COMUNE DI CERIALE

PROVINCIA DI SAVONA

Committente:
Comune di Ceriale

Livello di Progetto:
Definitivo

Codice Progetto:
P107-21

Nome File:
P107-21-D-RE-IDR-001-B.DOCX

Titolo:

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO IDRAULICO DEL TRATTO TERMINALE DEL RIO SAN ROCCO

Oggetto: RELAZIONE IDRAULICA

Firme:

Firmato digitalmente da

daniele guerrieri

CN = guerrieri daniele
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di La Spezia
C = IT

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI GENOVA
Dott. Ing. DOMENICO ROCCA

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DELLA SPEZIA
DANIELE GUERRIERI
INGEGNERE
Civile ed Ambientale
Industriale
dell'Informazione
A 958

Rev.	Modifiche/Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	PRIMA EMISSIONE	SN	20/04/2022	DR	20/04/2022
B	SECONDA EMISSIONE	SN	18/05/2022	DR	18/05/2022

itec ENGINEERING
info@itec-engineering.it
www.itec-engineering.it
19038 SARZANA (SP)
Via B. P. U. Muccini, 54 A
TEL. +39 0187 610532
16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi, 7/9-10
TEL. +39 010 5959690

ASSOCIATO oice CONFINDUSTRIA
efca
FIDIC
apave Certification
ISO 9001 - N° SC 10-2588/IAF 34
ISO 14001 - N° SCA 19-3491/IAF 34
ISO 45001 - N° SCS 20-336/IAF 34

È vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento

INDICE

1 PREMESSA 1

2.1 AREA DI INTERVENTO 2
2.2 RIO SAN ROCCO 3

3 ASPETTI NORMATIVI 5

4 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO 10

4.1 CRITERI PROGETTUALI 10
4.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE COMPLESSIVA 12
4.2.1 Lotto 1 13
4.2.2 Lotto 2 14

5 VERIFICHE IDRAULICHE 16

5.1 PORTATE DI PIENA 16
5.2 METODOLOGIE DI CALCOLO 16
5.2.1 Rio San Rocco 16
5.2.2 Canale scolmatore 16
5.2.3 Nodo di imbocco canale scolmatore 17
5.3 CONFIGURAZIONI DI VERIFICA E PARAMETRI DI CALCOLO 18
5.3.1 Rio San Rocco 18
5.3.2 Canale scolmatore 19
5.3.3 Nodo di imbocco canale scolmatore 20
5.4 RISULTATI 21
5.4.1 Rio San Rocco 21
5.4.1.1 Stato attuale 21
5.4.1.2 Lotto 1 21
5.4.1.3 Lotto 2 24
5.4.1.4 Considerazioni sulle condizioni di deflusso a mare 27
5.4.2 Canale scolmatore 29
5.4.3 Nodo di imbocco canale scolmatore 29

6 STIMA DEL TRASPORTO SOLIDO MEDIO ANNUO 32

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO E RISULTATI 32
6.2 DIMENSIONAMENTO VASCA DI SEDIMENTAZIONE 33

Allegati:

ALLEGATO A: Verifiche idrauliche

Appendici:

APPENDICE 1: Software di calcolo HEC-RAS 6.0

1 PREMESSA

La presente relazione fa parte del Progetto Definitivo relativo agli "*Interventi di adeguamento idraulico del tratto terminale del rio San Rocco in Comune di Ceriale (SV) – Lotto 1*" .
Il Progetto Definitivo è stato redatto sulla base del progetto preliminare di ITEC del giugno 2016, che ha ottenuto il parere favorevole dal Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino Regionale nella seduta del 01/12/2016.

La sistemazione interessa il tratto terminale del rio San Rocco compreso tra Via Sole e Mare e lo sbocco a mare in corrispondenza di Via Lungomare A. Diaz, per una lunghezza di circa 450 m.

L'intervento è necessario a causa della grave insufficienza idraulica del tratto terminale del corso d'acqua, confermata dagli elaborati del Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del bacino del Carenda[1], che inserisce le aree adiacenti al rio come inondabili per evento 50-ennale e per eventi con alta frequenza di accadimento.

L'intervento complessivo di adeguamento idraulico è stato suddiviso in due lotti funzionali: il primo (Lotto 1) finalizzato allo smaltimento della portata 50-ennale e il secondo (Lotto 2) per lo smaltimento della portata 200-ennale. Nel presente Progetto Definitivo sono trattati gli interventi relativi al Lotto 1.

Il primo Lotto riguarda l'incremento massimo possibile delle dimensioni geometriche dell'alveo in funzione dei numerosi vincoli urbanistici (edifici, viabilità, ferrovia) presenti lungo il percorso del rio, il secondo Lotto riguarda la realizzazione di un canale scolmatore.

[1] Approvato con DCP n. 47 del 25/11/2003, ultima modifica con DGR n. 29 del 22/01/2016

2 INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 AREA DI INTERVENTO

L'area interessata dal progetto di adeguamento idraulico del rio San Rocco è ubicata in una zona fortemente urbanizzata nel centro dell'abitato di Ceriale.

Dal punto di vista della viabilità, l'intervento interessa Via Sole e Mare, Via Belvedere, Via Romana, la SS 1 Aurelia, Via San Rocco e Via Lungomare A. Diaz per quanto riguarda il Lotto 1 e Via Venezia e Via Lungomare A. Diaz per quanto riguarda il Lotto 2.



Figura 1.1 – Foto aerea dell'area di intervento

La viabilità più importante è Via Romana che attraversa l'abitato di Ceriale fino all'Aurelia ed è costituita da due corsie di larghezza pari a circa 3.50 m e da un marciapiede per lato.

Sul lato destro di Via Romana, circa 100 metri a valle dell'incrocio con Via Belvedere, sul lato destro a scendere, ha inizio Via Venezia, strada a senso unico che collega la stessa Via Romana con la Via Aurelia; da qui, sul lato a mare della Via Aurelia, ha inizio Via Schivatoia che prosegue, dopo aver sottopassato la ferrovia, fino al Lungomare Diaz.

A valle dell'incrocio tra la Via Aurelia e Via Romana, in corrispondenza della linea ferroviaria, inizia Via San Rocco, costituita da una corsia di larghezza pari a circa 3.0 m che si sviluppa lungo la sponda destra del rio san Rocco e rappresenta l'unico accesso carrabile agli edifici esistenti.

A valle di Via Lungomare A. Diaz è ubicata la passeggiata a mare di recente realizzazione.

2.2 RIO SAN ROCCO

Il tratto d'alveo interessato dall'intervento ha una lunghezza di circa 450 m ed è compreso tra Via Sole e Mare e lo sbocco a mare in corrispondenza di Via Lungomare A. Diaz.

Inizialmente il rio scorre a cielo aperto parallelamente a Via Sole e Mare (ubicata in sponda sinistra), con fondo alveo naturale, sezione rettangolare di larghezza pari a circa 6.0 m e argini in c.a.

In corrispondenza dell'incrocio tra Via Belvedere e Via Romana inizia il tratto tombinato di Via Romana dove la larghezza della sezione si riduce fino a circa 3.0. La prima parte della tombinatura (circa 45 m) è caratterizzata da una copertura in grigliato metallico.

In corrispondenza dell'incrocio tra Via Romana e Via Venezia inizia un tratto a cielo aperto con fondo plateato, caratterizzato da una sezione rettangolare di larghezza pari a 3.5 m e altezza pari a circa 1.0 m.

In sponda destra l'argine è costituito dal muro di contenimento di Via Romana delimitata da guardrail, mentre in sponda sinistra è costituito dal muro di contenimento della passeggiata pedonale e dell'area verde pubblica.

In corrispondenza dell'Aurelia il rio è nuovamente tombinato fino al sottopasso della linea ferroviaria Genova-Ventimiglia con sezioni pressoché costanti di larghezza pari a circa 3.5 m.

Al termine del sottopasso ferroviario il rio scorre nuovamente a cielo aperto con alveo plateato, sezione larga mediamente 4.0 m e alta circa 0.8 m.

Nel tratto sono presenti alcuni restringimenti puntuali e un allargamento graduale che ha inizio circa 40 m a monte dell'attraversamento di Lungomare Diaz con passaggio da 4.0 a circa 7.0 m di larghezza.

In corrispondenza della sponda destra l'argine è costituito dal muro di sostegno di Via San Rocco delimitato da una ringhiera, mentre in sponda sinistra è costituito dal muro di sostegno di un passaggio pedonale adiacente ad un edificio civile e delimitato da una ringhiera.

L'attraversamento in corrispondenza di Lungomare Diaz è caratterizzato da una tombinatura con larghezza variabile da 7.0 a 8.0 m circa, altezza interna pari a circa 0.6 m con tre setti dello spessore di 0.15 m ciascuno. L'attraversamento in corrispondenza della nuova passeggiata a mare è caratterizzato da una tombinatura a sezione costante di 8.0 m circa di larghezza e 1.7 m circa di altezza, con un setto centrale di 0.25 m.

Lo sbocco a mare è protetto lato ponente da un pennello con fronte arrotondato che impedisce il deposito del materiale trasportato dalla deriva litoranea, che in tale tratto avviene prevalentemente da ponente verso levante.

3 ASPETTI NORMATIVI

La normativa idraulica di riferimento è costituita dal Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico - Bacino del Carenda e dal Regolamento Regionale n°3 del 14/07/2011[2] e dalle modifiche introdotte dalla DGR n°181 del 11/03/2016.

Il rio San Rocco fa parte dei corsi d'acqua significativi inseriti nella *Carta della rete idrografica significativa* del Piano di Bacino e fa parte dei corsi d'acqua riportati nella *Carta del reticolo Idrografico Regionale*[3] come mostrano i due estratti cartografici di seguito riportati.

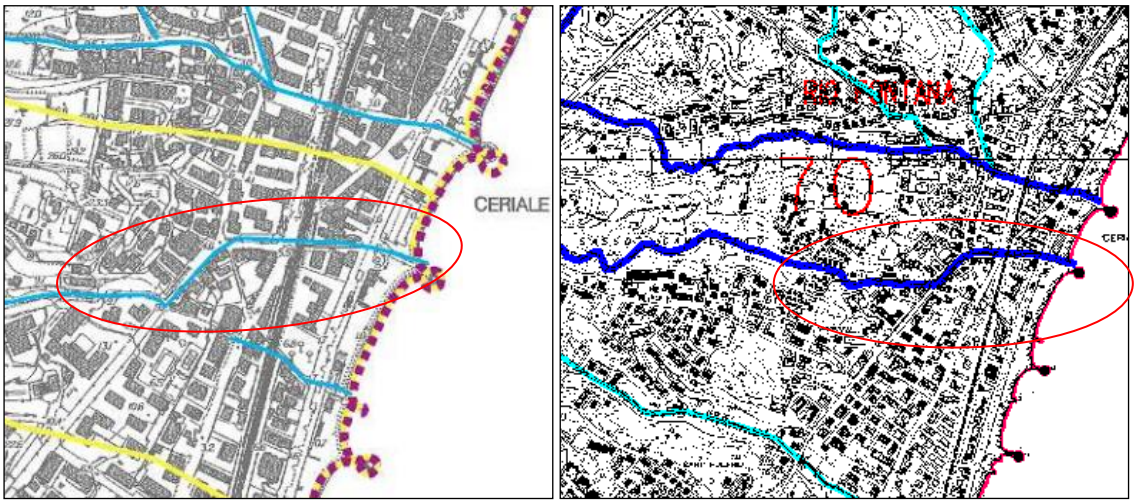


Figura 3.1 – Estratti reticolo idrografico Regionale e PdB

Dal punto di vista catastale il tratto terminale del rio San Rocco presenta sedime demaniale nei soli tratti a cielo aperto come mostra l'estratto del Catasto dei terreni di seguito riportato.

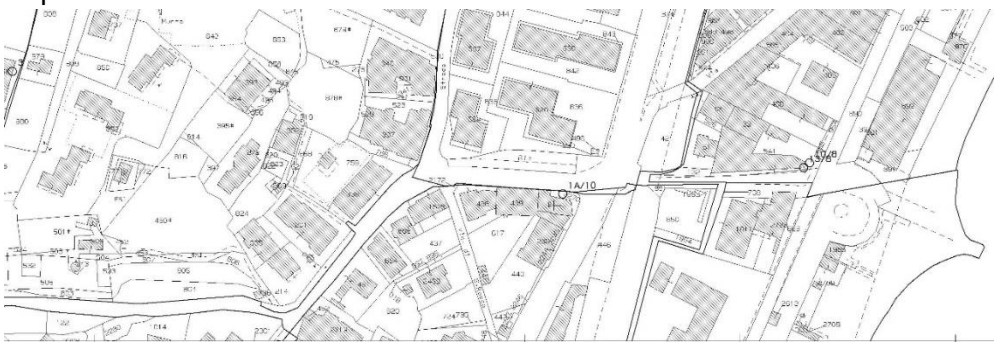


Figura 3.2 – Estratto Catasto dei terreni - Foglio 7 Comune di Ceriale

2 *Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua*, attuativo della DGR 1360/2010.

3 DGR 1449 del 30/11/2012: Art. 91, c. 1bis L.R. n.18/1999 riordino del reticolo idrografico regionale.

L'andamento dei limiti demaniali è riportato nelle planimetrie di rilievo e di progetto.

Il tratto terminale del rio San Rocco risulta indagato nell'ambito del Piano di Bacino, come mostra l'estratto della *Carta dei tratti d'alveo indagati* riportato nella figura seguente.

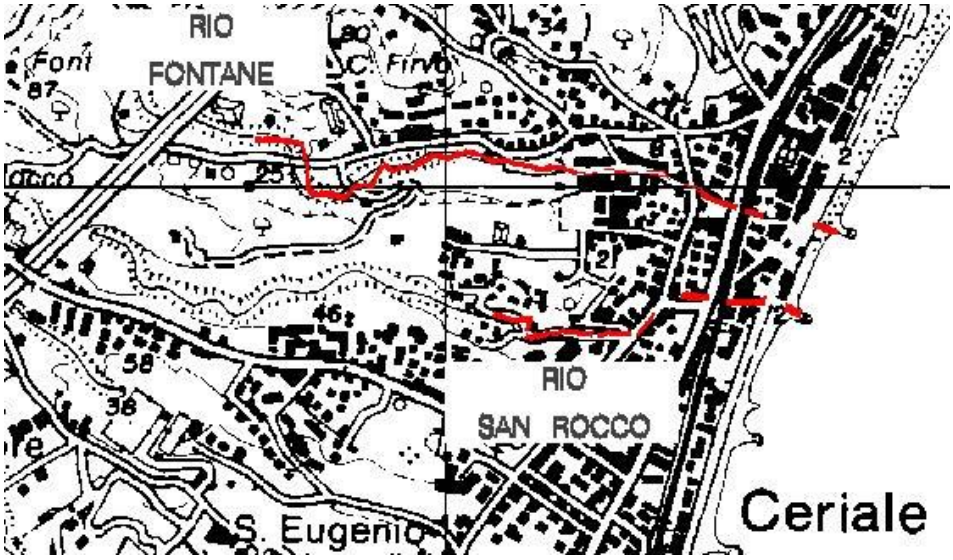
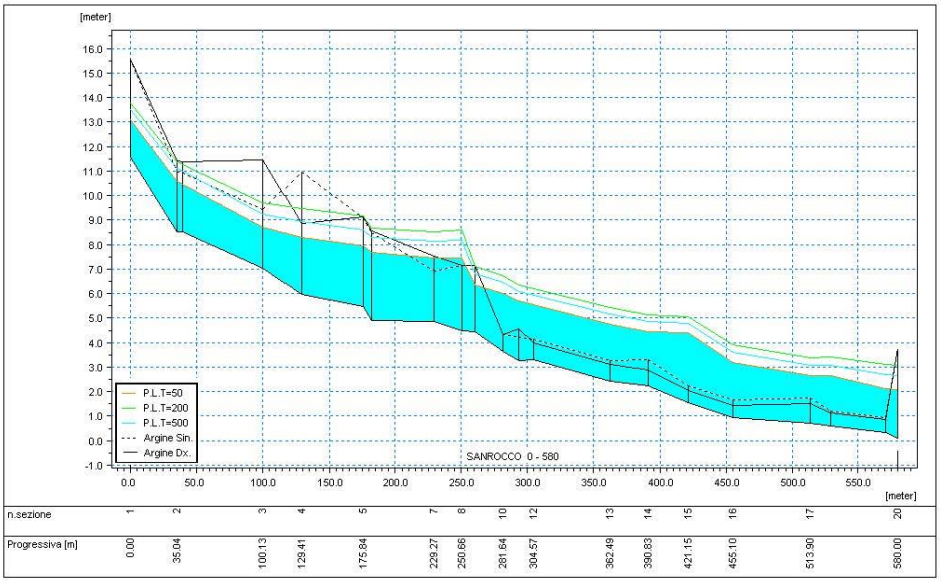


Figura 3.3 – Estratto carta dei tratti d'alveo indagati PdB

I risultati delle verifiche idrauliche riportate negli *Allegati Tecnici* alla R*elazione Generale* del Piano di Bacino indicano che nel tratto terminale l'alveo è gravemente insufficiente allo smaltimento anche solo della portata 50-ennale come mostra il profilo idraulico del tratto indagato estratto dalle verifiche idrauliche.



Rio San Rocco - Profili idraulici per i tempi di ritorno T=50, 200 e 500 anni

Figura 3.4 – Estratto verifiche idrauliche PdB

Tale criticità è confermata dal *Progetto generale preliminare degli interventi di riqualificazione della Pianura Ingauna di Levante* redatto nel 2008 da un R.T.I.[4] per conto della Provincia di Savona-Settore Difesa del Suolo e Tutela Ambientale.

Come mostra l'estratto della *Carta delle fasce fluviali* del Piano di Bacino di seguito riportato le aree adiacenti al tratto terminale del rio San Rocco ricadono all'interno di quelle inondabili in caso di piena 50-ennale (Fascia A).



Figura 3.5 – Estratto Carta delle fasce fluviali PdB

Il Piano degli Interventi prevede per il rio san Rocco (Intervento n. 8) *"l'Adeguamento locale di sezioni d'alveo, pulizia e taglio alberature in alveo; interventi puntuali di consolidamento sponde, adeguamenti tombinature"*.

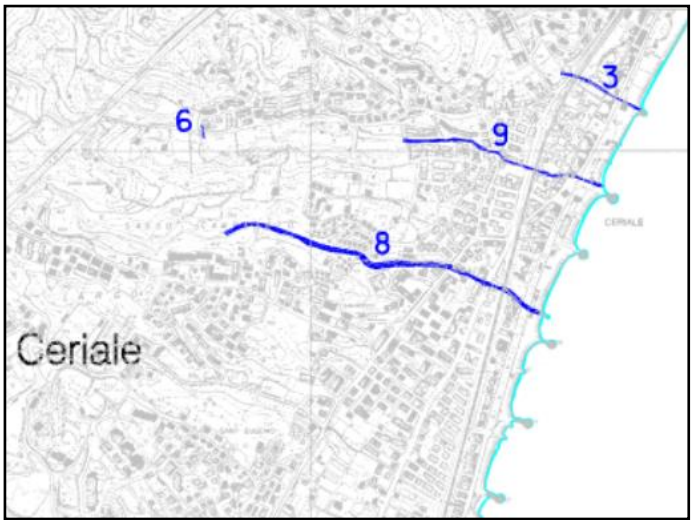


Figura 3.6 – Estratto Carta degli interventi PdB

[4] *Analisi idrologica e Studi di dettaglio dei bacini ricadenti nell'area della Piana Ingauna di Levante. Individuazione delle criticità idrauliche e proposte di intervento* - R.T.I. formato da HYDRODATA S.p.A., ART Ambiente Risorse Territorio S.r.l. e Consorzio INTECNO-DHI - Ottobre 2008

Lo stesso Piano, all'art. 10 delle Norme di Attuazione, in coerenza con quanto previsto all'art. 8 comma 5 del regolamento regionale 14 luglio 2011 n. 3, stabilisce che "*per le opere esistenti che risultino insufficienti … può esserne previsto l'adeguamento anche con gradualità in ragione dei vincoli di urbanizzazione eventualmente presenti … purché contribuiscano ad un significativo miglioramento delle condizioni di deflusso*".

Il Regolamento suddivide i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico in classi in funzione dell'estensione dei bacini sottesi secondo il seguente schema.

Superficie sottesa [km²]	**Classificazione**
S > 1	Corso d'acqua di 1° livello
0.25 ≤ S ≤ 1	Corso d'acqua di 2° livello
0.25 < S < 0.1	Corso d'acqua di 3° livello
S ≤ 0.1	Corso d'acqua minuto

Tabella I

Il rio San Rocco sottende un bacino idrografico pari a 2.4 km e pertanto appartiene al reticolo idrografico di primo livello.

Per quanto riguarda i limiti di inedificabilità dai corsi d'acqua la recente DGR n°181 del 11/03/2016 stabilisce una fascia di inedificabilità assoluta pari a 10 m per i corsi d'acqua ricadenti nel reticolo idrografico di primo, secondo e terzo livello.
Per quanto riguarda il coefficiente di scabrezza e i franchi idraulici di sicurezza da adottare nelle verifiche idrauliche il Regolamento indica seguenti parametri.

Descrizione corso d'acqua	**Ks ($m^{1/3}s^{-1}$)**
Alvei naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25-30
Alvei naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30-35
Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati(e/o platee) in buono stato	35-40
Corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubo, cavi, ecc.) o discontinuità interferenti con le acque.	40-45

Tabella II

Per i corsi d'acqua di primo livello il franco idraulico da adottare deve essere il maggiore tra:

- il carico cinetico della corrente determinabile come $U^2/2g$, dove U *(m/s)* è la velocità media della corrente e g *(m/s^2)* è l'accelerazione di gravità
- i valori della tabella seguente:

I	Argini e difese spondali	cm 50/100
II	Ponti e strutture di attraversamento fino ad estensioni longitudinali di 12 m	cm 100/150
III	Coperture e tombinature, ponti e strutture di attraversamento oltre 12 m	cm 150/200

Tabella III

Il Regolamento (art. 7 e art. 8) consente, previa autorizzazione dall'amministrazione competente, la realizzazione di tombinature e di interventi di reinalveazione e deviazione dell'alveo se questi ultimi risultano necessari ad ovviare a situazioni di pericolo, a tutelare la pubblica incolumità, siano previsti in contesti di tessuto urbano consolidato, siano previsti come misura necessaria in un progetto complessivo ed organico finalizzato alla messa in sicurezza del corso d'acqua e siano compatibili con i piani di bacino.

4 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

4.1 CRITERI PROGETTUALI

Come già evidenziato il tratto terminale del rio San Rocco presenta sezioni di deflusso fortemente inadeguate in caso di eventi di piena con alta frequenza di accadimento (T< 50 anni). La massima portata smaltibile a pelo libero è pari a circa 5 m^3/s.

La risoluzione completa delle criticità idrauliche comporta una serie di problematiche realizzative connesse alla presenza di edifici in fregio all'alveo e alla presenza della viabilità cittadina su entrambe le sponde, che ne limitano la possibilità di sistemazione e rendono irrealizzabile un intervento di adeguamento dell'attuale alveo del rio San Rocco alla portata di piena 200-ennale (65 m^3/s), secondo i parametri definiti dal Piano di Bacino.

Basti pensare che lo smaltimento della portata 200-ennale con franco minimo di 1 m lungo tutto il tratto, implicherebbe la realizzazione di un canale con larghezza paria a 15 m (3-4 volte quella media attuale) in aree fortemente urbanizzate dove la distanza fra i palazzi è inferiore ai 10 m (Via San Rocco), e dove deve essere garantito l'accesso pedonale e carrabile agli esercizi commerciali e agli edifici esistenti (Via Romana e Via San Rocco).

A questo va aggiunto il fatto che il tracciato del rio sottopassa la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia subito a valle dell'Aurelia e che lungo Via Romana e la stessa Aurelia sono presenti numerosi sottoservizi che devono comunque essere ricollocati al di sotto della sede stradale.

Alla luce di quanto sopra si è ricercata una "configurazione ottimale di progetto" in grado di ottenere significativi benefici in termini idraulici nel rispetto dei vincoli urbanistici e viabilistici esistenti.

Ciò ha comportato la suddivisione degli interventi in due lotti funzionali: il primo (Lotto 1) finalizzato allo smaltimento della portata 50-ennale e il secondo (Lotto 2) a quello della portata 200-ennale.

La larghezza di sistemazione dell'alveo attuale è vincolata nel tratto terminale dalla presenza di edifici di civile abitazione con la relativa viabilità di servizio lungo la

sponda, altrimenti non ricollocabile, e dalla larghezza del sottopasso della linea ferroviaria.

Il progetto prevede in questo caso il mantenimento di un tratto di viabilità della larghezza massima di 3 m per l'accesso carrabile (e comunque almeno di un'ambulanza) agli edifici lungo la sponda destra; la viabilità è stata comunque limitata alla lunghezza minima indispensabile.

Per l'attraversamento della linea ferroviaria lo spazio disponibile è quello del sottopasso esistente a valle della SS. n.1 Aurelia che, considerando almeno 1 m per parte per la realizzazione della sottomurazione delle spalle, su un totale di 8 m rende disponibile una larghezza di sistemazione non superiore a 6 m.

In tale contesto si è quindi reso necessario prevedere un abbassamento del fondo allo sbocco a mare che consentisse la realizzazione di una pendenza compatibile con il corretto deflusso della portata di piena in funzione delle larghezze disponibili, con i vincoli imposti dalla necessità di mantenere la quota esistente del piano viabile della Via Aurelia, di Via Romana e di Via Diaz.

L'abbassamento è stato contenuto in circa -0.3 m s l.m. nella sezione di sbocco a valle della passeggiata a mare, oltre la quale il deflusso può espandersi lateralmente senza vincoli su tutto il fronte di spiaggia.

La pendenza del fondo dell'1% garantisce in questo caso il deflusso della portata di piena 50-ennale in corrente veloce ma con numeri di Froude prossimi allo stato critico, che consente un giusto equilibrio tra le forze di trascinamento al fondo (e quindi di possibile abrasione ed erosione) e quelle di possibile deposito del materiale eventualmente trasportato dalla corrente.

Le verifiche idrauliche effettuate hanno mostrato che anche nel caso peggiore di sovralluvionamento del fondo nel tratto terminale sino a +0.5 m s.l.m., calcolato a favore di sicurezza a fondo fisso, la portata 50-ennale riesca a defluire a pelo libero con franco limite lungo tutto il tratto a valle del ponte ferroviario, mentre rimane inalterato il deflusso nel tratto a monte.

Tale condizione rappresenta tuttavia una condizione limite in quanto la tensione tangenziale generata dal deflusso delle portate di piena con la pendenza di progetto è senz'altro in grado di movimentare e trasportare i granelli di sabbia costituenti la

spiaggia in tale tratto di litorale, garantendo una sorta di auto-pulizia in caso di evento meteo-climatico significativo. Il controllo del trasporto solido è garantito dalla realizzazione di una vasca di sedimentazione a monte del tratto interessato dalle opere di sistemazione.

Per quanto riguarda invece le condizioni del mare, anche in questo caso la spinta della portata di piena è tale da garantire il deflusso della corrente in modo non influenzato dalle condizioni meteo-marine.

Le verifiche hanno mostrato che tale situazione si realizza sino a valori del livello del mare di oltre 2 m ed è praticamente impossibile che si realizzino per effetto del frangimento e quindi della perdita di energia dell'onda stessa sulla battigia.

Nell'ottica di diminuire l'incidenza dei tratti coperti rispetto a quelli a cielo aperto, si è previsto lo scoperchiamento del tratto al di sotto dell'attraversamento ferroviario e la sostituzione di quello interessato dal "belvedere" della passeggiata a mare in prossimità della foce con un semplice attraversamento pedonale a campata unica.

Per quanto riguarda l'attraversamento di Lungomare Diaz e della passeggiata a mare, trattandosi di un'infrastruttura rilevante nel contesto urbano di Ceriale, pur prevedendone il completo rifacimento con struttura a campata unica senza setti, non è stato possibile ridurne l'ingombro planimetrico in ragione della necessità di mantenere un collegamento viario e pedonale uniforme a servizio della fascia costiera a valle del rilevato ferroviario.

Dal punto di vista altimetrico il nuovo attraversamento è stato ottimizzato in funzione dei vincoli rappresentati dalla necessità di garantire l'accesso agli edifici presenti.

4.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE COMPLESSIVA

Di seguito si riporta la descrizione delle opere previste nell'ambito della sistemazione complessiva.

4.2.1 **Lotto 1**

Gli interventi previsti nel Lotto 1 sono stati ottimizzati perseguendo l'incremento massimo possibile della sezione di deflusso del rio San Rocco tenendo conto dei seguenti vincoli:

- minimizzazione del rialzo delle quote stradali in corrispondenza dei tratti tombinati di Via Romana e della SS 1 Aurelia;
- larghezza della sezione di deflusso nel tratto a cielo aperto di Via San Rocco vincolata dalla necessità di mantenere l'accesso pedonale e carrabile agli edifici e ai box esistenti in sponda destra;
- massimizzazione del sovralzo in corrispondenza dell'attraversamento di Lungomare Diaz vincolato dal collegamento viario con Via San Rocco in sponda destra e un piazzale privato in sponda sinistra.

Procedendo da monte verso valle gli interventi previsti sono:

- realizzazione di una vasca di sedimentazione nel tratto a cielo aperto circa 20 m a monte del ponte comunale di Via Sole e Mare, di sviluppo pari a 25 m e volume disponibile di circa 110 m^3;
- realizzazione di un salto di fondo di altezza pari a circa 1.3 m posto circa 12 m a monte dell'attraversamento di Via Belvedere/Via Romana;
- demolizione e rifacimento del manufatto di attraversamento di Via Belvedere/Via Romana con sezione scatolare 6.0 x 2.0 m (L= 10 m circa);
- demolizione della tombinatura sotto Via Romana (circa 100 m, di cui i primi 45 m con copertura in grigliato) e realizzazione di un nuovo scatolare di dimensioni interne pari a 6.0 x.2.0 m;
- rifacimento del tratto a cielo aperto in Via Romana con sezione rettangolare di larghezza 6.0 m e altezza minima pari a 2.0 m (L= 60 m circa);
- demolizione e rifacimento del tratto tombinato sotto la SS 1 Aurelia con sezione scatolare 6.0 x 2.0 m (L= 30 m circa);
- rifacimento del tratto al di sotto del sottopasso della linea ferroviaria Genova Ventimiglia con sezione rettangolare a cielo aperto di larghezza 6.0 m e altezza minima pari a 2.0 m (L= 10 m circa);
- rifacimento del tratto a cielo aperto lungo Via San Rocco con sezione rettangolare di larghezza 6.0 m e altezza minima pari a 2.0 m (L= 70 m circa);
- demolizione e rifacimento del manufatto di attraversamento di Lungomare A. Diaz con scatolare rettangolare di larghezza variabile da 7.0 a 8.0 m e altezza variabile da 2.1 a 2.3 m (L= 20 m circa);

- demolizione della copertura terminale (L= 20 m circa) a valle di Lungomare Diaz e del relativo setto centrale, abbassamento del fondo alveo con sottomurazione delle sponde e realizzazione di un attraversamento pedonale per mantenere la continuità della passeggiata.
- sistemazione del fondo alveo nel tratto compreso fra il salto di fondo a monte dell'incrocio Via Belvedere/Via Romana e lo sbocco a mare su due livellette, la prima con pendenza del 2.5% dal salto di fondo (quota fondo circa 4.0 m s.l.m.) fino a metà circa della tombinatura di Via Romana (quota fondo circa 2.5 m s.l.m.), la seconda con pendenza pari all'1% fino allo sbocco a mare (quota fondo circa -0.3 m s.l.m.);
- realizzazione di passerella pedonale in grigliato metallico, ubicata circa 9.0 m a valle del sottopasso della ferrovia al fine di mantenere il collegamento fra i percorsi pedonali delle due sponde.

4.2.2 **Lotto 2**

Gli interventi previsti nel Lotto 2 completano e integrano quelli del Lotto 1 e riguardano la realizzazione di un canale scolmatore che si sviluppa a partire dall'incrocio tra Via Romana e Via Venezia e prosegue in direzione mare per una lunghezza complessiva pari a circa 250 m.

Il manufatto di imbocco del canale scolmatore è stato dimensionato per scolmare la massima portata defluibile a pelo libero nel canale scolmatore in caso di evento di piena 200-ennale sul rio San Rocco e consentire il deflusso nel canale principale delle portate di magra e morbida.

Il canale scolmatore è costituito da uno scatolare delle dimensioni interne nette di 2.0 x 2.0 m con pendenza minima pari a allo 0.7%.

La dimensione del canale è la massima dimensione possibile in ragione dei vincoli urbanistici presenti e in particolare della larghezza massima disponibile in Via Schivatoia dove la distanza minima fra gli edifici è circa 3.00 m e della presenza del sottopasso della linea ferroviaria Genova-Ventimiglia.

Il canale scolmatore si sviluppa secondo il seguente tracciato:

- manufatto di imbocco (partitore) dalla tombinatura del rio San Rocco in corrispondenza dell'incrocio tra Via Romana e Via Venezia;

- tratto di lunghezza pari a circa 95 m lungo Via Venezia;
- tratto in attraversamento della SS 1 Aurelia (L= 13 m);
- tratto di lunghezza pari a circa 100 m lungo Via Schivatoia;
- tratto terminale che attraversa via Lungomare A. Diaz (L= 12 m) fino allo sbocco a mare (L= 20 m).

Il tracciato dello scolmatore interferisce nel tratto terminale, a partire dalla SS 1 Aurelia fino a mare, con un collettore artificiale appartenente al reticolo idrografico minuto (S< 0.01 km^2) che verrà pertanto inglobato al nuovo manufatto di progetto.

5 VERIFICHE IDRAULICHE

5.1 PORTATE DI PIENA

Nella tabella seguente sono riportati i valori delle portate di piena per assegnato periodo di ritorno del rio San Rocco allo sbocco a mare indicate nel Piano d Bacino.

Rio San Rocco	Q50	Q100(*)	Q200	Q500
Foce	45	55	65	80

(*) valore ricavato per interpolazione dei dati di portata indicati nel Piano di Bacino.

Tabella IV

5.2 METODOLOGIE DI CALCOLO

5.2.1 Rio San Rocco

Le verifiche idrauliche del nuovo alveo del rio San Rocco sono state effettuate con il software di calcolo *Hec-Ras 6.0*[5].
Il software consente il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali e la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.,
Per maggiori approfondimenti teorici a riguardo si rimanda all'Appendice 1 allegata alla presente relazione.

5.2.2 Canale scolmatore

La verifica idraulica del canale scolmatore è stata eseguita determinando le caratteristiche della corrente nelle condizioni di moto uniforme mediante la formulazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

5 HEC-RAS, Hydrologic Engineering Center - US Army Corps of Engineers

dove *Q[m³/s]* è la portata, *[m^1/2 s^-1]* il coefficiente di attrito, *A[m²]* l'area della sezione liquida, *R[m]* il raggio idraulico, i_f la pendenza dell'alveo.

Per il calcolo di χ è stata adottata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

dove n*[m^-1/3 s]* è un coefficiente dimensionale che definisce la scabrezza in funzione della natura dell'alveo.

5.2.3 **Nodo di imbocco canale scolmatore**

La verifica del nodo di imbocco del canale scolmatore è stata eseguita mediante l'applicazione del teorema della quantità di moto (bilancio delle spinte idrauliche) tarando l'imbocco del canale per la portata 200-ennale.

In particolare è stato individuato un volume di controllo definito dalla superficie di contorno del tratto in esame in cui è applicabile la relazione generale:

$$F_e + G = M_u - M_e$$

dove F_e è la risultante delle forze di superficie (spinta idrostatica e attrito del fondo e delle pareti) agenti dall'esterno sul volume di controllo, *G* è la risultante delle forze di massa (in genere la forza peso), M_u ed M_e le quantità di moto delle masse che nell'unità di tempo entrano ed escono dal volume di controllo.

Il calcolo è stato eseguito con riferimento allo schema geometrico che prevede la defluenza di un rivo/canale dal corso d'acqua principale secondo un angolo di incidenza α rispetto alla direttrice principale di deflusso.

Il volume di controllo è individuato da una sezione posta a monte della confluenza (pedice *m*) e una posta a valle (pedice *v*), a distanza *L* tra loro e una sezione in corrispondenza dello scolmatore (pedice *a*).
Le sezioni sono rettangolari con sponde di altezza indefinita.

Sotto tali ipotesi, proiettando l'equazione secondo l'asse del corso d'acqua principale, vale infine la relazione:

$$(my + mq)_v = (my + mq)_m - (my + mq)_a \cdot \cos\alpha + (W - F_f)_{m-v}$$

dove:

my = *A·Y/2* = prodotto dell'area per la distanza verticale tra il pelo libero e il centro di gravità delle sezioni di deflusso

$$mq = \frac{Q^2}{g \cdot A}$$

F_f = spinta dovuta all'attrito sul fondo e sulle pareti

W_x = spinta del peso nella direzione del flusso

5.3 CONFIGURAZIONI DI VERIFICA E PARAMETRI DI CALCOLO

5.3.1 **Rio San Rocco**

Le verifiche idrauliche del rio Sa Rocco sono state effettuate per le configurazioni di stato attuale e di progetto (Lotto 1 e Lotto 2) sulla base di un rilievo di dettaglio dell'alveo e di superficie eseguito dal Geom. Andrea Novello nell'aprile 2016 su incarico del Comune di Ceriale.
Ai fini del calcolo sono state individuate una serie di sezioni trasversali numerate in senso crescente da valle verso monte in funzione delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza, curve, presenza di manufatti ecc.) con l'aggiunta di alcune sezioni di calcolo intermedie in corrispondenza di variazioni di sezione significative e dei manufatti secondo il seguente schema:

In Allegato A è riportata la planimetria del tratto indagato con l'indicazione delle sezioni idrauliche nelle configurazioni di stato attuale e di progetto.

La verifica della configurazione di progetto relativa al Lotto 2 è stata effettuata con la stessa configurazione geometrica del Lotto 1 imponendo un cambio di portata in corrispondenza del nodo di imbocco del canale scolmatore come riportato nella tabella seguente.

Sezione	Q50 [m^3/s]	Q100 [m^3/s]	Q200 [m^3/s]
monte imbocco canale scolmatore	45	55	65
valle imbocco canale scolmatore	39	46.5	54

Tabella V

Le portate scolmate sono state ricavate dalla verifica idraulica del nodo di imbocco del canale scolmatore.

I profili sono stati integrati per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e corrente veloce da monte verso valle, assumendo quali condizioni al contorno la profondità critica (Fr=1) nella sezione di monte e una quota di livello mare pari a 1 m nella sezione di valle a favore di sicurezza. Le verifiche sono state effettuate in condizioni di sponde infinite nel caso di superamento delle quote di sommità arginali.

In accordo con le normative vigenti e con le condizioni dell'alveo il coefficiente di scabrezza *n* di Manning è stato assunto pari a 0.025 (corrispondente a tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati) per il tratto a cielo aperto compreso tra la vasca di sedimentazione e il manufatto di via Belvedere e pari a 0.022 (corrispondente a corsi d'acqua naturali con fondo e argini totalmente cementati) per il tratto compreso tra il ponte di Via Belvedere e lo sbocco a mare.

A completamento dell'analisi idraulica, per il Lotto 1 sono state effettuate un'ulteriore serie di verifiche per l'analisi del deflusso in corrispondenza dello sbocco a mare.
In particolare sono state esaminate le seguenti configurazioni:

a) condizione al contorno di valle costituita da una quota di sbocco a 1 m s.l.m.
b) tratto terminale con fondo orizzontale quota 0.0 m s.l.m.;
c) tratto terminale con fondo orizzontale quota 0.5 m s.l.m.;

La quota di 1 m s.l.m. è giustificata dai possibili effetti combinati della marea e dell'aumento del livello medio dovuto a particolari condizioni meteo-marine di vento e pressione atmosferica (effetto di "surcote").

5.3.2 **Canale scolmatore**

La verifica è stata condotta determinando le caratteristiche della corrente nelle condizioni di moto uniforme mediante la formulazione di Chezy con una pendenza minima dello 0.5% e con un valore del coefficiente di scabrezza n= 0.022, corrispondente a corsi d'acqua naturali con fondo e argini totalmente cementati.

5.3.3 **Nodo di imbocco canale scolmatore**

Le portate scolmate sono state individuate tarando l'opera di imbocco dello scolmatore per la portata 200-ennale mediante l'applicazione del teorema della quantità di moto (bilancio delle spinte (ΣS= 0), nell'ipotesi di carico totale *H* costante tra la sezione di monte del canale principale e quelle di valle (canale principale e scolmatore).

Ai fini della risoluzione del nodo di imbocco sono state fatte le seguenti assunzioni:
- altezza del pelo libero nella sezione di monte nota (Ym);
- carico totale nella sezione di monte noto (Hm);
- componenti di attrito e del peso trascurate nel tratto tra le sezioni di monte e di valle del corso d'acqua principale.

Di seguito si riporta lo schema grafico del volume di controllo considerato nei calcoli.

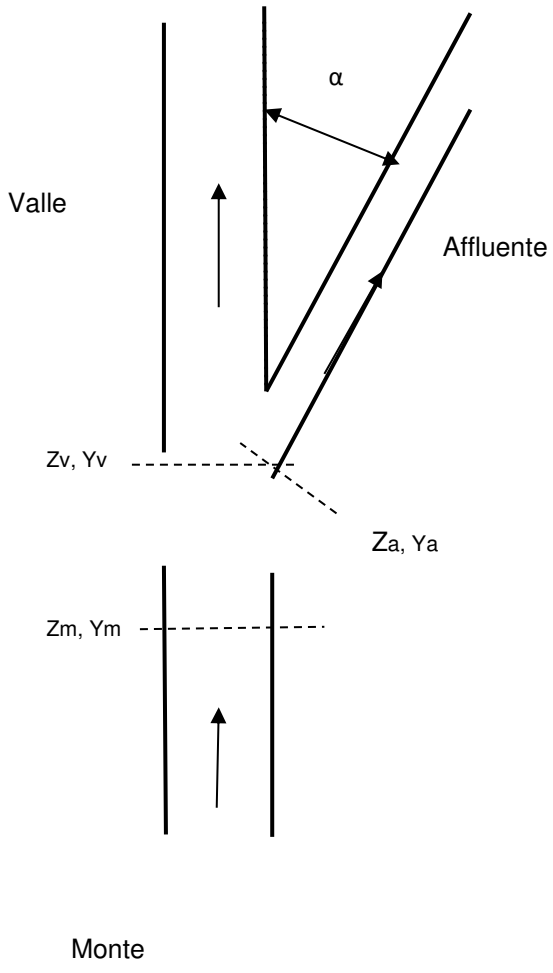


Figura 5.1 – Schema grafico del volume di controllo

5.4 RISULTATI

5.4.1 **Rio San Rocco**

I risultati sono riassunti in forma numerica e grafica nell'Allegato A, di seguito se ne riporta una descrizione sintetica per le configurazioni analizzate.

5.4.1.1 Stato attuale

Il tratto d'alveo del rio San Rocco oggetto di sistemazione risulta fortemente insufficiente per il deflusso di eventi di piena anche con alta frequenza di accadimento.

La portata massima smaltibile a pelo libero all'interno del tratto è pari a circa 5 m^3/s significativamente inferiore al valore della portata 50-ennale (45 m^3/s).

Le criticità idrauliche del rio San Rocco sono localizzate principalmente nel tratto in corrispondenza e a monte della SS 1 Aurelia a causa della limitata sezione di deflusso.

5.4.1.2 Lotto 1

Le verifiche mostrano come gli interventi del Lotto 1 inducano un sensibile miglioramento in termini di deflusso idraulico della portata 50-ennale e 100-ennale sia nei tratti a cielo aperto che nei tratti tombinati.

Portata 50-ennale

Il deflusso della portata 50-ennale avviene nel primo tratto a valle della vasca di sedimentazione in corrente lenta, successivamente passa in corrente veloce con numeri di Froude compresi tra 1 e 2.3 e velocità tra 5.0 e 7.0 m/s circa, fino alla sezione 0.3 in cui torna lenta.

A valle del salto dove ha inizio l'intervento di abbassamento del fondo (sez. 10.6), lungo il tratto tombinato di Via Romana, il deflusso della portata 50-ennale avviene con altezze comprese tra 1.0 e 1.6 m.

I franchi minimi rispetto all'intradosso della tombinatura risultano rispettivamente pari a 1.1 m (sez. 10) e 0.4 m (sez. 3.9).

Nel successivo tratto a cielo aperto lungo Via Romana (da sez. 3.9 a sez. 2.0), nel tratto tombinato al di sotto dell'Aurelia (da sez. 2.0 a sez. 1.8) e nel tratto a cielo aperto lungo Via San Rocco (da sez. 1.8 a sez. 1) la corrente mantiene le caratteristiche di corrente veloce (Fr>1) con un'altezza del pelo libero costante pari a circa 1.6 m.

Il franco idraulico minimo rispetto all'intradosso della tombinatura al di sotto dell'Aurelia risulta pari a 0.4 m, mentre il franco idraulico minimo rispetto alla quota della strada nei tratti a cielo aperto di Via Romana e di Via San Rocco è pari a 0.5 m.

Nel tratto tombinato terminale al di sotto di Via Lungomare A. Diaz (da sez. 1 a sez. 0.4) il deflusso avviene in corrente veloce con altezze del pelo libero comprese tra 1.2 e 1.6 m, per poi passare in corrente lenta al di sotto della passerella pedonale nelle ultime sezioni (dalla 0.3 alla 0.1) con altezza del pelo libero variabile tra 1.2 m e 1.9 m. Sebbene il pelo libero si alzi in queste sezioni si osserva un franco di circa 1 m e il carico cinetico è abbondantemente contenuto al di sotto dell'intradosso dell'impalcato.

I franchi minimi rispetto all'intradosso del tratto tombinato di Lungomare Diaz risultano rispettivamente pari a 0.7 m (sez. 0.8) e a 1.06 m (sez. 0.5).

Portata 100-ennale

Il deflusso della portata 100-ennale è del tutto analogo a quello della portata 50-ennale, con altezze del pelo libero maggiori di 0.2 m circa.

A valle del salto dove ha inizio l'intervento di abbassamento del fondo (sez. 10.6), lungo il tratto tombinato di Via Romana, il deflusso della portata 100-ennale avviene con altezze comprese tra 1.2 e 1.8 m.

I franchi minimi rispetto all'intradosso della tombinatura risultano rispettivamente pari a 0.8 m (sez. 10) e 0.2 m (sez. 3.9).

Nel successivo tratto a cielo aperto lungo Via Romana (da sez. 3.9 a sez. 2.0), nel tratto tombinato al di sotto dell'Aurelia (da sez. 2.0 a sez. 1.8) e nel tratto a cielo aperto lungo Via San Rocco (da sez. 1.8 a sez. 1) la corrente mantiene le caratteristiche di corrente veloce (Fr>1) con un'altezza del pelo libero costante pari a 1.85 m.

Il franco idraulico minimo rispetto all'intradosso della tombinatura al di sotto dell'Aurelia risulta pari a 0.15 m, mentre il franco idraulico minimo rispetto alla quota della strada nei tratti a cielo aperto di Via Romana e di Via San Rocco è pari a 0.2 m.

Nel tratto tombinato terminale al di sotto di Via Lungomare A. Diaz (da sez. 1 a sez. 0.4) il deflusso avviene in corrente veloce con altezze del pelo libero comprese tra 1.2 e 1.85 m, per poi passare in corrente lenta al di sotto della passerella pedonale nelle ultime sezioni (dalla 0.3 alla 0.1) con altezza del pelo libero variabile tra 1.7 m e 2 m. Sebbene il pelo libero si alzi in queste sezioni si osserva un franco di 0.9 m e il carico cinetico è contenuto al di sotto dell'intradosso dell'impalcato.

I franchi minimi rispetto all'intradosso del tratto tombinato di Lungomare Diaz risultano rispettivamente pari a 0.5 m (sez. 0.8) e a 0.9 m (sez. 0.5).

Portata 200-ennale

In questa configurazione di progetto la portata 200-ennale manda in pressione il tratto tombinato in corrispondenza della S.S Aurelia. causando un rigurgito verso monte che interessa il tratto a cielo aperto e tombinato di via Romana.

Nel tratto terminale (via San Rocco e via Lungomare A.Diaz) il deflusso della portata 200-ennale risulta contenuto con franco variabile da 0 a 1.5 m.

A titolo riassuntivo, per tutte e tre le configurazioni di portata, nella seguente tabella si riportano, per le sezioni più significative, i franchi idraulici rispetto alla quota di intradosso delle tombinature o, per i tratti a cielo aperto, la quota del piano viabile.

Sez.	Quota intradosso [m]	Quota strada [m]	P.L. Q50 [m]	P.L. Q100 [m]	P.L. Q200 [m]	Franco idraulico Q50 [m]	Franco idraulico Q100[m]	Franco idraulico Q200[m]
10	6.2		5.1	5.3	7.66	1.1	0.9	-
5	4.4		3.6	3.80	5.46	0.8	0.6	-
4	3.9		3.5	3.7	4.25	0.4	0.2	-
3.5		3.7	3.2	3.5	4.78	0.5	0.2	-
2	3.3		2.9	3.1	3.65	0.4	0.2	-
1.05		2.75	2.1	2.3	2.57	0.65	0.45	0.2
0.8	2.15		1.4	1.6	1.8	0.75	0.55	0.35
0.2	2.7		1.7	2	1.2	1	0.7	1.5

Tabella VI

5.4.1.3 Lotto 2

Le verifiche mostrano come gli interventi previsti nel Lotto 2 inducano un ulteriore diminuzione del rischio idraulico consentendo il deflusso dell'evento di piena 200-ennale lungo tutto il tratto.

Portata 50-ennale

Il deflusso della portata 50-ennale avviene nel primo tratto a valle della vasca di sedimentazione in corrente lenta, successivamente passa in corrente veloce con numeri di Froude compresi tra 1.0 e 2.3 e velocità comprese tra 2.5 e 7.0 m/s circa.

A valle del salto dove ha inizio l'intervento di abbassamento del fondo (sez. 10.6), lungo il tratto tombinato di Via Romana, il deflusso della portata 50-ennale avviene con altezze comprese tra 1.0 e 1.5 m.

I franchi minimi rispetto all'intradosso della tombinatura risultano rispettivamente pari a 1.1 m (sez. 10) e 0.5 m (sez. 4).

Nel successivo tratto a cielo aperto lungo Via Romana (da sez. 3.9 a sez. 2.0), nel tratto tombinato al di sotto dell'Aurelia (da sez. 2.0 a sez. 1.8) e nel tratto a cielo aperto lungo Via San Rocco (da sez. 1.8 a sez. 1) la corrente mantiene le caratteristiche di corrente veloce (Fr>1) con un'altezza del pelo libero compresa tra un minimo di 1.4 m in corrispondenza del canale scolmatore e un massimo di 1.9 m.

Il franco idraulico minimo rispetto all'intradosso della tombinatura al di sotto dell'Aurelia risulta pari a 0.54 m, mentre il franco idraulico minimo rispetto alla quota della strada nei tratti a cielo aperto di Via Romana e di Via San Rocco è pari rispettivamente a 0.67 e 0.82 m.

Nel tratto tombinato terminale al di sotto di Via Lungomare A. Diaz (da sez. 1 a sez. 0.4) il deflusso avviene in corrente veloce con altezze del pelo libero comprese tra 1.8 e 1 m, per poi passare in corrente lenta al di sotto della passerella pedonale nelle ultime sezioni (dalla 0.3 alla 0.1) con altezza del pelo libero variabile tra 1.6 m e 1.2 m. Sebbene il pelo libero si alzi in queste sezioni si osserva un franco di circa 1 m e il carico cinetico è abbondantemente contenuto al di sotto dell'intradosso dell'impalcato.

I franchi minimi rispetto all'intradosso del tratto tombinato di Lungomare Diaz risultano rispettivamente pari a 0.8 m (sez. 0.8) e a 1.2 m (sez. 0.5).

Portata 100-ennale

Il deflusso della portata 100-ennale nel tratto in esame è del tutto analogo a quello della portata 50-ennale, con altezze del pelo libero maggiori di 0.2 m circa.

Portata 200-ennale

Il deflusso della portata 200-ennale risulta contenuto lungo tutto il tratto di sistemazione.

A valle del salto dove ha inizio l'intervento di abbassamento del fondo (sez. 10.6), lungo il tratto tombinato di Via Romana, il deflusso della portata 200-ennale avviene con altezze comprese tra 1.5 e 1.7 m.

I franchi minimi rispetto all'intradosso della tombinatura risultano rispettivamente pari a 0.7 m (sez. 10) e 0.12 m (sez. 4).

Nel successivo tratto a cielo aperto lungo Via Romana (da sez. 3.9 a sez. 2.0), nel tratto tombinato al di sotto dell'Aurelia (da sez. 2.0 a sez. 1.8) e nel tratto a cielo aperto lungo Via San Rocco (da sez. 1.8 a sez. 1) la corrente mantiene le caratteristiche di corrente veloce (Fr>1) con un'altezza del pelo libero compresa tra un minimo di 1.4 m in corrispondenza del canale scolmatore e un massimo di 1.9 m.

Il franco idraulico minimo rispetto all'intradosso della tombinatura al di sotto dell'Aurelia risulta pari a 0.13 m, mentre il franco idraulico minimo rispetto alla quota della strada nei tratti a cielo aperto di Via Romana e di Via San Rocco è pari rispettivamente a 0.41 e 0.46 m.

Nel tratto tombinato terminale al di sotto di Via Lungomare A. Diaz (da sez. 1 a sez. 0.4) il deflusso avviene in corrente veloce con altezze del pelo libero comprese tra 1.8 e 1.3 m, per poi passare in corrente lenta al di sotto della passerella pedonale nelle ultime sezioni (dalla 0.3 alla 0.1) con altezza del pelo libero variabile tra 2 m e 1.8 m. Sebbene il pelo libero si alzi in queste sezioni si osserva un franco di circa 0.75 m e il carico cinetico è contenuto al di sotto dell'intradosso dell'impalcato.

I franchi minimi rispetto all'intradosso del tratto tombinato di Lungomare Diaz risultano rispettivamente pari a 0.5 m (sez. 0.8) e a 0.9 m (sez. 0.5).

A titolo riassuntivo, per tutte e tre le configurazioni di portata, nella seguente tabella si riportano, per le sezioni più significative, i franchi idraulici rispetto la quota di intradosso delle tombinature o, per i tratti a cielo aperto, la quota del piano viabile.

Sez.	Quota intradosso [m]	Quota strada [m]	P.L. Q50 [m]	P.L. Q100 [m]	P.L. Q200 [m]	Franco idraulico Q50 [m]	Franco idraulico Q100 [m]	Franco idraulico Q200 [m]
10	6.2		5.1	5.3	5.5	1.1	0.9	0.7
5	4.4		3.6	3.8	4.0	0.8	0.6	0.4
4	3.9		3.4	3.6	3.8	0.5	0.3	0.1
3.5		3.7	3.0	3.2	3.3	0.7	0.5	0.4
2	3.3		2.8	3.0	3.2	0.5	0.3	0.1
1.05		2.75	1.9	2.1	2.3	0.85	0.65	0.45
0.8	2.15		1.3	1.5	1.6	0.85	0.65	0.55
0.2	2.7		1.6	1.8	2.0	1.1	0.9	0.7

Tabella VII

5.4.1.4 Considerazioni sulle condizioni di deflusso a mare

a) Lotto 1: tratto terminale con fondo orizzontale quota 0.0 m s.l.m.;

Tale configurazione corrisponde al caso in cui si verifichi un deposito di materiale (sabbia) a quota corrispondente al livello del medio mare (0.00 m s.l.m.).

La verifica è stata effettuata nell'ipotesi cautelativa di fondo fisso e quindi non asportabile dalla corrente in arrivo.

I risultati mostrano che in tale configurazione la portata di piena 100-ennale risulta ancora contenuta all'interno degli argini.

Il rigurgito dovuto a tale configurazione si esaurisce a monte dell'attraversamento di Lungomare Armando Diaz, lasciando inalterato il profilo nel tratto a monte rispetto alla configurazione di progetto originaria.

b) Lotto 1: tratto terminale con fondo orizzontale quota 0.5 m s.l.m.;

I risultati mostrano come tale configurazione rappresenti la configurazione limite per il contenimento della portata 50-ennale (senza franco), mentre la portata 100-ennale non risulta contenuta all'interno dell'alveo nel tratto terminale.

Il rigurgito dovuto a tale configurazione si esaurisce in prossimità dell'attraversamento ferroviario, mentre a monte dell'attraversamento della Via Aurelia il profilo si mantiene inalterato rispetto alla configurazione di progetto originaria per entrambe le portate 50-ennale e 100-ennale.

L'ipotesi di fondo fisso è tuttavia penalizzante tenendo conto della matrice sabbiosa del materiale di spiaggia in relazione all'energia della corrente in arrivo.

In corrispondenza della portata 50-ennale infatti il valore della tensione tangenziale al fondo in prossimità dello sbocco è pari a circa 100 N/m^2.

Secondo la formulazione di Shields, a tale sforzo è associabile un diametro medio delle particelle movimentabili pari a circa 0.1 m, che risulta ben maggiore della granulometria media di una sabbia (pari a 0.001 m circa).

In tali condizioni è verosimile che la corrente in arrivo sia in grado di asportare progressivamente il materiale dell'eventuale barra fociva con un effetto sulla corrente più favorevole (con livelli mediamente inferiori) rispetto al caso di fondo fisso esaminato in precedenza.

5.4.2 **Canale scolmatore**

La portata massima smaltibile a pelo libero dal canale è pari a 11 m^3/s e defluisce con un'altezza del pelo libero pari a 1.9 m ed una velocità di 2.9 m/s.

Nell'Allegato A è riportata la scala di deflusso del canale.

5.4.3 **Nodo di imbocco canale scolmatore**

Il manufatto di imbocco è stato dimensionato in funzione della portata 200-ennale del rio San Rocco (65 m^3/s) e della massima portata transitabile a pelo libero nello scolmatore (11 m^3/s).

In particolare, a partire dalla conoscenza della profondità della corrente e del carico totale in corrispondenza della sezione di monte (corrente veloce) ubicata circa 2.0 m a monte dell'inizio del canale scolmatore, sono state individuate:

- l'altezza della corrente nella sezione di valle Yv (posta in corrispondenza del termine del manufatto di imbocco), imponendo la costanza del carico totale tra la sezione di monte e quella di valle a meno delle perdite di carico dovute alla sola differenza di quota del fondo (Δz);
- la quota del fondo (Za) e l'altezza della corrente nel tratto di imbocco del canale scolmatore (Ya), necessarie al soddisfacimento delle ipotesi di risoluzione del nodo (ΣS=0 e H= cost).

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti.

Q200 rio San Rocco [m^3/s]	Q scolmatore [m^3/s]	Rapporto di partizione [%]	Δ_z fondo affluente	h pelo libero monte Y_m [m]	H pelo libero valle Y_v [m]
65	11	17	0.70	0.88	1.36

Tabella VIII

I risultati del dimensionamento del nodo di imbocco indicano che per far defluire la portata massima nel canale scolmatore pari a 11 m^3/s è necessario un gradino nella sezione di imbocco pari a 0.7 m.

Le caratteristiche geometriche del nodo ottenute dal dimensionamento di cui sopra fanno sì che lo scolmatore entri in funzione per portate del rio San Rocco maggiori di 10 m^3/s che, corrisponde ad un evento con tempo di ritorno dell'ordine dei 3 anni (interpolazione dei dati di portata riportati nel Piano di Bacino).

Una volta dimensionato il manufatto di imbocco per la portata 200-ennale sono state determinate le percentuali di partizione in caso di portata 50-ennale e 100-ennale nel rio San Rocco determinando:

- la massima portata scolmata che soddisfi le ipotesi di risoluzione del nodo ($\Sigma S=0$ e H= cost);
- la profondità della corrente nella sezione di valle (Yv) imponendo la costanza del carico totale tra la sezione di monte (Hm) e quella di valle (Hv) a meno delle perdite di carico dovute alla differenza di quota del fondo (Δz)
- la profondità della corrente nel canale scolmatore (Ya) imponendo la costanza del carico totale e il bilancio delle spinte idrauliche.

Di seguito si riporta una tabella con i risultati ottenuti:

Tempo di ritorno	Q San Rocco [m^3/s]	Q scolmatore [m^3/s]	partizione [%]	h p.l. monte Y_m [m]	h p.l. valle Y_v [m]	h p.l. scolm. Y_{sc} [m]
200	65	11	17	1.86	1.36	0.88
100	55	8.5	15	1.66	1.25	0.7
50	45	6	13	1.46	1.14	0.55

Tabella IX

Nell'Allegato A sono riportati i fogli di calcolo relativi al dimensionamento del canale di imbocco.

6 STIMA DEL TRASPORTO SOLIDO MEDIO ANNUO

Al fine di garantire la pulizia dei tratti tombinati è prevista la realizzazione di una vasca di sedimentazione nel tratto a cielo aperto circa 20 m a monte del ponte comunale di Via Sole e Mare.

Considerando il contesto fortemente urbanizzato, si è proceduto ad una analisi semplificata della propensione all'erosione del bacino che comporta la valutazione del materiale solido in arrivo da monte ai soli fini di dimensionamento della vasca di sedimentazione prevista a progetto.

6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO E RISULTATI

La stima del materiale solido trasportato richiede la valutazione della propensione all'erodibilità del bacino in esame al fine di stabilire la quantità di materiale teoricamente disponibile per il trasporto solido in sospensione, successivamente, attraverso fattori correttivi, è possibile stabilire il trasporto solido effettivo.

Per la stima del materiale solido che può essere eroso e trasportato dal corso d'acqua è stata utilizzata una metodologia di tipo empirico (metodo di "Gavrilovic"), basata su formulazioni caratterizzate da parametri geomorfologici, la cui metodologia di calcolo è riportata in Appendice 2.

Con riferimento a tale metodologia ed in base ai contenuti del Piano di Bacino si sono assunti i seguenti valori dei parametri di calcolo:

A	*B*	*C*	*D*	*J*	*K*	*L*	*M*	*N*	*P*	*Q*	*R*	S_l	*U*
0.96	0.48	0.48	0.48	0.24	0.384	0.6	0	0.036	0	0.072	0	0	0

Tabella X

Da cui si ottengono i seguenti valori dei parametri intermedi:
V = 0.365 km^2
θ = 0.06.

L'acclività media dei versanti del bacino in esame è stata dedotta dalla cartografia regionale dell'area in esame ottenendo un valore del fattore di acclività *I* pari 0.346.

Infine, sono stati calcolati i seguenti parametri:
m_1=0.54
m_2=0.36
m_3=0.65

Assumendo S= 2.4 km^2, h= 1100 mm (pluviometro di Neva a Cisano e Centa a Molino Branca, fonte annali idrologici 2003-20010 -ARPAL) T= 10 °C, la quantità di materiale *W* che può essere perduta dal bacino in un anno per erosione risulta pari a circa 6000 m^3 a cui corrisponde un contributo unitario di circa 2500 m^3/km^2 anno.

Assumendo infine P= 10 km, H= 0.09 km e L= 3.6 km si ottiene una quantità effettiva di materiale solido Q_s pari a 1700 m^3/anno a cui corrisponde un contributo unitario di circa 700 m^3/km^2 anno.

Il trasporto solido avviene sia in sospensione che per trascinamento al fondo e generalmente il trasporto in sospensione è di un ordine di grandezza superiore al trasporto al fondo.

Tale rapporto tende ad aumentare per corsi d'acqua a regime torrentizio con pendenze del fondo elevate.

In prima approssimazione si può assumere che il materiale trasportato al fondo sia pari a circa il 10 % del trasporto solido totale, e quindi pari a circa 170 m^3/anno.

6.2 DIMENSIONAMENTO VASCA DI SEDIMENTAZIONE

La vasca di sedimentazione prevista a progetto ha profondità pari a circa 1.0 m, lunghezza di 25 m e larghezza 5.0 m, per un volume interno complessivo di circa 125 m^3.

La vasca risulta quindi dimensionata per contenere una quantità di materiale solido trasportato dalla corrente proveniente da monte pari a circa il 70 % del trasporto solido annuale.

Per il corretto funzionamento dell'opera dovrà essere programmato un intervento di pulizia almeno due volte all'anno, una prima della primavera e una prima dell'autunno e comunque dopo ogni evento di piena di particolare rilevanza.

ALLEGATO A

VERIFICHE IDRAULICHE

San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

HEC-RAS Plan: LOTTO 1-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Q50=45 mc/s

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	16.1	Q50=45 mc/s	456.17	45.00	6.90	9.90	11.60	8.96	2.06	1.95	9.69	3.78	11.89	6.08	0.86
unico	16	Q50=45 mc/s	455.17	45.00	6.90	9.90	11.60	8.77	1.87	1.77	9.66	4.18	10.77	6.07	1.00
unico	15.9	Q50=45 mc/s	455.07	45.00	6.00	9.90	11.60	9.08	3.08	2.75	9.41	2.54	17.72	6.45	0.49
unico	15.5	Q50=45 mc/s	443.17	45.00	6.00	9.80	10.74	9.08	3.08	2.93	9.38	2.42	18.63	6.35	0.45
unico	15.1	Q50=45 mc/s	430.27	45.00	6.00	9.70	10.00	9.05	3.05	2.92	9.35	2.40	18.71	6.41	0.45
unico	15	Q50=45 mc/s	430.17	45.00	6.66	9.70	10.00	8.58	1.92	1.87	9.31	3.77	11.94	6.38	0.88
unico	14.9	Q50=45 mc/s	429.67	45.00	6.66	9.70	10.00	8.42	1.76	1.71	9.29	4.12	10.92	6.37	1.01
unico	14	Q50=45 mc/s	413.79	45.00	6.48	9.74	9.67	8.04	1.56	1.53	9.10	4.56	9.86	6.45	1.18
unico	13.5	Q50=45 mc/s	407.96	45.00	6.38	9.07	9.04	7.91	1.53	1.52	9.02	4.66	9.65	6.35	1.21
unico	13	Q50=45 mc/s	400.96	45.00	6.24	9.04	9.08	7.61	1.37	1.37	8.90	5.03	8.95	6.54	1.37
unico	12.9	Q50=45 mc/s	387.79	45.00	6.00	9.15	9.15	7.43	1.43	1.40	8.68	4.96	9.07	6.46	1.34
unico	12.5	Q50=45 mc/s	378.39	45.00	5.80	8.66	9.00	7.45	1.65	1.65	8.50	4.55	9.89	6.01	1.13
unico	12	Q50=45 mc/s	352.55	45.00	5.56	7.52	9.00	7.35	1.79	1.79	8.24	4.19	10.75	6.01	1.00
unico	11	Q50=45 mc/s	341.15	45.00	5.28	7.15	9.00	6.76	1.48	1.48	8.07	5.05	8.90	6.00	1.33
unico	10.6	Q50=45 mc/s	341.05	45.00	4.01	7.15	9.00	5.25	1.24	1.24	7.93	7.24	6.21	5.00	2.07
unico	10	Q50=45 mc/s	331.95	45.00	3.78	6.66	8.25	5.07	1.29	1.29	7.55	6.97	6.45	5.00	1.96
unico	9.9	Q50=45 mc/s	329.95	45.00	3.73	6.66	6.52	4.76	1.03	1.03	7.46	7.28	6.18	6.00	2.29
unico	9	Q50=45 mc/s	321.15	45.00	3.51	7.49	6.25	4.57	1.06	1.06	7.11	7.05	6.39	6.02	2.18
unico	8.9	Q50=45 mc/s	321.05	45.00	3.51	7.49	6.25	4.57	1.06	1.06	7.10	7.05	6.39	6.02	2.18
unico	8	Q50=45 mc/s	311.15	45.00	3.26	7.30	5.66	4.36	1.09	1.09	6.75	6.85	6.57	6.00	2.09
unico	7	Q50=45 mc/s	302.45	45.00	3.04	7.11	5.44	4.16	1.11	1.11	6.47	6.73	6.69	6.00	2.04
unico	6	Q50=45 mc/s	290.45	45.00	2.74	5.54	5.14	3.88	1.14	1.14	6.10	6.61	6.81	6.00	1.98
unico	5.9	Q50=45 mc/s	279.95	45.00	2.48	5.77	4.90	3.63	1.15	1.15	5.81	6.54	6.88	6.00	1.95
unico	5	Q50=45 mc/s	279.85	45.00	2.48	4.90	4.90	3.63	1.15	1.15	5.81	6.54	6.88	6.00	1.95
unico	4	Q50=45 mc/s	221.85	45.00	1.90	4.30	4.30	3.52	1.62	1.62	4.61	4.62	9.74	6.00	1.16
unico	3.9	Q50=45 mc/s	221.75	45.00	1.90	4.30	4.30	3.52	1.62	1.62	4.61	4.62	9.74	6.00	1.16
unico	3.5	Q50=45 mc/s	193.55	45.00	1.62	3.72	3.72	3.23	1.61	1.61	4.33	4.66	9.67	6.00	1.17
unico	3	Q50=45 mc/s	172.65	45.00	1.41	3.70	3.70	3.01	1.61	1.61	4.12	4.67	9.64	6.00	1.18
unico	2	Q50=45 mc/s	161.05	45.00	1.29	3.69	3.69	2.90	1.61	1.61	4.01	4.67	9.64	6.00	1.18
unico	1.8	Q50=45 mc/s	131.65	45.00	1.00	3.40	3.40	2.60	1.60	1.60	3.72	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.7	Q50=45 mc/s	131.55	45.00	1.00	6.07	6.07	2.60	1.60	1.60	3.71	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.4	Q50=45 mc/s	126.45	45.00	0.94	6.07	6.07	2.55	1.60	1.60	3.66	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.2	Q50=45 mc/s	121.25	45.00	0.89	6.07	6.07	2.50	1.60	1.60	3.61	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.1	Q50=45 mc/s	121.15	45.00	0.89	3.06	3.06	2.49	1.60	1.60	3.61	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.09	Q50=45 mc/s	109.25	45.00	0.77	2.91	2.91	2.38	1.60	1.60	3.49	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.08	Q50=45 mc/s	91.45	45.00	0.59	2.69	2.69	2.20	1.60	1.60	3.31	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.05	Q50=45 mc/s	78.65	45.00	0.47	2.75	2.75	2.07	1.60	1.60	3.18	4.67	9.63	6.00	1.18
unico	1	Q50=45 mc/s	68.90	45.00	0.37	2.78	2.78	1.97	1.60	1.60	3.09	4.67	9.63	6.00	1.18
unico	0.9	Q50=45 mc/s	52.70	45.00	0.21	2.84	2.84	1.44	1.24	1.24	2.86	5.27	8.54	6.90	1.51
unico	0.8	Q50=45 mc/s	52.60	45.00	0.21	2.30	2.30	1.44	1.24	1.24	2.86	5.27	8.54	6.90	1.51
unico	0.7	Q50=45 mc/s	42.60	45.00	0.11	2.30	2.30	1.14	1.04	1.04	2.68	5.49	8.20	7.90	1.72
unico	0.5	Q50=45 mc/s	32.00	45.00	0.00	2.85	2.85	1.09	1.09	1.09	2.44	5.14	8.75	8.00	1.57
unico	0.4	Q50=45 mc/s	24.60	45.00	-0.07	2.85	2.85	1.07	1.15	1.15	2.30	4.90	9.18	8.00	1.46
unico	0.3	Q50=45 mc/s	15.10	45.00	-0.17	2.85	2.85	1.72	1.89	1.89	2.17	2.98	15.08	8.00	0.69
unico	0.2	Q50=45 mc/s	12.00	45.00	-0.20	3.15	3.15	1.72	1.92	1.92	2.16	2.93	15.34	8.00	0.68
unico	0.1	Q50=45 mc/s		45.00	-0.32	1.80	1.60	1.32	1.64	1.51	2.08	3.84	11.71	7.78	1.00

San-Rocco-Ceriale

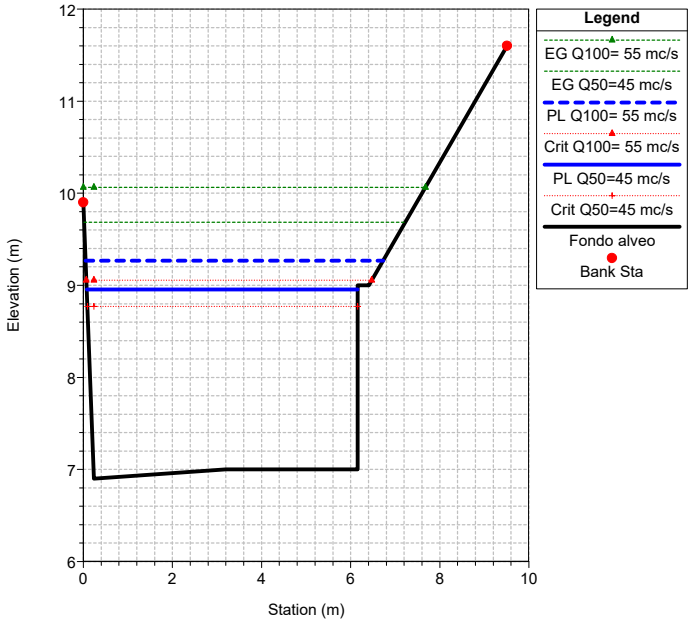


1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

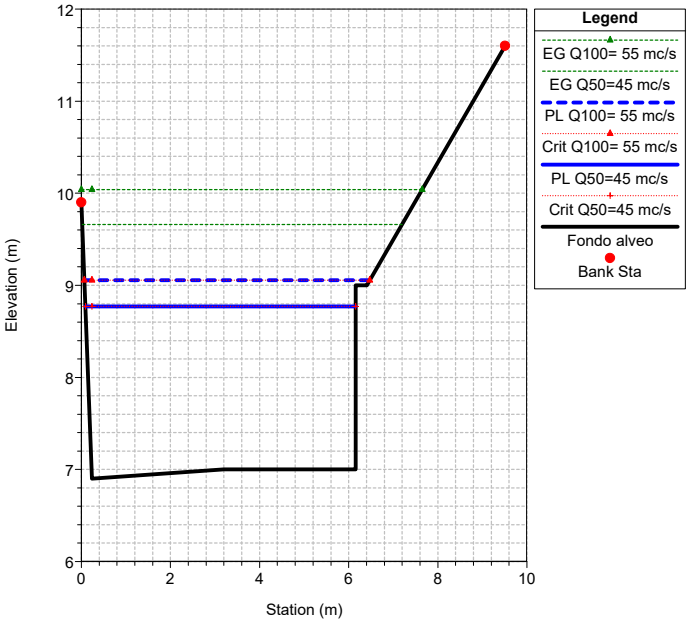
HEC-RAS Plan: LOTTO 1-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Q100= 55 mc/s

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	16.1	Q100= 55 mc/s	456.17	55.00	6.90	9.90	11.60	9.27	2.37	2.08	10.07	3.95	13.91	6.68	0.87
unico	16	Q100= 55 mc/s	455.17	55.00	6.90	9.90	11.60	9.06	2.16	1.95	10.04	4.39	12.52	6.41	1.00
unico	15.9	Q100= 55 mc/s	455.07	55.00	6.00	9.90	11.60	9.40	3.40	2.89	9.79	2.77	19.83	6.85	0.52
unico	15.5	Q100= 55 mc/s	443.17	55.00	6.00	9.80	10.74	9.39	3.39	3.23	9.75	2.67	20.62	6.38	0.47
unico	15.1	Q100= 55 mc/s	430.27	55.00	6.00	9.70	10.00	9.36	3.36	3.22	9.72	2.66	20.70	6.43	0.47
unico	15	Q100= 55 mc/s	430.17	55.00	6.66	9.70	10.00	8.85	2.19	2.13	9.68	4.04	13.62	6.39	0.88
unico	14.9	Q100= 55 mc/s	429.67	55.00	6.66	9.70	10.00	8.67	2.01	1.96	9.66	4.40	12.49	6.38	1.01
unico	14	Q100= 55 mc/s	413.79	55.00	6.48	9.74	9.67	8.27	1.79	1.75	9.47	4.85	11.34	6.47	1.17
unico	13.5	Q100= 55 mc/s	407.96	55.00	6.38	9.07	9.04	8.15	1.77	1.75	9.39	4.93	11.15	6.37	1.19
unico	13	Q100= 55 mc/s	400.96	55.00	6.24	9.04	9.08	7.82	1.58	1.58	9.27	5.32	10.33	6.54	1.35
unico	12.9	Q100= 55 mc/s	387.79	55.00	6.00	9.15	9.15	7.64	1.64	1.60	9.06	5.28	10.41	6.49	1.33
unico	12.5	Q100= 55 mc/s	378.39	55.00	5.80	8.66	9.00	7.65	1.85	1.85	8.90	4.94	11.13	6.01	1.16
unico	12	Q100= 55 mc/s	352.55	55.00	5.56	7.52	9.00	7.61	2.05	2.05	8.63	4.48	12.28	6.01	1.00
unico	11	Q100= 55 mc/s	341.15	55.00	5.28	7.15	9.00	7.00	1.72	1.72	8.45	5.32	10.33	6.00	1.30
unico	10.6	Q100= 55 mc/s	341.05	55.00	4.01	7.15	9.00	5.45	1.44	1.22	8.30	7.48	7.35	6.00	2.16
unico	10	Q100= 55 mc/s	331.95	55.00	3.78	6.66	8.25	5.32	1.54	1.29	7.89	7.09	7.75	6.00	1.99
unico	9.9	Q100= 55 mc/s	329.95	55.00	3.73	6.66	6.52	4.96	1.23	1.23	7.79	7.46	7.38	6.00	2.15
unico	9	Q100= 55 mc/s	321.15	55.00	3.51	7.49	6.25	4.76	1.25	1.25	7.49	7.31	7.53	6.02	2.09
unico	8.9	Q100= 55 mc/s	321.05	55.00	3.51	7.49	6.25	4.76	1.25	1.25	7.48	7.31	7.52	6.02	2.09
unico	8	Q100= 55 mc/s	311.15	55.00	3.26	7.30	5.66	4.54	1.28	1.28	7.16	7.17	7.67	6.00	2.03
unico	7	Q100= 55 mc/s	302.45	55.00	3.04	7.11	5.44	4.34	1.29	1.29	6.90	7.09	7.76	6.00	1.99
unico	6	Q100= 55 mc/s	290.45	55.00	2.74	5.54	5.14	4.05	1.31	1.31	6.55	7.00	7.86	6.00	1.95
unico	5.9	Q100= 55 mc/s	279.95	55.00	2.48	5.77	4.90	3.80	1.32	1.32	6.26	6.95	7.92	6.00	1.93
unico	5	Q100= 55 mc/s	279.85	55.00	2.48	4.90	4.90	3.80	1.32	1.32	6.26	6.95	7.92	6.00	1.93
unico	4	Q100= 55 mc/s	221.85	55.00	1.90	4.30	4.30	3.73	1.83	1.83	5.01	5.01	10.99	6.00	1.18
unico	3.9	Q100= 55 mc/s	221.75	55.00	1.90	4.30	4.30	3.73	1.83	1.83	5.01	5.01	10.99	6.00	1.18
unico	3.5	Q100= 55 mc/s	193.55	55.00	1.62	3.72	3.72	3.47	1.85	1.85	4.72	4.95	11.11	6.00	1.16
unico	3	Q100= 55 mc/s	172.65	55.00	1.41	3.70	3.70	3.26	1.85	1.85	4.51	4.95	11.11	6.00	1.16
unico	2	Q100= 55 mc/s	161.05	55.00	1.29	3.69	3.69	3.14	1.85	1.85	4.39	4.95	11.11	6.00	1.16
unico	1.8	Q100= 55 mc/s	131.65	55.00	1.00	3.40	3.40	2.84	1.85	1.85	4.10	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.7	Q100= 55 mc/s	131.55	55.00	1.00	6.07	6.07	2.84	1.85	1.85	4.10	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.4	Q100= 55 mc/s	126.45	55.00	0.94	6.07	6.07	2.79	1.85	1.85	4.05	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.2	Q100= 55 mc/s	121.25	55.00	0.89	6.07	6.07	2.74	1.85	1.85	3.99	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.1	Q100= 55 mc/s	121.15	55.00	0.89	3.06	3.06	2.74	1.85	1.85	3.99	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.09	Q100= 55 mc/s	109.25	55.00	0.77	2.91	2.91	2.62	1.85	1.85	3.87	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.08	Q100= 55 mc/s	91.45	55.00	0.59	2.69	2.69	2.44	1.85	1.85	3.70	4.96	11.09	6.00	1.17
unico	1.05	Q100= 55 mc/s	78.65	55.00	0.47	2.75	2.75	2.31	1.85	1.85	3.57	4.96	11.09	6.00	1.16
unico	1	Q100= 55 mc/s	68.90	55.00	0.37	2.78	2.78	2.22	1.85	1.85	3.47	4.96	11.09	6.00	1.16
unico	0.9	Q100= 55 mc/s	52.70	55.00	0.21	2.84	2.84	1.62	1.42	1.42	3.24	5.63	9.77	6.90	1.51
unico	0.8	Q100= 55 mc/s	52.60	55.00	0.21	2.30	2.30	1.62	1.42	1.42	3.24	5.63	9.77	6.90	1.51
unico	0.7	Q100= 55 mc/s	42.60	55.00	0.11	2.30	2.30	1.29	1.18	1.18	3.05	5.88	9.35	7.90	1.73
unico	0.5	Q100= 55 mc/s	32.00	55.00	0.00	2.85	2.85	1.24	1.24	1.24	2.81	5.56	9.89	8.00	1.60
unico	0.4	Q100= 55 mc/s	24.60	55.00	-0.07	2.85	2.85	1.22	1.29	1.29	2.66	5.32	10.33	8.00	1.50
unico	0.3	Q100= 55 mc/s	15.10	55.00	-0.17	2.85	2.85	1.97	2.14	2.14	2.50	3.22	17.08	8.00	0.70
unico	0.2	Q100= 55 mc/s	12.00	55.00	-0.20	3.15	3.15	1.97	2.17	2.17	2.48	3.17	17.34	8.00	0.69
unico	0.1	Q100= 55 mc/s		55.00	-0.32	1.80	1.60	1.55	1.87	1.70	2.40	4.08	13.49	7.96	1.00

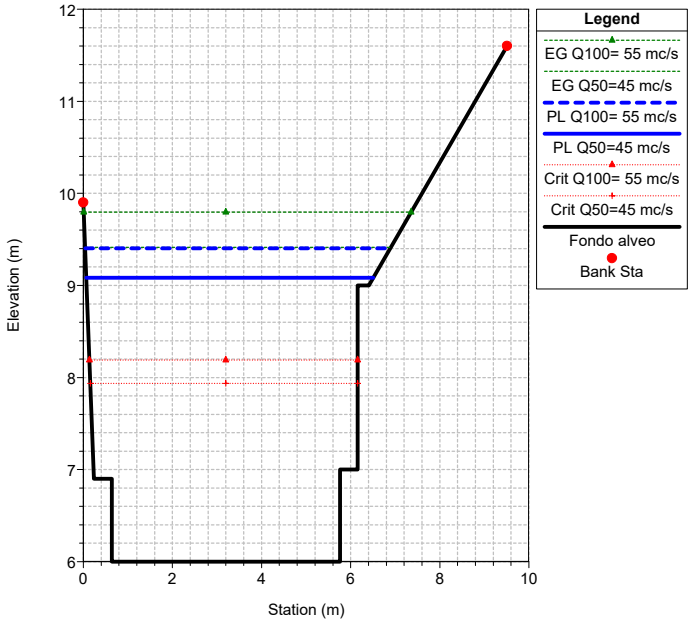
San-Rocco-Ceriale
RS = 16.1



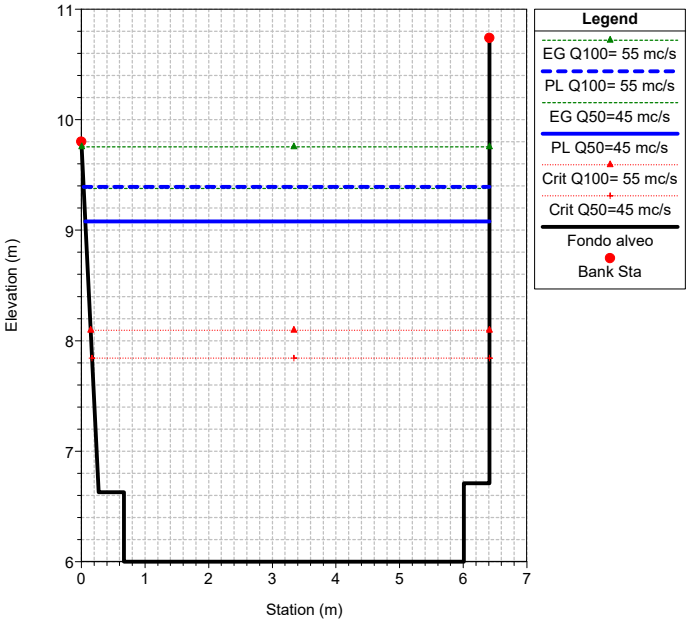
San-Rocco-Ceriale
RS = 16



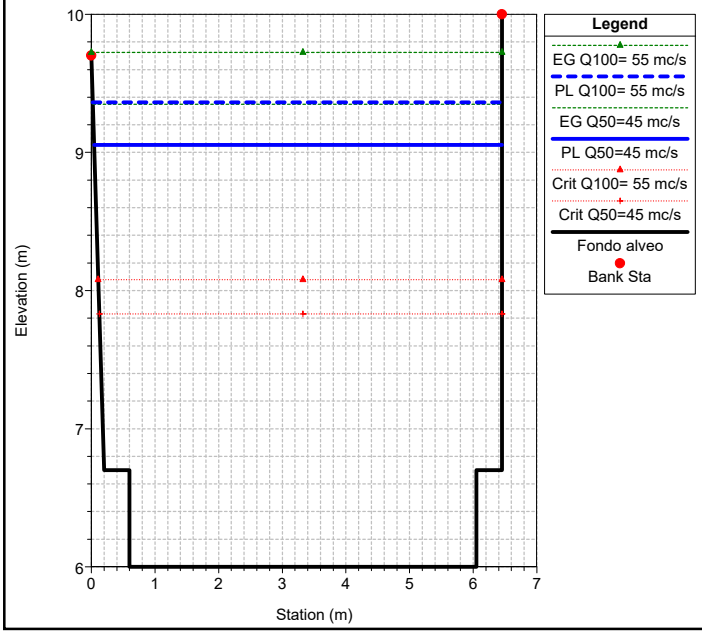
San-Rocco-Ceriale
RS = 15.9



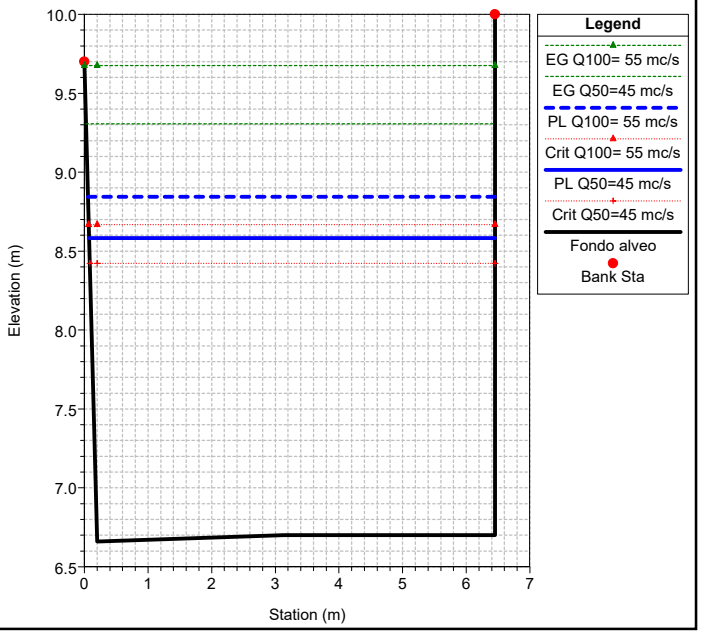
San-Rocco-Ceriale
RS = 15.5



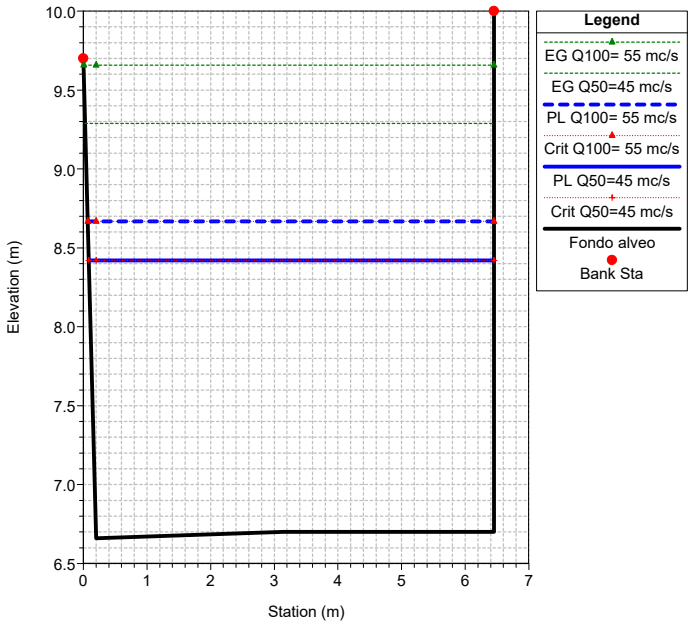
San-Rocco-Ceriale
RS = 15.1



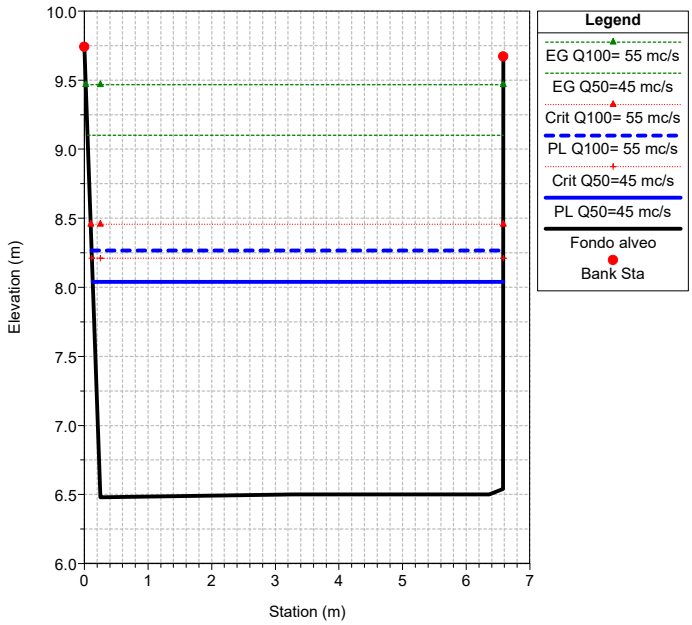
San-Rocco-Ceriale
RS = 15



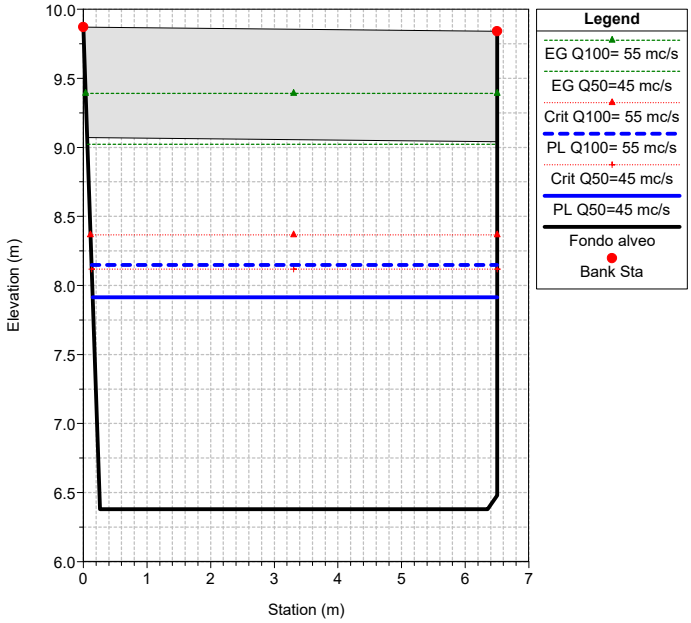
San-Rocco-Ceriale
RS = 14.9



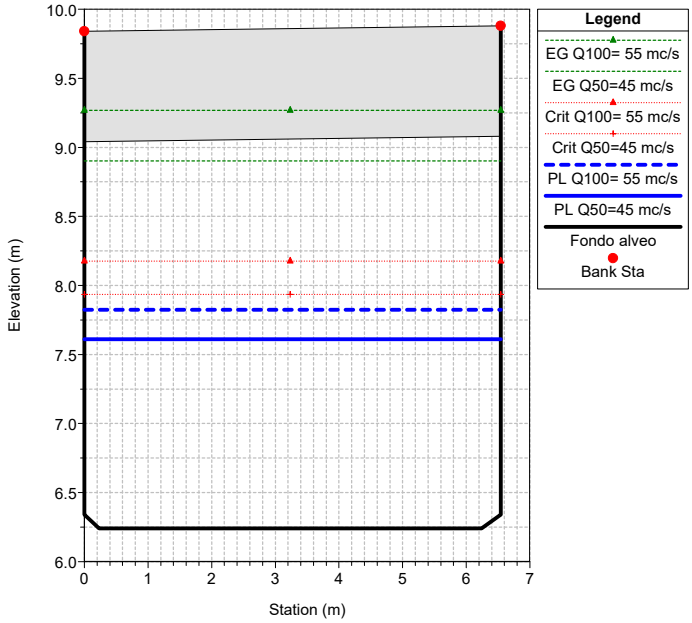
San-Rocco-Ceriale
RS = 14



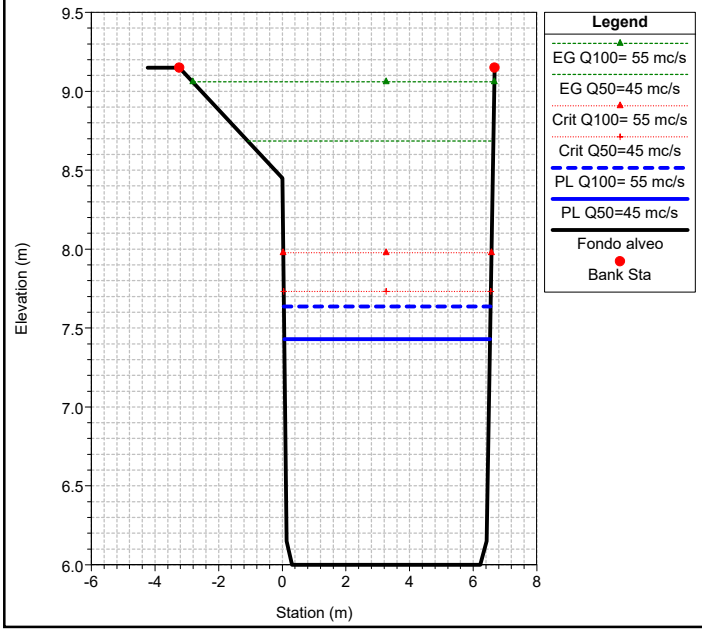
San-Rocco-Ceriale
RS = 13.5



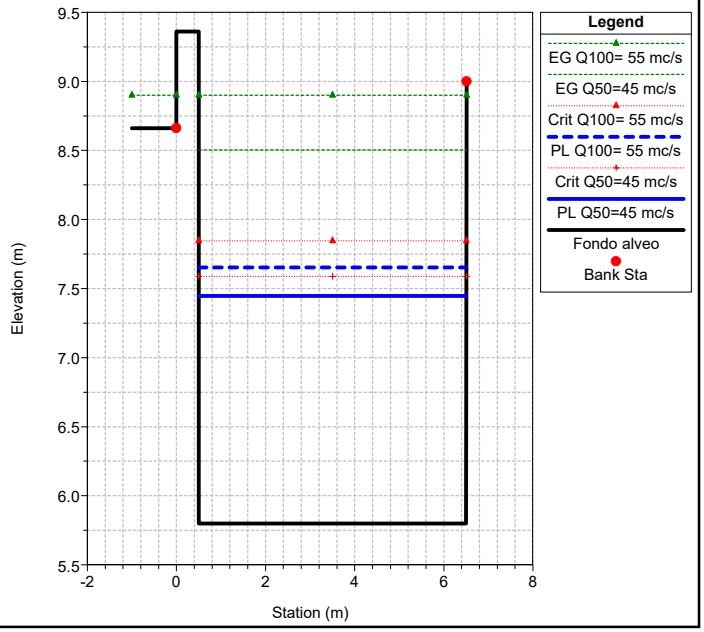
San-Rocco-Ceriale
RS = 13



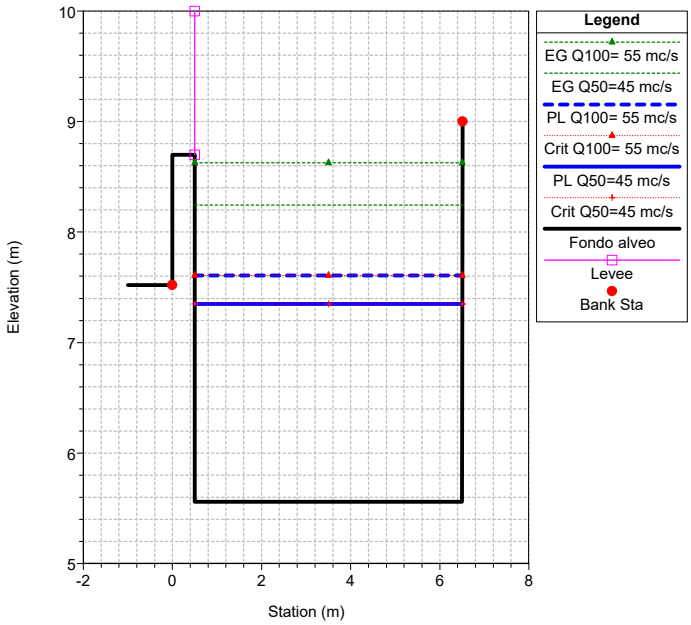
San-Rocco-Ceriale
RS = 12.9



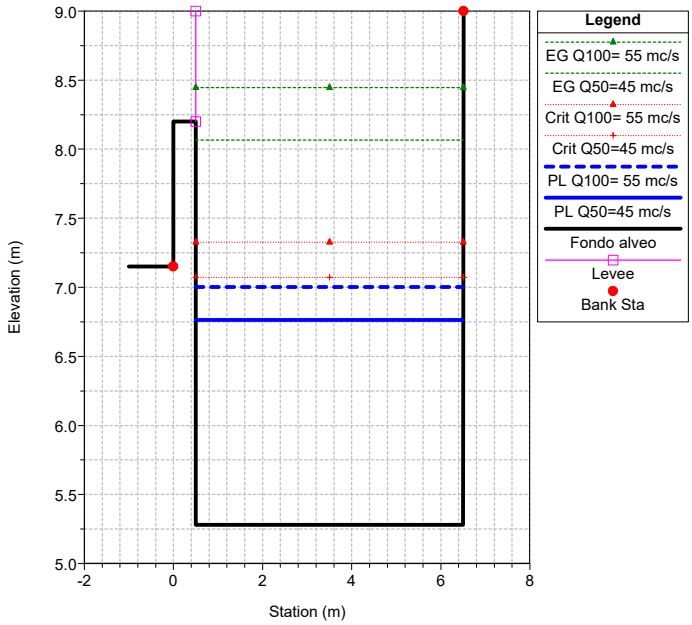
San-Rocco-Ceriale
RS = 12.5



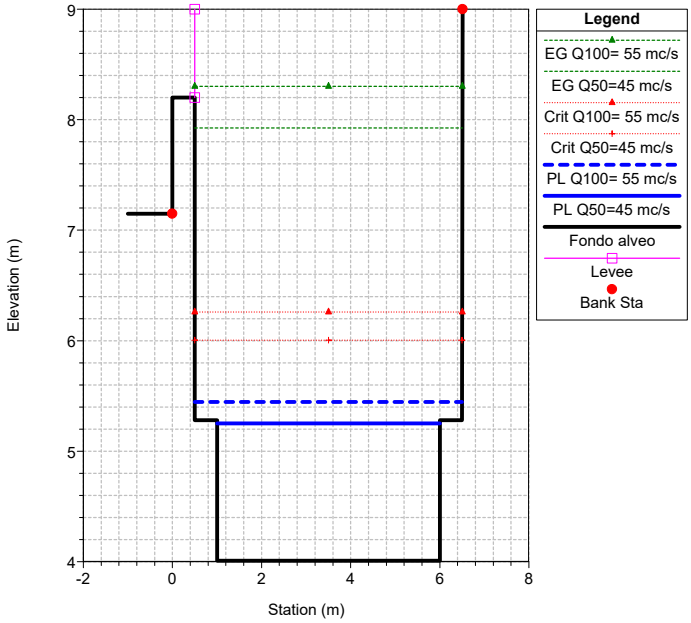
San-Rocco-Ceriale
RS = 12 Sez.7



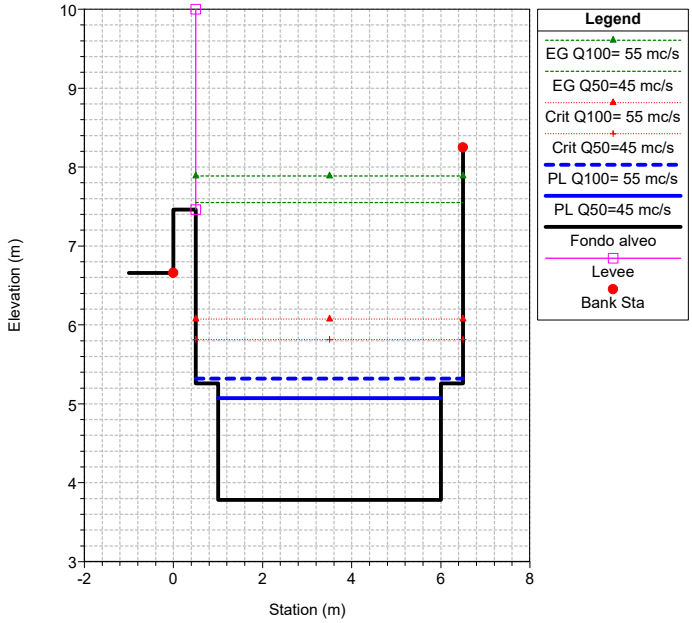
San-Rocco-Ceriale
RS = 11 Sez.8m



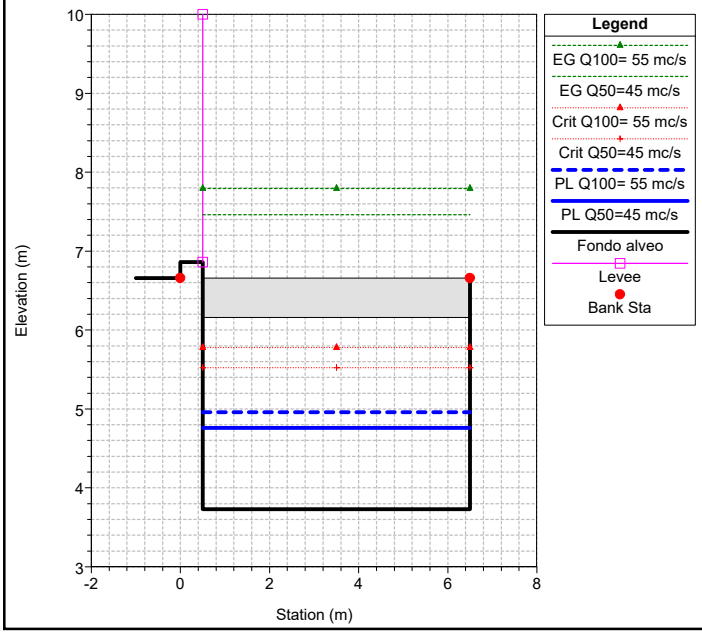
San-Rocco-Ceriale
RS = 10.6 salto



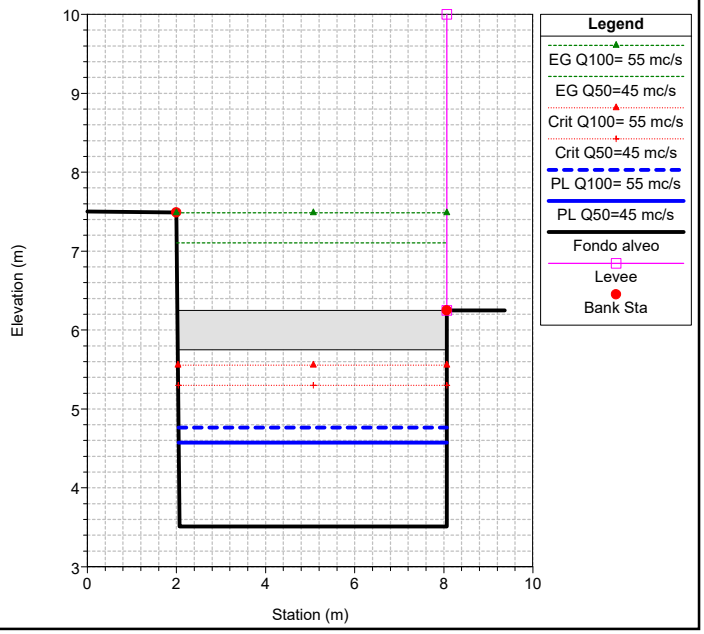
San-Rocco-Ceriale
RS = 10 Sez.8



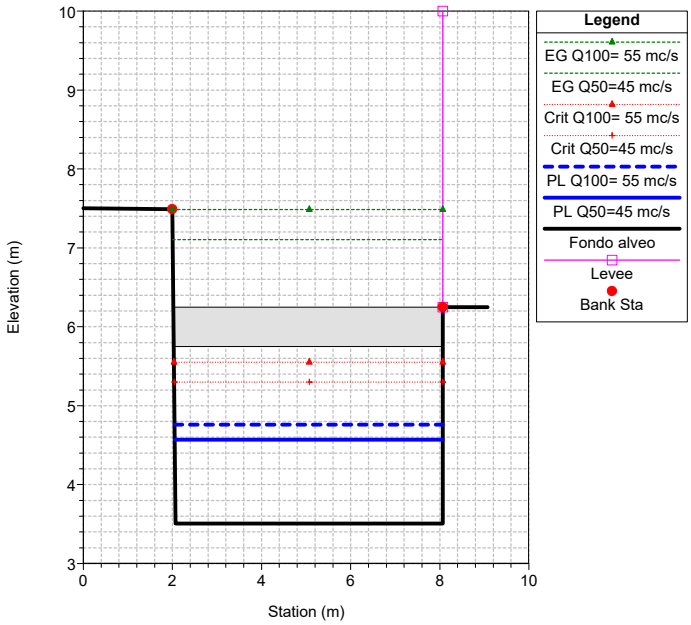
San-Rocco-Ceriale
RS = 9.9 Inizio ponte



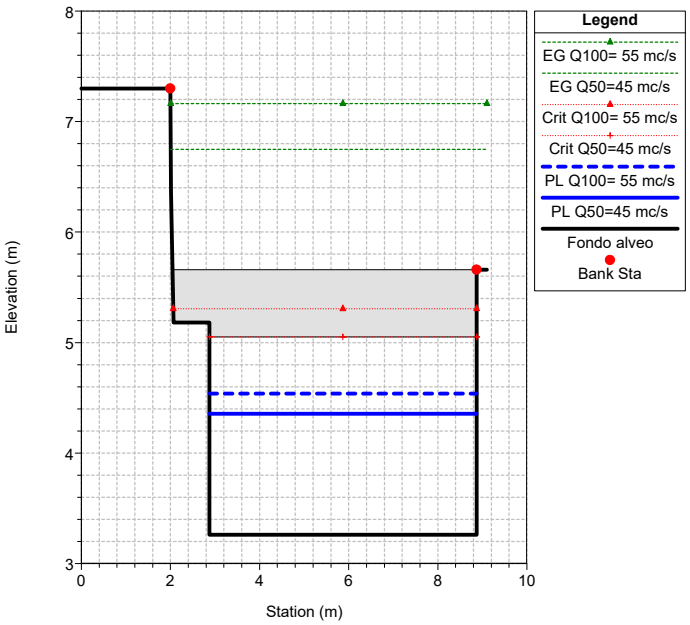
San-Rocco-Ceriale
RS = 9 Sez.9



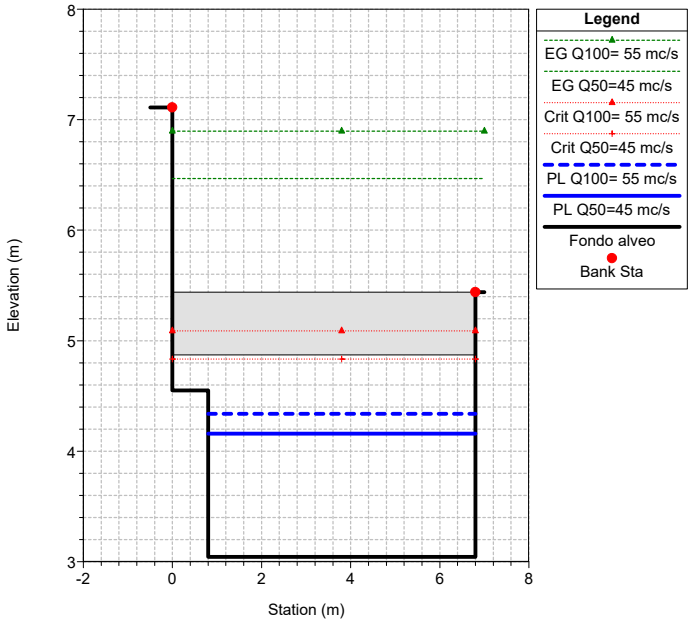
San-Rocco-Ceriale
RS = 8.9 INIZIO GRIGLIONE



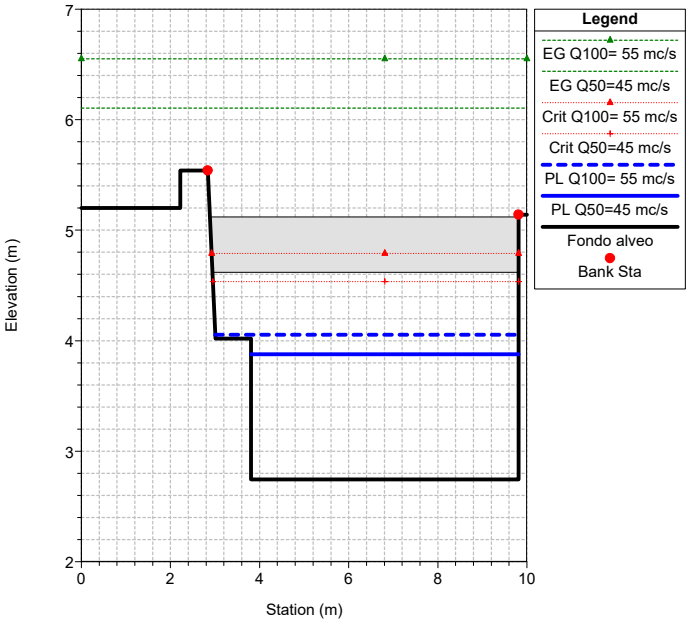
San-Rocco-Ceriale
RS = 8 Sez..9V (GRIGLIONE)



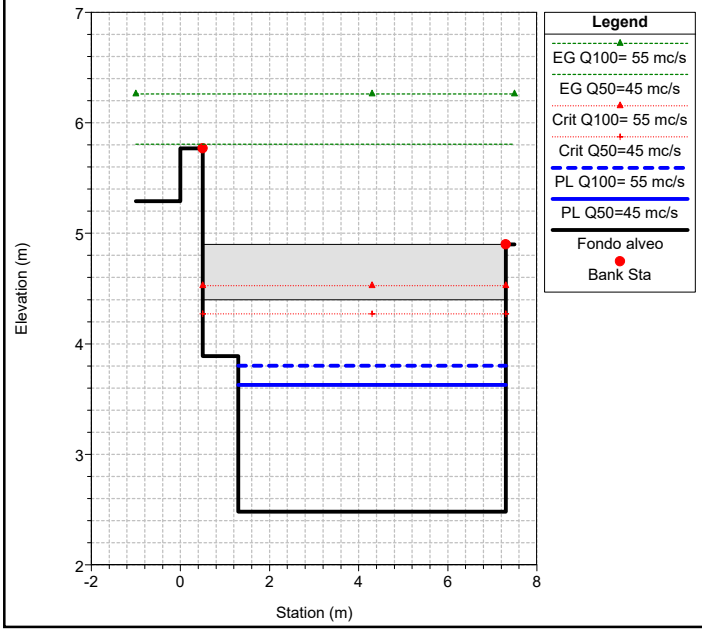
San-Rocco-Ceriale
RS = 7 Sez..10 (GRIGLIONE)



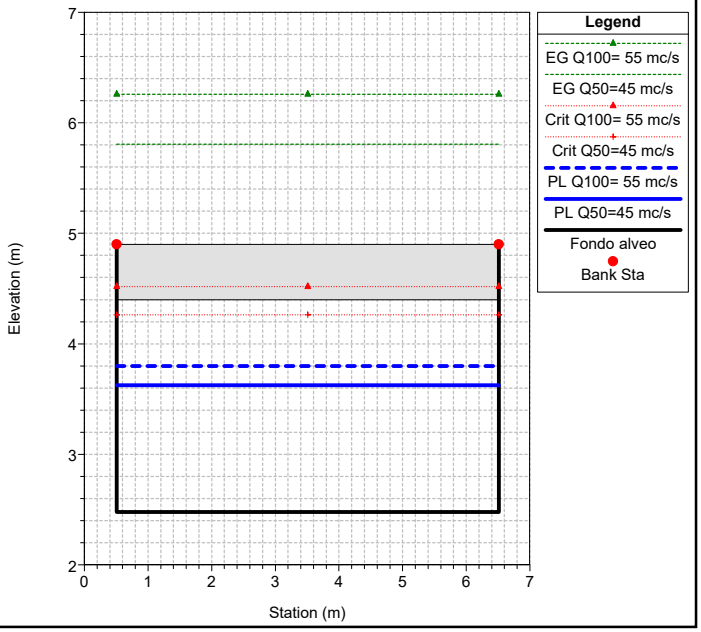
San-Rocco-Ceriale
RS = 6 Sez..11 (GRIGLIONE)



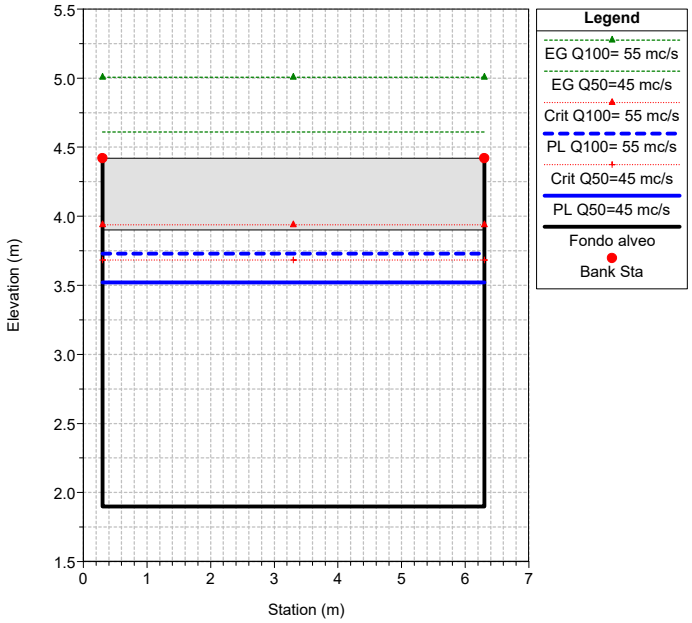
San-Rocco-Ceriale
RS = 5.9



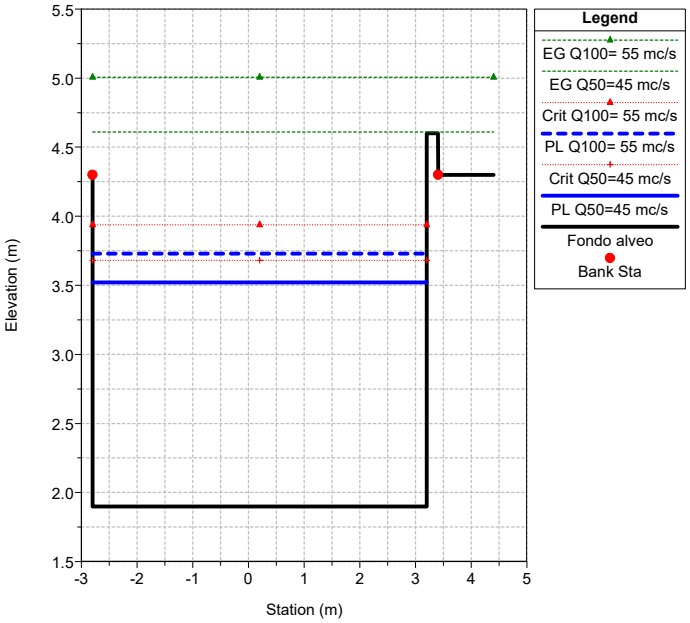
San-Rocco-Ceriale
RS = 5 fine griglione



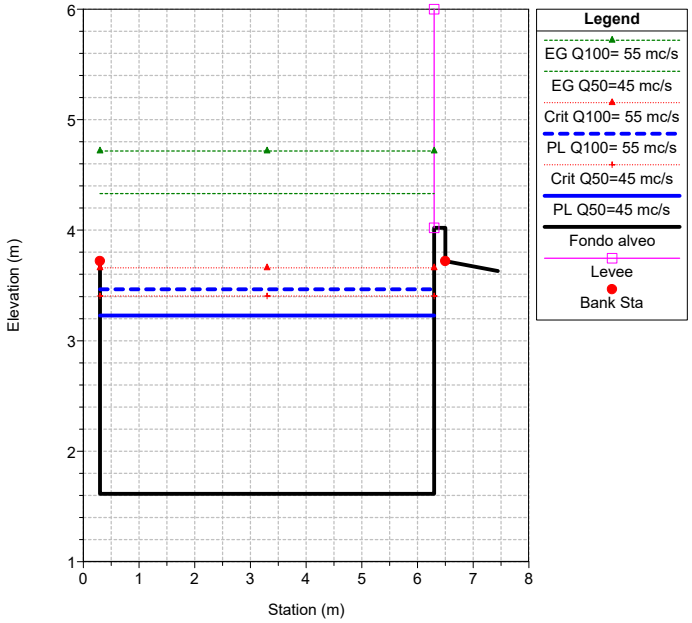
San-Rocco-Ceriale
RS = 4 Sez.13



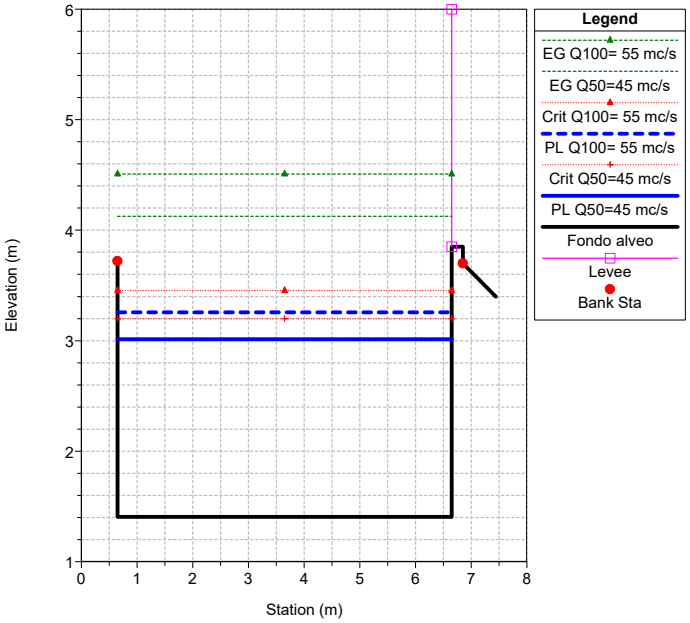
San-Rocco-Ceriale
RS = 3.9



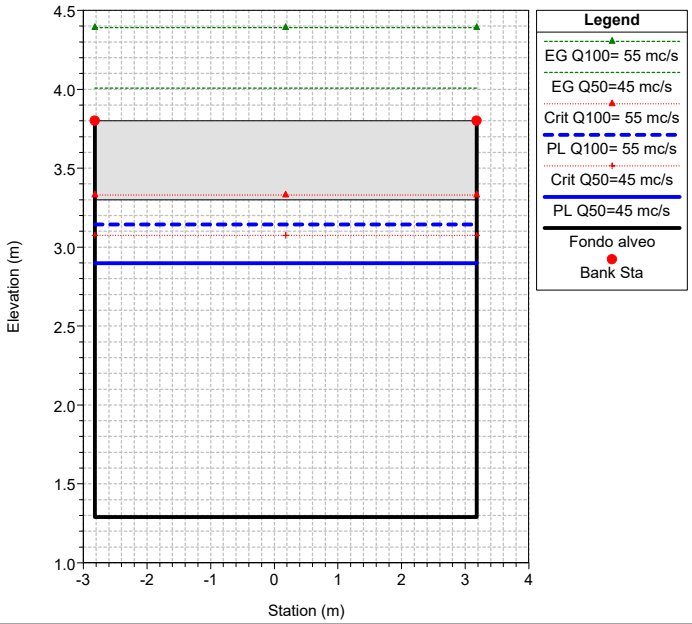
San-Rocco-Ceriale
RS = 3.5 Sez.14



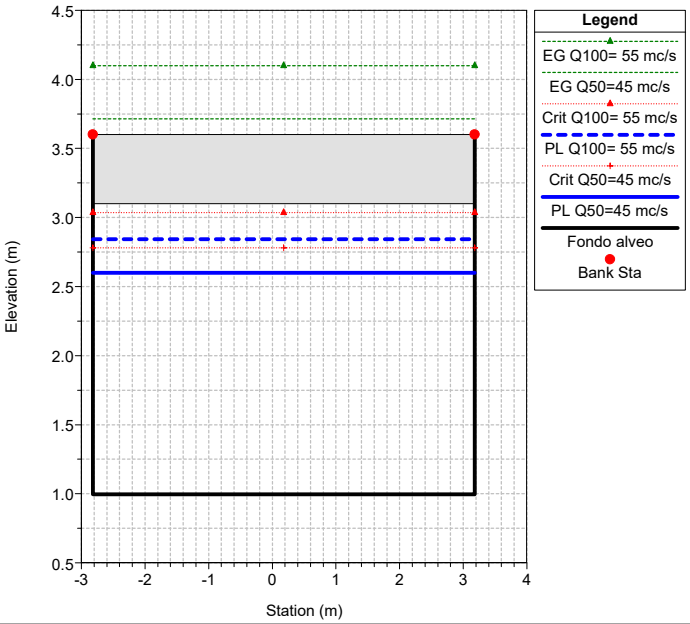
San-Rocco-Ceriale
RS = 3 Sez.aggiunta



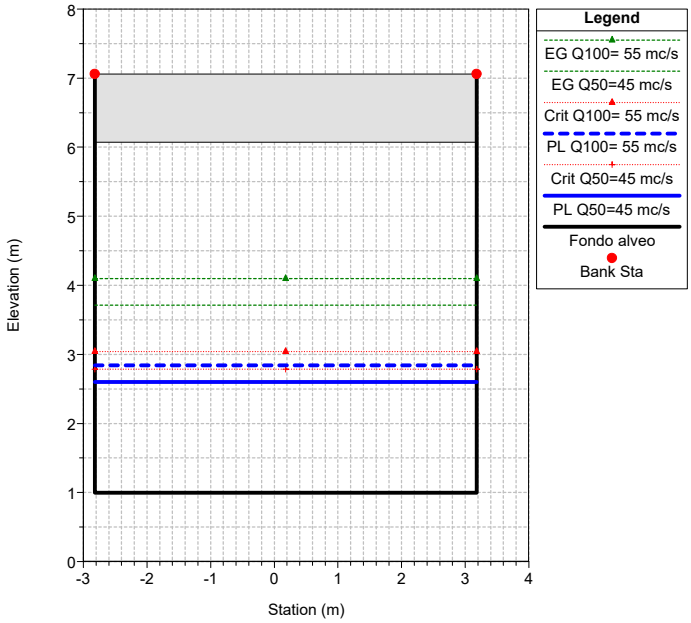
San-Rocco-Ceriale
RS = 2 Sez.15



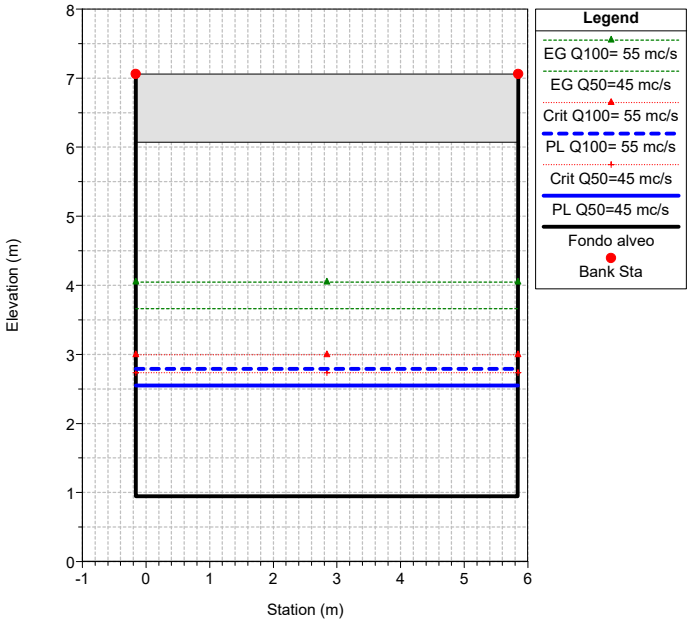
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.8 fine tombino sotto strada



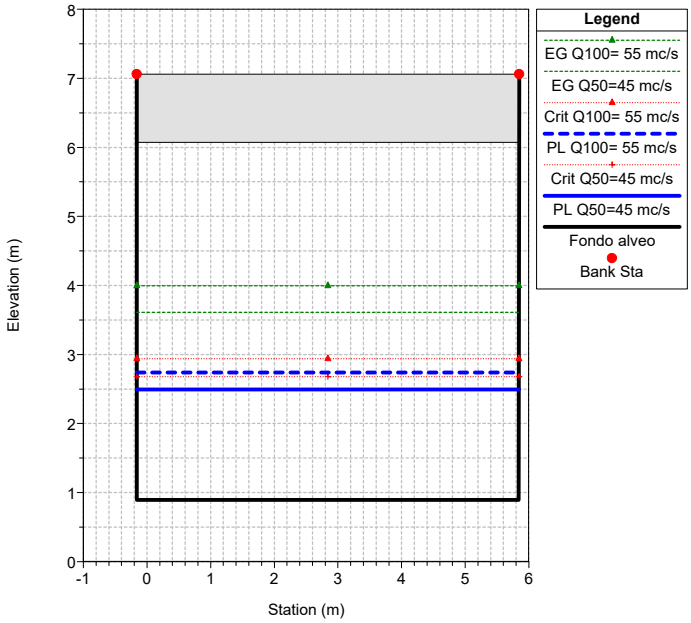
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.7 cielo aperto sotto ferrovia



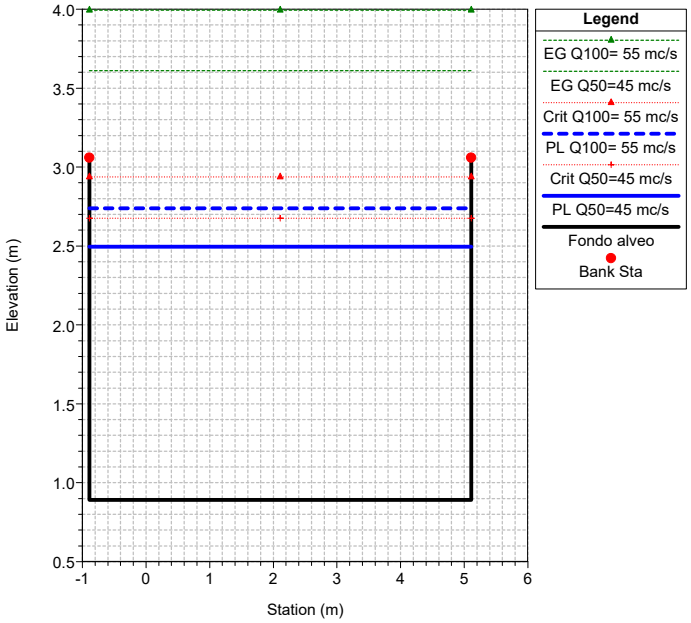
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.4 cielo aperto sotto FERROVIA



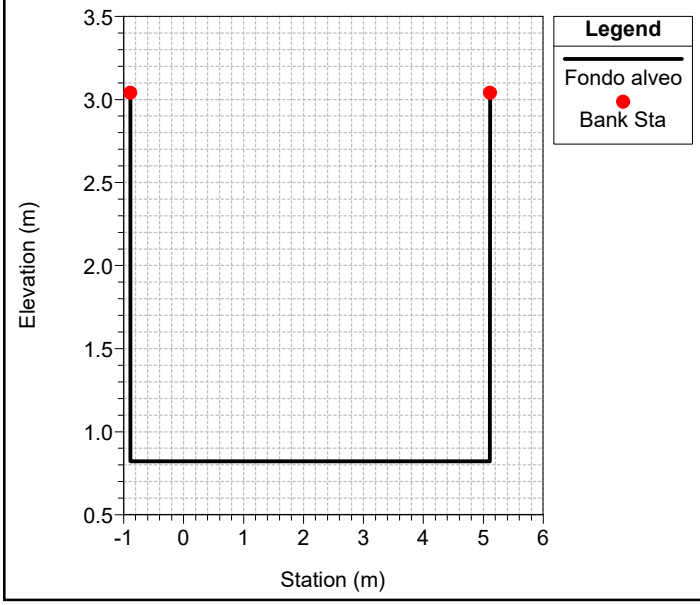
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.2 cielo aperto sotto FERROVIA



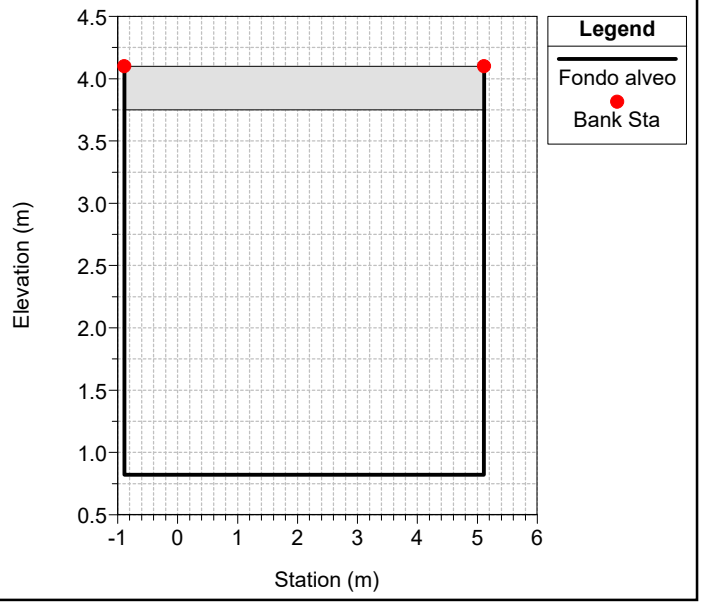
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.1 cielo aperto



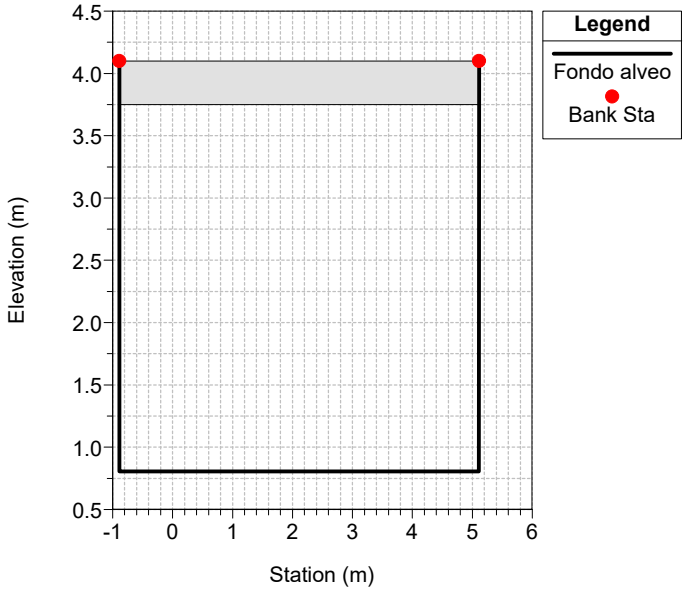
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.096 cielo aperto



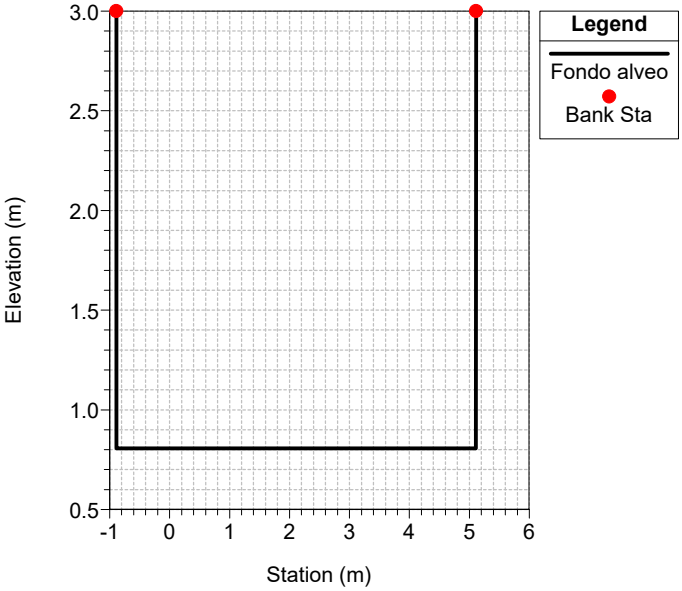
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.095 passerella pedonale



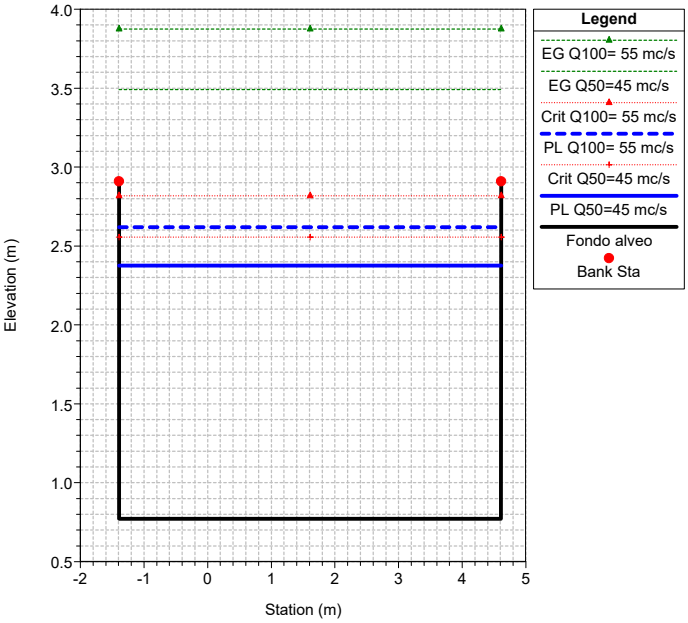
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.094 passerella pedonale



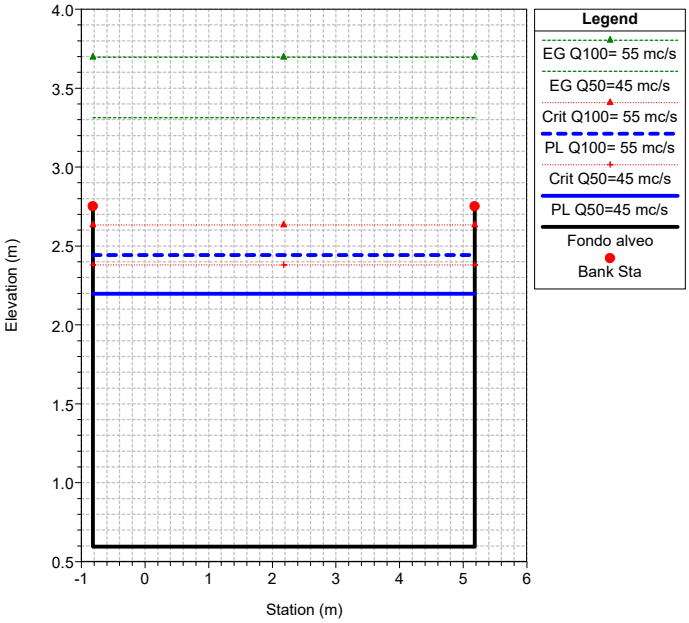
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.093 cielo aperto



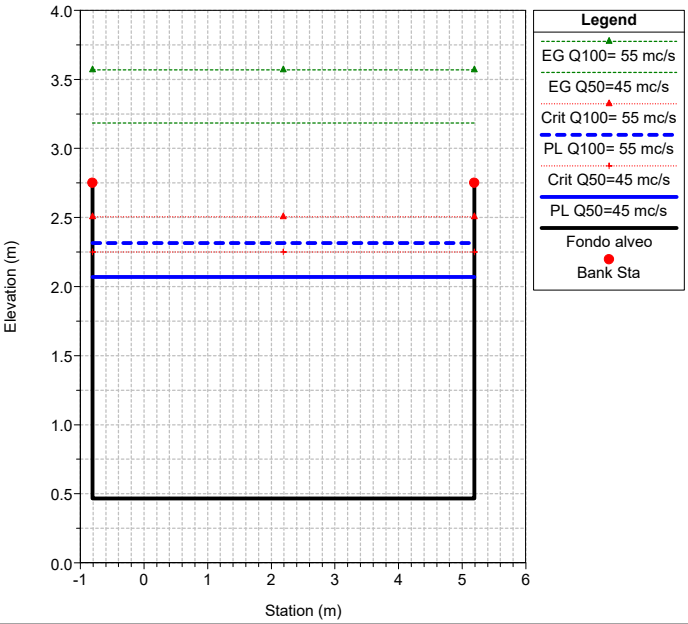
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.09



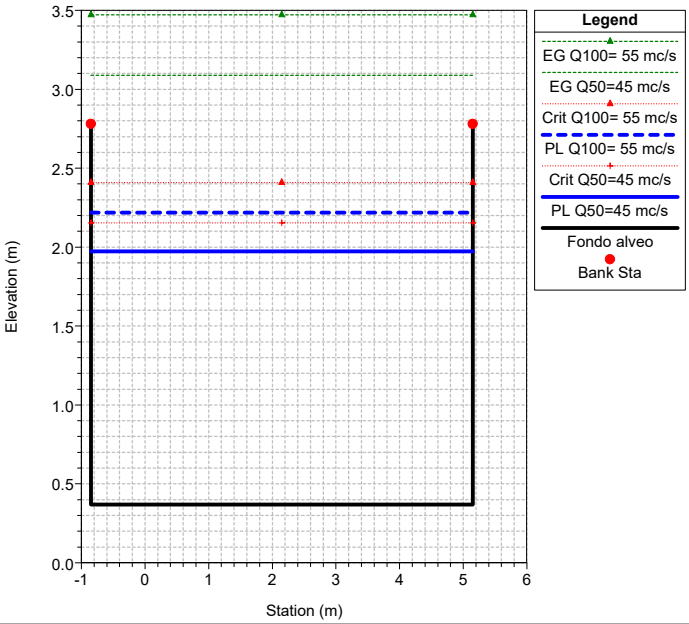
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.08



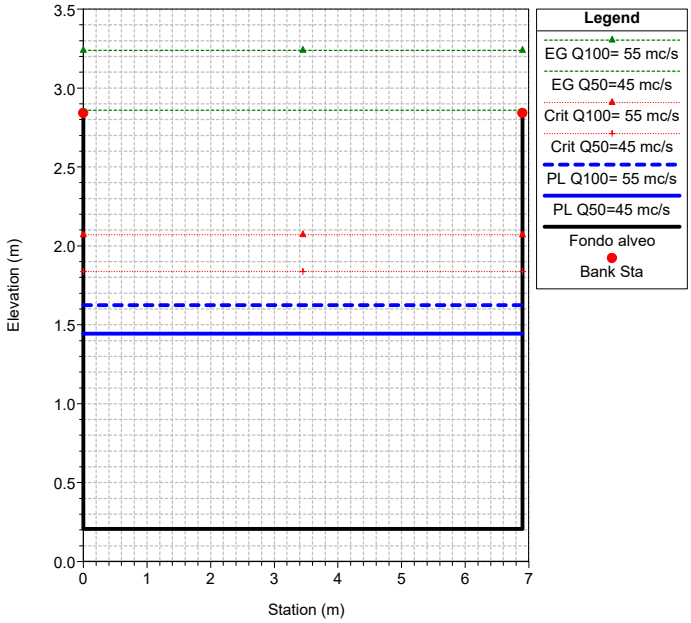
San-Rocco-Ceriale
RS = 1.05



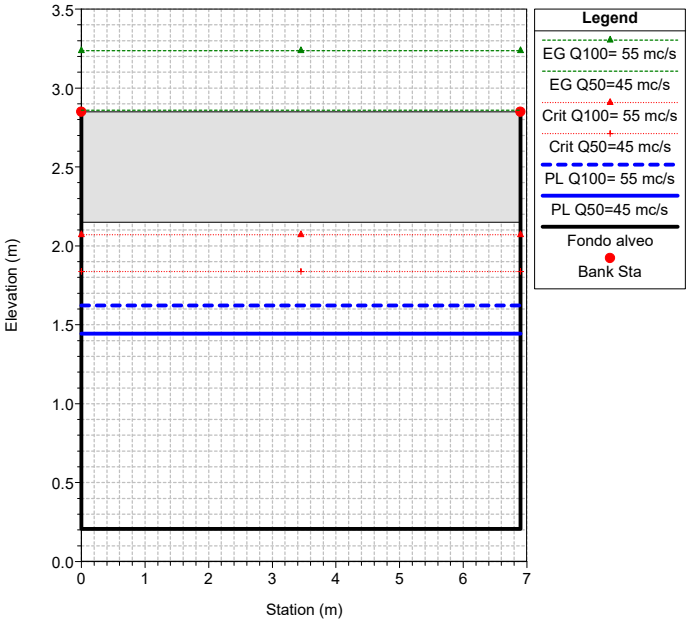
San-Rocco-Ceriale
RS = 1 Sez.17



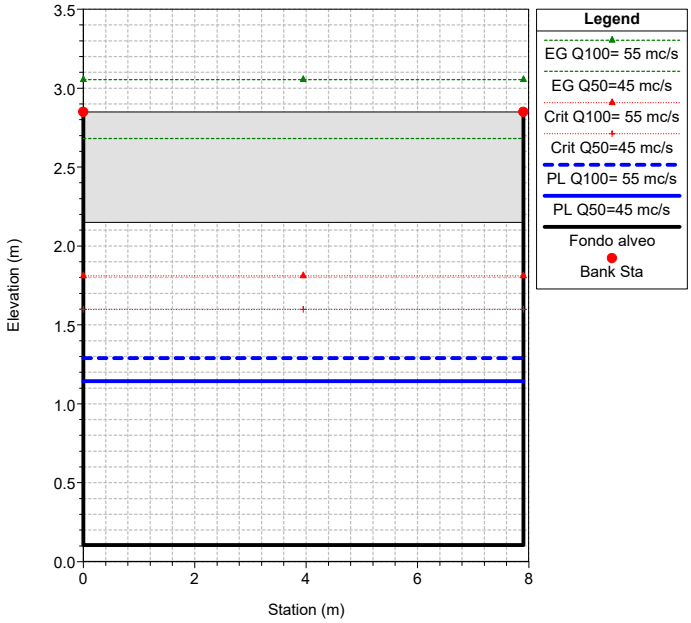
San-Rocco-Ceriale
RS = 0.9



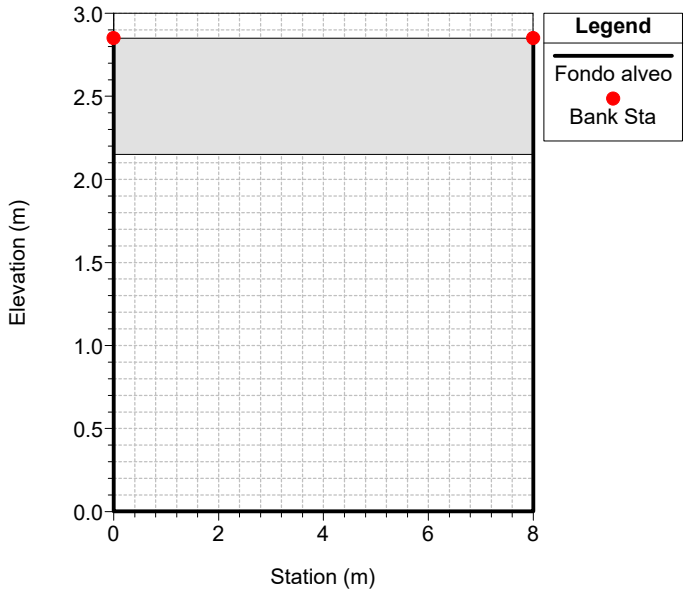
San-Rocco-Ceriale
RS = 0.8 Sez.18



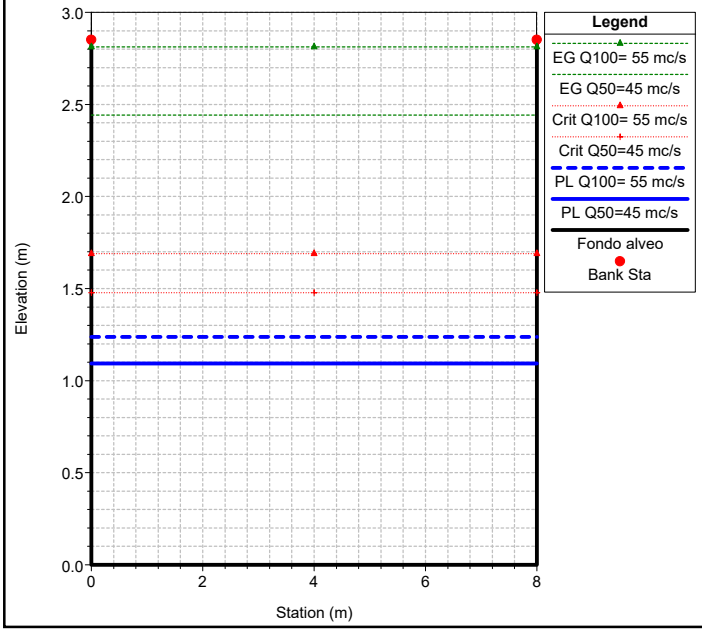
San-Rocco-Ceriale
RS = 0.7 Sez.18 v



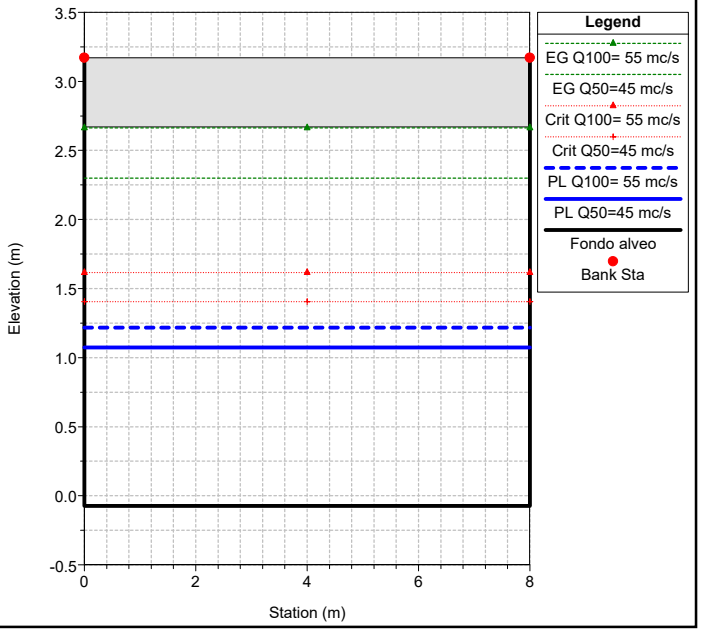
San-Rocco-Ceriale
RS = 0.6



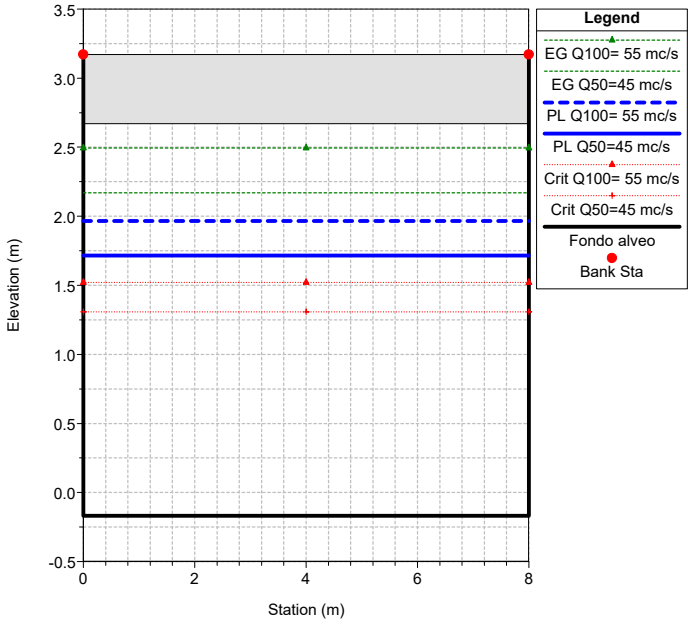
San-Rocco-Ceriale
RS = 0.5



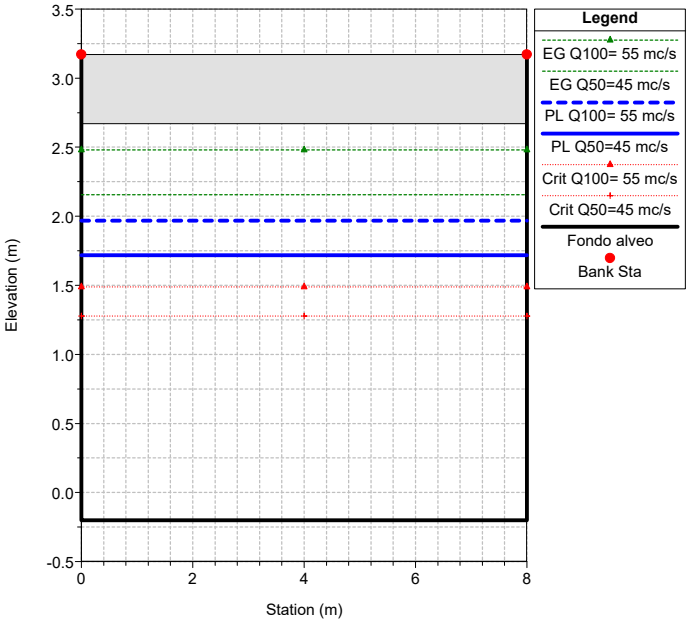
San-Rocco-Ceriale
RS = 0.4 passerella pedonale passeggiata



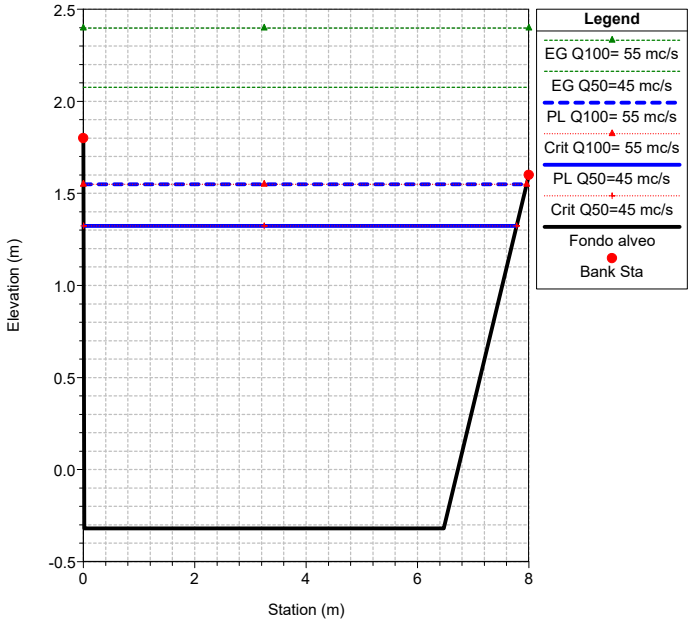
San-Rocco-Ceriale
RS = 0.3 passerella pedonale passeggiata



San-Rocco-Ceriale
RS = 0.2 passerella pedonale



San-Rocco-Ceriale
RS = 0.1 spiaggia



San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

HEC-RAS Plan: LOTTO1DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Q50=45 mc/s

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	16.1	Q50=45 mc/s	456.17	45.00	6.90	9.90	11.60	8.96	2.06	1.95	9.69	3.78	11.89	6.08	0.86
unico	16	Q50=45 mc/s	455.17	45.00	6.90	9.90	11.60	8.77	1.87	1.77	9.66	4.18	10.77	6.07	1.00
unico	15.9	Q50=45 mc/s	455.07	45.00	6.00	9.90	11.60	9.08	3.08	2.75	9.41	2.54	17.72	6.45	0.49
unico	15.5	Q50=45 mc/s	443.17	45.00	6.00	9.80	10.74	9.08	3.08	2.93	9.38	2.42	18.63	6.35	0.45
unico	15.1	Q50=45 mc/s	430.27	45.00	6.00	9.70	10.00	9.05	3.05	2.92	9.35	2.40	18.71	6.41	0.45
unico	15	Q50=45 mc/s	430.17	45.00	6.66	9.70	10.00	8.58	1.92	1.87	9.31	3.77	11.94	6.38	0.88
unico	14.9	Q50=45 mc/s	429.67	45.00	6.66	9.70	10.00	8.42	1.76	1.71	9.29	4.12	10.92	6.37	1.01
unico	14	Q50=45 mc/s	413.79	45.00	6.48	9.74	9.67	8.04	1.56	1.53	9.10	4.56	9.86	6.45	1.18
unico	13.5	Q50=45 mc/s	407.96	45.00	6.38	9.07	9.04	7.91	1.53	1.52	9.02	4.66	9.65	6.35	1.21
unico	13	Q50=45 mc/s	400.96	45.00	6.24	9.04	9.08	7.61	1.37	1.37	8.90	5.03	8.95	6.54	1.37
unico	12.9	Q50=45 mc/s	387.79	45.00	6.00	9.15	9.15	7.43	1.43	1.40	8.68	4.96	9.07	6.46	1.34
unico	12.5	Q50=45 mc/s	378.39	45.00	5.80	8.66	9.00	7.45	1.65	1.65	8.50	4.55	9.89	6.01	1.13
unico	12	Q50=45 mc/s	352.55	45.00	5.56	7.52	9.00	7.35	1.79	1.79	8.24	4.19	10.75	6.01	1.00
unico	11	Q50=45 mc/s	341.15	45.00	5.28	7.15	9.00	6.76	1.48	1.48	8.07	5.05	8.90	6.00	1.33
unico	10.6	Q50=45 mc/s	341.05	45.00	4.01	7.15	9.00	5.25	1.24	1.24	7.93	7.24	6.21	5.00	2.07
unico	10	Q50=45 mc/s	331.95	45.00	3.78	6.66	8.25	5.07	1.29	1.29	7.55	6.97	6.45	5.00	1.96
unico	9.9	Q50=45 mc/s	329.95	45.00	3.73	6.66	6.52	4.76	1.03	1.03	7.46	7.28	6.18	6.00	2.29
unico	9	Q50=45 mc/s	321.15	45.00	3.51	7.49	6.25	4.57	1.06	1.06	7.11	7.05	6.39	6.02	2.18
unico	8.9	Q50=45 mc/s	321.05	45.00	3.51	7.49	6.25	4.57	1.06	1.06	7.10	7.05	6.39	6.02	2.18
unico	8	Q50=45 mc/s	311.15	45.00	3.26	7.30	5.66	4.36	1.09	1.09	6.75	6.85	6.57	6.00	2.09
unico	7	Q50=45 mc/s	302.45	45.00	3.04	7.11	5.44	4.16	1.11	1.11	6.47	6.73	6.69	6.00	2.04
unico	6	Q50=45 mc/s	290.45	45.00	2.74	5.54	5.14	3.88	1.14	1.14	6.10	6.61	6.81	6.00	1.98
unico	5.9	Q50=45 mc/s	279.95	45.00	2.48	5.77	4.90	3.63	1.15	1.15	5.81	6.54	6.88	6.00	1.95
unico	5	Q50=45 mc/s	279.85	45.00	2.48	4.90	4.90	3.63	1.15	1.15	5.81	6.54	6.88	6.00	1.95
unico	4	Q50=45 mc/s	221.85	45.00	1.90	4.30	4.30	3.52	1.62	1.62	4.61	4.62	9.74	6.00	1.16
unico	3.9	Q50=45 mc/s	221.75	45.00	1.90	4.30	4.30	3.52	1.62	1.62	4.61	4.62	9.74	6.00	1.16
unico	3.5	Q50=45 mc/s	193.55	45.00	1.62	3.72	3.72	3.23	1.61	1.61	4.33	4.66	9.67	6.00	1.17
unico	3	Q50=45 mc/s	172.65	45.00	1.41	3.70	3.70	3.01	1.61	1.61	4.12	4.67	9.64	6.00	1.18
unico	2	Q50=45 mc/s	161.05	45.00	1.29	3.69	3.69	2.90	1.61	1.61	4.01	4.67	9.64	6.00	1.18
unico	1.8	Q50=45 mc/s	131.65	45.00	1.00	3.40	3.40	2.60	1.60	1.60	3.72	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.7	Q50=45 mc/s	131.55	45.00	1.00	6.07	6.07	2.60	1.60	1.60	3.71	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.4	Q50=45 mc/s	126.45	45.00	0.94	6.07	6.07	2.55	1.60	1.60	3.66	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.2	Q50=45 mc/s	121.25	45.00	0.89	6.07	6.07	2.50	1.60	1.60	3.61	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.1	Q50=45 mc/s	121.15	45.00	0.89	3.06	3.06	2.49	1.60	1.60	3.61	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.09	Q50=45 mc/s	109.25	45.00	0.77	2.91	2.91	2.38	1.60	1.60	3.49	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.08	Q50=45 mc/s	91.45	45.00	0.59	2.69	2.69	2.20	1.60	1.60	3.31	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.05	Q50=45 mc/s	78.65	45.00	0.47	2.75	2.75	2.07	1.60	1.60	3.18	4.67	9.63	6.00	1.18
unico	1	Q50=45 mc/s	68.90	45.00	0.37	2.78	2.78	1.97	1.60	1.60	3.09	4.67	9.63	6.00	1.18
unico	0.9	Q50=45 mc/s	52.70	45.00	0.21	2.84	2.84	1.44	1.24	1.24	2.86	5.27	8.54	6.90	1.51
unico	0.8	Q50=45 mc/s	52.60	45.00	0.21	2.30	2.30	1.44	1.24	1.24	2.86	5.27	8.54	6.90	1.51
unico	0.7	Q50=45 mc/s	42.60	45.00	0.11	2.30	2.30	1.14	1.04	1.04	2.68	5.49	8.20	7.90	1.72
unico	0.6	Q50=45 mc/s	32.10	45.00	0.00	2.30	2.30	2.15	2.15	2.15	2.50	2.62	17.17	8.00	0.57
unico	0.5	Q50=45 mc/s	32.00	45.00	0.00	2.85	2.85	2.15	2.15	2.15	2.50	2.62	17.18	8.00	0.57
unico	0.4	Q50=45 mc/s	24.60	45.00	0.00	2.85	2.85	2.12	2.12	2.12	2.48	2.65	16.98	8.00	0.58
unico	0.3	Q50=45 mc/s	15.10	45.00	0.00	2.85	2.85	2.09	2.09	2.09	2.46	2.69	16.70	8.00	0.60
unico	0.2	Q50=45 mc/s	12.00	45.00	0.00	3.15	3.15	2.08	2.08	2.08	2.45	2.71	16.61	8.00	0.60
unico	0.1	Q50=45 mc/s		45.00	0.00	1.80	1.60	1.63	1.63	1.47	2.37	3.82	11.78	8.00	1.01

San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

HEC-RAS Plan: LOTTO1DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Q100= 55 mc/s

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	16.1	Q100= 55 mc/s	456.17	55.00	6.90	9.90	11.60	9.27	2.37	2.08	10.07	3.95	13.91	6.68	0.87
unico	16	Q100= 55 mc/s	455.17	55.00	6.90	9.90	11.60	9.06	2.16	1.95	10.04	4.39	12.52	6.41	1.00
unico	15.9	Q100= 55 mc/s	455.07	55.00	6.00	9.90	11.60	9.40	3.40	2.89	9.79	2.77	19.83	6.85	0.52
unico	15.5	Q100= 55 mc/s	443.17	55.00	6.00	9.80	10.74	9.39	3.39	3.23	9.75	2.67	20.62	6.38	0.47
unico	15.1	Q100= 55 mc/s	430.27	55.00	6.00	9.70	10.00	9.36	3.36	3.22	9.72	2.66	20.70	6.43	0.47
unico	15	Q100= 55 mc/s	430.17	55.00	6.66	9.70	10.00	8.85	2.19	2.13	9.68	4.04	13.62	6.39	0.88
unico	14.9	Q100= 55 mc/s	429.67	55.00	6.66	9.70	10.00	8.67	2.01	1.96	9.66	4.40	12.49	6.38	1.01
unico	14	Q100= 55 mc/s	413.79	55.00	6.48	9.74	9.67	8.27	1.79	1.75	9.47	4.85	11.34	6.47	1.17
unico	13.5	Q100= 55 mc/s	407.96	55.00	6.38	9.07	9.04	8.15	1.77	1.75	9.39	4.93	11.15	6.37	1.19
unico	13	Q100= 55 mc/s	400.96	55.00	6.24	9.04	9.08	7.82	1.58	1.58	9.27	5.32	10.33	6.54	1.35
unico	12.9	Q100= 55 mc/s	387.79	55.00	6.00	9.15	9.15	7.64	1.64	1.60	9.06	5.28	10.41	6.49	1.33
unico	12.5	Q100= 55 mc/s	378.39	55.00	5.80	8.66	9.00	7.65	1.85	1.85	8.90	4.94	11.13	6.01	1.16
unico	12	Q100= 55 mc/s	352.55	55.00	5.56	7.52	9.00	7.61	2.05	2.05	8.63	4.48	12.28	6.01	1.00
unico	11	Q100= 55 mc/s	341.15	55.00	5.28	7.15	9.00	7.00	1.72	1.72	8.45	5.32	10.33	6.00	1.30
unico	10.6	Q100= 55 mc/s	341.05	55.00	4.01	7.15	9.00	5.45	1.44	1.22	8.30	7.48	7.35	6.00	2.16
unico	10	Q100= 55 mc/s	331.95	55.00	3.78	6.66	8.25	5.32	1.54	1.29	7.89	7.09	7.75	6.00	1.99
unico	9.9	Q100= 55 mc/s	329.95	55.00	3.73	6.66	6.52	4.96	1.23	1.23	7.79	7.46	7.38	6.00	2.15
unico	9	Q100= 55 mc/s	321.15	55.00	3.51	7.49	6.25	4.76	1.25	1.25	7.49	7.31	7.53	6.02	2.09
unico	8.9	Q100= 55 mc/s	321.05	55.00	3.51	7.49	6.25	4.76	1.25	1.25	7.48	7.31	7.52	6.02	2.09
unico	8	Q100= 55 mc/s	311.15	55.00	3.26	7.30	5.66	4.54	1.28	1.28	7.16	7.17	7.67	6.00	2.03
unico	7	Q100= 55 mc/s	302.45	55.00	3.04	7.11	5.44	4.34	1.29	1.29	6.90	7.09	7.76	6.00	1.99
unico	6	Q100= 55 mc/s	290.45	55.00	2.74	5.54	5.14	4.05	1.31	1.31	6.55	7.00	7.86	6.00	1.95
unico	5.9	Q100= 55 mc/s	279.95	55.00	2.48	5.77	4.90	3.80	1.32	1.32	6.26	6.95	7.92	6.00	1.93
unico	5	Q100= 55 mc/s	279.85	55.00	2.48	4.90	4.90	3.80	1.32	1.32	6.26	6.95	7.92	6.00	1.93
unico	4	Q100= 55 mc/s	221.85	55.00	1.90	4.30	4.30	3.73	1.83	1.83	5.01	5.01	10.99	6.00	1.18
unico	3.9	Q100= 55 mc/s	221.75	55.00	1.90	4.30	4.30	3.73	1.83	1.83	5.01	5.01	10.99	6.00	1.18
unico	3.5	Q100= 55 mc/s	193.55	55.00	1.62	3.72	3.72	3.47	1.85	1.85	4.72	4.95	11.11	6.00	1.16
unico	3	Q100= 55 mc/s	172.65	55.00	1.41	3.70	3.70	3.26	1.85	1.85	4.51	4.95	11.11	6.00	1.16
unico	2	Q100= 55 mc/s	161.05	55.00	1.29	3.69	3.69	3.14	1.85	1.85	4.39	4.95	11.11	6.00	1.16
unico	1.8	Q100= 55 mc/s	131.65	55.00	1.00	3.40	3.40	2.84	1.85	1.85	4.10	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.7	Q100= 55 mc/s	131.55	55.00	1.00	6.07	6.07	2.84	1.85	1.85	4.10	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.4	Q100= 55 mc/s	126.45	55.00	0.94	6.07	6.07	2.79	1.85	1.85	4.05	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.2	Q100= 55 mc/s	121.25	55.00	0.89	6.07	6.07	2.74	1.85	1.85	3.99	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.1	Q100= 55 mc/s	121.15	55.00	0.89	3.06	3.06	2.74	1.85	1.85	3.99	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.09	Q100= 55 mc/s	109.25	55.00	0.77	2.91	2.91	2.62	1.85	1.85	3.87	4.96	11.08	6.00	1.17
unico	1.08	Q100= 55 mc/s	91.45	55.00	0.59	2.69	2.69	2.44	1.85	1.85	3.70	4.96	11.09	6.00	1.17
unico	1.05	Q100= 55 mc/s	78.65	55.00	0.47	2.75	2.75	2.31	1.85	1.85	3.57	4.96	11.09	6.00	1.16
unico	1	Q100= 55 mc/s	68.90	55.00	0.37	2.78	2.78	2.22	1.85	1.85	3.47	4.96	11.09	6.00	1.16
unico	0.9	Q100= 55 mc/s	52.70	55.00	0.21	2.84	2.84	1.62	1.42	1.42	3.24	5.63	9.77	6.90	1.51
unico	0.8	Q100= 55 mc/s	52.60	55.00	0.21	2.30	2.30	1.62	1.42	1.42	3.24	5.63	9.77	6.90	1.51
unico	0.7	Q100= 55 mc/s	42.60	55.00	0.11	2.30	2.30	1.29	1.18	1.18	3.05	5.88	9.35	7.90	1.73
unico	0.6	Q100= 55 mc/s	32.10	55.00	0.00	2.30	2.30	2.38	2.38		2.83	2.99	18.39		0.62
unico	0.5	Q100= 55 mc/s	32.00	55.00	0.00	2.85	2.85	2.41	2.41	2.41	2.82	2.86	19.25	8.00	0.59
unico	0.4	Q100= 55 mc/s	24.60	55.00	0.00	2.85	2.85	2.38	2.38	2.38	2.80	2.89	19.03	8.00	0.60
unico	0.3	Q100= 55 mc/s	15.10	55.00	0.00	2.85	2.85	2.34	2.34	2.34	2.78	2.94	18.72	8.00	0.61
unico	0.2	Q100= 55 mc/s	12.00	55.00	0.00	3.15	3.15	2.33	2.33	2.33	2.77	2.95	18.62	8.00	0.62
unico	0.1	Q100= 55 mc/s		55.00	0.00	1.80	1.60	1.85	1.85	1.69	2.69	4.07	13.52	8.00	1.00

San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

HEC-RAS Plan: Lotto1-liv-barra0.5-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Q50=45 mc/s

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	16.1	Q50=45 mc/s	456.17	45.00	6.90	9.90	11.60	8.96	2.06	1.95	9.69	3.78	11.89	6.08	0.86
unico	16	Q50=45 mc/s	455.17	45.00	6.90	9.90	11.60	8.77	1.87	1.77	9.66	4.18	10.77	6.07	1.00
unico	15.9	Q50=45 mc/s	455.07	45.00	6.00	9.90	11.60	9.08	3.08	2.75	9.41	2.54	17.72	6.45	0.49
unico	15.5	Q50=45 mc/s	443.17	45.00	6.00	9.80	10.74	9.08	3.08	2.93	9.38	2.42	18.63	6.35	0.45
unico	15.1	Q50=45 mc/s	430.27	45.00	6.00	9.70	10.00	9.05	3.05	2.92	9.35	2.40	18.71	6.41	0.45
unico	15	Q50=45 mc/s	430.17	45.00	6.66	9.70	10.00	8.58	1.92	1.87	9.31	3.77	11.94	6.38	0.88
unico	14.9	Q50=45 mc/s	429.67	45.00	6.66	9.70	10.00	8.42	1.76	1.71	9.29	4.12	10.92	6.37	1.01
unico	14	Q50=45 mc/s	413.79	45.00	6.48	9.74	9.67	8.04	1.56	1.53	9.10	4.56	9.86	6.45	1.18
unico	13.5	Q50=45 mc/s	407.96	45.00	6.38	9.07	9.04	7.91	1.53	1.52	9.02	4.66	9.65	6.35	1.21
unico	13	Q50=45 mc/s	400.96	45.00	6.24	9.04	9.08	7.61	1.37	1.37	8.90	5.03	8.95	6.54	1.37
unico	12.9	Q50=45 mc/s	387.79	45.00	6.00	9.15	9.15	7.43	1.43	1.40	8.68	4.96	9.07	6.46	1.34
unico	12.5	Q50=45 mc/s	378.39	45.00	5.80	8.66	9.00	7.45	1.65	1.65	8.50	4.55	9.89	6.01	1.13
unico	12	Q50=45 mc/s	352.55	45.00	5.56	7.52	9.00	7.35	1.79	1.79	8.24	4.19	10.75	6.01	1.00
unico	11	Q50=45 mc/s	341.15	45.00	5.28	7.15	9.00	6.76	1.48	1.48	8.07	5.05	8.90	6.00	1.33
unico	10.6	Q50=45 mc/s	341.05	45.00	4.01	7.15	9.00	5.25	1.24	1.24	7.93	7.24	6.21	5.00	2.07
unico	10	Q50=45 mc/s	331.95	45.00	3.78	6.66	8.25	5.07	1.29	1.29	7.55	6.97	6.45	5.00	1.96
unico	9.9	Q50=45 mc/s	329.95	45.00	3.73	6.66	6.52	4.76	1.03	1.03	7.46	7.28	6.18	6.00	2.29
unico	9	Q50=45 mc/s	321.15	45.00	3.51	7.49	6.25	4.57	1.06	1.06	7.11	7.05	6.39	6.02	2.18
unico	8.9	Q50=45 mc/s	321.05	45.00	3.51	7.49	6.25	4.57	1.06	1.06	7.10	7.05	6.39	6.02	2.18
unico	8	Q50=45 mc/s	311.15	45.00	3.26	7.30	5.66	4.36	1.09	1.09	6.75	6.85	6.57	6.00	2.09
unico	7	Q50=45 mc/s	302.45	45.00	3.04	7.11	5.44	4.16	1.11	1.11	6.47	6.73	6.69	6.00	2.04
unico	6	Q50=45 mc/s	290.45	45.00	2.74	5.54	5.14	3.88	1.14	1.14	6.10	6.61	6.81	6.00	1.98
unico	5.9	Q50=45 mc/s	279.95	45.00	2.48	5.77	4.90	3.63	1.15	1.15	5.81	6.54	6.88	6.00	1.95
unico	5	Q50=45 mc/s	279.85	45.00	2.48	4.90	4.90	3.63	1.15	1.15	5.81	6.54	6.88	6.00	1.95
unico	4	Q50=45 mc/s	221.85	45.00	1.90	4.30	4.30	3.52	1.62	1.62	4.61	4.62	9.74	6.00	1.16
unico	3.9	Q50=45 mc/s	221.75	45.00	1.90	4.30	4.30	3.52	1.62	1.62	4.61	4.62	9.74	6.00	1.16
unico	3.5	Q50=45 mc/s	193.55	45.00	1.62	3.72	3.72	3.23	1.61	1.61	4.33	4.66	9.67	6.00	1.17
unico	3	Q50=45 mc/s	172.65	45.00	1.41	3.70	3.70	3.01	1.61	1.61	4.12	4.67	9.64	6.00	1.18
unico	2	Q50=45 mc/s	161.05	45.00	1.29	3.69	3.69	2.90	1.61	1.61	4.01	4.67	9.64	6.00	1.18
unico	1.8	Q50=45 mc/s	131.65	45.00	1.00	3.40	3.40	2.60	1.60	1.60	3.72	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.7	Q50=45 mc/s	131.55	45.00	1.00	6.07	6.07	2.60	1.60	1.60	3.71	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.4	Q50=45 mc/s	126.45	45.00	0.94	6.07	6.07	2.55	1.60	1.60	3.66	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.2	Q50=45 mc/s	121.25	45.00	0.89	6.07	6.07	2.50	1.60	1.60	3.61	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.1	Q50=45 mc/s	121.15	45.00	0.89	3.06	3.06	2.49	1.60	1.60	3.61	4.68	9.62	6.00	1.18
unico	1.09	Q50=45 mc/s	109.25	45.00	0.77	2.91	2.91	2.87	2.10	2.10	3.52	3.57	12.60	6.00	0.79
unico	1.08	Q50=45 mc/s	91.45	45.00	0.59	2.69	2.69	2.86	2.27	2.27	3.42	3.31	13.61	6.00	0.70
unico	1.05	Q50=45 mc/s	78.65	45.00	0.50	2.75	2.75	2.84	2.34	2.34	3.36	3.20	14.05	6.00	0.67
unico	1	Q50=45 mc/s	68.90	45.00	0.50	2.78	2.78	2.77	2.27	2.27	3.33	3.31	13.61	6.00	0.70
unico	0.9	Q50=45 mc/s	52.70	45.00	0.50	2.84	2.84	2.83	2.33	2.33	3.23	2.80	16.07	6.90	0.59
unico	0.8	Q50=45 mc/s	52.60	45.00	0.50	2.30	2.30	2.53	2.03		3.20	3.62	12.42		0.81
unico	0.7	Q50=45 mc/s	42.60	45.00	0.50	2.30	2.30	2.56	2.06		3.07	3.16	14.22		0.70
unico	0.6	Q50=45 mc/s	32.10	45.00	0.50	2.30	2.30	2.49	1.99		2.99	3.12	14.40		0.71
unico	0.5	Q50=45 mc/s	32.00	45.00	0.50	2.85	2.85	2.58	2.08	2.08	2.95	2.71	16.63	8.00	0.60
unico	0.4	Q50=45 mc/s	24.60	45.00	0.50	2.85	2.85	2.55	2.05	2.05	2.93	2.74	16.41	8.00	0.61
unico	0.3	Q50=45 mc/s	15.10	45.00	0.50	2.85	2.85	2.51	2.01	2.01	2.91	2.80	16.08	8.00	0.63
unico	0.2	Q50=45 mc/s	12.00	45.00	0.50	2.85	2.85	2.50	2.00	2.00	2.90	2.82	15.97	8.00	0.64
unico	0.1	Q50=45 mc/s		45.00	0.50	1.80	1.60	2.08	1.58	1.47	2.82	3.81	11.80	8.00	1.00

San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

HEC-RAS Plan: Lotto1-liv-barra0.5-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Q100= 55 mc/s

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	16.1	Q100= 55 mc/s	456.17	55.00	6.90	9.90	11.60	9.27	2.37	2.08	10.07	3.95	13.91	6.68	0.87
unico	16	Q100= 55 mc/s	455.17	55.00	6.90	9.90	11.60	9.06	2.16	1.95	10.04	4.39	12.52	6.41	1.00
unico	15.9	Q100= 55 mc/s	455.07	55.00	6.00	9.90	11.60	9.40	3.40	2.89	9.79	2.77	19.83	6.85	0.52
unico	15.5	Q100= 55 mc/s	443.17	55.00	6.00	9.80	10.74	9.39	3.39	3.23	9.75	2.67	20.62	6.38	0.47
unico	15.1	Q100= 55 mc/s	430.27	55.00	6.00	9.70	10.00	9.36	3.36	3.22	9.72	2.66	20.70	6.43	0.47
unico	15	Q100= 55 mc/s	430.17	55.00	6.66	9.70	10.00	8.85	2.19	2.13	9.68	4.04	13.62	6.39	0.88
unico	14.9	Q100= 55 mc/s	429.67	55.00	6.66	9.70	10.00	8.67	2.01	1.96	9.66	4.40	12.49	6.38	1.01
unico	14	Q100= 55 mc/s	413.79	55.00	6.48	9.74	9.67	8.27	1.79	1.75	9.47	4.85	11.34	6.47	1.17
unico	13.5	Q100= 55 mc/s	407.96	55.00	6.38	9.07	9.04	8.15	1.77	1.75	9.39	4.93	11.15	6.37	1.19
unico	13	Q100= 55 mc/s	400.96	55.00	6.24	9.04	9.08	7.82	1.58	1.58	9.27	5.32	10.33	6.54	1.35
unico	12.9	Q100= 55 mc/s	387.79	55.00	6.00	9.15	9.15	7.64	1.64	1.60	9.06	5.28	10.41	6.49	1.33
unico	12.5	Q100= 55 mc/s	378.39	55.00	5.80	8.66	9.00	7.65	1.85	1.85	8.90	4.94	11.13	6.01	1.16
unico	12	Q100= 55 mc/s	352.55	55.00	5.56	7.52	9.00	7.61	2.05	2.05	8.63	4.48	12.28	6.01	1.00
unico	11	Q100= 55 mc/s	341.15	55.00	5.28	7.15	9.00	7.00	1.72	1.72	8.45	5.32	10.33	6.00	1.30
unico	10.6	Q100= 55 mc/s	341.05	55.00	4.01	7.15	9.00	5.45	1.44	1.22	8.30	7.48	7.35	6.00	2.16
unico	10	Q100= 55 mc/s	331.95	55.00	3.78	6.66	8.25	5.32	1.54	1.29	7.89	7.09	7.75	6.00	1.99
unico	9.9	Q100= 55 mc/s	329.95	55.00	3.73	6.66	6.52	4.96	1.23	1.23	7.79	7.46	7.38	6.00	2.15
unico	9	Q100= 55 mc/s	321.15	55.00	3.51	7.49	6.25	4.76	1.25	1.25	7.49	7.31	7.53	6.02	2.09
unico	8.9	Q100= 55 mc/s	321.05	55.00	3.51	7.49	6.25	4.76	1.25	1.25	7.48	7.31	7.52	6.02	2.09
unico	8	Q100= 55 mc/s	311.15	55.00	3.26	7.30	5.66	4.54	1.28	1.28	7.16	7.17	7.67	6.00	2.03
unico	7	Q100= 55 mc/s	302.45	55.00	3.04	7.11	5.44	4.34	1.29	1.29	6.90	7.09	7.76	6.00	1.99
unico	6	Q100= 55 mc/s	290.45	55.00	2.74	5.54	5.14	4.05	1.31	1.31	6.55	7.00	7.86	6.00	1.95
unico	5.9	Q100= 55 mc/s	279.95	55.00	2.48	5.77	4.90	3.80	1.32	1.32	6.26	6.95	7.92	6.00	1.93
unico	5	Q100= 55 mc/s	279.85	55.00	2.48	4.90	4.90	3.80	1.32	1.32	6.26	6.95	7.92	6.00	1.93
unico	4	Q100= 55 mc/s	221.85	55.00	1.90	4.30	4.30	3.73	1.83	1.83	5.01	5.01	10.99	6.00	1.18
unico	3.9	Q100= 55 mc/s	221.75	55.00	1.90	4.30	4.30	3.73	1.83	1.83	5.01	5.01	10.99	6.00	1.18
unico	3.5	Q100= 55 mc/s	193.55	55.00	1.62	3.72	3.72	3.47	1.85	1.85	4.72	4.95	11.11	6.00	1.16
unico	3	Q100= 55 mc/s	172.65	55.00	1.41	3.70	3.70	3.26	1.85	1.85	4.51	4.95	11.11	6.00	1.16
unico	2	Q100= 55 mc/s	161.05	55.00	1.29	3.69	3.69	3.14	1.85	1.85	4.39	4.95	11.11	6.00	1.16
unico	1.8	Q100= 55 mc/s	131.65	55.00	1.00	3.40	3.40	3.39	2.39	2.39	4.14	3.83	14.35	6.00	0.79
unico	1.7	Q100= 55 mc/s	131.55	55.00	1.00	6.07	6.07	3.39	2.39	2.39	4.14	3.83	14.36	6.00	0.79
unico	1.4	Q100= 55 mc/s	126.45	55.00	0.94	6.07	6.07	3.38	2.44	2.44	4.10	3.76	14.64	6.00	0.77
unico	1.2	Q100= 55 mc/s	121.25	55.00	0.89	6.07	6.07	3.38	2.49	2.49	4.07	3.68	14.93	6.00	0.75
unico	1.1	Q100= 55 mc/s	121.15	55.00	0.89	3.06	3.06	3.38	2.49	2.49	4.07	3.68	14.93	6.00	0.75
unico	1.09	Q100= 55 mc/s	109.25	55.00	0.77	2.91	2.91	3.37	2.60	2.60	4.00	3.53	15.59	6.00	0.70
unico	1.08	Q100= 55 mc/s	91.45	55.00	0.59	2.69	2.69	3.36	2.76	2.76	3.92	3.32	16.58	6.00	0.64
unico	1.05	Q100= 55 mc/s	78.65	55.00	0.50	2.75	2.75	3.34	2.84	2.84	3.87	3.23	17.03	6.00	0.61
unico	1	Q100= 55 mc/s	68.90	55.00	0.50	2.78	2.78	3.28	2.78	2.78	3.84	3.29	16.71	6.00	0.63
unico	0.9	Q100= 55 mc/s	52.70	55.00	0.50	2.84	2.84	3.35	2.85	2.85	3.75	2.80	19.67	6.90	0.53
unico	0.8	Q100= 55 mc/s	52.60	55.00	0.50	2.30	2.30	2.69	2.19		3.69	4.43	12.42		0.96
unico	0.7	Q100= 55 mc/s	42.60	55.00	0.50	2.30	2.30	2.73	2.23		3.49	3.87	14.22		0.83
unico	0.6	Q100= 55 mc/s	32.10	55.00	0.50	2.30	2.30	2.63	2.13		3.37	3.82	14.40		0.84
unico	0.5	Q100= 55 mc/s	32.00	55.00	0.50	2.85	2.85	2.84	2.34	2.34	3.28	2.94	18.72	8.00	0.61
unico	0.4	Q100= 55 mc/s	24.60	55.00	0.50	2.85	2.85	2.81	2.31	2.31	3.26	2.98	18.46	8.00	0.63
unico	0.3	Q100= 55 mc/s	15.10	55.00	0.50	2.85	2.85	2.76	2.26	2.26	3.23	3.04	18.09	8.00	0.65
unico	0.2	Q100= 55 mc/s	12.00	55.00	0.50	2.85	2.85	2.75	2.25	2.25	3.22	3.06	17.98	8.00	0.65
unico	0.1	Q100= 55 mc/s		55.00	0.50	1.80	1.60	2.29	1.79	1.69	3.14	4.07	13.50	8.00	1.00

San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

HEC-RAS Plan: LOTTO2-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Qsc50

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	16.1	Qsc50	456.57	45.00	6.90	9.90	11.60	8.96	2.06	1.95	9.69	3.78	11.89	6.08	0.86
unico	16	Qsc50	455.57	45.00	6.90	9.90	11.60	8.77	1.87	1.77	9.66	4.18	10.77	6.07	1.00
unico	15.9	Qsc50	455.47	45.00	6.00	9.90	11.60	9.08	3.08	2.75	9.41	2.54	17.72	6.45	0.49
unico	15.5	Qsc50	443.57	45.00	6.00	9.80	10.74	9.08	3.08	2.93	9.38	2.42	18.63	6.35	0.45
unico	15.1	Qsc50	430.67	45.00	6.00	9.70	10.00	9.05	3.05	2.92	9.35	2.40	18.71	6.41	0.45
unico	15	Qsc50	430.57	45.00	6.66	9.70	10.00	8.58	1.92	1.87	9.31	3.77	11.94	6.38	0.88
unico	14.9	Qsc50	430.07	45.00	6.66	9.70	10.00	8.42	1.76	1.71	9.29	4.12	10.92	6.37	1.01
unico	14	Qsc50	414.19	45.00	6.48	9.74	9.67	8.04	1.56	1.53	9.10	4.56	9.86	6.45	1.18
unico	13.5	Qsc50	408.36	45.00	6.38	9.07	9.04	7.91	1.53	1.52	9.02	4.66	9.65	6.35	1.21
unico	13	Qsc50	401.36	45.00	6.24	9.04	9.08	7.61	1.37	1.37	8.90	5.03	8.95	6.54	1.37
unico	12.9	Qsc50	388.19	45.00	6.00	9.15	9.15	7.43	1.43	1.40	8.68	4.96	9.07	6.46	1.34
unico	12.5	Qsc50	378.79	45.00	5.80	8.66	9.00	7.45	1.65	1.65	8.50	4.55	9.89	6.01	1.13
unico	12	Qsc50	352.95	45.00	5.56	7.52	9.00	7.35	1.79	1.79	8.24	4.19	10.75	6.01	1.00
unico	11	Qsc50	341.55	45.00	5.28	7.15	9.00	6.76	1.48	1.48	8.07	5.05	8.90	6.00	1.33
unico	10.6	Qsc50	341.45	45.00	4.01	7.15	9.00	5.25	1.24	1.24	7.93	7.24	6.21	5.00	2.07
unico	10	Qsc50	332.35	45.00	3.78	6.66	8.25	5.07	1.29	1.29	7.55	6.97	6.45	5.00	1.96
unico	9.9	Qsc50	330.35	45.00	3.73	6.66	6.52	4.76	1.03	1.03	7.46	7.28	6.18	6.00	2.29
unico	9	Qsc50	321.55	45.00	3.51	7.49	6.25	4.57	1.06	1.06	7.11	7.05	6.39	6.02	2.18
unico	8.9	Qsc50	321.45	45.00	3.51	7.49	6.25	4.57	1.06	1.06	7.10	7.05	6.39	6.02	2.18
unico	8	Qsc50	311.55	45.00	3.26	7.30	5.66	4.36	1.09	1.09	6.75	6.85	6.57	6.00	2.09
unico	7	Qsc50	302.85	45.00	3.04	7.11	5.44	4.16	1.11	1.11	6.47	6.73	6.69	6.00	2.04
unico	6	Qsc50	290.85	45.00	2.74	5.54	5.14	3.88	1.14	1.14	6.10	6.61	6.81	6.00	1.98
unico	5.9	Qsc50	280.35	45.00	2.48	5.77	4.90	3.63	1.15	1.15	5.81	6.54	6.88	6.00	1.95
unico	5	Qsc50	280.25	45.00	2.48	4.90	4.90	3.63	1.15	1.15	5.81	6.54	6.88	6.00	1.95
unico	4.9831*	Qsc50	279.26	45.00	2.47	4.89	4.89	3.63	1.16	1.16	5.77	6.48	6.94	6.00	1.92
unico	4.9661*	Qsc50	278.28	45.00	2.46	4.88	4.88	3.63	1.17	1.17	5.73	6.43	7.00	6.00	1.90
unico	4.9492*	Qsc50	277.30	45.00	2.45	4.87	4.87	3.63	1.18	1.18	5.70	6.38	7.06	6.00	1.88
unico	4.9322*	Qsc50	276.31	45.00	2.44	4.86	4.86	3.62	1.18	1.18	5.67	6.33	7.10	6.00	1.86
unico	4.9153*	Qsc50	275.33	45.00	2.43	4.85	4.85	3.62	1.19	1.19	5.64	6.29	7.15	6.00	1.84
unico	4.8983*	Qsc50	274.35	45.00	2.42	4.84	4.84	3.62	1.20	1.20	5.61	6.24	7.21	6.00	1.82
unico	4.8814*	Qsc50	273.36	45.00	2.41	4.83	4.83	3.62	1.21	1.21	5.58	6.20	7.26	6.00	1.80
unico	4.8644*	Qsc50	272.38	45.00	2.40	4.82	4.82	3.62	1.22	1.22	5.55	6.16	7.30	6.00	1.78
unico	4.8475*	Qsc50	271.40	45.00	2.39	4.81	4.81	3.61	1.22	1.22	5.53	6.12	7.35	6.00	1.77
unico	4.8305*	Qsc50	270.42	45.00	2.38	4.80	4.80	3.61	1.23	1.23	5.50	6.09	7.39	6.00	1.75
unico	4.8136*	Qsc50	269.43	45.00	2.37	4.79	4.79	3.61	1.24	1.24	5.48	6.05	7.44	6.00	1.73
unico	4.7966*	Qsc50	268.45	45.00	2.36	4.78	4.78	3.61	1.25	1.25	5.45	6.01	7.49	6.00	1.72
unico	4.7797*	Qsc50	267.47	45.00	2.35	4.77	4.77	3.61	1.26	1.26	5.43	5.97	7.53	6.00	1.70
unico	4.7627*	Qsc50	266.48	45.00	2.34	4.76	4.76	3.60	1.26	1.26	5.40	5.94	7.58	6.00	1.69
unico	4.7458*	Qsc50	265.50	45.00	2.33	4.75	4.75	3.60	1.27	1.27	5.38	5.90	7.62	6.00	1.67
unico	4.7288*	Qsc50	264.52	45.00	2.32	4.74	4.74	3.60	1.28	1.28	5.35	5.87	7.67	6.00	1.66
unico	4.7119*	Qsc50	263.53	45.00	2.31	4.73	4.73	3.60	1.29	1.29	5.33	5.83	7.71	6.00	1.64
unico	4.6949*	Qsc50	262.55	45.00	2.30	4.72	4.72	3.60	1.29	1.29	5.31	5.80	7.76	6.00	1.63
unico	4.6780*	Qsc50	261.57	45.00	2.29	4.71	4.71	3.59	1.30	1.30	5.29	5.76	7.81	6.00	1.61
unico	4.6610*	Qsc50	260.59	45.00	2.28	4.70	4.70	3.59	1.31	1.31	5.27	5.73	7.85	6.00	1.60
unico	4.6441*	Qsc50	259.60	45.00	2.27	4.69	4.69	3.59	1.32	1.32	5.24	5.70	7.89	6.00	1.59
unico	4.6271*	Qsc50	258.62	45.00	2.26	4.68	4.68	3.58	1.32	1.32	5.22	5.67	7.94	6.00	1.57
unico	4.6102*	Qsc50	257.64	45.00	2.25	4.67	4.67	3.58	1.33	1.33	5.20	5.64	7.98	6.00	1.56

HEC-RAS Plan: LOTTO2-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Qsc50 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	4.5932*	Qsc50	256.65	45.00	2.24	4.66	4.66	3.58	1.34	1.34	5.18	5.60	8.03	6.00	1.55
unico	4.5763*	Qsc50	255.67	45.00	2.23	4.65	4.65	3.58	1.35	1.35	5.16	5.57	8.07	6.00	1.53
unico	4.5593*	Qsc50	254.69	45.00	2.22	4.64	4.64	3.58	1.35	1.35	5.14	5.55	8.11	6.00	1.52
unico	4.5424*	Qsc50	253.71	45.00	2.21	4.63	4.63	3.57	1.36	1.36	5.12	5.52	8.16	6.00	1.51
unico	4.5254*	Qsc50	252.72	45.00	2.20	4.61	4.61	3.57	1.37	1.37	5.11	5.49	8.20	6.00	1.50
unico	4.5085*	Qsc50	251.74	45.00	2.19	4.60	4.60	3.57	1.37	1.37	5.09	5.46	8.24	6.00	1.49
unico	4.4915*	Qsc50	250.76	45.00	2.18	4.59	4.59	3.57	1.38	1.38	5.07	5.43	8.29	6.00	1.47
unico	4.4746*	Qsc50	249.77	45.00	2.17	4.59	4.59	3.56	1.39	1.39	5.05	5.40	8.33	6.00	1.46
unico	4.4576*	Qsc50	248.79	45.00	2.16	4.58	4.58	3.56	1.40	1.40	5.03	5.37	8.37	6.00	1.45
unico	4.4407*	Qsc50	247.81	45.00	2.15	4.56	4.56	3.55	1.40	1.40	5.02	5.36	8.39	6.00	1.45
unico	4.4237*	Qsc50	246.82	45.00	2.14	4.55	4.55	3.55	1.40	1.40	5.00	5.35	8.41	6.00	1.44
unico	4.4068*	Qsc50	245.84	45.00	2.13	4.54	4.54	3.54	1.41	1.41	4.99	5.34	8.43	6.00	1.44
unico	4.3898*	Qsc50	244.86	45.00	2.13	4.53	4.53	3.54	1.41	1.41	4.97	5.30	8.49	6.00	1.42
unico	4.3729*	Qsc50	243.88	45.00	2.12	4.52	4.52	3.53	1.42	1.42	4.96	5.29	8.50	6.00	1.42
unico	4.3559*	Qsc50	242.89	45.00	2.10	4.51	4.51	3.53	1.42	1.42	4.95	5.28	8.52	6.00	1.41
unico	4.3390*	Qsc50	241.91	45.00	2.09	4.50	4.50	3.52	1.42	1.42	4.93	5.27	8.54	6.00	1.41
unico	4.3220*	Qsc50	240.93	45.00	2.09	4.49	4.49	3.51	1.43	1.43	4.92	5.26	8.56	6.00	1.40
unico	4.3051*	Qsc50	239.94	45.00	2.08	4.48	4.48	3.51	1.43	1.43	4.91	5.24	8.58	6.00	1.40
unico	4.2881*	Qsc50	238.96	45.00	2.07	4.47	4.47	3.50	1.44	1.44	4.89	5.21	8.63	6.00	1.39
unico	4.2712*	Qsc50	237.98	45.00	2.06	4.46	4.46	3.50	1.44	1.44	4.88	5.20	8.65	6.00	1.38
unico	4.2542*	Qsc50	236.99	45.00	2.05	4.45	4.45	3.49	1.44	1.44	4.87	5.19	8.67	6.00	1.38
unico	4.2373*	Qsc50	236.01	45.00	2.04	4.44	4.44	3.48	1.45	1.45	4.85	5.18	8.68	6.00	1.38
unico	4.2203*	Qsc50	235.03	45.00	2.03	4.43	4.43	3.48	1.45	1.45	4.84	5.17	8.70	6.00	1.37
unico	4.2034*	Qsc50	234.05	45.00	2.02	4.42	4.42	3.47	1.45	1.45	4.83	5.16	8.72	6.00	1.37
unico	4.1864*	Qsc50	233.06	45.00	2.01	4.41	4.41	3.46	1.46	1.46	4.82	5.15	8.74	6.00	1.36
unico	4.1695*	Qsc50	232.08	45.00	2.00	4.40	4.40	3.45	1.46	1.46	4.81	5.15	8.74	6.00	1.36
unico	4.1525*	Qsc50	231.10	45.00	1.99	4.39	4.39	3.44	1.46	1.46	4.80	5.15	8.74	6.00	1.36
unico	4.1356*	Qsc50	230.11	45.00	1.98	4.38	4.38	3.43	1.46	1.46	4.79	5.15	8.74	6.00	1.36
unico	4.1186*	Qsc50	229.13	45.00	1.97	4.37	4.37	3.42	1.46	1.46	4.78	5.15	8.74	6.00	1.36
unico	4.1017*	Qsc50	228.15	45.00	1.96	4.36	4.36	3.42	1.46	1.46	4.76	5.14	8.76	6.00	1.36
unico	4.0847*	Qsc50	227.17	45.00	1.95	4.35	4.35	3.41	1.46	1.46	4.75	5.13	8.78	6.00	1.35
unico	4.0678*	Qsc50	226.18	45.00	1.94	4.34	4.34	3.40	1.46	1.46	4.74	5.13	8.78	6.00	1.35
unico	4.0508*	Qsc50	225.20	45.00	1.93	4.33	4.33	3.39	1.46	1.46	4.73	5.13	8.78	6.00	1.35
unico	4.0339*	Qsc50	224.22	45.00	1.92	4.32	4.32	3.38	1.47	1.47	4.72	5.12	8.79	6.00	1.35
unico	4.0170*	Qsc50	223.23	45.00	1.91	4.31	4.31	3.37	1.47	1.47	4.71	5.12	8.79	6.00	1.35
unico	4	Qsc50	222.25	45.00	1.90	4.30	4.30	3.37	1.47	1.47	4.70	5.11	8.81	6.00	1.35
unico	3.9	Qsc50	222.15	39.00	1.90	4.30	4.30	3.05	1.16	1.16	4.66	5.62	6.94	6.00	1.67
unico	3.5	Qsc50	193.95	39.00	1.62	3.72	3.72	3.03	1.42	1.42	4.11	4.59	8.50	6.00	1.23
unico	3	Qsc50	173.05	39.00	1.41	3.70	3.70	2.89	1.48	1.48	3.87	4.39	8.89	6.00	1.15
unico	2	Qsc50	161.45	39.00	1.29	3.69	3.69	2.76	1.47	1.47	3.76	4.42	8.82	6.00	1.17
unico	1.8	Qsc50	132.05	39.00	1.00	3.40	3.40	2.46	1.46	1.46	3.47	4.45	8.76	6.00	1.18
unico	1.7	Qsc50	131.95	39.00	1.00	6.07	6.07	2.45	1.46	1.46	3.47	4.45	8.76	6.00	1.18
unico	1.4	Qsc50	126.85	39.00	0.94	6.07	6.07	2.40	1.46	1.46	3.41	4.45	8.76	6.00	1.18
unico	1.2	Qsc50	121.65	39.00	0.89	6.07	6.07	2.35	1.46	1.46	3.36	4.45	8.77	6.00	1.18
unico	1.1	Qsc50	121.55	39.00	0.89	3.06	3.06	2.35	1.46	1.46	3.36	4.45	8.77	6.00	1.18
unico	1.09	Qsc50	109.65	39.00	0.77	2.91	2.91	2.24	1.46	1.46	3.24	4.44	8.78	6.00	1.17
unico	1.08	Qsc50	91.85	39.00	0.59	2.69	2.69	2.05	1.46	1.46	3.07	4.46	8.74	6.00	1.18

HEC-RAS Plan: LOTTO2-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Qsc50 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	1.05	Qsc50	79.05	39.00	0.47	2.75	2.75	1.93	1.46	1.46	2.94	4.45	8.76	6.00	1.18
unico	1	Qsc50	69.30	39.00	0.37	2.78	2.78	1.83	1.46	1.46	2.84	4.45	8.76	6.00	1.18
unico	0.9	Qsc50	53.10	39.00	0.21	2.84	2.84	1.33	1.13	1.13	2.62	5.02	7.77	6.90	1.51
unico	0.8	Qsc50	53.00	39.00	0.21	2.30	2.30	1.33	1.13	1.13	2.62	5.02	7.77	6.90	1.51
unico	0.7	Qsc50	43.00	39.00	0.11	2.30	2.30	1.05	0.95	0.95	2.44	5.22	7.48	7.90	1.71
unico	0.6	Qsc50	32.50	39.00	0.00	2.30	2.30	1.00	1.00	1.00	2.21	4.86	8.03	8.00	1.55
unico	0.5	Qsc50	32.40	39.00	0.00	2.85	2.85	1.00	1.00	1.00	2.21	4.86	8.03	8.00	1.55
unico	0.4	Qsc50	25.00	39.00	-0.07	2.85	2.85	0.98	1.06	1.06	2.07	4.61	8.45	8.00	1.43
unico	0.3	Qsc50	15.50	39.00	-0.17	2.85	2.85	1.56	1.73	1.73	1.97	2.82	13.83	8.00	0.68
unico	0.2	Qsc50	12.00	39.00	-0.20	3.15	3.15	1.56	1.76	1.76	1.95	2.77	14.08	8.00	0.67
unico	0.1	Qsc50		39.00	-0.32	1.80	1.60	1.18	1.50	1.38	1.87	3.70	10.55	7.66	1.01

San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

HEC-RAS Plan: LOTTO2-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Qsc100

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	16.1	Qsc100	456.57	55.00	6.90	9.90	11.60	9.27	2.37	2.08	10.07	3.95	13.91	6.68	0.87
unico	16	Qsc100	455.57	55.00	6.90	9.90	11.60	9.06	2.16	1.95	10.04	4.39	12.52	6.41	1.00
unico	15.9	Qsc100	455.47	55.00	6.00	9.90	11.60	9.40	3.40	2.89	9.79	2.77	19.83	6.85	0.52
unico	15.5	Qsc100	443.57	55.00	6.00	9.80	10.74	9.39	3.39	3.23	9.75	2.67	20.62	6.38	0.47
unico	15.1	Qsc100	430.67	55.00	6.00	9.70	10.00	9.36	3.36	3.22	9.72	2.66	20.70	6.43	0.47
unico	15	Qsc100	430.57	55.00	6.66	9.70	10.00	8.85	2.19	2.13	9.68	4.04	13.62	6.39	0.88
unico	14.9	Qsc100	430.07	55.00	6.66	9.70	10.00	8.67	2.01	1.96	9.66	4.40	12.49	6.38	1.01
unico	14	Qsc100	414.19	55.00	6.48	9.74	9.67	8.27	1.79	1.75	9.47	4.85	11.34	6.47	1.17
unico	13.5	Qsc100	408.36	55.00	6.38	9.07	9.04	8.15	1.77	1.75	9.39	4.93	11.15	6.37	1.19
unico	13	Qsc100	401.36	55.00	6.24	9.04	9.08	7.82	1.58	1.58	9.27	5.32	10.33	6.54	1.35
unico	12.9	Qsc100	388.19	55.00	6.00	9.15	9.15	7.64	1.64	1.60	9.06	5.28	10.41	6.49	1.33
unico	12.5	Qsc100	378.79	55.00	5.80	8.66	9.00	7.65	1.85	1.85	8.90	4.94	11.13	6.01	1.16
unico	12	Qsc100	352.95	55.00	5.56	7.52	9.00	7.61	2.05	2.05	8.63	4.48	12.28	6.01	1.00
unico	11	Qsc100	341.55	55.00	5.28	7.15	9.00	7.00	1.72	1.72	8.45	5.32	10.33	6.00	1.30
unico	10.6	Qsc100	341.45	55.00	4.01	7.15	9.00	5.45	1.44	1.22	8.30	7.48	7.35	6.00	2.16
unico	10	Qsc100	332.35	55.00	3.78	6.66	8.25	5.32	1.54	1.29	7.89	7.09	7.75	6.00	1.99
unico	9.9	Qsc100	330.35	55.00	3.73	6.66	6.52	4.96	1.23	1.23	7.79	7.46	7.38	6.00	2.15
unico	9	Qsc100	321.55	55.00	3.51	7.49	6.25	4.76	1.25	1.25	7.49	7.31	7.53	6.02	2.09
unico	8.9	Qsc100	321.45	55.00	3.51	7.49	6.25	4.76	1.25	1.25	7.48	7.31	7.52	6.02	2.09
unico	8	Qsc100	311.55	55.00	3.26	7.30	5.66	4.54	1.28	1.28	7.16	7.17	7.67	6.00	2.03
unico	7	Qsc100	302.85	55.00	3.04	7.11	5.44	4.34	1.29	1.29	6.90	7.09	7.76	6.00	1.99
unico	6	Qsc100	290.85	55.00	2.74	5.54	5.14	4.05	1.31	1.31	6.55	7.00	7.86	6.00	1.95
unico	5.9	Qsc100	280.35	55.00	2.48	5.77	4.90	3.80	1.32	1.32	6.26	6.95	7.92	6.00	1.93
unico	5	Qsc100	280.25	55.00	2.48	4.90	4.90	3.80	1.32	1.32	6.26	6.95	7.92	6.00	1.93
unico	4.9831*	Qsc100	279.26	55.00	2.47	4.89	4.89	3.80	1.33	1.33	6.22	6.89	7.98	6.00	1.91
unico	4.9661*	Qsc100	278.28	55.00	2.46	4.88	4.88	3.80	1.34	1.34	6.19	6.84	8.04	6.00	1.89
unico	4.9492*	Qsc100	277.30	55.00	2.45	4.87	4.87	3.80	1.35	1.35	6.16	6.80	8.08	6.00	1.87
unico	4.9322*	Qsc100	276.31	55.00	2.44	4.86	4.86	3.79	1.35	1.35	6.13	6.77	8.13	6.00	1.86
unico	4.9153*	Qsc100	275.33	55.00	2.43	4.85	4.85	3.79	1.36	1.36	6.10	6.73	8.18	6.00	1.84
unico	4.8983*	Qsc100	274.35	55.00	2.42	4.84	4.84	3.79	1.37	1.37	6.06	6.67	8.24	6.00	1.82
unico	4.8814*	Qsc100	273.36	55.00	2.41	4.83	4.83	3.79	1.38	1.38	6.04	6.64	8.29	6.00	1.80
unico	4.8644*	Qsc100	272.38	55.00	2.40	4.82	4.82	3.79	1.39	1.39	6.01	6.60	8.33	6.00	1.79
unico	4.8475*	Qsc100	271.40	55.00	2.39	4.81	4.81	3.79	1.40	1.40	5.98	6.56	8.38	6.00	1.77
unico	4.8305*	Qsc100	270.42	55.00	2.38	4.80	4.80	3.78	1.40	1.40	5.96	6.53	8.43	6.00	1.76
unico	4.8136*	Qsc100	269.43	55.00	2.37	4.79	4.79	3.78	1.41	1.41	5.93	6.49	8.47	6.00	1.74
unico	4.7966*	Qsc100	268.45	55.00	2.36	4.78	4.78	3.78	1.42	1.42	5.90	6.45	8.52	6.00	1.73
unico	4.7797*	Qsc100	267.47	55.00	2.35	4.77	4.77	3.78	1.43	1.43	5.88	6.42	8.57	6.00	1.72
unico	4.7627*	Qsc100	266.48	55.00	2.34	4.76	4.76	3.78	1.44	1.44	5.86	6.39	8.61	6.00	1.70
unico	4.7458*	Qsc100	265.50	55.00	2.33	4.75	4.75	3.77	1.44	1.44	5.83	6.35	8.66	6.00	1.69
unico	4.7288*	Qsc100	264.52	55.00	2.32	4.74	4.74	3.77	1.45	1.45	5.81	6.32	8.71	6.00	1.67
unico	4.7119*	Qsc100	263.53	55.00	2.31	4.73	4.73	3.77	1.46	1.46	5.78	6.28	8.75	6.00	1.66
unico	4.6949*	Qsc100	262.55	55.00	2.30	4.72	4.72	3.77	1.47	1.47	5.76	6.25	8.80	6.00	1.65
unico	4.6780*	Qsc100	261.57	55.00	2.29	4.71	4.71	3.77	1.47	1.47	5.74	6.22	8.85	6.00	1.63
unico	4.6610*	Qsc100	260.59	55.00	2.28	4.70	4.70	3.76	1.48	1.48	5.71	6.18	8.89	6.00	1.62
unico	4.6441*	Qsc100	259.60	55.00	2.27	4.69	4.69	3.76	1.49	1.49	5.69	6.15	8.94	6.00	1.61
unico	4.6271*	Qsc100	258.62	55.00	2.26	4.68	4.68	3.76	1.50	1.50	5.67	6.12	8.98	6.00	1.60
unico	4.6102*	Qsc100	257.64	55.00	2.25	4.67	4.67	3.76	1.50	1.50	5.65	6.09	9.03	6.00	1.59

HEC-RAS Plan: LOTTO2-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Qsc100 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	4.5932*	Qsc100	256.65	55.00	2.24	4.66	4.66	3.76	1.51	1.51	5.63	6.06	9.08	6.00	1.57
unico	4.5763*	Qsc100	255.67	55.00	2.23	4.65	4.65	3.75	1.52	1.52	5.61	6.03	9.12	6.00	1.56
unico	4.5593*	Qsc100	254.69	55.00	2.22	4.64	4.64	3.75	1.53	1.53	5.59	6.00	9.17	6.00	1.55
unico	4.5424*	Qsc100	253.71	55.00	2.21	4.63	4.63	3.75	1.54	1.54	5.57	5.97	9.21	6.00	1.54
unico	4.5254*	Qsc100	252.72	55.00	2.20	4.61	4.61	3.75	1.54	1.54	5.55	5.94	9.26	6.00	1.53
unico	4.5085*	Qsc100	251.74	55.00	2.19	4.60	4.60	3.74	1.55	1.55	5.53	5.91	9.30	6.00	1.52
unico	4.4915*	Qsc100	250.76	55.00	2.18	4.59	4.59	3.74	1.56	1.56	5.51	5.88	9.35	6.00	1.50
unico	4.4746*	Qsc100	249.77	55.00	2.17	4.59	4.59	3.74	1.57	1.57	5.49	5.85	9.40	6.00	1.49
unico	4.4576*	Qsc100	248.79	55.00	2.16	4.58	4.58	3.74	1.57	1.57	5.47	5.83	9.44	6.00	1.48
unico	4.4407*	Qsc100	247.81	55.00	2.15	4.56	4.56	3.73	1.58	1.58	5.45	5.80	9.48	6.00	1.47
unico	4.4237*	Qsc100	246.82	55.00	2.14	4.55	4.55	3.73	1.59	1.59	5.43	5.77	9.52	6.00	1.46
unico	4.4068*	Qsc100	245.84	55.00	2.13	4.54	4.54	3.73	1.59	1.59	5.41	5.75	9.57	6.00	1.45
unico	4.3898*	Qsc100	244.86	55.00	2.13	4.53	4.53	3.73	1.60	1.60	5.39	5.72	9.62	6.00	1.44
unico	4.3729*	Qsc100	243.88	55.00	2.12	4.52	4.52	3.73	1.61	1.61	5.38	5.69	9.66	6.00	1.43
unico	4.3559*	Qsc100	242.89	55.00	2.10	4.51	4.51	3.72	1.61	1.61	5.36	5.68	9.68	6.00	1.43
unico	4.3390*	Qsc100	241.91	55.00	2.09	4.50	4.50	3.71	1.62	1.62	5.35	5.67	9.70	6.00	1.42
unico	4.3220*	Qsc100	240.93	55.00	2.09	4.49	4.49	3.71	1.62	1.62	5.33	5.64	9.75	6.00	1.41
unico	4.3051*	Qsc100	239.94	55.00	2.08	4.48	4.48	3.70	1.63	1.63	5.32	5.63	9.77	6.00	1.41
unico	4.2881*	Qsc100	238.96	55.00	2.07	4.47	4.47	3.70	1.64	1.64	5.30	5.60	9.82	6.00	1.40
unico	4.2712*	Qsc100	237.98	55.00	2.06	4.46	4.46	3.70	1.64	1.64	5.29	5.59	9.84	6.00	1.39
unico	4.2542*	Qsc100	236.99	55.00	2.05	4.45	4.45	3.69	1.64	1.64	5.28	5.58	9.86	6.00	1.39
unico	4.2373*	Qsc100	236.01	55.00	2.04	4.44	4.44	3.68	1.65	1.65	5.26	5.57	9.88	6.00	1.39
unico	4.2203*	Qsc100	235.03	55.00	2.03	4.43	4.43	3.68	1.65	1.65	5.25	5.56	9.90	6.00	1.38
unico	4.2034*	Qsc100	234.05	55.00	2.02	4.42	4.42	3.67	1.65	1.65	5.24	5.55	9.91	6.00	1.38
unico	4.1864*	Qsc100	233.06	55.00	2.01	4.41	4.41	3.67	1.66	1.66	5.22	5.52	9.97	6.00	1.37
unico	4.1695*	Qsc100	232.08	55.00	2.00	4.40	4.40	3.66	1.66	1.66	5.21	5.51	9.98	6.00	1.36
unico	4.1525*	Qsc100	231.10	55.00	1.99	4.39	4.39	3.65	1.67	1.67	5.20	5.50	10.00	6.00	1.36
unico	4.1356*	Qsc100	230.11	55.00	1.98	4.38	4.38	3.65	1.67	1.67	5.18	5.49	10.02	6.00	1.36
unico	4.1186*	Qsc100	229.13	55.00	1.97	4.37	4.37	3.64	1.67	1.67	5.17	5.49	10.02	6.00	1.36
unico	4.1017*	Qsc100	228.15	55.00	1.96	4.36	4.36	3.63	1.67	1.67	5.16	5.48	10.04	6.00	1.35
unico	4.0847*	Qsc100	227.17	55.00	1.95	4.35	4.35	3.62	1.68	1.68	5.15	5.47	10.06	6.00	1.35
unico	4.0678*	Qsc100	226.18	55.00	1.94	4.34	4.34	3.61	1.68	1.68	5.14	5.47	10.06	6.00	1.35
unico	4.0508*	Qsc100	225.20	55.00	1.93	4.33	4.33	3.60	1.68	1.68	5.13	5.47	10.06	6.00	1.35
unico	4.0339*	Qsc100	224.22	55.00	1.92	4.32	4.32	3.60	1.68	1.68	5.12	5.46	10.08	6.00	1.34
unico	4.0170*	Qsc100	223.23	55.00	1.91	4.31	4.31	3.59	1.68	1.68	5.11	5.46	10.08	6.00	1.34
unico	4	Qsc100	222.25	55.00	1.90	4.30	4.30	3.58	1.68	1.68	5.09	5.45	10.10	6.00	1.34
unico	3.9	Qsc100	222.15	46.50	1.90	4.30	4.30	3.17	1.28	1.28	5.06	6.08	7.65	6.00	1.72
unico	3.5	Qsc100	193.95	46.50	1.62	3.72	3.72	3.16	1.55	1.55	4.44	5.01	9.28	6.00	1.29
unico	3	Qsc100	173.05	46.50	1.41	3.70	3.70	3.16	1.75	1.75	4.16	4.42	10.52	6.00	1.07
unico	2	Qsc100	161.45	46.50	1.29	3.69	3.69	2.99	1.70	1.70	4.05	4.56	10.20	6.00	1.12
unico	1.8	Qsc100	132.05	46.50	1.00	3.40	3.40	2.65	1.66	1.66	3.77	4.68	9.94	6.00	1.16
unico	1.7	Qsc100	131.95	46.50	1.00	6.07	6.07	2.65	1.66	1.66	3.77	4.68	9.94	6.00	1.16
unico	1.4	Qsc100	126.85	46.50	0.94	6.07	6.07	2.60	1.66	1.66	3.72	4.68	9.95	6.00	1.16
unico	1.2	Qsc100	121.65	46.50	0.89	6.07	6.07	2.55	1.66	1.66	3.66	4.67	9.96	6.00	1.16
unico	1.1	Qsc100	121.55	46.50	0.89	3.06	3.06	2.55	1.66	1.66	3.66	4.67	9.95	6.00	1.16
unico	1.09	Qsc100	109.65	46.50	0.77	2.91	2.91	2.42	1.65	1.65	3.55	4.69	9.91	6.00	1.17
unico	1.08	Qsc100	91.85	46.50	0.59	2.69	2.69	2.24	1.64	1.64	3.37	4.71	9.87	6.00	1.17

HEC-RAS Plan: LOTTO2-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Qsc100 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	1.05	Qsc100	79.05	46.50	0.47	2.75	2.75	2.11	1.65	1.65	3.24	4.71	9.88	6.00	1.17
unico	1	Qsc100	69.30	46.50	0.37	2.78	2.78	2.02	1.65	1.65	3.14	4.71	9.88	6.00	1.17
unico	0.9	Qsc100	53.10	46.50	0.21	2.84	2.84	1.47	1.27	1.27	2.92	5.32	8.74	6.90	1.51
unico	0.8	Qsc100	53.00	46.50	0.21	2.30	2.30	1.47	1.27	1.27	2.92	5.32	8.74	6.90	1.51
unico	0.7	Qsc100	43.00	46.50	0.11	2.30	2.30	1.17	1.06	1.06	2.74	5.55	8.38	7.90	1.72
unico	0.6	Qsc100	32.50	46.50	0.00	2.30	2.30	1.12	1.12	1.12	2.50	5.21	8.92	8.00	1.58
unico	0.5	Qsc100	32.40	46.50	0.00	2.85	2.85	1.12	1.12	1.12	2.50	5.21	8.92	8.00	1.58
unico	0.4	Qsc100	25.00	46.50	-0.07	2.85	2.85	1.09	1.17	1.17	2.36	4.97	9.35	8.00	1.47
unico	0.3	Qsc100	15.50	46.50	-0.17	2.85	2.85	1.76	1.93	1.93	2.22	3.01	15.45	8.00	0.69
unico	0.2	Qsc100	12.00	46.50	-0.20	3.15	3.15	1.76	1.96	1.96	2.21	2.96	15.70	8.00	0.68
unico	0.1	Qsc100		46.50	-0.32	1.80	1.60	1.36	1.68	1.54	2.13	3.88	11.98	7.81	1.00

San-Rocco-Ceriale



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 1 m

HEC-RAS Plan: LOTTO2-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Qsc200

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	16.1	Qsc200	456.57	65.00	6.90	9.90	11.60	9.54	2.64	2.25	10.41	4.12	15.78	7.03	0.88
unico	16	Qsc200	455.57	65.00	6.90	9.90	11.60	9.32	2.42	2.11	10.38	4.57	14.24	6.74	1.00
unico	15.9	Qsc200	455.47	65.00	6.00	9.90	11.60	9.70	3.70	3.03	10.15	2.96	21.94	7.23	0.54
unico	15.5	Qsc200	443.57	65.00	6.00	9.80	10.74	9.68	3.68	3.51	10.11	2.89	22.48	6.40	0.49
unico	15.1	Qsc200	430.67	65.00	6.00	9.70	10.00	9.65	3.65	3.50	10.07	2.88	22.55	6.45	0.49
unico	15	Qsc200	430.57	65.00	6.66	9.70	10.00	9.09	2.43	2.37	10.02	4.28	15.20	6.41	0.89
unico	14.9	Qsc200	430.07	65.00	6.66	9.70	10.00	8.90	2.24	2.19	10.00	4.64	14.00	6.40	1.00
unico	14	Qsc200	414.19	65.00	6.48	9.74	9.67	8.48	2.00	1.96	9.81	5.10	12.74	6.48	1.16
unico	13.5	Qsc200	408.36	65.00	6.38	9.07	9.04	8.37	1.99	1.97	9.74	5.17	12.57	6.39	1.18
unico	13	Qsc200	401.36	65.00	6.24	9.04	9.08	8.02	1.78	1.78	9.61	5.59	11.63	6.54	1.34
unico	12.9	Qsc200	388.19	65.00	6.00	9.15	9.15	7.84	1.84	1.80	9.41	5.55	11.72	6.52	1.32
unico	12.5	Qsc200	378.79	65.00	5.80	8.66	9.00	8.20	2.40	2.40	9.24	4.51	14.42	6.01	0.93
unico	12	Qsc200	352.95	65.00	5.56	7.52	9.00	7.85	2.29	2.29	8.99	4.73	13.73	6.01	1.00
unico	11	Qsc200	341.55	65.00	5.28	7.15	9.00	7.22	1.94	1.94	8.81	5.57	11.67	6.01	1.28
unico	10.6	Qsc200	341.45	65.00	4.01	7.15	9.00	5.63	1.62	1.40	8.66	7.71	8.43	6.00	2.08
unico	10	Qsc200	332.35	65.00	3.78	6.66	8.25	5.50	1.72	1.47	8.26	7.36	8.83	6.00	1.94
unico	9.9	Qsc200	330.35	65.00	3.73	6.66	6.52	5.13	1.40	1.40	8.18	7.72	8.41	6.00	2.08
unico	9	Qsc200	321.55	65.00	3.51	7.49	6.25	4.93	1.42	1.42	7.89	7.61	8.54	6.03	2.04
unico	8.9	Qsc200	321.45	65.00	3.51	7.49	6.25	4.93	1.42	1.42	7.88	7.61	8.54	6.03	2.04
unico	8	Qsc200	311.55	65.00	3.26	7.30	5.66	4.71	1.44	1.44	7.57	7.50	8.67	6.00	1.99
unico	7	Qsc200	302.85	65.00	3.04	7.11	5.44	4.50	1.46	1.46	7.31	7.43	8.75	6.00	1.96
unico	6	Qsc200	290.85	65.00	2.74	5.54	5.14	4.22	1.47	1.47	6.97	7.36	8.84	6.00	1.94
unico	5.9	Qsc200	280.35	65.00	2.48	5.77	4.90	3.96	1.48	1.48	6.69	7.32	8.88	6.00	1.92
unico	5	Qsc200	280.25	65.00	2.48	4.90	4.90	3.96	1.48	1.48	6.69	7.32	8.88	6.00	1.92
unico	4.9831*	Qsc200	279.26	65.00	2.47	4.89	4.89	3.96	1.49	1.49	6.65	7.27	8.94	6.00	1.90
unico	4.9661*	Qsc200	278.28	65.00	2.46	4.88	4.88	3.96	1.50	1.50	6.62	7.22	9.00	6.00	1.88
unico	4.9492*	Qsc200	277.30	65.00	2.45	4.87	4.87	3.96	1.51	1.51	6.58	7.17	9.06	6.00	1.86
unico	4.9322*	Qsc200	276.31	65.00	2.44	4.86	4.86	3.96	1.52	1.52	6.55	7.13	9.11	6.00	1.85
unico	4.9153*	Qsc200	275.33	65.00	2.43	4.85	4.85	3.96	1.53	1.53	6.52	7.10	9.16	6.00	1.83
unico	4.8983*	Qsc200	274.35	65.00	2.42	4.84	4.84	3.96	1.54	1.54	6.49	7.05	9.22	6.00	1.82
unico	4.8814*	Qsc200	273.36	65.00	2.41	4.83	4.83	3.96	1.55	1.55	6.46	7.01	9.27	6.00	1.80
unico	4.8644*	Qsc200	272.38	65.00	2.40	4.82	4.82	3.95	1.55	1.55	6.43	6.98	9.32	6.00	1.79
unico	4.8475*	Qsc200	271.40	65.00	2.39	4.81	4.81	3.95	1.56	1.56	6.41	6.94	9.37	6.00	1.77
unico	4.8305*	Qsc200	270.42	65.00	2.38	4.80	4.80	3.95	1.57	1.57	6.38	6.91	9.41	6.00	1.76
unico	4.8136*	Qsc200	269.43	65.00	2.37	4.79	4.79	3.95	1.58	1.58	6.35	6.87	9.46	6.00	1.75
unico	4.7966*	Qsc200	268.45	65.00	2.36	4.78	4.78	3.95	1.59	1.59	6.33	6.83	9.51	6.00	1.73
unico	4.7797*	Qsc200	267.47	65.00	2.35	4.77	4.77	3.94	1.59	1.59	6.30	6.80	9.56	6.00	1.72
unico	4.7627*	Qsc200	266.48	65.00	2.34	4.76	4.76	3.94	1.60	1.60	6.28	6.77	9.61	6.00	1.71
unico	4.7458*	Qsc200	265.50	65.00	2.33	4.75	4.75	3.94	1.61	1.61	6.25	6.73	9.65	6.00	1.69
unico	4.7288*	Qsc200	264.52	65.00	2.32	4.74	4.74	3.94	1.62	1.62	6.23	6.70	9.70	6.00	1.68
unico	4.7119*	Qsc200	263.53	65.00	2.31	4.73	4.73	3.94	1.62	1.62	6.20	6.67	9.75	6.00	1.67
unico	4.6949*	Qsc200	262.55	65.00	2.30	4.72	4.72	3.93	1.63	1.63	6.18	6.63	9.80	6.00	1.66
unico	4.6780*	Qsc200	261.57	65.00	2.29	4.71	4.71	3.93	1.64	1.64	6.15	6.60	9.85	6.00	1.65
unico	4.6610*	Qsc200	260.59	65.00	2.28	4.70	4.70	3.93	1.65	1.65	6.13	6.57	9.89	6.00	1.63
unico	4.6441*	Qsc200	259.60	65.00	2.27	4.69	4.69	3.93	1.66	1.66	6.11	6.54	9.94	6.00	1.62
unico	4.6271*	Qsc200	258.62	65.00	2.26	4.68	4.68	3.93	1.66	1.66	6.09	6.51	9.99	6.00	1.61
unico	4.6102*	Qsc200	257.64	65.00	2.25	4.67	4.67	3.92	1.67	1.67	6.06	6.48	10.03	6.00	1.60

HEC-RAS Plan: LOTTO2-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Qsc200 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	4.5932*	Qsc200	256.65	65.00	2.24	4.66	4.66	3.92	1.68	1.68	6.04	6.44	10.09	6.00	1.59
unico	4.5763*	Qsc200	255.67	65.00	2.23	4.65	4.65	3.92	1.69	1.69	6.02	6.42	10.13	6.00	1.58
unico	4.5593*	Qsc200	254.69	65.00	2.22	4.64	4.64	3.92	1.70	1.70	6.00	6.39	10.18	6.00	1.57
unico	4.5424*	Qsc200	253.71	65.00	2.21	4.63	4.63	3.92	1.70	1.70	5.98	6.36	10.22	6.00	1.56
unico	4.5254*	Qsc200	252.72	65.00	2.20	4.61	4.61	3.91	1.71	1.71	5.96	6.33	10.27	6.00	1.54
unico	4.5085*	Qsc200	251.74	65.00	2.19	4.60	4.60	3.91	1.72	1.72	5.94	6.30	10.32	6.00	1.53
unico	4.4915*	Qsc200	250.76	65.00	2.18	4.59	4.59	3.91	1.73	1.73	5.92	6.27	10.37	6.00	1.52
unico	4.4746*	Qsc200	249.77	65.00	2.17	4.59	4.59	3.91	1.74	1.74	5.90	6.24	10.42	6.00	1.51
unico	4.4576*	Qsc200	248.79	65.00	2.16	4.58	4.58	3.91	1.74	1.74	5.88	6.21	10.46	6.00	1.50
unico	4.4407*	Qsc200	247.81	65.00	2.15	4.56	4.56	3.91	1.75	1.75	5.86	6.19	10.51	6.00	1.49
unico	4.4237*	Qsc200	246.82	65.00	2.14	4.55	4.55	3.90	1.76	1.76	5.84	6.16	10.55	6.00	1.48
unico	4.4068*	Qsc200	245.84	65.00	2.13	4.54	4.54	3.90	1.77	1.77	5.82	6.13	10.60	6.00	1.47
unico	4.3898*	Qsc200	244.86	65.00	2.13	4.53	4.53	3.90	1.78	1.77	5.80	6.10	10.65	6.00	1.46
unico	4.3729*	Qsc200	243.88	65.00	2.12	4.52	4.52	3.90	1.78	1.78	5.78	6.08	10.70	6.00	1.45
unico	4.3559*	Qsc200	242.89	65.00	2.10	4.51	4.51	3.89	1.79	1.79	5.76	6.05	10.74	6.00	1.44
unico	4.3390*	Qsc200	241.91	65.00	2.09	4.50	4.50	3.89	1.80	1.80	5.74	6.03	10.78	6.00	1.44
unico	4.3220*	Qsc200	240.93	65.00	2.09	4.49	4.49	3.89	1.81	1.80	5.73	6.00	10.83	6.00	1.43
unico	4.3051*	Qsc200	239.94	65.00	2.08	4.48	4.48	3.88	1.81	1.81	5.71	5.99	10.85	6.00	1.42
unico	4.2881*	Qsc200	238.96	65.00	2.07	4.47	4.47	3.88	1.82	1.82	5.69	5.96	10.91	6.00	1.41
unico	4.2712*	Qsc200	237.98	65.00	2.06	4.46	4.46	3.88	1.82	1.82	5.68	5.95	10.93	6.00	1.41
unico	4.2542*	Qsc200	236.99	65.00	2.05	4.45	4.45	3.87	1.83	1.83	5.66	5.92	10.97	6.00	1.40
unico	4.2373*	Qsc200	236.01	65.00	2.04	4.44	4.44	3.87	1.83	1.83	5.65	5.91	10.99	6.00	1.39
unico	4.2203*	Qsc200	235.03	65.00	2.03	4.43	4.43	3.86	1.84	1.84	5.64	5.90	11.01	6.00	1.39
unico	4.2034*	Qsc200	234.05	65.00	2.02	4.42	4.42	3.85	1.84	1.84	5.62	5.89	11.03	6.00	1.39
unico	4.1864*	Qsc200	233.06	65.00	2.01	4.41	4.41	3.86	1.85	1.85	5.61	5.86	11.09	6.00	1.38
unico	4.1695*	Qsc200	232.08	65.00	2.00	4.40	4.40	3.85	1.85	1.85	5.59	5.85	11.11	6.00	1.37
unico	4.1525*	Qsc200	231.10	65.00	1.99	4.39	4.39	3.84	1.85	1.85	5.58	5.84	11.13	6.00	1.37
unico	4.1356*	Qsc200	230.11	65.00	1.98	4.38	4.38	3.83	1.86	1.86	5.57	5.83	11.15	6.00	1.37
unico	4.1186*	Qsc200	229.13	65.00	1.97	4.37	4.37	3.83	1.86	1.86	5.56	5.82	11.17	6.00	1.36
unico	4.1017*	Qsc200	228.15	65.00	1.96	4.36	4.36	3.82	1.86	1.86	5.54	5.81	11.19	6.00	1.36
unico	4.0847*	Qsc200	227.17	65.00	1.95	4.35	4.35	3.82	1.87	1.87	5.53	5.79	11.23	6.00	1.35
unico	4.0678*	Qsc200	226.18	65.00	1.94	4.34	4.34	3.81	1.88	1.87	5.51	5.78	11.25	6.00	1.35
unico	4.0508*	Qsc200	225.20	65.00	1.93	4.33	4.33	3.81	1.88	1.88	5.50	5.77	11.27	6.00	1.34
unico	4.0339*	Qsc200	224.22	65.00	1.92	4.32	4.32	3.80	1.88	1.88	5.49	5.76	11.29	6.00	1.34
unico	4.0170*	Qsc200	223.23	65.00	1.91	4.31	4.31	3.79	1.88	1.88	5.48	5.76	11.29	6.00	1.34
unico	4	Qsc200	222.25	65.00	1.90	4.30	4.30	3.78	1.88	1.88	5.47	5.75	11.31	6.00	1.34
unico	3.9	Qsc200	222.15	54.00	1.90	4.30	4.30	3.29	1.39	1.39	5.42	6.47	8.35	6.00	1.75
unico	3.5	Qsc200	193.95	54.00	1.62	3.72	3.72	3.29	1.67	1.67	4.76	5.38	10.03	6.00	1.33
unico	3	Qsc200	173.05	54.00	1.41	3.70	3.70	3.31	1.91	1.91	4.45	4.72	11.44	6.00	1.09
unico	2	Qsc200	161.45	54.00	1.29	3.69	3.69	3.17	1.88	1.88	4.34	4.80	11.25	6.00	1.12
unico	1.8	Qsc200	132.05	54.00	1.00	3.40	3.40	2.83	1.84	1.84	4.06	4.90	11.03	6.00	1.15
unico	1.7	Qsc200	131.95	54.00	1.00	6.07	6.07	2.83	1.84	1.84	4.06	4.90	11.03	6.00	1.15
unico	1.4	Qsc200	126.85	54.00	0.94	6.07	6.07	2.78	1.84	1.84	4.00	4.89	11.04	6.00	1.15
unico	1.2	Qsc200	121.65	54.00	0.89	6.07	6.07	2.73	1.84	1.84	3.95	4.89	11.05	6.00	1.15
unico	1.1	Qsc200	121.55	54.00	0.89	3.06	3.06	2.73	1.84	1.84	3.95	4.89	11.05	6.00	1.15
unico	1.09	Qsc200	109.65	54.00	0.77	2.91	2.91	2.60	1.83	1.83	3.83	4.91	11.00	6.00	1.16
unico	1.08	Qsc200	91.85	54.00	0.59	2.69	2.69	2.42	1.83	1.83	3.66	4.93	10.96	6.00	1.16

HEC-RAS Plan: LOTTO2-DEF River: San-Rocco Reach: unico Profile: Qsc200 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
unico	1.05	Qsc200	79.05	54.00	0.47	2.75	2.75	2.29	1.83	1.83	3.53	4.92	10.97	6.00	1.16
unico	1	Qsc200	69.30	54.00	0.37	2.78	2.78	2.20	1.83	1.83	3.43	4.92	10.97	6.00	1.16
unico	0.9	Qsc200	53.10	54.00	0.21	2.84	2.84	1.61	1.40	1.40	3.20	5.59	9.66	6.90	1.51
unico	0.8	Qsc200	53.00	54.00	0.21	2.30	2.30	1.61	1.40	1.40	3.20	5.59	9.66	6.90	1.51
unico	0.7	Qsc200	43.00	54.00	0.11	2.30	2.30	1.28	1.17	1.17	3.02	5.84	9.24	7.90	1.72
unico	0.6	Qsc200	32.50	54.00	0.00	2.30	2.30	1.22	1.22	1.22	2.78	5.52	9.78	8.00	1.59
unico	0.5	Qsc200	32.40	54.00	0.00	2.85	2.85	1.22	1.22	1.22	2.78	5.52	9.78	8.00	1.59
unico	0.4	Qsc200	25.00	54.00	-0.07	2.85	2.85	1.20	1.28	1.28	2.63	5.29	10.21	8.00	1.49
unico	0.3	Qsc200	15.50	54.00	-0.17	2.85	2.85	1.95	2.12	2.12	2.47	3.19	16.95	8.00	0.70
unico	0.2	Qsc200	12.00	54.00	-0.20	3.15	3.15	1.95	2.15	2.15	2.45	3.14	17.19	8.00	0.68
unico	0.1	Qsc200		54.00	-0.32	1.80	1.60	1.53	1.85	1.68	2.37	4.05	13.32	7.94	1.00

APPENDICE 1

SOFTWARE DI CALCOLO HEC-RAS 6.0

Il software di calcolo *Hec-Ras 6.0* della US Army Corps of Engineers consente il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali e la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.,

La determinazione del profilo teorico è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard step method* che si basa sulla semplice equazione mono-dimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove H_1*[m]* ed H_2*[m]* sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato, h_f*[m]* sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde, mentre h_e*[m]* è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \cdot L$$

con j_f pendenza motrice nel tratto di lunghezza *L[m]*.

Il calcolo di j_f è effettuabile con diverse formulazioni, in funzione della pendenza motrice *J* in corrispondenza delle sezioni d'inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo del termine *J* nella singola sezione è effettuato mediante la:

$$J = \left[\frac{Q}{K}\right]^2$$

dove *Q[m³/s]* è la portata di calcolo e *K* (denominato *conveyance*) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove *A[m²]* l'area della sezione liquida, *R[m]* il raggio idraulico e *n[m$^{-1/3}$ s]* è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

Il valore del coefficiente n è determinato secondo la procedura sviluppata da Cowan selezionando le caratteristiche più rilevanti ai fini della quantificazione dell'indice di resistenza.

Il termine *he* dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e V_2 *[m/s]* sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro *n* di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Il programma consente la simulazione del deflusso attraverso ponti e tombinature (*bridge* and *culvert*) mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.).

La procedura di calcolo utilizzata consente di simulare il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalcamento dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

Per il deflusso a pelo libero il modello consente la scelta fra diversi metodi di calcolo quali il metodo del bilancio energetico (*Standard step method*), il metodo dei momenti (*Momentum Balance*), la formula di Yarnell per correnti lente.

Il funzionamento in pressione è simulato mediante la formulazione propria dell'efflusso da luce:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

dove *Q[m³/s]* è la portata defluita attraverso la luce di area *A[m²]*, *H[m]* è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e *C* è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

Il programma prevede la messa in pressione della struttura quando, secondo la scelta dell'utente, il carico totale o la quota del pelo libero risultano superiori alla quota dell'intradosso dell'impalcato.

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard:

$$Q = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

dove *Q[m³/s]* è la portata defluita sulla soglia di larghezza *L[m]* e *H[m]* è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e *C* è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

Nel caso di funzionamento combinato di moto in pressione con scavalcamento del ponte (stramazzo) l'entità delle portate stramazzanti e defluenti al di sotto dell'impalcato viene determinata attraverso una procedura iterativa combinando le equazioni che regolano i due fenomeni.

Il modello consente inoltre il calcolo del funzionamento in pressione di coperture, scatolari, tombinature e della portata esondata lungo le sponde nei tratti a cielo aperto quando il livello superi le quote di sommità arginale (*lateral structure*).

Nel rispetto dell'equazione di continuità il programma fornisce in quest'ultimo caso per ciascuna configurazione di portata imposta da monte l'entità delle portate esondate per ciascuno stramazzo laterale e la portata residua di valle, con i rispettivi livelli.

APPENDICE 2

STIMA DEL TRASPORTO SOLIDO MEDIO ANNUO

Per la stima del materiale solido che può essere eroso e trasportato dal corso d'acqua è stata utilizzata una metodologia di tipo empirico (metodo di "Gavrilovic"), basata su formulazioni caratterizzate da parametri geo-morfologici.

La formulazione del metodo "Gavrilovic" per la determinazione del trasporto solido si basa sulla seguente espressione che fornisce la quantità di materiale che può essere perduta dal bacino in un anno per erosione.

$$W = S \cdot h \cdot \pi \cdot (0.1 + T/10)^{0.5} \cdot \left[(m_1 + m_2 \cdot m_3)^3 \right]^{0.5} \quad [m^3/anno]$$

con:

S = superficie del bacino [km^2]
h = precipitazione media annua [mm]
T = temperatura media annua [°C]
m_1 = fattore uso suolo [-]
m_2 = fattore litologia superficie [-]
m_3 = fattore acclività bacino [-]

I tre fattori sono ricavabili dalle seguenti espressioni:

$$m_1 = (0.2 \cdot A + 0.5 \cdot B + 0.8 \cdot C + D)/S$$

con:

A = superficie coperta da boschi o frutteti [km^2]
B = superficie coperta da prati e pascoli [km^2]
C = superficie coperta da coltivi [km^2]
D = superficie priva di vegetazione [km^2];

$$m_2 = (1.6 \cdot J + 0.8 \cdot K + 0.3 \cdot L + 1.6 \cdot M)/S$$

con:

J = superficie con rocce incoerenti affioranti [km^2]
K = superficie con rocce pseudo o semi-coerenti affioranti [km^2]
L = superficie con rocce coerenti affioranti [km^2]
M = sviluppo delle faglie in km x 0.1 km [km^2];

$$m_3 = \theta + \sqrt{I}$$

dove θ fornisce un'indicazione del grado di dissesto morfologico del bacino ed è funzione del rapporto V/S con:

$$V = 0.2 \cdot N + 4.2 \cdot P + 4.9 \cdot Q + 2.25 \cdot R + 0.75 \cdot S_l + 2 \cdot U \quad [km^2]$$

con:

N = superficie con aree generalmente franose [km^2]
P = superficie con frane in rocce sciolte e pseudo / semi-coerenti [km^2]
Q = superficie con forme pseudo calanchive per tettonizzazione in rocce coerenti [km^2]

R = superficie con numerosi crolli [km^2];
S_1 = superficie con crolli diffusi [km^2]
U = superficie con valanghe (sviluppo in km x 0.1 km) [km^2].

Stimato *V*, il valore di θ si ricava dalla seguente tabella (per valori intermedi si procede per interpolazione lineare)

V/S	θ
0.0	0.00
0.5	0.20
2.0	0.40
4.0	0.60
6.0	0.80
7.0	0.90
7.5	0.95

Il fattore *I* esprime l'influenza dell'acclività del bacino ed è fornito dalla seguente relazione:

$$I = \left[\sum_{m=1}^{6} I_m \cdot i_m\right] / S$$

con:
I_1 = superficie con acclività fra 0-10% [km^2]
I_2 = superficie con acclività fra 10-20% [km^2]
I_3 = superficie con acclività fra 20-40% [km^2]
I_4 = superficie con acclività fra 40-60% [km^2]
I_5 = superficie con acclività fra 60-80% [km^2]
I_6 = superficie con acclività fra >80% [km^2]
i_1 = 0.05
i_2 = 0.15
i_3 = 0.30
i_4 = 0.50
i_5 = 0.70
i_6 = 2.00.

Determinata l'erodibilità del bacino, la quantità effettiva di materiale solido Q_s che transita attraverso la sezione di interesse è fornita dalla seguente espressione:

$$Q_s = 4 \cdot W \cdot (P \cdot H)^{0.5} / (L + 10)_{[m^3/anno]}$$

con:

P = perimetro del bacino [km]
H = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura [km]
L = lunghezza dell'asta principale [km].

Il trasporto solido avviene sia in sospensione che per trascinamento al fondo e generalmente il trasporto in sospensione è di un ordine di grandezza superiore al trasporto al fondo; tale rapporto tende ad aumentare per corsi d'acqua a regime torrentizio con pendenze del fondo elevate.

In prima approssimazione si può assumere che il materiale trasportato al fondo sia pari a circa il 10 % del trasporto solido totale Q_s.