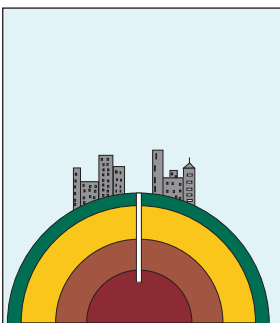


STUDIO IDRAULICO, MORFOMETRICO ED IDROGEOLOGICO DEL
FOSSO DELL'ALBERO, PER LA DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA
PORTATA IDRICA DELLO STESSO CON TEMPI DI RITORNO DI 200
ANNI, FINALIZZATO AL DIMENSIONAMENTO DI UNA NUOVA
STRUTTURA DI ATTRAVERSAMENTO DELL'ALVEO PREVISTA IN
CORRISPONDENZA DELL'AREA COMPRESA TRA IL MERCATO
COPERTO E LA SEZIONE DESCRITTA DAL PONTE DELLA FERROVIA
ADRIATICA

Committente:

Amministrazione comunale di Porto Sant'Elpidio

Codice Fiscale B5L MSM 64D02 F044E



il geologo
Dr. Massimo Basili
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE
geologo specialista
numero 277 albo sezione A (1989)


Porto Sant'Elpidio, 02 Aprile 2014

Studio Geologico Ambientale via Fratte, 73 63821 Porto Sant'Elpidio (FM) tel 0734.992797 fax 0734.998677

e-mail: info@studiogeologiabasili.it pec: basili.geologo@epap.sicurezzapostale.it

OPERA DELL'INGEGNO. RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE CONSENTITA SOLO PREVIA AUTORIZZAZIONE SCRITTA ART.99 L. 633/41

"Studio idraulico, morfometrico ed idrogeologico del Fosso dell'Albero, per la determinazione della massima portata idrica dello stesso con tempi di ritorno di 200 anni, finalizzato al dimensionamento di una nuova struttura di attraversamento dell'alveo, prevista in corrispondenza dell'area compresa tra il mercato coperto e la sezione descritta dal ponte della ferrovia Adriatica, nel comune di Porto Sant'Elpidio (FM)"

Committente: *Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio*

INDICE

1.1	PREMESSA	pag. 2
1.2	ELABORAZIONE DATI PLUVIOMETRICI	pag. 4
1.3	CALCOLO DI MASSIMA PIENA (T=200 anni)	pag. 7
1.4	VERIFICA IDRAULICA	pag. 9
1.5	CONCLUSIONI	pag.24

La presente relazione è composta da n° 26 pagine e dai seguenti allegati:

ALLEGATI

N.47	DATI PLUVIOMETRICI
TAV.1	COROGRAFIA scala 1:10 000
TAV.2	BACINO IDROGRAFICO FOSSO DELL'ALBERO scala 1:12 000
TAV.3	COROGRAFIA foto satellitare
TAV.4	PLANIMETRIA DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA scala 1:1500
TAV.5	PLANIMETRIA scala 1:400
TAV.6	PLANIMETRIA SEZIONE 70 scala 1:400
TAV.7	PROFILO TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO I ^a SIMULAZIONE
TAV.8	PROFILO 3D TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO I ^a SIMULAZIONE
TAV.9	SEZIONI 10-30 I ^a SIMULAZIONE
TAV.10	SEZIONI 38-70 I ^a SIMULAZIONE
TAV.11	SEZIONE 19 PONTE VIA MAMELI scala 1:50
TAV.12	PROFILO TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO II ^a SIMULAZIONE
TAV.13	PROFILO 3D TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO II ^a SIMULAZIONE
TAV.14	SEZIONI 10-30 II ^a SIMULAZIONE
TAV.15	SEZIONI 38-70 II ^a SIMULAZIONE

1.1.PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione comunale di Porto Sant'Elpidio è stato redatto il presente studio finalizzato all'analisi della situazione idraulica del *Fosso dell'Albero* sito nel comune di Porto Sant'Elpidio e nello specifico verranno individuate le portate di piena del corso d'acqua, valutate in corrispondenza della sezione dell'alveo compresa tra il mercato coperto ed il ponte ferroviario, sezione questa dove si prevede la realizzazione di un ponte stradale di collegamento tra via Indipendenza e viale della Vittoria, attraversando, appunto il Fosso dell'Albero.

Il ponte, che dovrà essere opportunamente progettato dal punto di vista strutturale, necessita, nel contempo, anche di un corretto dimensionamento dal punto di vista idraulico, in quanto la sezione sottesa dall'opera di attraversamento al fosso in oggetto, dovrà essere tale da non impedire il naturale deflusso delle acque, anche in caso di piena eccezionale, nel caso specifico prevista, con tempi di ritorno sino ad un massimo di 200 anni.

Nelle previsioni di portata di massima, sono state trascurate, ai fini della sicurezza, tutte le opere di regimentazione idraulica ed attraversamento, situate a monte della sezione studiata, non considerando quindi effetti di “strozzatura” e/o riduzioni di portata del fosso da parte di opere antropiche, mentre sono state valutate e verificate tutte le sezioni di valle rispetto a quella studiata dell’asta di drenaggio, fino allo sbocco della stessa sul mare; questo, sempre in un’ottica di massima cautela ed al fine di non trascurare eventuali problematiche di “rigurgito idrico” del fosso verso l’area studiata, nel caso di insufficienza drenante di sezioni idrauliche presenti a valle del ponte in corso di progettazione. Per ultimo nella valutazione degli afflussi idrici all’interno del bacino di studio, sono stati considerati anche gli apporti antropici, relativi alle fognature di acque chiare, i cui scarichi, talora, riversano all’interno dell’alveo studiato.

La modellazione idraulica e le verifiche sono state eseguite mediante uso di software specifici, in particolar modo la simulazione della propagazione dell’onda di piena lungo il reticolo idraulico è stata condotta utilizzando il programma HEC-RAS sviluppato da “Hydrologic Engineering Center” del US Army Corps of Engineers (USA), che ha permesso di determinare l’altezza dei livelli idrici nelle varie sezioni reali considerate e di quella di progetto ipotizzata, evidenziando quindi le possibili criticità del reticolo stesso per i diversi tempi di ritorno e/o per le differenti condizioni al contorno.

I dati pluviometrici utilizzati per il calcolo delle piene sono stati estratti dagli Annali Idrologici, pubblicati annualmente a cura del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), nello specifico è stata utilizzata la stazione di Porto Sant’Elpidio.

La base cartografica utilizzata per la modellazione e la stesura degli elaborati è la Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 della Regione Marche e la ortofotocarta del comune di Porto Sant’Elpidio in scala 1:5.000 ed 1:2000; quest’ultima carta, inoltre, è stata opportunamente implementata attraverso l’esecuzione di un rilievo topografico di precisione con teodolite-satellitare, che ha permesso di georeferenziare in maniera dettagliata ed attraverso sopralluoghi reiterati, i punti significativi necessari allo studio della verifica idraulica (pendenze dell’alveo nei suoi differenti punti, sezioni ecc...).

Infine, il rilievo delle geometrie, principalmente delle opere antropiche presenti lungo l’alveo del fosso, quali scatolari, argini, attraversamenti ecc..., sono state misurate direttamente in sito dallo scrivente.

1.2 ELABORAZIONE DATI PLUVIOMETRICI

Nella progettazione di opere idrauliche, la determinazione delle altezze idrometriche e delle portate hanno un ruolo di fondamentale importanza. Dai dati pluviometrici dedotti in funzione delle frequenze e della distribuzione dei valori per il tempo di ritorno prescelto, scaturiscono le ipotesi per il dimensionamento delle opere stesse. I dati pluviometrici di una stazione di misura delle precipitazioni, si estraggono dagli Annali Idrologici, pubblicati annualmente a cura del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN). La elaborazione di tali dati si attua ricercando la relazione esistente tra l'altezza delle precipitazioni e le loro durate per un determinato periodo di ritorno considerato. Affinché le elaborazioni siano attendibili i dati di riferimento devono essere sufficientemente estesi nel tempo (almeno 20-30 anni).

Le relazioni $h=h(t)$ sono espresse generalmente nella forma seguente:

$$h=at^n$$

dove a ed n sono costanti in funzione del periodo di ritorno.

stazione di misura delle piogge

La stazione di misura presa in considerazione è quella di Porto Sant'Elpidio, quindi dati estremamente rappresentativi dell'area oggetto di studio. I dati suddetti sono stati desunti dagli Annali Idrologici redatti dal Servizio Idrografico e Mareografico di Bologna. L'elaborazione dei dati dedotti dagli Annali idrologici, ipotizzano un **tempo di ritorno di 200 anni**, consente di ricavare la relazione dell'altezza delle precipitazioni con la loro durata in cui il fattore " a " risulta essere 67.35 mm ore⁻ⁿ e il fattore " n " pari a 0.46 per eventi <1 ora, mentre per eventi >1 ora $a=79.342$ e $n=0.3119$.

tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione di un bacino idrologico è il tempo necessario a far confluire quella parte di precipitazione, che contribuisce alla piena, in particolare quella che scorre in superficie, dal punto più distante del percorso idrologico alla sezione di chiusa del bacino, nel caso specifico rappresentata dal punto in cui dovrà essere realizzato il ponte in progetto, durante un evento di intensità e di durata tale da generare un deflusso di piena. Il metodo di calcolo più usato, nel caso di un bacino di piccole dimensioni (<100 kmq), per

il calcolo del tempo di corrivazione è il metodo di Giandotti, la cui formula fa riferimento agli elementi fondamentali del processo cinematico che avviene nel bacino. I risultati forniti da tale formula per bacini di limitata estensione areale (<100 kmq) sono da considerarsi normalmente come sovrastimati.

Formula di Giandotti:

$$t_c (h) = \frac{4(Sb)^{1/2} + 1.5 L_p}{0.8 (H_m)^{1/2}}$$

Sb = superficie bacino

Sb = 2 756 132.46 mq

Lp = lunghezza del bacino

Lp = 2760 mt

Pm = pendenza media del bacino

Pm = 5.9%

Hm = altezza media del bacino

Hm = 70 mt

$t_c (h) = 1.98 h$ *Formula di Giandotti*

(ipotizzano un tempo di ritorno di 200 anni)

coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso o coefficiente di Runoff è il rapporto tra la quantità di deflusso e la quantità di precipitazione e dipende da diversi fattori quali il tipo di terreno, il grado di saturazione, il tipo di vegetazione, la pendenza, ecc. Sono diversi e differenti i metodi per la determinazione di tale coefficiente, in questo caso si è adottato *il metodo di Kennessey* (1930), in quanto ritenuto più idoneo, visto il discreto numero di fattori di cui tiene conto. Tale metodo presuppone che il coefficiente di deflusso sia la somma di tre coefficienti *Ca*, *Cv* e *Cp* che si riferiscono alla acclività media, alla tipologia di copertura vegetale ed alla permeabilità dei suoli, inoltre tali valori sono in funzione di un indice detto di aridità, cioè condizioni di imbibizione del terreno.

INDICE DI ARIDITA'	<25	25 - 40	>40
PERMEABILITA' (CP)		coefficienti	
1° - molto scarsa	0.21	0.26	0.3
2° - mediocre	0.12	0.16	0.20
3° - buona	0.06	0.08	0.10
4° - elevata	0.03	0.04	0.05
ACCLIVITA' (CA)		coefficienti	
1° - >35%	0.22	0.26	0.30
2° - 35% - 10%	0.12	0.16	0.20
3° - 10% - 3.5%	0.01	0.03	0.05
4° - <3.5%	-	0.01	0.03
COPERTURA VEGETALE (CV)		coefficienti	
1° - roccia nuda	0.26	0.28	0.30
2° - pascoli	0.17	0.21	0.25
3° - terra coltivata	0.07	0.11	0.15
4° - bosco d'alto fusto	0.03	0.04	0.05

Nel caso specifico, il bacino idrografico del fosso in esame (*vedi corografia allegata in appendice*) risulta caratterizzato da un indice di aridità basso, inoltre è stata imposta, per fini cautelativi una permeabilità molto scarsa con $C_p=0.21$, nonostante la presenza di terreni limoso-sabbiosi e talora sabbiosi della coltre di natura eluvio-colluviale che caratterizzano dal punto di vista geologico l'intero bacino imbrifero in questione, ma con lo scopo di tenere conto che nella parte basale del bacino una buona parte della superficie risulta impermeabilizzata dalla urbanizzazione. Mentre per quanto riguarda l'acclività, si considera che la superficie del bacino è caratterizzata da una pendenza media compresa tra 10% e 3.5%, da cui risulta un coefficiente $C_a=0.01$; infine per la copertura vegetale, si è considerato, anche in questo caso con criteri cautelativi, come la superficie del bacino sia caratterizzata da terra interamente coltivata, da cui scaturisce un valore di $C_v=0.07$. Il valore complessivo del coefficiente di deflusso che ne deriva risulta pertanto essere pari a:

$$C = C_p + C_a + C_v = 0.29 \quad (\text{metodo di Kennessey 1930}).$$

1.3 CALCOLO DI MASSIMA PIENA

ANALISI DEL BACINO IDROGRAFICO

Il bacino idrografico del Fosso in esame si estende per gran parte all'interno del comune di Porto Sant'Elpidio e soltanto una piccola porzione, in corrispondenza dell'estrema area occidentale del bacino, ricade all'interno del comune di Sant'Elpidio a Mare, per una superficie complessiva, in corrispondenza dell'area sottesa dall'opera di attraversamento in progetto, di circa 2.756 km². Il bacino del Fosso dell'Albero presenta una forma allungata, con asse di allungamento disposto secondo la direzione SudOvest-NordEst.

a) parametri morfometrici

I principali parametri morfogenetici del bacino idrografico del Fosso dell'Albero, all'altezza della sezione considerata (ponte ferrovia), sono i seguenti:

<i>area bacino idrografico</i>	$Ab = 2.756 \text{ km}^2$
<i>perimetro bacino idrografico</i>	$Pb = 3.32 \text{ km}$
<i>lunghezza asta fluviale principale</i>	$L = 8944 \text{ mt}$
<i>pendenza media %</i>	$P = 0.05906$

Un metodo ampiamente usato per il calcolo della portata di piena è il *metodo razionale*. La formula razionale fornisce il valore della portata di piena Q (m³/s) 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 (km²) e del tempo di percorrenza dei deflussi stessi, detto tempo di corrvazione t_c (ore).

$$Q = \frac{C \cdot h \cdot A \cdot k}{t_c}$$

dove:

- Q = *portata di massima piena al colmo per un dato tempo di ritorno, ipotizzato di 200 anni;*
 C = *coefficiente di deflusso, rapporto tra gli afflussi meteorici e i corrispondenti deflussi superficiali;*
 k = *costante (0,2777);*
 S = *area del bacino (km);*
 h = *altezza di precipitazione riferita t_c per un dato tempo di ritorno (mm);*
 t_c = *tempo di corrvazione (ore).*

INTERA AREA SOTTESA ALLA SEZIONE CONSIDERATA

$C_{\text{DEFLUSSO}}=0.29$		$S \text{ (kmq)}=2.756$		$t_c=1.98 \text{ h (Giandotti)}$		
Tr (anni)	a	n	t_c (ore)	h (mm)	ic	Q(mc/sec)
5	37.9901712	0.2800	1.98	46.00	23.23	5.165
10	46.1679302	0.2940	1.98	56.44	28.50	6.337
20	54.0103663	0.3003	1.98	66.31	33.49	7.446
30	58.5213887	0.3032	1.98	71.99	36.36	8.083
50	64.1599885	0.3061	1.98	79.08	39.94	8.880
100	71.7649381	0.3093	1.98	88.65	44.77	9.955
200	79.3416959	0.3119	1.98	98.18	49.59	11.025
500	89.3373039	0.3146	1.98	110.76	55.94	12.437
1000	96.8914766	0.3163	1.98	120.26	60.74	13.504

Il valore della portata di massima piena Q per calcolato per un tempo di ritorno di 200 anni risulta essere pari a:

$$Q = 11.025 \text{ mc/s}$$

con un tempo di corrivazione di $t_c(h)=1.98 \text{ h}$ (Formula di Giandotti)

Oltre allo studio della massima piena, calcolata considerando il bacino naturale del fosso, in questo caso, va necessariamente considerato l'eventuale apporto dei vari collettori fognari di acque chiare che attualmente scaricano all'interno del corso d'acqua. Per questo aspetto, la quantificazione degli apporti risulta essere molto difficoltosa e all'atto pratico dimostratasi praticamente improba. Pertanto, partendo da tale difficoltà e considerando che le acque chiare fognarie raccolte all'interno del bacino imbrifero del fosso risultano comunque contemplate nel calcolo eseguito; resterebbero delle ipotetiche quantità di acque di dilavamento raccolte fuori dal bacino imbrifero da condotte fognarie e trasferite (in contropendenza) all'interno dell'alveo del fosso dell'albero, ma nel contempo potrebbe anche verificarsi il caso opposto, ossia, acque pluviali del bacino del fosso dell'alveo allontanate da condotte fognarie, magari di acque nere, in area esterna al bacino stesso (es: depuratore). A valle di tali considerazioni che potrebbero far ipotizzare una ragionevole compensazione fra i vari apporti negativi e positivi, **anche in questo caso, con propositi assolutamente cautelativi, si è pensato di aumentare la portata di piena di calcolo da 11 a 15 mc/sec**, al fine di tener conto dell'ipotetico apporto di acque chiare di natura antropica all'interno del bacino del fosso, per effetto dei collettori fognari di acque chiare che attualmente scaricano all'interno del corso d'acqua.

1.4 VERIFICA IDRAULICA

Per la modellazione idraulica del deflusso nei corsi d'acqua sia naturali che artificiali si utilizzano schematizzazioni diverse in funzione dei dati disponibili e del grado di accuratezza del risultato che si intende ottenere. La prima differenziazione riguarda la schematizzazione dimensionale utilizzata, che può essere *monodimensionale*, *bidimensionale* o *tridimensionale*. Ai fini pratici la schematizzazione più utilizzata è sicuramente quella monodimensionale soprattutto per la semplicità che la caratterizza. Essa dà in ogni caso risultati soddisfacenti quando la componente principale di moto è lungo una direzione prevalente. In questo caso le caratteristiche di moto vengono valutate su ogni singola sezione trasversale del corso d'acqua e poi viene valutata la singola interferenza con le sezioni contigue. Nel caso specifico del fosso *dell'Albero* è stata adottata una tipologia di **schema monodirezionale** in quanto assolutamente soddisfacente, dato che non trattasi di un ampio corso d'acqua dove la propagazione delle acque avviene attraverso meandri e/o barre che dividono i flussi in componenti di spostamento anche di tipo laterale, ma nel caso di studio essendo il corso d'acqua estremamente piccolo, concentra il suo deflusso lungo una linea orientata verso la massima pendenza e priva di accentuate divagazioni.

Oltre allo schema di moto, un'altra distinzione va condotta in base alle condizioni temporali o regime di moto che può essere di tipo: *uniforme*, *permanente* e *vario*. Si ha un moto *permanente* quando le caratteristiche del deflusso restano costanti in funzione del tempo e moto *vario* quando esse variano. Il moto *uniforme* è un caso particolare di quello *permanente*, quando il deflusso avviene in un alveo cilindrico. Una corrente a pelo libero è in moto uniforme se scorre in un alveo cilindrico con la superficie libera parallela al fondo, in natura si trovano situazioni di questo genere solo in canali ed alvei completamente artificiali ed in perfetto stato di manutenzione. Pertanto una corrente a pelo libero è da considerarsi in moto permanente gradualmente variato quando sono presenti variazioni graduali di sezione e di direzione, ma in ogni caso la pressione può ritenersi distribuita idrostaticamente e la portata non varia nel tempo. Una corrente a pelo libero è in moto vario quando sono presenti brusche variazioni di portata in una sezione che si trasmettono quindi alle sezioni circostanti. Nel caso specifico per il fosso studiato, si è ritenuto ragionevole ipotizzare un regime di **moto di tipo permanente**.

Per la verifica idraulica del corso d'acqua ed in particolare lo studio delle sezioni esistenti di attraversamento e/o di rivestimento, con particolare riferimento a quella nuova di progetto per il ponte da realizzare, è stato

utilizzato il **programma HEC-RAS 4.1.0** sviluppato da “**Hydrologic Engineering Center**” del **US Army Corps of Engineers (USA)**. Tale programma serve per simulare la propagazione dell’onda di piena lungo il reticolo idraulico e determinare quindi l’altezza che il livello idrico raggiunge nelle varie sezioni evidenziando quindi possibili criticità del reticolo stesso. Inoltre permette di simulare il comportamento di eventuali opere da realizzare lungo i corsi d’acqua. Nel presente calcolo è stato utilizzato, come anticipato in precedenza, uno schema *monodimensionale* che è quello implementato nel software HEC-RAS associato a delle condizioni di *moto permanente* che prevede caratteristiche del deflusso che restano costanti in funzione del tempo.

Stato attuale del sito

Il tratto del fosso dell’Albero preso in considerazione è quello che va dalla sezione 70 (vedi sezione) ubicata in prossimità di via Pò, dove comincia l’antropizzazione dell’alveo del fosso, il quale viene regimentato all’interno di uno scatolare chiuso di forma rettangolare e la foce del fosso stesso, che scarica direttamente in mare, per un tratto complessivo di circa 600 mt.

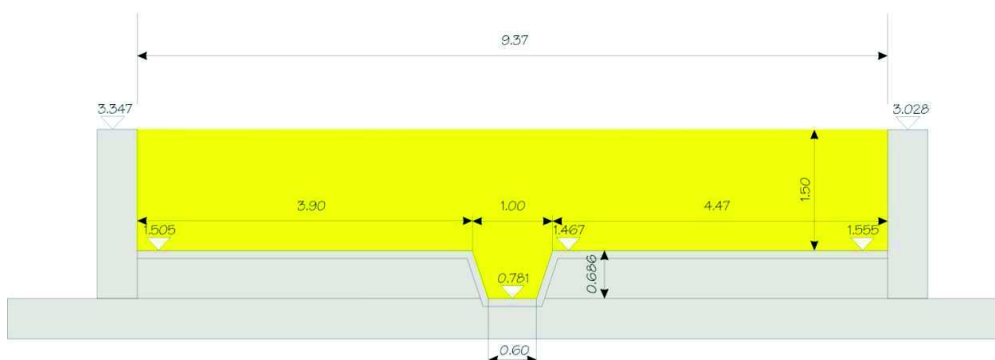
La sezione 70 (5.86x2.03 mt circa), rappresenta quindi l’inizio del tratto intubato dell’alveo che prosegue sempre all’interno dello scatolare chiuso, inizialmente

parallelamente a via S. Giovanni Bosco, quindi attraversando la Strada Statale 16 Adriatica e ancora parallelamente a via Piave fino a scorrere al di sotto del mercato coperto, alla fine del quale (sezione



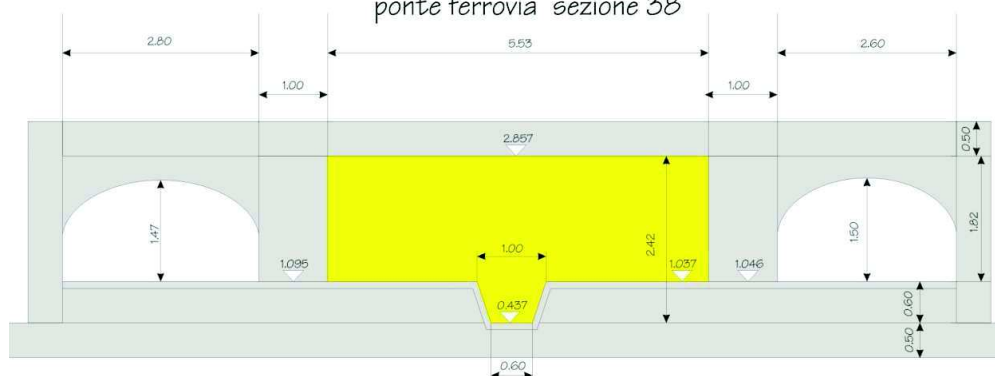
60), torna ad essere a pelo libero. Il tratto di scatolare chiuso, per il tratto appena citato, non è stato ispezionato nel corso di questo studio, in quanto si è ritenuto che eventuali restringimenti e/o ostruzioni della condotta, in questo caso, sarebbero stati solamente a favore della sicurezza, nella finalità della progettazione del nuovo ponte, dato che tali problematiche potrebbero solamente ridurre l’afflusso idrico alla sezione di studio.

sezione mercato 60



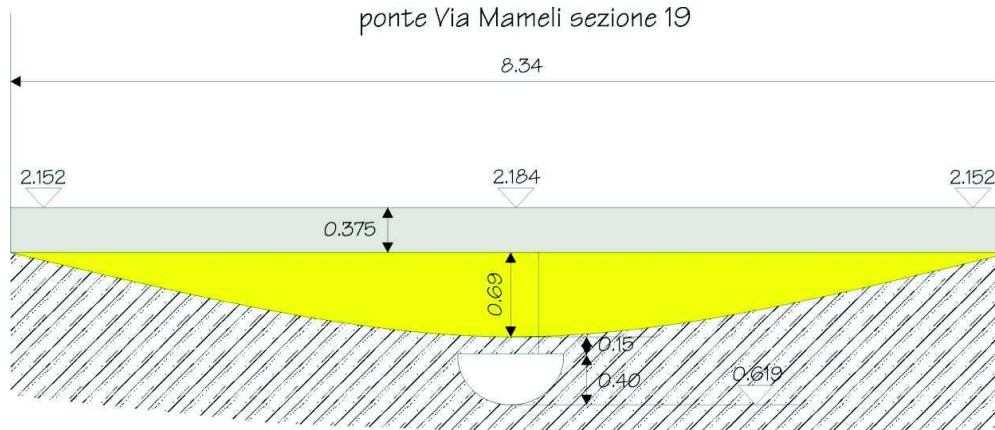
Dopo il mercato coperto, l'alveo scorre su una superficie asfaltata per un breve tratto "a cielo aperto", area questa su cui verrà realizzato il nuovo ponte, quindi si individua il sottopasso ferroviario (sezione 38)

ponte ferrovia sezione 38



e subito dopo il ponte di via Mameli (sezione 19).

ponte Via Mameli sezione 19



Nel tratto compreso tra il ponte di via Mameli e l'uscita dal mercato coperto, l'alveo del fosso dell'albero viene attualmente utilizzato, in maniera impropria, come sede stradale per la circolazione carrabile di collegamento tra il borgo marinaro ed appunto via Mameli.



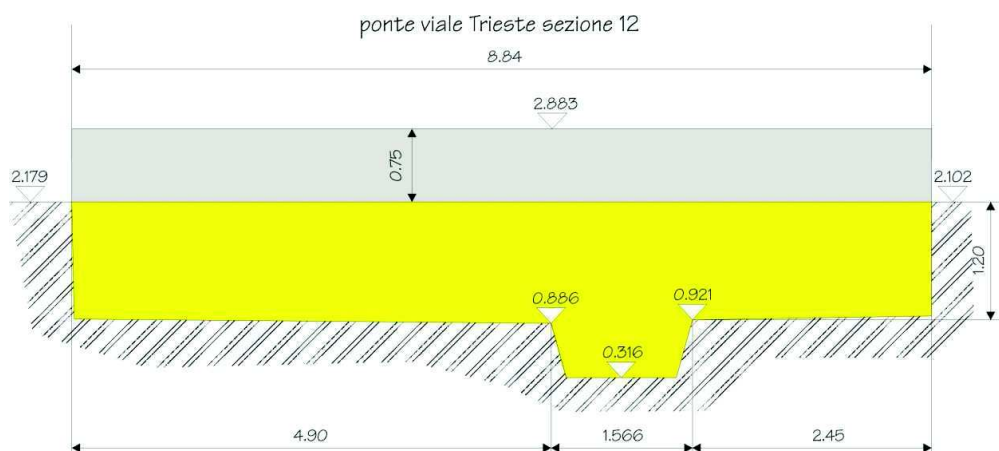
Foto del tratto in oggetto con vista rispettivamente da via Mameli e dal mercato coperto

I lavori di asfaltatura e preparazione della strada realizzati negli anni in maniera probabilmente reiterata e stratificata, di fatto, hanno provocato l'innalzamento del piano di scorrimento del corso d'acqua, creato inoltre dei problemi di contropendenza dell'alveo a ridosso dello scatolare di via Mameli oltre che un evidente restringimento della sezione drenante del ponte stesso.



Ponte su via Mameli vista da Ovest

Oltre il ponte di via Mameli ed in continuità con lo stesso, il corso d'acqua, torna ad essere intubato all'interno di un nuovo scatolare fino ad oltre viale Trieste (sezione 10).



Ponte su via Trieste



Oltre il ponte di via Trieste, il fosso risulta ancora completamente rivestito, ma scorre a cielo aperto, fino al suo ultimo tratto, in cui lo stesso riprende il suo alveo naturale, privo di qualsiasi antropizzazione, lungo circa 60-80 mt appena prima dell'immissione in mare.



Foto tratto terminale di afflusso al mare

Ponte da realizzare

La sezione in esame del nuovo ponte da realizzare si colloca tra il vecchio mercato coperto e il ponte della ferrovia adriatica e dovrà risultare il prolungamento di via indipendenza, con lo scopo di dare continuità alla stessa, oggi interrotta sopra al fosso dell'albero.

La sezione di progetto fornita in prima approssimazione dai progettisti dell'opera, presenta una forma rettangolare, con una lunghezza di 10.00 mt, ed un'altezza di circa 1.82 mt., compresa tra l'attuale piano dell'asfalto e la quota descritta dall'intradosso dell'impalcato del ponte di progetto. Essendo la sezione ipotizzata piuttosto ampia, nei calcoli idraulici è stata considerata una superficie di "drenaggio" ridotta al fine di recepire le indicazioni dei progettisti che chiedevano la possibilità di mantenere liberi i fianchi della nuova opera da progettare per avere la possibilità di inserire sui lati, impianti tecnologici e/o di lasciare la possibilità di predisposizione di possibili condutture future. Quindi la sezione considerata nei calcoli è una sezione minore, sempre a base rettangolare di 5.53 mt per 1.82 mt di altezza, che corrisponde esattamente alla sezione centrale del ponte ferroviario (*vedi sezioni di seguito riportata in colore giallo*). Questo, anche al fine, di non creare turbolenze, dal punto di vista idraulico, tra due sezioni differenti appartenenti ai due impalcati, praticamente appaiati tra di loro.



Risultanze verifiche idrauliche

L'alveo del fosso dell'Albero risulta essere completamente intubato a monte della sezione in corrispondenza della quale verrà realizzato il ponte. Per il tratto in questione, in via cautelativa, è stato considerato come se l'alveo fosse a pelo libero, ossia privo di qualsiasi impedimento e/o restringimento tale da ridurre l'afflusso alla sezione di progetto, mentre sono stati presi in

considerazione gli attraversamenti, nella loro completa reale geometria, posti a valle della sezione in oggetto per valutare la loro efficienza idraulica e le possibili problematiche e conseguenze sulla sezione di progetto, (es: fenomeni di rigurgito) nel caso gli stessi dovessero risultare insufficienti con la portata di massima piena ipotizzata.

Per la simulazione idraulica è stata utilizzata la **portata di massima piena del fosso dell'Albero di $Q = 11.025$ mc/s, determinata con un tempo di ritorno di 200 anni** per il bacino idrografico del fosso, sotteso alla sezione in esame. Tale portata è stata quindi incrementata, in via assolutamente cautelativa, fino a **15.0 mc/s**, (vedi considerazioni finali prf 1.3) al fine di tener conto del potenziale ipotetico apporto di acque chiare di natura antropica all'interno del bacino del fosso, per effetto dei collettori fognari di acque chiare, che attualmente scaricano all'interno del corso d'acqua.

Il tratto dell'alveo del fosso studiato nella verifica idraulica risulta essere completamente rivestito in cemento, considerato, nei sopralluoghi eseguiti, in discrete condizioni di conservazione, pertanto, per quanto riguarda i valori del coefficiente di scabrezza, si è potuto far riferimento ai valori **di resistenza di Manning** per canali artificiali di seguito riportata, unitamente alla tabella per il calcolo del coefficiente di resistenza di tronco:

<i>Tipo di superficie</i>	<i>Minimo</i>	<i>Normale</i>	<i>Massimo</i>
Canali rivestiti in			
<i>Acciaio (canalette)</i>	0.011	0.012	0.017
<i>Lamiera ondulata</i>	0.021	0.025	0.030
<i>Legno con buon grado di finitura</i>	0.010	0.012	0.015
<i>Legno grezzo</i>	0.012	0.015	0.018
<i>Calcestruzzo liscio</i>	0.011	0.013	0.015
<i>Calcestruzzo grezzo</i>	0.014	0.017	0.020
<i>Conglomerato bituminoso liscio</i>		0.013	
<i>Conglomerato bituminoso grezzo</i>		0.016	
<i>Mattoni vetrificati</i>	0.011	0.013	0.015
<i>Mattoni con intonaco</i>	0.012	0.015	0.018
<i>Pietrame con giunti stilati</i>	0.018	0.025	0.030
<i>Scogliera</i>	0.023	0.032	0.035
<i>Gunita (sezione di scavo regolarizzata)</i>	0.016	0.019	0.023
<i>Gunita (sezione irregolare)</i>	0.018	0.022	0.025
<i>Erba</i>	0.030		0.500

<i>Condizioni del corso d'acqua</i>		<i>Valori del coefficiente</i>	
Materiale d'alveo	Sabbie e limi	n₀	0.020
	Ghiaie e sabbie		0.024
	Ciottoli e sabbie		0.028
	Roccia		0.025
Forma della sezione trasversale	Regolare	n₁	0.000
	Abbastanza regolare		0.005
	Moderatamente irregolare		0.010
	Molto irregolare		0.020
Grado di uniformità longitudinale	Variazioni graduali	n₂	0.000
	Saltuarie strettoie e varici		0.005
	Frequenti cambi di sezione		0.010-0.015
Effetto delle ostruzioni	trascurabile	n₃	0.000
	Poco importante		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Forte		0.040-0.060
Vegetazione	Scarsa	n₄	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Importante		0.025-0.050
	Molto importante		0.050-0.100
Grado di sinuosità	Scarso	n₅	1.00
	Apprezzabile		1.15
	Notevole		1.30

Si è adottato un valore **di resistenza di Manning**, (anche in questo caso interpretando in maniera cautelativa la scelta dei parametri) pari a **0.35**, considerando la somma dei vari coefficienti relativi ad un alveo rivestito in calcestruzzo grezzo (0.020) con una forma della sezione trasversale regolare (0.000), un grado di uniformità longitudinale con variazioni graduali (0.000) e un effetto delle ostruzioni poco importante (0.015).

La **pendenza motrice** (J) utilizzata, è stata valutata in maniera estremamente dettagliata, grazie al rilevamento topografico di dettaglio eseguito per lo scopo, e calcolata tra la sezione 70 e la sezione 10, ed è risulta essere pari a **0.019** (1.9%).

Di seguito vengono riportate le tabelle di tutte le sezioni attuali e di progetto derivanti da una **Prima Simulazione**, con le relative caratteristiche specifiche:

1^a SIMULAZIONE

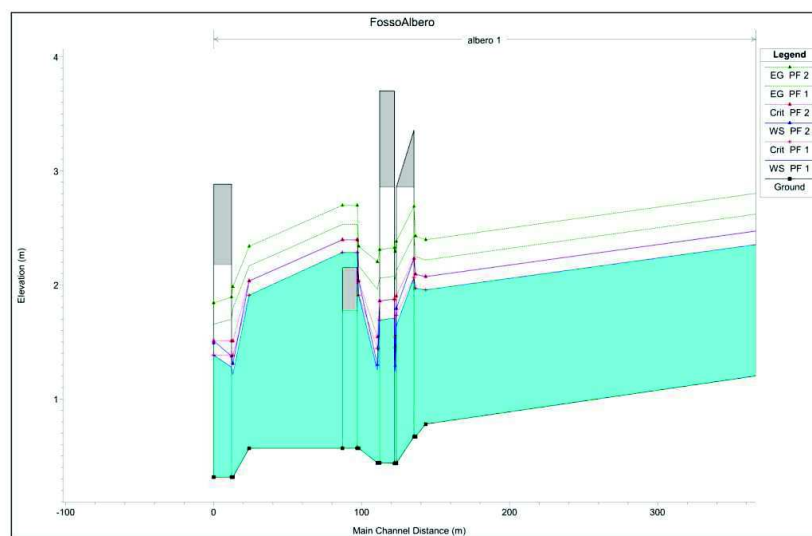
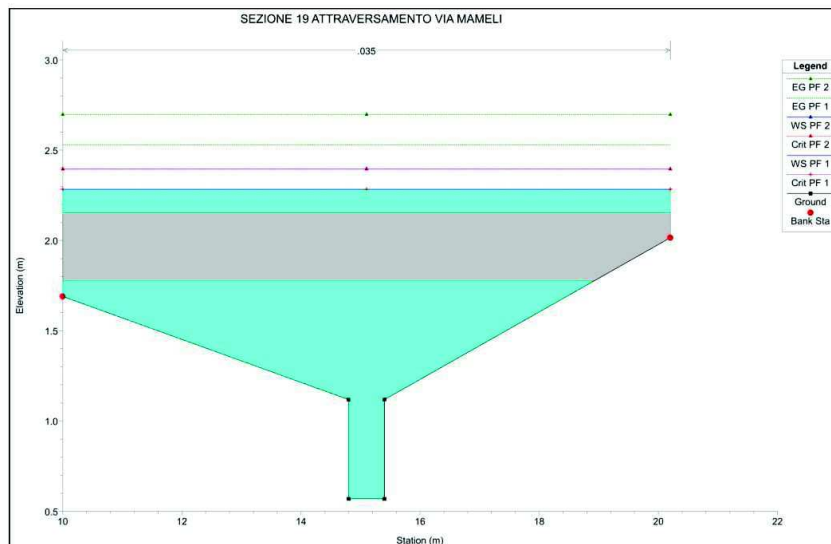
Tabella 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	PF 1	11.03	8.91	9.61	9.62	9.98	0.019000	2.69	4.10	5.86	1.03
1	70	PF 2	15.00	8.91	9.77	9.78	10.22	0.019000	2.99	5.01	5.86	1.03
1	60	PF 1	11.03	0.78	1.96	1.96	2.22	0.019277	2.27	4.86	9.37	1.00
1	60	PF 2	15.00	0.78	2.07	2.07	2.40	0.018675	2.52	5.95	9.37	1.01
1	50	PF 1	11.03	0.67	1.97	1.97	2.25	0.019483	2.33	4.74	9.00	1.02
1	50	PF 2	15.00	0.67	2.09	2.09	2.43	0.018344	2.56	5.85	9.00	1.01
1	48		Bridge									
1	40	PF 1	11.03	0.44	1.26	1.46	2.06	0.168211	3.06	2.78	12.87	2.72
1	40	PF 2	15.00	0.44	1.29	1.55	2.29	0.162799	4.43	3.39	12.87	2.75
1	38		Bridge									
1	30	PF 1	11.03	0.44	1.25	1.44	1.96	0.131124	3.73	2.95	12.40	2.44
1	30	PF 2	15.00	0.44	1.30	1.54	2.20	0.131203	4.21	3.56	12.40	2.51
1	20	PF 1	11.03	0.57	1.91	1.91	2.17	0.018271	2.25	4.91	9.64	1.00
1	20	PF 2	15.00	0.57	2.04	2.04	2.34	0.017297	2.44	6.15	10.20	1.00
1	19		Bridge									
1	16	PF 1	11.03	0.57	1.91	1.91	2.17	0.018325	2.25	4.90	9.64	1.01
1	16	PF 2	15.00	0.57	2.04	2.04	2.34	0.017297	2.44	6.15	10.20	1.00
1	14	PF 1	11.03	0.32	1.21	1.38	1.79	0.063411	3.37	3.27	8.80	1.77
1	14	PF 2	15.00	0.32	1.31	1.51	1.98	0.055594	3.64	4.12	8.80	1.70
1	12		Bridge									
1	10	PF 1	11.03	0.32	1.38	1.38	1.66	0.019475	2.34	4.72	8.80	1.02
1	10	PF 2	15.00	0.32	1.49	1.51	1.84	0.019685	2.63	5.71	8.80	1.04

Tabella 2

Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Vel Head (m)	Frctn Loss (m)	C & E Loss (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Top Width (m)
1	70	PF 1	9.98	9.61	0.37				11.03		5.86
1	70	PF 2	10.22	9.77	0.46				15.00		5.86
1	60	PF 1	2.22	1.96	0.26	82.29	0.03		11.03		9.37
1	60	PF 2	2.40	2.07	0.32	81.00	0.04		15.00		9.37
1	50	PF 1	2.25	1.97	0.28	0.13	0.00		11.03		9.00
1	50	PF 2	2.43	2.09	0.33	0.13	0.00		15.00		9.00
1	48	Bridge									
1	40	PF 1	2.05	1.25	0.80	0.05	0.03		11.03		12.87
1	40	PF 2	2.29	1.29	1.00	0.05	0.04		15.00		12.87
1	38	Bridge									
1	30	PF 1	1.96	1.25	0.71	0.06	0.03		11.03		12.40
1	30	PF 2	2.20	1.30	0.90	0.06	0.05		15.00		12.40
1	20	PF 1	2.17	1.91	0.26				11.03		9.64
1	20	PF 2	2.34	2.04	0.30	0.47	0.18		15.00		10.20
1	19	Bridge									
1	16	PF 1	2.17	1.91	0.26	1.95	0.00		11.03		9.64
1	16	PF 2	2.34	2.04	0.30	1.84	0.00		15.00		10.20
1	14	PF 1	1.79	1.21	0.58	0.34	0.03		11.03		8.80
1	14	PF 2	1.98	1.31	0.67	0.31	0.04		15.00		8.80
1	12	Bridge									
1	10	PF 1	1.66	1.38	0.28	0.00	0.00		11.03		8.80
1	10	PF 2	1.84	1.49	0.35	0.00	0.00		15.00		8.80

Dalla simulazione ottenuta dal software, oltre alle tabelle esposte, in cui sono riassunti i valori di velocità di corrente, numero di *Frode* ecc..., emergono anche delle visualizzazioni grafiche in cui viene descritto il livello dell'onda di piena sulle singole opere presenti lungo l'alveo, rappresentate da sezioni e profili dai quali si evince che tutte **le sezioni e gli attraversamenti sul fosso dell'Albero sono verificati con entrambe le portate di 11.025 mc/s e 15 mc/s** (vedi sezioni allegate in appendice), **ad eccezione della sezione n.19, cioè quella relativa all'attraversamento di via Mameli**. A fine di visualizzare tale situazione si allega, di seguito, il grafico della sezione 19 ed il profilo generale, da dove risulta evidente che già la superficie di colore azzurro, rappresentante la portata $Q=11.025$ mc/s, supera la porzione di colore grigio relativa all'impalcato del ponte di via Mameli. Fatto questo che testimonia, come nella situazione attuale tale sezione risulti sottodimensionata per una portata di piena con tempo di ritorno di 200 anni.



Profilo del tratto prossimo al ponte da realizzare (indicato con l'impalcato triangolare) con verifica di Prima Simulazione, dove si evince che tutte le sezioni accettano le portate di massima piena, ad eccezione della sezione n.19 dove il livello idrico supera quello dell'impalcato del ponte di via Mameli.

Pertanto in questo contesto, pur verificando la sezione di progetto del nuovo ponte da realizzare, anche nelle condizioni di superficie di drenaggio ridotta (evidenziata in giallo nelle sezioni riportate in appendice), non essendo

verificato il ponte di via Mameli, si ritiene non soddisfacente la verifica eseguita attraverso la Prima Simulazione, dato il rischio che possa verificarsi, in caso di massima piena (tempi di ritorno di 200 anni) un possibile fenomeno di rigurgito, dal ponte su via Mameli, fino a mettere in crisi le sezioni situate subito a monte, compreso il nuovo ponte da realizzare, posto nelle immediate vicinanze della sezione critica. Oltre a tale aspetto è emerso, così come esposto in precedenza, che a valle del ponte ferroviario, il profilo topografico, rappresentato dalla sede stradale e dall'alveo del fosso, presenta una contro pendenza che impedisce il naturale deflusso della corrente. Tale conformazione topografica fa sì che si verifichi, anche in condizioni normali, già appena viene superato il livello del canale di magra, un fenomeno di ristagno idrico che interessa tutta l'area prossima al ponte ferroviario (vedi foto riportate di seguito).



Ristagno idrico ponte ferroviario - Evento meteorico del 27 Marzo 2014

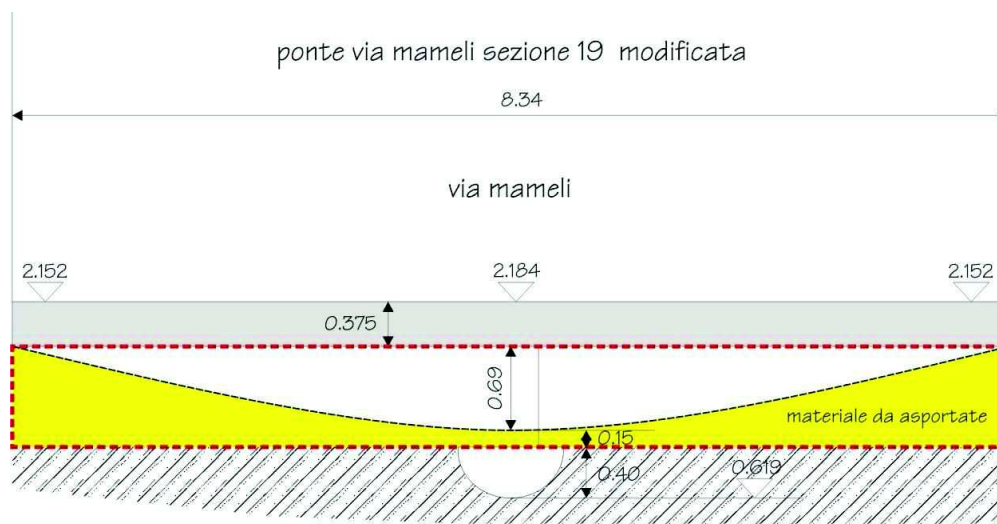


Deflusso corrente ponte via Mameli - Evento meteorico del 27 Marzo 2014

Pertanto risulta evidente come la situazione attuale non fornisca sufficienti garanzie, per quanto riguarda la sicurezza idraulica del sito, a prescindere dalla realizzazione del nuovo ponte in progetto. Ne deriva quindi l'esigenza di rivedere la situazione ed adottare necessariamente delle misure compensative volte alla risoluzione della problematica in essere.

Considerando che la nuova progettazione del ponte prevede anche una rivisitazione della viabilità locale del sito in questione, e tenendo conto che non si avrà più l'esigenza di utilizzare l'alveo del fosso a scopi carrabili per il collegamento tra il borgo marinaro e via Mameli, che avverrà attraverso la nuova via Indipendenza più a nord.

Si ritiene auspicabile e necessario, nei lavori di sistemazione dell'area, rimuovere dal tratto di alveo in questione tutto il terreno di riporto, unitamente ai livelli di asfalto presenti, al fine di eliminare innanzi tutto la contropendenza topografica ivi esistente, riqualificando e restituendo alla propria originaria funzione di alveo fluviale il sito in questione. I lavori predetti, nel contempo, libereranno la sezione idraulica del ponte su via Mameli dall'ostruzione oggi esercitata dalle strade di accesso verso l'alveo fluviale, ripristinando, così la sezione originaria dell'opera, che, come dedotto da un sopralluogo eseguito in sito poteva essere conformata nel seguente modo.



La nuova sezione 19 del ponte di via Mameli ipotizzata, probabilmente coincidente con quella originaria dell'opera, presenta una forma rettangolare

con la medesima larghezza della sezione attuale, ma con una altezza omogenea di 0.84 mt, derivante dalla rimozione del riporto e dell'asfalto oggi presente.

Alla luce della nuova sezione derivante dal ripristino del ponte di via Mameli è stata implementata una **Seconda Simulazione Idraulica** nella quale, vengono mantenute immutate tutte le situazioni e condizioni al contorno della *Prima Verifica*, con la sola eccezione della sezione 19 in cui è stata introdotta la nuova sezione drenante maggiorata. I risultati ottenuti possono essere così rappresentati:

II^a SIMULAZIONE

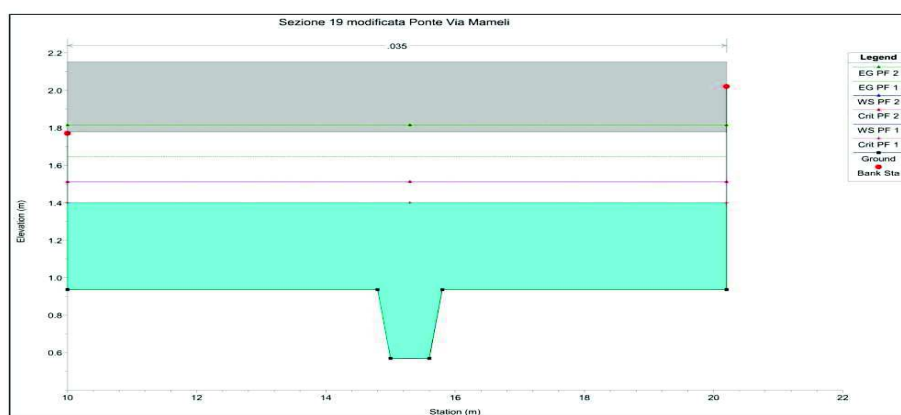
Tabella 1

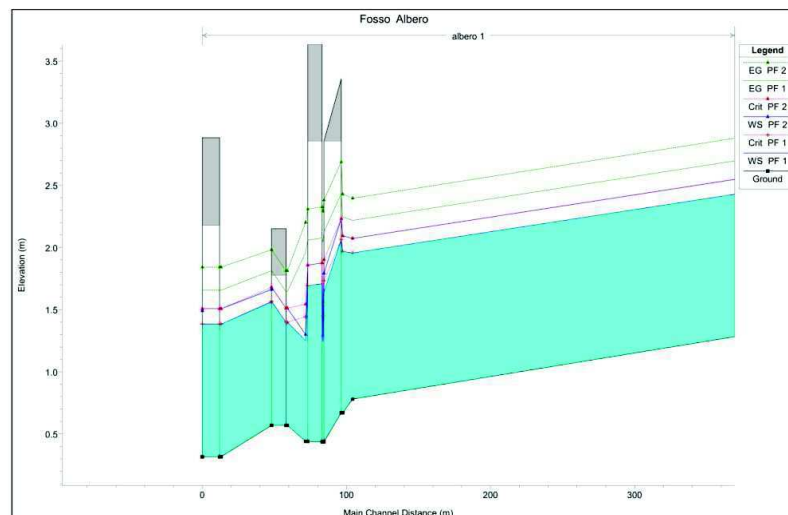
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	PF 1	11.03	8.91	9.61	9.62	9.98	0.019000	2.69	4.10	5.86	1.03
1	70	PF 2	15.00	8.91	9.77	9.78	10.22	0.019000	2.99	5.01	5.86	1.03
1	60	PF 1	11.03	0.78	1.96	1.96	2.22	0.019277	2.27	4.86	9.37	1.00
1	60	PF 2	15.00	0.78	2.07	2.07	2.40	0.018675	2.52	5.95	9.37	1.01
1	50	PF 1	11.03	0.67	1.97	1.97	2.25	0.019483	2.33	4.74	9.00	1.02
1	50	PF 2	15.00	0.67	2.09	2.09	2.43	0.018343	2.56	5.85	9.00	1.01
1	48	Bridge										
1	40	PF 1	11.03	0.44	1.25	1.45	2.05	0.168211	3.98	2.78	12.87	2.72
1	40	PF 2	15.00	0.44	1.29	1.55	2.29	0.162799	4.43	3.39	12.87	2.75
1	38	Bridge										
1	30	PF 1	11.03	0.44	1.25	1.44	1.96	0.131124	3.73	2.95	12.40	2.44
1	30	PF 2	15.00	0.44	1.30	1.54	2.20	0.131203	4.21	3.56	12.40	2.51
1	20	PF 1	11.03	0.57	1.40	1.40	1.65	0.018047	2.20	5.01	10.20	1.00
1	20	PF 2	15.00	0.67	1.61	1.61	1.81	0.017276	2.44	6.16	10.20	1.00
1	19	Bridge										
1	16	PF 1	11.03	0.57	1.56	1.57	1.81	0.019394	2.22	4.96	10.20	1.02
1	16	PF 2	15.00	0.57	1.66	1.68	1.98	0.019635	2.51	5.98	10.20	1.05
1	14	PF 1	11.03	0.32	1.38	1.38	1.66	0.018847	2.31	4.77	8.80	1.00
1	14	PF 2	15.00	0.32	1.51	1.51	1.84	0.018159	2.56	5.85	8.80	1.00
1	12	Bridge										
1	10	PF 1	11.03	0.32	1.38	1.38	1.66	0.019463	2.34	4.72	8.80	1.02
1	10	PF 2	15.00	0.32	1.49	1.51	1.84	0.019695	2.63	5.70	8.80	1.04

Tabella 2

Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Vel Head (m)	Frctn Loss (m)	C & E Loss (m)	Q Left (m ³ /s)	Q Channel (m ³ /s)	Q Right (m ³ /s)	Top Width (m)
1	70	PF 1	9.98	9.61	0.37				11.03		5.86
1	70	PF 2	10.22	9.77	0.46				15.00		5.86
1	60	PF 1	2.22	1.96	0.26	82.29	0.03		11.03		9.37
1	60	PF 2	2.40	2.07	0.32	81.00	0.04		15.00		9.37
1	50	PF 1	2.25	1.97	0.28	0.13	0.00		11.03		9.00
1	50	PF 2	2.43	2.09	0.33	0.13	0.00		15.00		9.00
1	48		Bridge								
1	40	PF 1	2.05	1.25	0.80	0.05	0.03		11.03		12.87
1	40	PF 2	2.29	1.29	1.00	0.05	0.04		15.00		12.87
1	38		Bridge								
1	30	PF 1	1.96	1.25	0.71	0.06	0.03		11.03		12.40
1	30	PF 2	2.20	1.30	0.90	0.06	0.05		15.00		12.40
1	20	PF 1	1.65	1.40	0.25				11.03		10.20
1	20	PF 2	1.81	1.51	0.30				15.00		10.20
1	19		Bridge								
1	16	PF 1	1.81	1.56	0.25	0.00	0.00		11.03		10.20
1	16	PF 2	1.98	1.66	0.32	0.00	0.00		15.00		10.20
1	14	PF 1	1.66	1.38	0.27				11.03		8.80
1	14	PF 2	1.84	1.51	0.33				15.00		8.80
1	12		Bridge								
1	10	PF 1	1.66	1.38	0.28	0.00	0.00		11.03		8.80
1	10	PF 2	1.84	1.49	0.35	0.00	0.00		15.00		8.80

Nella nuova simulazione, anche grafica, trascurando tutte le sezioni che verificavano anche nel precedente calcolo, comunque contenute e rappresentate in appendice, e considerando solamente la nuova sezione del ponte di via Mameli, si può notare come la stessa, nella nuova situazione, verifichi con sufficiente margine sia la portata massima con tempi di ritorno di 200 anni di 11 mc/sec che quella maggiorata a 15 mc/sec.





Profilo del tratto prossimo al ponte da realizzare (indicato con l'impalcato triangolare) con verifica di Seconda Simulazione, dove si evince che tutte le sezioni accettano le portate di massima piena.

1.5 CONCLUSIONI

Dallo studio eseguito e dai dati scaturiti dalle simulazioni effettuate nel tratto del Fosso dell'Albero preso in esame, emerge chiaramente che la sezione del nuovo attraversamento in progetto previsto in via Indipendenza **è ampiamente verificata sia con la portata di massima piena $Q = 11,025 \text{ mc/s}$ relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, che per la portata di $15,0 \text{ mc/s}$** , utilizzata in via del tutto cautelativa considerando eventuali incrementi di portata dovuti a immissioni di acque chiare della fognatura pubblica proveniente da aree esterne al bacino idrografico sotteso alla sezione considerata. L'unica problematica emersa è rappresentata dal ponte di via Mameli, dove, nella simulazione dello stato attuale, il livello di massima portata non verifica la portata di deflusso, nel caso di piena per un tempo di ritorno di 200 anni.

Pertanto al fine di evitare fenomeni di rigurgito che possano mandare in crisi il ponte in progetto e le opere in genere esistenti nell'area e nel contempo, al fine di risolvere una criticità idraulica attualmente presente in sito, a prescindere dalla realizzazione del ponte in progetto, si ritiene necessario effettuare un ripristino del tratto di alveo in questione, rimuovendo il terreno di riporto ed i livelli di asfalto attualmente presenti, inibendo quindi l'area al transito veicolare e restituendo così il sito alle proprie funzioni originarie. In tale maniera si otterrà il duplice scopo di liberare anche la sezione drenante originaria del ponte su via Mameli, risolvendo quindi la criticità idraulica oggi esistente, anche per portate di massima piena pari a $Q = 11.025 \text{ mc/s}$ per un tempo di ritorno di 200 anni, oltre che per la portata di 15.0 mc/s , utilizzata in via cautelativa nel caso specifico.

Quindi a condizione del citato ripristino della sezione n.19, si ritiene fattibile, dal punto di vista idraulico, il ponte di attraversamento previsto nell'area compresa tra il mercato coperto ed il ponte della ferrovia, per le sezioni ipotizzate e contenute nel presente studio. L'inserimento della struttura risulta compatibile con l'assetto idraulico odierno del corso d'acqua e non comporterà alterazioni del rischio esondazione dell'area, che anzi verrà ampiamente mitigato dal ripristino a scopi golenali dell'area attualmente utilizzata a transito veicolare.

Nella progettazione esecutiva del ponte si raccomanda il posizionamento dello stesso e nello specifico delle spalle, in una posizione quanto più possibile parallela al filone principale della corrente e nel caso specifico, vista la vicinanza con il ponte della ferrovia, le strutture di sostegno da progettare dovranno essere parallele a quelle già esistenti, al fine di non ridurre le sezioni disponibili effettive, evitare per quanto possibile turbolenze del moto idraulico e minimizzare il rischio di ostruzione da parte del materiale trasportato dalla corrente, in caso di piena.

Non vi sono invece specifiche e/o limitazioni da imporre riguardo le tipologie fondali delle opere, connessi al rischio di scalzamento al piede per effetti di incisione dell'alveo, dato che lo stesso risulta attualmente e rimarrà anche in seguito all'esecuzione dell'opera, completamente cementato.

Si raccomanda, invece, una volta realizzata l'opera, la corretta gestione dell'alveo del fosso, nel tempo, attraverso la continua manutenzione sia del corso d'acqua, eliminando depositi detritici e vegetazione presenti sul fondo, trasportati dalla corrente, in modo da evitare un restringimento dell'alveo negli anni, con potenziali rischi di ostruzione delle varie sezioni di deflusso. Oltre

alla manutenzione dell'alveo, dovrà essere garantita altrettanta cura nella gestione e manutenzione degli argini e della vegetazione presente nelle vicinanze degli stessi, al fine di scongiurare rischi che eventuali rami e/o pezzi alloctoni possano ostruire in caso di piena le sezioni scatolari e/o di attraversamento riducendone pertanto l'efficienza idraulica.

Analogo discorso va condotto al fine di mantenere sempre in buone condizioni di drenaggio l'ultimo tratto di alveo del fosso privo di rivestimento, in corrispondenza della foce dello stesso, che attualmente versa in cattive condizioni di manutenzione. Nel particolare dovrà essere rimossa la vegetazione infestante e dovrà essere pulito l'alveo dai numerosi detriti che attualmente in parte lo ostruiscono, agevolando, così, il naturale deflusso della corrente, in particolare durante eventi meteorici eccezionali, magari associati a contemporanei fenomeni di mareggiata.

Porto Sant'Elpidio, 02 Aprile 2014

il geologo
Dr. Massimo Basili
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE
geologo specialista
numero 277 albo sezione A (1989)


DATI PLUVIOMETRICI

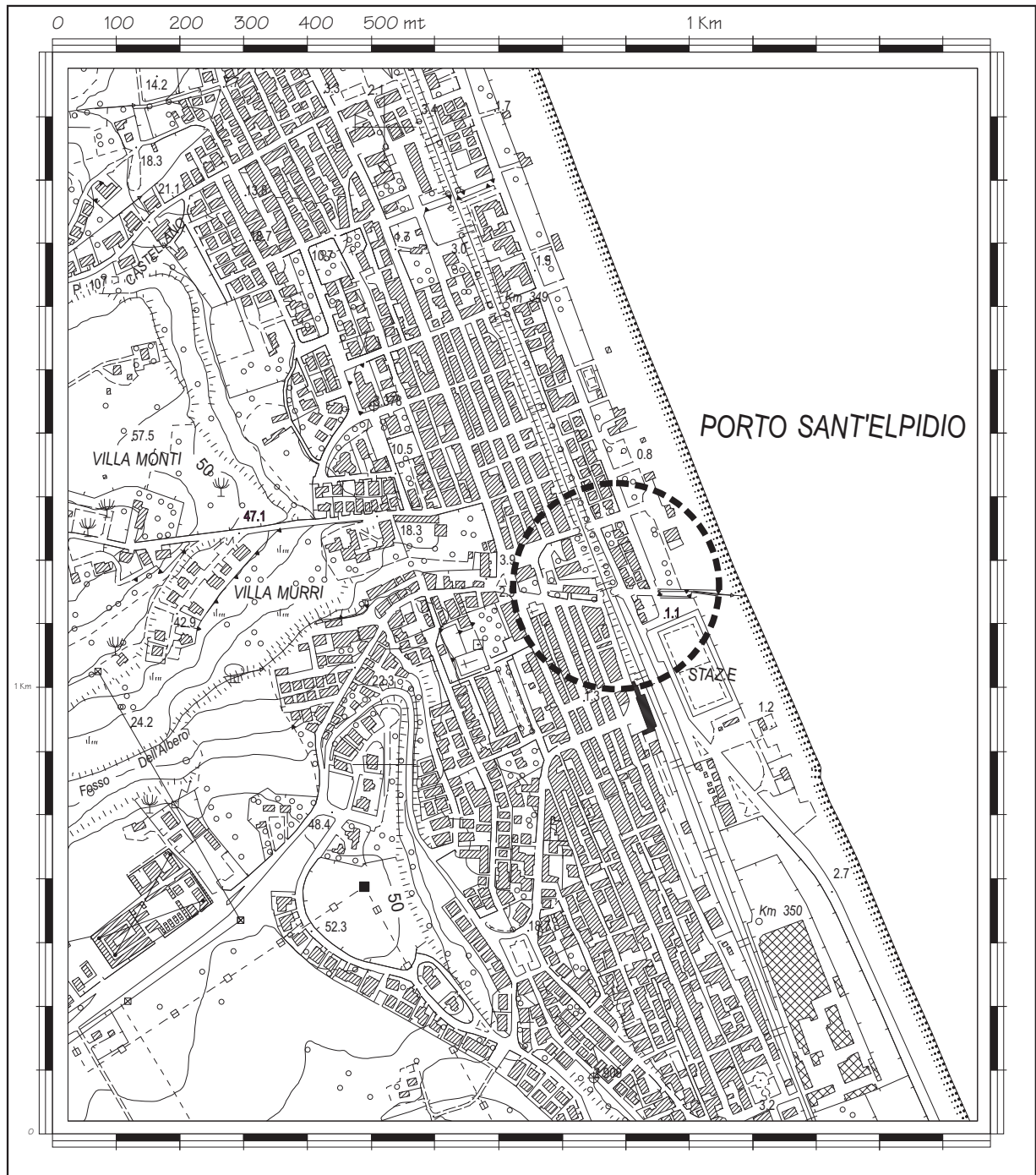
N. Dati 47
 Stazione Porto Sant'Elpidio
 m. s.l.m. 25

ANNI	T = 5 MIN	T = 10 MIN	T = 15 MIN	T = 30 MIN	T = 45 MIN
	mm	mm	mm	mm	mm
1935	24.00	36.20	48.60	49.80	50.00
1936	18.00	20.40	28.40	40.40	61.40
1937	24.60	28.20	38.4	53.40	106.4
1938	33.80	38.20	38.4	38.40	44.00
1939	62.60	71.60	71.60	72.60	72.80
1940	10.00	18.00	21.20	29.20	48.40
1941	13.40	14.40	22.00	23.40	31.60
1942	17.80	23.00	23.00	23.60	30.40
1943	22.60	33.00	54.40	83.60	85.00
1947	32.60	60.00	95.00	120.40	138.00
1948	22.80	28.00	31.80	32.00	38.80
1950	14.50	16.40	18.20	25.80	27.00
1951	35.00	44.40	44.80	44.80	53.20
1952	22.40	38.20	69.80	98.80	110.80
1953	18.60	26.20	36.60	55.20	59.80
1954	16.20	20.80	25.00	32.40	43.00
1955	40.60	42.80	52.00	72.60	77.60
1956	24.40	25.40	28.60	33.60	65.00
1957	33.80	38.60	44.40	50.20	71.00
1958	23.20	28.20	37.20	61.20	72.20
1959	63.00	128.4	149.60	226.20	236.40
1960	45.00	45.40	45.40	46.20	46.20
1961	18.00	36.80	50.40	72.20	77.00
1962	26.40	34.40	35.60	49.20	76.60
1964	25.60	32.60	33.80	38.8	40.00
1967	33.00	45.60	46.00	50.60	52.20
1968	15.40	24.60	29.60	36.40	48.40
1969	19.00	27.60	44.20	55.00	59.00
1970	21.00	34.00	35.20	35.20	40.80
1971	35.60	37.80	48.4	53.00	53.40
1972	41.00	70.80	70.80	70.80	70.80
1973	21.60	23.60	35.40	39.80	56.40
1974	14.20	23.20	37.00	44.60	49.40
1975	34.00	45.60	48.20	49.40	57.00
1976	39.40	70.80	70.80	80.00	101.00
1977	41.00	44.60	50.00	62.20	63.80
1978	25.60	32.20	43.80	60.80	80.60
1980	32.00	32.60	36.00	42.60	44.20
1981	32.00	33.40	38.40	40.20	68.80
1982	48.00	49.20	49.20	50.00	75.20
1983	18.20	19.20	23.20	23.20	23.20
1984	22.40	36.40	37.80	42.00	62.40
1985	10.60	16.00	21.00	27.00	44.40
1986	24.80	27.20	28.20	28.20	31.00
1987	10.40	11.80	19.20	31.00	31.00
1988	38.00	48.20	48.20	48.20	78.20

COROGRAFIA



Scala 1:10.000

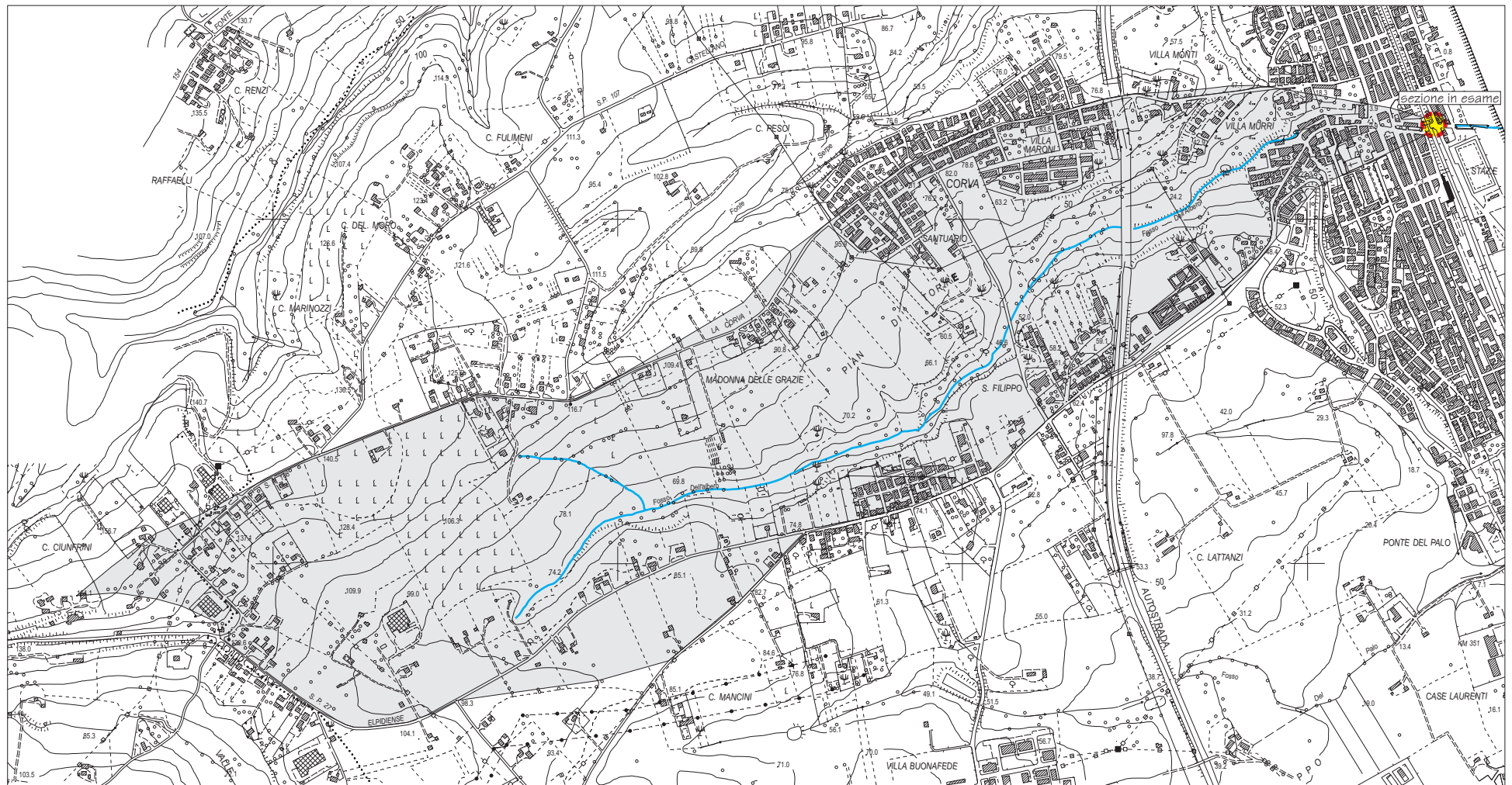


stralcio Carta Tecnica Regionale n.304100, comune di Porto Sant'Elpidio (FM)



AREA DI INDAGINE

BACINO IDROGRAFICO FOSSO IN ESAME



estratto ortofotogrammetria del comune di Porto Sant'Elpidio (FM)

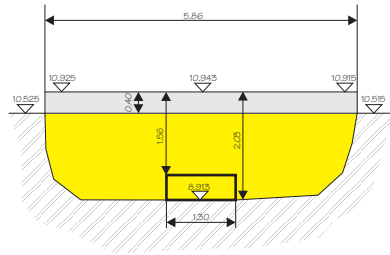
SCALA 1:12 000

COROGRAFIA

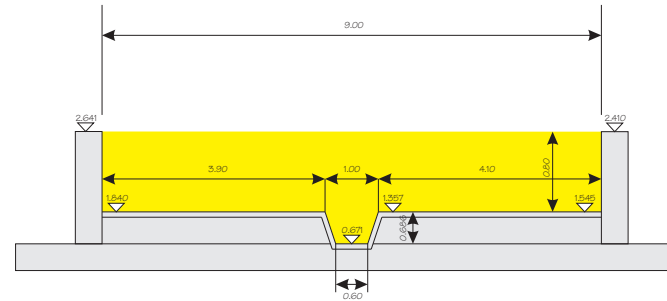
tracciato Fosso dell'Albero

SEZIONI

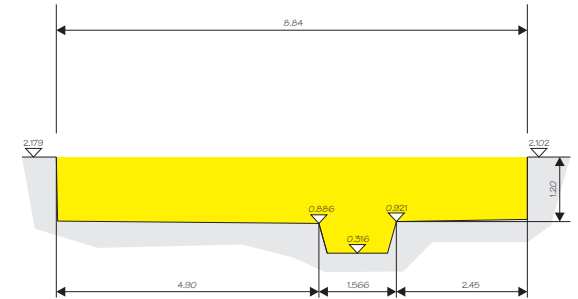
sezione 70



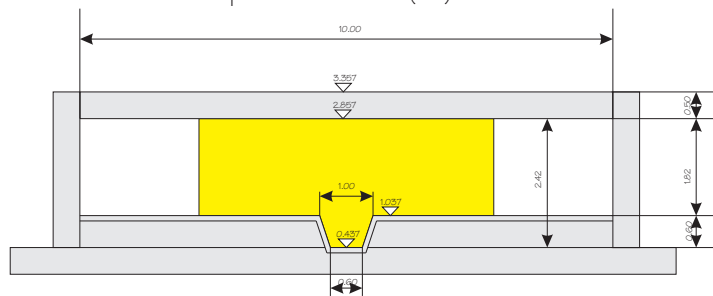
sezione 50



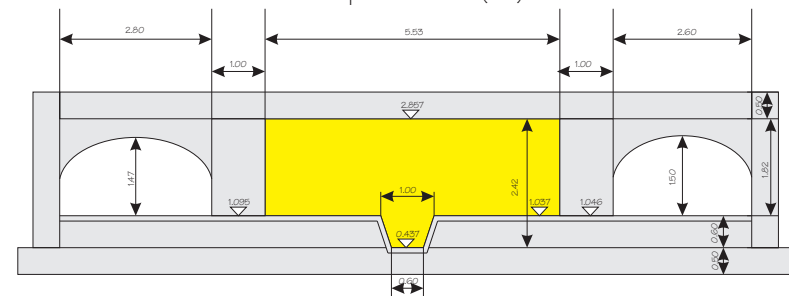
sezione 10



sezione nuovo ponte da realizzare (48)



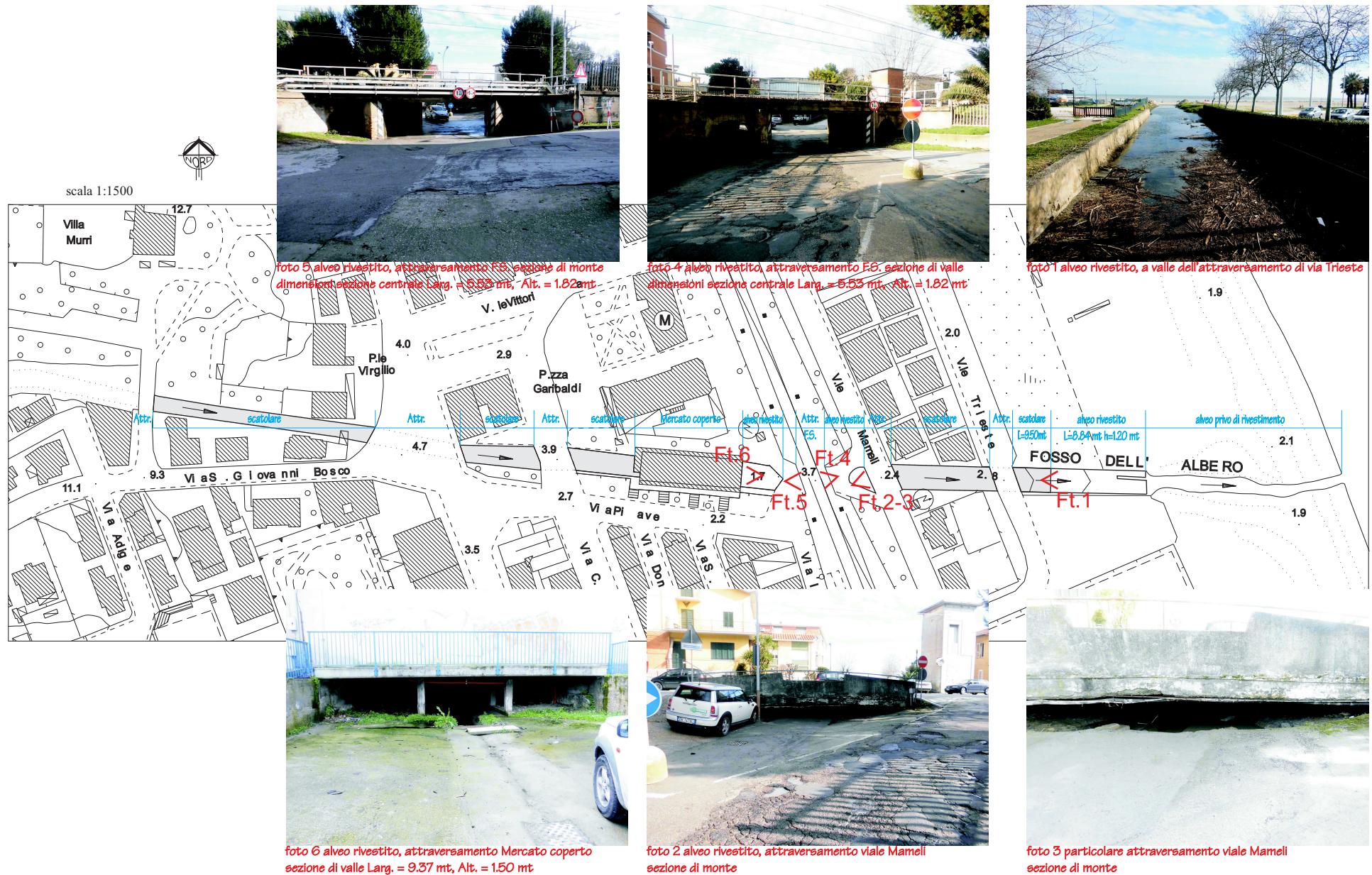
sezione ponte ferrovia (38)



PONTI

 sezione considerata verifica idraulica

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA







PLANIMETRIA rapp. 1:400

0 4 8 12 16 metri 20
Scala grafica

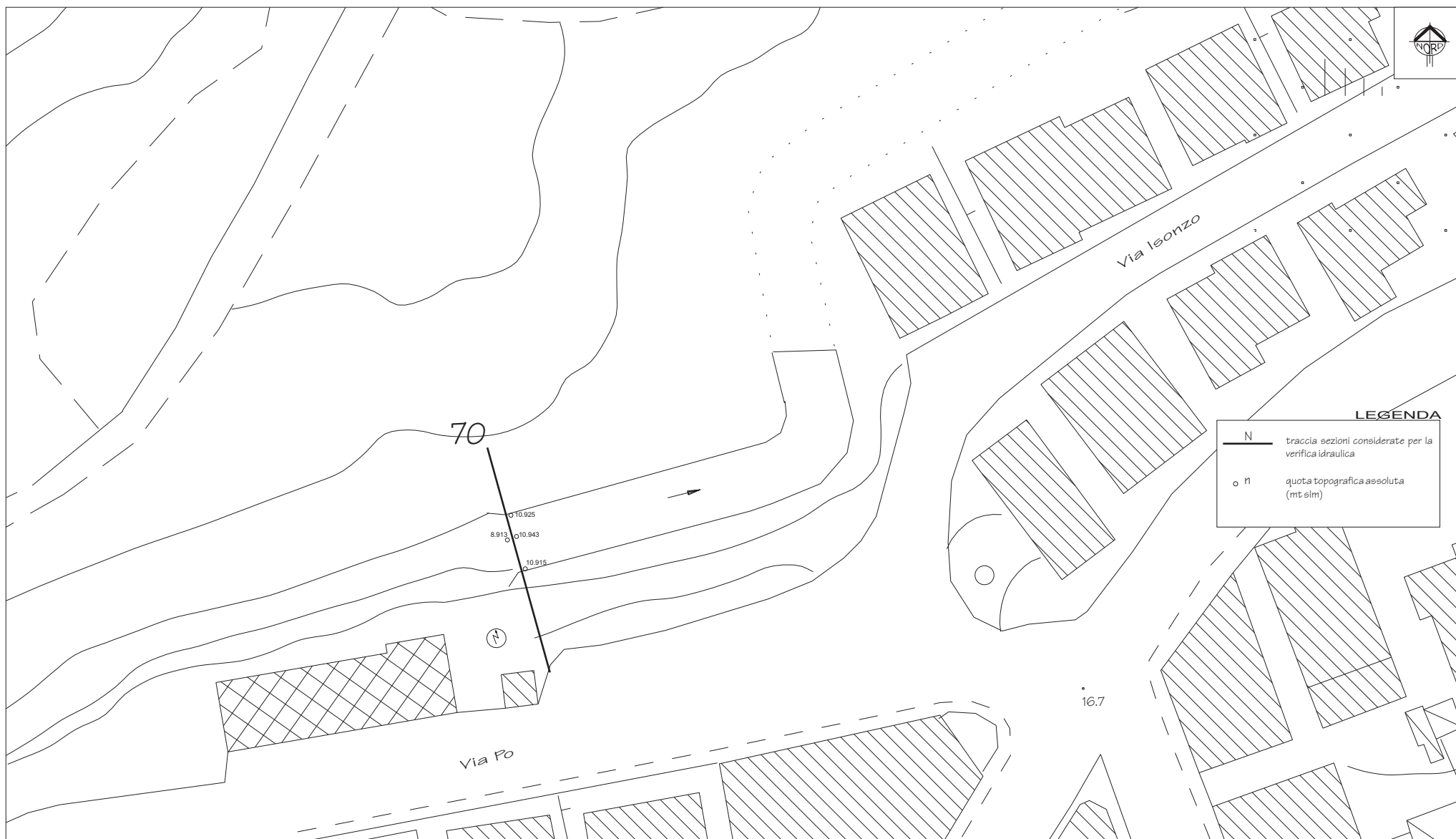


LEGENDA

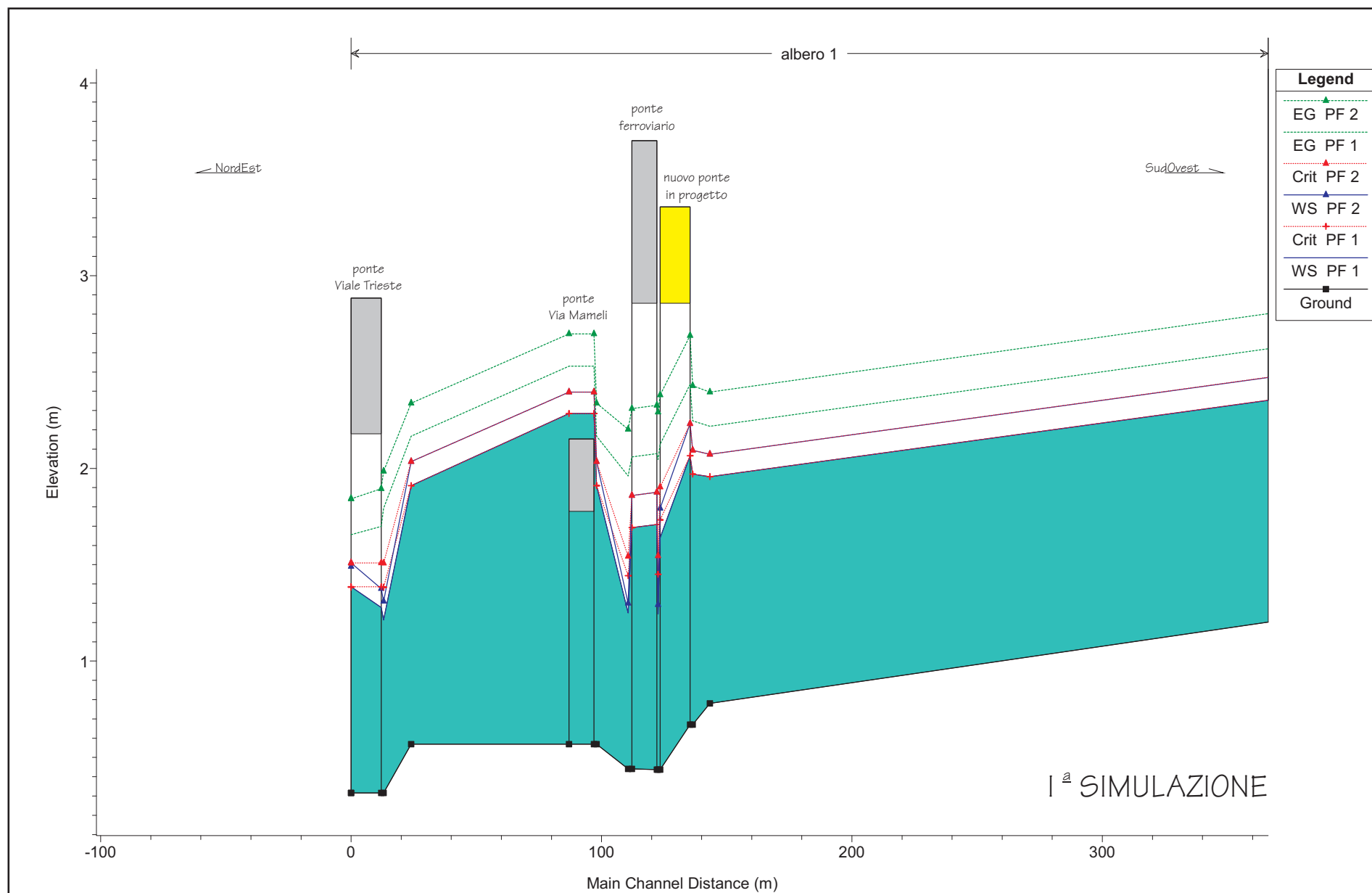
-  ingombro attraversamento in progetto
-  ingombro attraversamenti presi in esame
-  traccia sezioni considerate per la verifica idraulica
-  quota topografica assoluta (mt slm)



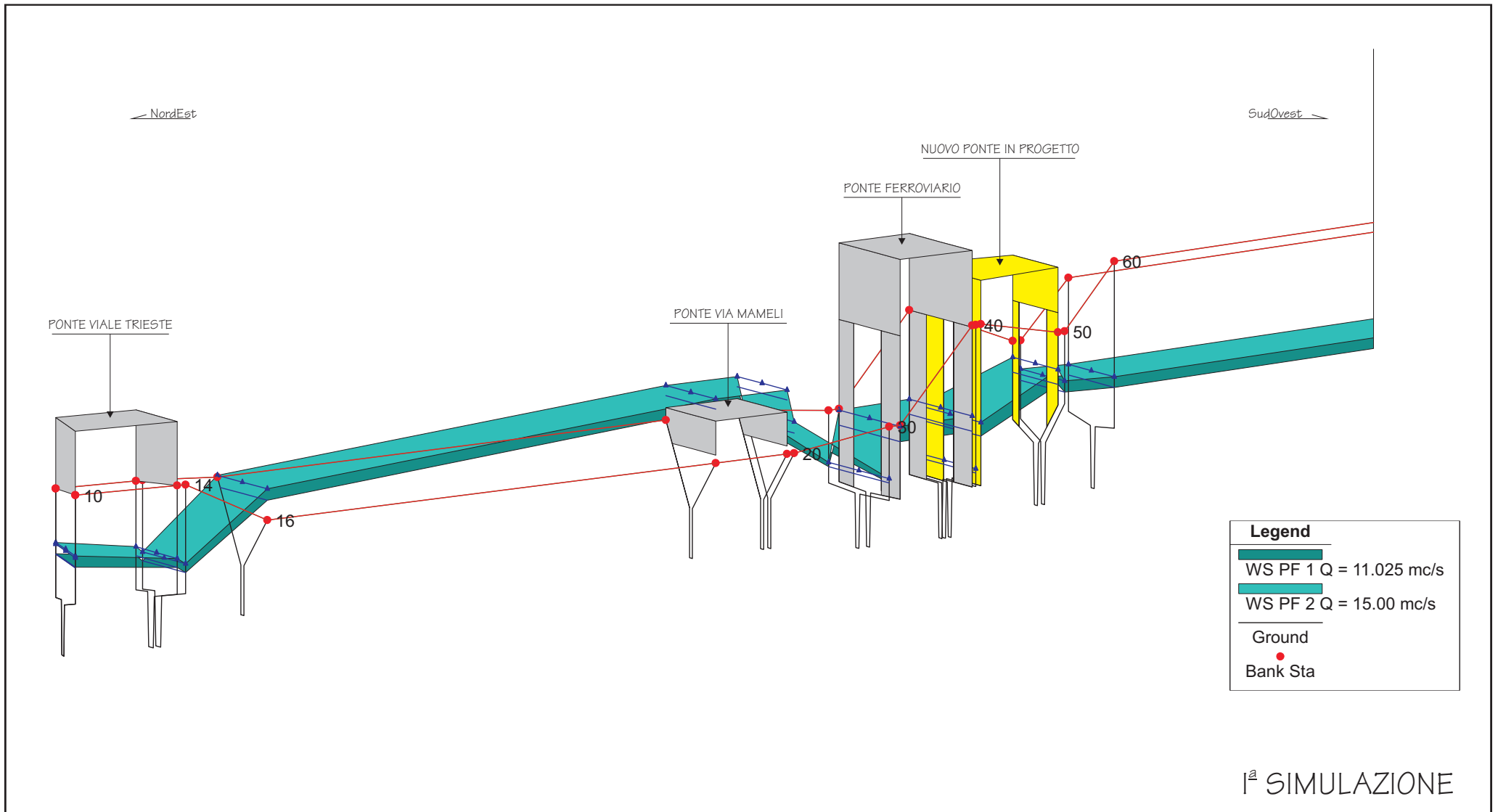
Scala grafica

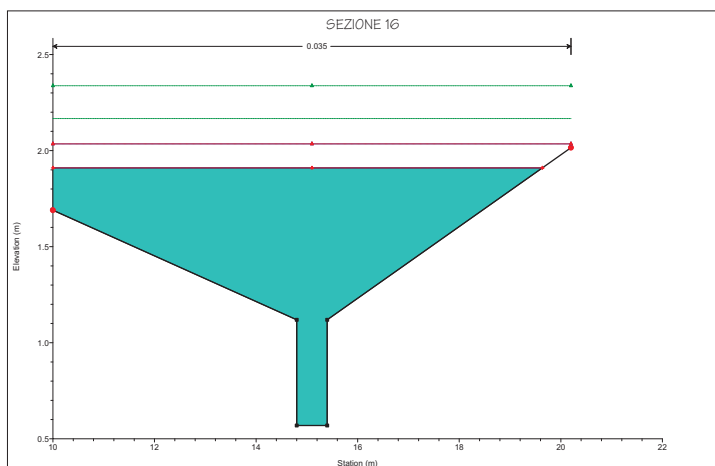
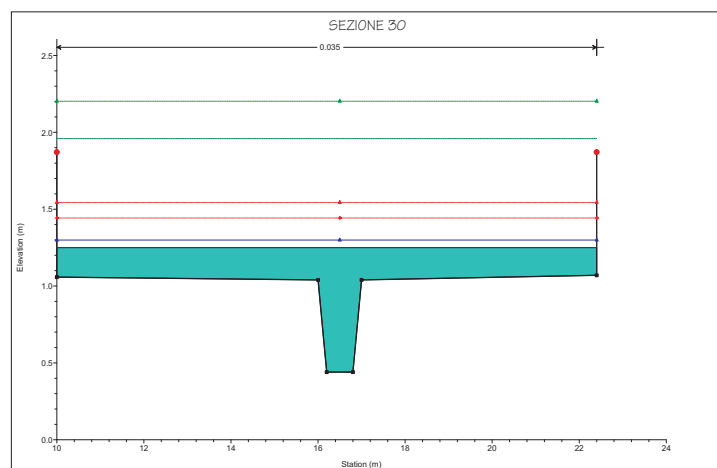
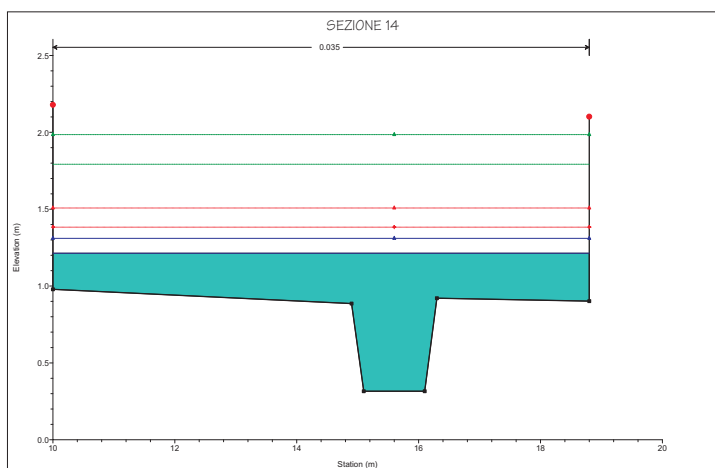
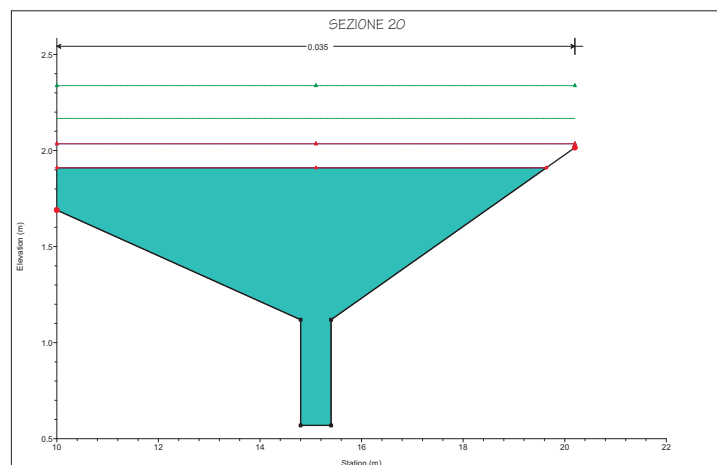
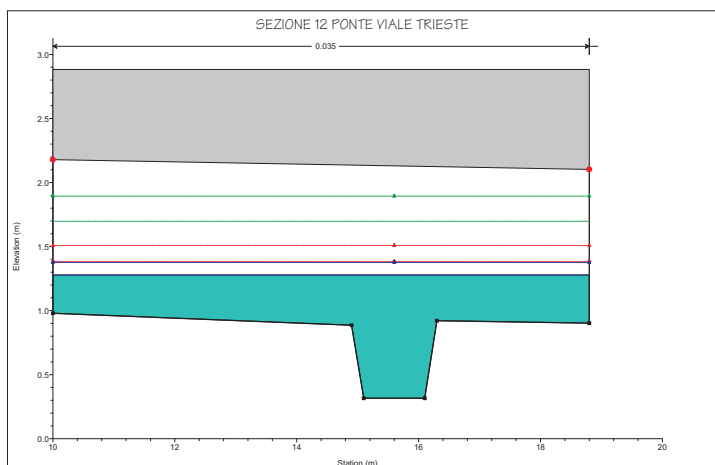
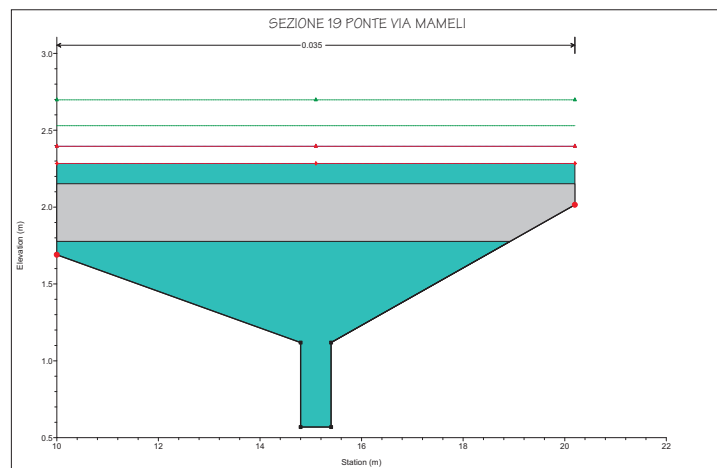
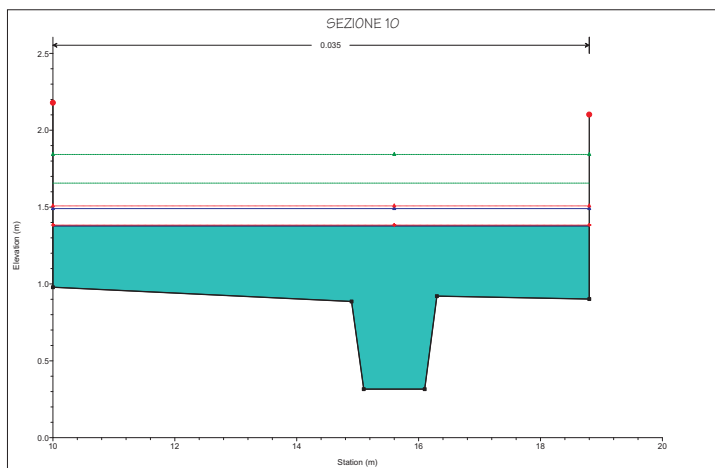


PROFILO TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO



PROFILO 3D TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO

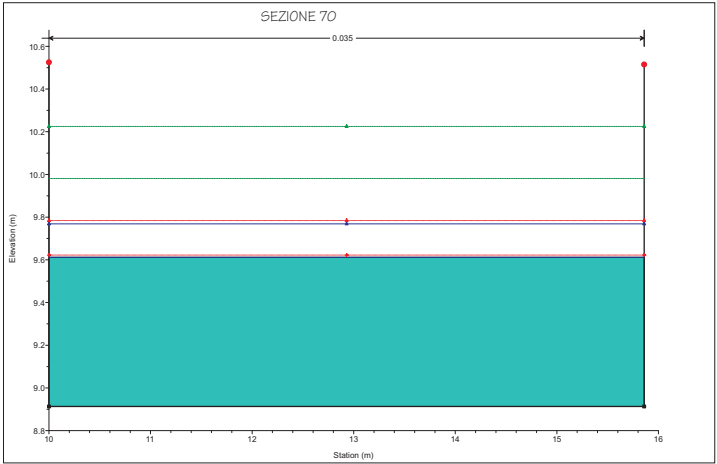
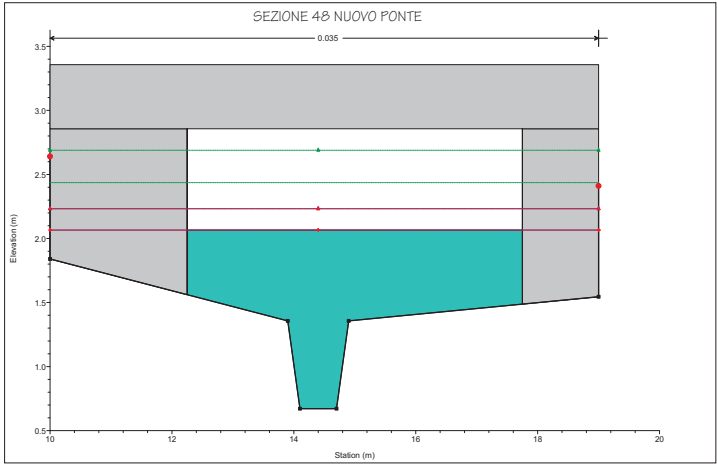
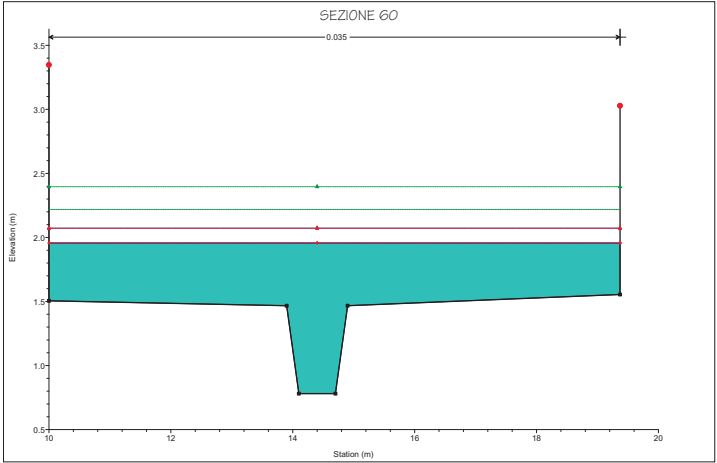
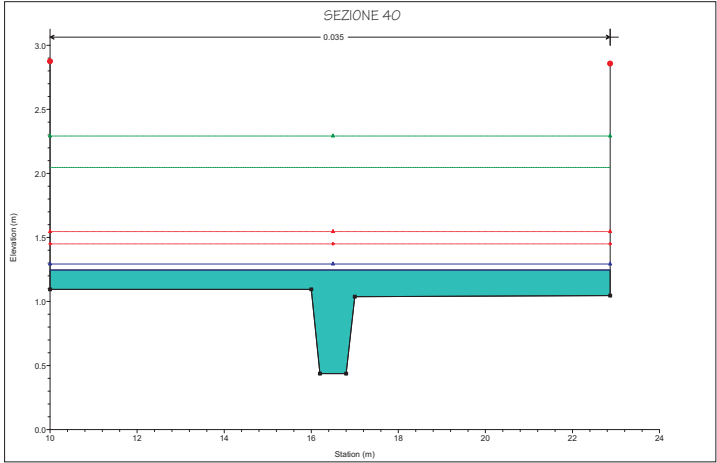
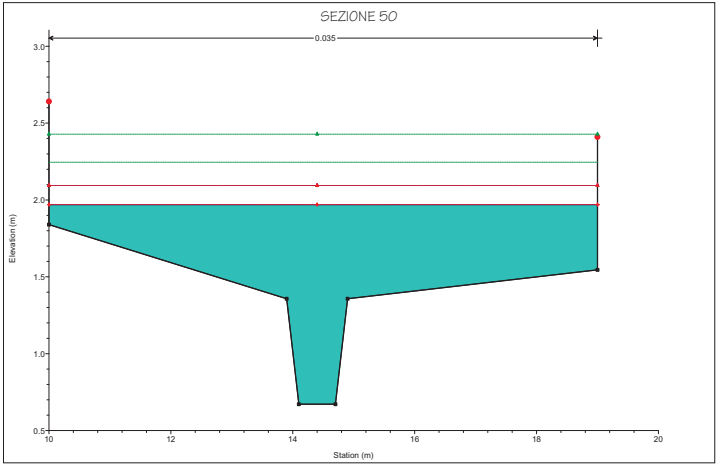
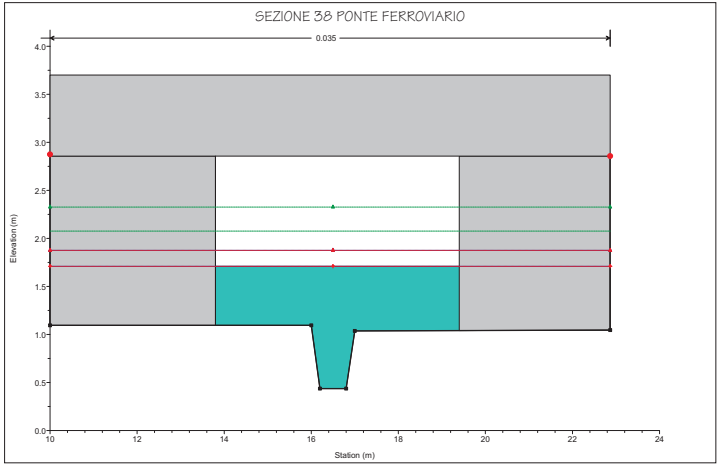




I^a SIMULAZIONE SEZIONI 10-30

PF 1 = 11.025 mc/s
PF 2 = 15.00 mc/s

Legend	
EG PF 2	▲
EG PF 1	▲
Crit PF 2	▲
WS PF 2	▲
Crit PF 1	▲
WS PF 1	▲
Ground	■
Bank Sta	●

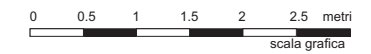


I^a SIMULAZIONE SEZIONI 38-70

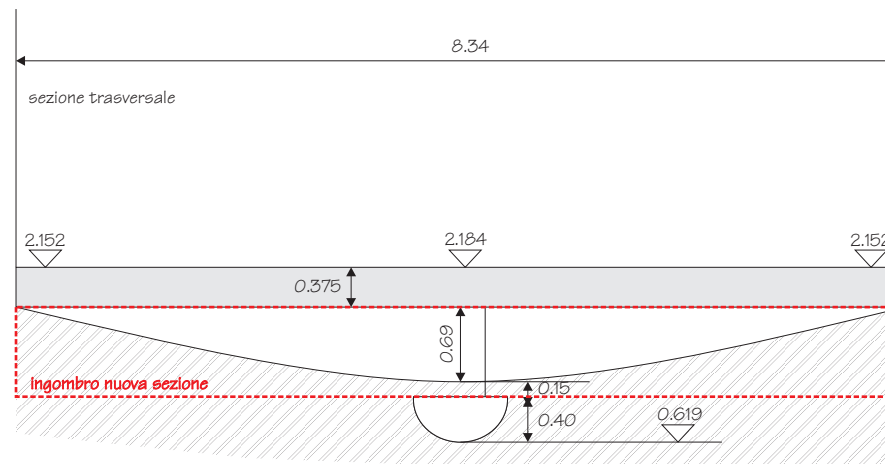
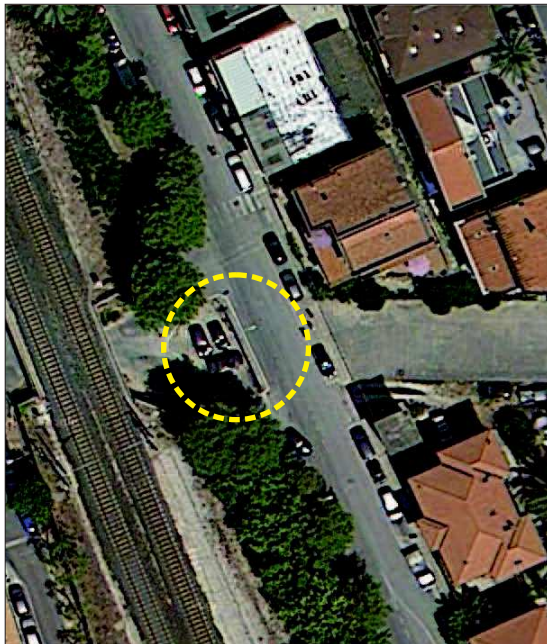
PF 1 = 11.025 mc/s
PF 2 = 15.00 mc/s

Legend	
EG PF 2	▲
EG PF 1	▲
Crit PF 2	▲
WS PF 2	▲
Crit PF 1	▲
WS PF 1	▲
Ground	■
Bank Sta	●

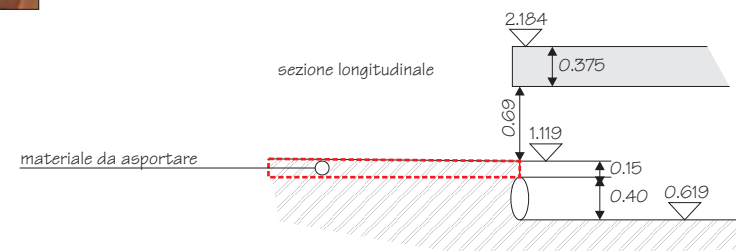
SEZIONE 19
PONTE VIA MAMELI
scala 1:50



via mameli

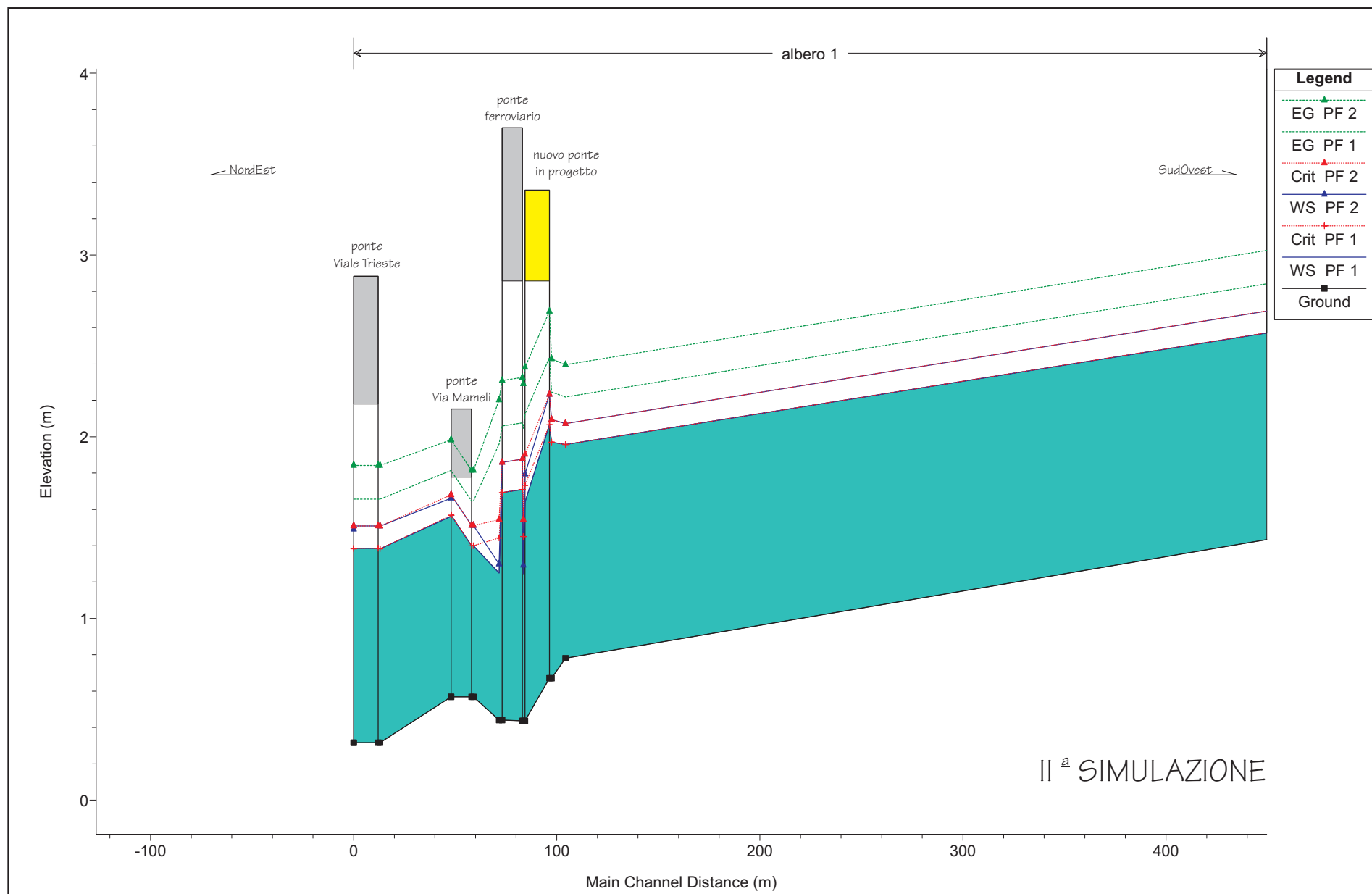


altezza sezione attraversamento

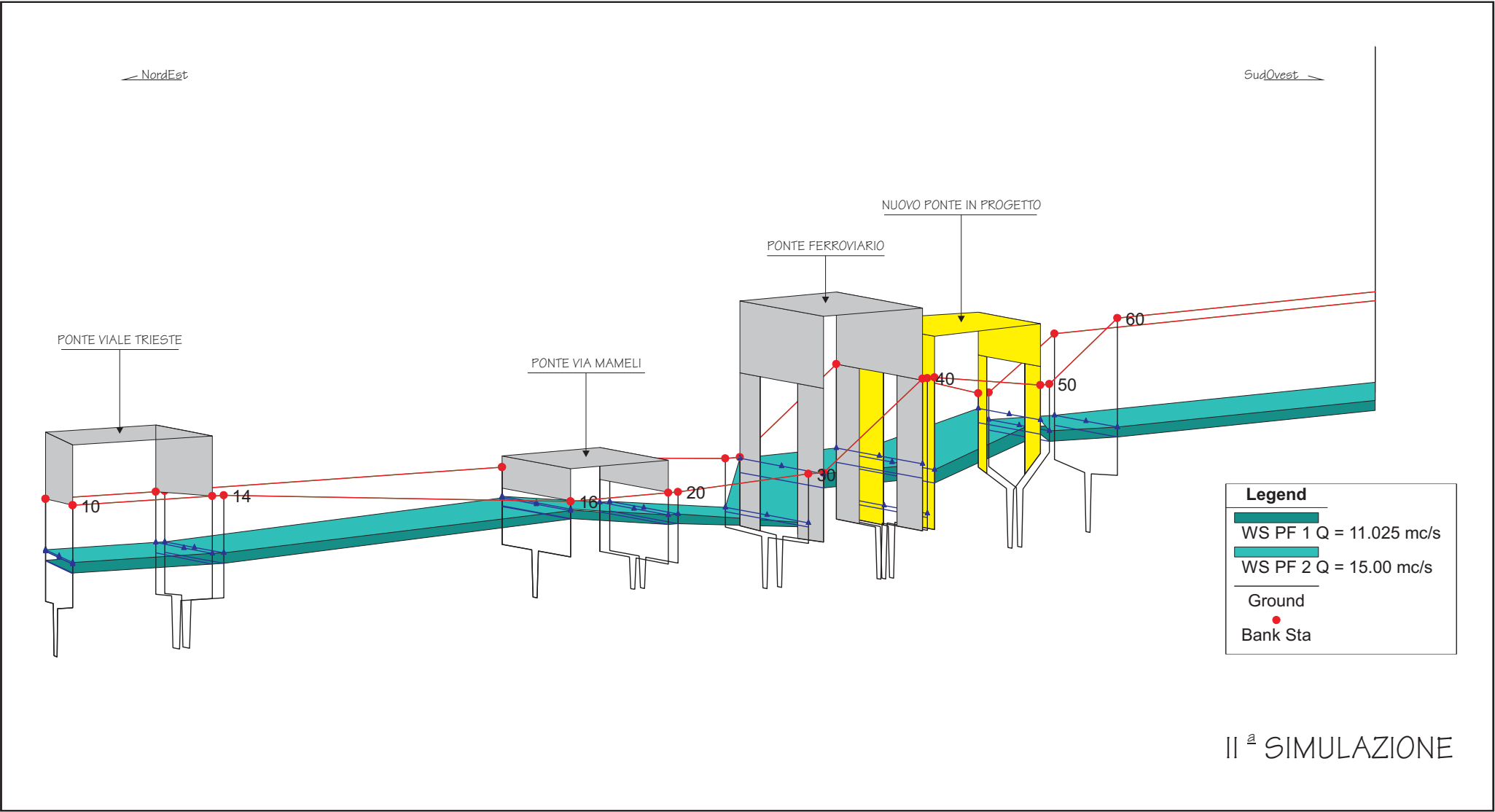


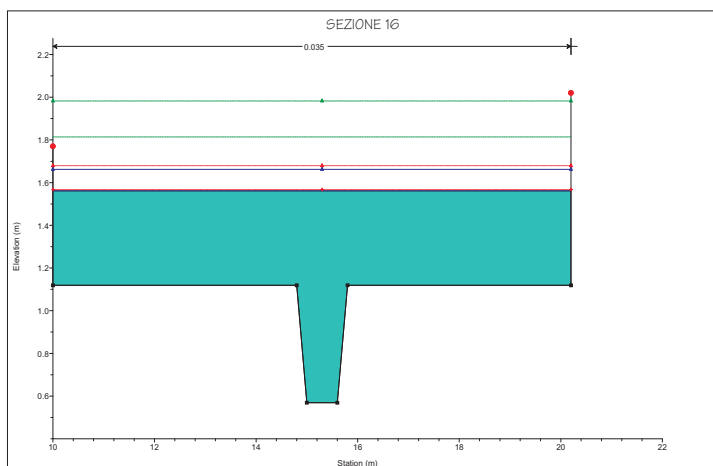
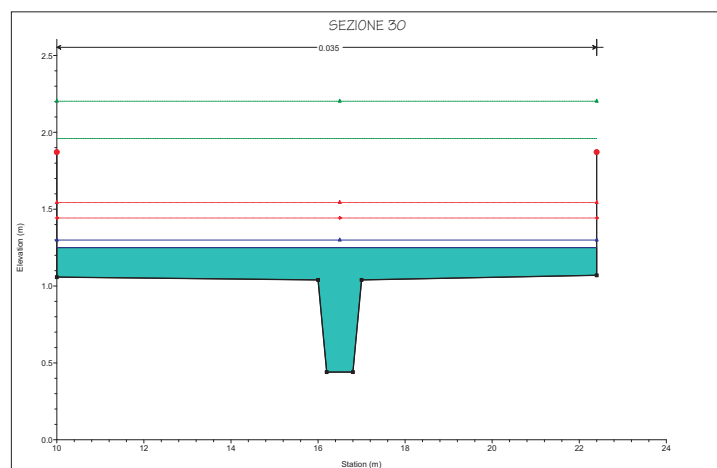
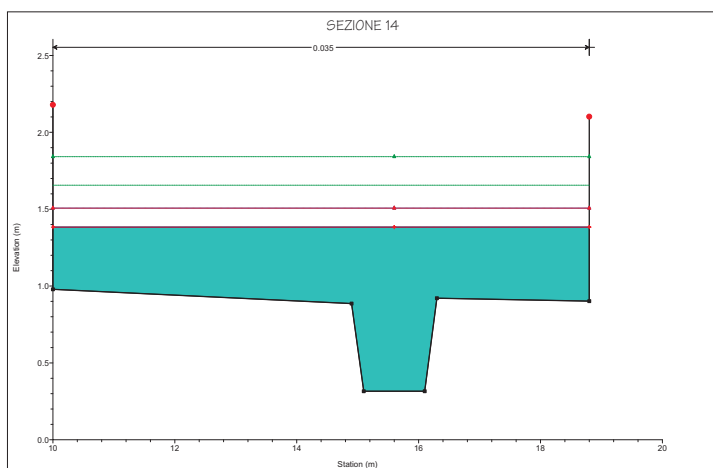
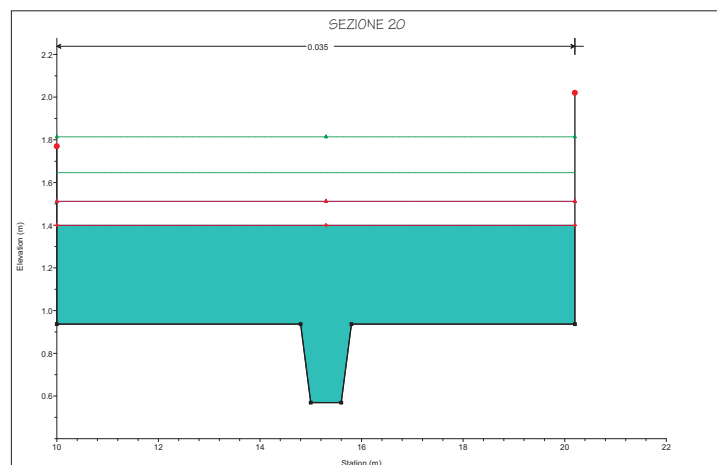
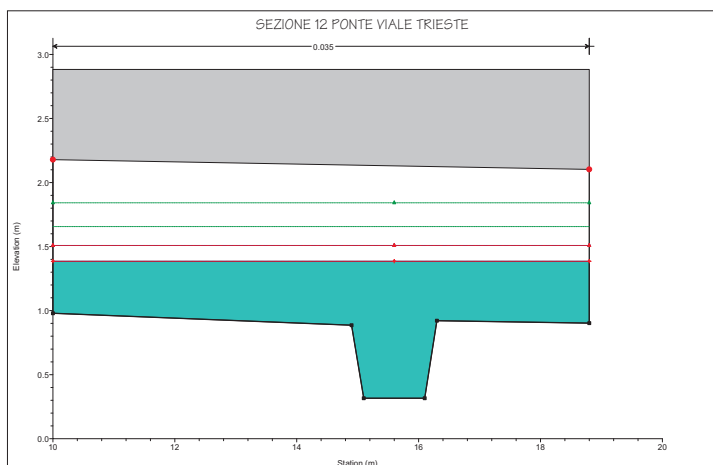
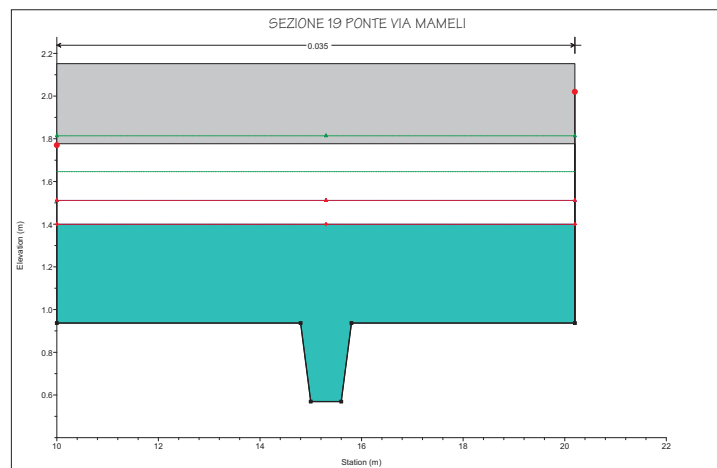
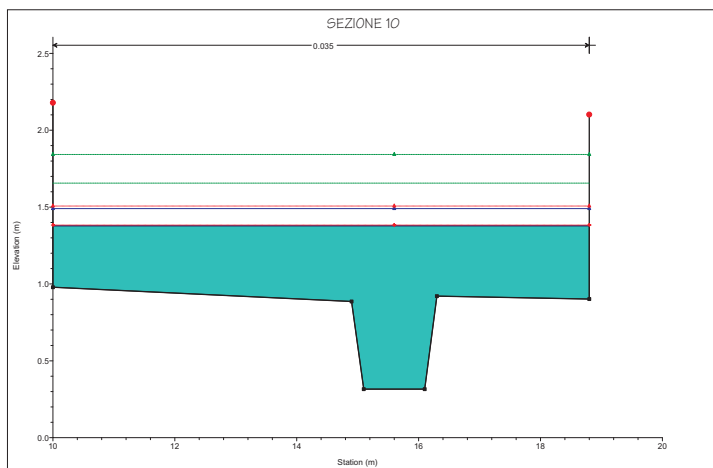
particolare area sottostante impalcato attraversamento

PROFILO TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO



PROFILO 3D TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO

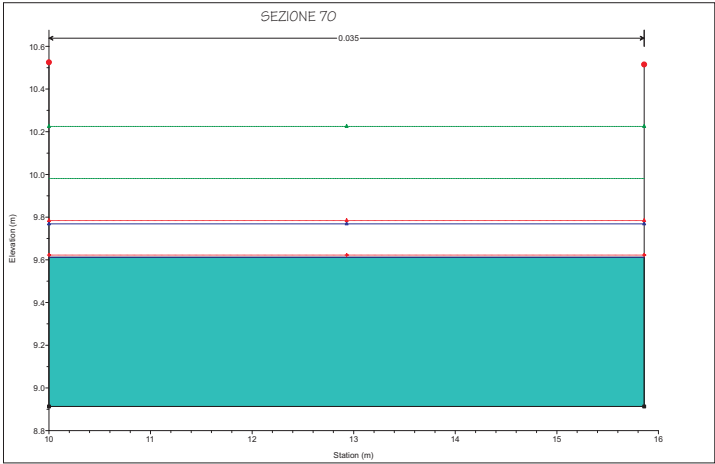
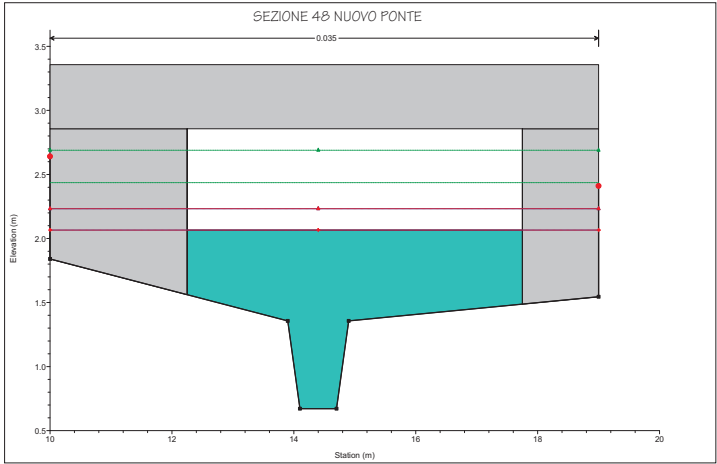
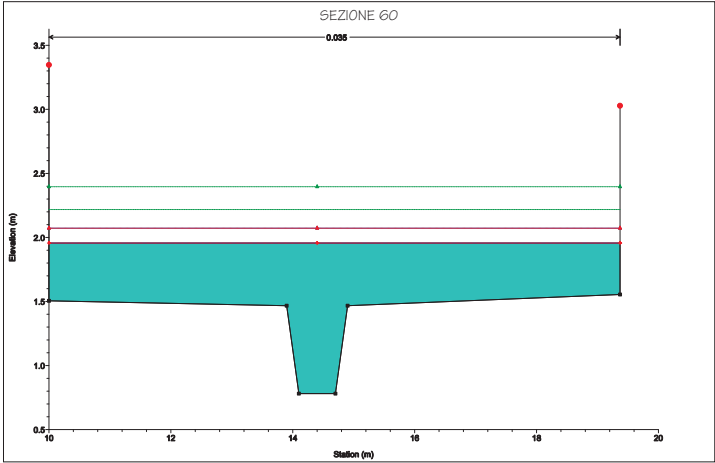
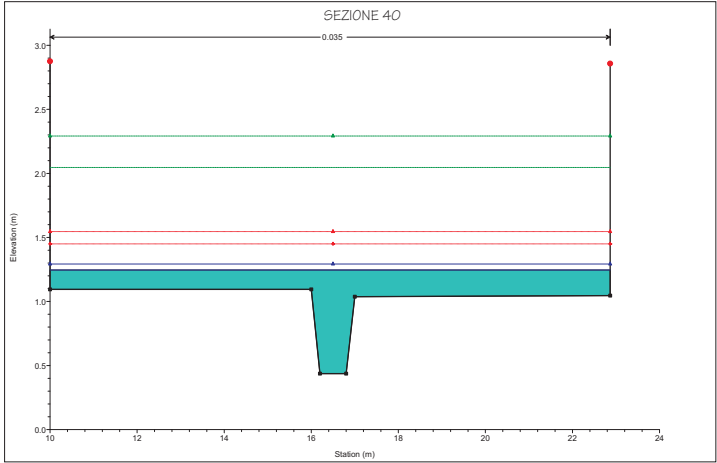
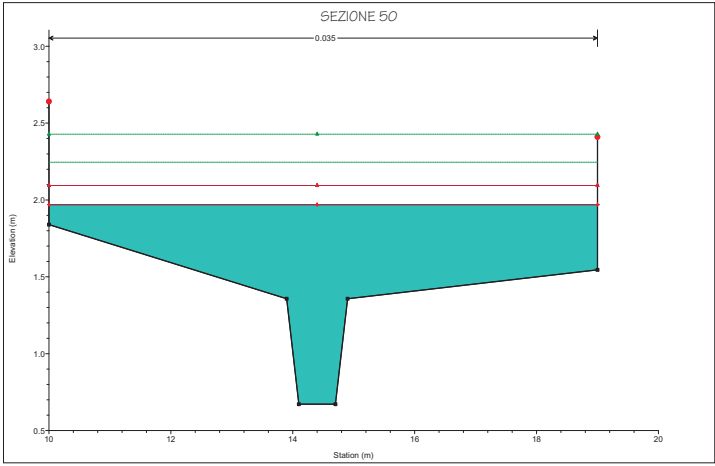
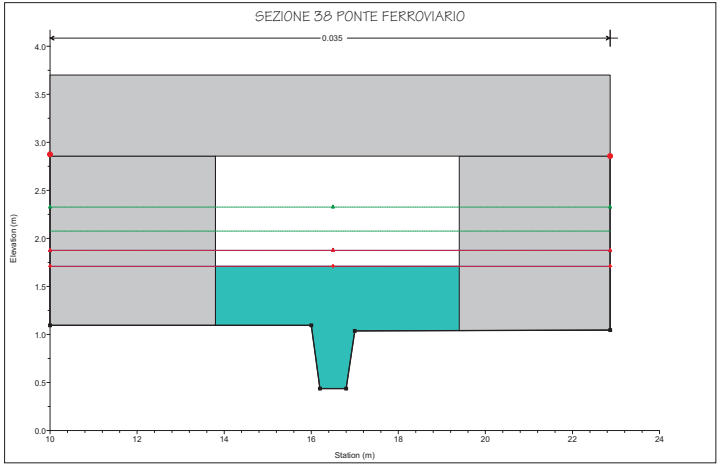




II^a SIMULAZIONE SEZIONI 10-30

PF 1 = 11.025 mc/s
PF 2 = 15.00 mc/s

Legend	
EG PF 2	▲
EG PF 1	▲
Crit PF 2	▲
WS PF 2	▲
Crit PF 1	▲
WS PF 1	▲
Ground	■
Bank Sta	●



II^a SIMULAZIONE SEZIONI 38-70

PF 1 = 11.025 mc/s
PF 2 = 15.00 mc/s

Legend	
EG PF 2	▲
EG PF 1	▲
Crit PF 2	▲
WS PF 2	▲
Crit PF 1	▲
WS PF 1	▲
Ground	■
Bank Sta	●