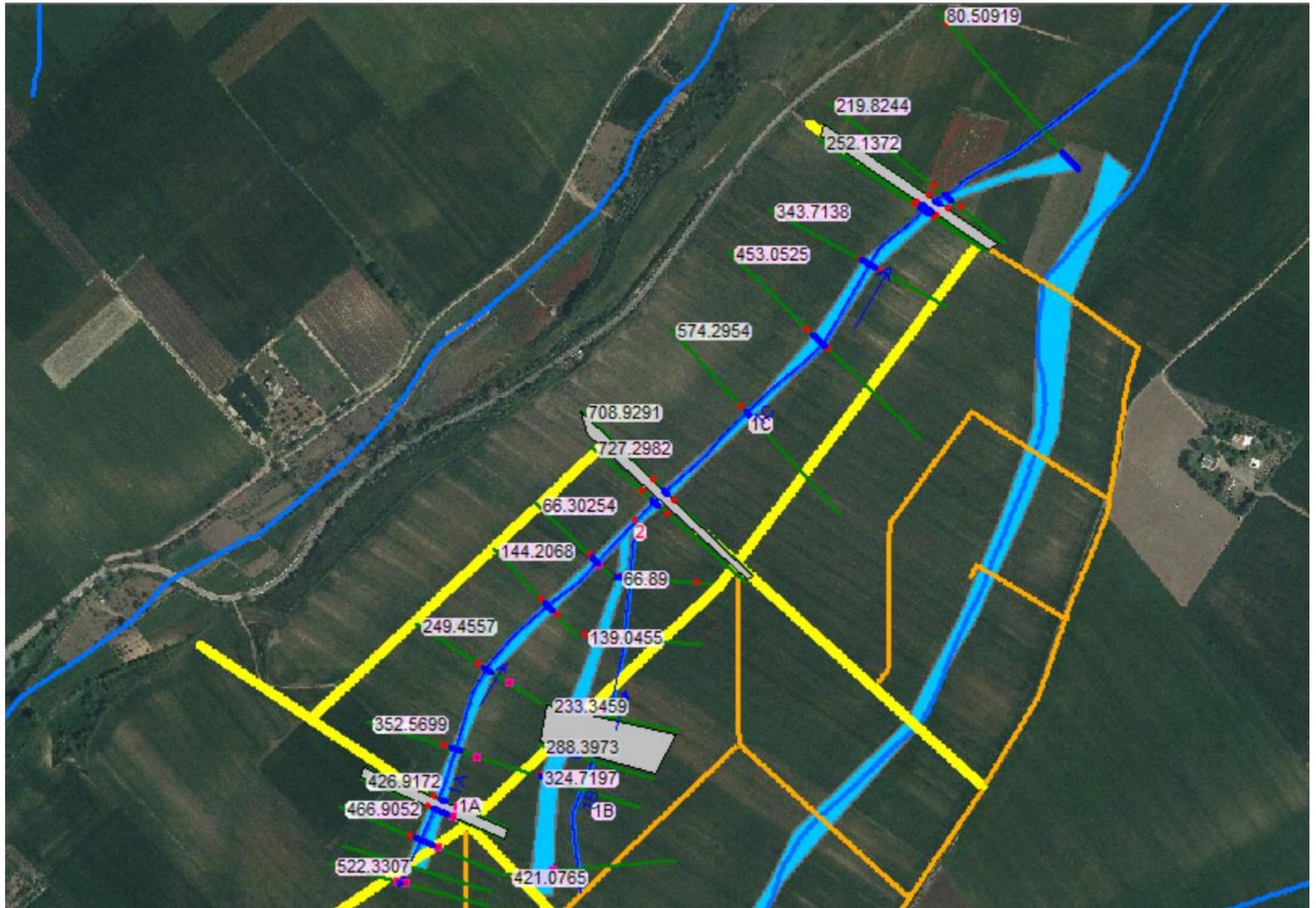
| Reach | River Sta | Profile | Q Total (m3/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Froude # Chl | ROB Elev (m) |
|-------|-----------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|-----------------|
| A | 2805.863 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 294.99 | 295.79 | 295.95 | 296.32 | 0.032009 | 3.23 | 17.64 | 35.04 | 1.45 | 318.97 |
| A | 2626.357 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 292.26 | 293.22 | 292.92 | 293.30 | 0.003134 | 1.27 | 44.94 | 63.36 | 0.48 | 313.82 |
| A | 2451.098 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 291.16 | 291.98 | 291.98 | 292.23 | 0.015796 | 2.23 | 25.56 | 51.36 | 1.01 | 309.85 |
| A | 2235.03 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 289.04 | 290.21 | 289.91 | 290.30 | 0.003608 | 1.38 | 41.22 | 56.65 | 0.52 | 318.08 |
| A | 2020.822 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 287.58 | 288.63 | 288.63 | 288.90 | 0.014889 | 2.31 | 24.66 | 45.56 | 1.00 | 317.88 |
| A | 1836.061 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 284.08 | 285.16 | 285.25 | 285.59 | 0.021731 | 2.93 | 19.49 | 33.46 | 1.22 | 316.89 |
| A | 1619.164 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 281.07 | 282.03 | 282.03 | 282.26 | 0.015769 | 2.14 | 26.61 | 57.20 | 1.00 | 305.79 |
| A | 1386.077 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 276.44 | 277.22 | 277.32 | 277.65 | 0.025341 | 2.92 | 19.52 | 37.53 | 1.29 | 297.43 |
| A | 1140.653 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 269.02 | 269.81 | 270.01 | 270.49 | 0.033653 | 3.67 | 15.56 | 26.47 | 1.53 | 283.50 |
| A | 714.1199 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 259.31 | 260.26 | 260.28 | 260.55 | 0.016752 | 2.41 | 23.69 | 44.96 | 1.06 | 272.09 |
| A | 356.3877 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 252.73 | 253.43 | 253.48 | 253.75 | 0.021752 | 2.51 | 22.73 | 49.27 | 1.18 | 272.29 |
| A | 125.519 | TR 200 ANNI_CN3 | 57.03 | 247.23 | 248.67 | 248.73 | 249.07 | 0.018849 | 2.80 | 20.37 | 32.99 | 1.14 | 266.08 |

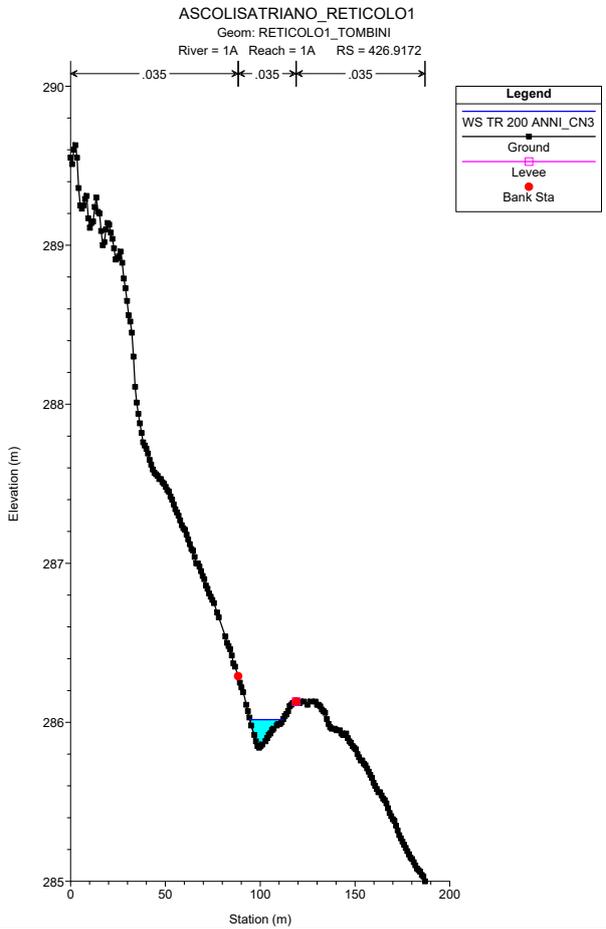
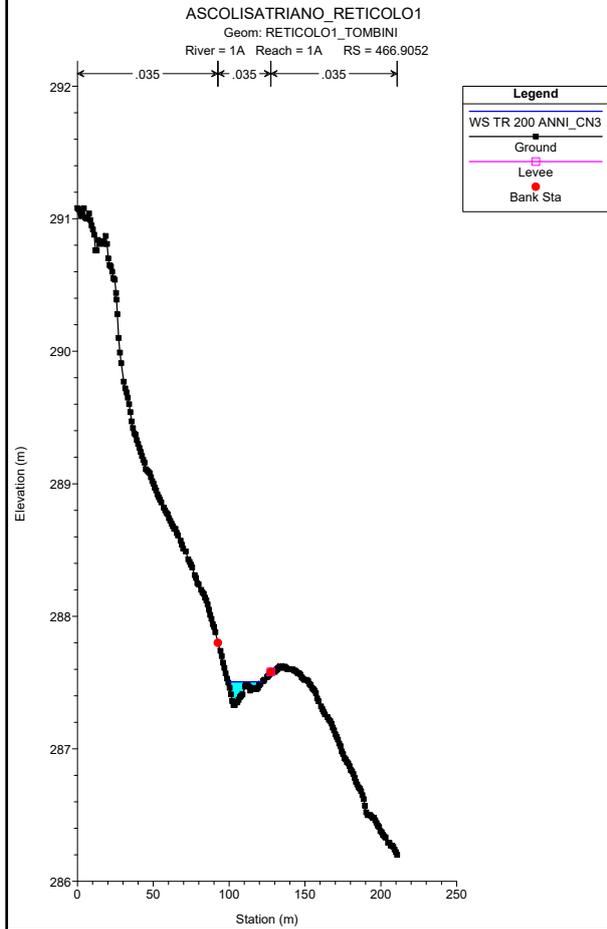
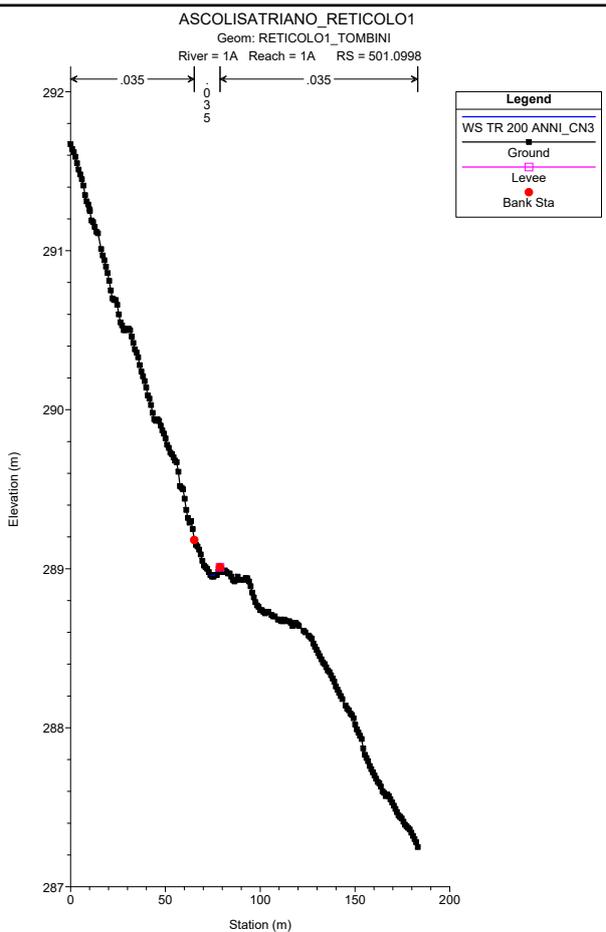
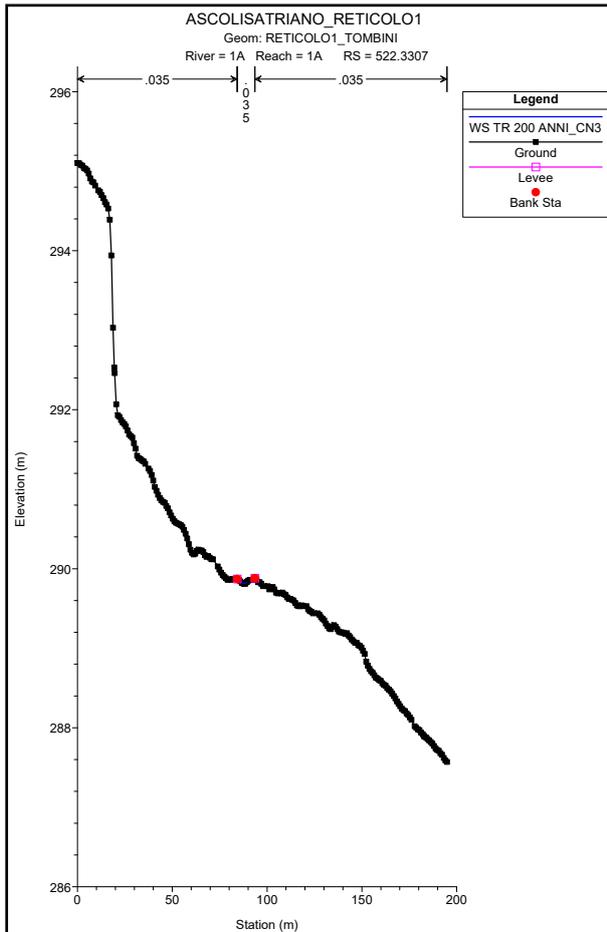
ALLEGATO 7

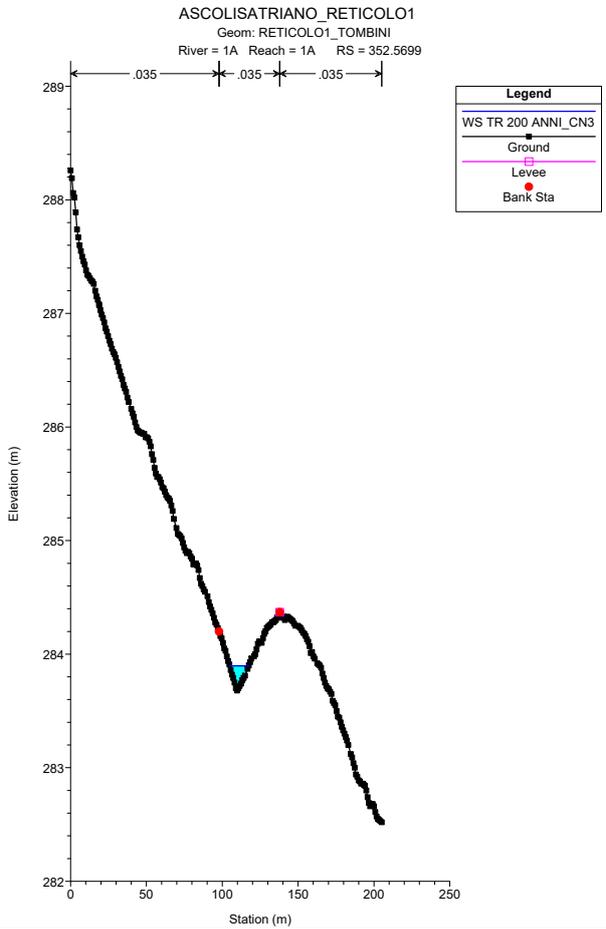
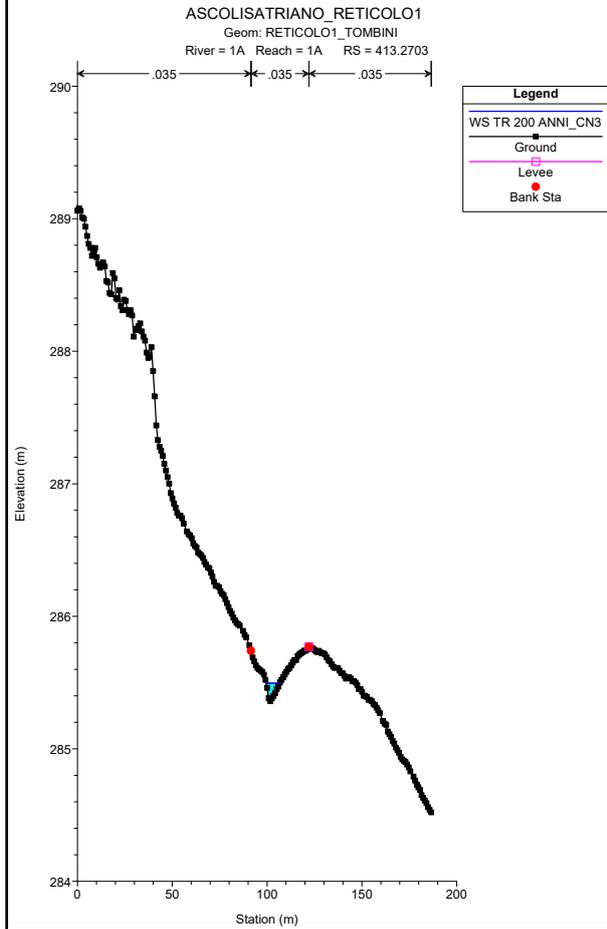
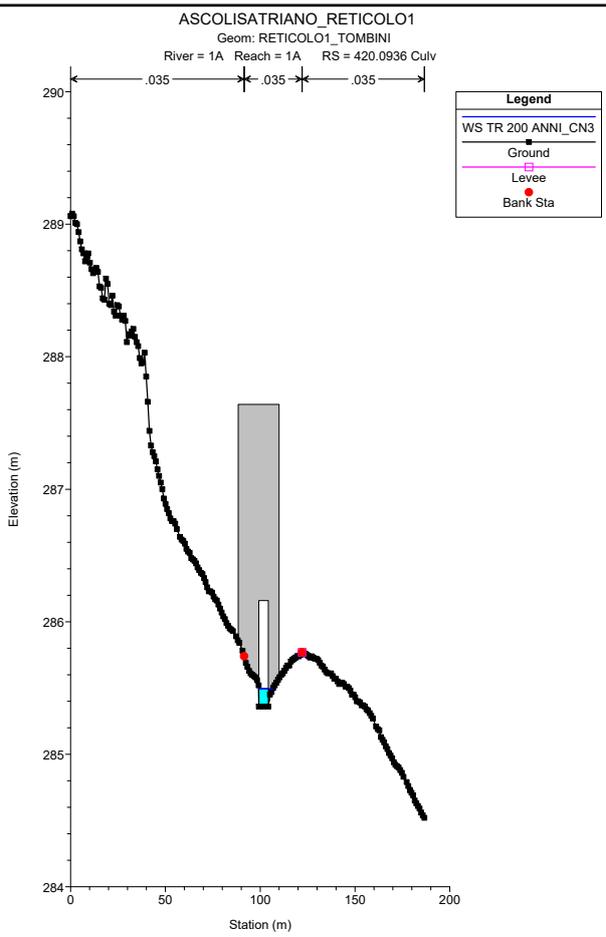
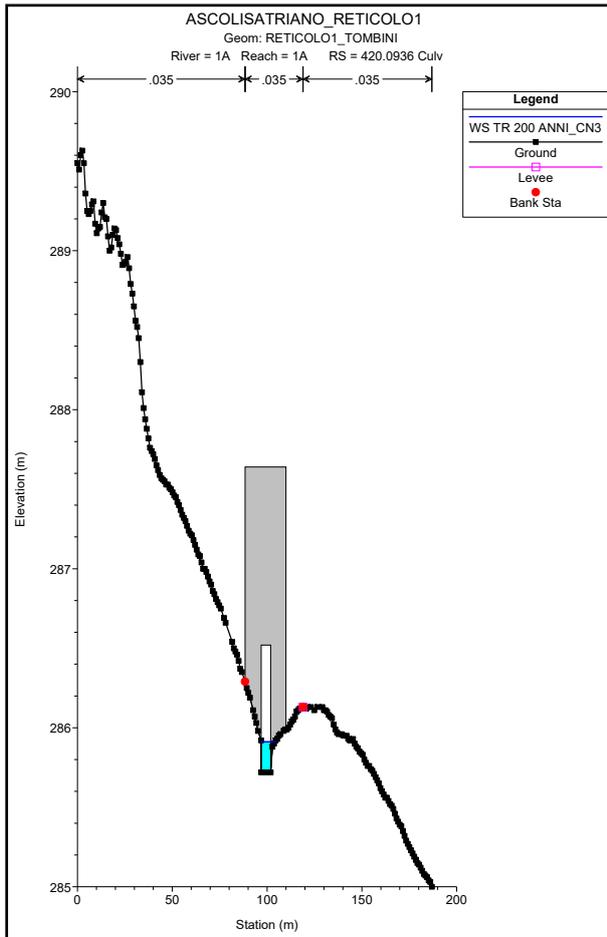
Reticolo 1 - C.le Santo Spirito

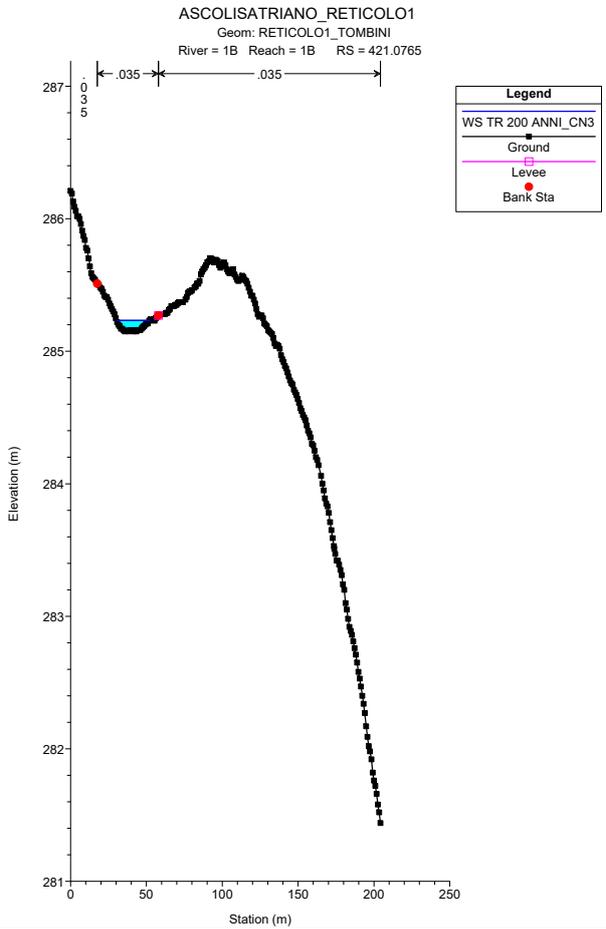
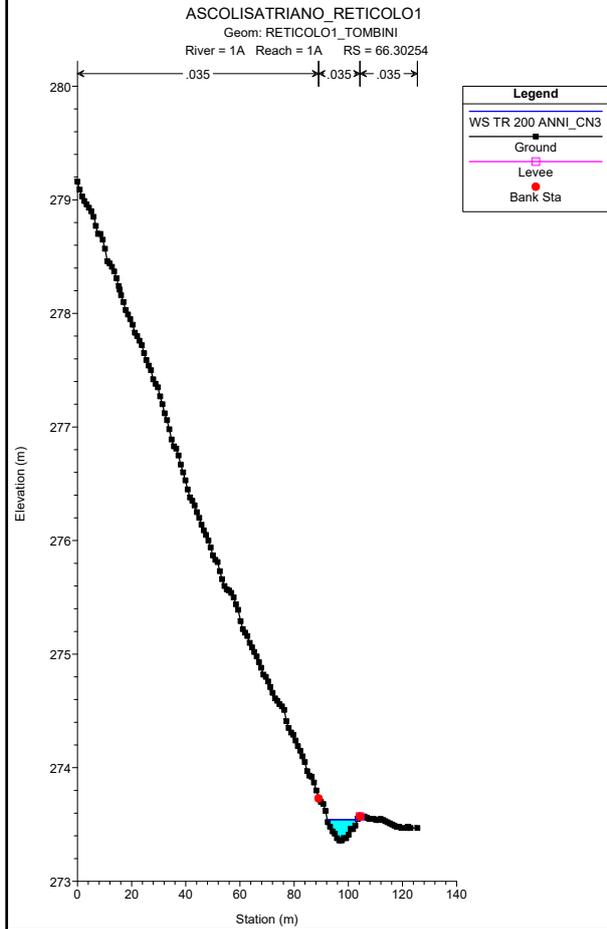
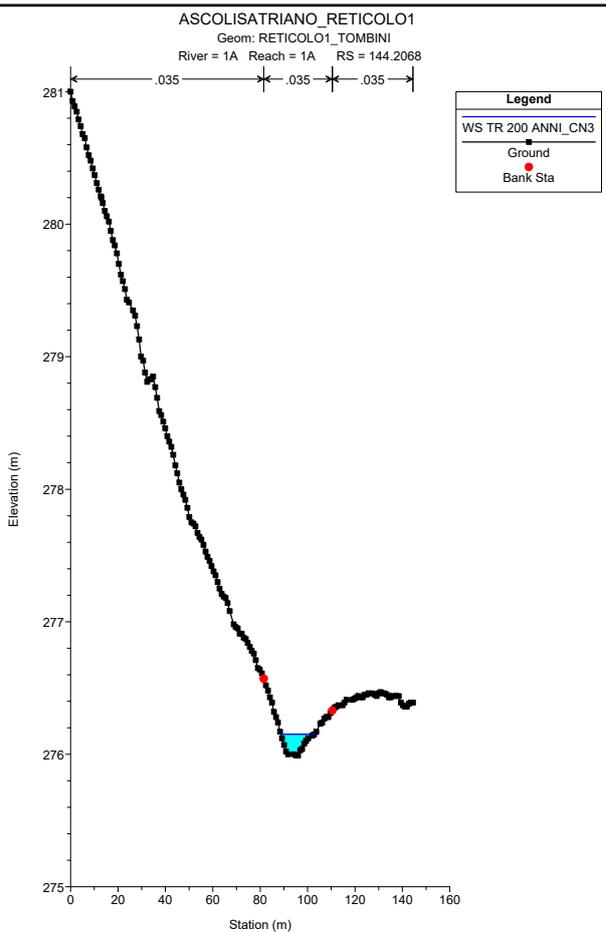
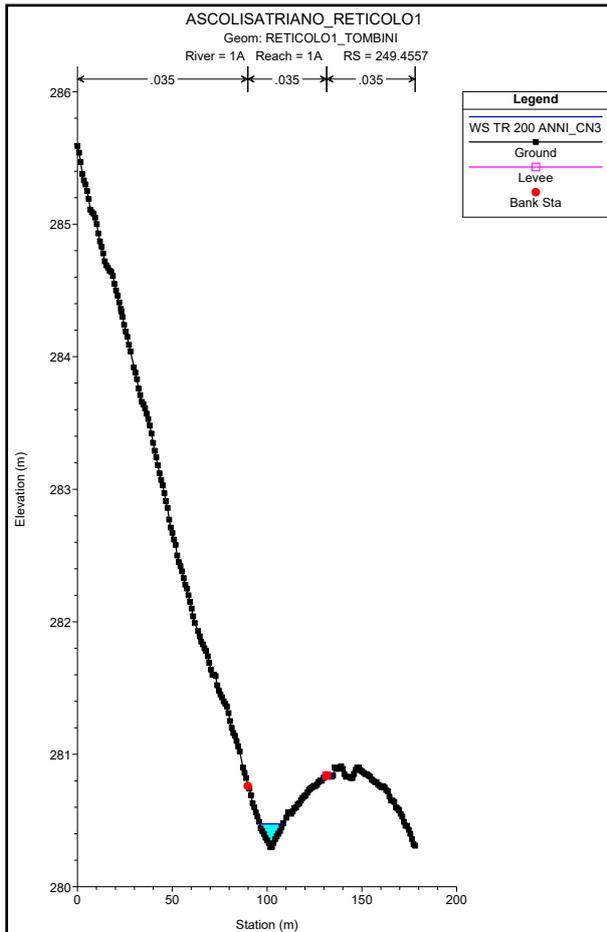
Interferenze aree inondabili e la viabilita' principale

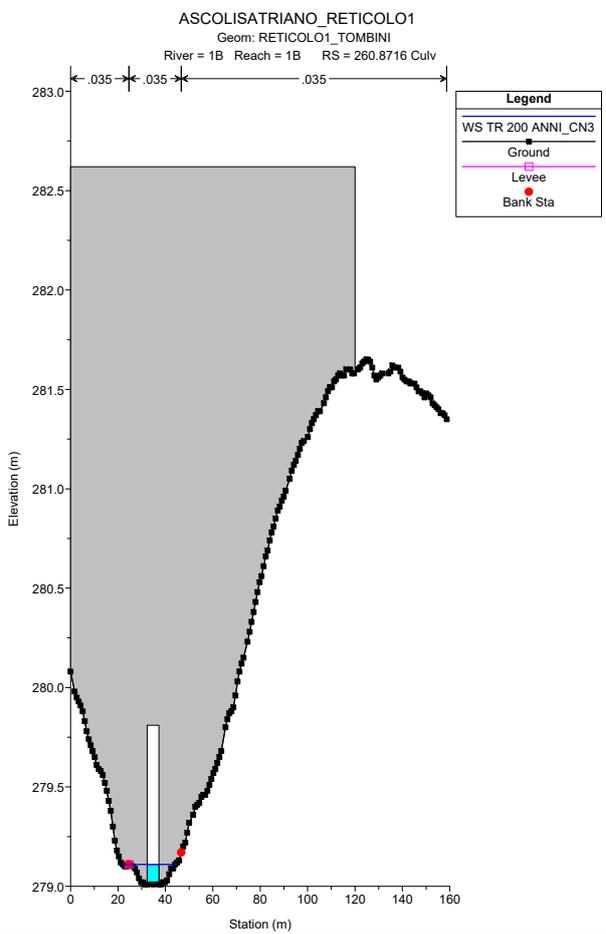
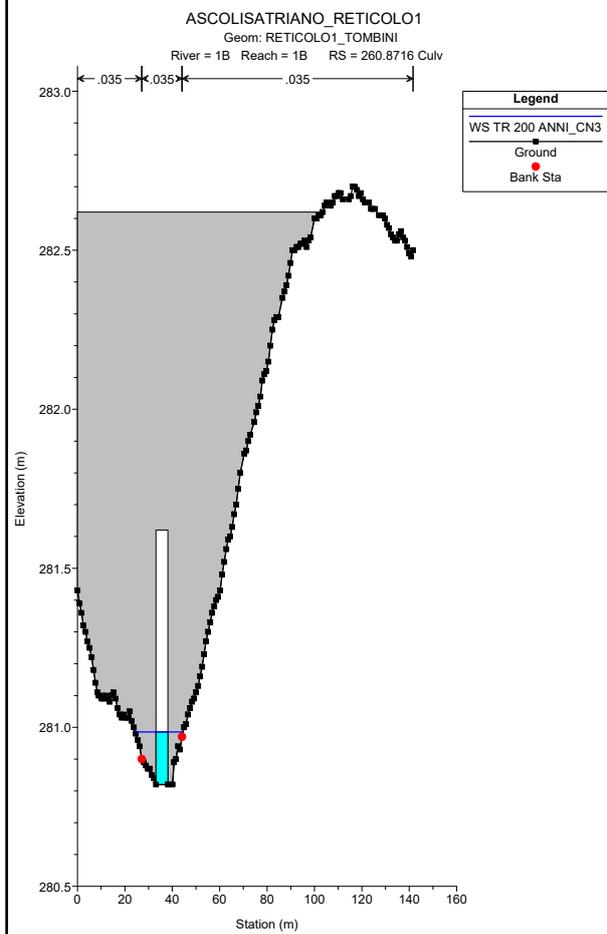
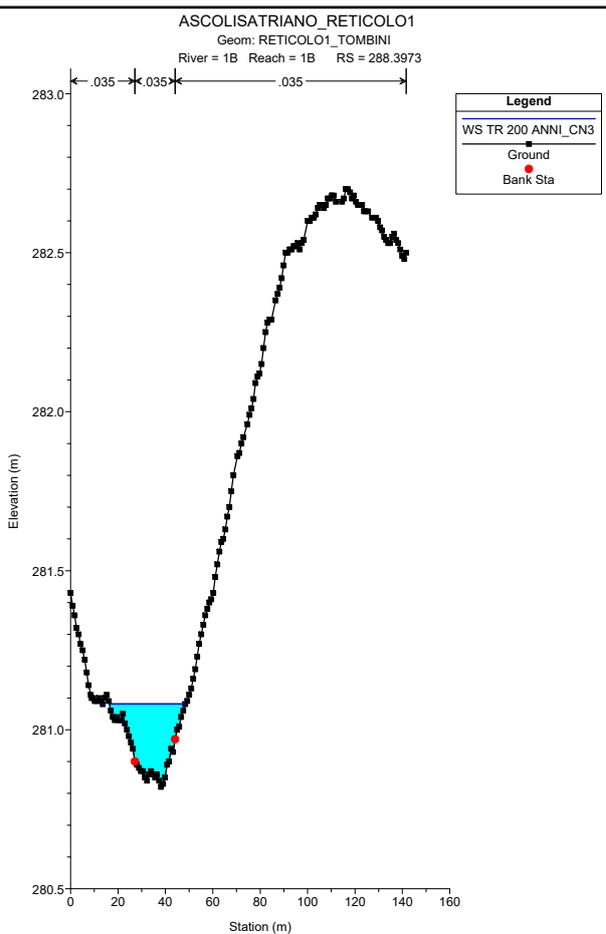
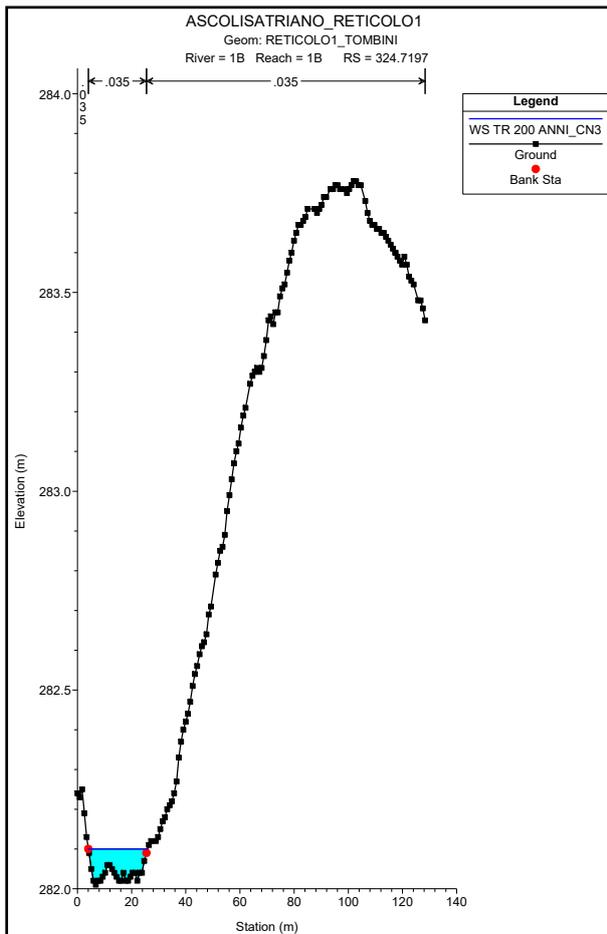
Aree inondabili TR 200 anni
Sezioni trasversali TR 200 anni
Profilo idraulico TR 200 anni
Parametri idrodinamici TR 200 anni

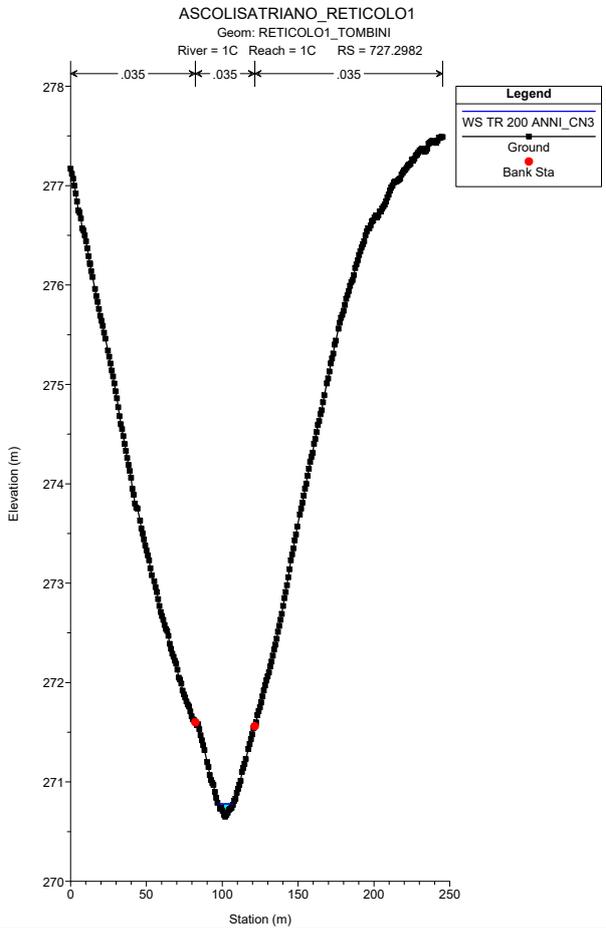
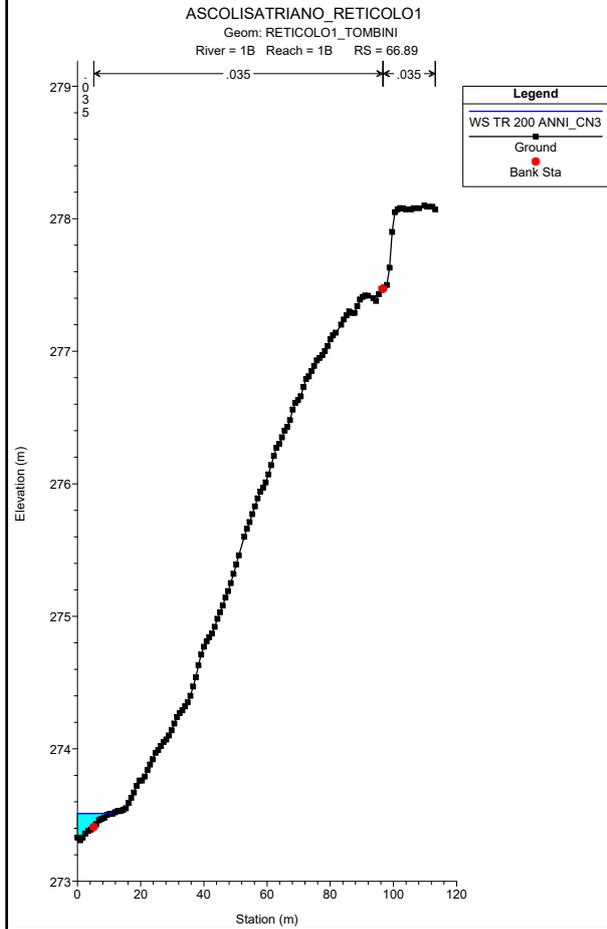
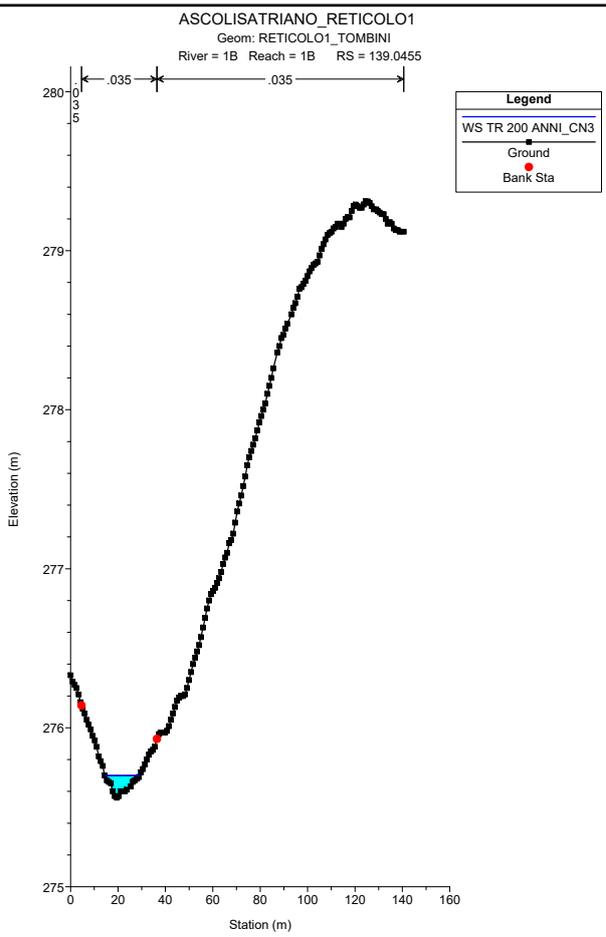
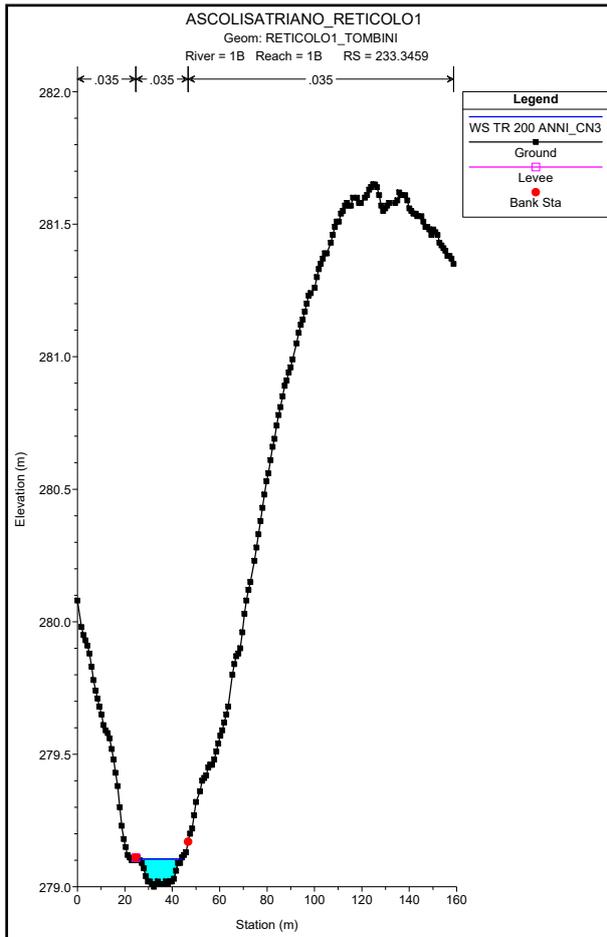


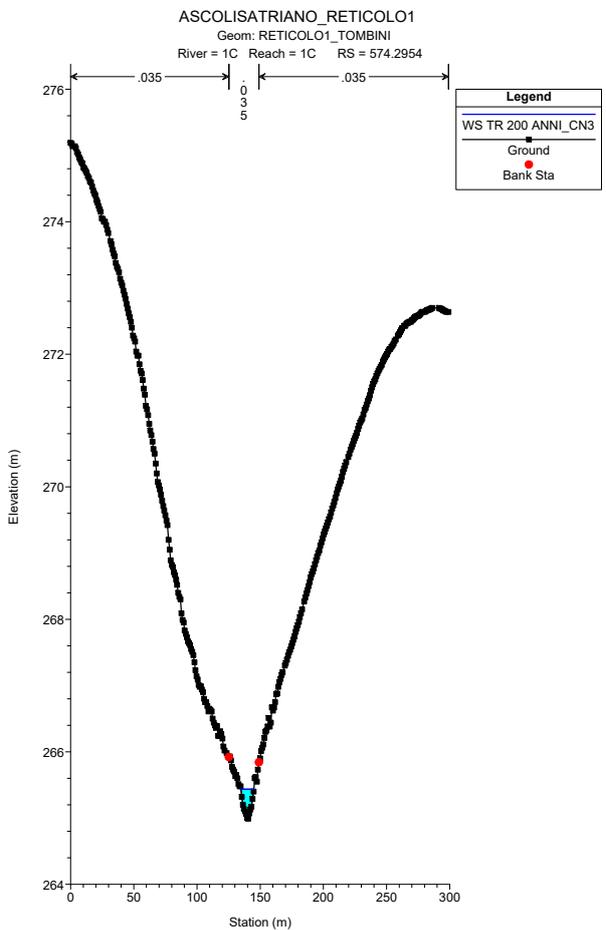
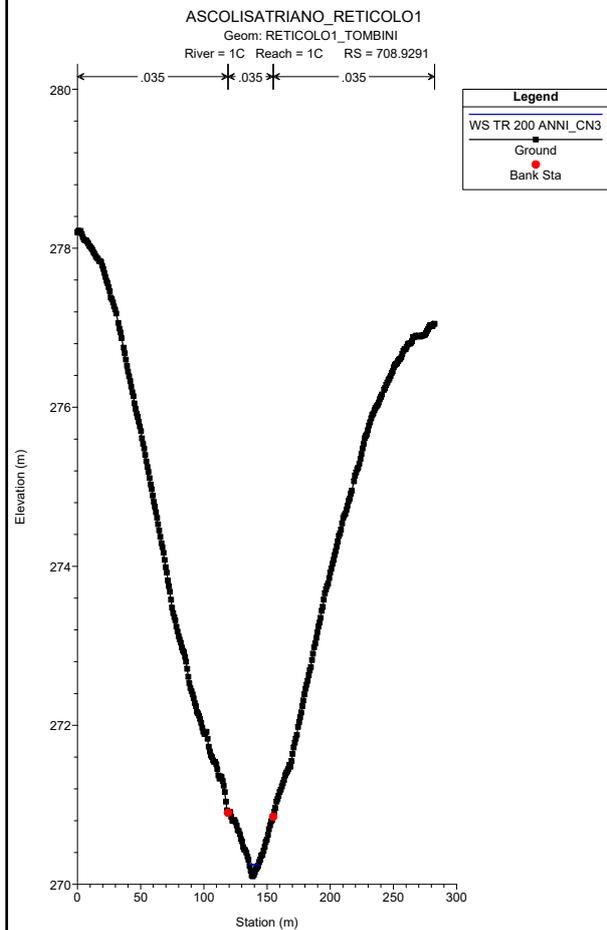
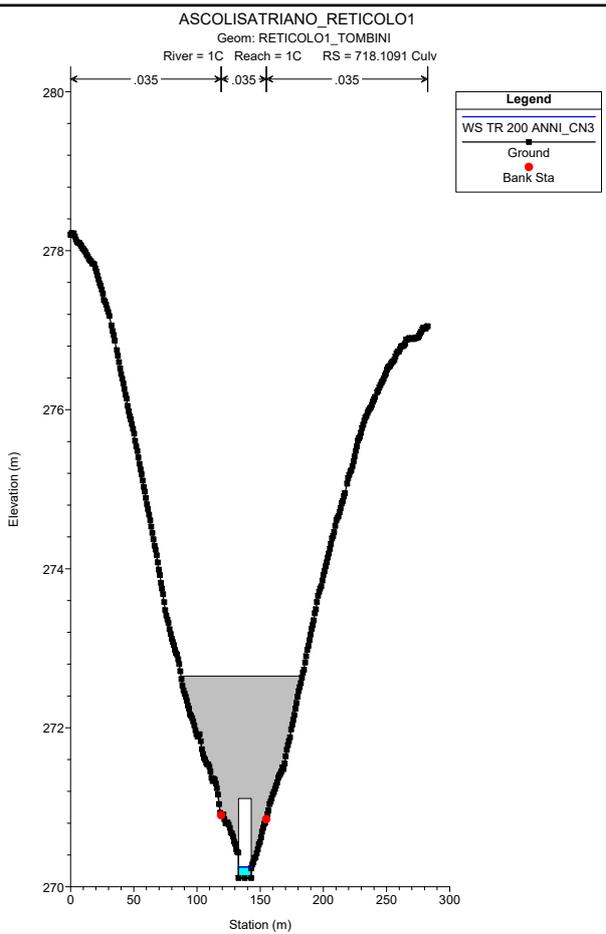
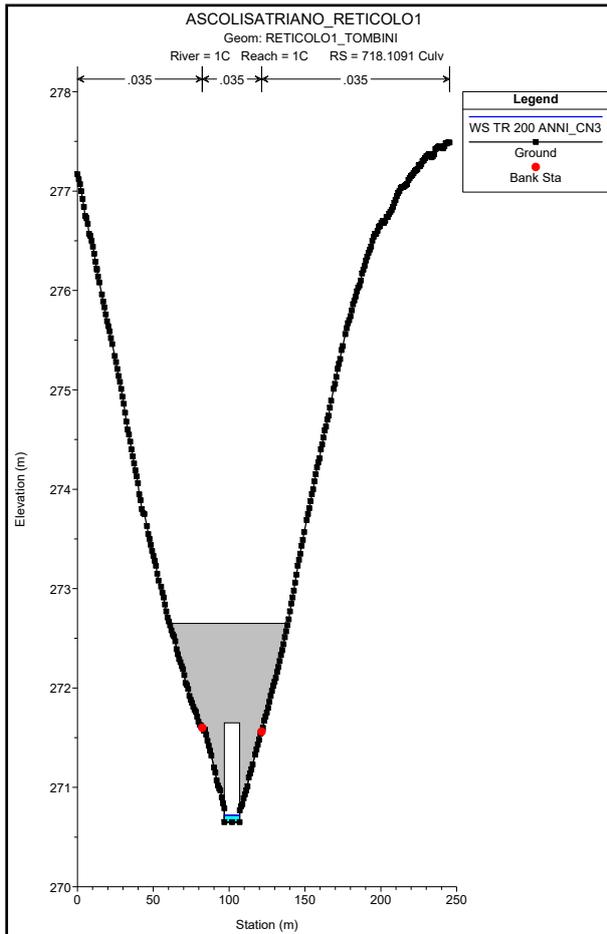


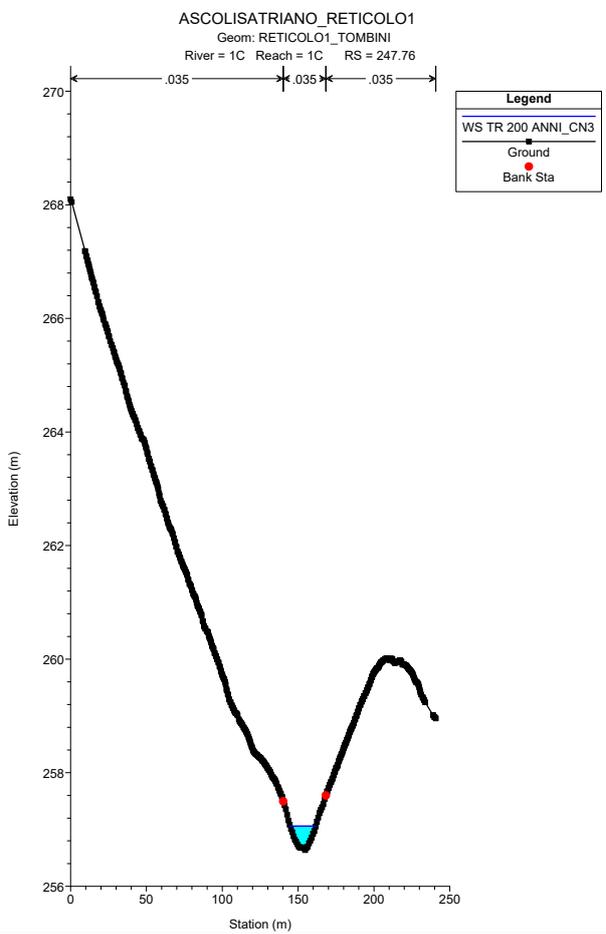
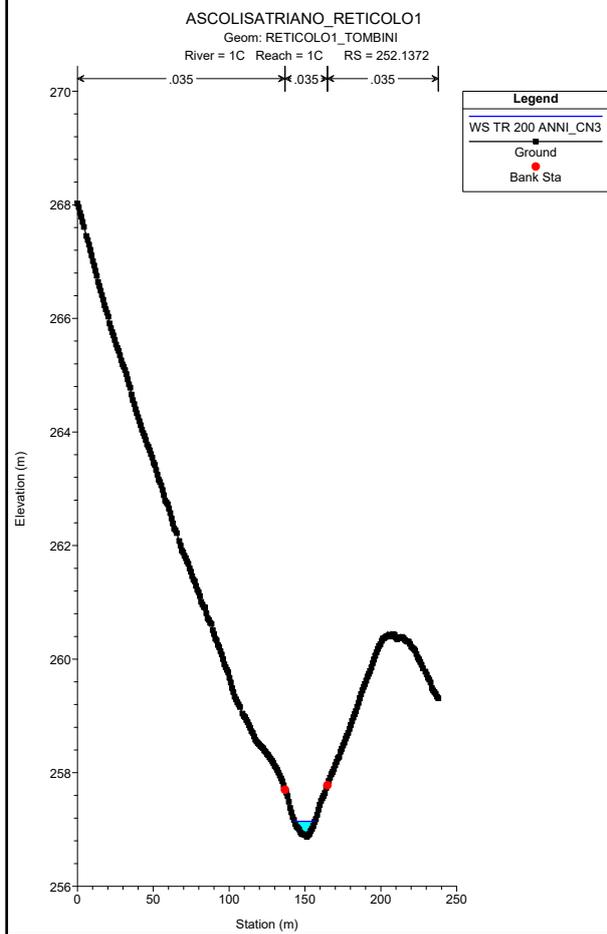
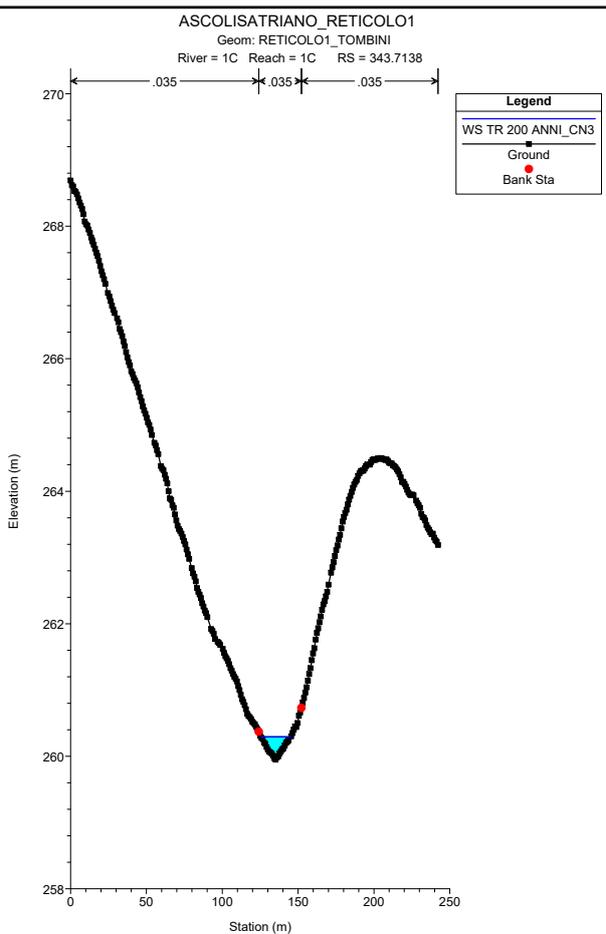
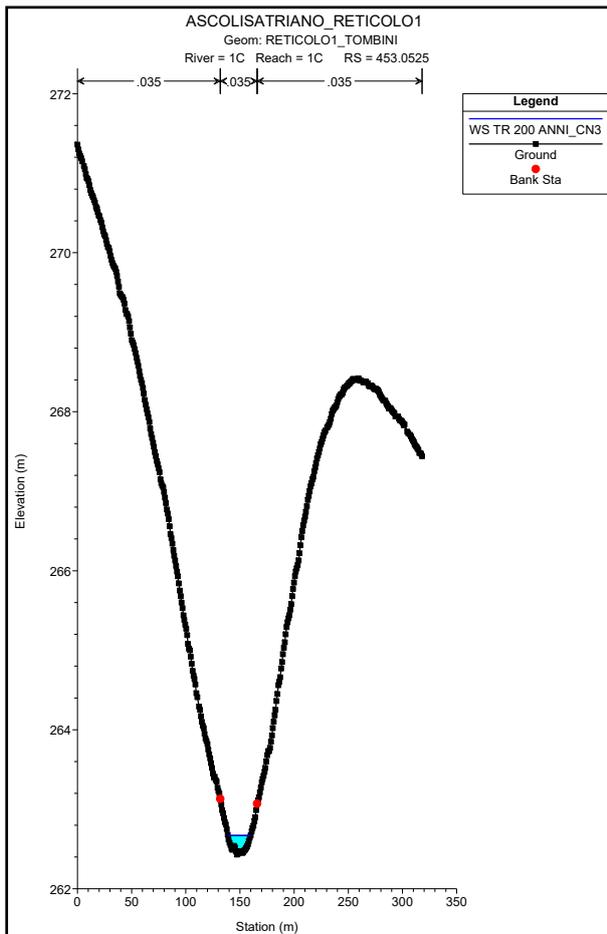


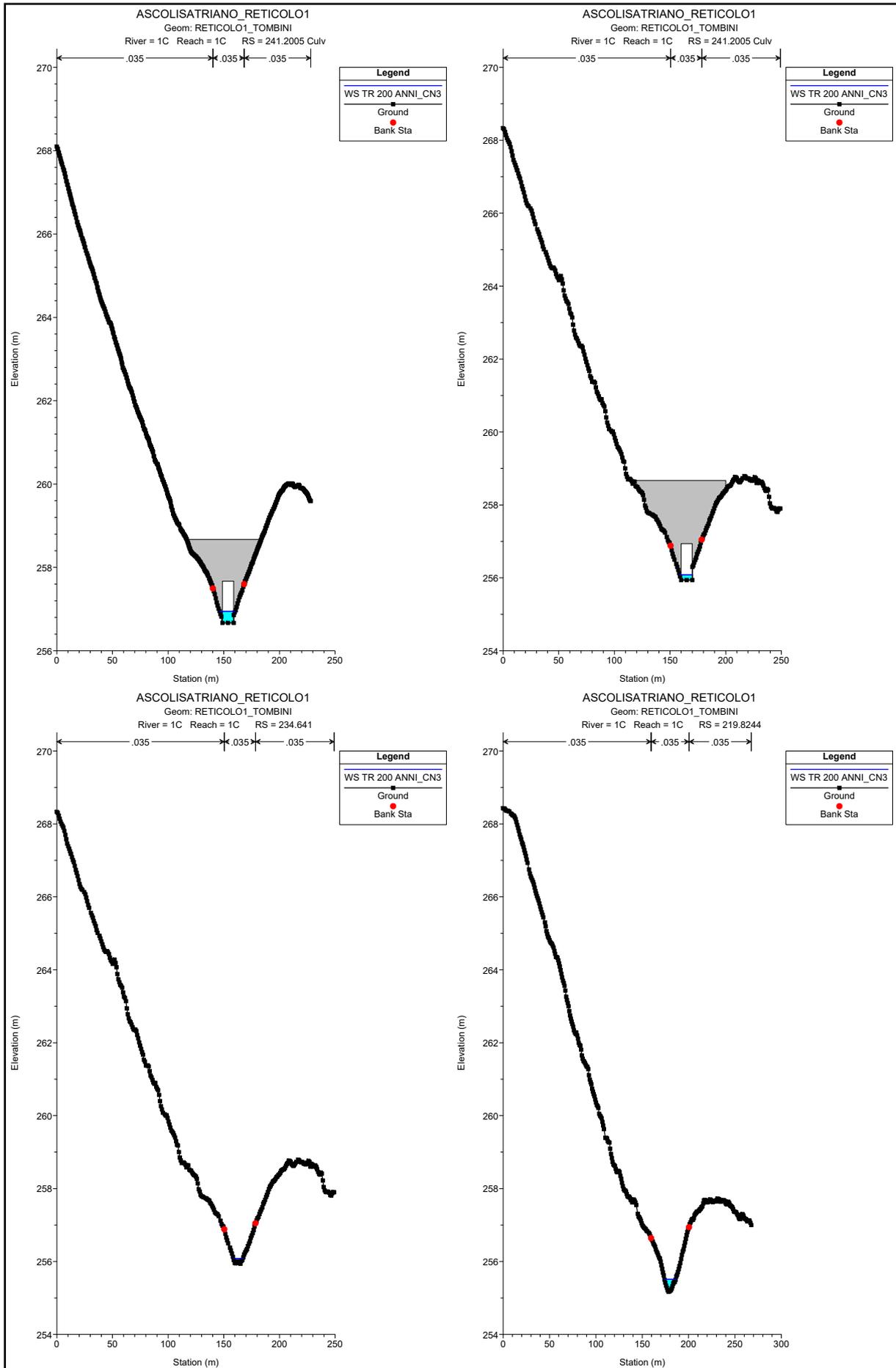




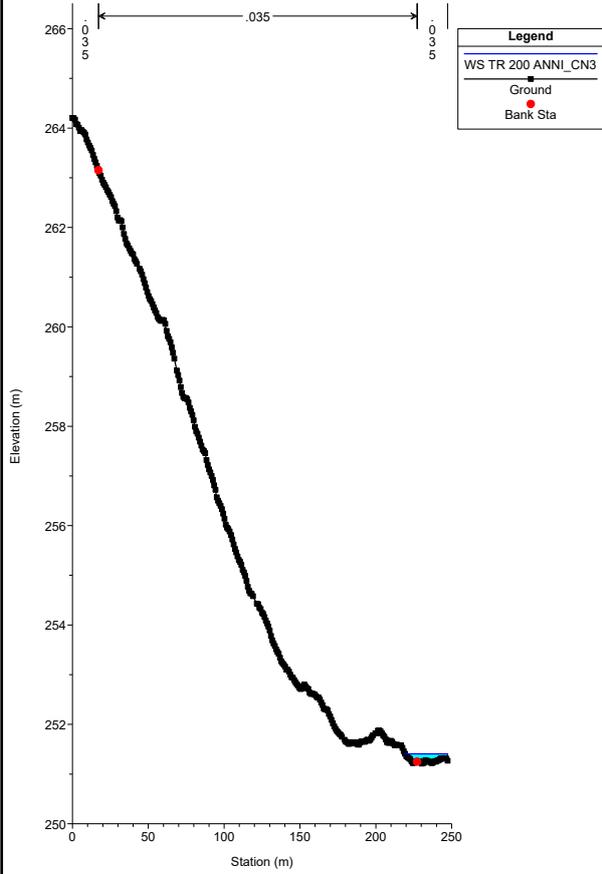






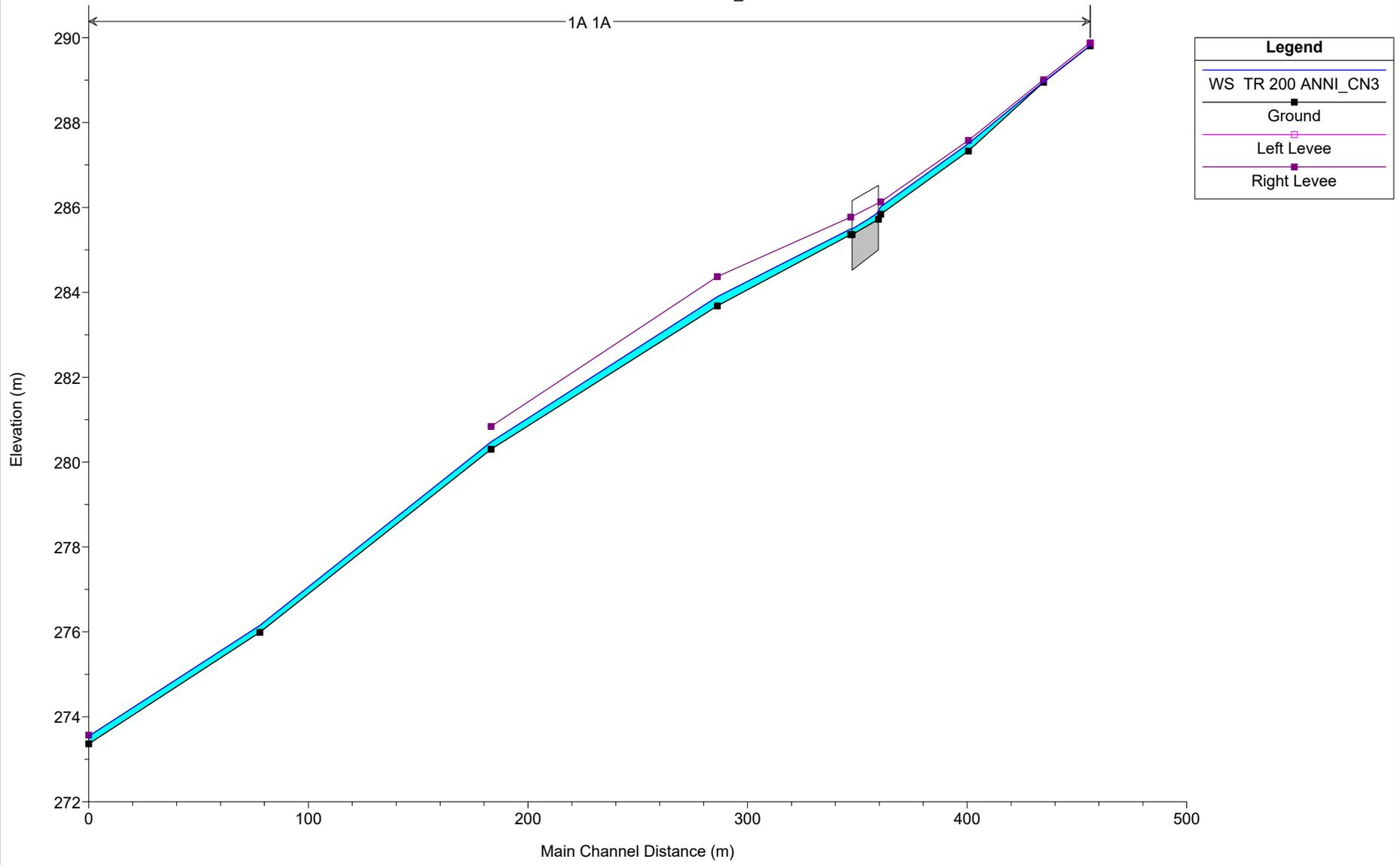


ASCOLISATRIANO_RETICOLO1
Geom: RETICOLO1_TOMBINI
River = 1C Reach = 1C RS = 80.50919



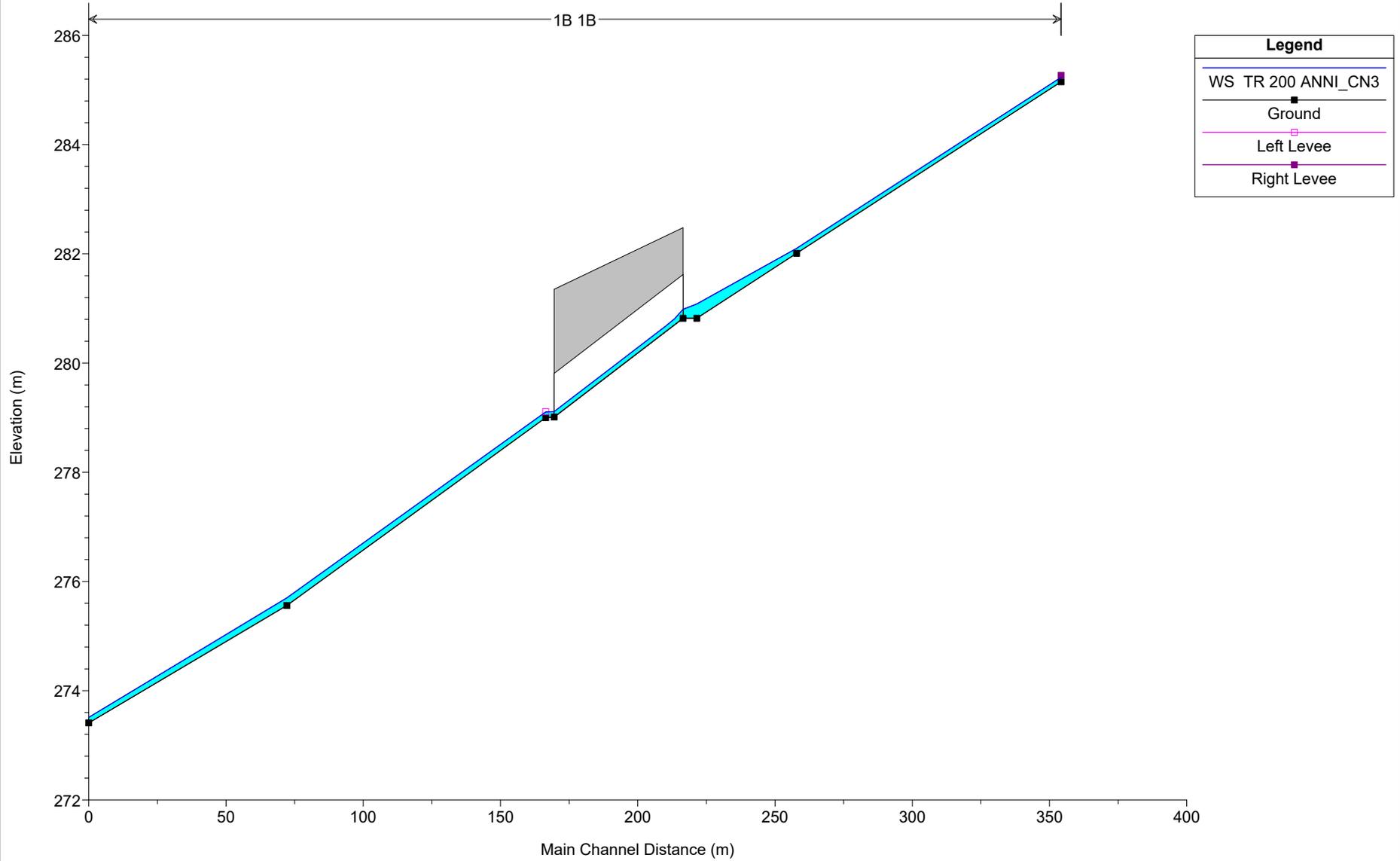
ASCOLISATRIANO_RETICOLO1

Geom: RETICOLO1_TOMBINI



ASCOLISATRIANO_RETICOLO1

Geom: RETICOLO1_TOMBINI



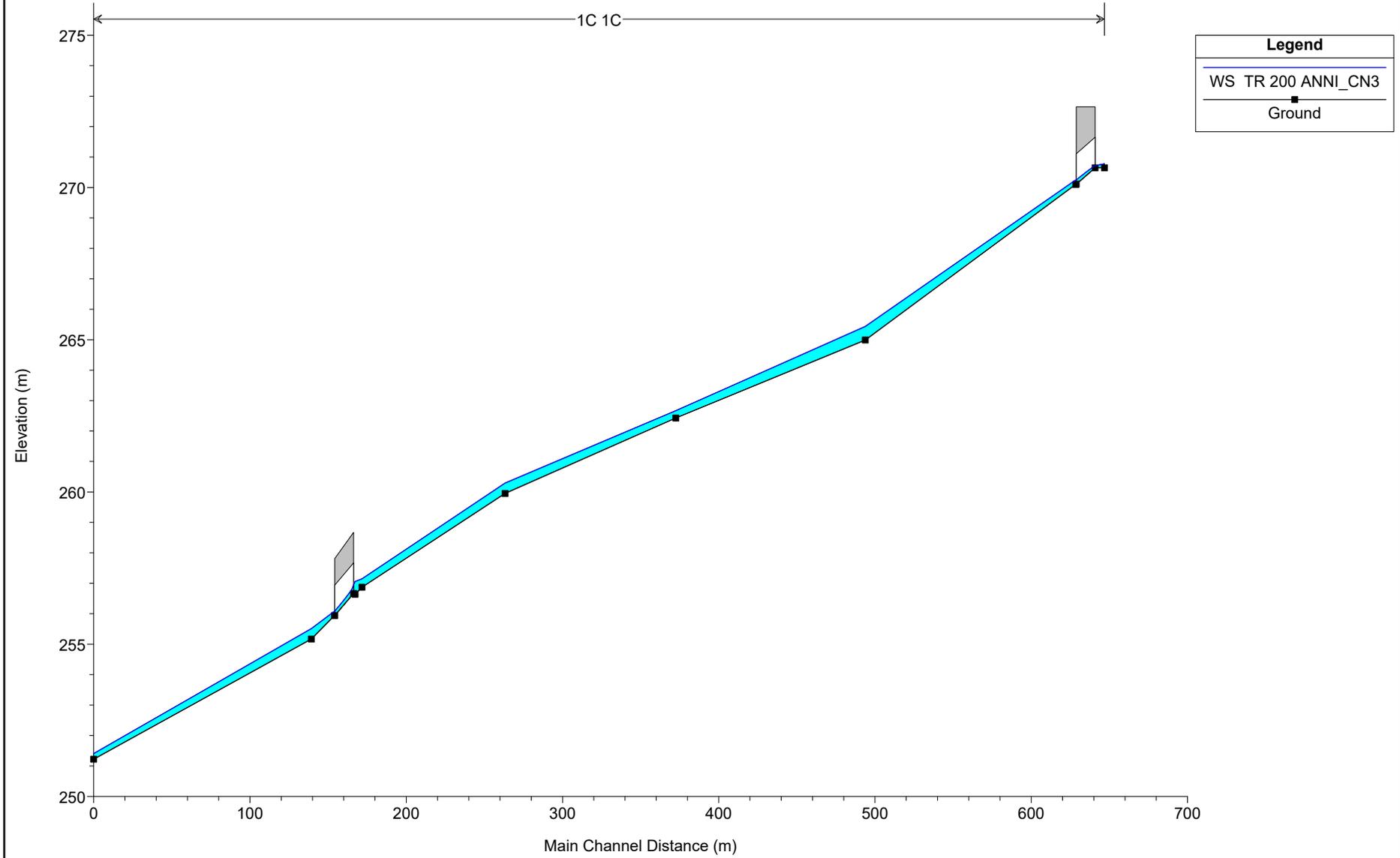
Legend

- WS TR 200 ANNI_CN3
- Ground
- Left Levee
- Right Levee

ASCOLISATRIANO_RETICOLO1

Geom: RETICOLO1_TOMBINI

1C 1C



HEC-RAS Plan: Plan 04 Profile: TR 200 ANNI_CN3

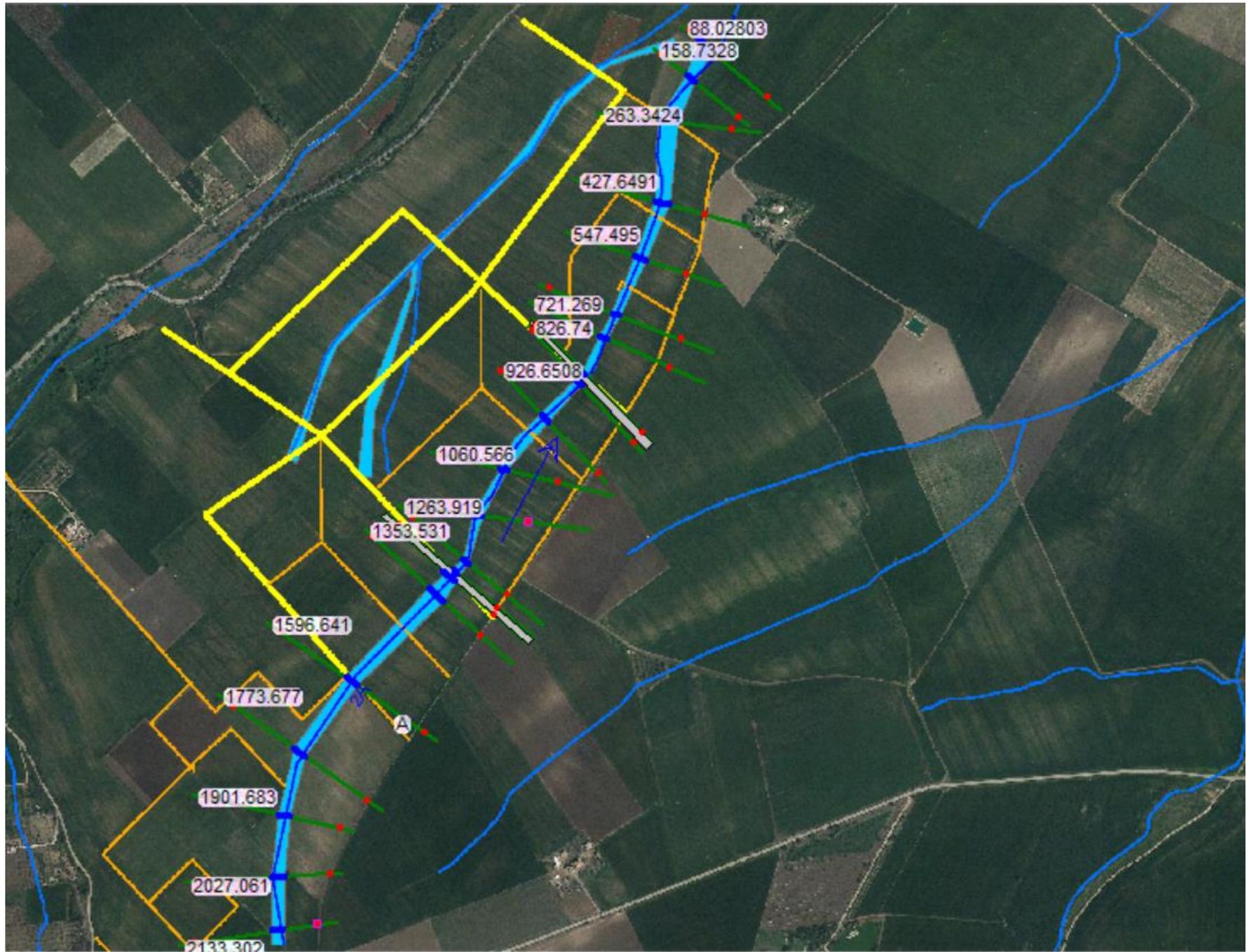
| River | Reach | River Sta | Profile | Q Total (m3/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|-------|-------|-----------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| 1C | 1C | 727.2982 | TR 200 ANNI_CN3 | 4.58 | 270.65 | 270.78 | 270.97 | 273.37 | 2.433548 | 7.12 | 0.64 | 10.06 | 9.00 |
| 1C | 1C | 718.1091 | | Culvert | | | | | | | | | |
| 1C | 1C | 708.9291 | TR 200 ANNI_CN3 | 4.58 | 270.10 | 270.25 | 270.48 | 273.15 | 1.931578 | 7.54 | 0.61 | 7.32 | 8.37 |
| 1C | 1C | 574.2954 | TR 200 ANNI_CN3 | 4.58 | 264.99 | 265.44 | 265.43 | 265.57 | 0.017528 | 1.61 | 2.84 | 10.14 | 0.97 |
| 1C | 1C | 453.0525 | TR 200 ANNI_CN3 | 4.58 | 262.43 | 262.67 | 262.69 | 262.77 | 0.029144 | 1.40 | 3.26 | 21.14 | 1.14 |
| 1C | 1C | 343.7138 | TR 200 ANNI_CN3 | 4.58 | 259.95 | 260.29 | 260.29 | 260.38 | 0.021984 | 1.32 | 3.46 | 19.75 | 1.01 |
| 1C | 1C | 252.1372 | TR 200 ANNI_CN3 | 4.58 | 256.87 | 257.14 | 257.21 | 257.35 | 0.054716 | 2.03 | 2.26 | 13.54 | 1.58 |
| 1C | 1C | 247.76 | TR 200 ANNI_CN3 | 4.58 | 256.64 | 257.06 | 256.98 | 257.11 | 0.007900 | 1.04 | 4.40 | 16.79 | 0.65 |
| 1C | 1C | 241.2005 | | Culvert | | | | | | | | | |
| 1C | 1C | 234.641 | TR 200 ANNI_CN3 | 4.58 | 255.94 | 256.08 | 256.29 | 257.70 | 0.905787 | 5.64 | 0.81 | 8.60 | 5.85 |
| 1C | 1C | 219.8244 | TR 200 ANNI_CN3 | 4.58 | 255.17 | 255.51 | 255.56 | 255.70 | 0.038672 | 1.91 | 2.40 | 12.10 | 1.37 |
| 1C | 1C | 80.50919 | TR 200 ANNI_CN3 | 4.58 | 251.22 | 251.41 | 251.41 | 251.48 | 0.025769 | 1.12 | 3.79 | 27.98 | 1.03 |
| 1B | 1B | 421.0765 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.05 | 285.15 | 285.23 | 285.23 | 285.27 | 0.034999 | 0.81 | 1.30 | 22.10 | 1.06 |
| 1B | 1B | 324.7197 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.05 | 282.01 | 282.10 | 282.11 | 282.13 | 0.030321 | 0.78 | 1.34 | 21.88 | 1.00 |
| 1B | 1B | 288.3973 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.05 | 280.82 | 281.08 | 280.94 | 281.08 | 0.000681 | 0.26 | 4.52 | 32.22 | 0.18 |
| 1B | 1B | 260.8716 | | Culvert | | | | | | | | | |
| 1B | 1B | 233.3459 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.05 | 279.00 | 279.10 | 279.10 | 279.14 | 0.032387 | 0.86 | 1.22 | 17.99 | 1.05 |
| 1B | 1B | 139.0455 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.05 | 275.56 | 275.70 | 275.71 | 275.75 | 0.040215 | 0.99 | 1.06 | 14.65 | 1.18 |
| 1B | 1B | 66.89 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.05 | 273.41 | 273.51 | 273.52 | 273.58 | 0.021345 | 0.47 | 1.03 | 11.25 | 0.77 |
| 1A | 1A | 522.3307 | TR 200 ANNI_CN3 | 0.00 | 289.81 | 289.82 | 289.82 | 289.82 | 0.000000 | 0.00 | 0.01 | 1.79 | 0.00 |
| 1A | 1A | 501.0998 | TR 200 ANNI_CN3 | 0.00 | 288.95 | 288.96 | 288.96 | 288.96 | 0.000000 | 0.00 | 0.01 | 2.13 | 0.00 |
| 1A | 1A | 466.9052 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.53 | 287.33 | 287.51 | 287.51 | 287.55 | 0.029674 | 0.88 | 1.73 | 22.77 | 1.02 |
| 1A | 1A | 426.9172 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.53 | 285.84 | 286.02 | 286.02 | 286.06 | 0.028081 | 0.97 | 1.58 | 17.50 | 1.02 |
| 1A | 1A | 420.0936 | | Culvert | | | | | | | | | |
| 1A | 1A | 413.2703 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.53 | 285.36 | 285.49 | 285.59 | 285.92 | 0.324001 | 2.88 | 0.53 | 7.11 | 3.37 |
| 1A | 1A | 352.5699 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.53 | 283.68 | 283.90 | 283.90 | 283.95 | 0.023921 | 1.05 | 1.45 | 12.44 | 0.99 |
| 1A | 1A | 249.4557 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.53 | 280.30 | 280.47 | 280.49 | 280.56 | 0.048078 | 1.31 | 1.17 | 12.29 | 1.35 |
| 1A | 1A | 144.2068 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.53 | 275.99 | 276.15 | 276.16 | 276.22 | 0.035648 | 1.13 | 1.36 | 14.22 | 1.16 |
| 1A | 1A | 66.30254 | TR 200 ANNI_CN3 | 1.53 | 273.36 | 273.54 | 273.55 | 273.62 | 0.031369 | 1.20 | 1.28 | 11.13 | 1.13 |

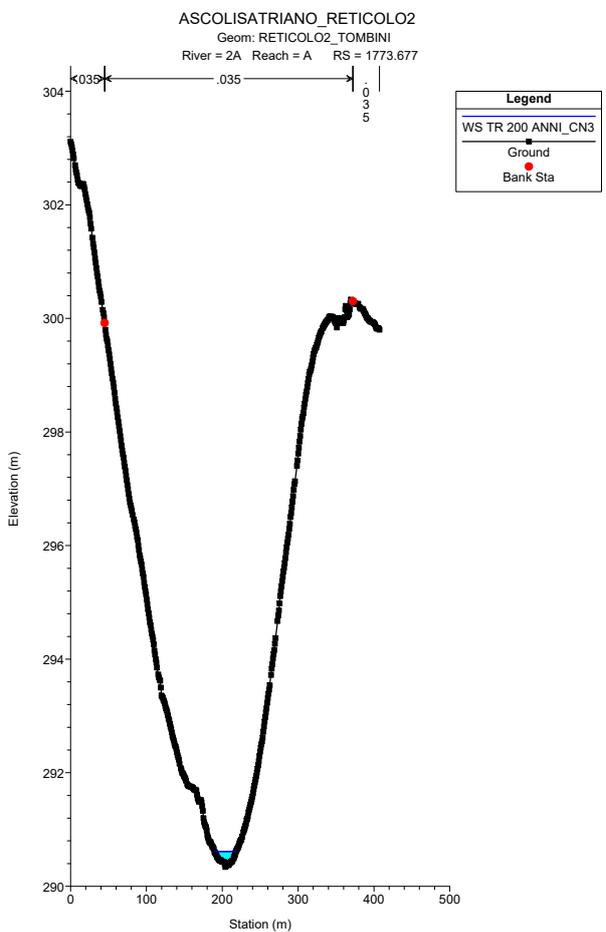
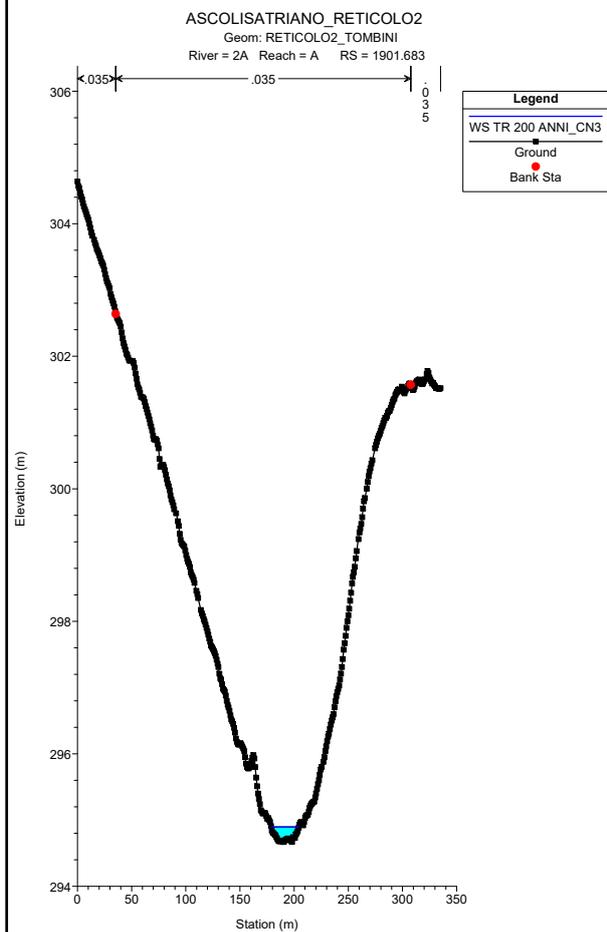
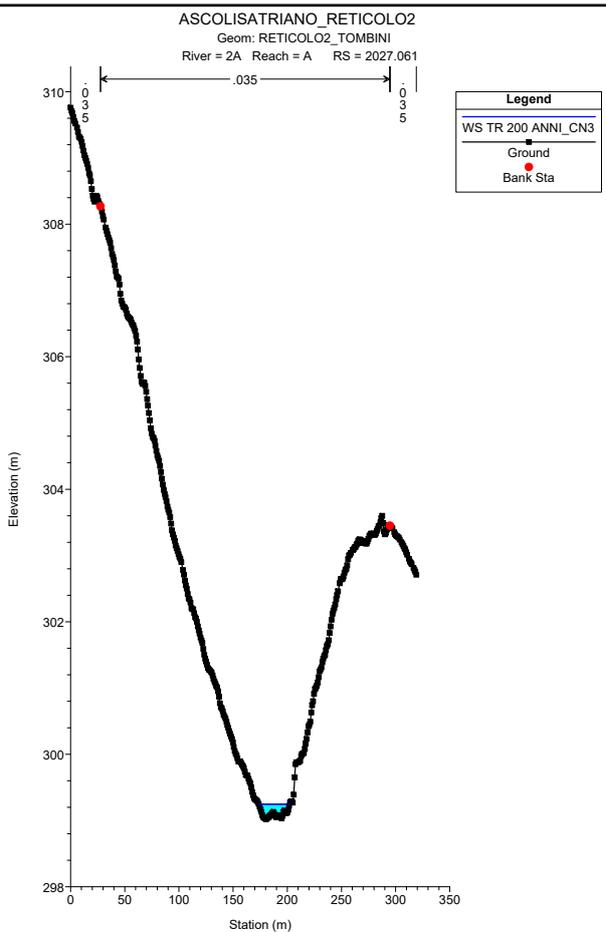
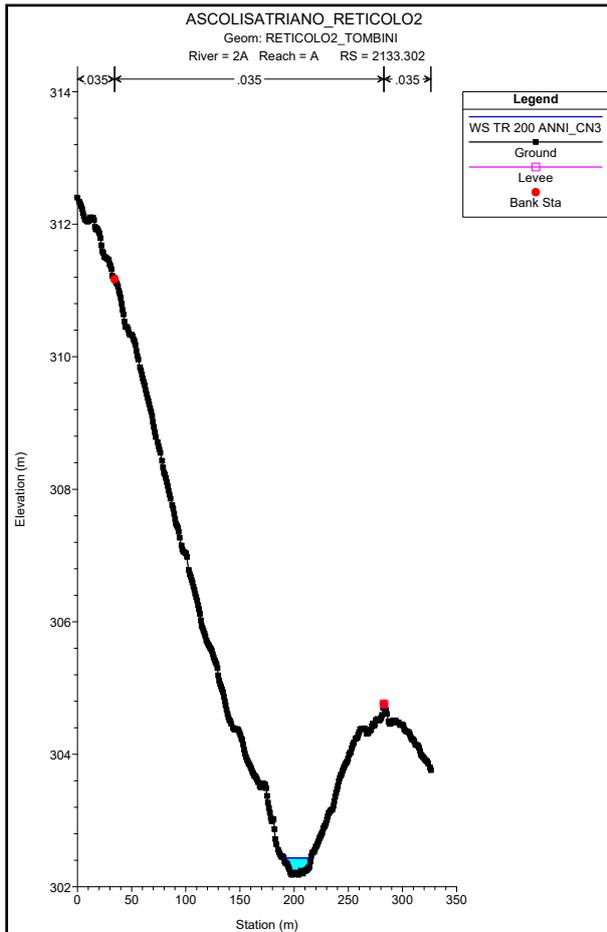
ALLEGATO 8

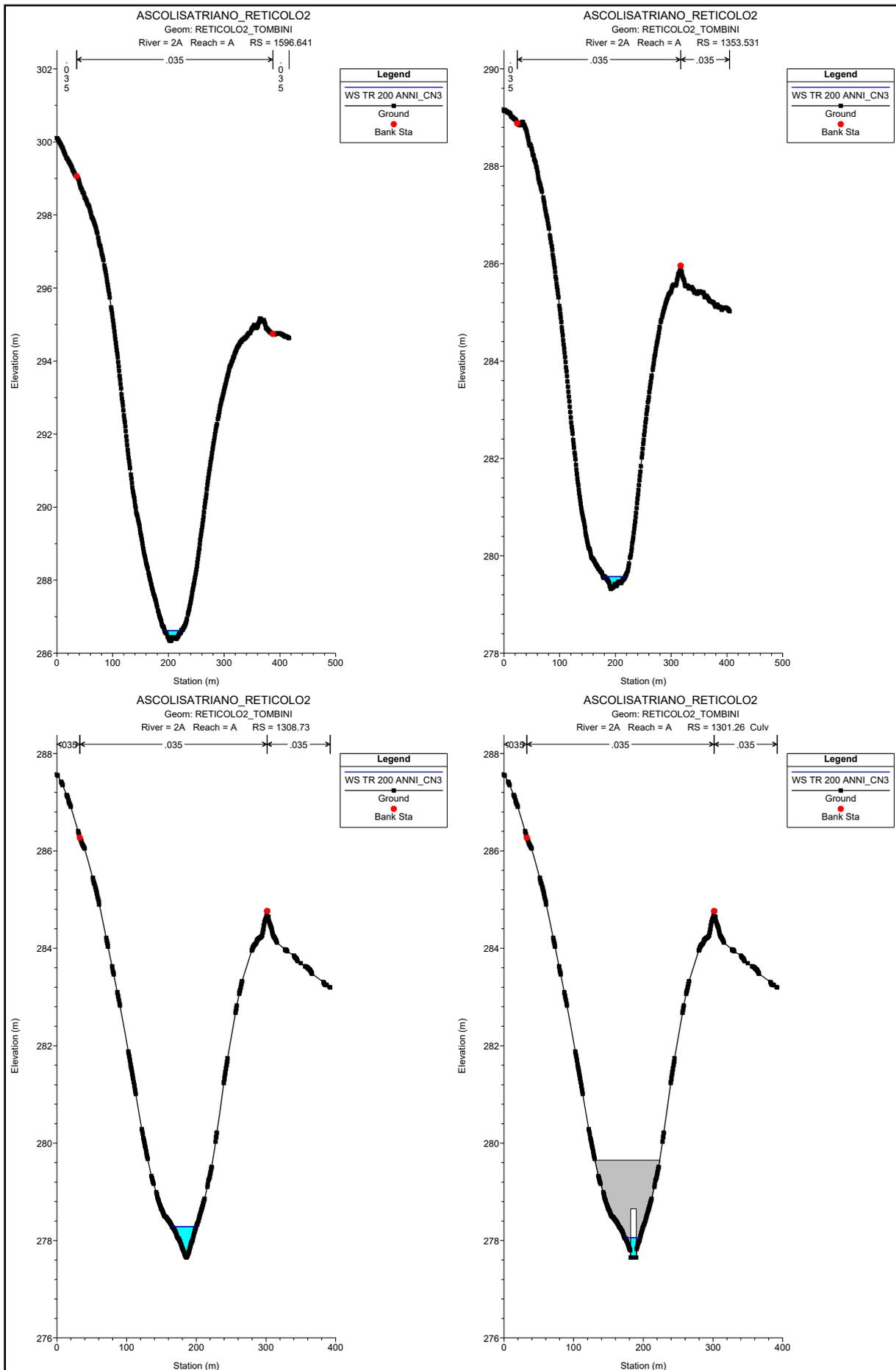
Reticolo 2 - C.le Santo Spirito

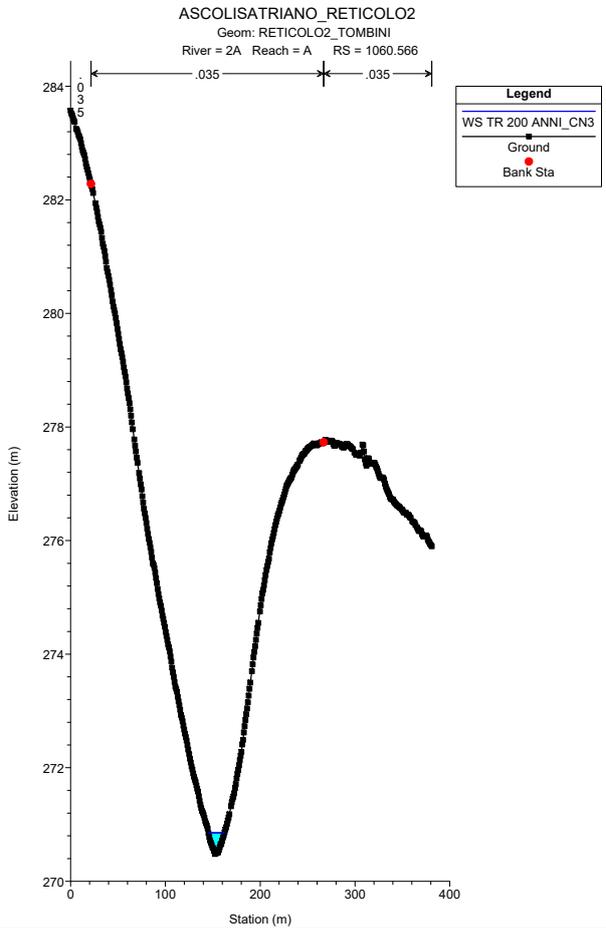
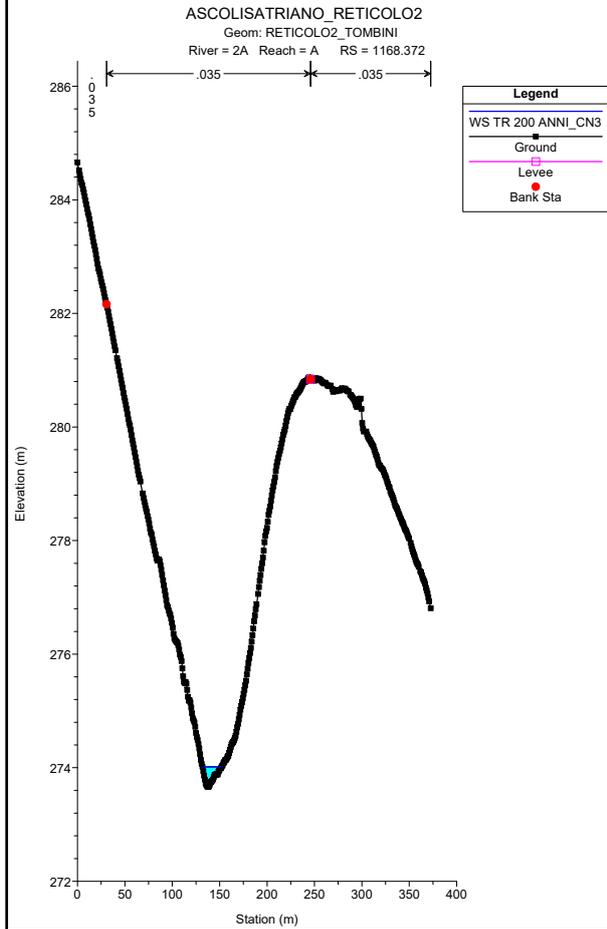
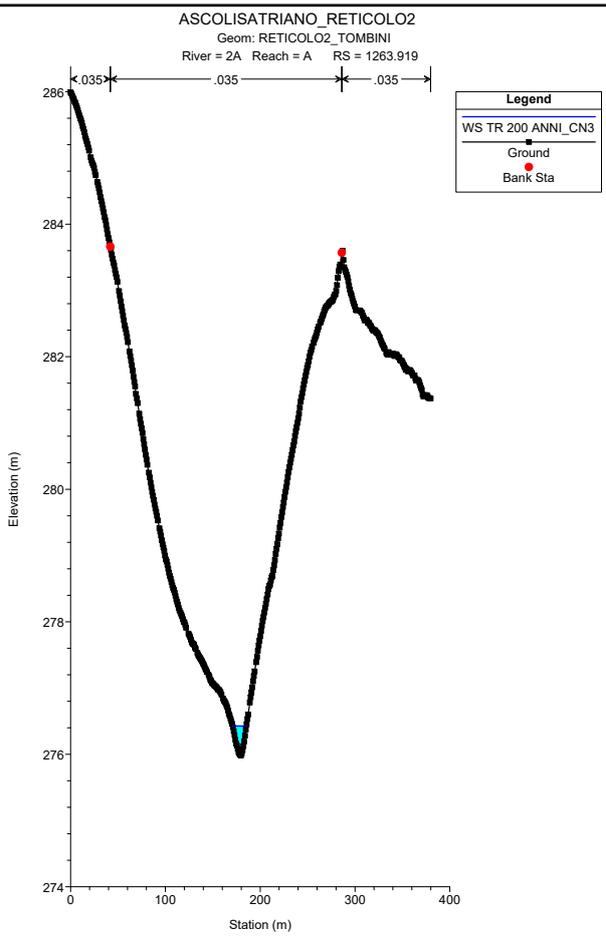
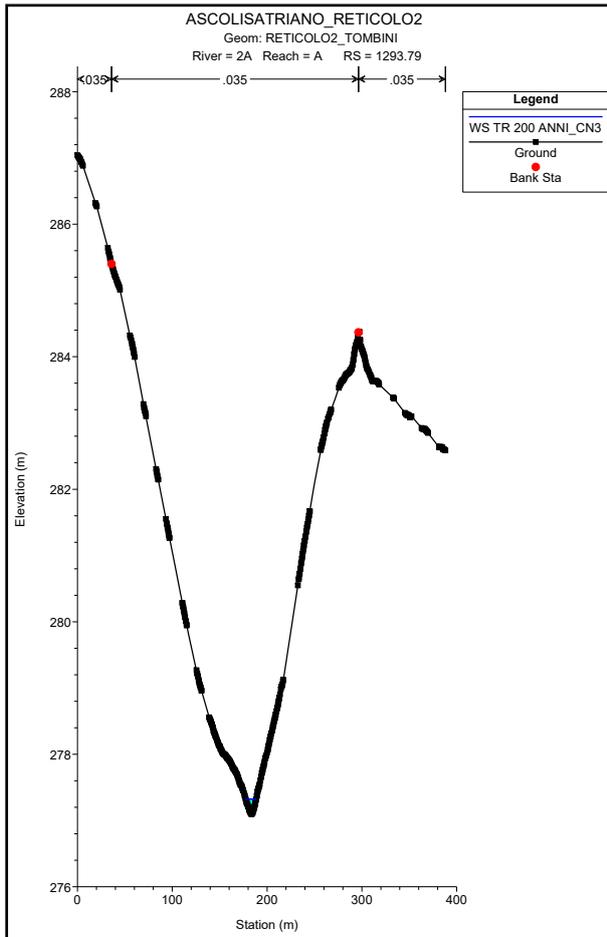
Interferenze aree inondabili e la viabilita' principale

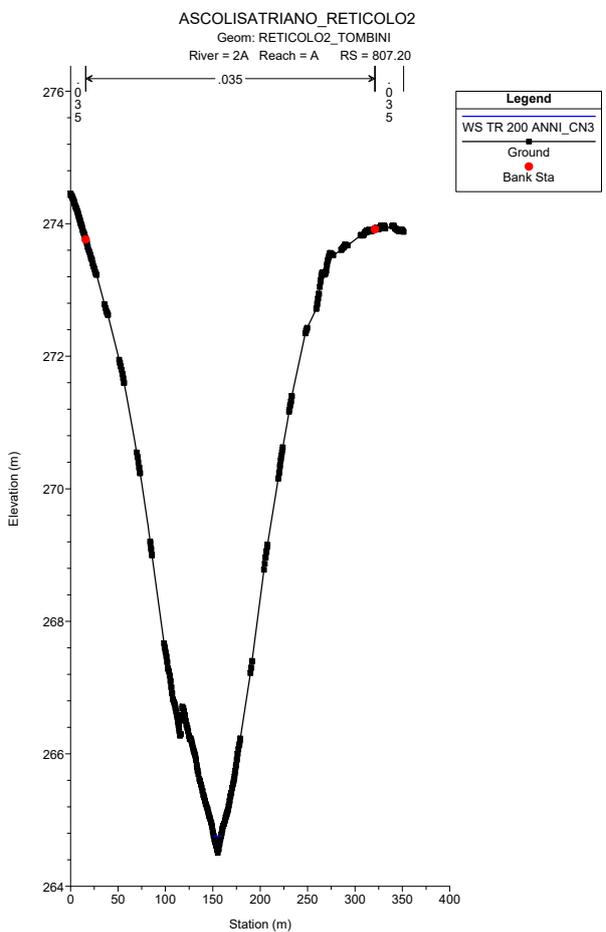
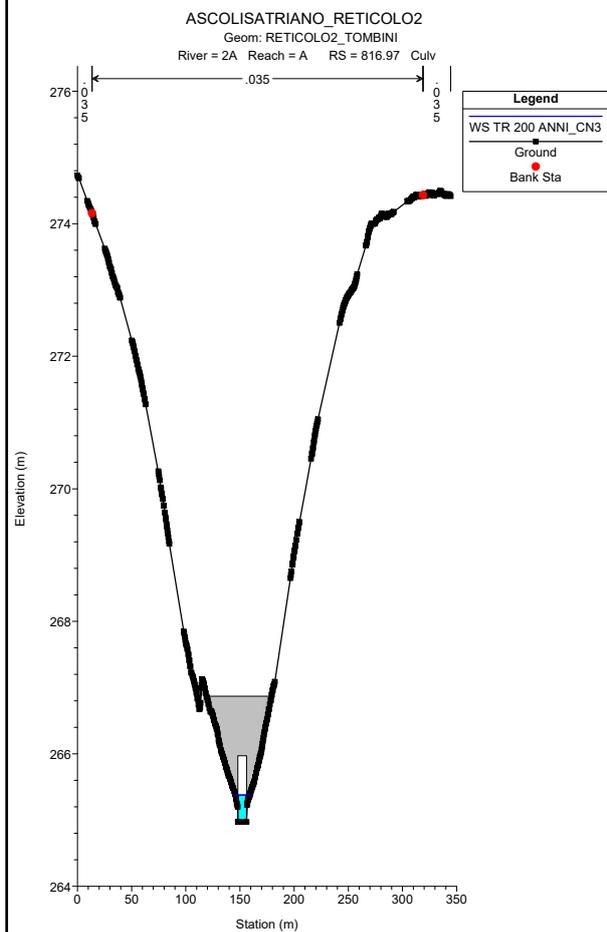
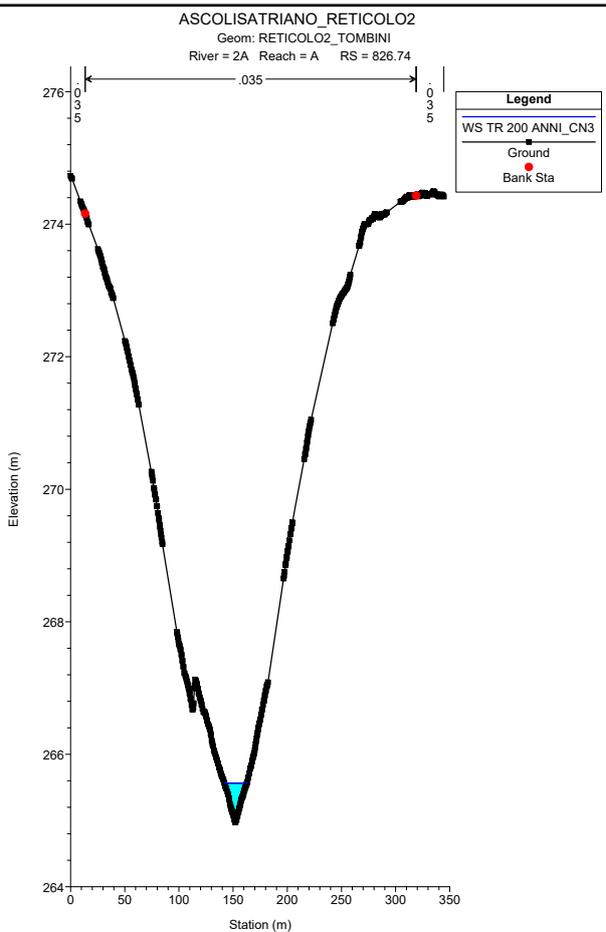
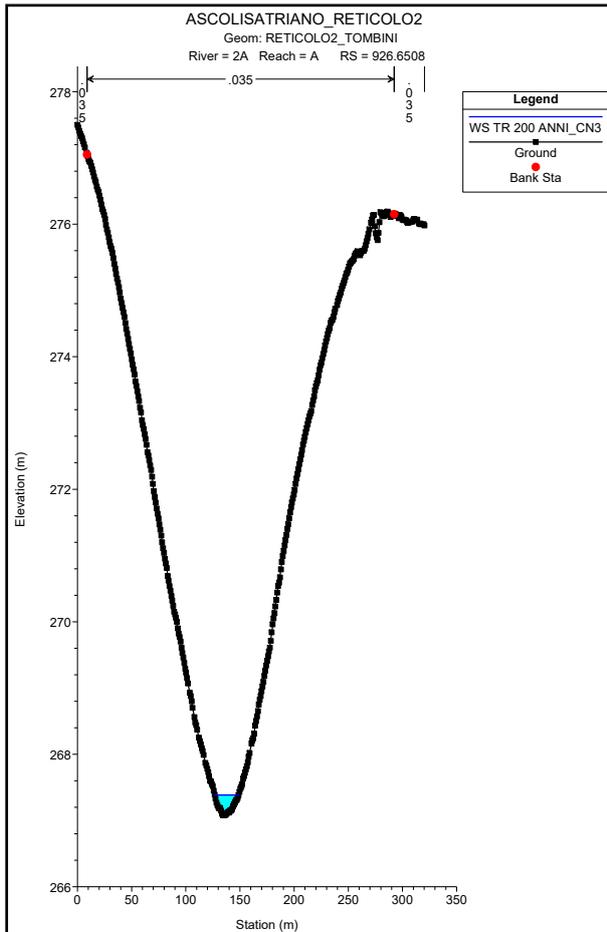
Aree inondabili TR 200 anni
Sezioni trasversali TR 200 anni
Profilo idraulico TR 200 anni
Parametri idrodinamici TR 200 anni

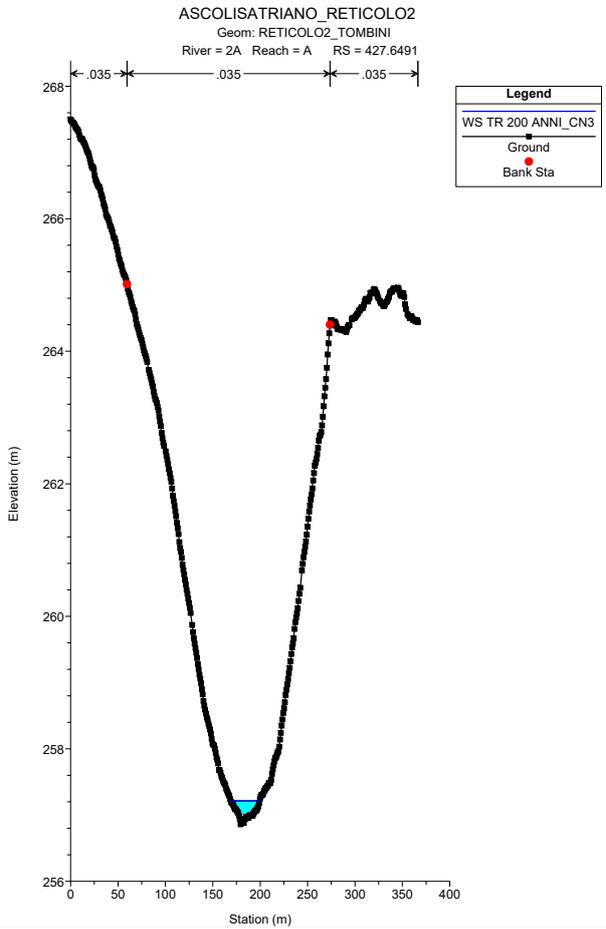
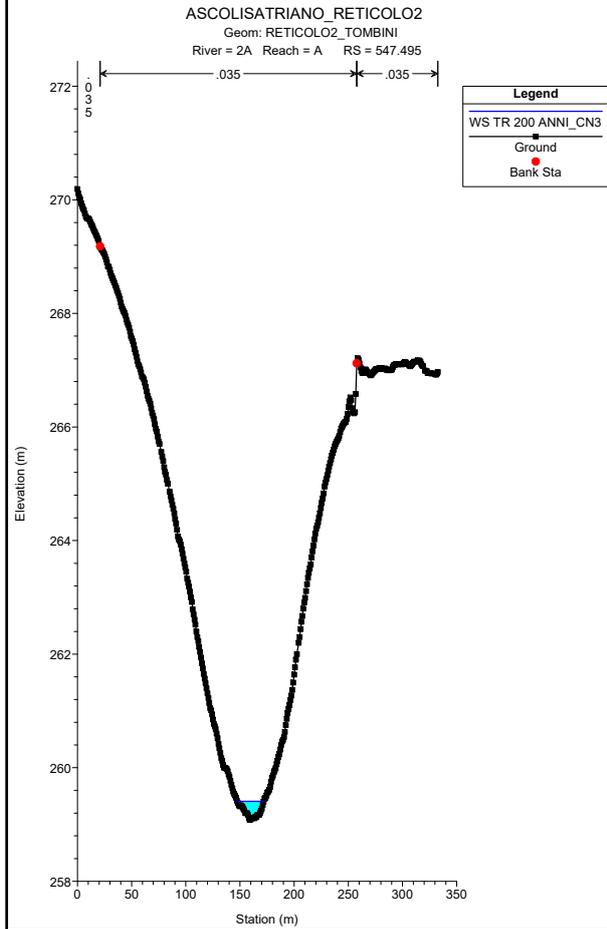
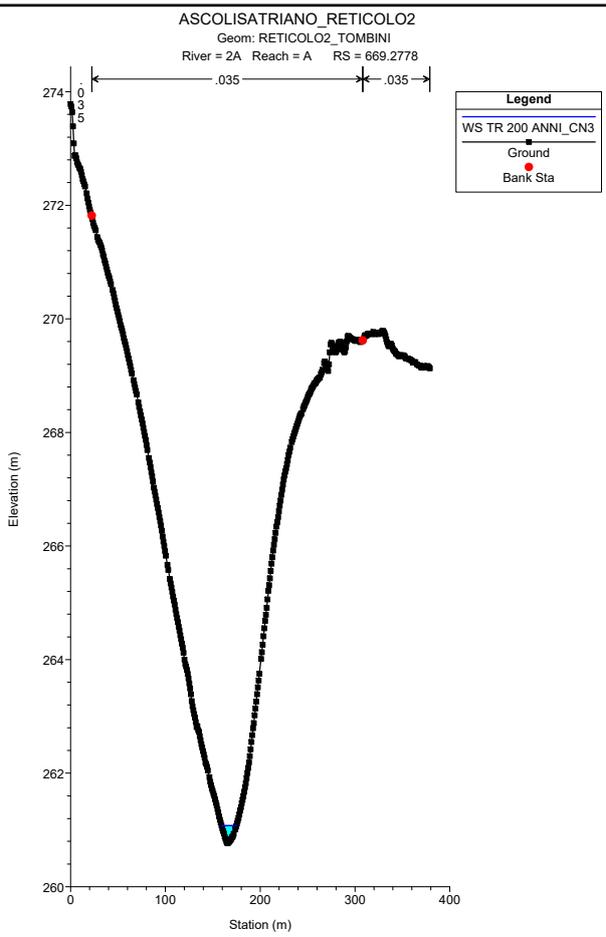
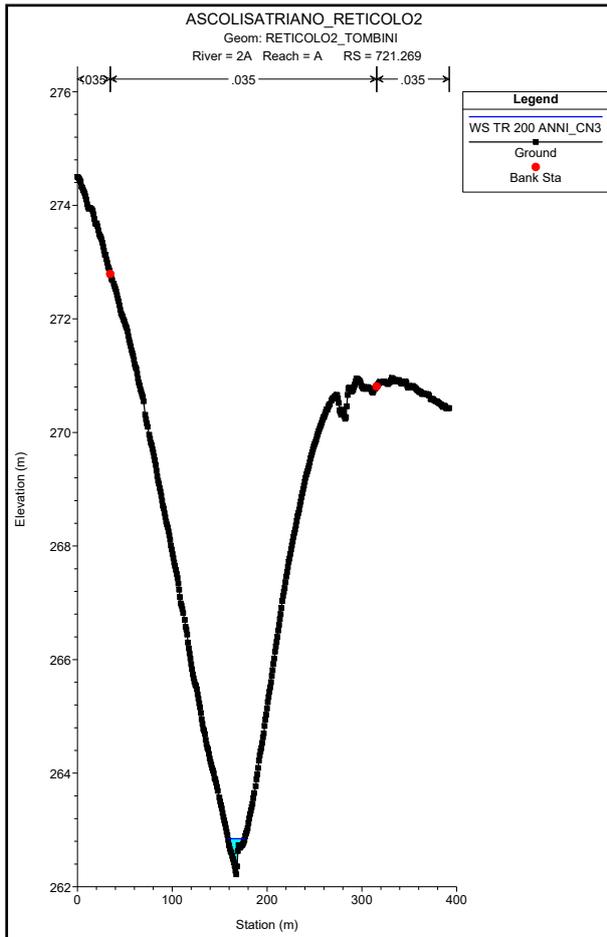


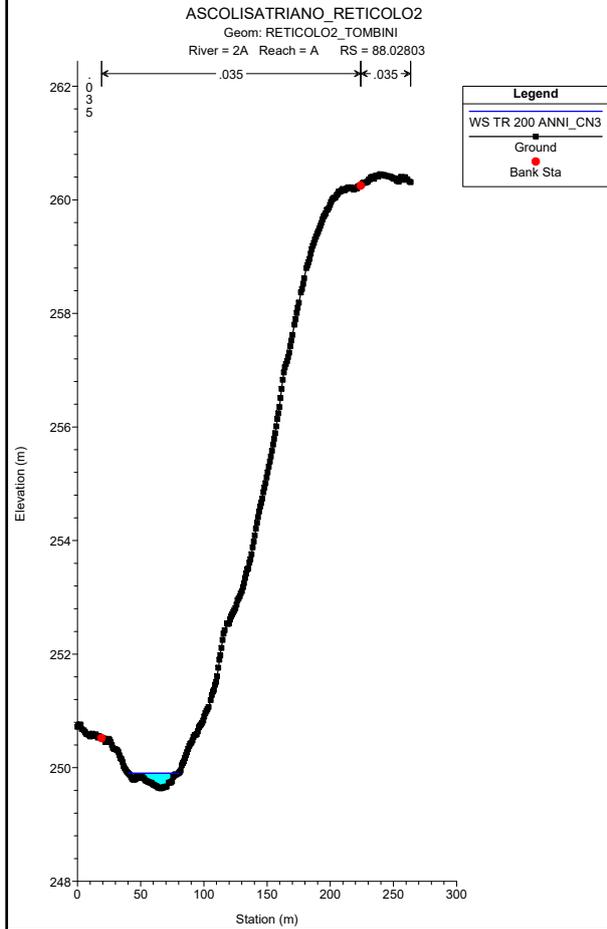
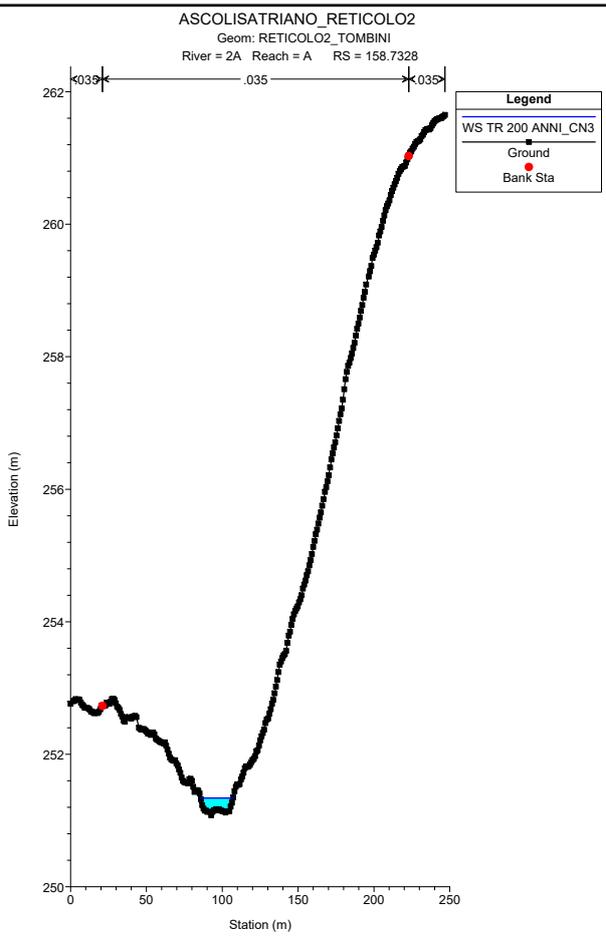
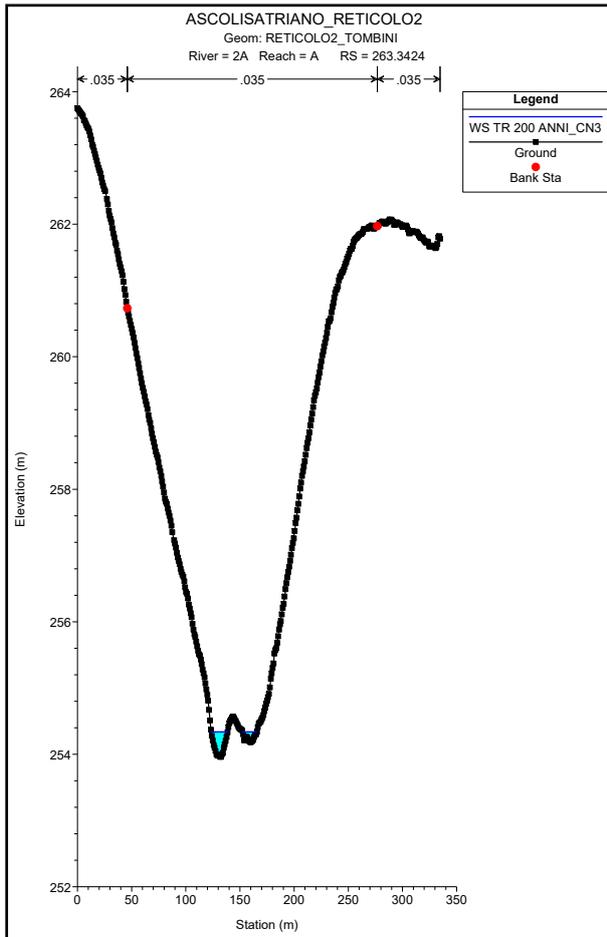






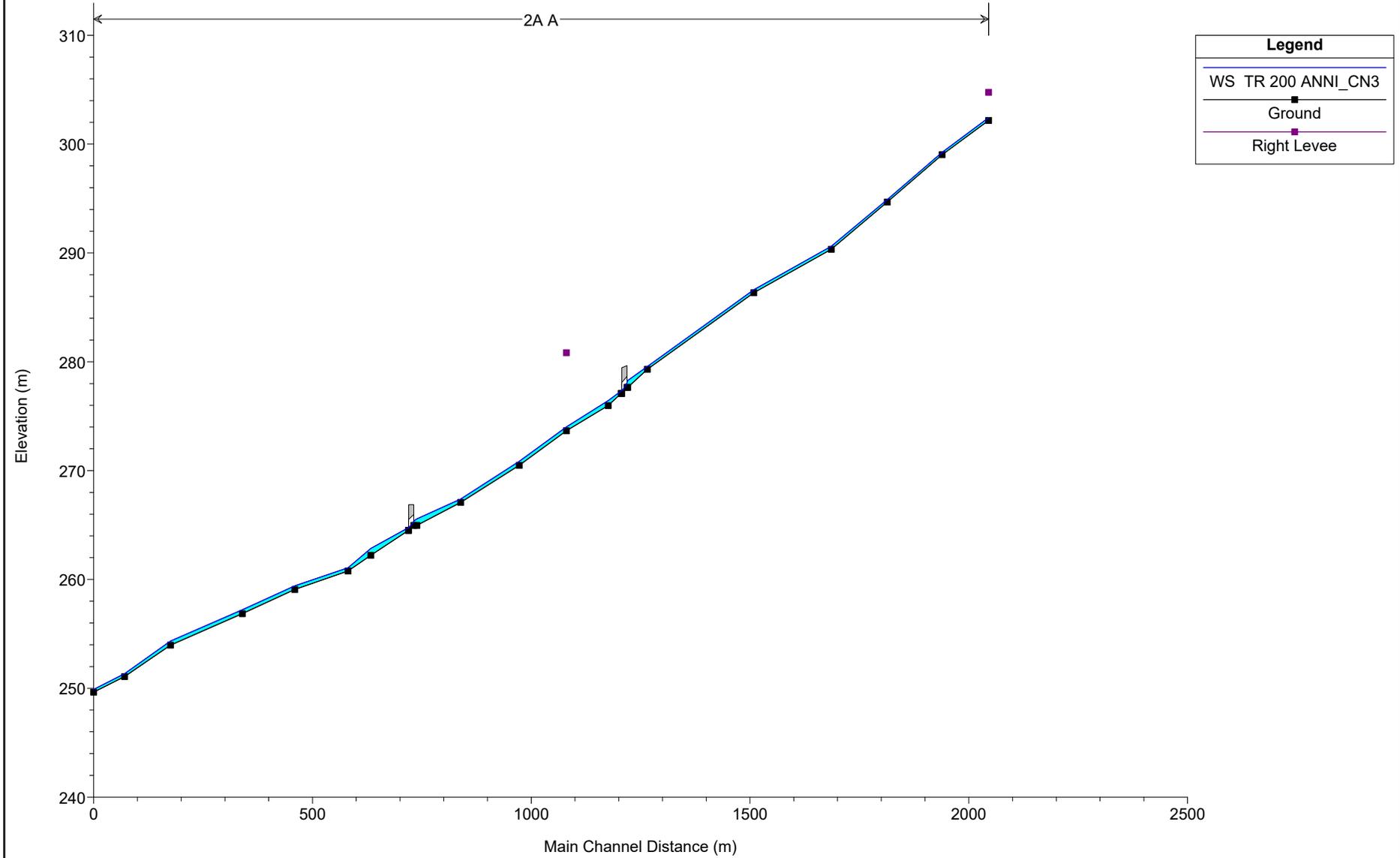






ASCOLISATRIANO_RETICOLO2

Geom: RETICOLO2_TOMBINI



HEC-RAS Plan: Plan 02 River: 2A Reach: A Profile: TR 200 ANNI_CN3

| 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 |
|-------|-----------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| A | 2133.302 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 302.18 | 302.43 | 302.45 | 302.54 | 0.025993 | 1.46 | 4.48 | 25.10 | 1.10 |
| A | 2027.061 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 299.02 | 299.25 | 299.27 | 299.36 | 0.034821 | 1.52 | 4.31 | 28.41 | 1.24 |
| A | 1901.683 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 294.67 | 294.90 | 294.93 | 295.02 | 0.034399 | 1.57 | 4.15 | 25.63 | 1.25 |
| A | 1773.677 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 290.34 | 290.61 | 290.63 | 290.72 | 0.032727 | 1.48 | 4.40 | 28.59 | 1.21 |
| A | 1596.641 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 286.34 | 286.62 | 286.62 | 286.71 | 0.022691 | 1.30 | 5.03 | 30.26 | 1.02 |
| A | 1353.531 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 279.32 | 279.57 | 279.59 | 279.67 | 0.038169 | 1.37 | 4.76 | 38.93 | 1.26 |
| A | 1308.73 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 277.65 | 278.28 | 278.06 | 278.30 | 0.002084 | 0.60 | 10.86 | 34.55 | 0.34 |
| A | 1301.26 | Culvert | | | | | | | | | | |
| A | 1293.79 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 277.09 | 277.32 | 277.52 | 278.32 | 0.353118 | 4.41 | 1.48 | 11.17 | 3.87 |
| A | 1263.919 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 275.98 | 276.43 | 276.43 | 276.57 | 0.020237 | 1.68 | 3.88 | 14.51 | 1.04 |
| A | 1168.372 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 273.66 | 274.01 | 274.05 | 274.16 | 0.032278 | 1.70 | 3.85 | 20.21 | 1.24 |
| A | 1060.566 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 270.48 | 270.85 | 270.88 | 271.01 | 0.026684 | 1.72 | 3.80 | 16.96 | 1.16 |
| A | 926.6508 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 267.08 | 267.39 | 267.40 | 267.50 | 0.025496 | 1.53 | 4.28 | 22.11 | 1.11 |
| A | 826.74 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 264.97 | 265.56 | 265.46 | 265.62 | 0.007555 | 1.09 | 6.02 | 20.81 | 0.64 |
| A | 816.97 | Culvert | | | | | | | | | | |
| A | 807.20 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 264.51 | 264.76 | 265.03 | 267.09 | 0.895226 | 6.77 | 0.97 | 7.70 | 6.10 |
| A | 721.269 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 262.22 | 262.84 | 262.84 | 262.96 | 0.018925 | 1.53 | 4.28 | 17.55 | 0.99 |
| A | 669.2778 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 260.77 | 261.08 | 261.16 | 261.34 | 0.059449 | 2.27 | 2.89 | 15.54 | 1.68 |
| A | 547.495 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 259.08 | 259.41 | 259.41 | 259.51 | 0.021360 | 1.39 | 4.71 | 24.53 | 1.01 |
| A | 427.6491 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 256.86 | 257.22 | 257.19 | 257.28 | 0.013978 | 1.12 | 5.84 | 30.57 | 0.82 |
| A | 263.3424 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 253.96 | 254.34 | 254.34 | 254.43 | 0.022075 | 1.33 | 4.93 | 28.19 | 1.01 |
| A | 158.7328 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 251.08 | 251.34 | 251.38 | 251.49 | 0.036621 | 1.73 | 3.79 | 21.37 | 1.31 |
| A | 88.02803 | TR 200 ANNI_CN3 | 6.54 | 249.64 | 249.90 | 249.90 | 249.97 | 0.023824 | 1.18 | 5.52 | 39.71 | 1.01 |