



COMUNE DI PISA  
 Direzione Urbanistica  
 Ufficio Assetto del Territorio

e-mail: urbanistica@comune.pisa.it  
 Tel: 050 910408  
 Fax: 050 910456  
 sito internet:  
 www.comune.pisa.it/pianificazione

Palazzo Pretorio – Vicolo del Moro, 2

orario di apertura:  
 martedì: 9.00 - 13.00  
 giovedì: 15.00 - 17.00

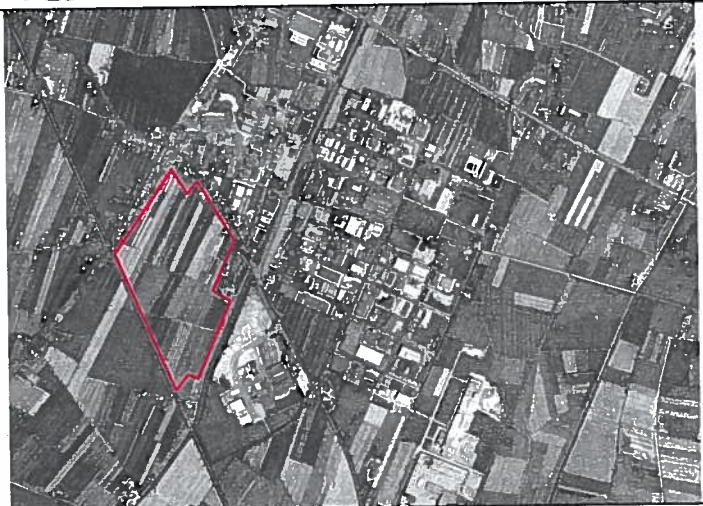
*Titolo del progetto*

**Realizzazione di un nuovo insediamento militare in località  
 "Ospedaletto"**

*Responsabile procedimento:*  
**Ing. Antonio Grasso**

*Titolo del documento*  
**RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA**

*Nucleo incaricato della progettazione  
 geologico-tecnica, idraulica e  
 archeologica:*



*"Ufficio Assetto del Territorio, U.O.  
 Difesa Suolo"*

*Resp.: Dott. Geol. Marco Redini*

*Relazione specialistica predisposta da:*

*Prof. Ing. Stefano Pagliara*

**ELABORATO ADOTTATO  
 CON DELIBERAZIONE**

- Giunta Comunale
- Consiglio Comunale

n° 59 ..del.. 22/07/08..

*Progettista responsabile dell'elaborato*

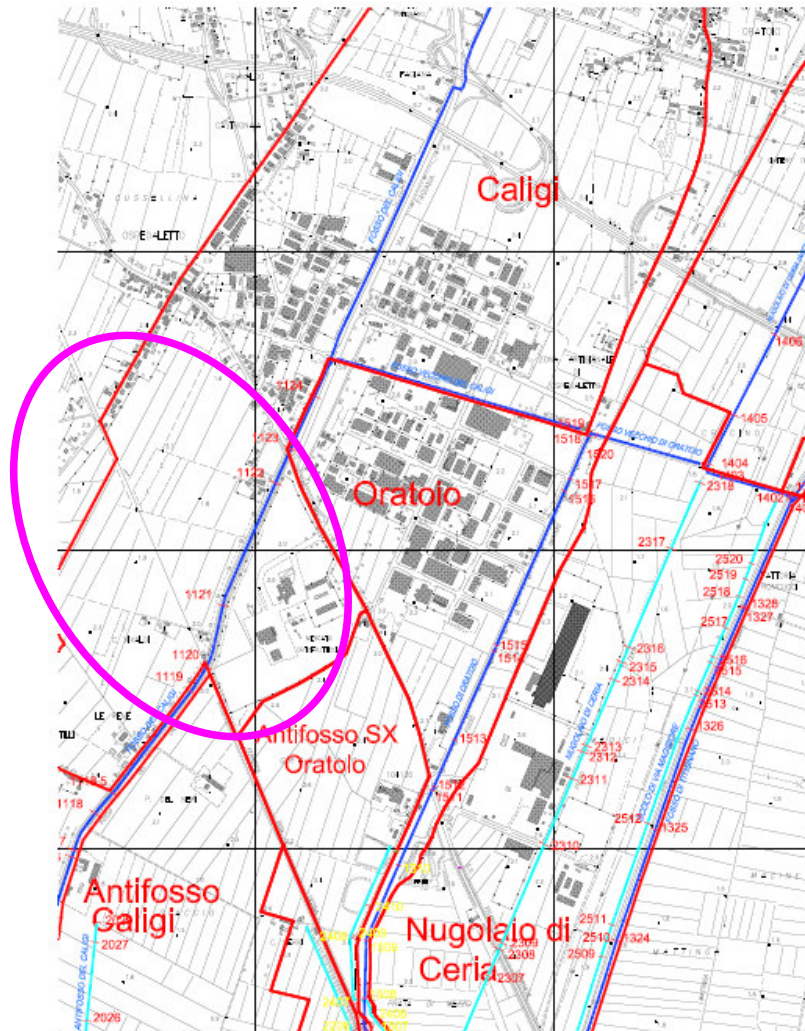
*Prof. Ing. Stefano Pagliara*

Motivazione	Data	Pagine	Identif.	Elaborato
PRIMA EMISSIONE	15.10.2007			
70 AGGIORNAMENTO	15.10.2007			

# Studio idraulico per la realizzazione di un nuovo insediamento militare in località “Ospedaletto”

## Premesse

Il comune di Pisa ha individuato in loc. Ospedaletto la possibilità’ di realizzare nuove urbanizzazioni. La presente relazione inquadra da un punto di vista idraulico la situazione attuale e di progetto nell’area destinata alla costruzione di nuove caserme.



Area di studio

## MODELLO IDROLOGICO

Per quanto riguarda il modello idrologico si prende a riferimento quello relativo allo “Studio idrologico-idraulico della rete idraulica di bonifica del Comparto Pisa SE” del dicembre 2002, effettuato dal Prof. Ing. S.Pagliara e che viene di seguito riassunto:

### PLUVIOMETRIA

Per definire il regime pluviometrico della zona in oggetto e trovare quindi gli idrogrammi di piena relativi ai vari tempi di ritorno si è fatto riferimento ai dati relativi alle piogge intense ( $t > 1$  ora) ed ai dati di durata compresa tra 1 e 24 ore registrate alla stazione pluviometrica di Pisa.

Per ciascuna durata sono stati raccolti i valori massimi relativi a ciascun anno del periodo di osservazione che arriva fino all'anno 1996. I dati suddetti sono stati ricavati dall'esame degli Annali Idrologici, parte prima, pubblicati dal Servizio Idrografico Sezione di Pisa.

Tali dati sono stati sottoposti ad analisi statistica utilizzando diverse distribuzioni teoriche.

In particolare l'elaborazione dei dati è stata effettuata con:

- distribuzione di Gumbel;
- distribuzione GEV (Generalized Extreme Value)
- LN3 (Log Normale a 3 parametri)
- LP3 (Log Pearson a 3 parametri)
- P3 (Pearson a 3 parametri)

Nel caso della distribuzione tipo GEV i parametri sono stati calcolati con il metodo degli L-Moments (Hosking, 1985). Per la LN3 e LP3 con il metodo della massima verosomiglianza, per la P3 e per Gumbel con il metodo dei momenti.

Le curve di possibilità climatica sono state calcolate per diversi valori del tempo di ritorno; i risultati ottenuti sono:

$$\begin{aligned}h &= 70.5 t^{0.30} && (Tr=30 \text{ anni}) \\h &= 98 t^{0.30} && (Tr=100 \text{ anni}) \\h &= 113.9 t^{0.30} && (Tr=200 \text{ anni})\end{aligned}$$

con  $t$  espresso in ore ed  $h$  in millimetri di pioggia.

Per quanto riguarda la definizione della pioggia di progetto si è utilizzata quella basata su uno ietogramma noto come tipo "Chicago", che ha come caratteristica principale il fatto che per ogni durata, anche parziale, la intensità media della precipitazione è congruente con quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica di assegnato periodo di ritorno. Questo pluviogramma, qualunque sia la sua durata, contiene al suo interno tutte le piogge massime di durate inferiori. Questo fatto lo rende idoneo a rappresentare le condizioni di pioggia critica indipendentemente dalla durata complessiva della pioggia adottata.

È stata assunta una durata di pioggia pari a 24 ore.

Lo ietogramma è stato poi ragguagliato per tener conto dell'estensione del bacino imbrifero mediante la metodologia introdotta da Pagliara-Milano (2002) e valida nella zona in oggetto.

### **Bacini Imbriferi**

L'area oggetto dello studio è inserita nella zona di bonifica dell'Arnaccio, comparto Pisa SE, ed è caratterizzata da un sistema idrografico suddiviso in acque alte e in acque basse. Il Corso d'acqua che interessa l'area è il fosso Caligi che risulta essere un canale di acque alte.

#### Corsi d'acqua a scolo naturale

##### ***Fosso Caligi***

Il fosso di Caligi ha origine da Oratoio e corre lungo via Fagianina. Si tratta di un canale di acque alte.

Lungo il suo percorso raccoglie le acque del F. Titignano, del F. Torale.

Nella zona di interesse il F. Caligi ha un bacino imbrifero pari a circa 3.22 kmq.

### **CALCOLO DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA**

Per la determinazione degli idrogrammi di piena in corrispondenza delle sezioni di chiusura di tutti i bacini esaminati si è utilizzato un algoritmo di calcolo che, per la trasformazione afflussi-deflussi, si basa sull'impiego dell'idrogramma sintetico tipo Clark (Clark, 1949).

Nel caso specifico è stato adottato, per simulare le perdite di bacino, il metodo SCS- CURVE NUMBER (SCS, 1972), che è basato sulle curve di precipitazione e perdita cumulate ed in cui in

funzione del tipo di suolo, del suo uso e del grado di imbibizione dello stesso, viene calcolato istante per istante il quantitativo di pioggia che va a produrre il deflusso.

Tale metodo è molto diffuso, soprattutto grazie alla notevole mole di dati reperibili in letteratura per la sua applicazione, esso permette di calcolare l'altezza di pioggia persa fino ad un dato istante attraverso la valutazione dell'altezza di pioggia massima immagazzinabile nel suolo a saturazione (S), il cui valore viene determinato attraverso un parametro detto CN (Runoff Curve Number) il quale è funzione della natura del terreno, del tipo di copertura vegetale dello stesso e del corrispondente grado di imbibizione.

La classificazione dei suoli secondo la natura del terreno da un punto di vista idrogeologico è riportata nella seguente *tabella A*). Una volta definito il tipo di suolo si determina il valore del CN corrispondente al tipo di copertura (vegetale e non) attraverso l'uso della *tabella B*.

I valori riportati nella *tabella B* sono relativi a condizioni medie di umidità del terreno antecedenti l'evento, definite attraverso il valore della precipitazione totale nei cinque giorni precedenti l'evento stesso (Antecedent Moisture Condition classe II - che in sigla viene indicata come AMC II).

*Tabella A* Classificazione litologica dei suoli secondo SCS

GRUPPO	DESCRIZIONE
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla, ghiaie profonde molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Tabella B Parametri CN relativi a AMC II per le quattro classi litologiche e per vati tipi di uso del suolo

	A	B	C	D
Terreno coltivato				
Senza trattamenti di conservazione	72	81	88	91
Con interventi di conservazione	62	71	78	81
Terreno da pascolo				
Cattive condizioni	68	79	86	89
Buone condizioni	39	61	74	80
Praterie				
Buone condizioni	30	58	71	78
Terreni boscosi o forestati				
Terreno sottile sottobosco povero senza foglie	45	66	77	83
Sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
Spazi aperti, prati rasati, parchi				
Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa	39	61	74	80
Condizioni normali con copertura erbosa intorno al 50%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabilità 85%)	89	92	94	95
Distretti industriali (impermeabilità 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali				
impermeabilità media	77	85	90	92
65%				
38%	61	75	83	87
30%	57	72	81	86
25%	54	70	80	85
20%	51	68	79	84
Parcheggi impermeabilizzati, tetti	98	98	98	98
Strade				
Pavimentate, con cordoli e fognature	98	98	98	98
Inghiaiate o selciate con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

Tabella C Condizioni di umidità antecedenti individuate in base alla precipitazione totale nei 5 giorni precedenti (mm)

CLASSE AMC	STAGIONE DI RIPOSO	STAGIONE DI CRESCITA
I	< 12.7	< 35.5
I	12.7 -- 28.0	35.5 -- 53.3
III	>28.0	> 53.3

Tabella D

CLASSE AMC			CLASSE AMC			
I	II	III		I	II	III
100	100	100		40	60	78
87	95	98		35	55	74
78	90	96		31	50	70
70	85	94		22	40	60
63	80	91		15	30	50
57	75	88		9	20	37
51	70	85		4	10	22
45	65	82		0	0	0

L'individuazione della classe AMC viene effettuata con i valori riportati in *tabella C*, mentre la *tabella D* rappresenta la tabella di conversione dal valore del CN valido per AMC II (valore determinato attraverso la *tabella A*) ai valori corrispondenti per AMC I o AMC III.

Dai valori del parametro CN, per la determinazione della pioggia netta, è stata utilizzata l'espressione :

$$P_n = (P_g - I_a)^2 / (P_g - I_a + S)$$

dove :

$P_n$  = pioggia netta in mm;

$P_g$  = pioggia grezza in mm;

$I_a$  = perdita iniziale in mm;

$S$  = altezza di pioggia massima immagazzinabile nel suolo in condizioni di saturazione (capacità di ritenzione potenziale) in mm.

Il valore di  $S$  da introdurre viene determinato in funzione del parametro CN secondo l'espressione seguente:

$$S = 25.4 \left( \left( \frac{1000}{CN} \right) - 10 \right)$$

La perdita iniziale  $I_a$  è quella che si manifesta prima dell'inizio dei deflussi superficiali. Nella letteratura tecnica è riconosciuta l'esistenza di una correlazione positiva fra la perdita iniziale  $I_a$  e la capacità di ritenzione potenziale  $S$  tramite la seguente espressione:

$$I_a = \beta S$$

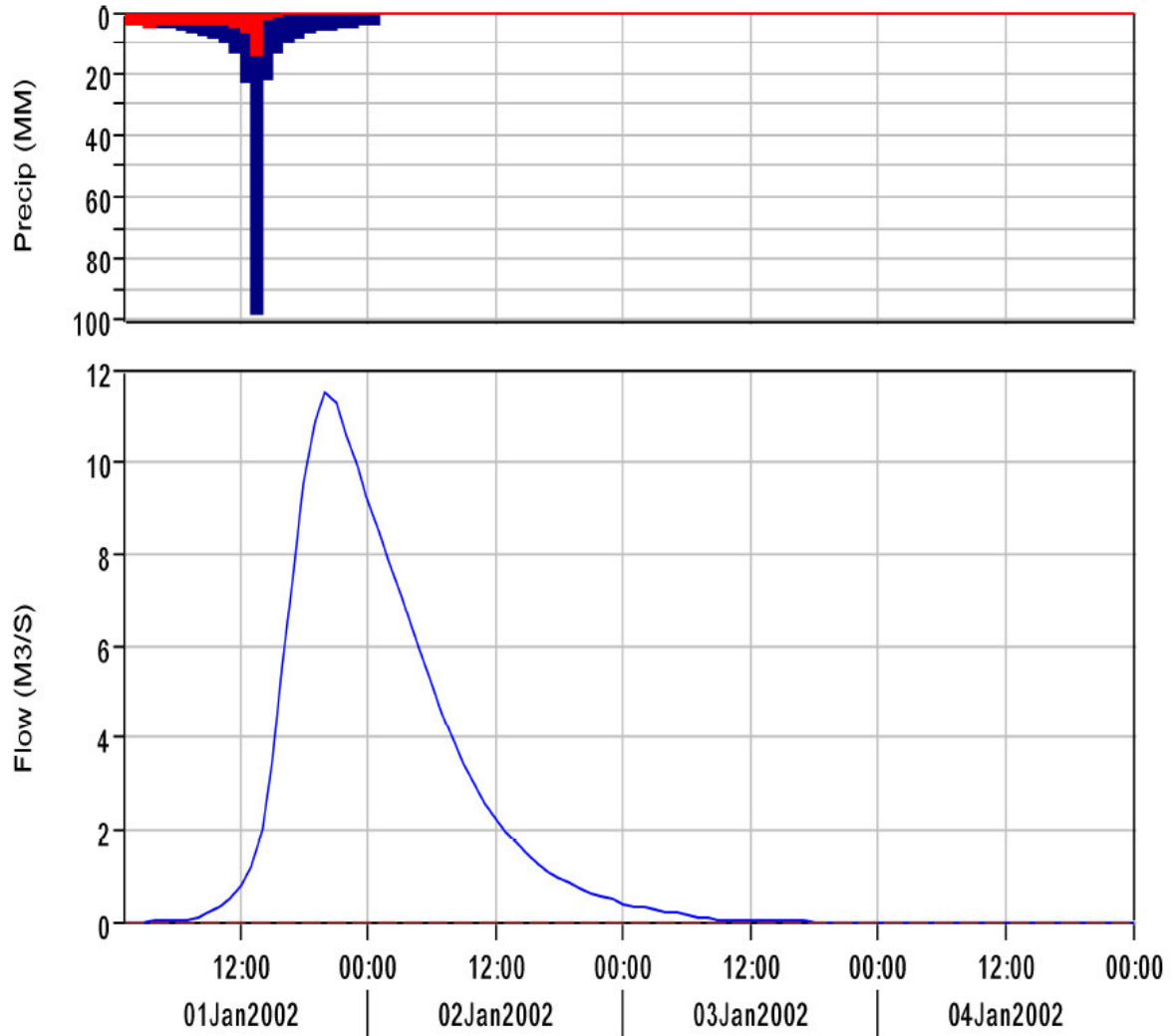
dove  $\beta$  è un coefficiente adimensionale.

La pioggia netta viene poi trasformata in deflusso per mezzo dell'idrogramma sintetico di Clark (Clark, 1945).

Gli idrogrammi di calcolo ottenuti per  $Tr=100$  anni e  $Tr=200$  anni sono riportati nelle figure seguenti:

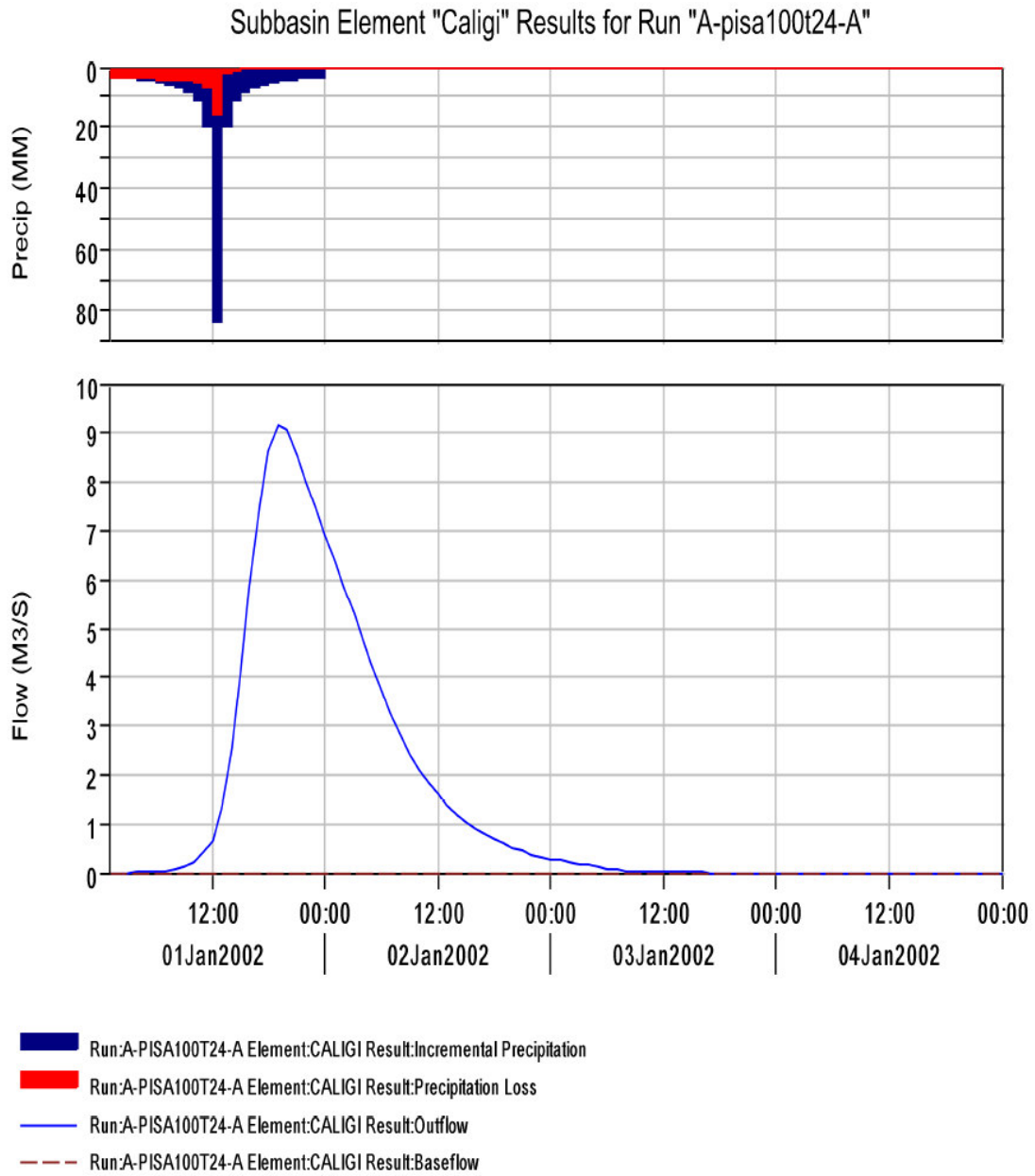


Subbasin Element "Caligi" Results for Run "A-pisa200t24C"



- Run:A-PISA200T24C Element:CALIGI Result:Incremental Precipitation
- Run:A-PISA200T24C Element:CALIGI Result:Precipitation Loss
- Run:A-PISA200T24C Element:CALIGI Result:Outflow
- - - Run:A-PISA200T24C Element:CALIGI Result:Baseflow

*Fosso Caligi Idrogramma per  $Tr= 200$  anni*



*Fosso Caligi Idrogramma per  $Tr= 100$  anni*

*Tabella portate max. F.Caligi*

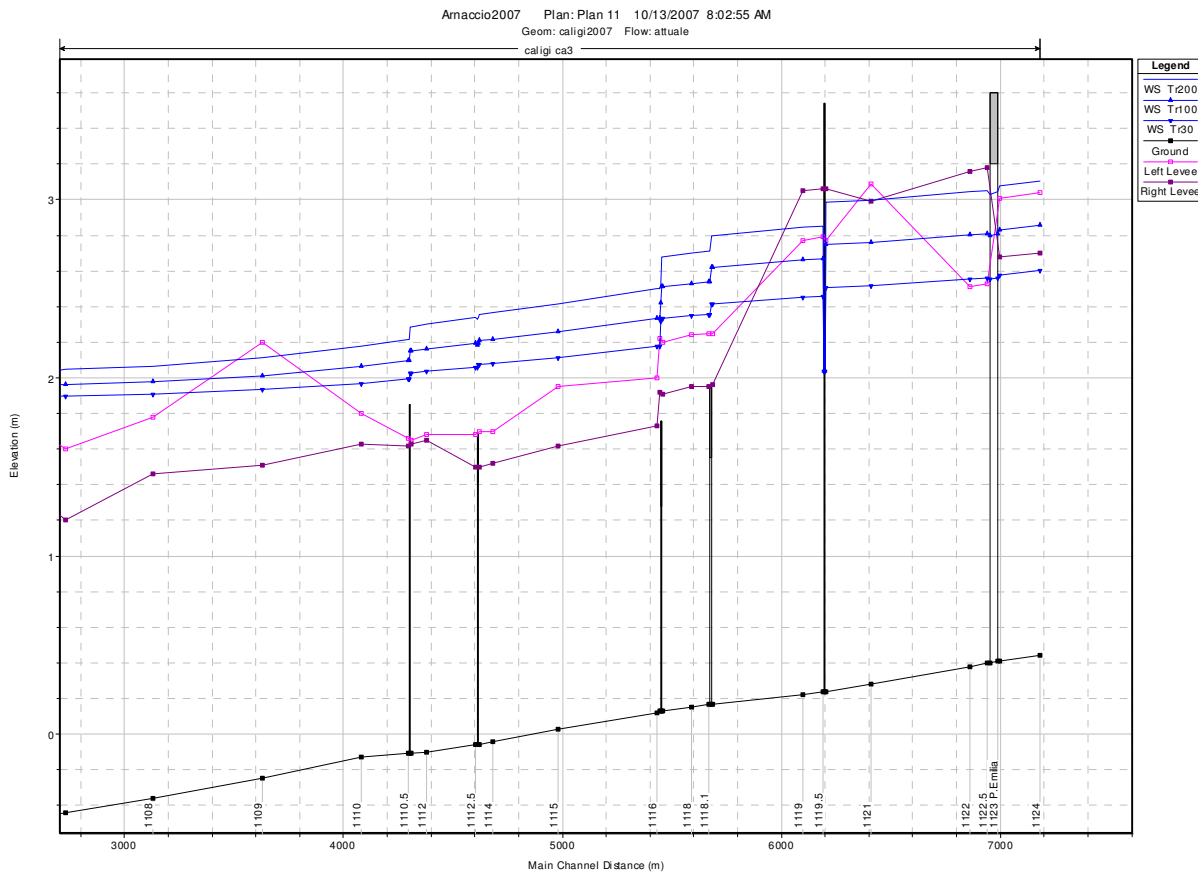
<b>F.Caligi</b>	<b>Qmax (mc/s)</b>
Tr=200	11.5
Tr=100	9.1
Tr=30	7.0

## Calcolo Idraulico stato attuale

Il calcolo idraulico del F.Caligi nell'intorno dell'area ha dimostrato l'insufficienza degli stessi per tempi di ritorno alti. In particolare si ha che il fosso caligi esonda a monte della Emilia e a valle della Ferrovia per lunghi tratti.

In corrispondenza del tratto in interesse il profilo risulta contenuto in Dx idraulica anche se, per  $Tr=200$  anni si hanno piccole esondazioni in corrispondenza della sez. 1121.

Il profilo e' riportato nella figura seguente.



Profilo del F.Caligi per  $Tr=30, 100$  e  $200$  anni.

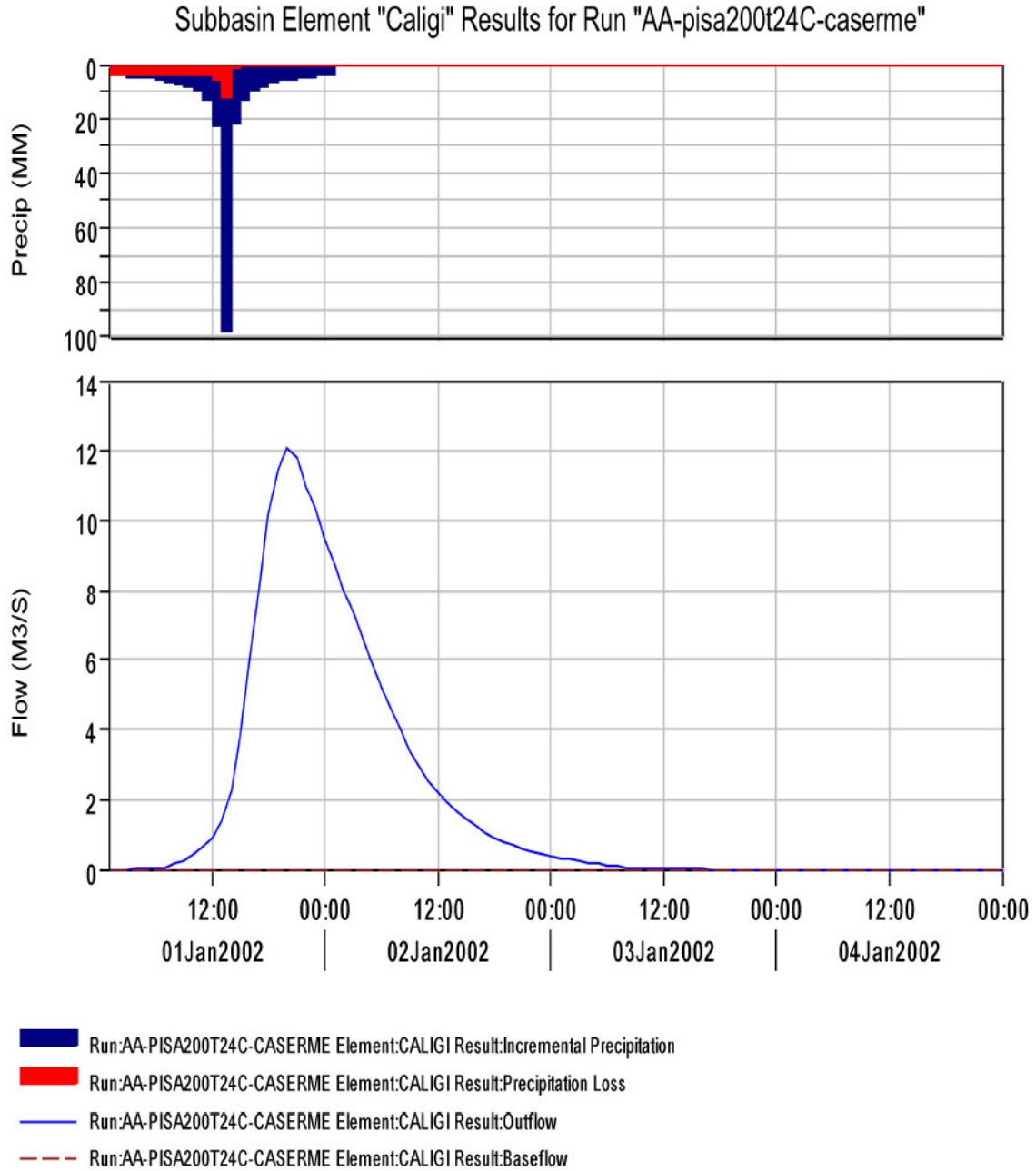
I risultati del calcolo idraulico sono riportati nella appendice A1.

**SITUAZIONE DI PROGETTO DELL'AREA IN STUDIO**



*Situazione di progetto dell'area in studio*

Il progetto prevede la urbanizzazione dell'area come riportato nella figura. In tale condizione si ha una variazione delle portate del F.Caligi.



*Idrogramma di piena F.Caligi per  $Tr=200$  anni nello stato di progetto*

L'incremento del picco di piena risulta pari a circa 0.5 mc/s.

Il volume in piu' di deflusso risulta pari a circa 15.000 mc che dovra' essere contenuto all'interno dell'area. A tale volume vanno aggiunte le esondazioni che dalla sez. 1121 possono esondare per  $T_r=200$  anni nell'are e che possiamo quantizzare in circa 10.000 mc e un volume da mettere a disposizione per il miglioramento della situazione generale del F.Caligi e stimato in circa 10.000 mc.

Cio' premesso, il volume da individuare all'interno dell'area a scopo di laminazione puo' essere pari a circa 35000 mc se si vuole aiutare la situazione critica che si ha a valle contribuendo ad uno scarico nel fosso minore rispetto a quello che avviene attualmente.

Quindi lo scarico della nuova area potra' insistere sul F.Caligi se sono previsti nell'area da urbanizzare degli invasi per la laminazione delle piene per un volume complessivo pari a circa 35.000 mc .

Tali invasi dovranno preferibilmente essere localizzati nella parte dell'area vicina al F.Caligi o comunque, se in altra posizione, dovranno scaricare verso il Fosso stesso. Si prevede, a fronte di una altezza media dell'acqua nelle vasche di circa 1.5-1.8 m, una superficie occupata di circa 20.000 mq.

Le nuove urbanizzazioni dovranno essere impostate mediamente a quota di +2.7 m s.l.m. per essere in sicurezza idraulica.

### **SITUAZIONE DI PROGETTO GENERALE DEL FOSSO CALIGI**

La situazione del Fosso Caligi, come di tutta la bonifica di Arnaccio risulta comunque critica in piu' punti.

Soprattutto a valle dell'area in esame si hanno copiose esondazioni. La situazione diventa ancora piu' grave con l'immissione degli altri canali di acque alte (titignano, Torale).

Per tali motivi si avverte la necessita' di una risistemazione complessiva dell'area di Bonifica che armonizzi e coordini gli interventi di messa in sicurezza e adeguamento.

### **Conclusioni**

E' stato effettuato il calcolo idraulico della zona in Ospedaletto su cui avverra' l'urbanizzazione in oggetto.

E' stata effettuata la verifica idraulica del F.Caligi e sono state individuate le opere di mitigazione necessarie.

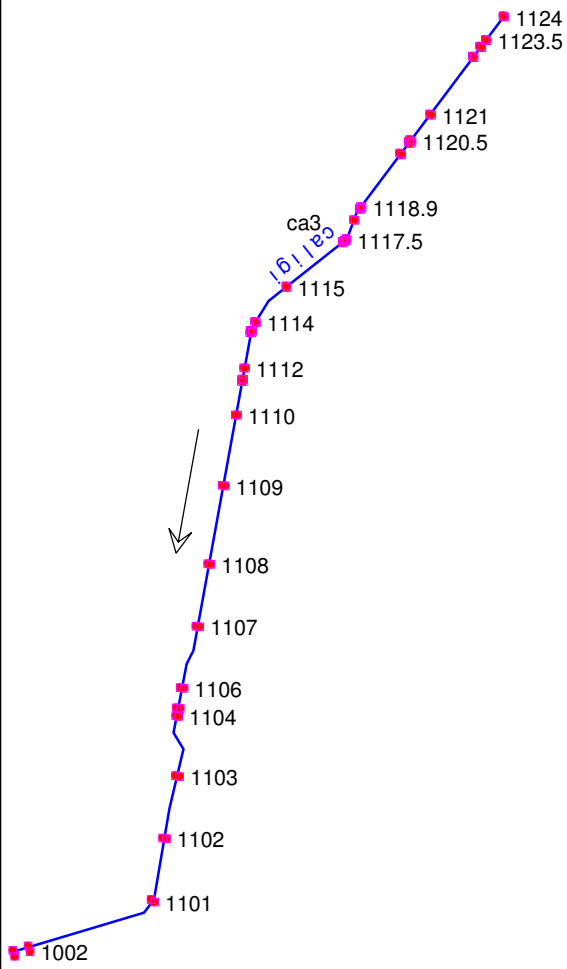
Pisa, ottobre 2007

Il responsabile scientifico

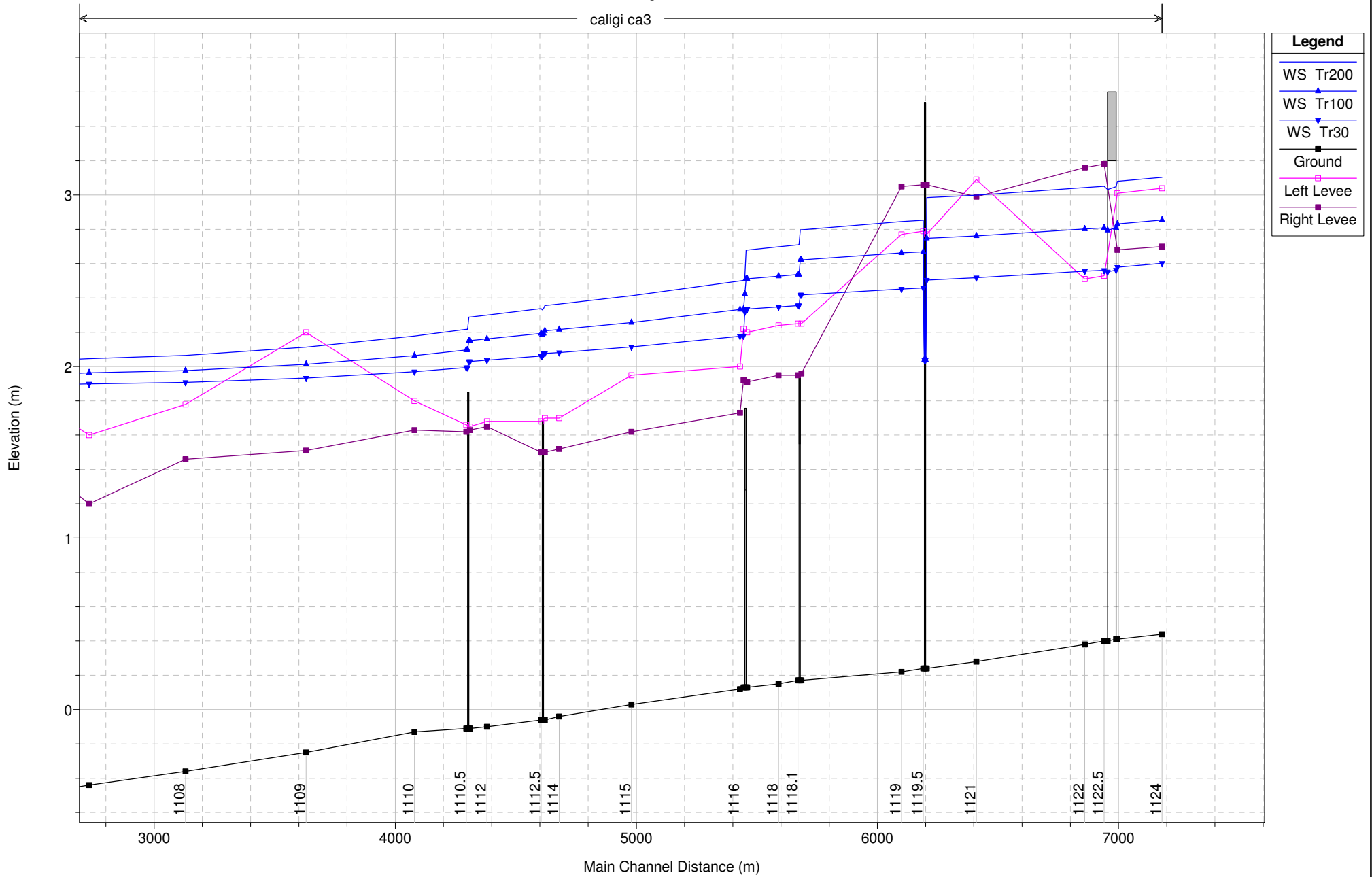
Ing. Stefano Pagliara

Appendice A1  
Calcoli Idraulici F.Caligi





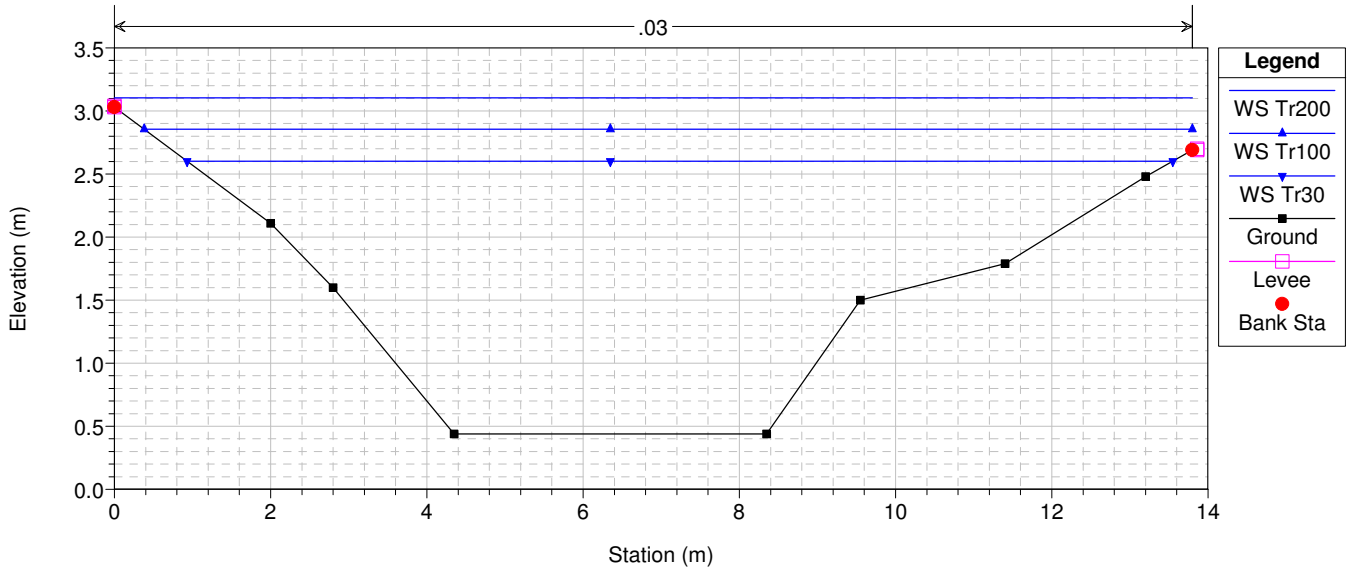
caligi ca3



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

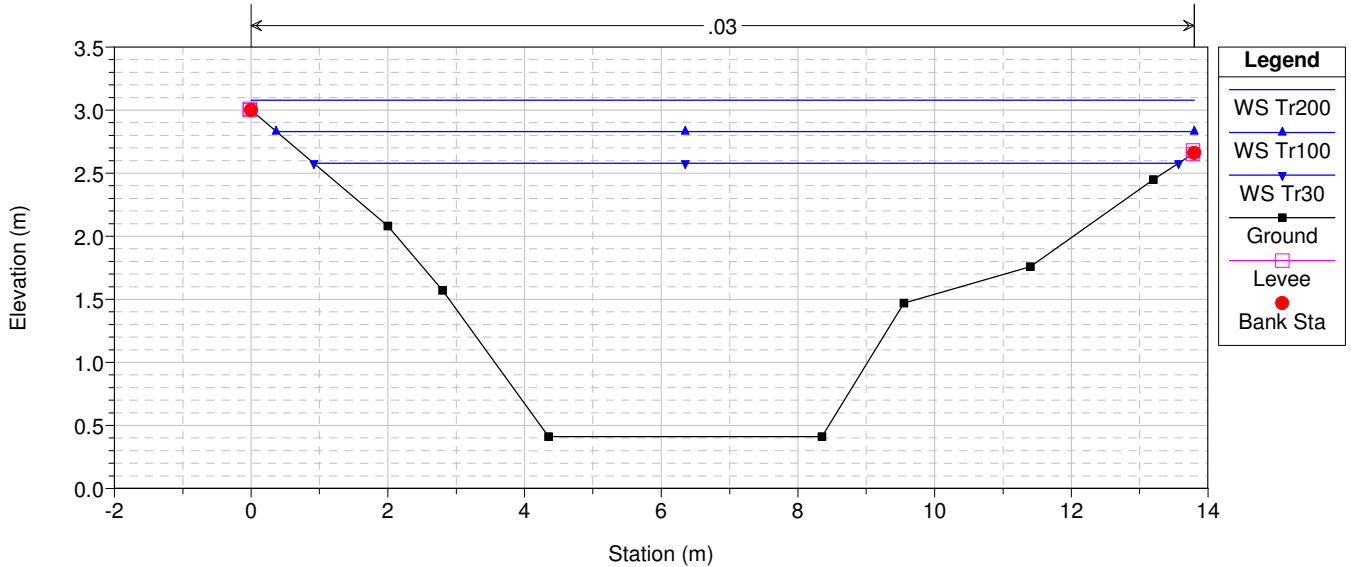
River = caligi Reach = ca3 RS = 1124



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

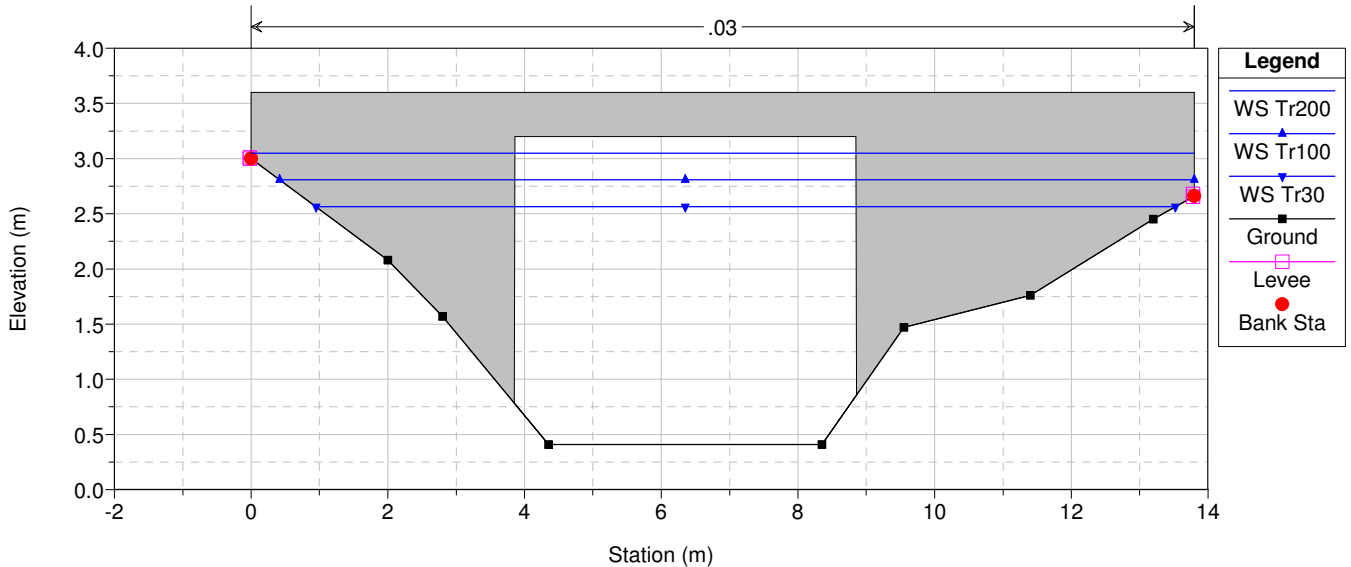
River = caligi Reach = ca3 RS = 1123.5 P.Emilia



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

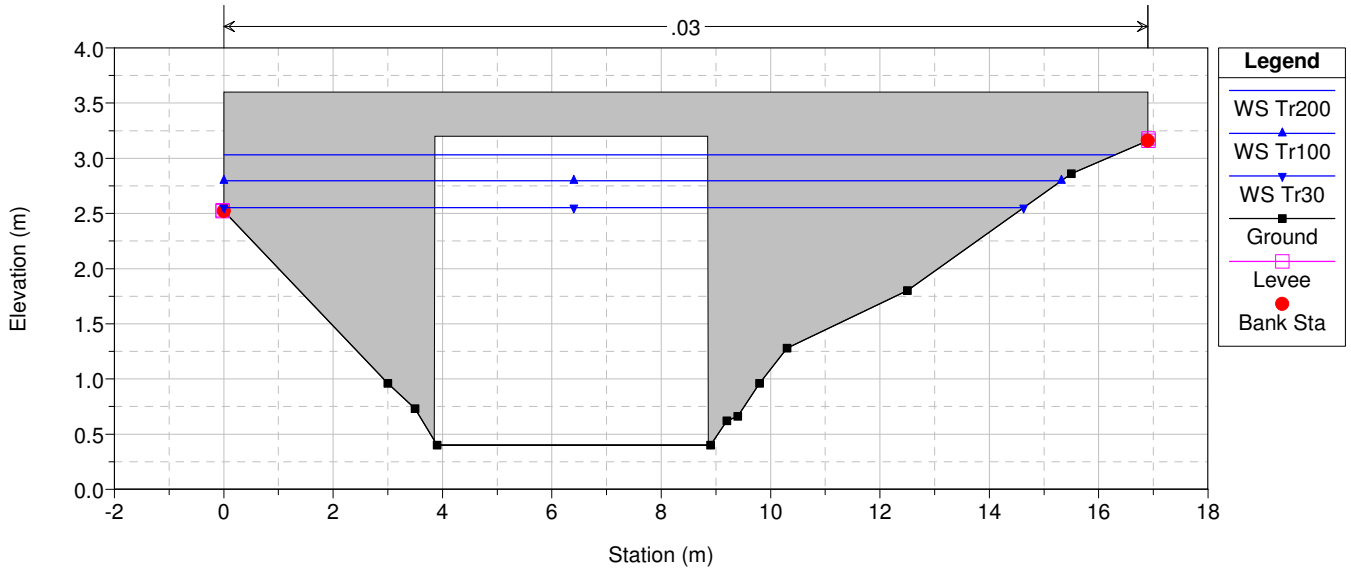
River = caligi Reach = ca3 RS = 1123 BR P.Emilia



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

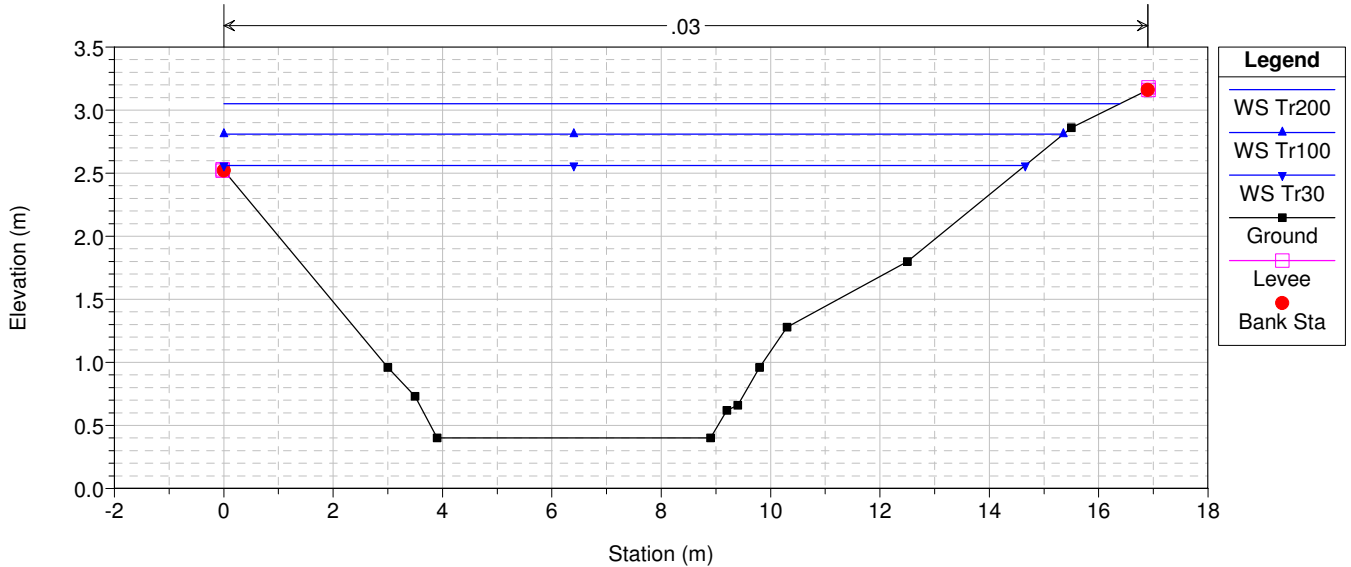
River = caligi Reach = ca3 RS = 1123 BR P.Emilia



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

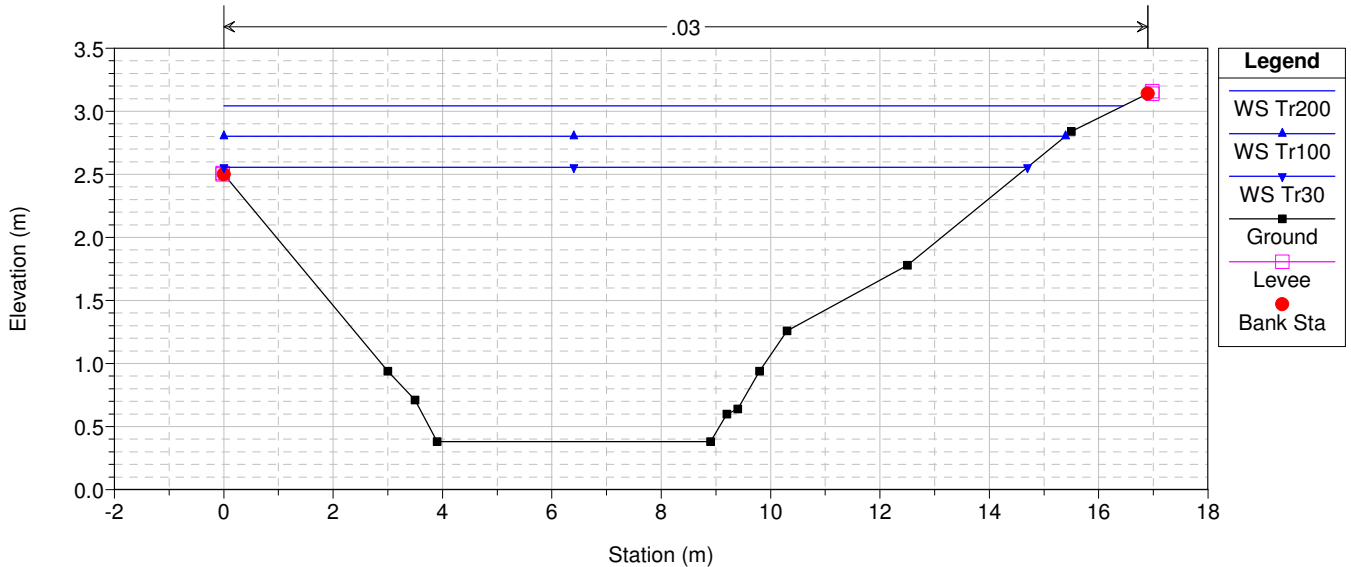
River = caligi Reach = ca3 RS = 1122.5



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

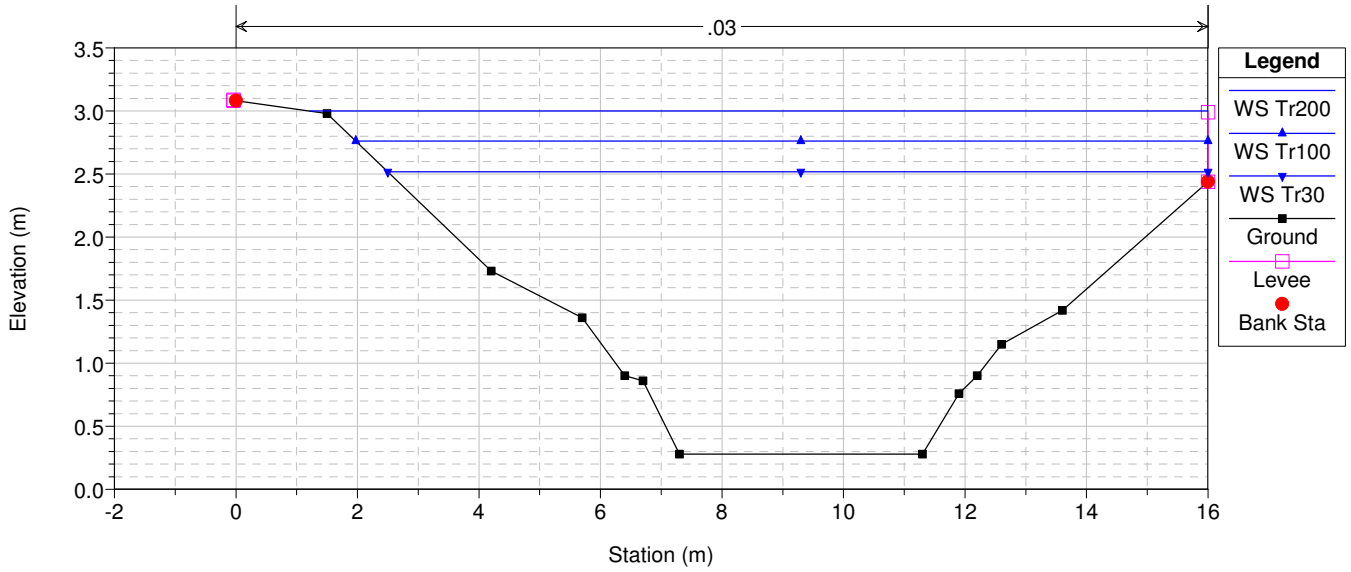
River = caligi Reach = ca3 RS = 1122



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

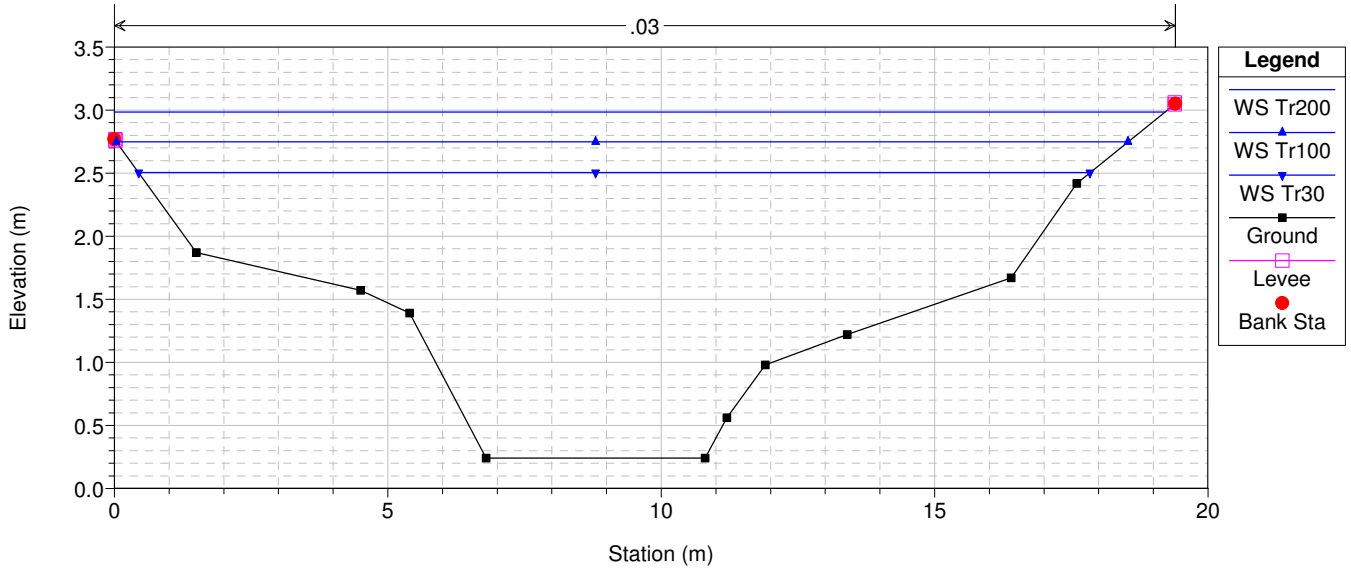
River = caligi Reach = ca3 RS = 1121



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

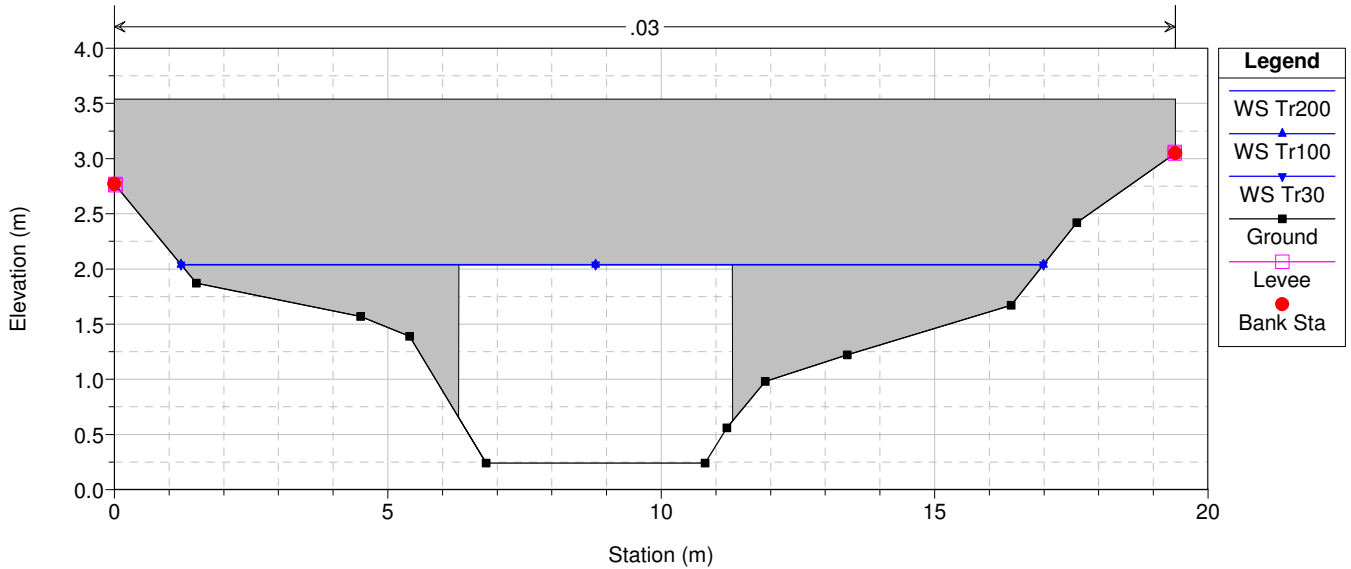
River = caligi Reach = ca3 RS = 1120.5 P.Ferrovia



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

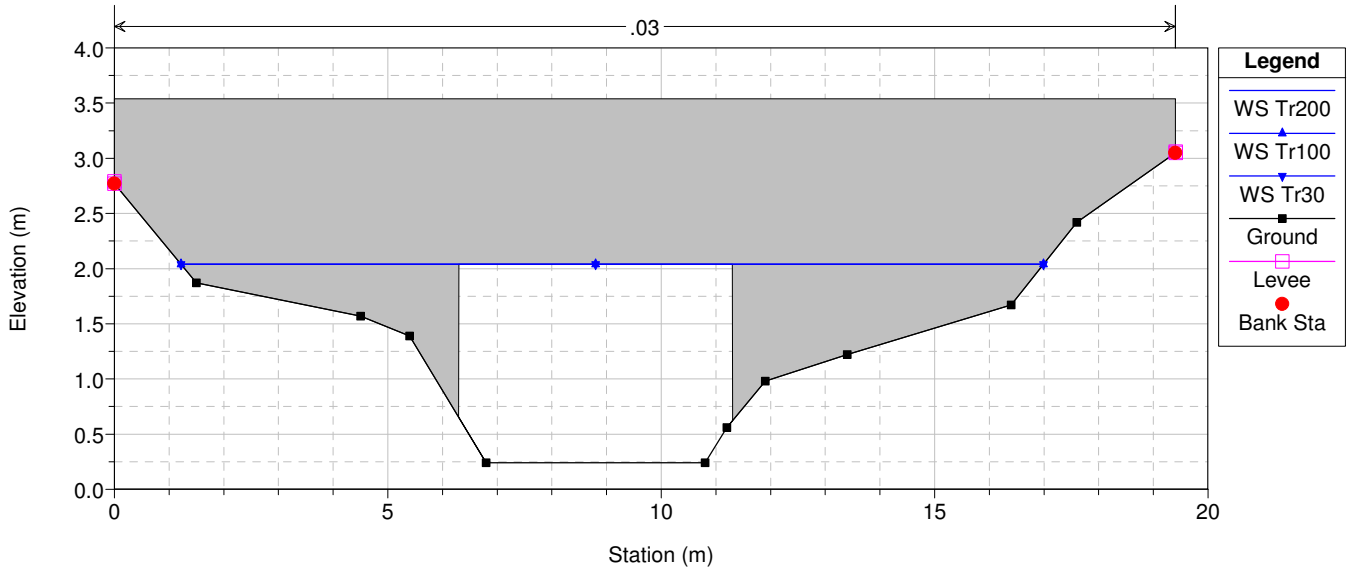
River = caligi Reach = ca3 RS = 1120 BR P.Ferrovia



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

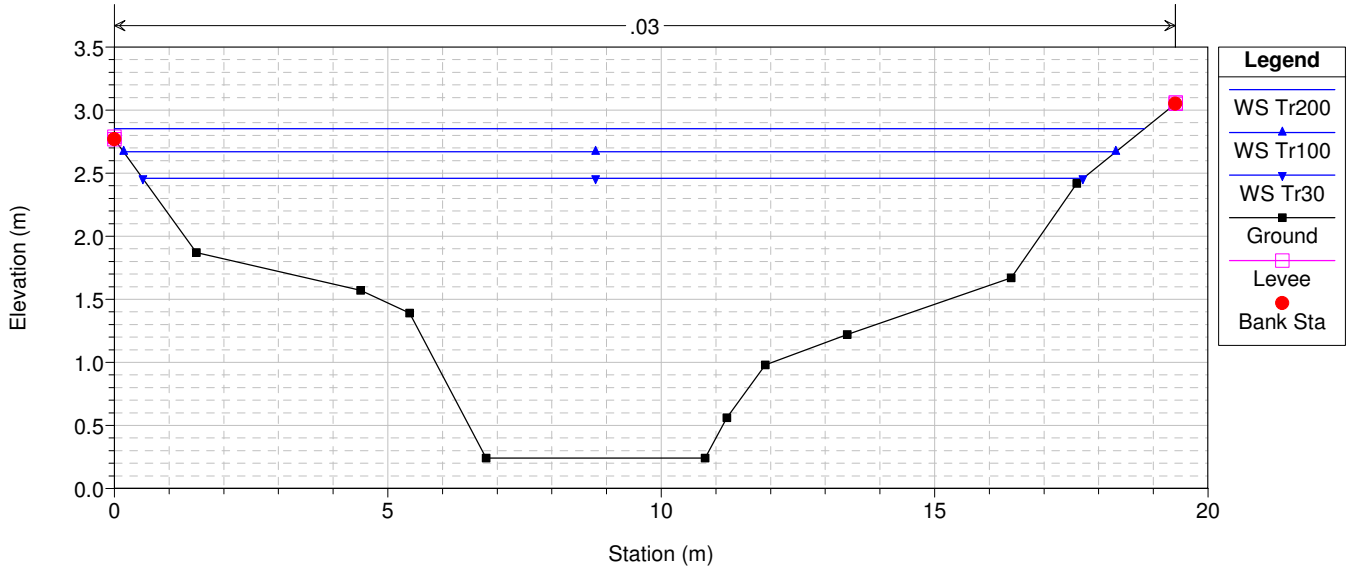
River = caligi Reach = ca3 RS = 1120 BR P.Ferrovia



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

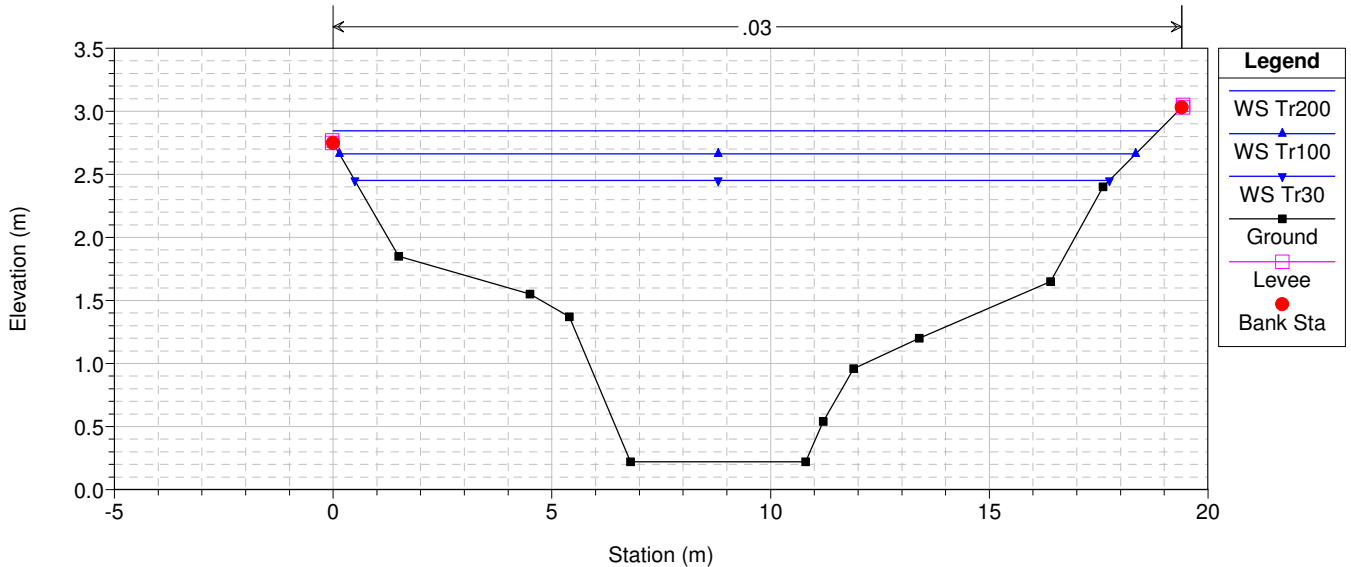
River = caligi Reach = ca3 RS = 1119.5



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

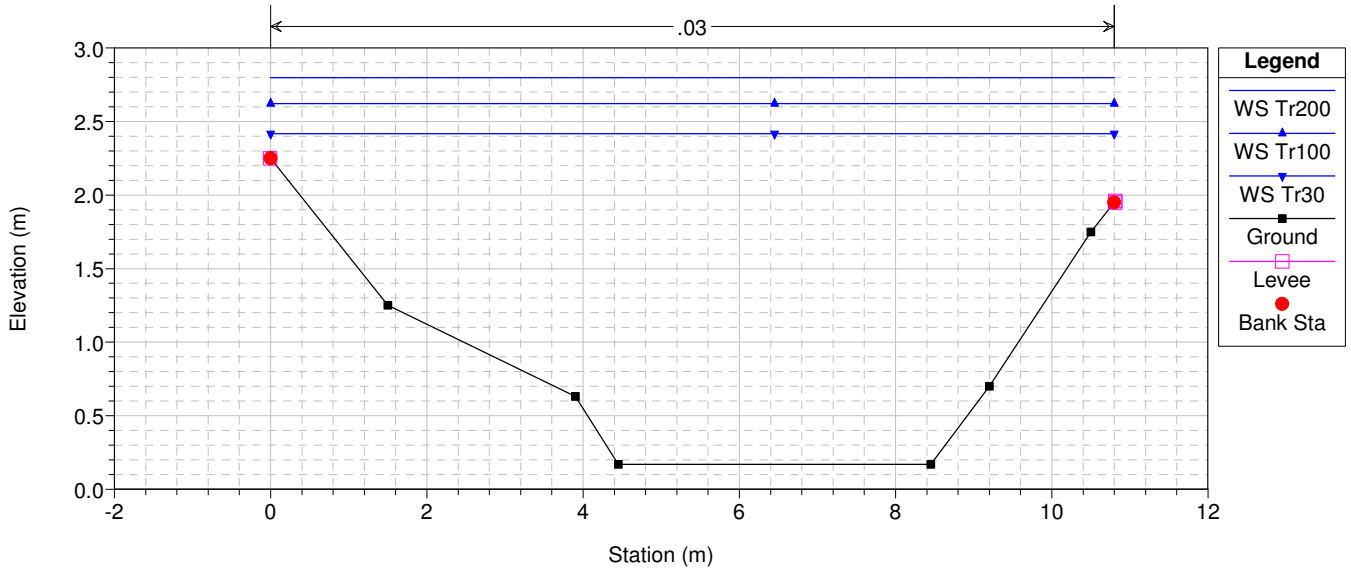
River = caligi Reach = ca3 RS = 1119



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

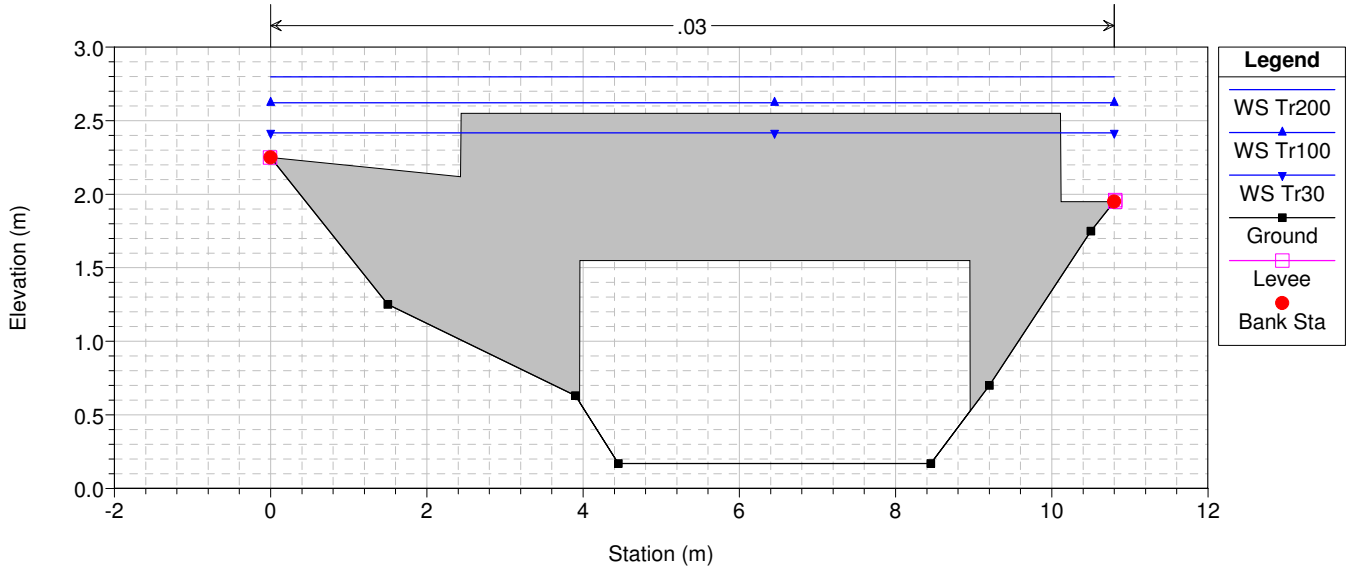
River = caligi Reach = ca3 RS = 1118.9



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

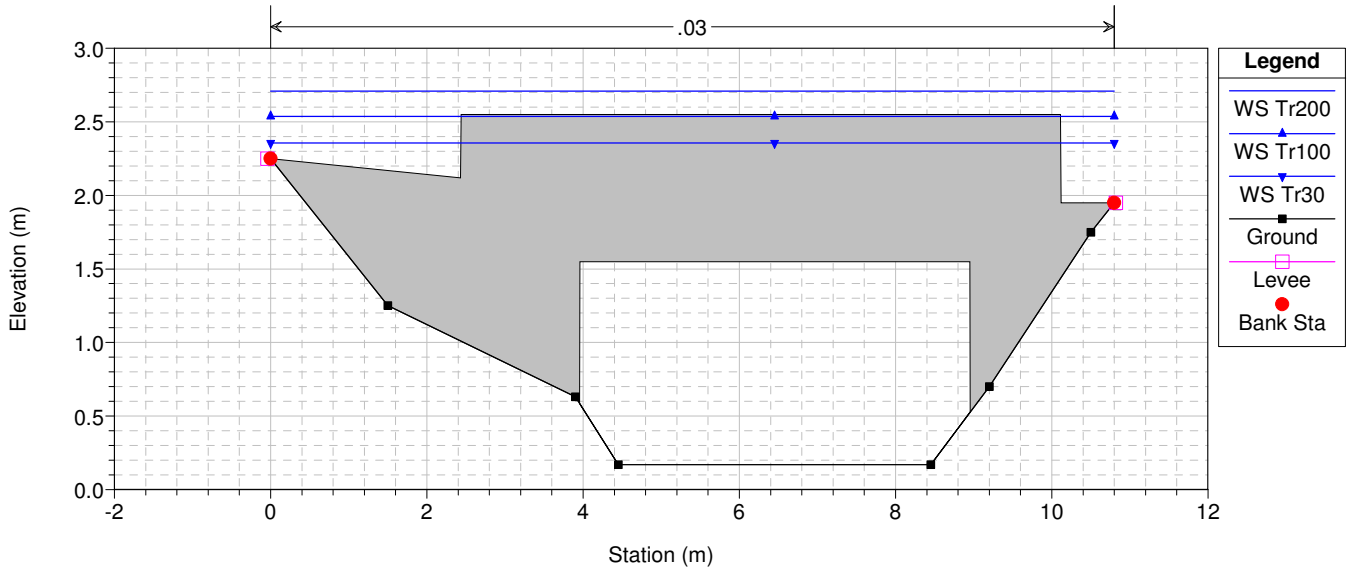
River = caligi Reach = ca3 RS = 1118.5 BR



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

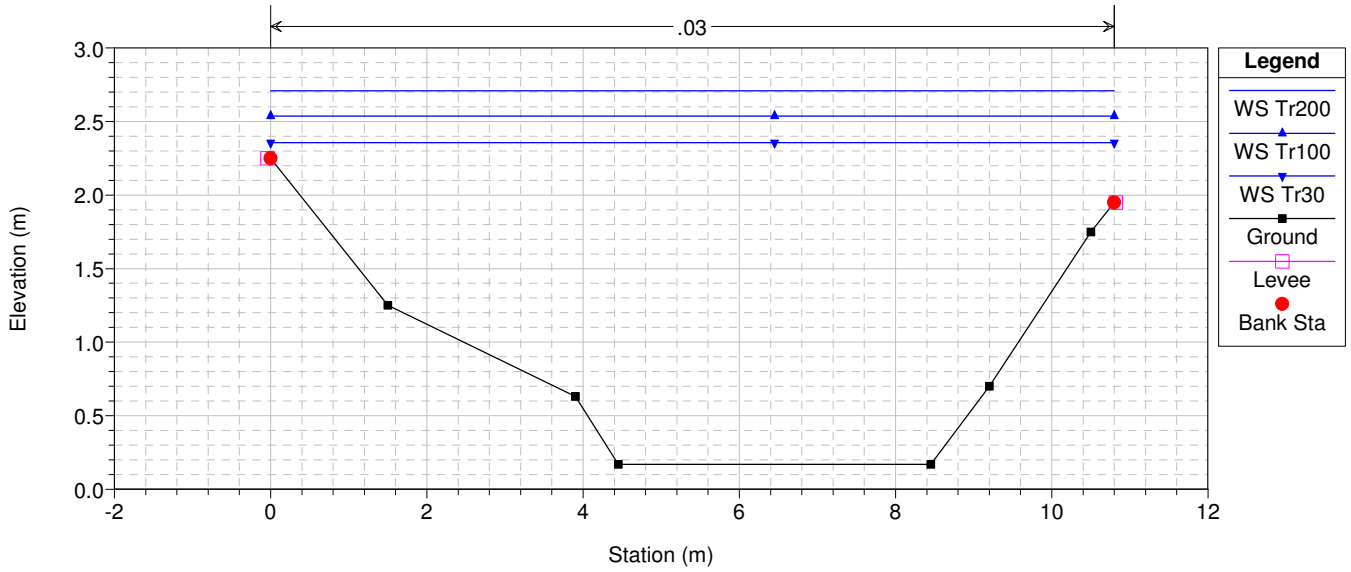
River = caligi Reach = ca3 RS = 1118.5 BR



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

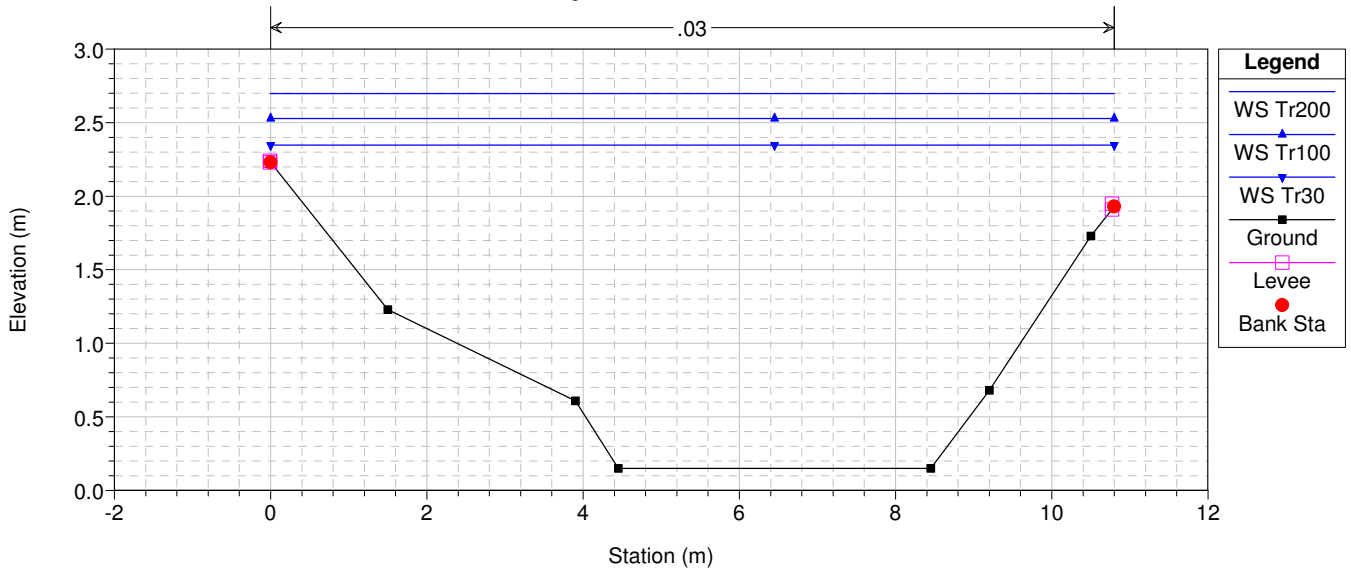
River = caligi Reach = ca3 RS = 1118.1



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

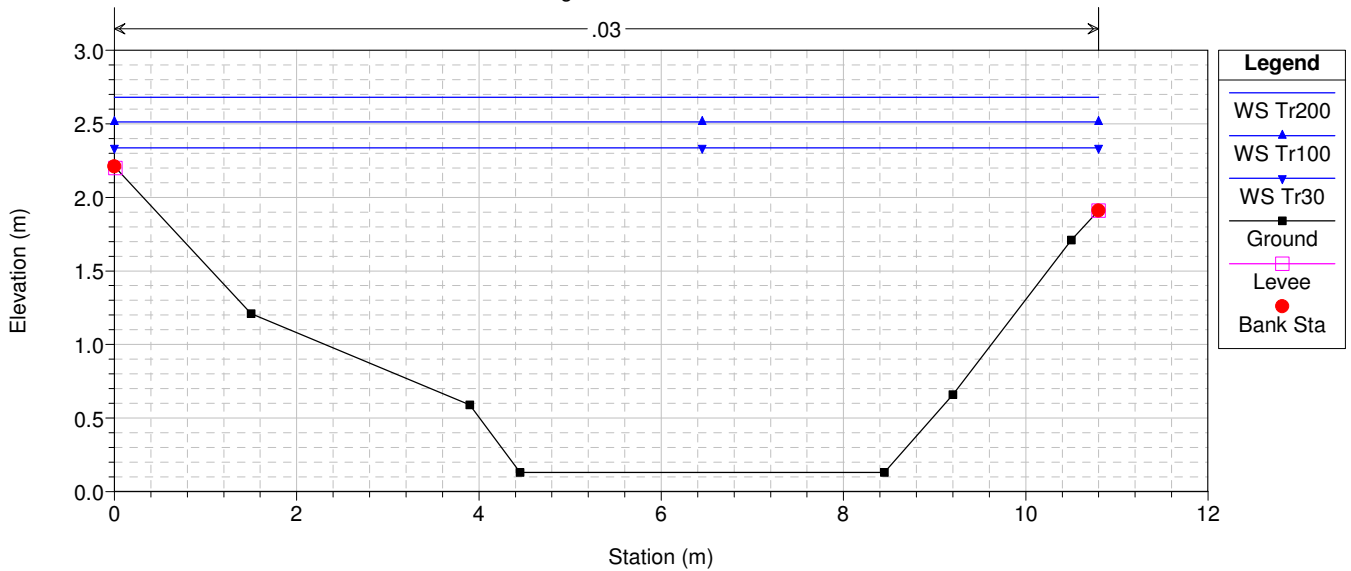
River = caligi Reach = ca3 RS = 1118



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

River = caligi Reach = ca3 RS = 1117.5

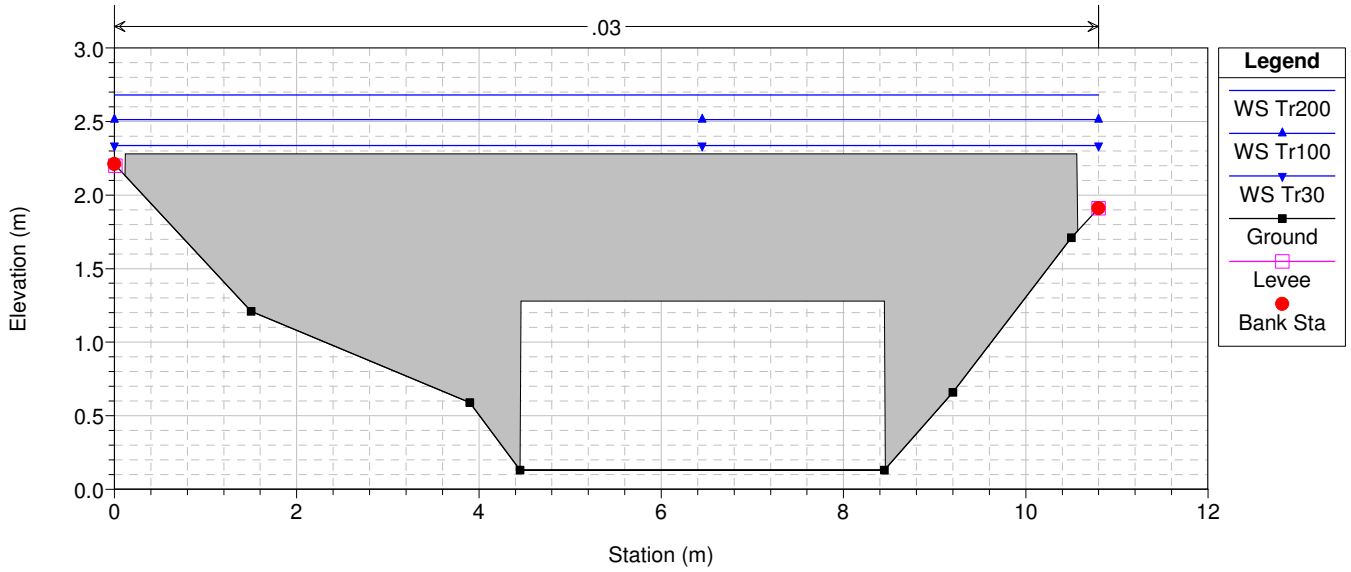




Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

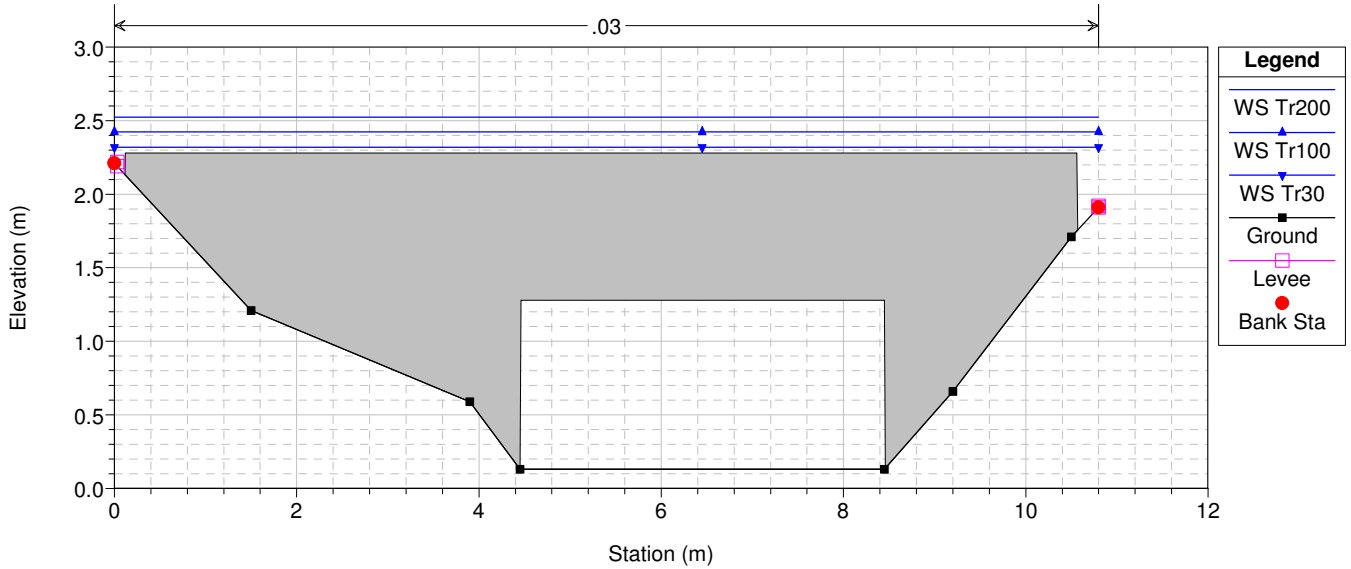
River = caligi Reach = ca3 RS = 1117 BR



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

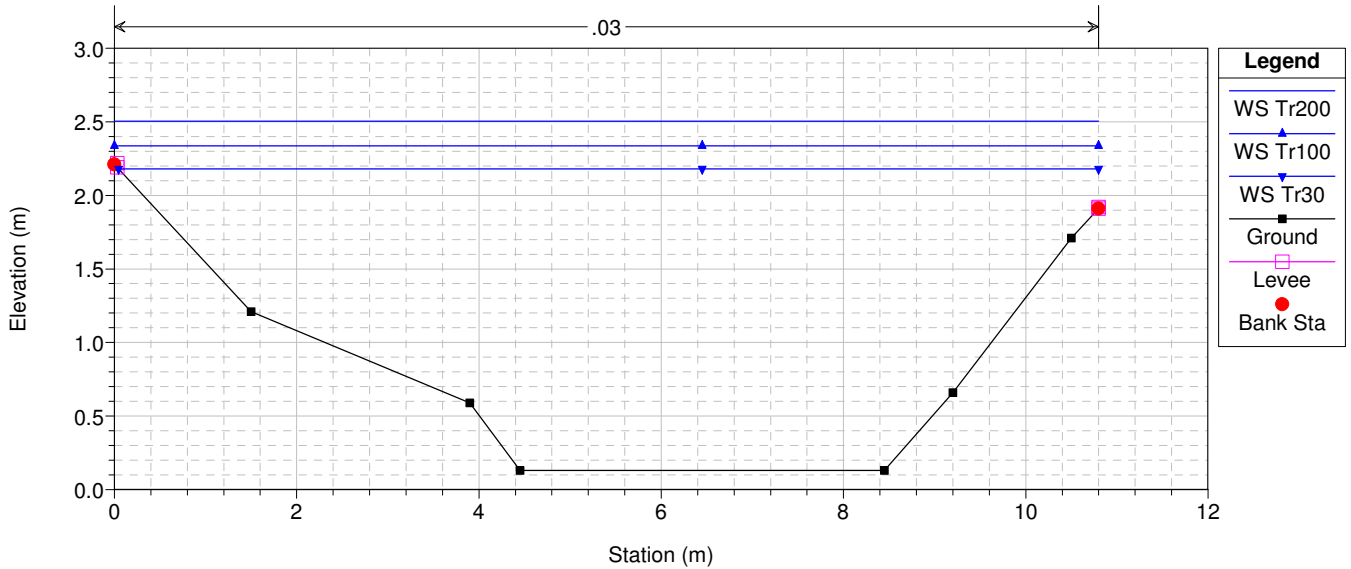
River = caligi Reach = ca3 RS = 1117 BR



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

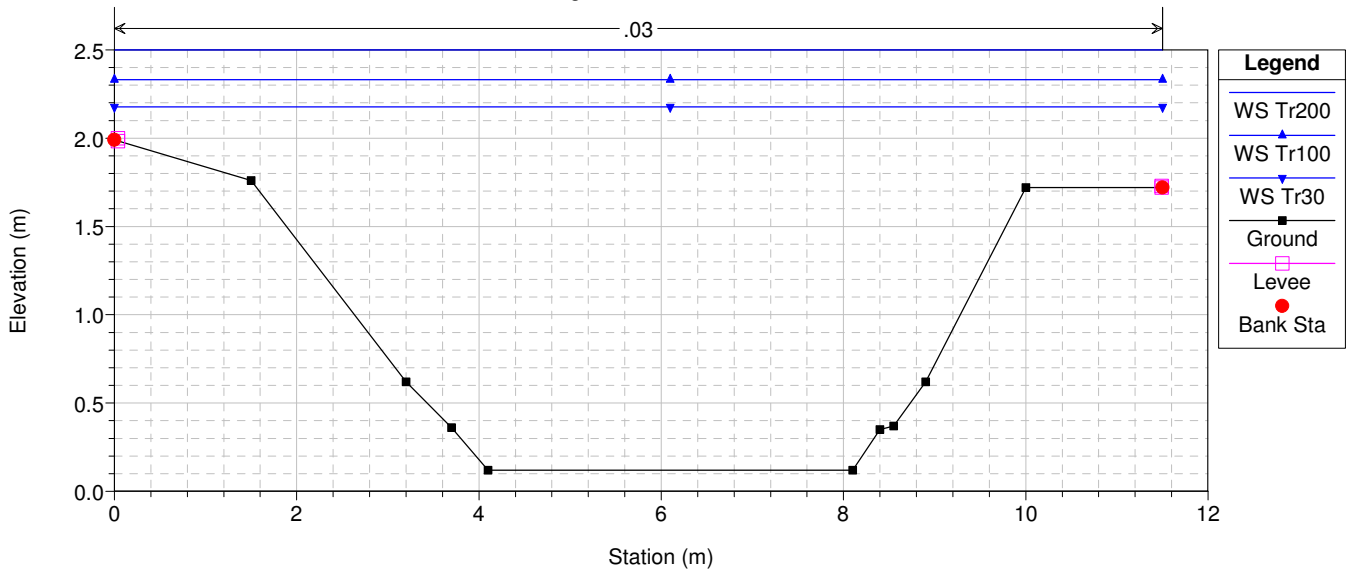
River = caligi Reach = ca3 RS = 1116.5



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

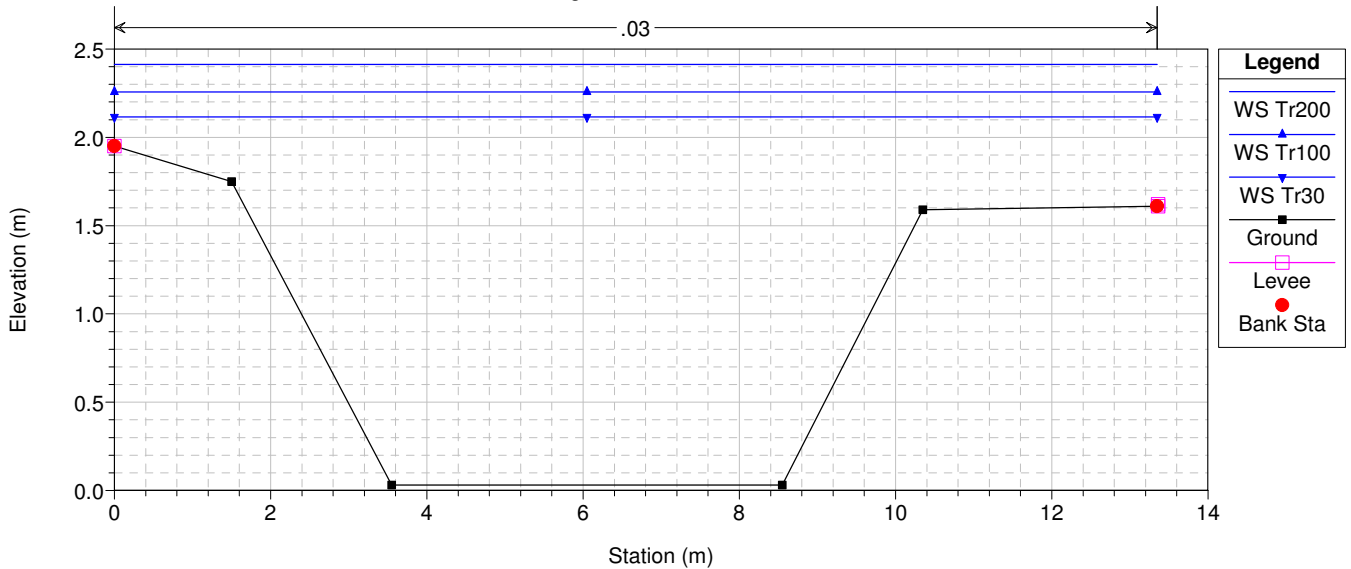
River = caligi Reach = ca3 RS = 1116



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

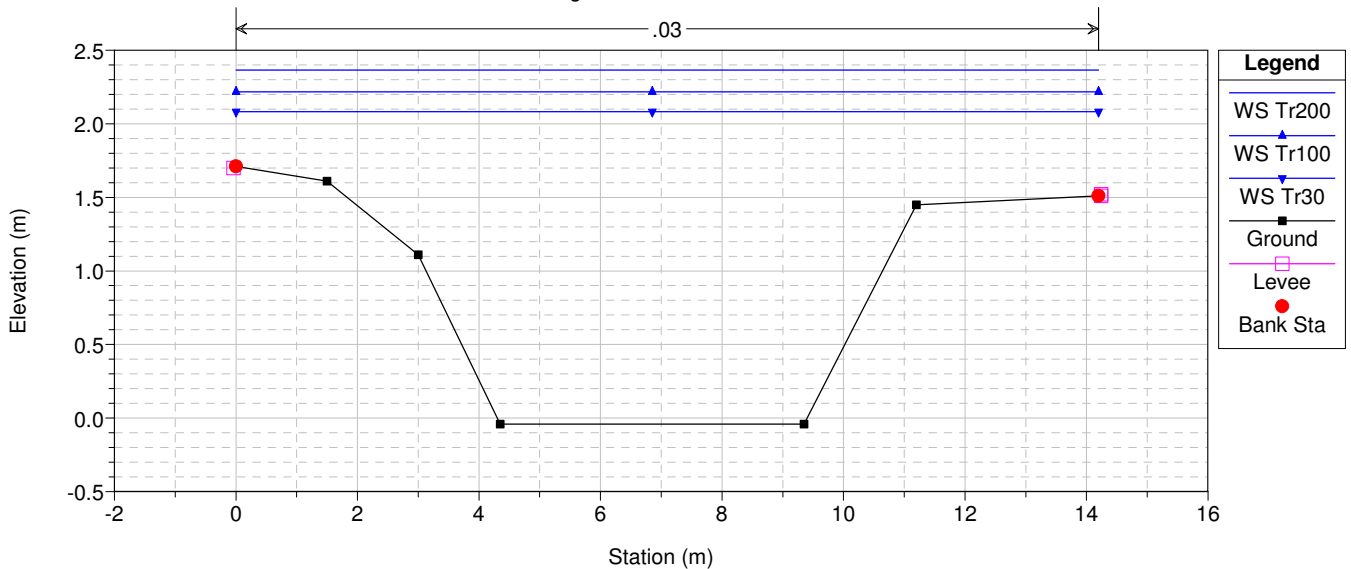
River = caligi Reach = ca3 RS = 1115



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

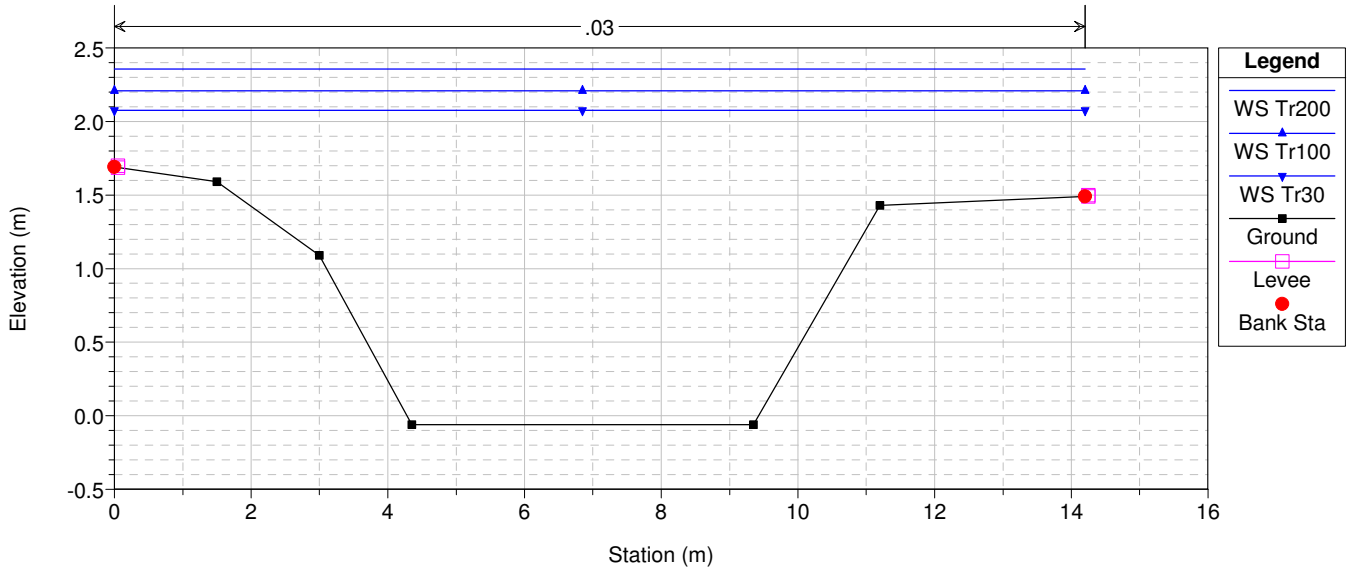
River = caligi Reach = ca3 RS = 1114



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

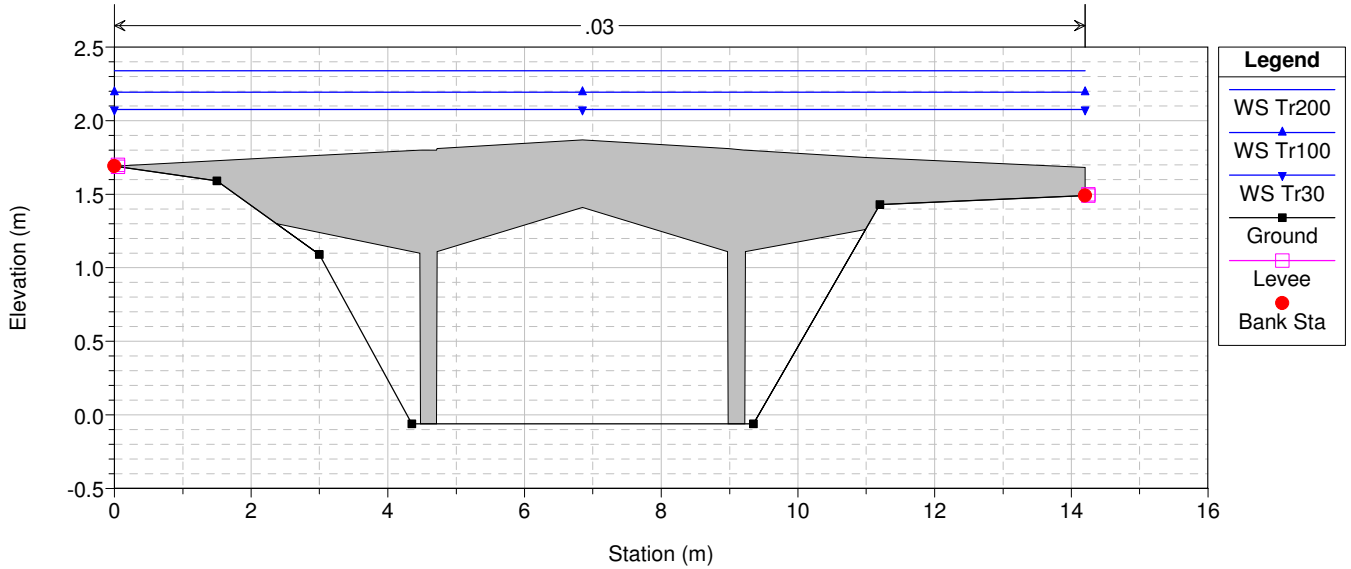
River = caligi Reach = ca3 RS = 1113.5



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

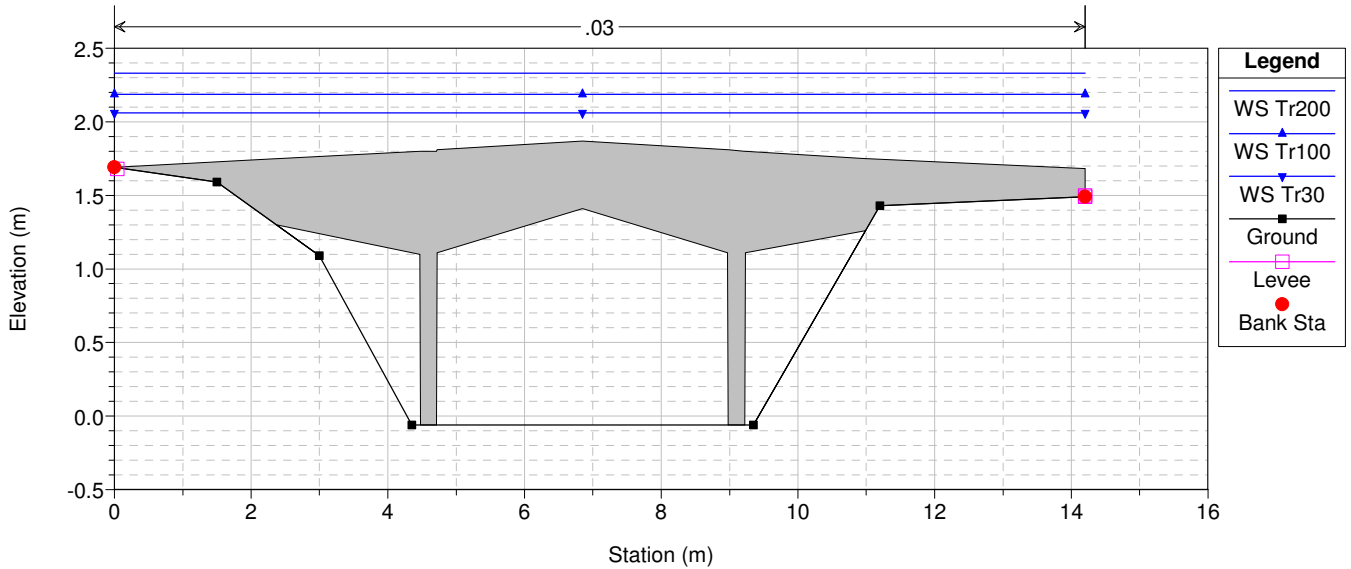
River = caligi Reach = ca3 RS = 1113 BR



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

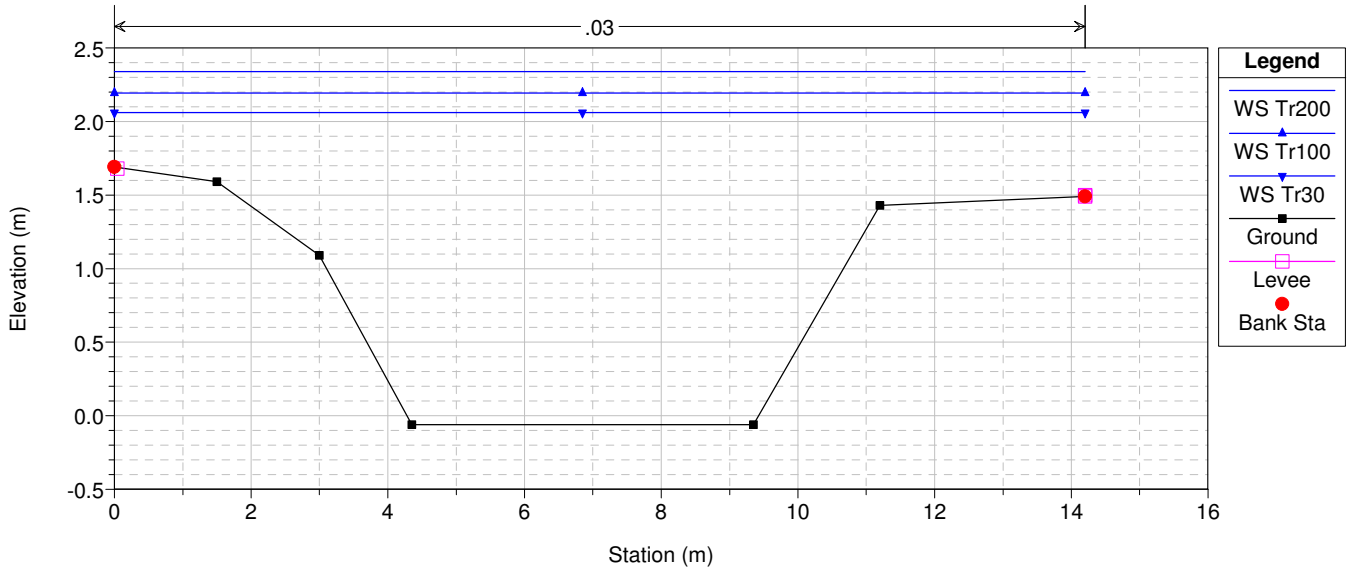
River = caligi Reach = ca3 RS = 1113 BR



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

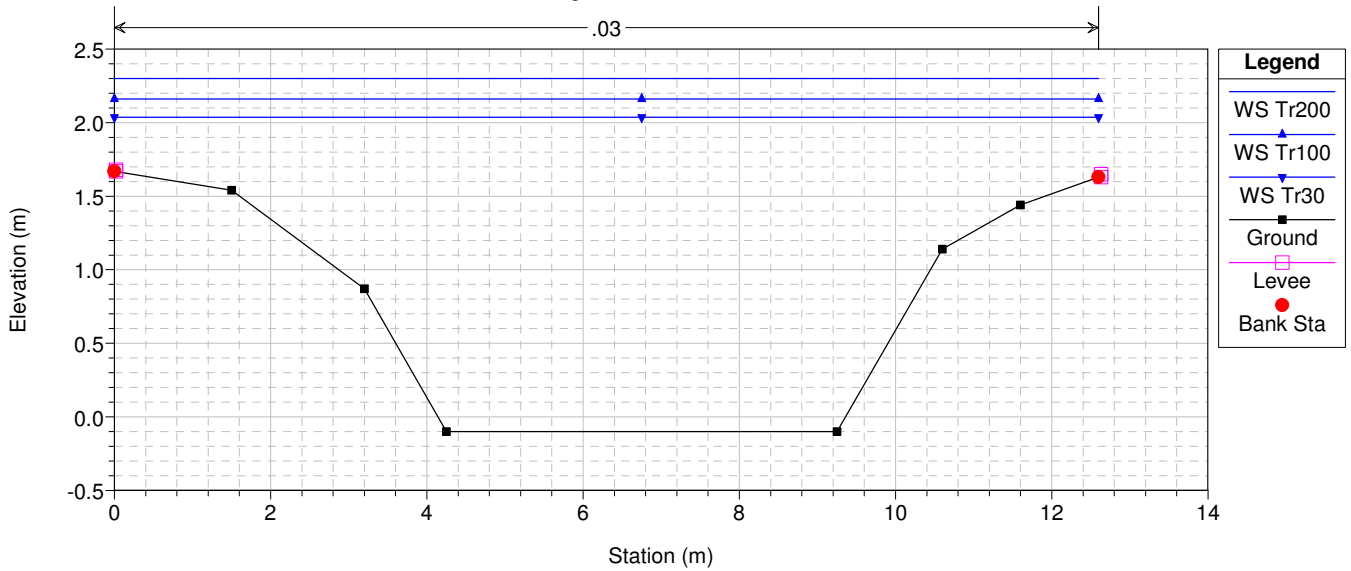
River = caligi Reach = ca3 RS = 1112.5



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

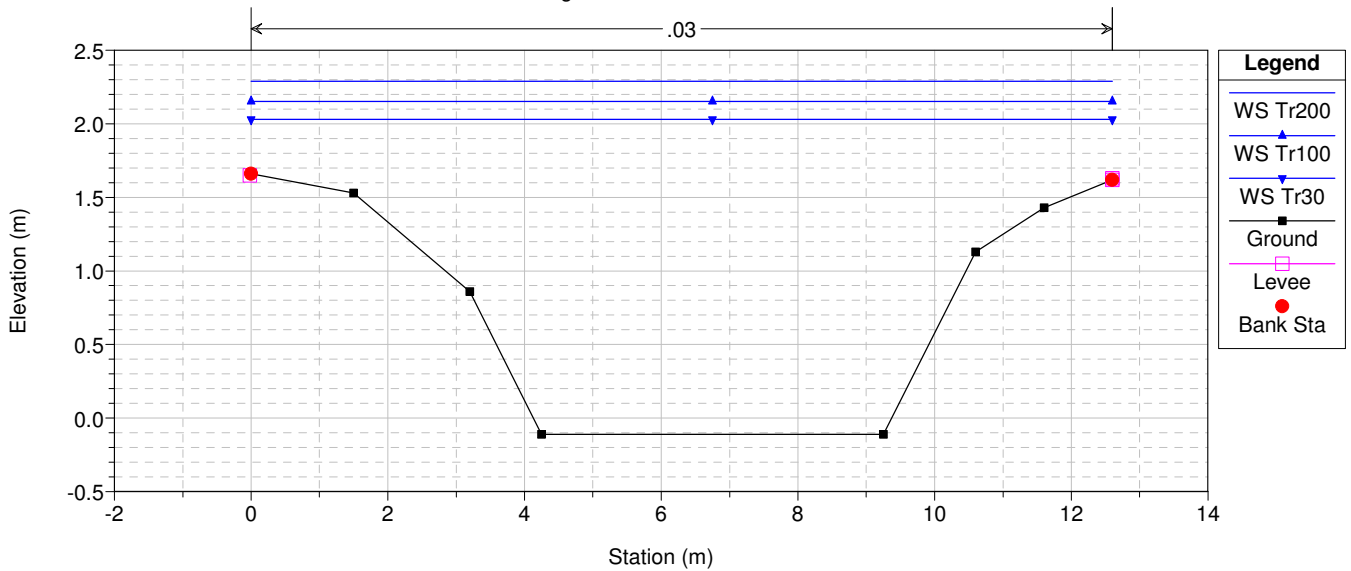
River = caligi Reach = ca3 RS = 1112



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

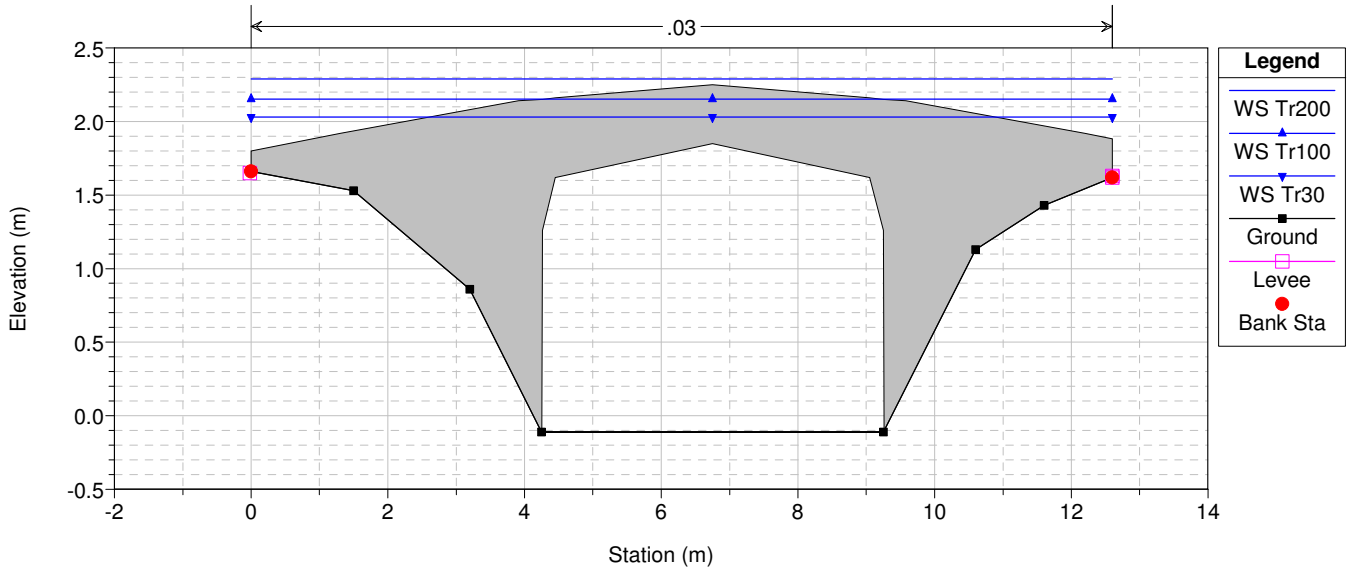
River = caligi Reach = ca3 RS = 1111.5



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

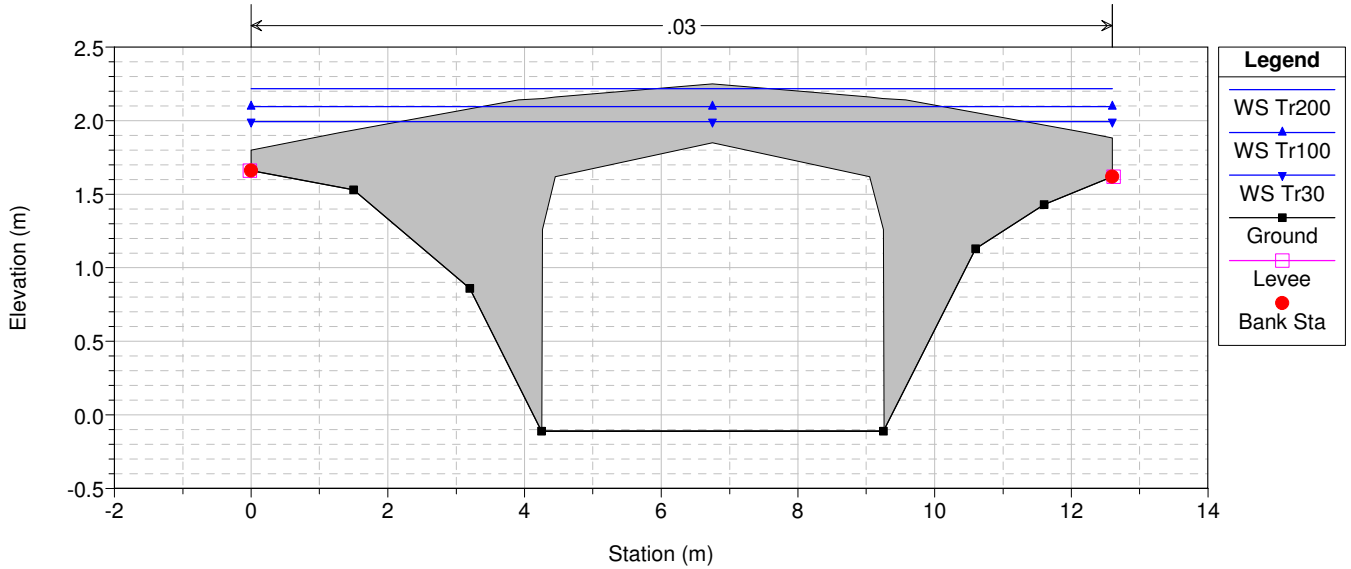
River = caligi Reach = ca3 RS = 1111 BR



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

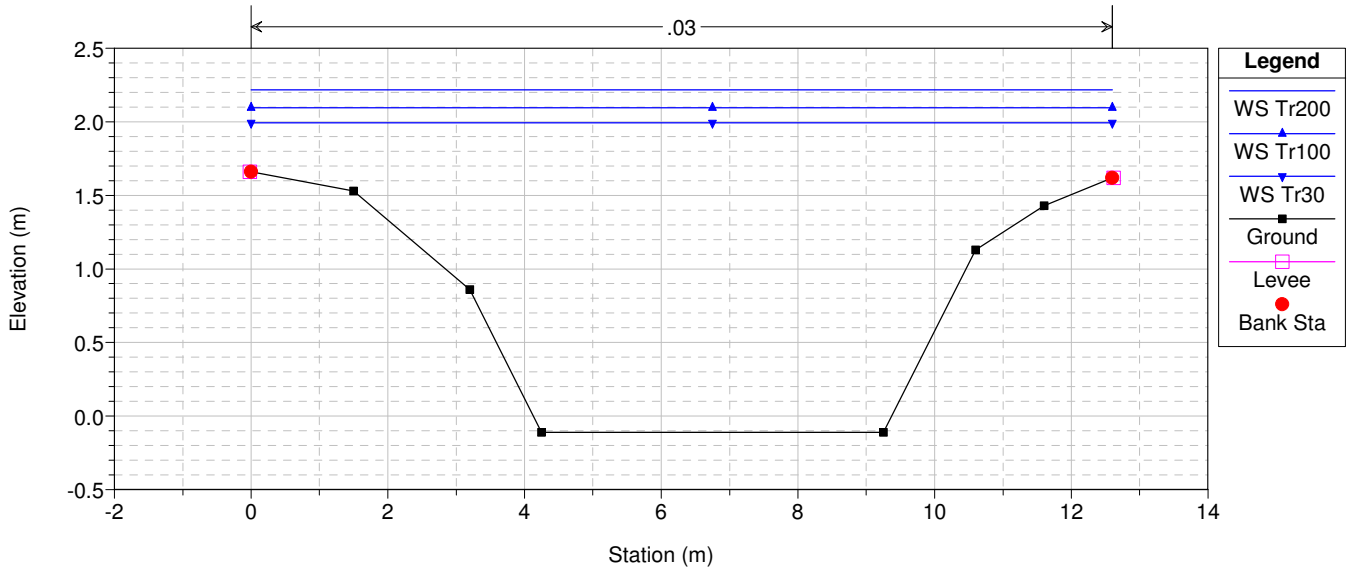
River = caligi Reach = ca3 RS = 1111 BR



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

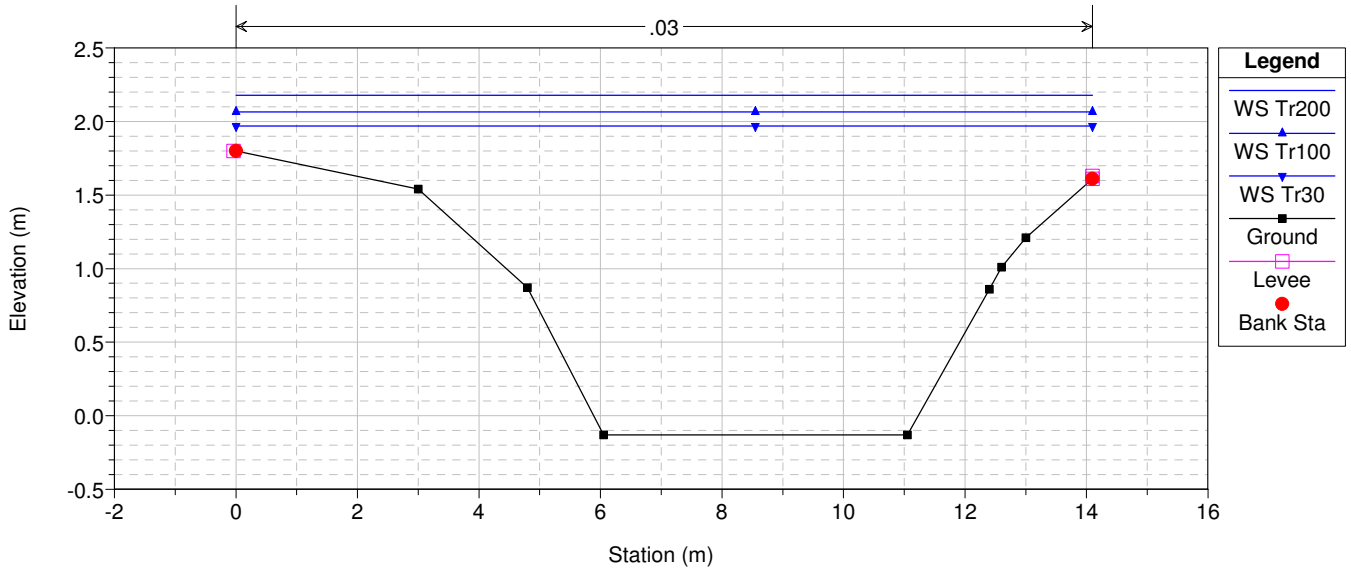
River = caligi Reach = ca3 RS = 1110.5



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

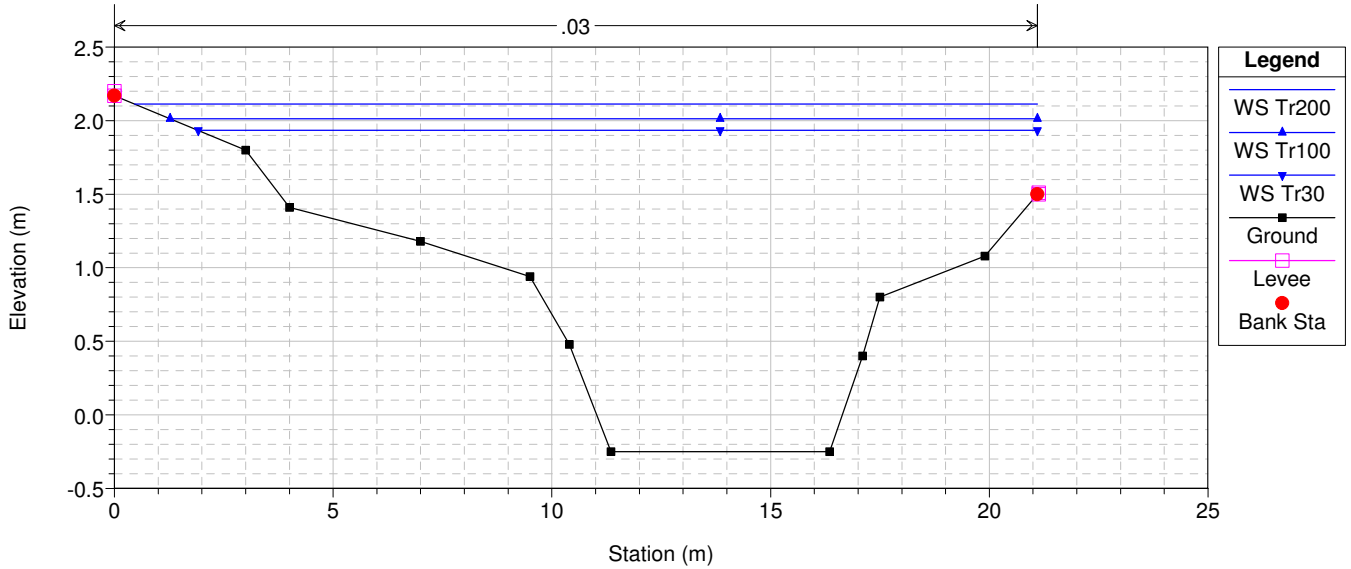
River = caligi Reach = ca3 RS = 1110



Arnaccio2007 Plan: Plan 11 10/13/2007 8:02:55 AM

Geom: caligi2007 Flow: attuale

River = caligi Reach = ca3 RS = 1109



HEC-RAS Plan: Plan 09 River: caligi Reach: ca3

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
ca3	1124	Tr200	11.50	0.44	3.10	1.30	3.12	0.000129	0.49	23.26	13.80	0.12
ca3	1124	Tr100	9.10	0.44	2.85	1.19	2.87	0.000128	0.46	19.86	13.42	0.12
ca3	1124	Tr30	7.00	0.44	2.60	1.07	2.61	0.000127	0.42	16.55	12.62	0.12
ca3	1123.5	Tr200	11.50	0.41	3.08	1.27	3.09	0.000128	0.49	23.35	13.80	0.12
ca3	1123.5	Tr100	9.10	0.41	2.83	1.16	2.84	0.000127	0.46	19.95	13.43	0.12
ca3	1123.5	Tr30	7.00	0.41	2.58	1.04	2.59	0.000125	0.42	16.64	12.65	0.12
ca3	1123	Bridge										
ca3	1122.5	Tr200	11.50	0.40	3.05		3.06	0.000085	0.41	27.95	16.39	0.10
ca3	1122.5	Tr100	9.10	0.40	2.81		2.82	0.000078	0.38	24.12	15.35	0.10
ca3	1122.5	Tr30	7.00	0.40	2.56		2.57	0.000075	0.34	20.42	14.66	0.09
ca3	1122	Tr200	11.50	0.38	3.04		3.05	0.000083	0.41	28.17	16.45	0.10
ca3	1122	Tr100	9.10	0.38	2.80		2.81	0.000076	0.37	24.34	15.39	0.09
ca3	1122	Tr30	7.00	0.38	2.56		2.56	0.000072	0.34	20.63	14.70	0.09
ca3	1121	Tr200	11.50	0.28	3.00	1.15	3.01	0.000109	0.45	25.41	14.79	0.11
ca3	1121	Tr100	9.10	0.28	2.76	1.04	2.77	0.000096	0.41	22.02	14.03	0.11
ca3	1121	Tr30	7.00	0.28	2.52	0.92	2.52	0.000092	0.38	18.66	13.50	0.10
ca3	1120.5	Tr200	11.50	0.24	2.98	1.12	2.99	0.000067	0.36	31.77	19.21	0.09
ca3	1120.5	Tr100	9.10	0.24	2.75	0.99	2.75	0.000065	0.33	27.31	18.50	0.09
ca3	1120.5	Tr30	7.00	0.24	2.50	0.87	2.51	0.000063	0.31	22.93	17.40	0.08
ca3	1120	Bridge										
ca3	1119.5	Tr200	11.50	0.24	2.85	1.12	2.86	0.000085	0.39	29.28	18.84	0.10
ca3	1119.5	Tr100	9.10	0.24	2.67	0.99	2.68	0.000076	0.35	25.86	18.14	0.09
ca3	1119.5	Tr30	7.00	0.24	2.46	0.87	2.46	0.000070	0.32	22.14	17.19	0.09
ca3	1119	Tr200	11.50	0.22	2.85		2.85	0.000083	0.39	29.51	18.87	0.10
ca3	1119	Tr100	9.10	0.22	2.66		2.67	0.000074	0.35	26.10	18.20	0.09
ca3	1119	Tr30	7.00	0.22	2.45		2.46	0.000068	0.31	22.38	17.25	0.09
ca3	1118.9	Tr200	11.50	0.17	2.80	1.03	2.81	0.000127	0.52	21.95	10.80	0.12
ca3	1118.9	Tr100	9.10	0.17	2.62	0.92	2.63	0.000104	0.45	20.06	10.80	0.11
ca3	1118.9	Tr30	7.00	0.17	2.42	0.81	2.43	0.000087	0.39	17.85	10.80	0.10
ca3	1118.5	Bridge										
ca3	1118.1	Tr200	11.50	0.17	2.71		2.72	0.000145	0.55	21.01	10.80	0.13
ca3	1118.1	Tr100	9.10	0.17	2.54		2.55	0.000119	0.48	19.14	10.80	0.11
ca3	1118.1	Tr30	7.00	0.17	2.36		2.36	0.000097	0.41	17.19	10.80	0.10
ca3	1118	Tr200	11.50	0.15	2.70	1.01	2.71	0.000144	0.54	21.10	10.80	0.12
ca3	1118	Tr100	9.10	0.15	2.53	0.90	2.54	0.000118	0.47	19.26	10.80	0.11
ca3	1118	Tr30	7.00	0.15	2.35	0.79	2.36	0.000096	0.40	17.32	10.80	0.10
ca3	1117.5	Tr200	11.50	0.13	2.68	0.99	2.69	0.000143	0.54	21.12	10.80	0.12
ca3	1117.5	Tr100	9.10	0.13	2.51	0.88	2.52	0.000116	0.47	19.31	10.80	0.11
ca3	1117.5	Tr30	7.00	0.13	2.34	0.77	2.34	0.000094	0.40	17.40	10.80	0.10
ca3	1117	Bridge										
ca3	1116.5	Tr200	11.50	0.13	2.50	0.99	2.52	0.000190	0.60	19.21	10.80	0.14
ca3	1116.5	Tr100	9.10	0.13	2.34	0.88	2.35	0.000160	0.52	17.40	10.80	0.13
ca3	1116.5	Tr30	7.00	0.13	2.18	0.77	2.19	0.000127	0.45	15.72	10.75	0.12
ca3	1116	Tr200	11.50	0.12	2.50	0.95	2.52	0.000222	0.61	18.92	11.50	0.15
ca3	1116	Tr100	9.10	0.12	2.33	0.84	2.35	0.000192	0.54	17.00	11.50	0.14
ca3	1116	Tr30	7.00	0.12	2.18	0.74	2.19	0.000159	0.46	15.21	11.50	0.13
ca3	1115	Tr200	11.50	0.03	2.41	0.79	2.43	0.000180	0.54	21.20	13.35	0.14
ca3	1115	Tr100	9.10	0.03	2.26	0.69	2.27	0.000154	0.48	19.13	13.35	0.13
ca3	1115	Tr30	7.00	0.03	2.12	0.59	2.12	0.000126	0.41	17.23	13.35	0.11
ca3	1114	Tr200	11.50	-0.04	2.36		2.38	0.000152	0.50	22.78	14.20	0.13
ca3	1114	Tr100	9.10	-0.04	2.22		2.23	0.000129	0.44	20.67	14.20	0.12
ca3	1114	Tr30	7.00	-0.04	2.08		2.09	0.000103	0.37	18.77	14.20	0.10
ca3	1113.5	Tr200	11.50	-0.06	2.36	0.70	2.37	0.000149	0.50	22.93	14.20	0.13
ca3	1113.5	Tr100	9.10	-0.06	2.21	0.60	2.22	0.000125	0.44	20.85	14.20	0.11
ca3	1113.5	Tr30	7.00	-0.06	2.08	0.50	2.08	0.000100	0.37	18.97	14.20	0.10
ca3	1113	Bridge										
ca3	1112.5	Tr200	11.50	-0.06	2.34	0.70	2.35	0.000154	0.51	22.69	14.20	0.13
ca3	1112.5	Tr100	9.10	-0.06	2.19	0.60	2.20	0.000130	0.44	20.63	14.20	0.12

HEC-RAS Plan: Plan 09 River: caligi Reach: ca3 (Continued)

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
ca3	1112.5	Tr30	7.00	-0.06	2.06	0.50	2.07	0.000103	0.37	18.76	14.20	0.10
ca3	1112	Tr200	11.50	-0.10	2.30	0.67	2.32	0.000170	0.55	21.09	12.60	0.13
ca3	1112	Tr100	9.10	-0.10	2.16	0.56	2.17	0.000138	0.47	19.35	12.60	0.12
ca3	1112	Tr30	7.00	-0.10	2.04	0.46	2.04	0.000106	0.39	17.78	12.60	0.11
ca3	1111.5	Tr200	11.50	-0.11	2.29	0.66	2.30	0.000170	0.55	21.07	12.60	0.13
ca3	1111.5	Tr100	9.10	-0.11	2.15	0.55	2.16	0.000138	0.47	19.35	12.60	0.12
ca3	1111.5	Tr30	7.00	-0.11	2.03	0.45	2.04	0.000105	0.39	17.81	12.60	0.11
ca3	1111		Bridge									
ca3	1110.5	Tr200	11.50	-0.11	2.22		2.23	0.000193	0.57	20.18	12.60	0.14
ca3	1110.5	Tr100	9.10	-0.11	2.10		2.11	0.000154	0.49	18.65	12.60	0.13
ca3	1110.5	Tr30	7.00	-0.11	1.99		2.00	0.000114	0.40	17.36	12.60	0.11
ca3	1110	Tr200	11.50	-0.13	2.18	0.63	2.19	0.000187	0.55	21.04	14.10	0.14
ca3	1110	Tr100	9.10	-0.13	2.06	0.53	2.08	0.000150	0.47	19.44	14.10	0.13
ca3	1110	Tr30	7.00	-0.13	1.97	0.43	1.98	0.000110	0.39	18.11	14.10	0.11
ca3	1109	Tr200	11.50	-0.25	2.11	0.51	2.12	0.000127	0.43	26.90	20.64	0.12
ca3	1109	Tr100	9.10	-0.25	2.01	0.41	2.02	0.000098	0.37	24.89	19.83	0.10
ca3	1109	Tr30	7.00	-0.25	1.93	0.31	1.94	0.000069	0.30	23.33	19.18	0.09
ca3	1108	Tr200	11.50	-0.36	2.06	0.40	2.07	0.000080	0.38	30.52	19.70	0.10
ca3	1108	Tr100	9.10	-0.36	1.98	0.30	1.98	0.000060	0.32	28.79	19.70	0.08
ca3	1108	Tr30	7.00	-0.36	1.91	0.20	1.91	0.000042	0.26	27.44	19.70	0.07
ca3	1107	Tr200	11.50	-0.44	2.05	0.23	2.05	0.000036	0.27	42.68	25.30	0.07
ca3	1107	Tr100	9.10	-0.44	1.96	0.15	1.97	0.000027	0.22	40.57	25.30	0.06
ca3	1107	Tr30	7.00	-0.44	1.90	0.06	1.90	0.000018	0.18	38.94	25.30	0.05
ca3	1106	Tr200	11.50	-0.53	2.02	0.16	2.03	0.000072	0.34	33.87	24.40	0.09
ca3	1106	Tr100	9.10	-0.53	1.95	0.06	1.95	0.000054	0.28	31.98	24.21	0.08
ca3	1106	Tr30	7.00	-0.53	1.89	-0.03	1.89	0.000036	0.23	30.57	23.74	0.06
ca3	1105		Bridge									
ca3	1104.1	Tr200	11.50	-0.54	1.90	0.15	1.91	0.000092	0.37	31.18	23.95	0.10
ca3	1104.1	Tr100	9.10	-0.54	1.87	0.05	1.87	0.000062	0.30	30.32	23.66	0.08
ca3	1104.1	Tr30	7.00	-0.54	1.84	-0.04	1.84	0.000039	0.24	29.70	23.45	0.07
ca3	1104	Tr200	11.50	-0.55	1.90	0.03	1.91	0.000091	0.41	28.30	17.85	0.10
ca3	1104	Tr100	9.10	-0.55	1.86	-0.05	1.87	0.000061	0.33	27.69	17.77	0.08
ca3	1104	Tr30	7.00	-0.55	1.84	-0.13	1.84	0.000038	0.26	27.25	17.71	0.07
ca3	1103	Tr200	11.50	-0.57	1.88	0.01	1.88	0.000038	0.27	43.73	29.30	0.07
ca3	1103	Tr100	9.10	-0.57	1.85	-0.07	1.85	0.000025	0.21	42.91	29.30	0.06
ca3	1103	Tr30	7.00	-0.57	1.83	-0.15	1.83	0.000016	0.17	42.33	29.30	0.04
ca3	1102	Tr200	11.50	-0.59	1.86	-0.01	1.86	0.000068	0.33	34.48	24.43	0.09
ca3	1102	Tr100	9.10	-0.59	1.84	-0.09	1.84	0.000044	0.27	33.99	24.32	0.07
ca3	1102	Tr30	7.00	-0.59	1.82	-0.17	1.82	0.000027	0.21	33.64	24.24	0.06
ca3	1101	Tr200	11.50	-0.60	1.83	-0.03	1.83	0.000070	0.33	34.43	25.08	0.09
ca3	1101	Tr100	9.10	-0.60	1.82	-0.11	1.82	0.000044	0.27	34.17	24.96	0.07
ca3	1101	Tr30	7.00	-0.60	1.81	-0.18	1.81	0.000027	0.21	33.99	24.88	0.06
ca3	1002	Tr200	11.50	-0.60	1.80	-0.16	1.80	0.000020	0.20	57.42	35.61	0.05
ca3	1002	Tr100	9.10	-0.60	1.80	-0.22	1.80	0.000013	0.16	57.40	35.61	0.04
ca3	1002	Tr30	7.00	-0.60	1.80	-0.27	1.80	0.000007	0.12	57.38	35.60	0.03
ca3	1001	Tr200	11.50	-0.61	1.80	-0.17	1.80	0.000020	0.20	57.71	35.63	0.05
ca3	1001	Tr100	9.10	-0.61	1.80	-0.23	1.80	0.000012	0.16	57.71	35.63	0.04
ca3	1001	Tr30	7.00	-0.61	1.80	-0.28	1.80	0.000007	0.12	57.71	35.63	0.03