

STUDI di INGEGNERIA BONACCI & ALTIERI

VIALE GIOVANNI PISANO, 67 - 56123 PISA TEL./FAX. 050-553341
EMAIL: posta@bonaccialtieri.it

PROPRIETÀ: IMMOBILIARE GS Srl
COMUNE DI VICOPISANO

VERIFICA IDROLOGICO-IDRAULICA
DEL "FOSSO SEREZZA VECCHIA"
IN SEGUITO ALL'IMMISSIONE DI SCARICHI FOGNARI
PROVENIENTI DAL NUOVO INSEDIAMENTO RESIDENZIALE
DI CUI ALLA SCHEDA NORMA 17 "SAN GIOVANNI ALLA VENA -
CEVOLI", NEL COMUNE DI VICOPISANO, LOC. LA BOTTE.

RELAZIONE IDRAULICA

I Tecnici incaricati:

(Dott. Ing. Fabio Bonacci)

(Ing. Iun. Valentina Altieri)



SOMMARIO:

PREMESSA	3
1. INQUADRAMENTO DELL'AREA	4
2. TOPOGRAFIA DI RIFERIMENTO	7
3. ANALISI PLUVIOMETRICA	7
4. CARATTERISTICHE DELLE RETI FOGNARIE	8
5. STUDIO IDROLOGICO DEL CANALE	9
6. ANALISI DEI DEFLUSSI NEL CANALE	11
7. CONCLUSIONI	30

□ □ □

PREMESSA

*Il presente studio idraulico è stato redatto a supporto del Piano Attuativo di cui alla Scheda Norma 17 San Giovanni alla Vena – Cevoli nel Comune di Vicopisano (PI), in seguito alla necessità di scaricare le acque meteoriche e i reflui domestici depurati, provenienti dall’insediamento in progetto, nel canale ricettore, il **Fosso Serezza Vecchia**, di competenza della Provincia Di Pisa – Servizio Difesa del Suolo e del Consorzio di Bonifica Auser Bientina.*

Si rende pertanto necessaria la verifica idraulica della sezione di immissione nel fosso Serezza Vecchia, mediante l’analisi delle condizioni di deflusso nel ricettore a seguito dell’incremento di portata derivante dagli scarichi provenienti dal nuovo insediamento, per verificare che tale opera non apporti alcun aggravio in termini di rischio idraulico rispetto alla situazione attuale.

Per lo studio ci si è serviti degli elaborati di progetto forniti dal progettista in. Luca Soldani, della cartografia regionale in scala 1:2000 e 1:10000, nonché del rilievo topografico di dettaglio del Fosso Serezza Vecchia eseguito nel mese di maggio dal geom. Stefano Marinari.

□ □ □

1. INQUADRAMENTO DELL'AREA

Il lotto oggetto di studio è una porzione di terreno in località La Botte nel Comune di Vicopisano, compresa tra Via Simone Martini, l'argine del Fiume Arno e l'alveo del vicino Fosso Serezza Vecchia. L'area di interesse è attualmente inedificata.

Per un migliore inquadramento dell'area si riportano nelle figure seguenti la vista aerea (fig.1) e l'estratto della Scheda Norma Comparto n.17 (fig.2).



Fig. 1 – Vista aerea della zona di studio con indicazione della zona di intervento.

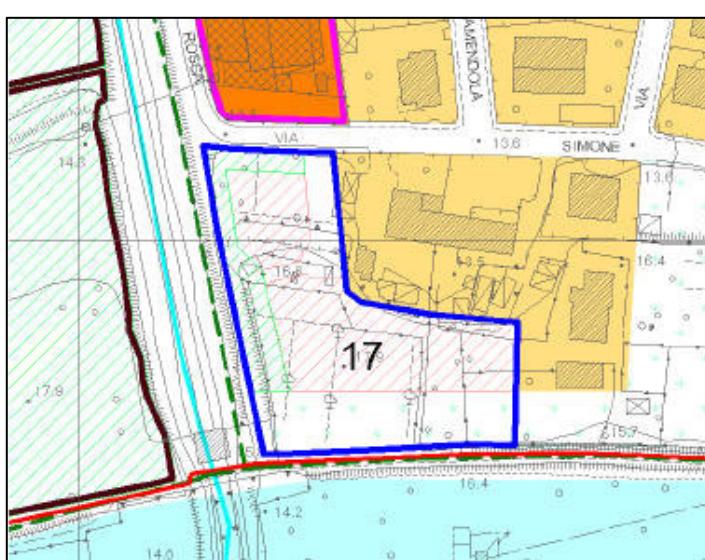


Fig. 2 – P.R.G. Comune di Vicopisano - Estratto Scheda Norma n.17

L'area in oggetto, di superficie territoriale pari a 4'530 m², è inserita in un contesto a prevalente riqualificazione edilizia; attualmente risulta occupata da oliveti e terreno agricolo.

Il progetto prevede un intervento di edilizia residenziale, mediante la realizzazione di n.3 edifici, per un totale di 6 unità abitative. L'accesso ai tre fabbricati e ad un piccolo parcheggio pubblico avviene da via Simone Martini, attraverso la nuova strada di lottizzazione, nonché pista ciclabile, è possibile raggiungere l'area posta più a sud destinata a verde pubblico.

Le unità immobiliari sono dotate di giardini privati e aree per il parcheggio auto.

A seguito di una richiesta di parere preventivo al Comune di Vicopisano - Servizio 3, U.O. 3.2 Ambiente (prot. n. 6575/6.13/6289 del 20/05/2015), si è accertato il divieto di nuovi allacci ed incrementi di portata nella (esistente) rete di fognatura pubblica recapitante al depuratore di Vicopisano, poiché ha raggiunto la massima capacità depurativa.

Per tale ragione si rende necessario il convogliamento delle acque - opportunamente depurate - nel vicino Fosso Serezza Vecchia, di competenza della Provincia Di Pisa - Servizio Difesa del Suolo e del Consorzio di Bonifica Auser Bientina, attraverso un collettore da posare lungo via Simone Martini fino all'immissione nel canale (fig.3).

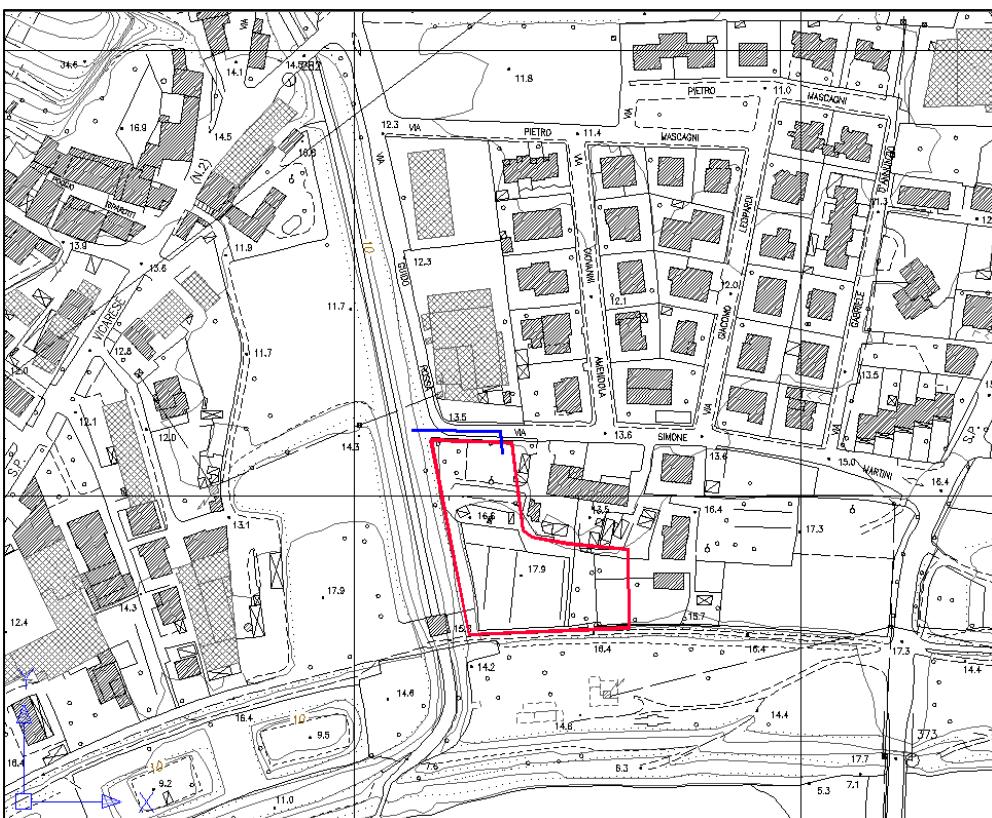


Figura 3 – L'area di intervento (tratteggio rosso) e il tracciato della fognatura in progetto (colore blu) fino all'immissione nel fosso Serezza Vecchia.

Dal punto di vista idrografico l'area di nuova lottizzazione si trova in sponda sinistra del "Fosso Serezza Vecchia" - affluente di destra del Fiume Arno, circa 330 metri a valle della botte a sifone di San Giovanni alla Vena - dotato di opera di sbocco regolata da paratoie manuali.

L'area appartiene pertanto al bacino di bonifica del "Fosso Serezza Vecchia", canale a scolo naturale con sbocco regolato, con tracciato parallelo al vicino Canale Emissario del Bientina.

Il Fosso Serezza Vecchia, ha una lunghezza complessiva di 1,6 km ed una pendenza al fondo pari al 6 per mille; si sviluppa nel Comune di Vicopisano parallelamente al Canale Emissario di Bientina.

La sezione corrente è “trapezia composta” avenire la seguente geometria:

- larghezza al fondo pari a 0,70 metri;
- altezza savanella 1,80 metri;
- larghezza in testa savanella pari a 4,70 metri;
- pendenza delle sponde savanella pari a 45° rispetto all’orizzontale;
- larghezza golena destra e sinistra pari a 4,50 metri;
- altezza golena variabile da 2,00 a 3,00 metri;
- larghezza in testa variabile da 15,00 a 25,00 metri;

Tenuto conto che buona parte del bacino imbrifero originario è stato intercettato attraverso la realizzazione di un canale artificiale collegato direttamente al Canale Emissario del Bientina (fig.4), alla sezione di chiusura, ovvero in corrispondenza dello sbocco nel Fiume Arno, l'estensione del bacino scolante raggiunge un'estensione pari a 0,53 kmq, nettamente inferiore rispetto al bacino imbrifero originario (fig.5).

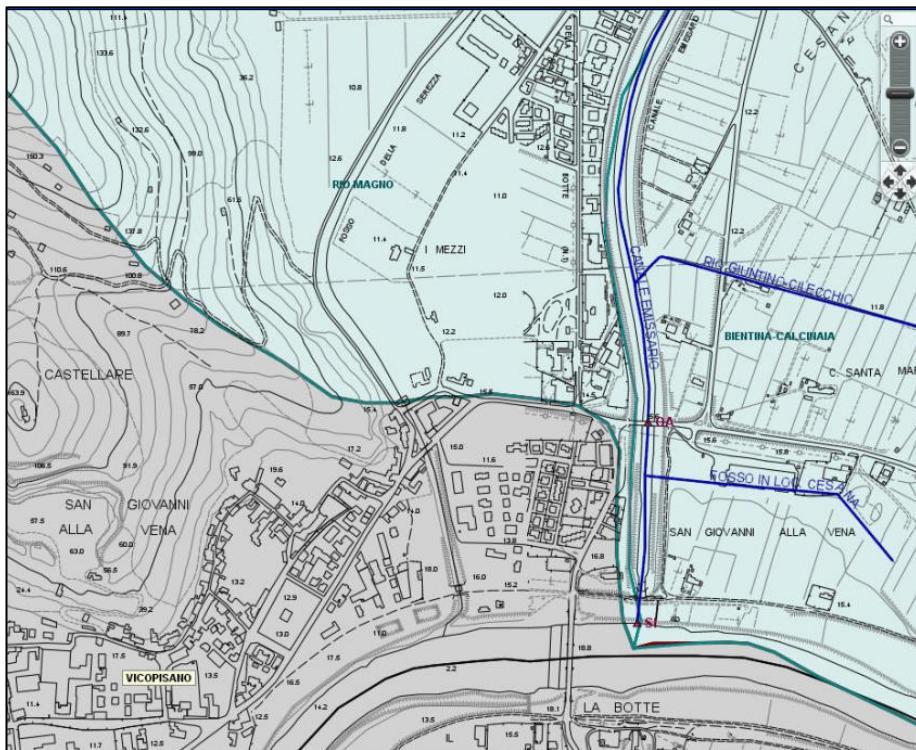


Figura n. 4 – Estratto dal SIT dell'ex Consorzio di Bonifica Auser-Bientina – bacino imbrifero del Canale Emissario del Bientina (compreso il bacino imbrifero del Fosso Serezza Vecchia a nord della S.P. Vicarese)

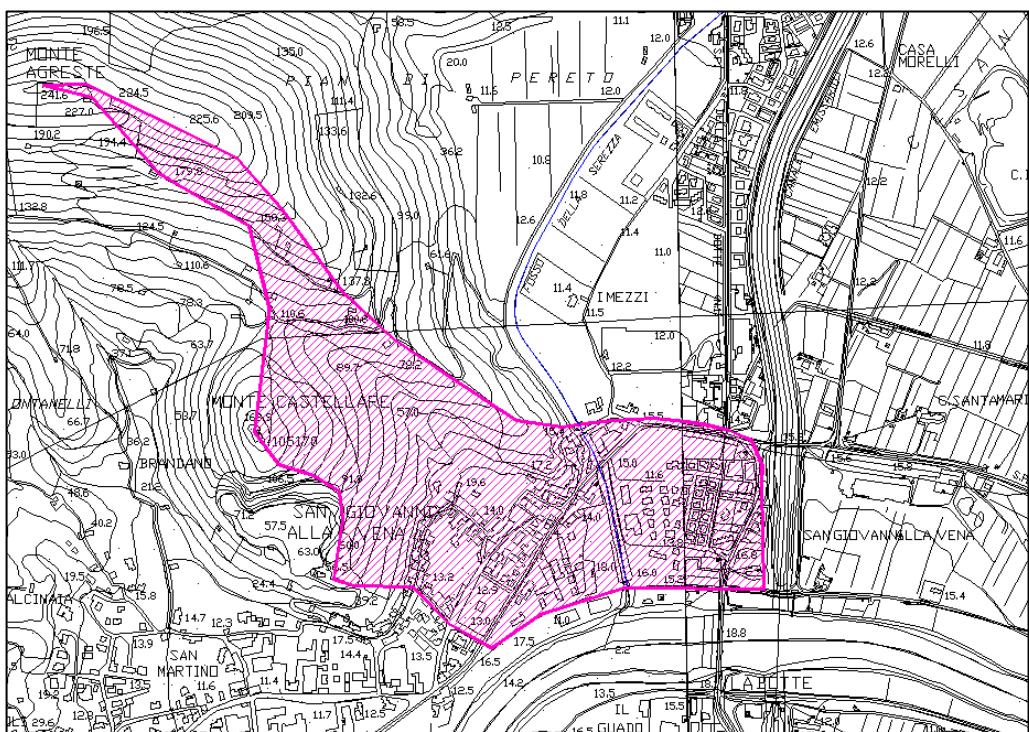


Figura n. 5 -Bacino imbrifero del Fosso Serezza Vecchia su cartografia CTR.

L'opera di sbocco è costituita da due paratoie manuali, la cui chiusura è regolata dai livelli del Fiume Arno; quando l'altezza liquida raggiunge quota 10,31 m slm in Arno, le paratoie del Fosso Serezza Vecchia vengono chiuse.

2. TOPOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La topografia dell'area di studio e del corso d'acqua è stata determinata mediante rilievo topografico di dettaglio eseguito *ad hoc* con strumentazione di tipo G.P.S., nonché mediante l'utilizzo di stazione totale.

Sono state pertanto rilevate 6 sezioni topografiche estese fino alle aree contermini rispetto all'alveo del Fosso Serezza Vecchia, in maniera tale da poter valutare il comportamento del fosso verso le zone limitrofe, attraverso la costruzione di un modello idraulico maggiormente rappresentativo.

3. ANALISI PLUVIOMETRICA

I parametri pluviometrici delle curve di possibilità climatica sono stati reperiti dal sito del Servizio Idrologico Regionale, in riferimento all'aggiornamento dell'analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme fino all'anno 2012 compreso (Referente: Prof. Enrica caporali Dipartimento di Ingegneria civile e Ambientale UNI FI).

Le Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica sono espresse nella forma:

$$h = a t^n$$

con:

h = altezza di pioggia [mm]

t = durata [ore]

a e n = parametri caratteristici per i tempi di ritorno considerati

In funzione della posizione geografica della nuova lottizzazione (LAT. 4838275,518; LONG. 1627443,099), i termini parametrici a e n disponibili sono quindi i seguenti:

TR (anni)	5	10	20	30	50	100	200
a	38.90	46.98	55.33	60.268	66.58	75.16	83.87
n	0.235	0.245	0.259	0.266	0.275	0.285	0.292

Tenuto conto che la verifica idraulica, richiesta per nuove immissioni su demanio idrico, riguarda la valutazione della massima piena in base all' incremento di portata per eventi meteorici con tempo di ritorno venticinquennale, nel caso in esame, si è ritenuto cautelativo approfondire lo studio nei riguardi dell'evento di piena trentennale.

4. CARATTERISTICHE DELLE RETI FOGNARIE

Dagli elaborati di progetto redatti dall'ing. Luca Soldani, risulta che le acque di scolo del lotto in oggetto - ai sensi dell'art.2 D.Lgs. 152/99 e s.m.i. - possono essere classificate come segue:

- *"acque meteoriche"* provenienti dalle caditoie di raccolta delle acque pluviali provenienti dalle aree di piazzale e parcheggi, dalla copertura dei fabbricati, nonché delle aree inerbite, ragguagliate secondo opportuni coefficienti di afflusso ψ .
- *"acque reflue domestiche"* provenienti dall'insediamento residenziale in questione, costituite dagli scarichi dei servizi igienici e dalle attività domestiche.

Sia le acque meteoriche sia le acque reflue depurate saranno convogliate verso il Fosso Serezza Vecchia attraverso un'unica tubazione da posare lungo Via Simone Martini fino all'immissione nel vicino canale di bonifica.

Le acque reflue domestiche, provenienti dagli scarichi di tipo civile di ciascun fabbricato, saranno trattate mediante l'installazione di un sistema di trattamento di depurazione delle acque reflue adatto a piccoli insediamenti costituito da una vasca Imhoff, oltre ad un degrassatore per la depurazione delle acque reflue grigie, successivamente convogliate verso la rete di fognatura nera posata lungo la viabilità di lottizzazione, saranno trattate mediante un filtro percolatore della capacità di 20 abitanti equivalenti posto in prossimità di Via Simone Martini.

Le acque reflue in uscita dal processo depurativo, garantite nei limiti prescritti dalla tabella 3 del D. Lgs. 152/99 e s.m.i. (scarico nei corpi d'acqua superficiali), saranno quindi convogliate verso la rete di fognatura bianca da realizzare lungo Via Simone Martini, fino all'immissione nel Fosso Serezza Vecchia.

Resta inteso che la posa della nuova tubazione e dei relativi accessori (pozzetti di ispezione) lungo Via Martini dovrà essere autorizzata dal Comune.

PORATA DELLE ACQUE METEORICHE

La portata di massima piena dovuta alle acque meteoriche provenienti dal lotto di proprietà è stata calcolata con il Metodo della Corriavazione per un evento pluviometrico decennale di durata pari a 10 minuti, ovvero per una pioggia di breve durata e forte intensità, evento tipicamente rappresentativo per le reti di fognatura bianca.

Stato attuale

Dall'applicazione del Metodo della Corrivazione, tenuto conto di un coefficiente di afflusso ψ pari a 0,2 sull'intera area di nuova edificazione di 0,45 ettari, si ricava che, per uno scroscio di progetto pari all'evento critico decennale, alla sezione di studio (ovvero quella dove è prevista la nuova immissione), scarica una portata pari a 0,05 m³/s.

Stato di progetto

Poiché nello stato di progetto è previsto un incremento dell'area fognata impermeabile tenuto conto di un coefficiente di afflusso medio pesato ψ pari a 0,47 sull'intera area di nuova edificazione di 0,45 ettari, si ricava che, per il medesimo scroscio di progetto, il collettore di fognatura bianca, alla stessa sezione di studio, scarica una portata pari a 0,11 m³/s.

PORATA DELLE ACQUE REFLUE DOMESTICHE

Ai fini della verifica idraulica, si è fatto riferimento ad una portata di punta diurna, considerando il funzionamento dello scarico fognario per una durata pari a otto ore all'interno di un giorno solare, ovvero un giorno lavorativo. Il valore della portata scaricata dalla fognatura nel fosso (da un numero di 20 abitanti equivalenti) è perciò quella relativa alla portata giornaliera di massimo consumo, valutata ammettendo che lo scarico della citata portata avvenga durante le otto ore; a tale valore si è applicato un ulteriore coefficiente di punta oraria, assunto - in considerazione delle dimensioni dell'insediamento - pari a 2. Il calcolo ha condotto ad un valore di portata di punta diurna pari a 0,31 l/s.

Concludendo, nella condizione più severa, si ha pertanto che:

- allo stato attuale il colmo della portata meteorica - alla corrispondente sezione di immissione nel Fosso Serezza Vecchia e pari a 0,05 m³/s, ovvero 50 l/s;
- allo stato di progetto il colmo della portata meteorica (pari a 0,11 m³/s), si sovrappone - alla sezione di immissione nel fosso - con la portata di punta oraria degli scarichi reflui depurati (pari a 0,31 l/s); in questa condizione di contemporaneità, largamente cautelativa, la portata complessiva scaricata dal lotto in oggetto nel Fosso Serezza Vecchia è pari a 110,31 l/s;

5. STUDIO IDROLOGICO DEL CANALE

La verifica del Fosso Serezza Vecchia alla sezione di studio, corrispondente all'immissione degli scarichi provenienti dal nuovo insediamento residenziale, è stata dapprima condotta secondo il Metodo Curve Number (introdotto nel 1957 dal Soil Conservation Service (S.C.S) degli Stati Uniti d'America) per il calcolo della portata defluente e delle caratteristiche dell'evento critico, avente tempo di ritorno pari a 30 anni. La verifica è stata poi integrata con lo studio in regime di moto permanente per simulare esattamente le condizioni di deflusso in un congruo tratto del fosso e determinare quindi il relativo profilo di rigurgito allo stato attuale e allo stato di progetto.

Di seguito si riportano gli step dello studio idrologico che ha permesso di determinare la portata defluente all'interno del Fosso Serezza Vecchia per l'evento pluviometrico avente tempo di ritorno pari a 30 anni.

CURVE DI SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Le curve segnalatrici di probabilità pluviometrica rappresentano semplicemente, come è noto, la relazione che esiste tra la quantità di pioggia caduta e la corrispondente durata; tale

relazione non fornisce alcuna indicazione circa la distribuzione temporale delle piogge (ietogramma) che, soprattutto per piccoli bacini come questo, rappresenta un elemento determinante nel processo di trasformazione afflussi-deflussi.

Lo ietogramma di progetto è definito da tre caratteristiche: la durata dell'evento tp , il volume totale di pioggia h e la distribuzione della pioggia durante l'evento. La durata dell'evento di progetto si pone pari ad un valore detto critico perché ad esso corrisponde il massimo della portata di piena Q_{max} .

Nel presente studio il tempo critico è stato determinato a posteriori valutando le piene conseguenti a piogge di diversa durata fino a trovare quella in corrispondenza della quale si ha il massimo valore del colmo di piena.

Il volume totale di pioggia si ricava dalla linea segnalatrice di possibilità pluviometrica, una volta stabilito il valore tp della durata della pioggia.

Nel caso in esame è stato preso in considerazione lo ietogramma del tipo ad *"intensità crescente linearmente"* per l'evento di piena trentennale e tempo di pioggia pari a quello critico.

STIMA DELLA PIOGGIA EFFICACE

Le perdite di bacino sono state valutate con il *Metodo SCS-Curve Number* (S.C.S., 1972), che si basa sulla curva di precipitazione e perdita cumulata ed in cui, in funzione del tipo di suolo, del suo uso e del grado di imbibizione dello stesso, viene calcolato istante per istante il quantitativo di pioggia che va a produrre deflusso.

Nel caso in esame, il bacino imbrifero è caratterizzato da potenzialità di deflusso moderatamente alta e scarsa capacità di infiltrazione a saturazione, caratteristiche tipiche di suoli appartenenti al gruppo litologico "C". Una volta individuato il gruppo di appartenenza del terreno, si deducono i valori di CN a seconda del tipo di uso del suolo.

Il valore del CN (in condizioni di umidità corrispondente alla classe AMC II) è risultato pari a **77,60** alla sezione di chiusura del bacino.

DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione, ovvero il tempo necessario affinché tutta la superficie sottesa alla sezione di studio contribuisca al deflusso, è stato calcolato secondo la *formula di Kirpich* maggiormente idonea a valutare il comportamento di piccoli bacini.

Il tempo di corrivazione è risultato pertanto pari a **0,29 ore** alla sezione di chiusura.

Tuttavia la durata di pioggia critica per il bacino di studio non è quella corrispondente al tempo di corrivazione, ma corrisponde a **0,65 ore**, per la quale la simulazione idrologica ha condotto al massimo valore della portata defluente.

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO

Il calcolo di verifica della portata defluente dal bacino alla sezione di studio è stato condotto secondo il *Metodo Curve Number*, introdotto nel 1957 dal Soil Conservation Service (S.C.S) degli Stati Uniti d'America. Questo metodo calcola, istante per istante, il quantitativo di pioggia che va a produrre deflusso superficiale, in funzione del tipo di suolo, del suo uso e del suo grado di imbibizione.

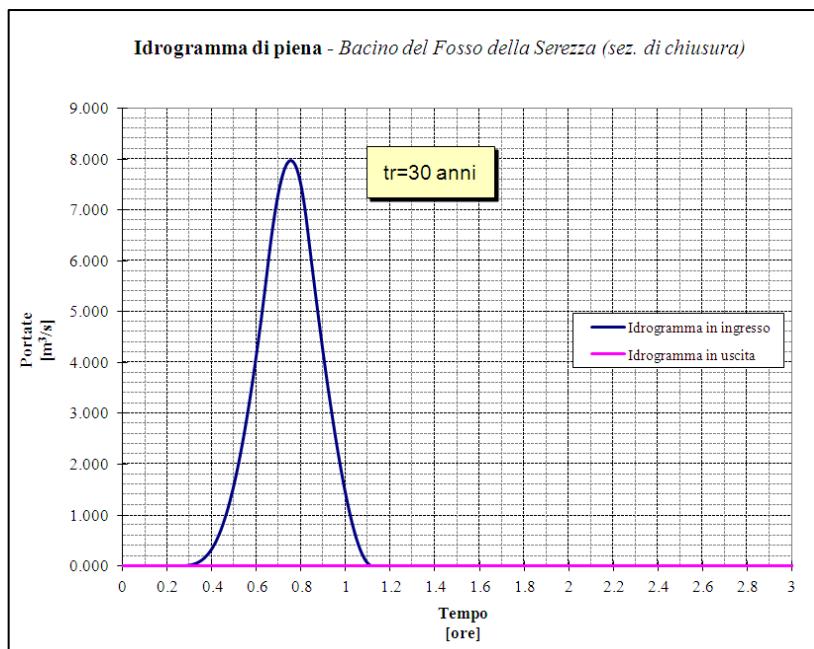
Il calcolo di verifica è stato sviluppato con l'ausilio di un modello costruito *ad-hoc*, che ha permesso di stimare il valore di portata con ritorno prescelto e di costruire l'idrogramma di piena alla sezione di chiusura del Fosso Serezza Vecchia.

Come già accennato, il modello di calcolo è stato pertanto fatto girare non limitandosi al solo evento pluviometrico avente tempo di pioggia uguale al tempo di corrivazione, ma

valutando anche gli idrogrammi relativi a precipitazioni con diverse durate, in modo tale da determinare la durata di pioggia critica che massimizzi il valore di picco della portata affluita.

Dall'applicazione del metodo Curve Number si ricava dunque che l'evento meteorico critico per il bacino allo stato attuale, ha una durata di pioggia critica di circa 0,65 ore; in queste condizioni la portata di massima piena alla sezione di studio risulta: $Q_{30} = 7,96 \text{ m}^3/\text{s}$;

Di seguito si riporta l'idrogramma di piena alla sezione di sbarramento, per il tempo di ritorno pari a 30 anni.



6. ANALISI DEI DEFLUSSI NEL CANALE

L'analisi della dinamica esondativa del Fosso Serezza Vecchia, per l'evento meteorico avente tempo di ritorno pari a 30 anni, è stata eseguita in regime di moto permanente, mediante l'utilizzo del modello matematico HEC-RAS della Haestad Methods, per simulare le condizioni di deflusso lungo l'intero percorso del fosso e determinarne quindi il profilo di rigurgito.

Sebbene i processi di propagazione delle onde di piena siano fenomeni di moto vario, le variazioni di portata del tempo in occasione delle piene non sono così rapide da rendere necessaria un'analisi in condizioni di moto vario. In ogni caso l'ipotesi di moto permanente risulta comunque essere cautelativa ai fini della valutazione della capacità idrovettive del reticolo idrografico e, quindi, della delimitazione delle aree soggette a fenomeni di allagamento.

COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA

La geometria del modello matematico è stata ottenuta dai rilievi topografici di dettaglio e dalle misure dirette sul posto, oltre a sezioni intermedie ricavate mediante interpolazione.

Per l'inserimento dello ponticello pedonale (elemento finito "deck/roadway") è stato necessario definire quattro sezioni aggiuntive, due a valle e due a monte della struttura, in modo da simulare l'effettivo andamento della corrente, che, al passaggio attraverso la sezione ristretta, subisce una contrazione all'ingresso e una successiva espansione in uscita. In corrispondenza delle sezioni subito a monte e subito a valle della struttura, sono state definite le "ineffective flow areas", ovvero aree non considerate parti attive per il deflusso, poiché corrispondono alle zone occupate dalle spalle del ponticello, dove si vengono a formare delle zone vorticose in cui la

velocità della corrente è nulla, fino alla sommità del rilevato che rappresenta la quota fino alla quale, effettivamente, il deflusso è ostacolato.

Nelle simulazioni si sono utilizzati i seguenti parametri:

- Coeff. di scabrezza di Manning (alveo): $n = 0,025$
- Coeff. di scabrezza di Manning (golena): $n = 0,030$
- Coeff. di perdita per brusco allargamento: $n = 0,30$
- Coeff. di perdita per brusco restringimento: $n = 0,10$
- Coeff. di perdita all'imbocco: $n = 0,70$
- Coeff. di perdita allo sbocco: $n = 1,00$

La sezione terminale del modello, ovvero quella in corrispondenza della cateratta, è stata cautelativamente rappresentata con una sola apertura (quella posta in sinistra idraulica), poiché allo stato attuale la paratoia in destra idraulica è completamente chiusa, poiché danneggiata.

Le sezioni del modello sono state inoltre interpolate a distanza massima di 10 metri, in modo tale da descrivere puntualmente il comportamento idraulico del canale nel tratto di interesse.

INSERIMENTO DEI DATI IDROLOGICI

L'immissione dei dati idrologici è stata definita tramite la funzione "*Steady flow data*" nelle due seguenti ipotesi di deflusso:

1. **libero**, utilizzando quale condizione al contorno di monte l'altezza critica (a causa della presenza del ponte della S.P. Vicarese) e quale condizione al contorno di valle l'altezza di moto uniforme (normal depth pari a 6,08 per mille);
2. **condizionato**, utilizzando quale condizione al contorno di monte l'altezza critica (a causa della presenza del ponte della S.P. Vicarese) e quale condizione al contorno di valle l'altezza nota del Fiume Arno pari a 10,31 m slm (altezza limite di regolazione della paratoia).

I due modelli, riguardanti le ipotesi di deflusso libero e deflusso condizionato, sono stati fatti "*girare*" allo stato attuale inserendo la portata di piena trentennale, corrispondente al picco di piena calcolato alla sezione di chiusura dell'intero bacino del Fosso Serezza Vecchia, e pertanto estremamente cautelativa, e allo stato di progetto incrementata della portata proveniente dagli scarichi del nuovo insediamento.

Nel dettaglio, le simulazioni sono state complessivamente 4 (fig.6 e 7):

- **DEFLUSSO LIBERO - STATO ATTUALE**: portata corrispondente al solo deflusso meteorico avente tempo di ritorno pari a 30 anni, stimato mediante il Metodo Curve Number ($Q = 7,96 \text{ m}^3/\text{s}$);
- **DEFLUSSO LIBERO - STATO DI PROGETTO (IMMISSIONE SCARICHI)**: portata c.s. "meteorica" con incremento di portata relativa agli scarichi meteorici ($Q_B = 0,11 \text{ m}^3/\text{s}$) e reflui depurati ($Q_N = 0,31 \text{ l/s}$) $\rightarrow Q = 8,07 \text{ m}^3/\text{s}$.

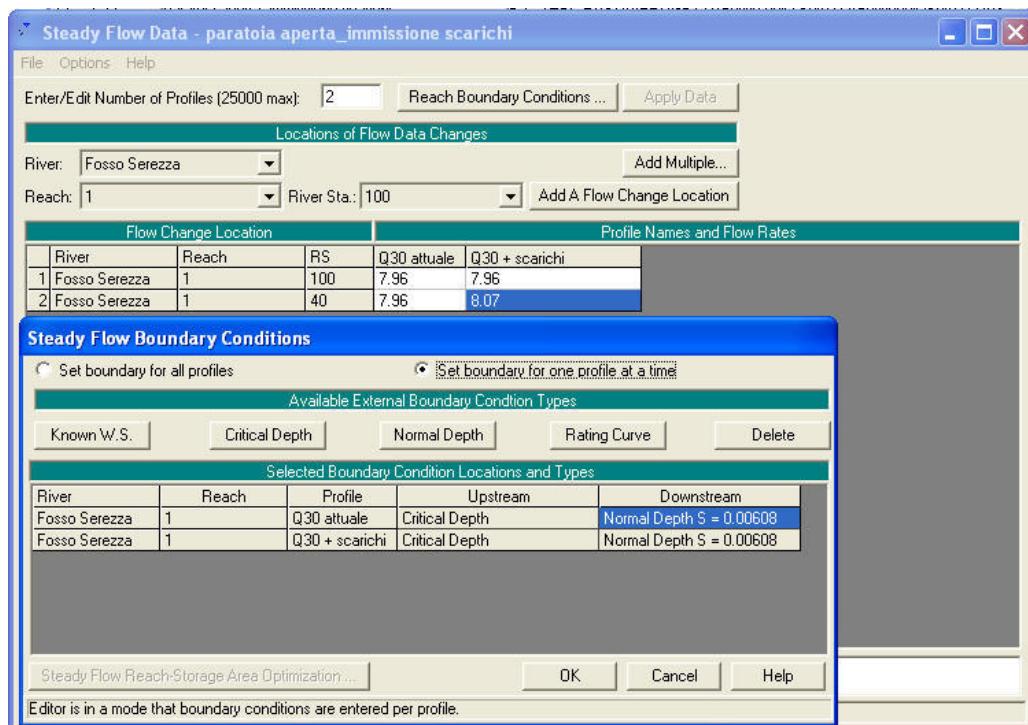


Fig. 6 –Dati di input nella “Steady flow data” - Deflusso libero allo stato attuale e allo stato di progetto

- **DEFLUSSO CONDIZIONATO - STATO ATTUALE:** portata corrispondente al solo deflusso meteorico avente tempo di ritorno pari a 30 anni, stimato mediante il Metodo Curve Number ($Q = 7,96 \text{ m}^3/\text{s}$);
- **DEFLUSSO CONDIZIONATO - STATO DI PROGETTO (IMMISSIONE SCARICHI):** portata c.s. “meteorica” con incremento di portata relativa agli scarichi meteorici ($Q_B = 0,11 \text{ m}^3/\text{s}$) e reflui depurati ($Q_N = 0,31 \text{ l/s}$) $\rightarrow Q = 8,07 \text{ m}^3/\text{s}$.

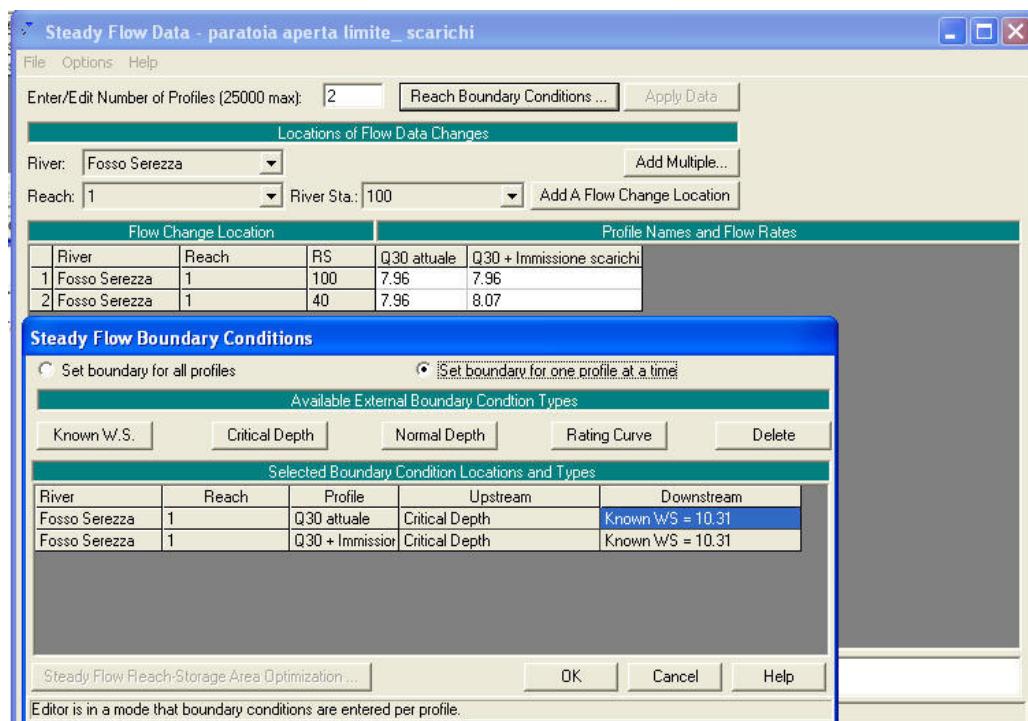


Fig. 7 – Dati di input nella “Steady flow data” - Deflusso condizionato allo stato attuale e allo stato di progetto

Le simulazioni sono state eseguite selezionando l'opzione di calcolo *mixed flow regime*.

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE

Dalla simulazione del deflusso a moto permanente eseguita nel citato studio si ricava che nell'ipotesi di **deflusso libero** (figg. 8.1, 9.1, 10.1):

- non sono presenti fenomeni di esondazione.
- il moto è ovunque lento (profilo di tipo M1) e il profilo di rigurgito è regolato dalle condizioni al contorno di valle.
- il tratto analizzato è in grado di smaltire la portata di massima piena trentennale, ovvero in ciascuna sezione il livello liquido risulta sempre contenuto in alveo, sia allo stato attuale sia allo stato di progetto;
- nella zona intorno alla sezione 40 il profilo liquido rimane inalterato rispetto allo stato attuale e non si hanno significativi innalzamenti del pelo libero del Fosso Serezza Vecchia;
- in ogni sezione l'altezza liquida di progetto si mantiene uguale a quella dello stato attuale, a meno di un centimetro, ovvero nell'ordine di approssimazione del modello matematico. D'altro canto la simulazione dei deflussi è stata eseguita nella più severa delle condizioni di immissione: si è fatta defluire nel modello la portata cd. "meteorica" avente tempo di ritorno trentennale (comprendente anche il contributo meteorico proveniente dall'area della futura lottizzazione, ovvero nell'attuale stato di permeabilità del suolo), incrementata, a partire dalla sezione 40, della portata di massima piena decennale scaricata dalla futura fognatura bianca e della portata nera di punta oraria a servizio dell'insediamento in oggetto.

Dalla simulazione del deflusso a moto permanente eseguita nel citato studio si ricava che nell'ipotesi di **deflusso condizionato** (figg. 8.2, 9.2, 10.2):

- non sono presenti fenomeni di esondazione.
- il moto è ovunque lento (profilo di tipo M1) e il profilo di rigurgito è regolato dalle condizioni al contorno di valle.
- il tratto analizzato è in grado di smaltire la portata di massima piena trentennale, ovvero in ciascuna sezione il livello liquido risulta sempre contenuto in alveo, sia allo stato attuale sia allo stato di progetto;
- nella zona intorno alla sezione 40 il profilo liquido rimane inalterato rispetto allo stato attuale e non si hanno significativi innalzamenti del pelo libero del Fosso Serezza Vecchia;
- in ogni sezione l'altezza liquida di progetto si mantiene uguale a quella dello stato attuale, a meno di un centimetro, ovvero nell'ordine di approssimazione del modello matematico. Come già illustrato nel caso di deflusso libero, la simulazione dei deflussi è stata eseguita nella più severa delle condizioni di immissione, ovvero nel caso di contemporaneità dei tre picchi di piena (portata "meteorica" avente tempo di ritorno trentennale, portata di massima piena decennale scaricata dalla futura fognatura bianca e portata nera di punta oraria a servizio dell'insediamento in oggetto).

Fig. 8.1 - Deflusso libero - Profili longitudinali dei livelli liquidi allo stato attuale e allo stato di progetto (con immissione degli scarichi di fognatura).

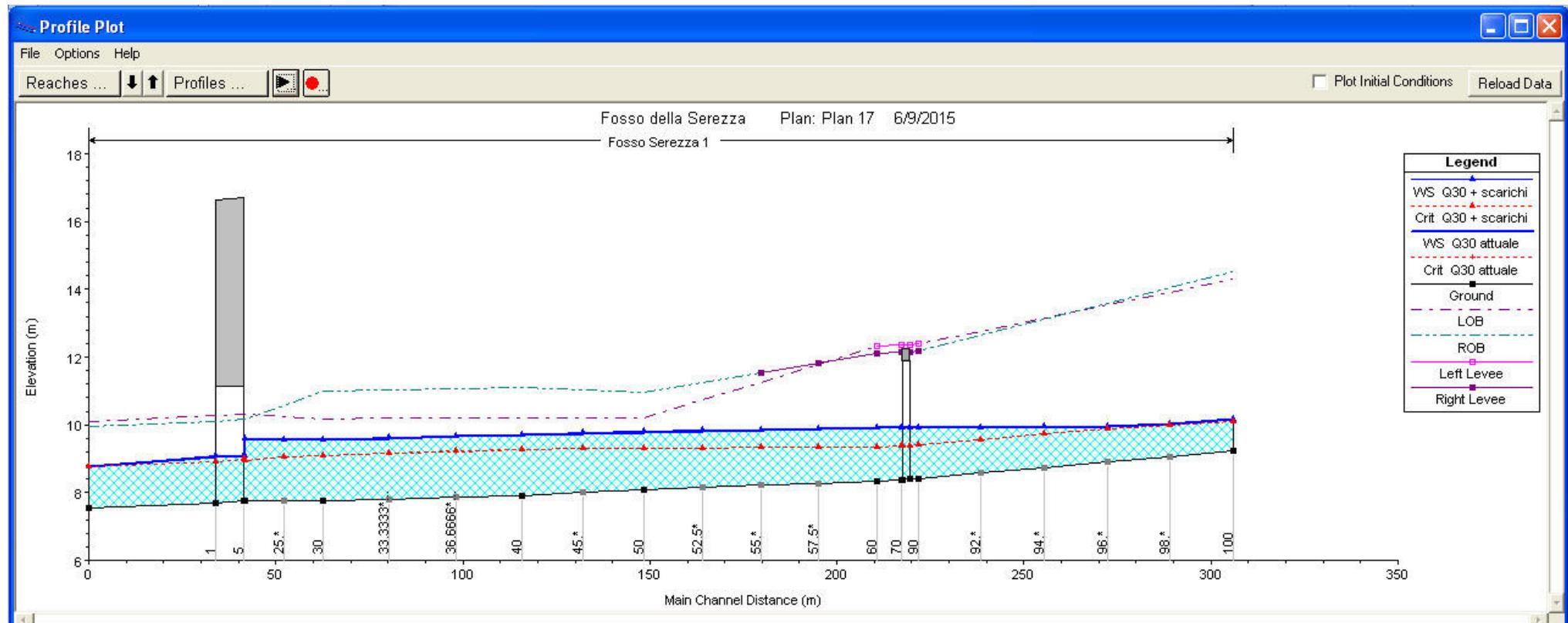


Fig. 8.2 - Deflusso condizionato - Profili longitudinali dei livelli liquidi allo stato attuale e allo stato di progetto (con immissione degli scarichi di fognatura).

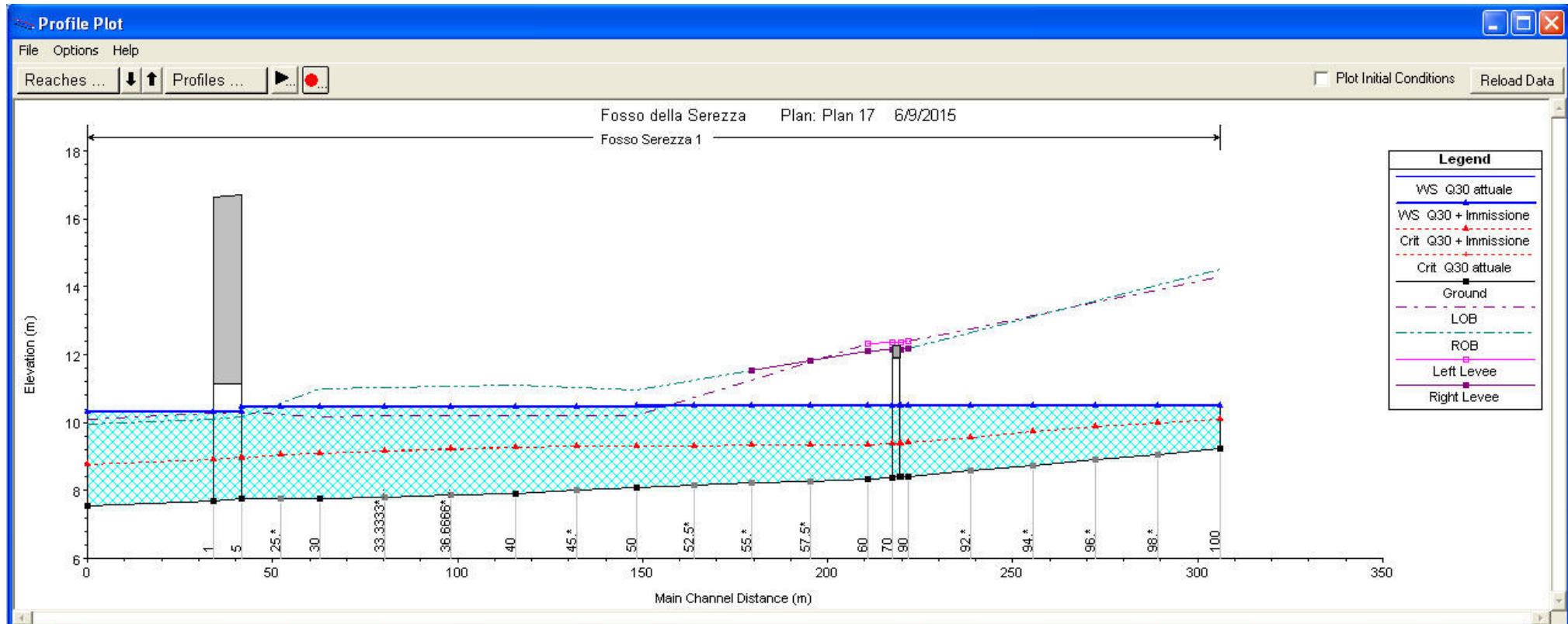
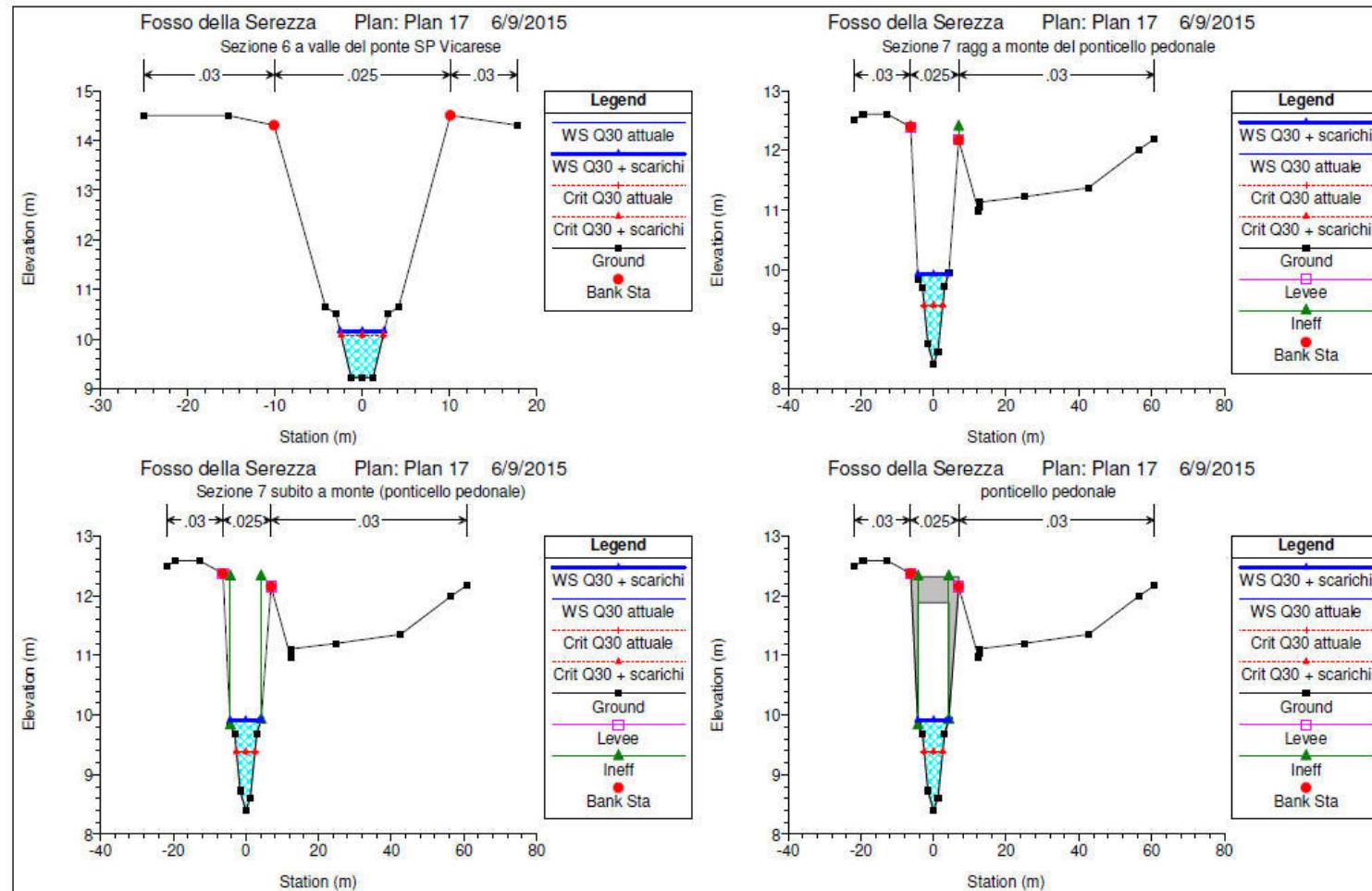
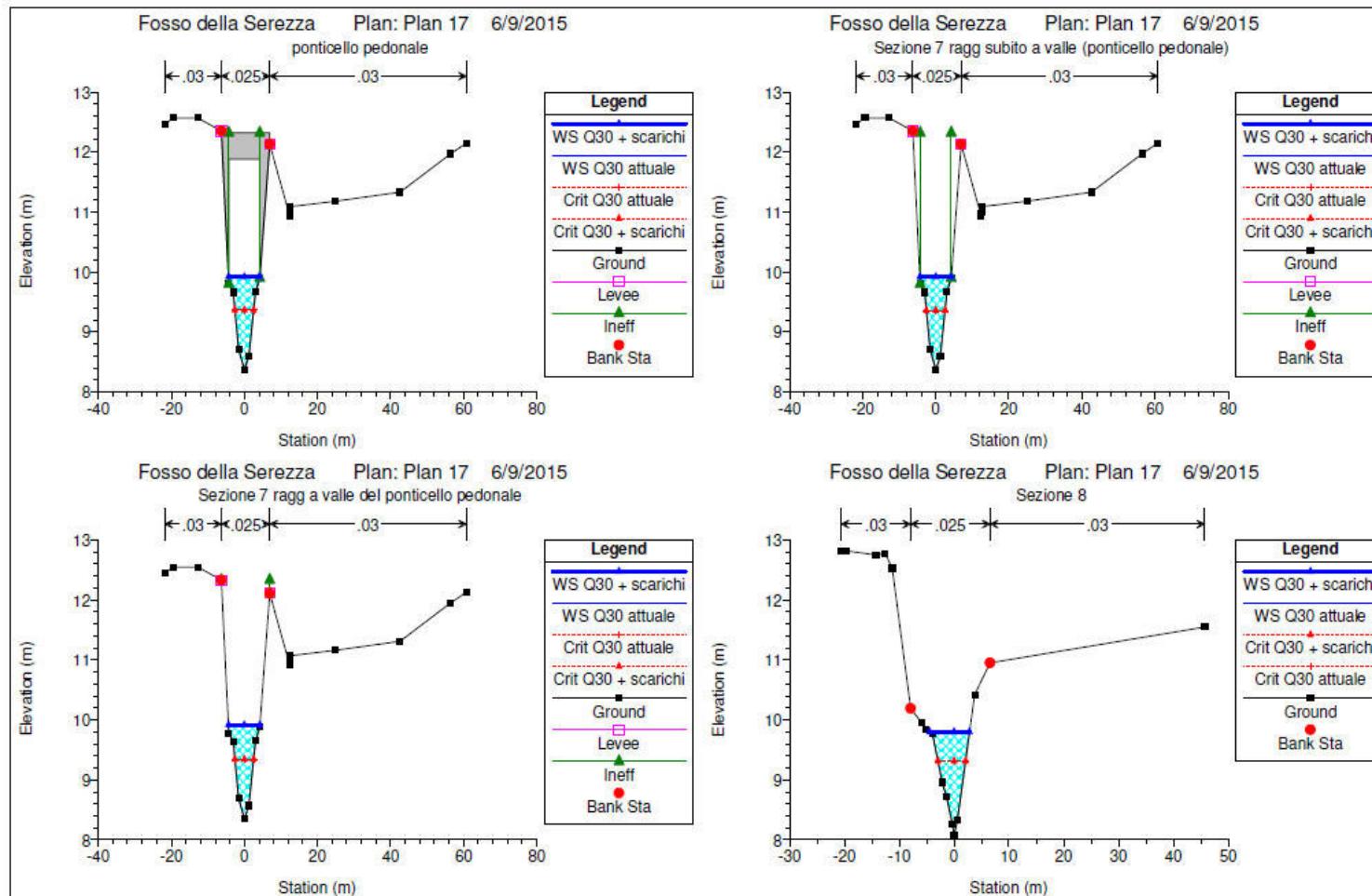
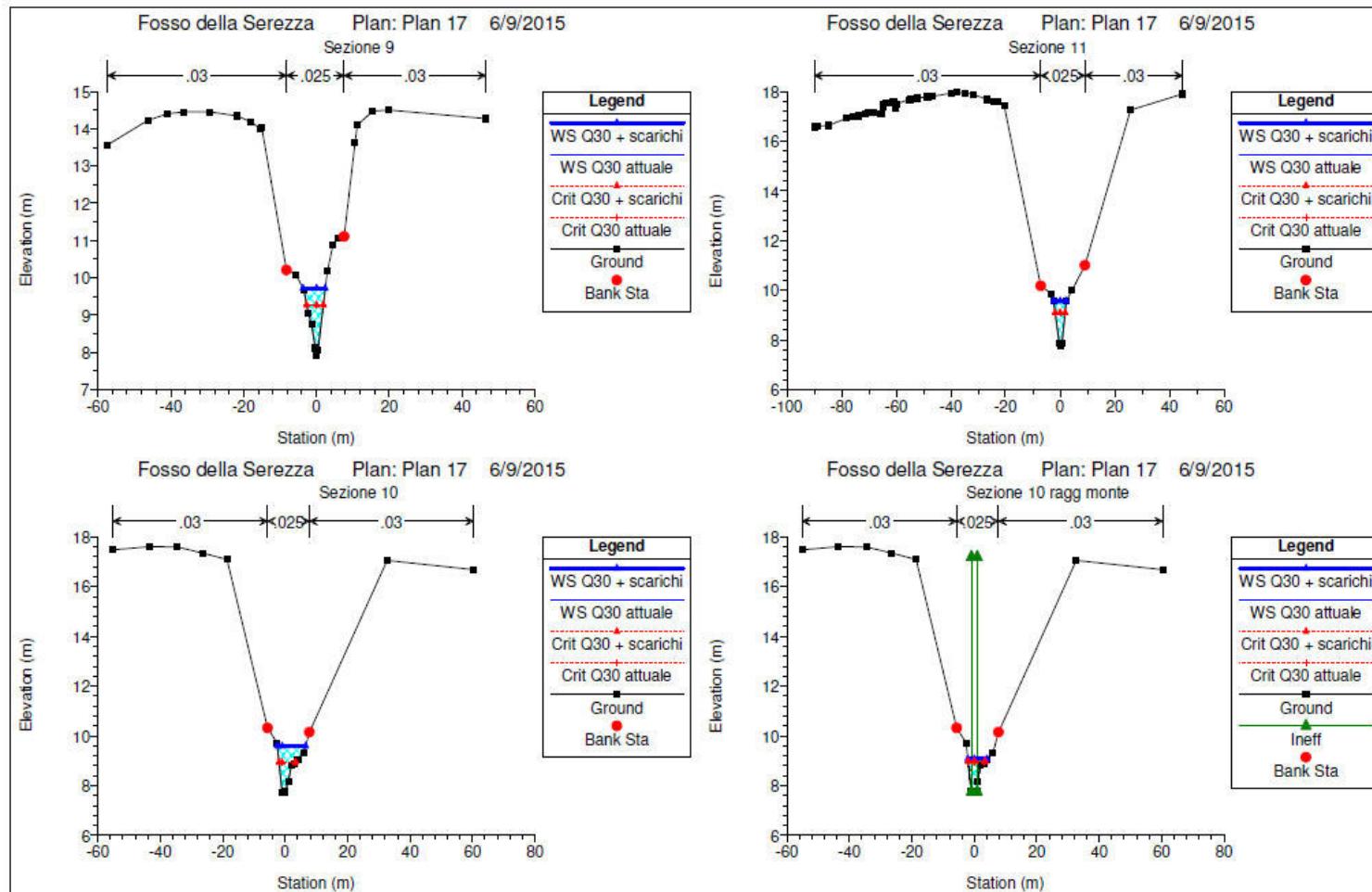


Fig. 9.1 - Deflusso libero - Sezioni trasversali allo stato attuale e allo stato di progetto (con immissione degli scarichi di fognatura).







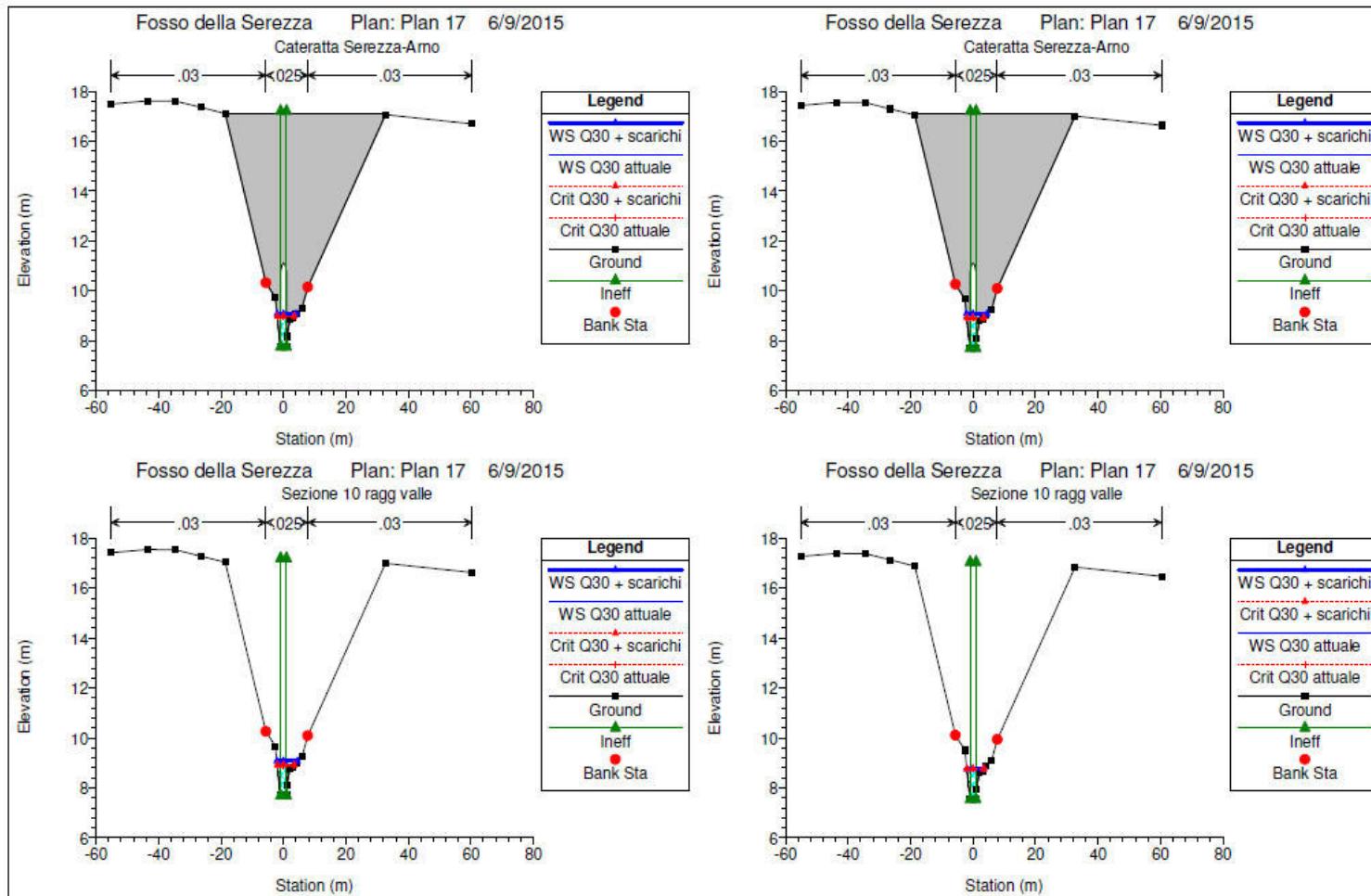
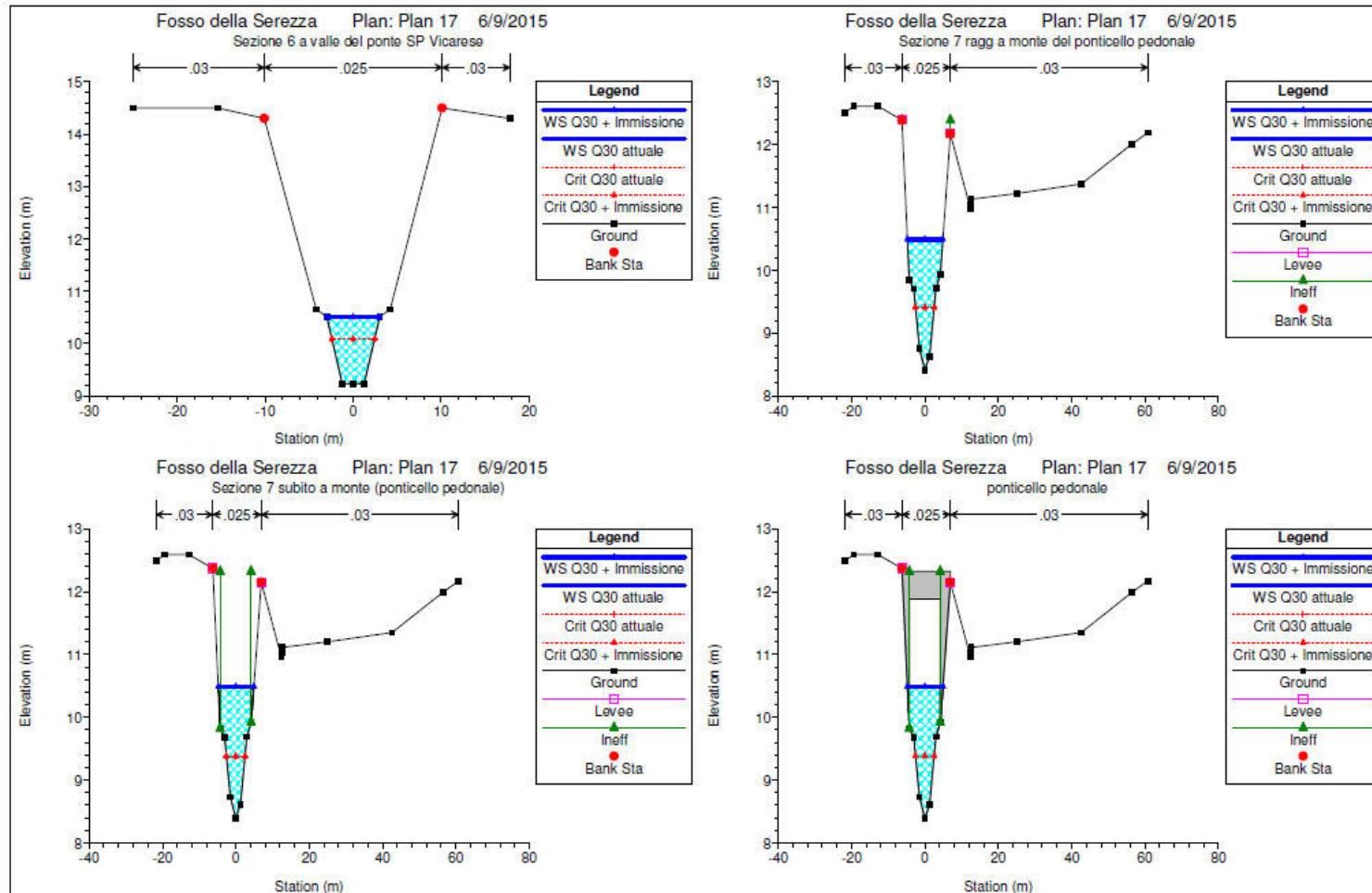
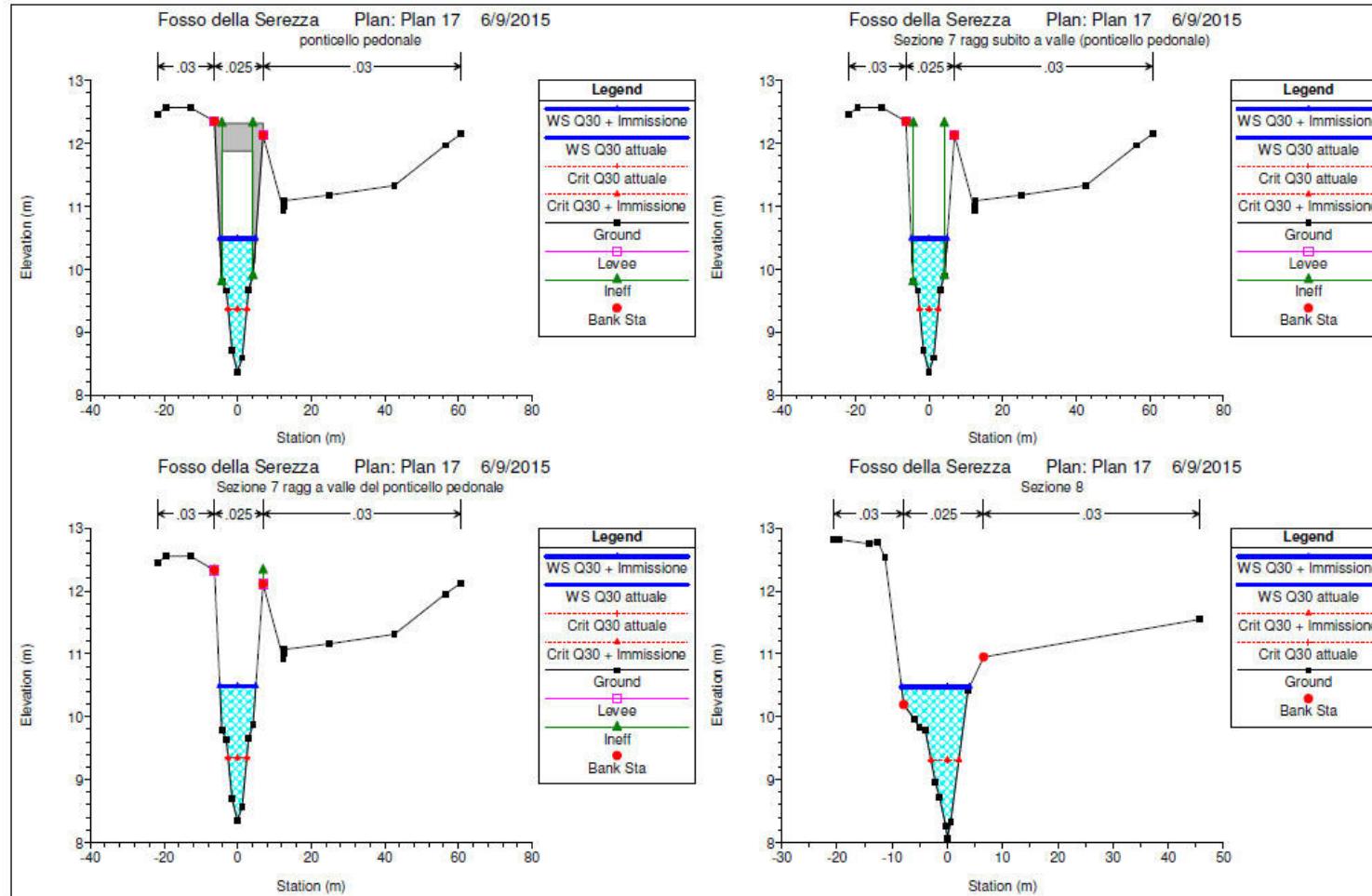
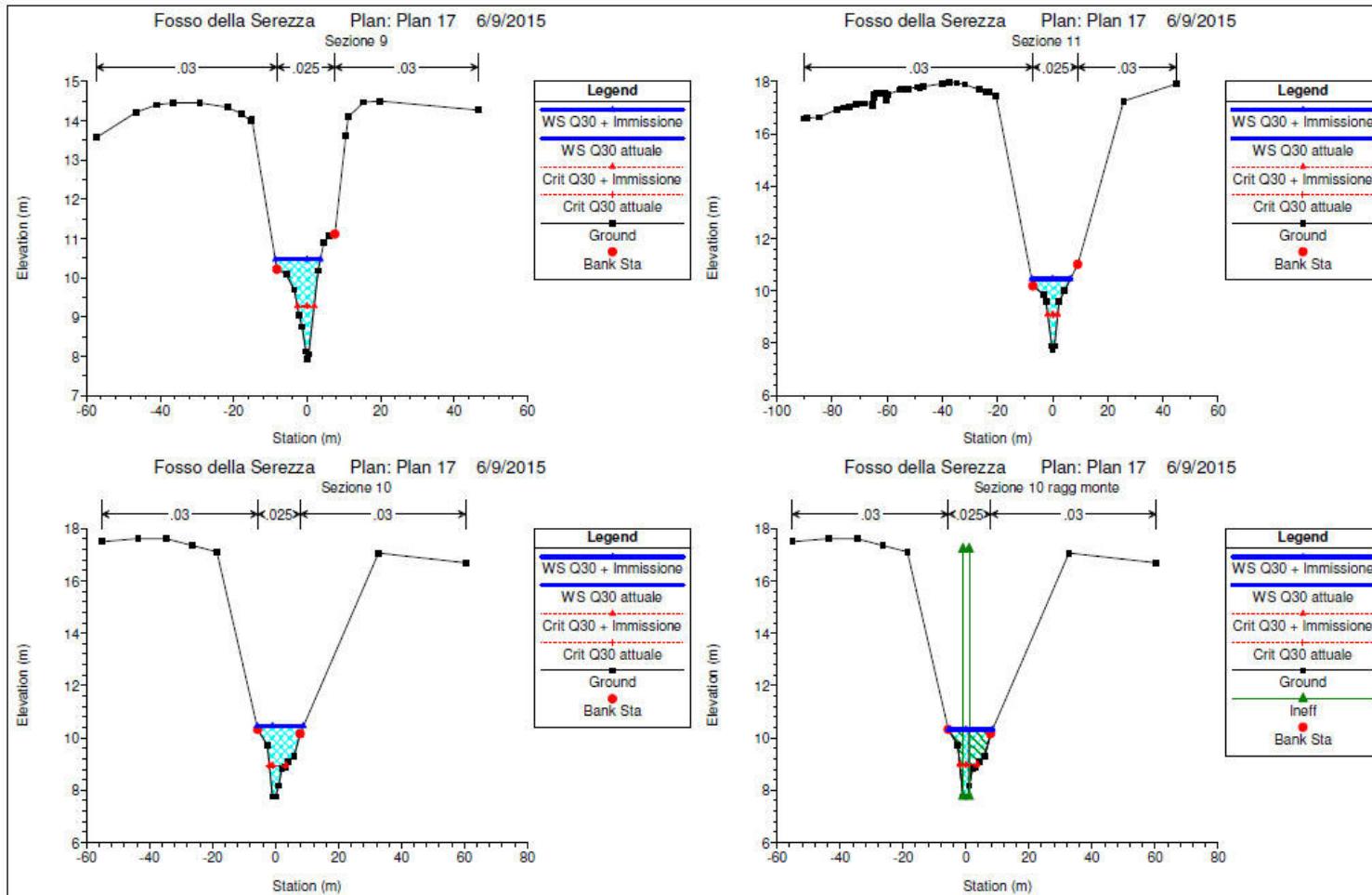


Fig. 9.2 - Deflusso condizionato - Sezioni trasversali allo stato attuale e allo stato di progetto (con immissione degli scarichi di fognatura).







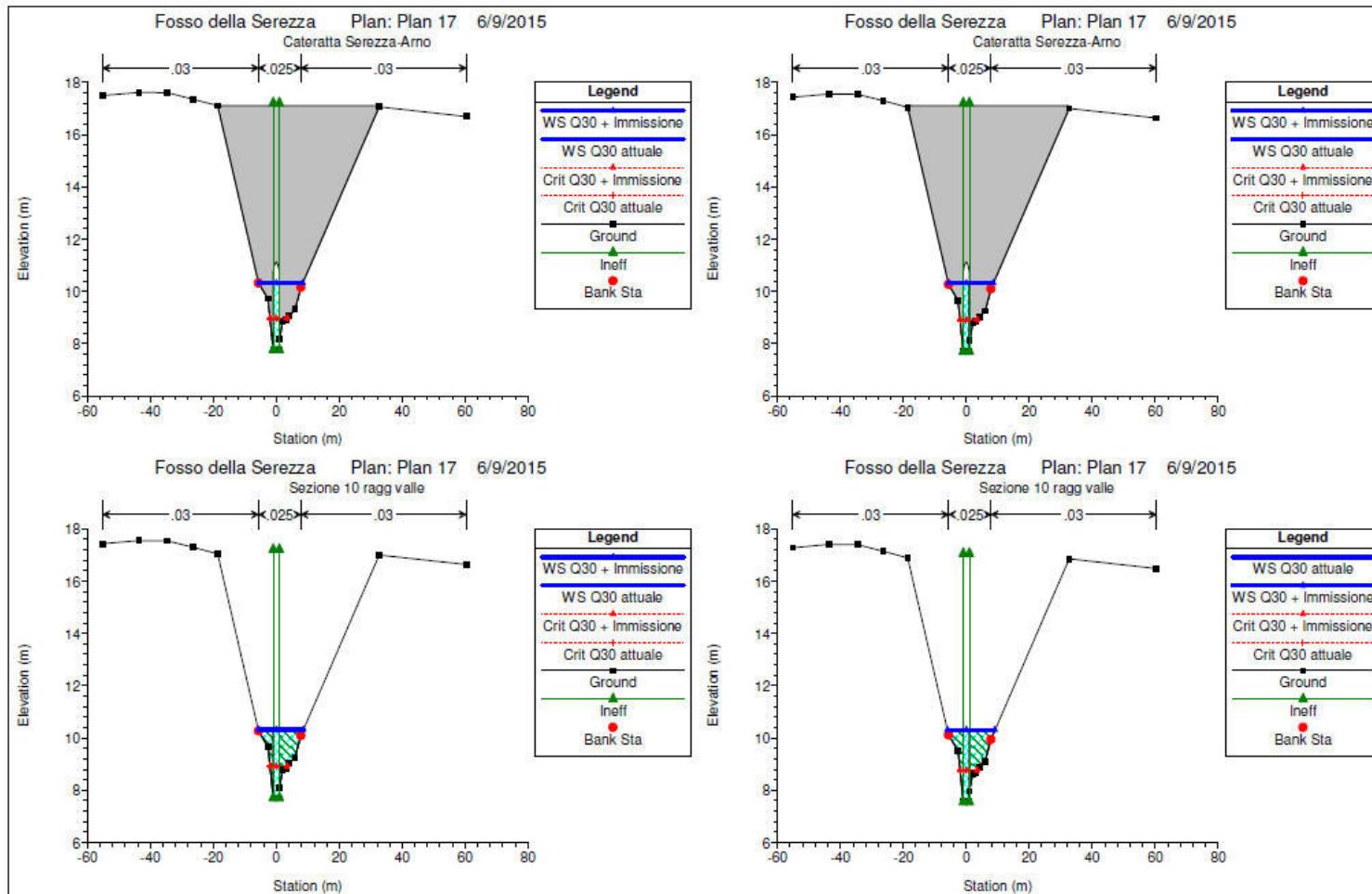


Fig. 10.1 **Deflusso libero** - Dati di input e output allo stato attuale e allo stato di progetto (con immissione degli scarichi di fognatura).

HEC-RAS Plan: Plan 16 River: Fosso Serezza Reach: 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	100	Q30 attuale	7.96	9.23	10.1658	10.08	10.42	0.005918	2.25	3.54	5.07	0.86
1	100	Q30 + scarichi	7.96	9.23	10.1654	10.08	10.42	0.005929	2.25	3.54	5.07	0.86
1	98.*	Q30 attuale	7.96	9.07	10.0385	9.98	10.32	0.006561	2.33	3.41	5.02	0.90
1	98.*	Q30 + scarichi	7.96	9.07	10.0414	9.98	10.32	0.006486	2.32	3.43	5.03	0.90
1	96.*	Q30 attuale	7.96	8.90	9.9514	9.89	10.20	0.006513	2.19	3.63	6.00	0.90
1	96.*	Q30 + scarichi	7.96	8.90	9.9597	9.89	10.20	0.006301	2.16	3.68	6.05	0.88
1	94.*	Q30 attuale	7.96	8.74	9.9270	9.74	10.09	0.003622	1.78	4.47	6.50	0.69
1	94.*	Q30 + scarichi	7.96	8.74	9.9369	9.74	10.09	0.003477	1.76	4.53	6.53	0.67
1	92.*	Q30 attuale	7.96	8.57	9.9157	9.57	10.03	0.002064	1.49	5.35	6.62	0.53
1	92.*	Q30 + scarichi	7.96	8.57	9.9262	9.57	10.04	0.001992	1.47	5.42	6.65	0.52
1	90	Q30 attuale	7.96	8.41	9.9098	9.40	9.99	0.001523	1.24	6.41	8.35	0.45
1	90	Q30 + scarichi	7.96	8.41	9.9209	9.40	10.00	0.001467	1.22	6.50	8.42	0.44
1	80	Q30 attuale	7.96	8.39	9.9094	9.38	9.98	0.001405	1.21	6.57	8.47	0.44
1	80	Q30 + scarichi	7.96	8.39	9.9205	9.38	9.99	0.001349	1.19	6.67	8.53	0.43
1	75	Bridge										
1	70	Q30 attuale	7.96	8.37	9.9088	9.36	9.98	0.001303	1.18	6.74	8.55	0.42
1	70	Q30 + scarichi	7.96	8.37	9.9199	9.36	9.99	0.001244	1.17	6.83	8.57	0.41
1	60	Q30 attuale	7.96	8.35	9.9015	9.34	9.97	0.001268	1.16	6.85	8.57	0.41
1	60	Q30 + scarichi	7.96	8.35	9.9130	9.34	9.98	0.001215	1.15	6.95	8.60	0.41
1	57.5*	Q30 attuale	7.96	8.28	9.8752	9.34	9.95	0.001354	1.21	6.60	8.18	0.43
1	57.5*	Q30 + scarichi	7.96	8.28	9.8880	9.34	9.96	0.001297	1.19	6.71	8.23	0.42
1	55.*	Q30 attuale	7.96	8.21	9.8476	9.33	9.93	0.001481	1.25	6.39	8.03	0.45
1	55.*	Q30 + scarichi	7.96	8.21	9.8620	9.33	9.94	0.001409	1.22	6.51	8.09	0.44

HEC-RAS Plan: Plan 16 River: Fosso Serezza Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	52.5*	Q30 attuale	7.96	8.14	9.8168	9.32	9.90	0.001632	1.29	6.16	7.83	0.46
1	52.5*	Q30 + scarichi	7.96	8.14	9.8330	9.32	9.91	0.001560	1.27	6.29	7.97	0.45
1	50	Q30 attuale	7.96	8.07	9.7849	9.31	9.88	0.001589	1.34	5.95	6.89	0.46
1	50	Q30 + scarichi	7.96	8.07	9.8017	9.31	9.89	0.001590	1.31	6.07	7.28	0.46
1	45.*	Q30 attuale	7.96	7.99	9.7455	9.29	9.85	0.001809	1.41	5.63	6.49	0.48
1	45.*	Q30 + scarichi	7.96	7.99	9.7636	9.29	9.86	0.001715	1.38	5.75	6.57	0.47
1	40	Q30 attuale	7.96	7.92	9.7031	9.27	9.82	0.001987	1.48	5.37	6.02	0.50
1	40	Q30 + scarichi	8.07	7.92	9.7185	9.27	9.83	0.001968	1.48	5.46	6.12	0.50
1	36.6666*	Q30 attuale	7.96	7.86	9.6539	9.21	9.78	0.002168	1.55	5.15	5.70	0.52
1	36.6666*	Q30 + scarichi	8.07	7.86	9.6699	9.22	9.79	0.002130	1.54	5.24	5.76	0.52
1	33.3333*	Q30 attuale	7.96	7.81	9.6014	9.15	9.73	0.002342	1.61	4.93	5.28	0.53
1	33.3333*	Q30 + scarichi	8.07	7.81	9.6180	9.16	9.75	0.002310	1.61	5.02	5.37	0.53
1	30	Q30 attuale	7.96	7.75	9.5491	9.08	9.69	0.002352	1.67	4.78	4.66	0.53
1	30	Q30 + scarichi	8.07	7.75	9.5659	9.09	9.71	0.002315	1.66	4.85	4.70	0.52
1	25.*	Q30 attuale	7.96	7.75	9.5478	9.05	9.66	0.002151	1.46	5.45	6.64	0.51
1	25.*	Q30 + scarichi	8.07	7.75	9.5658	9.05	9.67	0.002098	1.45	5.57	6.75	0.51
1	20	Q30 attuale	7.96	7.75	9.5751	8.93	9.63	0.000859	0.99	8.01	9.03	0.34
1	20	Q30 + scarichi	8.07	7.75	9.5926	8.94	9.64	0.000834	0.99	8.17	9.09	0.33
1	10	Q30 attuale	7.96	7.76	9.0649	8.96	9.58	0.004422	3.18	2.51	6.10	0.89
1	10	Q30 + scarichi	8.07	7.76	9.0743	8.97	9.60	0.004438	3.20	2.52	6.17	0.89
1	5	Bridge										
1	1	Q30 attuale	7.96	7.70	9.0628	8.90	9.53	0.003826	3.04	2.62	6.59	0.83
1	1	Q30 + scarichi	8.07	7.70	9.0723	8.91	9.55	0.003842	3.06	2.64	6.67	0.83

HEC-RAS Plan: Plan 16 River: Fosso Serezza Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	0	Q30 attuale	7.96	7.55	8.7518	8.75	9.36	0.005818	3.45	2.31	5.41	1.00
1	0	Q30 + scarichi	8.07	7.55	8.7640	8.76	9.37	0.005781	3.46	2.33	5.49	1.00

Fig. 10.2 Deflusso condizionato - Dati di input e output allo stato attuale e allo stato di progetto (con immissione degli scarichi di fognatura).

HEC-RAS Plan: Plan 16 River: Fosso Serezza Reach: 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	100	Q30 attuale	7.96	9.23	10.4979	10.08	10.61	0.001874	1.48	5.38	5.99	0.50
1	100	Q30 + Immissione	7.96	9.23	10.5021	10.08	10.61	0.001850	1.47	5.41	6.00	0.50
1	98.*	Q30 attuale	7.96	9.07	10.4929	9.98	10.57	0.001472	1.24	6.40	8.02	0.44
1	98.*	Q30 + Immissione	7.96	9.07	10.4973	9.98	10.58	0.001448	1.24	6.44	8.03	0.44
1	96.*	Q30 attuale	7.96	8.90	10.4893	9.89	10.55	0.000877	1.06	7.53	8.15	0.35
1	96.*	Q30 + Immissione	7.96	8.90	10.4938	9.89	10.55	0.000865	1.05	7.56	8.16	0.35
1	94.*	Q30 attuale	7.96	8.74	10.4867	9.74	10.53	0.000592	0.92	8.62	8.51	0.29
1	94.*	Q30 + Immissione	7.96	8.74	10.4912	9.74	10.53	0.000585	0.92	8.66	8.54	0.29
1	92.*	Q30 attuale	7.96	8.57	10.4863	9.57	10.52	0.000424	0.79	10.03	9.74	0.25
1	92.*	Q30 + Immissione	7.96	8.57	10.4908	9.57	10.52	0.000418	0.79	10.07	9.75	0.25
1	90	Q30 attuale	7.96	8.41	10.4865	9.40	10.51	0.000265	0.68	11.63	9.64	0.20
1	90	Q30 + Immissione	7.96	8.41	10.4910	9.40	10.51	0.000262	0.68	11.68	9.65	0.20
1	80	Q30 attuale	7.96	8.39	10.4850	9.38	10.51	0.000224	0.70	11.43	9.68	0.19
1	80	Q30 + Immissione	7.96	8.39	10.4896	9.38	10.51	0.000221	0.69	11.47	9.69	0.19
1	75	Bridge										
1	70	Q30 attuale	7.96	8.37	10.4850	9.36	10.51	0.000213	0.69	11.60	9.72	0.19
1	70	Q30 + Immissione	7.96	8.37	10.4896	9.36	10.51	0.000211	0.68	11.64	9.73	0.19
1	60	Q30 attuale	7.96	8.35	10.4852	9.34	10.51	0.000231	0.65	12.20	9.76	0.19
1	60	Q30 + Immissione	7.96	8.35	10.4897	9.34	10.51	0.000228	0.65	12.25	9.77	0.19
1	57.5*	Q30 attuale	7.96	8.28	10.4816	9.34	10.50	0.000237	0.65	12.21	10.09	0.19
1	57.5*	Q30 + Immissione	7.96	8.28	10.4862	9.34	10.51	0.000234	0.65	12.26	10.10	0.19
1	55.*	Q30 attuale	7.96	8.21	10.4779	9.33	10.50	0.000245	0.65	12.26	10.52	0.19
1	55.*	Q30 + Immissione	7.96	8.21	10.4826	9.33	10.50	0.000242	0.65	12.30	10.53	0.19
1	52.5*	Q30 attuale	7.96	8.14	10.4744	9.32	10.50	0.000255	0.64	12.41	11.26	0.20

HEC-RAS Plan: Plan 16 River: Fosso Serezza Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	52.5*	Q30 + Immissione	7.96	8.14	10.4791	9.32	10.50	0.000252	0.64	12.46	11.29	0.19
1	50	Q30 attuale	7.96	8.07	10.4719	9.31	10.49	0.000235	0.61	13.03	12.33	0.19
1	50	Q30 + Immissione	7.96	8.07	10.4766	9.31	10.50	0.000233	0.61	13.09	12.36	0.19
1	45.*	Q30 attuale	7.96	7.99	10.4667	9.29	10.49	0.000258	0.63	12.69	12.30	0.19
1	45.*	Q30 + Immissione	7.96	7.99	10.4715	9.29	10.49	0.000255	0.63	12.75	12.32	0.19
1	40	Q30 attuale	7.96	7.92	10.4609	9.27	10.48	0.000288	0.65	12.33	12.27	0.20
1	40	Q30 + Immissione	8.07	7.92	10.4651	9.27	10.49	0.000292	0.65	12.38	12.29	0.20
1	36.6666*	Q30 attuale	7.96	7.86	10.4562	9.21	10.48	0.000286	0.64	12.46	12.57	0.20
1	36.6666*	Q30 + Immissione	8.07	7.86	10.4602	9.22	10.48	0.000290	0.65	12.51	12.59	0.20
1	33.3333*	Q30 attuale	7.96	7.81	10.4517	9.15	10.47	0.000284	0.63	12.70	13.09	0.20
1	33.3333*	Q30 + Immissione	8.07	7.81	10.4557	9.16	10.48	0.000289	0.64	12.75	13.12	0.20
1	30	Q30 attuale	7.96	7.75	10.4476	9.08	10.47	0.000279	0.61	13.14	14.06	0.20
1	30	Q30 + Immissione	8.07	7.75	10.4516	9.09	10.47	0.000284	0.61	13.20	14.08	0.20
1	25.*	Q30 attuale	7.96	7.75	10.4488	9.05	10.46	0.000178	0.52	15.29	14.78	0.16
1	25.*	Q30 + Immissione	8.07	7.75	10.4527	9.05	10.47	0.000181	0.53	15.35	14.80	0.16
1	20	Q30 attuale	7.96	7.75	10.4502	8.93	10.46	0.000094	0.44	18.22	14.73	0.12
1	20	Q30 + Immissione	8.07	7.75	10.4542	8.94	10.46	0.000095	0.45	18.28	14.75	0.12
1	10	Q30 attuale	7.96	7.76	10.3134	8.96	10.45	0.000472	1.62	4.90	13.96	0.32
1	10	Q30 + Immissione	8.07	7.76	10.3135	8.97	10.45	0.000485	1.65	4.90	13.96	0.33
1	5	Bridge										
1	1	Q30 attuale	7.96	7.70	10.3142	8.90	10.44	0.000436	1.59	5.02	14.31	0.31
1	1	Q30 + Immissione	8.07	7.70	10.3143	8.91	10.45	0.000448	1.61	5.02	14.31	0.32
1	0	Q30 attuale	7.96	7.55	10.3099	8.75	10.42	0.000364	1.50	5.30	15.12	0.29
1	0	Q30 + Immissione	8.07	7.55	10.3099	8.76	10.43	0.000374	1.52	5.30	15.12	0.29

7. CONCLUSIONI

Lo studio del deflusso a moto permanente del Fosso Serezza Vecchia, per la portata corrispondente all'evento trentennale sul bacino alla sezione di studio (pari a 7,96 m³/s), sovrapposti alla massima piena decennale sull'area fognata pari a 0,11 m³/s), nonché alla portata nera di punta oraria (pari a 0,31 l/s) dimostra che l'immissione in oggetto non apporta alcun aggravio in termini di rischio idraulico né al corpo ricettore costituito dal Fosso Serezza Vecchia, né alle zone limitrofe; tale condizione di contemporaneità tra i tre picchi di piena risulta oltretutto alquanto severa ai fini della verifica idraulica in questione, poiché gli eventi critici sono di fatto indipendenti.

Va inoltre precisato, che l'analisi del deflusso è stata cautelativamente eseguita per un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 30 anni (anziché 25 anni), poiché il Servizio Idrologico Regionale non fornisce i parametri pluviometrici per l'evento venticinquennale, usualmente richiesto dal Servizio Difesa del Suolo della Provincia per la verifica idraulica a seguito dell'immissione di scarichi su demanio idrico.

Il tratto modellato del Fosso Serezza Vecchia, per eventi meteorici aventi tempo di ritorno pari a 30 anni, non presenta problemi di esondazione.

Dal punto di vista costruttivo, è stato previsto un rivestimento in scogli naturali a cavallo della sezione di immissione sia sul fondo che sulle due sponde, al fine di contrastare eventuali erosioni della vena liquida e della corrente del fosso in corrispondenza della tubazione di scarico.

O o - o O

Pisa, giugno 2015

I tecnici incaricati

Dott. Ing. Fabio BONACCI



Ing. Iun. Valentina ALTIERI

