

# COMUNE DI PORTO SAN GIORGIO

(Provincia di Fermo)



## RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Studio idrologico ed idraulico relativo al reticolo idrografico del Rio Petronilla ai fini della Valutazione di Compatibilità Idraulica del progetto di « Piano Particolareggiato di Recupero della porzione di un edificio sito in via Piemonte n. 5 nel Comune di Porto San Giorgio»



**STUDIO GEOLOGICO**  
*Consulenze  
Geologiche e Ambientali*

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448  
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezza postale.it

Porto San Giorgio, Marzo 2017

Dott. Geol. **Gianluca TESTAGUZZA**



Committenti : Sig.re FICIARA' Sara, Silvia e RUBICINI Alessandra

## Sommario

1. PREMESSA E METODOLOGIA DI STUDIO .....	2
2. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO .....	2
3. ANALISI STATISTICA DEI FENOMENI METEORICI .....	2
3.1 ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI.....	2
3.2 EQUAZIONE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA.....	3
3.3 CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA.....	5
4. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA – "Rio Valloscura" .....	6
5 ELABORAZIONE SERIE PLUVIOMETRICA METODO DI GUMBEL.....	6
6. INDIVIDUAZIONE DEI LIVELLI IDRICI .....	10
6.1 PREMESSA.....	10
6.2 MODELLO IDRAULICO ADOTTATO.....	10
6.3 MOTO PERMANENTE.....	10
6.4 CONDIZIONI A CONTORNO MOTO PERMANENTE.....	11
7 SCABREZZA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO .....	11
8 ELABORAZIONI ANALITICHE E GRAFICHE.....	11
9 VALUTAZIONI CONCLUSIVE SULLO STUDIO IDRAULICO.....	12

## Allegati

*Corografia – Individuazione bacino idrografico superficiale*

*Planimetria d'intervento – Individuazione sezioni di verifica*

*Sezioni di rilievo con risultati delle verifiche idrauliche Tr200 e Tr100*

*Documentazione fotografica*

## **1. PREMESSA E METODOLOGIA DI STUDIO**

Il presente lavoro scaturisce dalla necessità di valutare la dinamica del Fosso Valloscura in Porto San Giorgio (FM) e dare risposta circa il grado di rischio esistente sulle aree limitrofe il corso d'acqua nei punti ritenuti maggiormente critici. Inoltre, si darà indicazione sui possibili interventi di risanamento al fine di scongiurare pericoli di esondazione.

In tale ottica ed in linea anche con quanto richiesto dalla Delibera di Giunta Regionale n. 53 del 27/1/2014 in relazione alle verifiche idrauliche dei corsi d'acqua, per conoscere le problematiche idrauliche del sito in studio, il lavoro è stato condotto secondo la seguente metodologia:

- Caratterizzazione del bacino idrografico di competenza;
- determinazione delle portate di piena con Tr 10, 20, 30, 100, 200 e 500;
- valutazione delle perdite idrologiche in relazione alle caratteristiche di permeabilità e di urbanizzazione ed uso del territorio;
- caratterizzazione della geometria dell'alveo attraverso planimetria topografica in scala 1:25.000;
- caratterizzazione della geometria dell'alveo attraverso planimetria topografica in scala 1:1.000 e sezioni trasversali in scala adeguata;
- adozione dei parametri di scabrezza più idonei ed in accordo con le caratteristiche dell'alveo considerato;
- verifiche idrauliche sulle sezioni trasversali rilevate;
- determinazione dei profili di piena (moto permanente) relativi alle portate di progetto;
- valutazione del rischio idraulico.

La base topografica su cui si è redatto il presente studio idraulico è stata fornita dal Comune di Porto San Giorgio che dispone di tutti i rilievi del Fosso in esame.

## **2. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO**

Per la determinazione delle portate di progetto, cui noi faremo riferimento per le verifiche idrauliche, sono stati utilizzati i dati di precipitazione della stazione pluviografica "Ascoli Piceno", ritenuti rappresentativi degli eventi meteorici del sito.

## **3. ANALISI STATISTICA DEI FENOMENI METEORICI**

### ***3.1 ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI***

I dati di input utilizzati per il calcolo dell'altezza di pioggia e della corrispondente portata di piena provengono dagli Annali Idrologici, bacino del Fiume Ete Vivo, stazione pluviografica di Fermo, per un intervallo di tempo che va dal 1964 al 2013.

Per effettuare la verifica idraulica delle sezioni del Fosso risulta necessario stimare la portata massima e la capacità di smaltimento delle acque in caso di piene e di eventi meteorici straordinari.

Per eseguire l'elaborazione statistica delle altezze di precipitazione, registrate nella stazione pluviografica di Fermo, sono stati raccolti i dati relativi alle precipitazioni di massima intensità, reperiti negli Annali Idrologici.

Una volta raccolti i dati viene scelta la distribuzione statistica che meglio si presta ad interpretarli: per gli eventi di massima intensità si utilizza la distribuzione di Gumbel.

Determinata la legge delle possibilità climatiche per il Tempo di Ritorno (Tr) voluto, si passa al calcolo delle portate di piena attraverso il metodo razionale o del ritardo di corrivazione ed attraverso metodi quali quelli del Giandotti, del Turazza e del Forti.

Il Forti, pur non essendo propriamente indicato per bacini della nostra zona, ha costituito un termine di confronto per la valutazione della situazione più critica e fornendo valori di portata superiore può, in un certo senso, ritenersi più cautelativo.

Infine si procederà alle verifiche delle sezioni per l'ipotesi di profili di moto uniforme e permanente.

### **3.2 EQUAZIONE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA**

Estratta dagli Annali Idrologici l'intera serie degli eventi estremi osservati relativi alle precipitazioni di massima intensità, si è proceduto alla elaborazione dei dati per dedurre l'equazione di possibilità pluviometrica.

L'elaborazione si è svolta direttamente sui valori osservati per le durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore, che sono stati ordinati, per le varie durate, in senso crescente ottenendo una matrice con un numero di colonne pari a quello delle durate ed un numero di righe pari a quello degli anni di osservazione.

Se si rappresentano nel piano (h, t) gli elementi dell'ultima riga della matrice, unendo i punti così definiti, si ha una spezzata che può essere interpolata con una curva definibile a mezzo di un'equazione del tipo:

$h = at^n$ , questa rappresenta l'equazione che interpreta meglio i massimi valori osservati.

La curva così definita fornisce, per ogni durata t, il massimo valore di h registrato nel periodo esaminato, il quale può essere ritenuto rappresentativo di un evento abbastanza raro quando la serie di valori elaborati sia estesa a sufficienza come nel caso in esame (47 anni senza considerare le lacune). Il caso si definisce, secondo una classica definizione, il primo caso critico.

Le equazioni dei casi critici, pur fornendo informazioni d'interesse sul carattere degli eventi, non danno modo di marcare in forma esplicita ogni evento col valore della sua frequenza probabile: cioè non consentono di valutare quale sia la ricorrenza media del suo verificarsi.

Si è pertanto indagato in modo più accurato su questo aspetto, determinando il periodo di anni (tempo di ritorno Tr) inteso come il numero di anni in cui un determinato evento è, mediamente, eguagliato o superato.

Disponendo di una lunga serie di osservazioni, i metodi statistico – probabilistici, con appropriate elaborazione dei dati disponibili, consentono di allargare il campo delle previsioni oltre il periodo di

osservazione, con un'attendibilità che però va riducendosi all'aumentare del periodo di ritorno, in rapporto specialmente all'estensione del periodo di osservazione.

Fra i metodi disponibili in letteratura si è utilizzato il metodo di Gumbel, che gode di un largo credito.

Individuata la serie di eventi estremi si è applicata la seguente descrizione statistica:

$$X(T_r) = \bar{X} + FS_X \quad (1)$$

essendo

$X(T_r)$  il valore dell'evento caratterizzato da un periodo di ritorno  $T_r$ , ossia l'evento che viene eguagliato o superato, mediamente, ogni  $T_r$  anni;

$\bar{X}$  il valore medio degli eventi considerati;

$F$  il fattore di frequenza;

$S_X$  lo scarto quadratico medio della variabile in esame.

Una tra le più usate distribuzioni di probabilità dei valori estremi è la distribuzione doppio esponenziale, detta appunto di Gumbel, la quale assegna ad  $F$  l'espressione:

$$F = \frac{Y(T_r) - \bar{Y}_N}{S_N} \quad (2)$$

essendo la grandezza  $Y(T_r)$ , funzione di  $T_r$ , la cosiddetta variabile ridotta, mentre  $\bar{Y}_N$  e  $S_N$  rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta, funzioni del numero  $N$  di osservazioni. Operando la sostituzione di  $F$  nella (3.1) si ha:

$$X(T_r) = \bar{X} - \bar{Y}_N \frac{S_X}{S_N} + Y(T_r) \frac{S_X}{S_N} \quad (3)$$

La quantità  $\bar{X} - \bar{Y}_N \frac{S_X}{S_N}$  è la moda della distribuzione e rappresenta il valore di massima frequenza probabile.

Per la legge di Gumbel il legame tra la variabile ridotta  $Y(T_r)$  e il tempo di ritorno  $T_r$  è:

$$Y(T_r) = -\log(-\log(1 - \frac{1}{T_r})) \quad (4)$$

Determinati i parametri della distribuzione  $u$  ed  $a'$  per una serie di  $N$  eventi massimi, è immediato tramite la (3) e la (4) fissato un qualsiasi valore per il tempo di ritorno determinare l'evento ad esso corrispondente. L'applicazione al caso in esame ha reso possibile considerare le precipitazioni di durata oraria.

Per i periodi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 200 anni si è provveduto, poi, a calcolare l'equazione di possibilità pluviometrica mediante interpolazione su carta bilogarithmica.

### 3.3 CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA

L'entità dei bacini idrografici in esame rende opportuno l'impiego del metodo cinematico o del ritardo di corrivazione (D.Turazza, 1880).

L'obiettivo principale è stato quello di cogliere gli aspetti essenziali del processo di formazione dei deflussi ed il metodo utilizzato si presta molto bene ad essere applicato a bacini scolanti di relativamente limitata entità.

Se in un bacino di superficie  $S$  cade, per una durata  $t$ , una precipitazione d'altezza  $h$ , solo una frazione  $\phi$  del volume meteorico  $Sh$  risulta efficace agli effetti del deflusso, perdendosi per varie ragioni (evaporazione, filtrazione nel terreno, ecc.) la frazione  $1 - \phi$ .

Il termine  $\phi$ , detto coefficiente di deflusso, esprime, per un dato bacino idrografico, e in un definito intervallo di tempo, il rapporto tra il volume di precipitazione efficace agli effetti del deflusso ed il volume meteorico totale; esso è pertanto un coefficiente di rendimento sempre inferiore all'unità.

Per il calcolo della portata massima si è considerata una durata  $t$  pari al tempo di corrivazione  $\tau$  e si è applicata la seguente formulazione:

$$Q_{\max} = \phi \frac{10^6 Sh}{3600\tau} \quad [\text{m}^3/\text{sec}] \quad (4.1)$$

dove  $\tau$  è dato da:

$$\tau = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H - Z}} \quad [\text{ore}] \quad (4.2)$$

dove:

$S$  è l'area del bacino (Kmq);

$L$  è la lunghezza dell'asta principale(Km);

$H$  è l'altitudine media del bacino (m s.l.m.);

$Z$  è l'altitudine della sezione di riferimento o di chiusura (m s.l.m.).

Sulla base delle caratteristiche morfometriche di ogni singolo bacino si è proceduto al calcolo del tempo di corrivazione  $\tau$  in ore ed al calcolo delle portate corrispondenti ai diversi tempi di ritorno, dopo aver ragguagliato il coefficiente di deflusso  $\phi$  attraverso la seguente formula, che dà il coefficiente medio

$$\bar{\phi} = \sum_i \frac{S_i \phi_i}{S}$$

ponderale

Il **Metodo Razionale** in base ai dati pluviometrici, alle caratteristiche geometriche e geologiche del bacino, consente una stima dell'acqua raccolta nell'asta in funzione di un determinato evento meteorico. Il metodo si basa sull'assunzione che la portata massima del bacino si ha quando la durata della precipitazione è pari al tempo di corrivazione ovvero al tempo che la particella di pioggia impiega per giungere dai punti più lontani del bacino alla sezione considerata.

#### 4. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA – “Rio Valloscura”

Il bacino idrografico totale del corso d’acqua ha una superficie pari a 9,28 Km<sup>2</sup> e la lunghezza dell’asta fluviale principale è di 8,80 Km. La quota topografica media è stata stimata in 118 m. s.l.m., mentre la quota topografica media sulla sezione di chiusura può essere valutata in zero m. s.l.m..

<b>Parametri bacino imbrifero</b>		
<b>A (km<sup>2</sup>)</b>	Area di bacino sottesa alla sezione di calcolo	<b>9,28</b>
<b>L (km)</b>	Estensione del percorso che deve compiere la particella d'acqua per raggiungere la sez. suddetta	<b>8,80</b>
<b>Hm (m. slm)</b>	Quota media del bacino	<b>118</b>
<b>H0 (m. slm)</b>	Quota sezione di chiusura	<b>0</b>

#### 5 ELABORAZIONE SERIE PLUVIOMETRICA METODO DI GUMBEL

Di seguito vengono riportati i dati pluviometrici provenienti dalla stazione pluviografica di Fermo, secondo una serie numerica composta da 47 elementi.

Stazione idrografica di: Fermo					
Bacino: Ete Vivo					
Piogge orarie					
Anno	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1964	19.4	20.2	21.4	31.2	42.0
1965	13.6	17.6	21.2	34.0	49.0
1966	30.0	55.6	75.0	99.8	106.4
1967	27.6	49.4	52.2	54.6	56.8
1968	14.6	34.8	39.4	41.0	59.8
1969	32.2	46.6	64.2	65.8	104.0
1970	29.6	45.0	62.8	65.0	65.8
1971	40.0	43.6	53.8	57.8	60.6
1972	40.0	40.0	59.6	81.2	83.2
1973	15.4	26.4	34.2	45.0	64.0
1974	22.8	38.2	45.0	45.0	50.6
1975	22.0	23.0	37.0	52.8	55.6
1976	34.0	42.4	43.4	60.0	93.2
1977	29.2	50.0	52.6	52.6	53.4
1978	17.2	33.6	48.2	71.6	95.4
1979	19.0	28.4	35.4	40.4	47.6
1980	25.4	33.4	49.4	50.2	50.2
1981	26.0	32.0	34.6	42.4	48.4
1982	17.0	26.0	41.0	53.0	77.6
1983	14.4	18.4	26.8	27.0	28.4
1984	21.0	26.8	28.2	28.4	34.0
1985	22.8	26.0	33.4	35.4	47.2
1986	36.4	41.4	41.8	46.0	77.6
1987	12.2	20.0	20.4	21.6	36.0
1988	27.2	29.2	30.2	30.2	30.2
1989	19.4	33.6	42.6	44.2	48.0
1990	17.0	25.0	27.0	35.6	45.8
1991	18.2	47.0	50.4	53.6	57.4
1992	21.8	39.6	50.2	58.6	79.2
1993	9.6	15.2	21.8	30.6	41.4
1994	27.8	39.2	43.4	46.8	57.8
1995	46.6	46.8	46.8	55.8	63.2
1996	48.0	72.0	76.6	77.6	78.6
1997	22.2	28.2	36.0	57.8	68.0
1998	22.8	32.8	53.0	88.0	112.8
1999	49.6	54.6	54.8	54.8	67.8
2000	38.8	65.8	85.4	97.6	99.2
2001	16.4	23.4	30.8	34.8	46.0
2002	27.8	33.8	34.2	49.4	49.4
2003	22.2	24.8	38.0	53.6	54.2
2004	15.8	21.2	34.6	34.6	37.0
2005	15.6	24.0	35.8	41.2	53.8
2006	23.4	27.2	40.4	40.4	40.4
2007	17.4	24.8	32.4	37.6	38.8
2008	22.00	28.80	46.60	60.60	74.00
2009	42.80	45.60	45.60	63.80	109.60
2010	20.80	25.40	37.00	49.00	56.80
2011	23.20	40.40	40.40	41.60	64.40



La formula razionale fornisce il valore della portata di piena  $Q$  [mc/sec] in funzione del tempo di ritorno  $T$  [anni], a partire dal volume specifico dei deflussi (pioggia netta o pioggia depurata)  $h_n$  [mm], in funzione dell'ampiezza dell'area scolante  $A$  [Km<sup>2</sup>] e del tempo di percorrenza dei deflussi stessi, detto tempo di corrivazione  $t_c$  [ore].

$$Q = c \cdot h \cdot S \cdot \frac{k}{t_c}$$

dove  $c$  rappresenta il coefficiente di deflusso, rapporto tra gli afflussi meteorici e i corrispondenti deflussi superficiali stimato in **0,5** e  $k$  è un fattore che tiene conto della non uniformità delle unità di misura usate: nell'ipotesi di adottare le grandezze con le unità di misura citate  **$k=0,2777$** .

Il tempo di corrivazione viene determinato attraverso la seguente espressione:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}} \quad (\text{ore})$$

in cui

**A** è l'area del bacino in Km<sup>2</sup>

**L** è la lunghezza del corso d'acqua fino alla sezione di calcolo (chiusura)

**H<sub>m</sub>** è l'altezza media del bacino sulla sezione di chiusura ovvero:

$$H_m = Q_m - Q_c$$

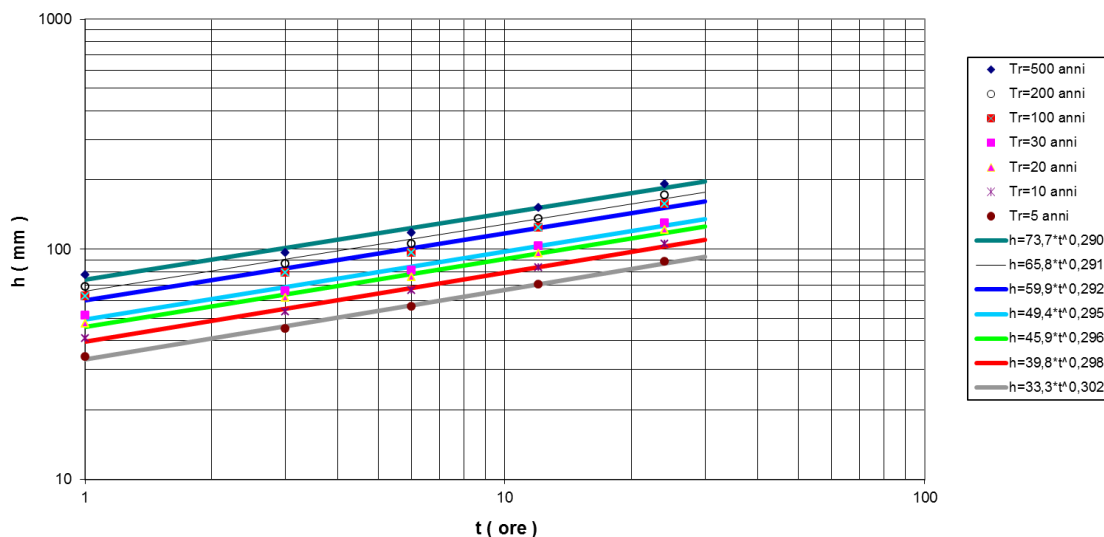
in cui  $Q_m$  è la quota media del bacino e  $Q_c$  è la quota della sezione di chiusura.

Da tale equazione scaturisce un tempo di corrivazione **T<sub>c</sub> pari a 3,07 ore**.

Le altezze di pioggia in base ai tempi di ritorno considerati sono date dalle seguenti curve:

Di seguito vengono determinate le portate del Fosso Petronilla con Tempo di ritorno pari a 10, 20, 30, 100, 200, 500 anni.

**FERMO:**  
CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' CLIMATICA



<b>METODO RAZIONALE</b>		<b>METODO RAZIONALE</b>	
<b>Q10anni = c x h x S x (K/tc)</b>		<b>Q100anni = c x h x S x (K/tc)</b>	
c = coeff. di deflusso	0.5	c = coeff. di deflusso	0.5
k = fattore unità di misura	0.2777	k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.2980	n	0.2920
a	39.800	a	59.9000
tc (ore) = tempo di corrivazione	3.07	tc (ore) = tempo di corrivazione	3,07
h (mm) = altezza di pioggia	55.59	h (mm) = altezza di pioggia	83.11
<b>QTr 10 (mc/sec)</b>	<b>23.33</b>	<b>QTr 100 (mc/sec)</b>	<b>34.88</b>
<b>METODO RAZIONALE</b>		<b>METODO RAZIONALE</b>	
<b>Q20anni = c x h x S x (K/tc)</b>		<b>Q200anni = c x h x S x (K/tc)</b>	
c = coeff. di deflusso	0.5	c = coeff. di deflusso	0.5
k = fattore unità di misura	0.2777	k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.2960	n	0.291
a	45.90	a	65.8
tc (ore) = tempo di corrivazione	3.07	tc (ore) = tempo di corrivazione	3.07
h (mm) = altezza di pioggia	63.97	h (mm) = altezza di pioggia	91.19
<b>QTr 20 (mc/sec)</b>	<b>26.85</b>	<b>QTr 200 (mc/sec)</b>	<b>38.27</b>
<b>METODO RAZIONALE</b>		<b>METODO RAZIONALE</b>	
<b>Q30anni = c x h x S x (K/tc)</b>		<b>Q500anni = c x h x S x (K/tc)</b>	
c = coeff. di deflusso	0.5	c = coeff. di deflusso	0.5
k = fattore unità di misura	0.2777	k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.295	n	0.2900
a	49.40	a	73.7000
tc (ore) = tempo di corrivazione	3.07	tc (ore) = tempo di corrivazione	3.07
h (mm) = altezza di pioggia	68.77	h (mm) = altezza di pioggia	102.0
<b>QTr 30 (mc/sec)</b>	<b>28.86</b>	<b>QTr 500 (mc/sec)</b>	<b>42.82</b>

## 6. INDIVIDUAZIONE DEI LIVELLI IDRICI

### 6.1 PREMESSA

Per la verifica idraulica del rischio di esondazione è stato utilizzato il programma HEC-RAS che fornisce una completa rappresentazione del fenomeno, descrivendo tutte le principali grandezze fisiche significative per ogni sezione di calcolo.

### 6.2 MODELLO IDRAULICO ADOTTATO

Il modello idraulico utilizzato in questo studio è stato sviluppato dall'US Army Corps Of Engineers; è in grado di effettuare simulazioni di tipo monodimensionale del fenomeno di propagazione dell'onda di piena su corsi d'acqua. Il modello presuppone che siano fornite tutte le informazioni necessarie, ed in particolare la geometria di un numero sufficiente di sezioni trasversali.

### 6.3 MOTO PERMANENTE

Per l'analisi in moto permanente HEC-RAS determina il profilo del pelo libero tra una sezione e la successiva mediante la procedura iterativa denominata standard step, risolvendo l'equazione del bilancio energetico, dove:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - h_e \quad (1)$$

- $Y_1$  e  $Y_2$  sono le altezze d'acqua riferite al fondo dell'alveo;
- $Z_1$  e  $Z_2$  sono le altezze del fondo rispetto ad una quota di riferimento;
- $V_1$  e  $V_2$  sono le velocità medie della corrente nelle due sezioni estreme del tronco fluviale considerato;
- $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  sono coefficienti di ragguaglio delle potenze cinetiche;
- $h_e$  è la perdita di carico tra le due sezioni considerate.

Il termine  $h_e$  dipende sia dalle perdite per attrito che da quelle per contrazione ed espansione.

Si può valutare mediante la relazione:

$$h_e = L \cdot \bar{S}_f + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

dove:

$L$  è la lunghezza del tronco considerato;

$\bar{S}_f$  è la cadente media tra le due sezioni;

$C$  è il coefficiente di perdita di carico per contrazione o espansione.

Il primo termine rappresenta la perdita totale per attrito, prodotto tra la distanza tra le due sezioni e la cadente media. Il programma prevede diverse possibilità di calcolo della cadente, che viene determinata presupponendo una suddivisione dell'alveo in sottosezioni all'interno dei quali la velocità possa ritenersi con buona approssimazione costante.

Il secondo termine della equazione per il calcolo delle perdite di carico rappresenta invece il contributo dovuto alla contrazione ed espansione dell'area bagnata; tali perdite sorgono nel momento in cui si abbia un allargamento o restringimento della sezione che determini una situazione di corrente non lineare. Il coefficiente C varia in un intervallo compreso tra 0.1 e 1 per correnti subritiche, mentre in caso di correnti veloci generalmente si assumono valori inferiori.

L'altezza del pelo libero, in riferimento ad una assegnata sezione, viene determinato mediante una risoluzione iterativa delle equazioni (1) e (2). Il modello fornisce inoltre i valori dell'altezza critica nelle diverse sezioni fluviali. Qualora si verificano transizioni da corrente lenta e veloce o viceversa, in tali segmenti di asta fluviale l'equazione di bilancio energetico è sostituita dall'equazione globale di equilibrio dinamico. Il modello HEC-RAS consente di modellare l'effetto indotto sulla corrente dalla presenza di attraversamenti fluviali, nel caso che il deflusso attraverso il ponte avvenga a pelo libero ma anche in pressione. La perdita di energia causata dal ponte è divisa in tre parti: in primo luogo le perdite che si hanno nella zona immediatamente a valle del ponte dove, generalmente, si ha un'espansione della corrente. Sono poi considerate le perdite di energia che si verificano durante l'attraversamento del ponte, nonché le perdite che si hanno immediatamente a monte, ove la corrente subisce una contrazione.

#### **6.4 CONDIZIONI A CONTORNO MOTO PERMANENTE**

Assegnato il valore di portata di moto permanente, nel caso di corrente lenta occorre specificare una condizione al contorno di valle; viceversa, per correnti veloci, è richiesta la definizione di una condizione al contorno di monte. Per un regime transcritico, invece, si rende necessaria la specifica di entrambe le condizioni, ovvero a monte e a valle.

HEC-RAS ammette la definizione delle condizioni al contorno attraverso la specifica di un valore di altezza assegnato, oppure imponendo il passaggio del profilo per l'altezza critica, **oppure per l'altezza di moto uniforme.**

## **7 SCABREZZA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO**

Il coefficiente di scabrezza n MANNING ( $s^{-1} \times m^{1/3}$ ) è stato determinato in base alle caratteristiche del fondo dell'alveo, della natura e dello stato di conservazione di eventuali arginature, della presenza di plateizzazioni, della frequenza di ostruzioni localizzate o distribuite, quali vegetazione ripariale e eventuali pennelli o massi isolati se presenti.

In generale, salvo valori più precisi via via fornite nelle verifiche di settore, per il corso d'acqua in esame, nel tratto in esame, con alveo principalmente in terra e rivestito nelle arginature con geostuoie si è assunto un valore prudenziale di  $0.03 s^{-1} \times m^{1/3}$ , tratto di alveo, e un valore di  $0.04 s^{-1} \times m^{1/3}$  tratto di golena.

## **8 ELABORAZIONI ANALITICHE E GRAFICHE**

Il Fosso Valloscura è stato analizzato per il tratto oggetto dell'intervento da realizzare compreso tra il viadotto della A14 e la SS16, all'interno del quale sono note le caratteristiche geometriche di 3 sezioni

numerata, da valle verso monte, in ordine crescente sia nella planimetria che nel software di calcolo; per ogni sezione si è determinata la quota della superficie di pelo libero secondo la schematizzazione di moto permanente e sulla base delle seguenti portate:

- con tempo di ritorno 100 e 200 anni, come riportate di seguito:

Tr anni	Razionale
100	34.88

Tr anni	Razionale
200	38.27

Le sezioni studiate in questa relazione sono il risultato di rilievi topografici forniti dall'Amministrazione Comunale di Porto San Giorgio ed eseguite dallo Studio Tecnico Comunale, su rielaborazioni per l'utilizzo nel software dedicato.

## 9 VALUTAZIONI CONCLUSIVE SULLO STUDIO IDRAULICO

Le considerazioni che seguono sono riferite alle portate di progetto con tempo di ritorno 10, 20, 30, 100 e 200 anni definite con il metodo razionale e considerando un coefficiente di deflusso pari a 0.5 da cui si ottengono i seguenti valori:

Tr anni	Razionale
10	23.33
20	26.85
30	28.86
100	34.88
200	38.27

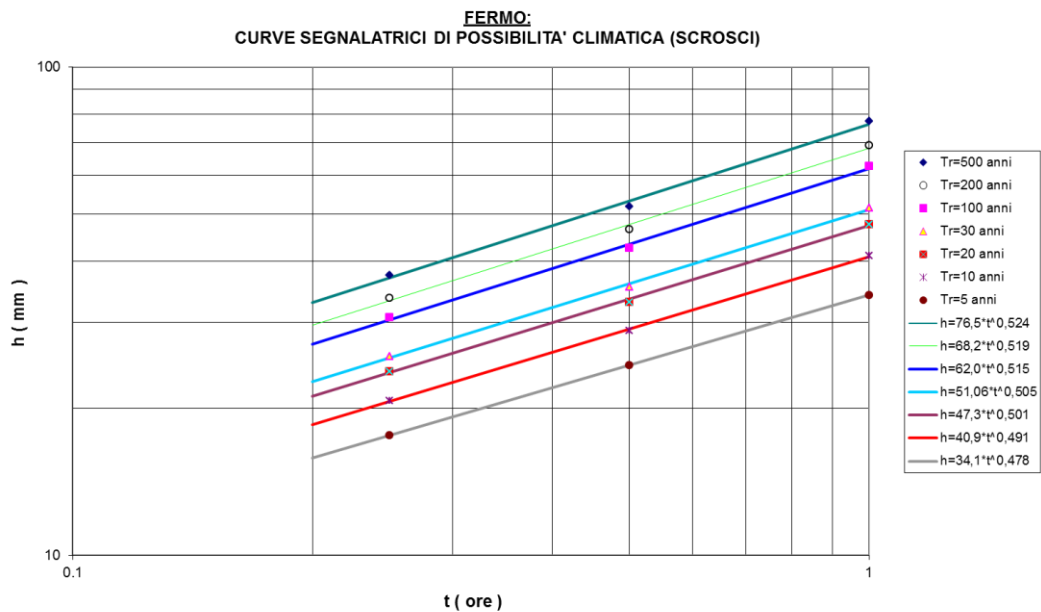
Di seguito le ipotesi utilizzate alla base delle analisi idrauliche:

- ANALISI DI MOTO PERMANENTE;
- REGIME DI FLUSSO: CORRENTE LENTA
- CONDIZIONE AL CONTORNO: ALTEZZA DI MOTO UNIFORME CAUTELATIVA AI FINI DELL'ANALISI

**Secondo le precedenti ipotesi il tratto di fosso in oggetto, secondo le sezioni rilevate, smaltisce la portata Tr 100 e 200 senza particolari problemi e con adeguati franchi di sicurezza, come evidenziato nelle sezioni poste in allegato.**

In particolare tenuto conto delle criticità del tratto in oggetto, messe in evidenza dalla risposta non appropriata all'evento meteorico particolarmente importante di novembre-dicembre 2013, sono stati progettati e sono in fase di realizzazione interventi di sistemazione spondale proprio nel tratto in oggetto che rispondono alle esigenze di mitigazione strutturale enunciate nella normativa tecnica di settore.

In conclusione, per completezza, si aggiungono anche le valutazioni e le stime di portata effettuate per gli scrosci, le cui curve di segnalatrici di possibilità climatica sono le seguenti:



I calcoli relativi alle portate sono i seguenti:

METODO RAZIONALE	
Q10anni = c x h x S x (K/tc)	
c = coeff. di deflusso	0.5
k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.4910
a	40.900
tc (ore) = tempo di corrivazione	3.07
h (mm) = altezza di pioggia	70.94
<b>QTr 10 (mc/sec)</b>	<b>29.77</b>

METODO RAZIONALE	
Q100anni = c x h x S x (K/tc)	
c = coeff. di deflusso	0.5
k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.5150
a	62.0000
tc (ore) = tempo di corrivazione	3.07
h (mm) = altezza di pioggia	110.5
<b>QTr 100 (mc/sec)</b>	<b>46.36</b>

METODO RAZIONALE	
Q20anni = c x h x S x (K/tc)	
c = coeff. di deflusso	0.5
k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.5010
a	47.30
tc (ore) = tempo di corrivazione	3.07
h (mm) = altezza di pioggia	82.96
<b>QTr 20 (mc/sec)</b>	<b>34.81</b>

METODO RAZIONALE	
Q200anni = c x h x S x (K/tc)	
c = coeff. di deflusso	0.5
k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.519
a	68.2
tc (ore) = tempo di corrivazione	3.07
h (mm) = altezza di pioggia	122.1
<b>QTr 200 (mc/sec)</b>	<b>51.23</b>

METODO RAZIONALE	
Q30anni = c x h x S x (K/tc)	
c = coeff. di deflusso	0.5
k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.505
a	51.06
tc (ore) = tempo di corrivazione	3.07
h (mm) = altezza di pioggia	89.52
<b>QTr 30 (mc/sec)</b>	<b>37.57</b>

METODO RAZIONALE	
Q500anni = c x h x S x (K/tc)	
c = coeff. di deflusso	0.5
k = fattore unità di misura	0.2777
n	0.5240
a	76.5000
tc (ore) = tempo di corrivazione	3.07
h (mm) = altezza di pioggia	137.7
<b>QTr 500 (mc/sec)</b>	<b>57.79</b>

Dai calcoli su esposti si evince un aumento medio di circa il 20 % delle portate di piena relative agli scrosci; per tali avvenimenti la sezione progettata risulta comunque adeguata alle portate Tr100 e Tr200 attese ma con franchi sicuramente ridotti.

Porto San Giorgio, 14 marzo 2017

Dott. Geol. Gianluca TESTAGUZZA



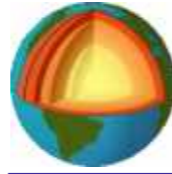


# RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

Loc.tà: Fosso Valloscura  
- Comune di Porto San Giorgio (FM) -

## - COROGRAFIA -

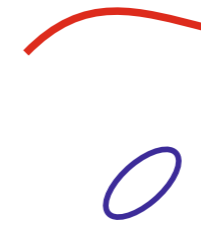
Elaborato: **INDIVIDUAZIONE BACINO  
IDROGRAFICO SUPERFICIALE**  
Scala 1 : 25.000



**STUDIO GEOLOGICO**  
Consulenze  
Geologiche e Ambientali

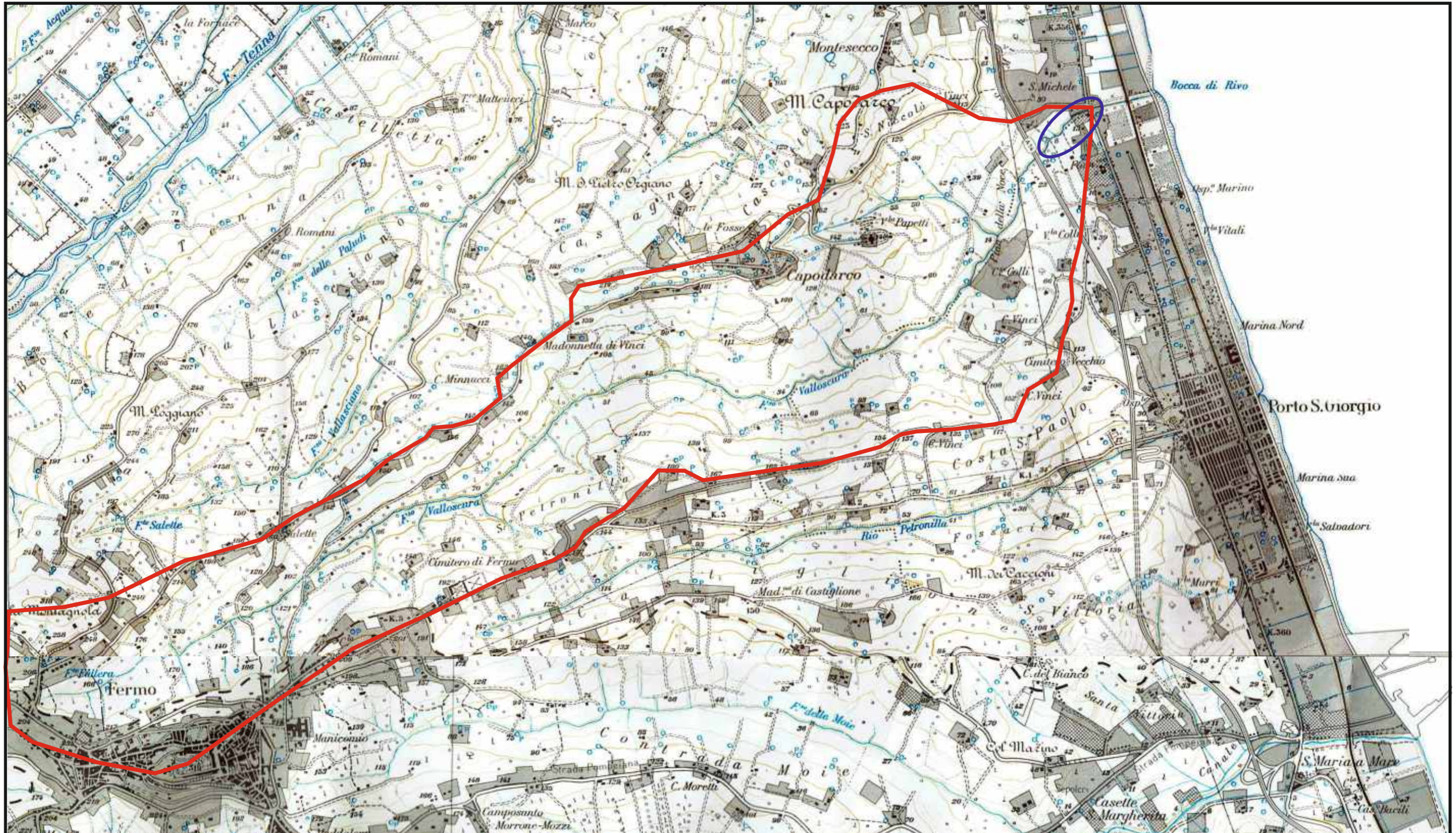
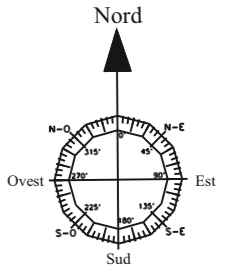
Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448  
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezza postale.it



Limite del bacino idrografico  
(Spartiacque superficiale)

Porzione del fosso oggetto d'intervento





**RELAZIONE  
IDROLOGICA-IDRAULICA**

Loc.tà: *Fosso Valloscura*  
- Comune di *Porto San Giorgio* -

- **PLANIMETRIA INTERVENTO** -  
Elaborato: **INDIVIDUAZIONE SEZIONI  
DI VERIFICA**

Scala 1 : 1.000



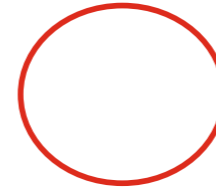
**STUDIO GEOLOGICO**  
Consulenze  
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

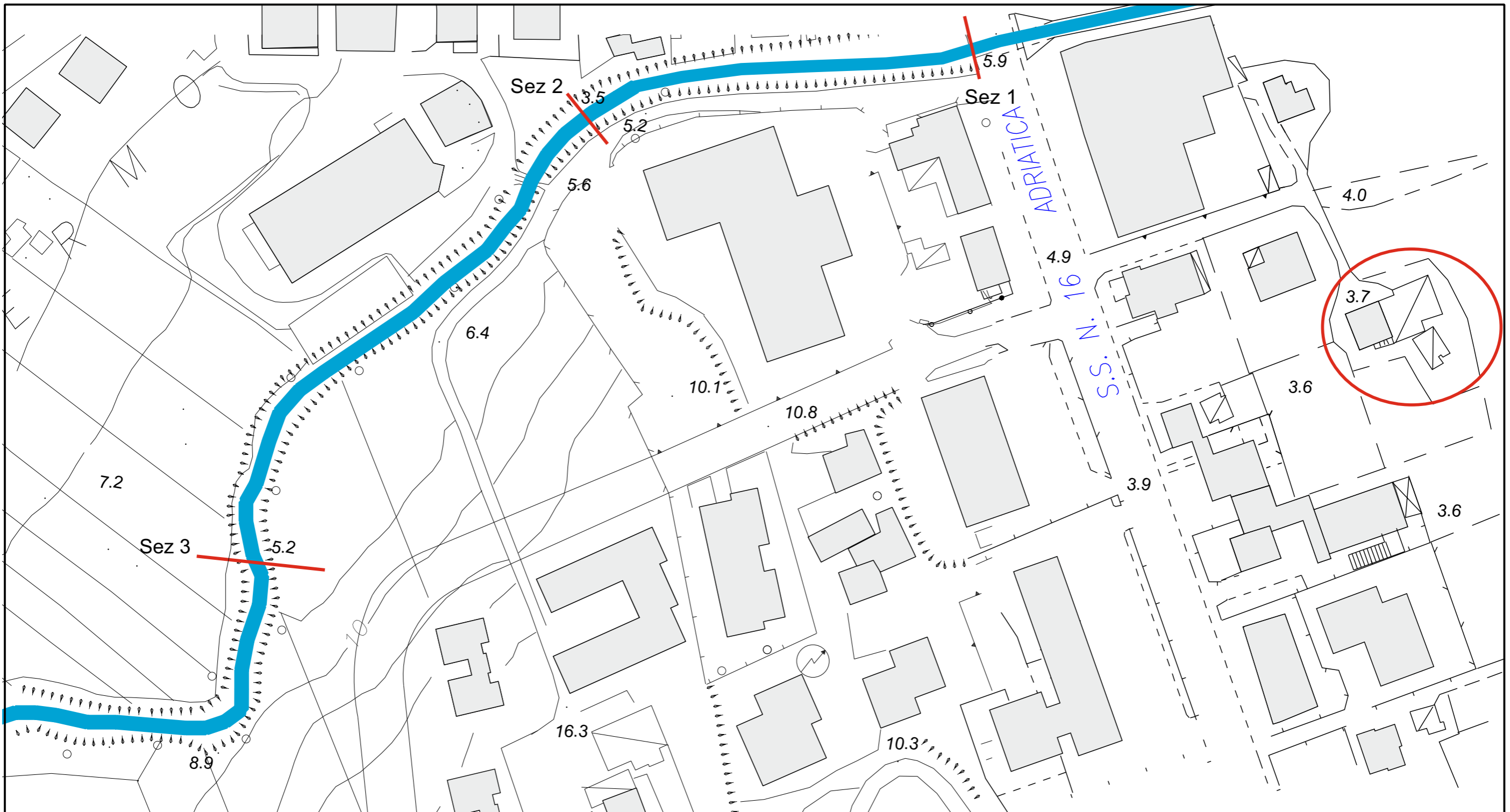
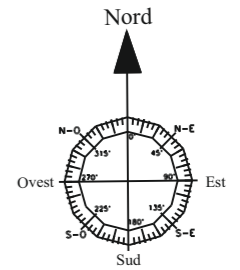
Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448  
E-mail: g.testaguzza@fiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezza postale.it

Sez 1

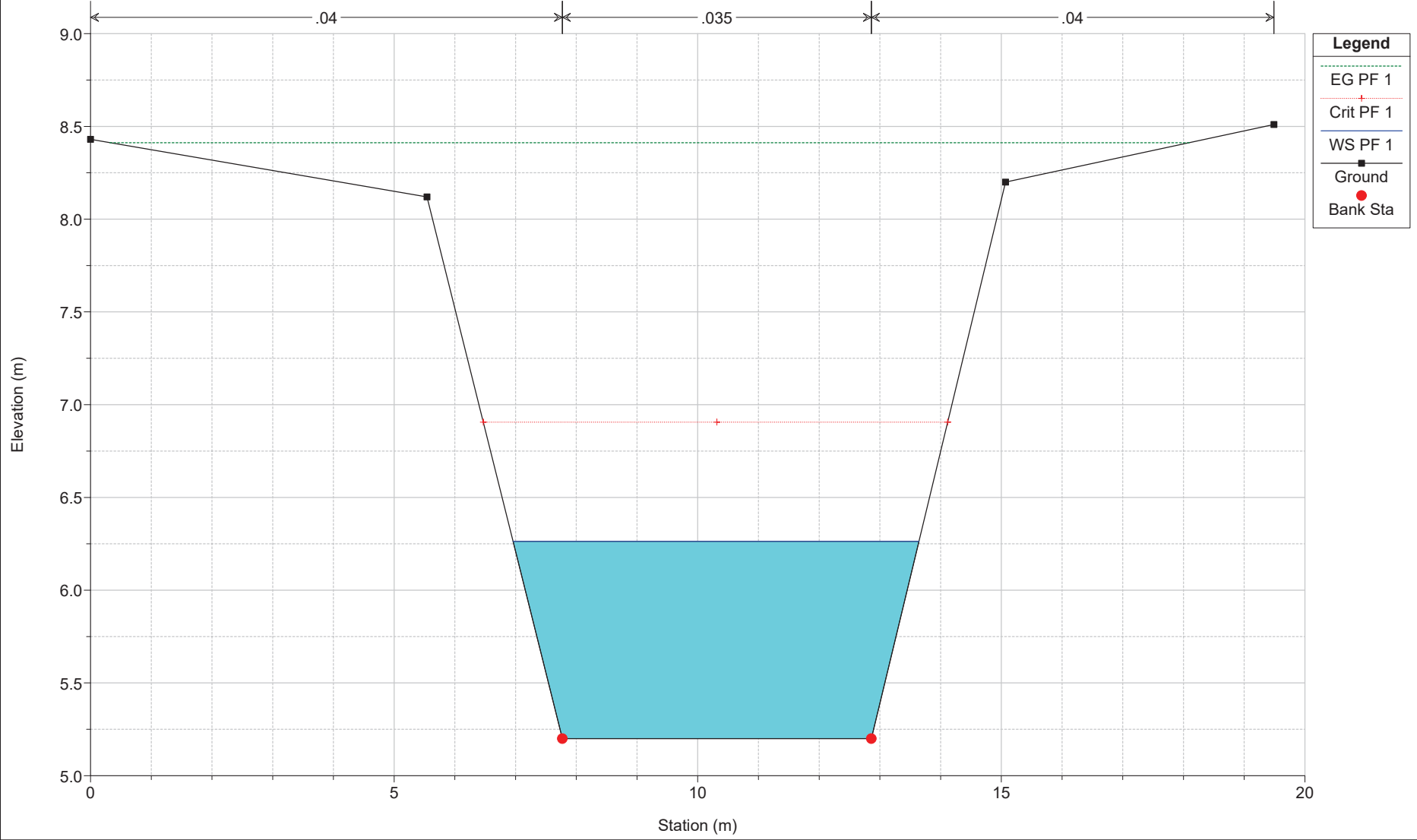
Sezioni di verifica idraulica



Fabbricato oggetto di Piano Particolareggiato di Recupero

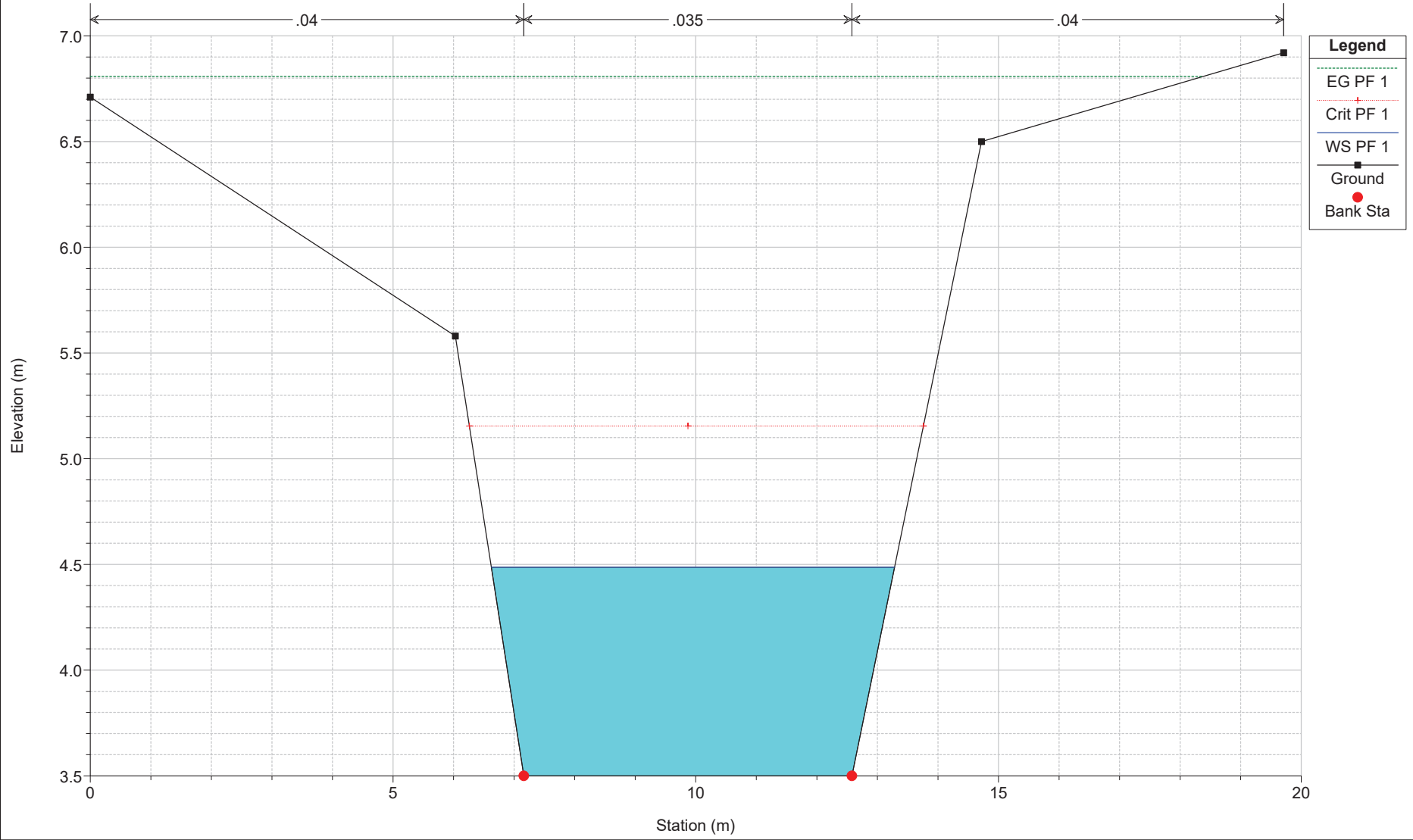


Valloscura Plan: Plan 01 20/03/2017  
Geom: Valloscura Flow: Flow 01  
River = Fosso Valloscura Reach = Ramo unico RS = 3



Legend	
EG PF 1	—
Crit PF 1	—+
WS PF 1	—
Ground	■
Bank Sta	●

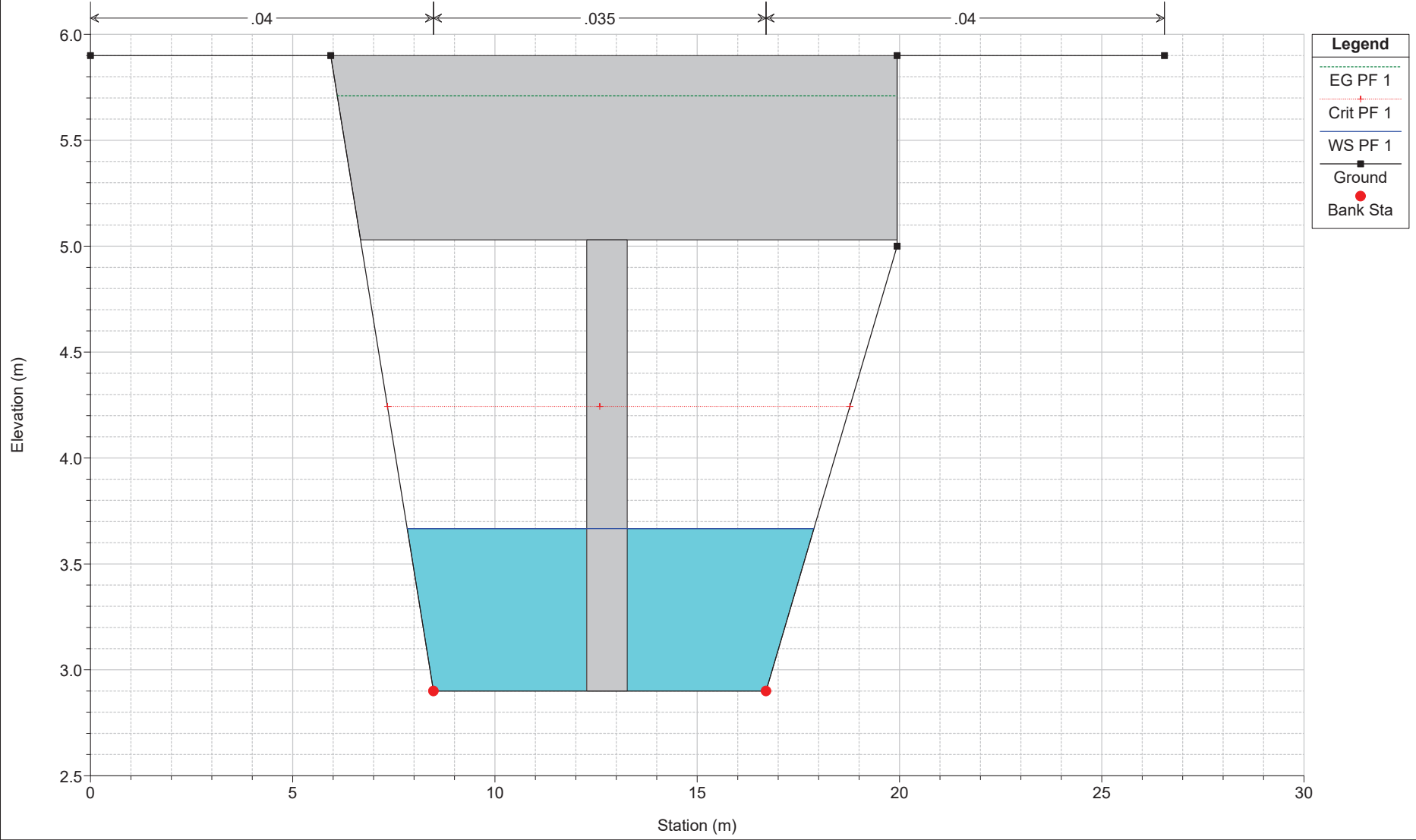
Valloscura Plan: Plan 01 20/03/2017  
Geom: Valloscura Flow: Flow 01  
River = Fosso Valloscura Reach = Ramo unico RS = 2



Valloscura Plan: Plan 01 20/03/2017

Geom: Valloscura Flow: Flow 01

River = Fosso Valloscura Reach = Ramo unico RS = 1.01 BR



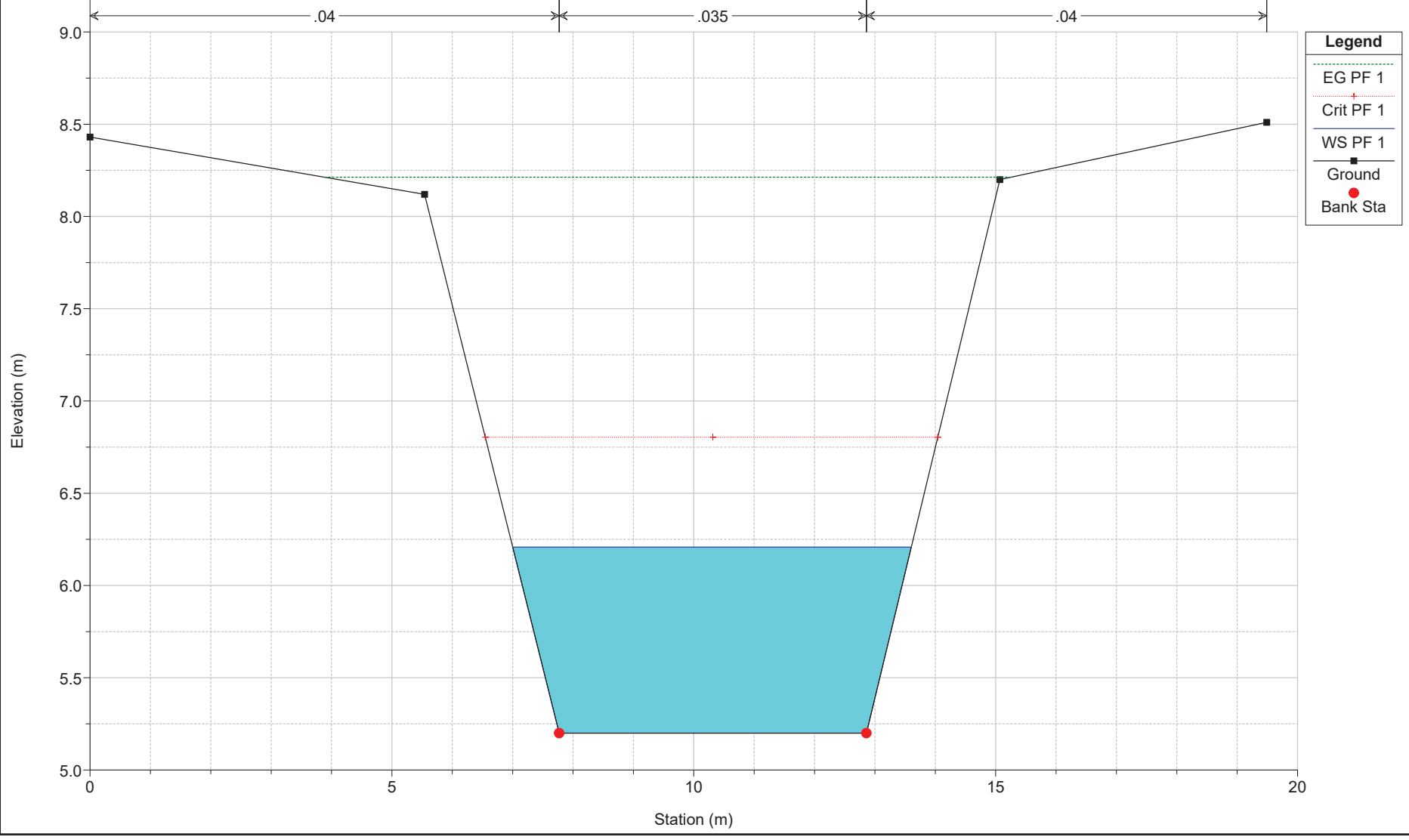
**Legend**

- EG PF 1
- Crit PF 1
- WS PF 1
- Ground
- Bank Sta

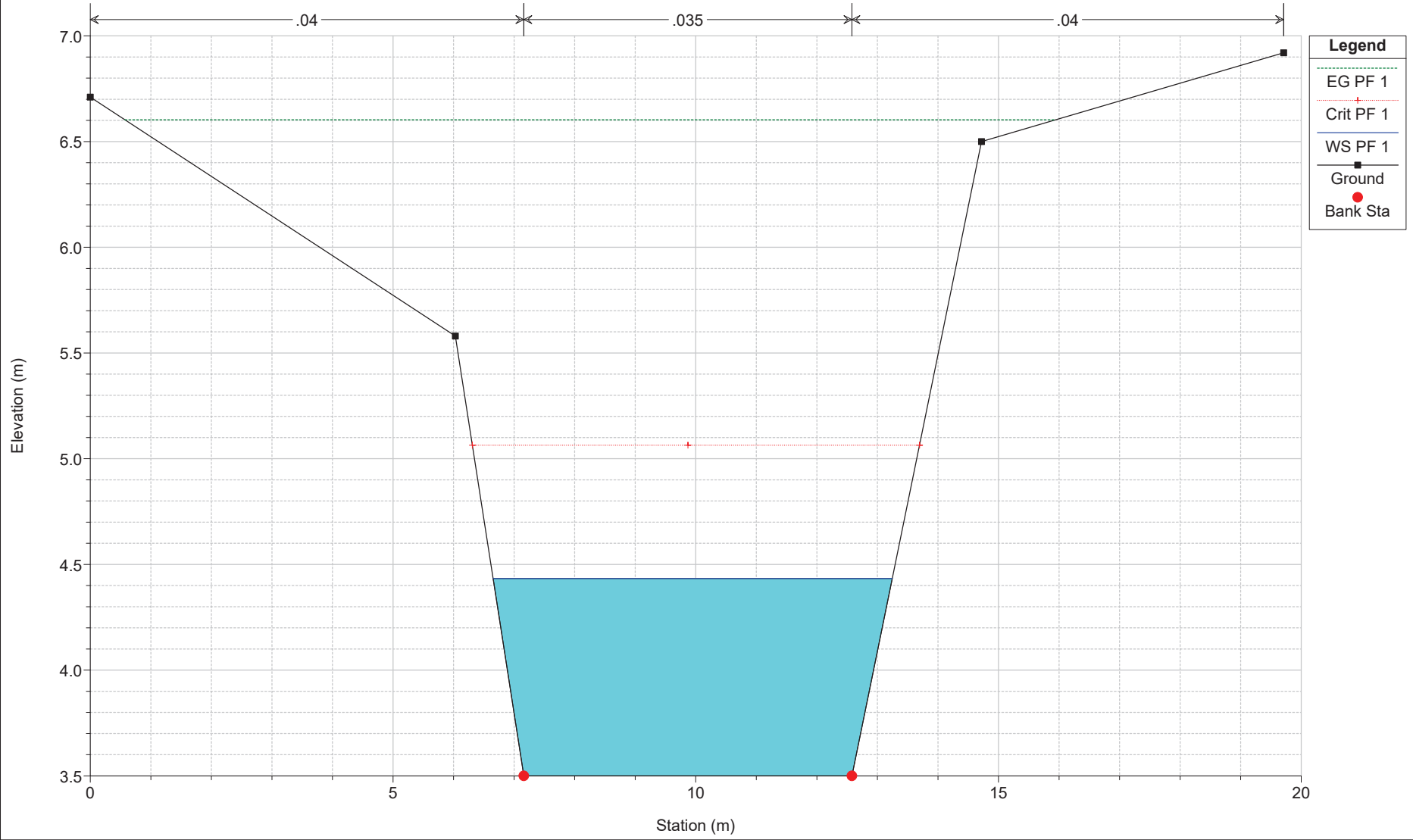
Valloscura Plan: Plan 01 20/03/2017

Geom: Valloscura Flow: Flow 01

River = Fosso Valloscura Reach = Ramo unico RS = 3



Valloscura Plan: Plan 01 20/03/2017  
Geom: Valloscura Flow: Flow 01  
River = Fosso Valloscura Reach = Ramo unico RS = 2

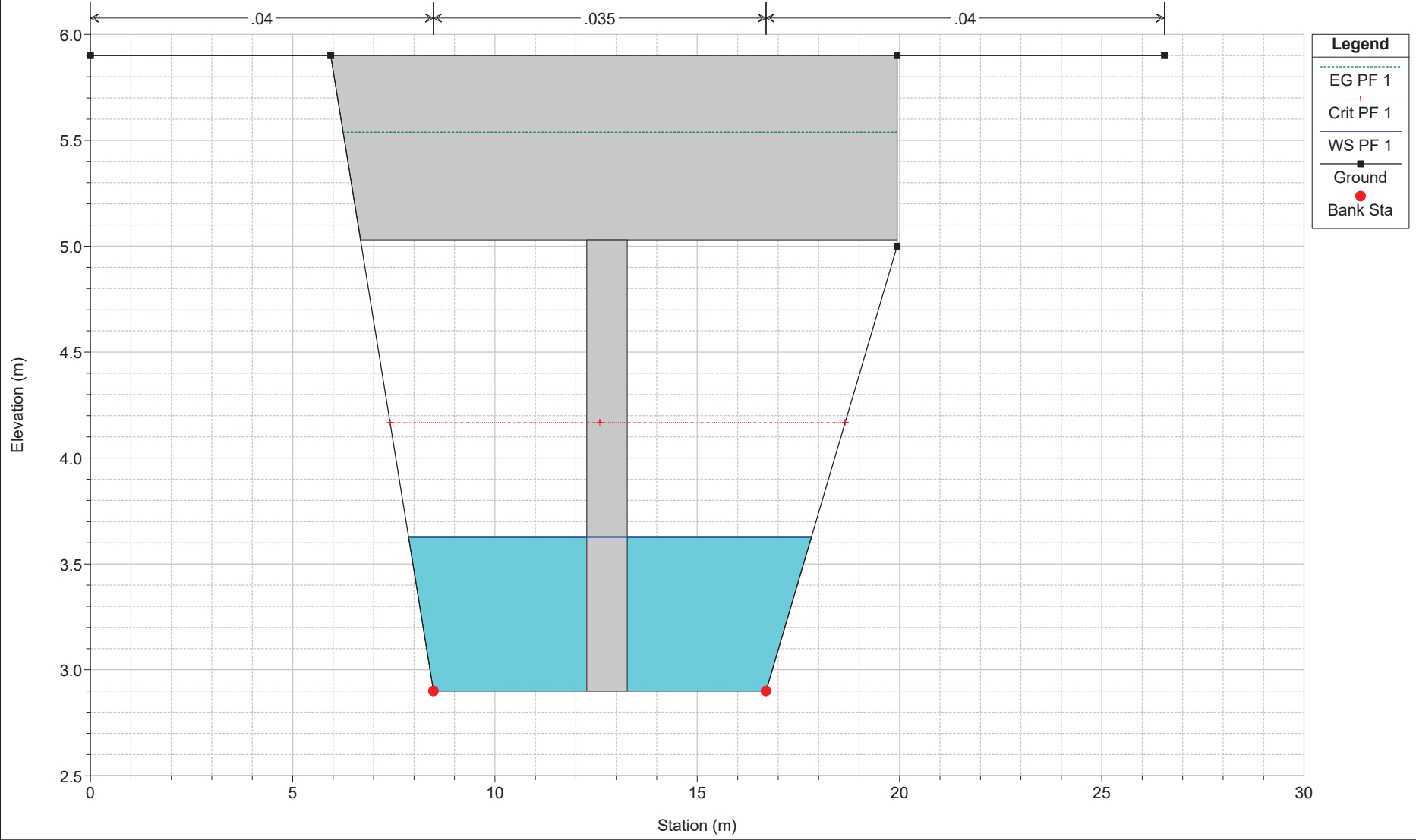


Legend	
EG PF 1	—+—
Crit PF 1	—+—
WS PF 1	—+—
Ground	—■—
Bank Sta	●

Valloscura Plan: Plan 01 20/03/2017

Geom: Valloscura Flow: Flow 01

River = Fosso Valloscura Reach = Ramo unico RS = 1.01 BR







**Foto 1** : Visione sezione n. 1 dell'alveo del fosso Valloscura (ponte SS16)



**Foto 2** : Visione sezione n. 2 dell'alveo del fosso Valloscura





**Foto 3** : Visione sezione n. 3 dell'alveo del fosso Valloscura