



COMUNE DI BARDONECCHIA

COMUNITA' MONTANA ALTA VALLE SUSA

Provincia di Torino

PIANO REGOLATORE GENERALE

VARIANTE DI ADEGUAMENTO AL PAI

(Art. 18 N.d.A)

ID1

RELAZIONE IDRAULICA ED IDROLOGICA

(Copia adeguata in accoglimento delle osservazioni formulate dalle DIR. OO.PP. con nota prot. N° 85357/14-03 del 11-12-2008 e dall'ARPA Piemonte con nota prot. N° 70609/sc04 del 16-06-2008)

MARTINA dott. ing. LIVIO

Gennaio 2009

COMUNE DI BARDONECCHIA
(Provincia di Torino)

STUDIO IDRAULICO FINALIZZATO ALL'INDIVIDUAZIONE DELLE DUE ESONDABILI
NEL TERRITORIO COMUNALE A SUPPORTO DEGLI ELABORATI DI PRGC

RELAZIONE IDRAULICA ED IDROLOGICA

INDICE

1	PREMESSA	2
2	METODOLOGIA DI STUDIO.....	2
3	STUDIO IDRAULICO	3
3.1	DESCRIZIONE DEL BACINO.....	3
3.2	METODOLOGIA E CRITERI D'ELABORAZIONE	3
3.3	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA.....	4
3.4	STUDIO IDRAULICO E DEFINIZIONE DELLE SEZIONI DI VERIFICA.....	23
3.5	ANALISI DEI RISULTATI IDRAULICI.....	24
4	CONCLUSIONI	25

1 PREMESSA

Il presente studio è finalizzato all'individuazione delle aree esondabili al fine di integrare le carte geomorfologiche e del dissesto predisposte per la redazione della variante di PRGC. L'area del territorio comunale di Bardonecchia è attraversata infatti da ben 4 torrenti con estensione di bacini variabili dai 10 kmq ai 60 kmq oltre a numerosi rii minori con bacini di superficie inferiore.

Data la particolare configurazione la definizione delle aree interessate da fenomeni esondativi risulta particolarmente difficile, in primis, per una mancanza di cartografia adeguata in scala 1:1.000 almeno ed in secondo luogo per la particolare conformazione del territorio.

Trattasi di un territorio caratterizzato dalle presenze di imponenti coni di deiezione Frejus, Rho, Fosse e Gorge.

Nel presente studio si sono quindi definite le portate liquide i possibili apporti solidi e di conseguenza si sono valutate le aree esondabili.

Nel passato gli eventi alluvionali che hanno investito il territorio sono stati innumerevoli ed alcuni eventi si sono dimostrati veramente catastrofici (alluvione della Rho del 1890).

La carta delle aree esondabili servirà per il tracciamento delle classi di rischio secondo la circolare 7 Lap della Regione Piemonte.

2 METODOLOGIA DI STUDIO

Il presente studio si è sviluppato secondo le seguenti fasi:

A) Acquisizione dei rilievi topografici a terra:

Sono state rilevate o acquisite sezioni trasversali nell'area in esame per quanto riguarda il reticolo di deflusso dell'intero territorio comunale. L'ubicazione di tali sezioni è stata effettuata in modo da garantire l'acquisizione dei dati geometrici necessari alla modellizzazione idraulica dei fenomeni di piena. I Tratti interessati risultano: il corso della Dora di Melezet dallo scarico dello sbarramento della valle stretta fino alla confluenza nel Rochemolles, la Dora di Bardonecchia subito a valle della confluenza ; il Rio Fosse, il Rio Sagne, il torrente della Rho, il Frejus ed il Rochemolles nei tratti che interessano l'abitato.

B) Studio idrologico dei torrenti e dell'intero bacino, al fine di determinare i valori delle portate al colmo, con particolare riferimento ai valori corrispondenti a tempi di ritorno 200 e 500 anni,

C) Studio idraulico dei torrenti e dell'intero bacino esteso nei tratti rilevati, realizzato mediante codice di calcolo HEC-RAS che consente il calcolo del profilo idraulico in moto permanente e la determinazione dei livelli idrometrici nelle diverse ipotesi di calcolo.

D) Perimetrazione delle aree esondabili sulla base dei risultati numerici del modello Hec Ras, delle considerazioni morfologiche e della valutazione del trasporto solido.

3 STUDIO IDRAULICO

3.1 DESCRIZIONE DEL BACINO

Il bacino del Torrente Dora di Bardonecchia prende origine dal contributo di più bacini che confluiscono nel nodo abitato di Bardonecchia. Partendo da est si ha il vasto bacino della Dora di Melezet il cui torrente percorre in direzione SE l'intera valle stretta prendendo origine dalle pendici del monte Thabor (3178 m.s.m).

Al confine Francese è ubicato un invaso dell'ENEL di ridotte dimensioni con dimensionamento degli organi di scarico per 90 mc/sec.

Dopo una conversione verso NE il corso d'acqua riceve numerosi tributari minori tra cui in destra il Rio della Comba, del Guiau e della Coche in sinistra il Fosse ed Il Sagne.

In corrispondenza della località Campo Smith si ha la confluenza in sinistra dell'importante torrente della Rho il quale prende origine dalla R.ca Bernaude (3228 m.s.m) Più a valle si ha la confluenza del Torrente del Frejus che percorre l'omonimo vallone in direzione S a partire dalle pendici della cresta che va dalla Punta Nera fino alla Cima del Vallone (3170 m.s.m) L'ultimo tributario di sinistra, a valle del quale la Dora di Bardonecchia piega in direzione SE lasciando l'abitato, risulta il Torrente di Rochemolles. Il vasto bacino di monte è composto da una vasta cresta di testata che va dalla Punta Sommeiller fino alla Pierre Menue (3505 m.s.m) e da numerosi rii laterali tra cui il bacino più esteso risulta quello del Rio di Valfredda. In tale bacino è posto l'altro invaso dell'ENEL che ha gli organi di scarico dimensionati per 194 mc/sec.

Per quanto riguarda i dati relativi alle estensioni dei bacini descritti ed alle altre grandezze idrologiche individuate si rimanda al paragrafo dedicato al calcolo delle portate.

3.2 METODOLOGIA E CRITERI D'ELABORAZIONE

La determinazione della portata di massima piena di un corso d'acqua in una assegnata sezione richiede di conoscere l'esatto bilancio idrologico del bacino imbrifero sotteso, tenendo conto di un periodo di tempo generalmente molto breve (alcune ore o al massimo pochi giorni) e di una serie di condizioni iniziali ed al contorno numerose e talvolta di difficile determinazione.

Tale bilancio dovrebbe essere valutato per tutti i fenomeni di piena prevedibili, nell'ipotesi di conoscere a priori la distribuzione e l'intensità dei deflussi.

Date le difficoltà intrinseche ad effettuare un rigoroso bilancio idrologico sono state definite da tempo delle metodologie sufficientemente attendibili per determinare dei valori di portata di riferimento utili per i dimensionamenti idraulici delle opere o le verifiche da effettuare.

In sostanza, la mancanza d'osservazioni dirette di portata nel bacino considerato rende indispensabile il ricorso a metodi indiretti per la valutazione delle portate di progetto. I metodi d'uso corrente sono riconducibili a tre gruppi:

- formule «regionali» che permettono di calcolare la portata per regressione utilizzando parametri morfometrici e climatici; tali formule risultano piuttosto “datate” per ciò che concerne l'intervallo di validità del tempo di ritorno. In genere adottando i

tempi di ritorno 200 e 500 anni tali formule forniscono valori notevolmente sovrastimati per cui non verranno considerate nel seguito.

- metodi “deterministici” che individuano la portata in funzione della precipitazione d’assegnata durata e probabilità (per esempio, il metodo razionale);
- modelli concettuali “afflussi-deflussi” per la determinazione dell'idrogramma conseguente ad assegnate precipitazioni in funzione di parametri morfometrici del bacino, di dati sulla copertura vegetale e sulle caratteristiche del suolo.

L'indagine idrologica prevede di fornire portate d'assegnata probabilità alle sezioni di chiusura dei sottobacini.

Pertanto la metodologia adottata per la valutazione della portata di massima piena nella sezione in esame prevede l'elaborazione dei dati disponibili mediante l'impiego di metodi concettualmente molto diversi tra loro. Tale scelta è dettata dal fine di stimare il valore di massima piena dal confronto critico dei risultati ottenuti.

3.3 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

Per la determinazione delle portate di massima piena si sono utilizzati alcuni diversi metodi di calcolo e successivamente si è operata la scelta in base al raffronto critico dei risultati ottenuti. I metodi presi in considerazione sono:

- Elaborazioni di tipo deterministico effettuate secondo il metodo razionale a partire dalle curve di possibilità pluviometrica proposte dall'Autorità di Bacino.
- Modello fisico afflussi/deflussi S-simo (Hydrologic Engineering Center – U.S. Army Corp 1991).

Il primo fa riferimento ad un modello fisico afflussi/deflussi sia pure di tipo semplificato. Il secondo è un modello fisico ad afflussi/deflussi completo.

Ancora prima di entrare nei dettagli di ogni singolo metodo occorre precisare che i tempi di ritorno scelti risultano pari a 200 e 500 anni. Sono stati considerati questi valori poiché al primo fanno riferimento la tabella 7,16 del PS45 redatto dall'Autorità di Bacino per la non interferenza o la messa in sicurezza delle infrastrutture primarie, il secondo è un valore di riferimento tipico in caso di opere che richiedono un massimo livello di protezione per le quali una rottura, o un non corretto funzionamento comporti seri rischi di vite umane.

Inoltre i valori di tempo di ritorno di 200 e 500 anni sono quelli utilizzati per il calcolo dei valori di piena sulla base dei quali sono state tracciate le fasce fluviali del “Piano Stralcio” redatto dall'Autorità di Bacino.

CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PROPOSTE DALL'AUTORITÀ DI BACINO

Con riferimento al Piano Stralcio, brevemente indicato come PS45, ai fini dell'individuazione dei parametri progettuali di assetto idrogeologico ed idraulico del bacino del fiume Dora Riparia, sono state assunte le curve di possibilità climatica regionalizzate.

Tali curve trovano giustificazione da indagini storiche regolarizzate relative a singole stazioni di misura, successivamente aggregate ai bacini pluviometrici omogenei (sottoprogetto SP1 "Piene e naturalità alvei fluviali") in considerazione delle caratteristiche morfologiche delle zone esaminate, in relazione alla determinazione dei parametri caratteristici della curva di possibilità climatica funzionale al calcolo del volume di piena.

La curva assume pertanto la forma seguente:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h = rappresenta l'altezza di precipitazione espressa in mm

t = rappresenta la durata della precipitazione espressa in giorni

a ed n = rappresentano parametri corrispondenti alle caratteristiche pluviometriche.

Il bacino in oggetto ricade nell'area omogenea del bacino 12.

In relazione alle aree omogenee del bacino (Bacino Pluviometrico Omogeneo n. 12) i precedenti parametri assumono i seguenti valori con riferimento a durate di precipitazione inferiore alle 24 ore:

Area omogenea n° 12

<i>Tr = 200 anni</i>	<i>a = 163.64</i>	<i>n = 0.458</i>
<i>Tr = 500 anni</i>	<i>a = 182.03</i>	<i>n = 0.455</i>

In conclusione le curve segnalatrici di possibilità climatica sono state assunte come di seguito:

Bacino 12

<i>Tr = 200 anni</i>	<i>h = 163.64 t^{0.458}</i>
<i>Tr = 500 anni</i>	<i>h = 182.03 t^{0.455}</i>

LA DETERMINAZIONE DELLE SEZIONI DI CHIUSURA SIGNIFICATIVE

Il calcolo del valore di portata di massima piena va effettuato, vista la complessità del reticolo analizzato, su diverse sezioni significative che sottendono bacini di dimensioni e caratteristiche differenti. La definizione dei sottobacini è stata effettuata in previsione della necessità di applicare a questi sia il metodo razionale che quello ad afflussi/deflussi, si è tenuto in conto il fatto che alcuni sottobacini sebbene di dimensioni modeste risultano di importanza maggiore di altri a causa del fatto che interessano maggiormente zone abitate. La planimetria allegata indica la suddivisione e le simbologie adottate.

Sulla base di tale planimetria si hanno le seguenti sezioni di chiusura significative per il calcolo del valore di massima piena.

Sigla di riferimento della sezione di chiusura nei tabulati del metodo razionale e nel modello afflussi/deflussi	Contributo dei sottobacini inclusi nel bacino sotteso dalla sezione di chiusura	Posizione geografica e tratto di validità dei valori di portata calcolati	Sigla del tratto adottata nella simulazione in moto permanente Hec Ras
C4	B1, B2, B3, B4, B5, B8.	Dora di Melezet a monte confluenza rio Fosse	Doram1
B6	B6	Rio Fosse	Fosse
C5	C4 + B6	Dora di Melezet a monte confluenza rio Sagne	Doram2
B7	B7	Rio Sagne	Sagne
C6	C5+ B7	Dora di Melezet a monte confluenza torrente Rho	Doram3
B10	B10	Torrente Rho	Rho
C9	C6+B9+B10	Dora di Melezet a monte confluenza torrente Frejus	Doram4
B12	B12	Torrente Frejus	Frejus
C10	C9 +b12	Dora di Melezet a monte confluenza torrente Rochemolles	Doram5
C13	B13+B14+B15+B16+ B17	Torrente di Rochemolles a confluenza in Dora	Rochemolles
C14	C13+C10	Dora di Bardonecchia chiusura dell'intero bacino	Dora B.

IL METODO RAZIONALE

Sulla base delle curve di possibilità climatica e dei sottobacini individuati la trasformazione degli afflussi meteorici nel fenomeno di formazione della piena è possibile mediante l'adozione del modello cinematico o di corrivazione.

Come noto, il modello si basa sulle seguenti ipotesi di linearità del modello fisico:

- la formazione della piena risulta essenzialmente legata ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni particella d'acqua presenta un movimento sulla superficie del bacino tributario invariabile nel tempo che risulta legato esclusivamente alla posizione assunta dalla particella medesima;
- ogni particella d'acqua nel proprio moto di trasferimento lungo il bacino non risulta influenzata dalla presenza di altre particelle;
- la portata si ottiene quale somma dei contributi elementari delle singole particelle precipitate che nello stesso istante si trovano nella sezione di chiusura considerata.

Tale assunzione deriva dalla analisi delle caratteristiche orografiche e morfologiche del bacino che presenta conformazioni tali da rendere trascurabili gli effetti di invaso mentre appaiono evidenti condizioni (pendenze, conformazioni degli alvei) simulabili con l'approccio cinematico.

Il modello razionale individua come durata critica della precipitazione quella corrispondente ad un tempo pari a quello di corrivazione.

La determinazione di tale tempo caratteristico del bacino può essere effettuata, per bacini con caratteristiche analoghe a quelli in esame, mediante l'utilizzo della formulazione di Giandotti:

$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{(H - h)}} \text{ (ore)}$$

dove:

S = rappresenta l'estensione del bacino in Km², (in corrispondenza di ogni sezione di chiusura)

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale in km, nel caso del sottobacino considerato.

H = rappresenta l'altitudine media del bacino imbrifero sotteso, espresso in m s.l.m.

h = rappresenta la quota della sezione considerata

Sostituendo i valori sopra espressi si ottiene un tempo di corrivazione per ogni sottobacino oppure per ogni sezione di chiusura individuata.

Il calcolo della portata di piena deriva dalla seguente formulazione:

$$Q_{\max} = \frac{1}{3,6} \cdot \left(\frac{C \cdot h \cdot S}{T_c} \right)$$

dove:

C_i = coefficiente di deflusso relativo all'area sottesa dalla sezione di chiusura analizzata.

h_i = altezza di pioggia, relativa all'area omogenea considerata, per un tempo t = t_c

S_i = superficie del bacino in Km² relativa all'area considerata

Con riferimento alla planimetria allegata ed alle sigle adottate i valori adottati per il calcolo delle portate ed i risultati ottenuti sono riassunti nelle tabelle seguenti. Il valore di portata è stato calcolato per ogni singolo sottobacino e per tutti i sottobacini relativi alle sezioni di chiusura individuate.

BACINO :b1

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	44.74	25.81
200	163.64	0.458	49.15	28.36
500	182.03	0.455	55.00	31.73

Caratteristiche bacino	PORTATE		
	TR	Q	q
	100	120	4.30
	200	132	4.73
	500	148	5.29

Tc= 1.73
L= 5.5
S= 28
Hm= 2500
h chiu= 2050
dH= 450

C	0.6
---	-----

BACINO :b2

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	37.95	31.32
200	163.64	0.458	41.72	34.44
500	182.03	0.455	46.72	38.56

Caratteristiche bacino	PORTATE		
	TR	Q	q
	100	116	5.22
	200	128	5.74
	500	143	6.43

Tc= 1.21
L= 6.5
S = 22.3
Hm= 2300
h chiu= 1427
dH = 873

C	0.6
---	-----

BACINO :b3

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	25.82	49.26
200	163.64	0.458	28.43	54.25
500	182.03	0.455	31.90	60.86

PORTATE			
Caratteristiche bacino	TR	Q	q
Tc= 0.52	100	21	8.21
L= 3.3	200	23	9.04
S = 2.5	500	25	10.14
Hm= 2150			
h chiu= 1427			
dH = 723			

C	0.6
---	-----

BACINO :b4

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	27.72	45.32
200	163.64	0.458	30.52	49.89
500	182.03	0.455	34.23	55.95

Caratteristiche bacino	PORTATE		
	TR	Q	q
	100	26	7.55
	200	28	8.31
	500	32	9.32

Tc=	0.61
L=	4
S =	3.4
Hm=	2150
h chiu=	1403
dH =	747

C	0.6
---	-----

BACINO :b5

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	27.80	45.17
200	163.64	0.458	30.60	49.72
500	182.03	0.455	34.32	55.77

PORTATE			
Caratteristiche bacino	TR	Q	q
Tc= 0.62	100	16	7.53
L= 2.7	200	17	8.29
S = 2.1	500	20	9.29

Hm= 1800	
h chiu= 1400	
dH = 400	
	C 0.6

BACINO :b6

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	20.59	64.27
200	163.64	0.458	22.70	70.84
500	182.03	0.455	25.50	79.56

PORTATE			
Caratteristiche bacino	TR	Q	q
Tc= 0.32	100	10	10.71
L= 1.5	200	11	11.81
S = 0.9	500	12	13.26

Hm= 1900	
h chiu= 1344	
dH = 556	
	C 0.6

BACINO :b7

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	21.27	61.88
200	163.64	0.458	23.44	68.19
500	182.03	0.455	26.32	76.58

PORTATE			
Caratteristiche bacino	TR	Q	q
Tc= 0.34	100	8	10.31
L= 1.3	200	9	11.37
S = 0.8	500	10	12.76
Hm= 1700			
h chiu= 1296			
dH = 404			

C	0.6
---	-----

BACINO :b8

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	29.39	42.31
200	163.64	0.458	32.34	46.57
500	182.03	0.455	36.26	52.21

Caratteristiche bacino	PORTATE		
	TR	Q	q
	100	25	7.05
	200	27	7.76
	500	30	8.70

Tc= 0.69
L= 2
S = 3.5
Hm= 1700
h chiu= 1344
dH = 356

C	0.6
---	-----

BACINO :b9

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	26.27	48.28
200	163.64	0.458	28.92	53.16
500	182.03	0.455	32.45	59.64
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 0.54	100	16	8.05	
L= 1.5	200	18	8.86	
S = 2	500	20	9.94	
Hm= 1600	C 0.6			
h chiu= 1270				
dH = 330				

BACINO :b10

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	34.84	34.64
200	163.64	0.458	38.32	38.09
500	182.03	0.455	42.93	42.67
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 1.01	100	102	5.77	
L= 6	200	112	6.35	
S = 17.7	500	126	7.11	
Hm= 2300	C 0.6			
h chiu= 1270				
dH = 1030				

BACINO :b11

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	27.99	44.82
200	163.64	0.458	30.81	49.33
500	182.03	0.455	34.55	55.32
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 0.62	100	11	7.47	
L= 2	200	12	8.22	
S = 1.5	500	14	9.22	
Hm= 1500	C 0.6			
h chiu= 1250				
dH = 250				

BACINO :b12

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	40.82	28.75
200	163.64	0.458	44.86	31.60
500	182.03	0.455	50.22	35.38
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 1.42	100	109	4.79	
L= 8	200	120	5.27	
S = 22.8	500	134	5.90	
Hm= 2000	C 0.6			
h chiu= 1250				
dH = 750				

BACINO :b13

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	43.09	26.98
200	163.64	0.458	47.34	29.65
500	182.03	0.455	52.98	33.18
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 1.60	100	122	4.50	
L= 8	200	134	4.94	
S = 27.1	500	150	5.53	
Hm= 2500	C 0.6			
h chiu= 1840				
dH = 660				

BACINO :b14

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	32.83	37.14
200	163.64	0.458	36.11	40.86
500	182.03	0.455	40.47	45.79
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 0.88	100	45	6.19	
L= 4	200	49	6.81	
S = 7.2	500	55	7.63	
Hm= 2400	C 0.6			
h chiu= 1840				
dH = 560				

BACINO :b15

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	24.37	52.72
200	163.64	0.458	26.85	58.07
500	182.03	0.455	30.13	65.17
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 0.46	100	31	8.79	
L= 1	200	34	9.68	
S = 3.5	500	38	10.86	
Hm= 2200	C 0.6			
h chiu= 1610				
dH = 590				

BACINO :b16

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	39.52	29.87
200	163.64	0.458	43.43	32.83
500	182.03	0.455	48.63	36.76
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 1.32	100	78	4.98	
L= 8	200	85	5.47	
S = 15.6	500	96	6.13	
Hm= 2300	C 0.6			
h chiu= 1610				
dH = 690				

BACINO :b17

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	32.52	37.56
200	163.64	0.458	35.78	41.32
500	182.03	0.455	40.09	46.31
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 0.87	100	105	6.26	
L= 1.8	200	116	6.89	
S = 16.8	500	130	7.72	
Hm= 2000				
h chiu= 1240				
dH = 760				
				C 0.6

BACINO :c1

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	46.16	24.89
200	163.64	0.458	50.70	27.33
500	182.03	0.455	56.72	30.58
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 1.85	100	173	3.46	
L= 12	200	190	3.80	
S = 50	500	212	4.25	
Hm= 2400				
h chiu= 1427				
dH = 973				
				C 0.5

BACINO :c2

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	47.08	24.31
200	163.64	0.458	51.71	26.70
500	182.03	0.455	57.85	29.87
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 1.94	100	178	3.38	
L= 12	200	196	3.71	
S = 52.8	500	219	4.15	
Hm= 2350				
h chiu= 1427				
dH = 923				
				C 0.5

BACINO :c3

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	48.37	23.55
200	163.64	0.458	53.12	25.86
500	182.03	0.455	59.42	28.93
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 2.05	100	191	3.27	
L= 12.5	200	209	3.59	
S = 58.3	500	234	4.02	
Hm= 2300				
h chiu= 1400				
dH = 900				
				C 0.5

BACINO :c4

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	49.79	22.76
200	163.64	0.458	54.68	25.00
500	182.03	0.455	61.15	27.95
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 2.19	100	198	3.16	
L= 14	200	218	3.47	
S = 62.7	500	243	3.88	
Hm= 2250				
h chiu= 1344				
dH = 906				
				C 0.5

BACINO :c5

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	49.79	22.76
200	163.64	0.458	54.68	25.00
500	182.03	0.455	61.15	27.95
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 2.19	100	198	3.16	
L= 14	200	218	3.47	
S = 62.7	500	243	3.88	
Hm= 2250				
h chiu= 1344				
dH = 906				
				C 0.5

BACINO :c6

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	49.93	22.69
200	163.64	0.458	54.83	24.91
500	182.03	0.455	61.31	27.86
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 2.20	100	200	3.15	
L= 15	200	220	3.46	
S = 63.5	500	246	3.87	
Hm= 2250				
h chiu= 1296				
dH = 954				
				C 0.5

BACINO :c7

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	50.14	22.58
200	163.64	0.458	55.06	24.79
500	182.03	0.455	61.57	27.72
PORTATE				
Caratteristiche bacino	TR Q q			
Tc= 2.22	100	205	3.14	
L= 15.5	200	226	3.44	
S = 65.5	500	252	3.85	
Hm= 2250				
h chiu= 1270				
dH = 980				
				C 0.5

BACINO :c8

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	51.81	21.72
200	163.64	0.458	56.89	23.85
500	182.03	0.455	63.61	26.67
PORTATE				
Caratteristiche bacino				
Tc=	2.39	TR	Q	q
L=	15.5	100	251	3.02
S =	83.2	200	276	3.31
Hm=	2250	500	308	3.70
h chiu=	1270			
dH =	980	C 0.5		

BACINO :c9

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	52.29	21.49
200	163.64	0.458	57.41	23.59
500	182.03	0.455	64.19	26.38
PORTATE				
Caratteristiche bacino				
Tc=	2.43	TR	Q	q
L=	16.5	100	253	2.98
S =	84.7	200	278	3.28
Hm=	2250	500	310	3.66
h chiu=	1250			
dH =	1000	C 0.5		

BACINO :c10

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	54.43	20.50
200	163.64	0.458	59.75	22.50
500	182.03	0.455	66.79	25.15
PORTATE				
Caratteristiche bacino				
Tc=	2.66	TR	Q	q
L=	16	100	306	2.85
S =	107.5	200	336	3.13
Hm=	2200	500	376	3.49
h chiu=	1250			
dH =	950	C 0.5		

BACINO :c11

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	41.73	28.02
200	163.64	0.458	45.85	30.79
500	182.03	0.455	51.33	34.46
PORTATE				
Caratteristiche bacino				
Tc=	1.49	TR	Q	q
L=	4	100	133	3.89
S =	34.3	200	147	4.28
Hm=	2450	500	164	4.79
h chiu=	1840			
dH =	610	C 0.5		

BACINO :c12

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	44.20	26.19
200	163.64	0.458	48.56	28.77
500	182.03	0.455	54.34	32.19
PORTATE				
Caratteristiche bacino				
Tc=	1.69	TR	Q	q
L=	5	100	194	3.64
S =	53.4	200	213	4.00
Hm=	2350	500	239	4.47
h chiu=	1610			
dH =	740	C 0.5		

BACINO :c13

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	47.98	23.78
200	163.64	0.458	52.69	26.11
500	182.03	0.455	58.94	29.21
PORTATE				
Caratteristiche bacino				
Tc=	2.02	TR	Q	q
L=	11	100	232	3.30
S =	70.2	200	255	3.63
Hm=	2200	500	285	4.06
h chiu=	1240			
dH =	960	C 0.5		

BACINO :c14

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
100	149.73	0.460	60.12	18.24
200	163.64	0.458	65.96	20.01
500	182.03	0.455	73.70	22.36
PORTATE				
Caratteristiche bacino				
Tc=	3.30	TR	Q	q
L=	16	100	450	2.53
S =	177.7	200	494	2.78
Hm=	2100	500	552	3.11
h chiu=	1240			
dH =	860	C 0.5		

MODELLO S-SIMO

S-simo è un modello idrologico che consente di simulare l'idrogramma di deflusso da un bacino in risposta ad un afflusso meteorico sufficientemente intenso. La simulazione della piena è effettuata sintetizzando le risposte idrografiche di unità areali del bacino o sottobacini a caratteristiche fisiche e meteorologiche omogenee. Per ciascuno dei sottobacini vengono modellizzate tre componenti schematiche.

- simulazione del sistema idrografico
- simulazione del deflusso superficiale
- simulazione della propagazione

E' intuitivo constatare che quanto più la suddivisione del bacino è vincolata all'ipotesi di omogeneità, tanto maggiore è il numero di sottobacini da considerare, il grado di approssimazione del modello è dunque, sotto questo aspetto, dipendente dalle scelte effettuate dall'utente.

I tre procedimenti di calcolo sopra introdotti, richiedono la conoscenza preliminare di numerosi parametri relativi al bacino, in particolare se non si dispongono di misure dirette di afflussi e deflussi sono necessari i parametri geomorfologici e le estensioni dei sottobacini, le condizioni di imbibizione e le caratteristiche di permeabilità dei suoli, la forma le lunghezze e le caratteristiche dei tratti fluviali o di vaso considerati per la propagazione. Per il calcolo della portata è infine necessaria la definizione delle precipitazioni di riferimento.

Naturalmente nel caso in esame la scelta dei parametri successivamente dettagliata, è effettuata con lo scopo di stimare il valore di piena al colmo, a partire da valori di precipitazione prefissati; pertanto le assunzioni dei parametri stessi saranno sufficientemente cautelative. Diversa la situazione nel caso in cui lo scopo della modellazione fosse la simulazione di un evento reale di piena. Nel seguito vedremo pertanto dettagliatamente esplicitate tali scelte.

LA SCELTA DELLE PRECIPITAZIONI DI RIFERIMENTO

Circa le precipitazioni da assumere alla base del calcolo della portata di progetto si sono assunte di base, in analogia a quanto fatto per il modello razionale, le curve di possibilità pluviometrica fornite dall'Autorità di Bacino con i parametri assegnati così come si è spiegato nel precedente paragrafo; tali curve possono essere valutate per vari tempi di pioggia, in particolare dovendo modellare il comportamento dell'intero bacino si è individuata la durata di pioggia critica per il bacino in esame; tale durata è risultata pari a 3.5 ore corrispondente alla condizione tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione. Il tempo di corrivazione è stato individuato attraverso la formulazione del Giandotti per la sezione di chiusura più a valle (C14).

In tabella sono riportate le altezze di pioggia calcolate per il tempo di pioggia di interesse:

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA bacino12			
Tempi di pioggia (ore)	TR=100	TR=200	TR=500
3.5	61.8	67.8	75.7

Tali valori sono riferibili al "centro di pioggia"; in presenza di areali estesi, come nel caso in esame, essi andrebbero abbattuti attraverso un coefficiente opportuno per tener conto della diversa distribuzione della pioggia in funzione della durata e dell'area di insidenza.

Secondo coefficienti derivati dall'esperienza britannica (Nerc, 1975). La tabella seguente fornisce i valori di abbattimento consigliati.

Durata (ore)	Area km ²						
	1	5	10	30	100	300	1000
3	.97	.96	.94	.91	.87	.83	.78
6	.98	.97	.96	.93	.90	.87	.83
12	.985	.975	.965	.945	.92	.90	.86
24	.99	.98	.97	.96	.94	.92	.89
36	-	.99	.98	.97	.96	.94	.91

A favore di sicurezza tali coefficienti di abbattimento non sono stati applicati.

La decisione di attribuire all'intero bacino precipitazioni uniformi porta a risultati cautelativi, tale fatto è stato già adeguatamente segnalato nel SP-1, in base al quale la sovrastima "sia da collegarsi all'assunzione che, nell'ambito di ciascun bacino, la portata con assegnato tempo di ritorno sia provocata da una pioggia con analogo tempo di ritorno su tutte le stazioni pluviometriche del bacino. Tale ipotesi non è probabilmente del tutto veritiera, ma, per contro, è pressoché impossibile stabilire un coefficiente di riduzione delle piogge attendibile e sicuro".

La curva di probabilità pluviometrica per assegnato tempo medio di ritorno T_r contiene una parte dell'informazione necessaria per l'analisi pluviometrica, ma richiede di stabilire a priori la distribuzione temporale dell'intensità di pioggia. L'informazione ricavata dall'equazione della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica $h=at^n$ può essere completata dalla scelta della forma della distribuzione temporale degli afflussi. E' noto, infatti, che la distribuzione degli afflussi costituisce un fattore rilevante per la determinazione dei valori di portata al colmo nelle reti drenanti sia artificiali sia naturali.

In un'indagine sulla caratterizzazione empirica degli eventi di pioggia (Ferrari, 1994) sono state fornite informazioni sulle forme dello ietogramma di progetto attraverso l'analisi di registrazioni relative a circa 17 mila eventi di pioggia sul territorio italiano, divisi per gruppi di durata totale e ridotti in forma normalizzata rispetto ai valori totali d'altezza e durata. Divisa la durata dell'evento in quattro, sono stati ricavati per ogni quarto di durata della precipitazione i valori percentuali d'altezza aventi assegnata frequenza nell'ambito del campione disponibile. Successivamente sono stati ricostruiti nubifragi di progetto aventi stessa durata ed altezza di pioggia, ma aventi differente posizione temporale dello scroscio (vale a dire una diversa distribuzione dell'intensità di pioggia). Dall'esperienza delle conseguenze di numerosi eventi gravosi e dai risultati di semplici modelli afflussi-deflussi, si è ricavata la prova che la distribuzione d'intensità che prevede il massimo scroscio nell'ambito dell'ultimo quarto della durata dell'evento rappresenta la distribuzione maggiormente cautelativa. E' intuitivo, infatti, osservare che, in tali condizioni, indipendentemente dalle condizioni antecedenti di contenuto idrico del suolo, la rete idrografica è già interessata dalle precipitazioni iniziali allorché si verifica l'apporto finale caratterizzato da maggiore intensità; le precipitazioni dei primi tre quarti della durata dell'evento avranno colmato le capacità d'invaso e soddisfatto le sottrazioni iniziali per infiltrazione.

Dalle relazioni altezza-durata-probabilità ricavate in base all'analisi regionale proposta dall'Autorità di Bacino del Fiume Po sono stati dedotti gli ietogrammi di progetto riferiti proprio ad uno scroscio di maggiore intensità al termine dell'evento. L'altezza di pioggia (mm) è dedotta quale percentuale della precipitazione totale in funzione della durata di pioggia. Si faccia riferimento alla seguente tabella:

Durata della precipitazione (ore)	Rapporto della precipitazione nell'ultimo quarto rispetto al totale
fino a 3	0.50
da 3 a 12	0.45
oltre le 12	0.40

I dati relativi agli ietogrammi derivati sono riportati nella seguente tabella in funzione dei tempi di ritorno e di pioggia di interesse.

Bacino Pluviometrico omogeneo n° 12								
Tempo di pioggia (ore)	Tempo di campionamento dell'elaborazione (min)	N° intervalli Di pioggia	Valore di precipitazione (mm) da attribuire ad ogni intervallo di campionamento per i primi $\frac{3}{4}$ dell'evento (16 intervalli)			Valore di precipitazione (mm) da attribuire ad ogni intervallo di campionamento per l'ultimo quarto dell'evento (5 intervalli)		
			TR=100	TR=200	TR=500	TR=100	TR=200	TR=500
3.5	10	21	2.0	2.2	2.5	4.9	5.4	6.1

LA DEFINIZIONE DEI SOTTOBACINI E DEI LORO PARAMETRI

L'intero bacino, come già segnalato, è stato diviso in sottobacini sulla base di una ripartizione uniforme dell'area totale, tenendo conto degli spartiacque interni del bacino maggiore e dell'uniformità di ogni singolo sottobacino, il numero di sottobacini scelto appare un buon compromesso tra la necessità di aderire quanto più possibile alla realtà fisica del reticolo fluviale rispetto alla rapidità di elaborazione, alla qualità dei dati disponibili ed al grado di approssimazione richiesto dal calcolo. Le dimensioni areali dei sottobacini scelte inoltre permettono l'applicazione della formulazione di Giandotti per la stima dei tempi di corrivazione di questi. Occorre ricordare infine che le distribuzioni di pioggia calcolate in precedenza sono state attribuite uniformemente a tutti i sottobacini e che la geometria del bacino, le convenzioni e le sigle adottate sono le stesse utilizzate per il calcolo dei valori di portata di massima piena attraverso il metodo razionale.

Per ogni tratto del reticolo idrografico modellizzato occorre determinare delle sezioni caratterizzanti affinché il modello possa calcolare la propagazione dell'onda di piena.

Le sezioni di deflusso per ciascun sottobacino sono desunte dai rilievi topografici attualmente a disposizione oppure a partire da sopralluoghi lungo l'asta e integrate con l'utilizzo della cartografia a disposizione. Si è quindi definita tratto per tratto una sezione media di deflusso a tutta larghezza in modo da simulare compiutamente durante il processo di propagazione dell'onda di piena anche il fenomeno dell'esondazione dall'alveo inciso. Le sezioni definite hanno una larghezza media di circa 30 m con valori di scabrezza di Manning pari a 0.045. Tali valori sono indicativi e risultano corretti se valutati nell'ottica dell'approssimazione di calcolo adottata; occorre precisare che sulla base dei

risultati allegati si può notare che il fenomeno della laminazione risulta comunque modesto in quanto il volume invasato dal modello nei vari tratti di propagazione risulta estremamente dipendente con legge inversa dalla pendenza media dell'alveo che nei torrenti montani come in questo caso è molto elevata.

LA VALUTAZIONE DELLA SOTTRAZIONE PER INFILTRAZIONE

La valutazione della sottrazione per infiltrazione nei singoli sottobacini è stata effettuata in base al metodo noto come SCS, in funzione del tipo di suolo, di copertura e in funzione delle precipitazioni antecedenti. Il parametro che sintetizza le caratteristiche del suolo prende il nome di CN. Tale parametro svolge approssimativamente il ruolo che nel metodo razionale svolge il coefficiente di deflusso C; in questo caso i numeri di CN variano tra 0 e 100 così come C varia tra 0 ed 1.

Il metodo assume che, nel corso di un evento, il volume del deflusso superficiale per unità di superficie R sia proporzionale a quello della precipitazione P depurato della perdita iniziale per assorbimento del suolo Pa. Il rapporto è assunto pari a quello esistente fra infiltrazione I e un volume S che caratterizza la massima ritenzione potenziale del terreno.

$$\frac{R}{P - Pa} = \frac{I}{S}$$

La relazione diventa pertanto $\frac{R}{P - Pa} = \frac{I}{S}$ che, tenendo conto dell'equazione della conservazione della massa esprimibile con $I = P - Pa - R$ permette di giungere alla

$$R = \frac{(P - Pa)^2}{P - Pa + S}$$

relazione la quale mostra il volume del ruscellamento in funzione di quello della precipitazione e di due parametri caratteristici del suolo: la capacità d'assorbimento iniziale e la massima ritenzione potenziale.

La massima ritenzione potenziale dipende quindi dalla natura del suolo e dalla copertura, il cui effetto combinato è rappresentato dal parametro adimensionale CN.

Il metodo SCS distingue quattro gruppi di suolo in base al loro comportamento idrologico, che è sommariamente e qualitativamente descritto nella seguente tabella (Boss & Ass., 1995).

Gruppo	Deflusso potenziale	Descrizione
A	Basso 7.5–11.25 mm/ora	Suoli con elevata velocità d'infiltrazione anche quando completamente inumiditi, consistenti principalmente in sabbie profonde da bene a fortemente drenate, loess potente o silt.
B	Da basso a moderato 3.75 - 7.5 mm/ora	Suoli con moderata velocità d'infiltrazione anche quando completamente inumiditi e consistenti in suoli moderatamente profondi, ben drenati e con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana. Il gruppo comprende il loess poco spesso e le marne sabbiose.
C	da moderato a alto 1.25 - 3.75 mm/ora	Suoli con bassa velocità di infiltrazione quando completamente inumiditi consistenti principalmente in suoli con uno strato che impedisce il movimento dell'acqua verso il basso o suoli con tessitura da fine a moderatamente fine. Tale gruppo comprende molte marne argillose, marne sabbiose poco spesse, suoli con scarso contenuto organico, e suoli usualmente ad alto contenuto di argilla.
D	alto 0.0 - 1.25 mm/ora	Suoli con molto bassa velocità di infiltrazione quando completamente inumiditi consistenti principalmente in suoli argillosi con elevato potenziale di rigonfiamento, suoli con falda superficiale permanente, suoli con strati di argilla in superficie, suoli sottili sopra strati impermeabili, alcuni suoli salificati.

In base alle indicazioni della tabella, i sottobacini individuati sono stati ascritti al tipo di suolo della classe B.

Si assume che il valore di CN possa variare in funzione delle condizioni iniziali di imbibimento del terreno quantificate mediante l'entità delle precipitazioni cadute nei cinque giorni precedenti l'evento; si definisce in tal modo la classe AMC (Antecedent Soil Moisture Condizion).

Classe AMC	Pioggia totale nei 5 giorni antecedenti l'evento	
	Stagione di riposo vegetativo	Stagione di crescita vegetativa
I	< 13 mm	< 36 mm
II	13 ÷ 28 mm	36 ÷ 53 mm
III	> 28 mm	> 53 mm

Apposite tabelle forniscono i valori di CN per la classe AMC-II e si può passare dall'una all'altra classe mediante le relazioni:

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.3 - 0.013 CN_{II}} \quad CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057 CN_{II}}$$

In base ai valori indicati da Ranzi & Rosso (FLEA, 1994), sono stati selezionati i seguenti valori di CN per suolo attribuito al tipo idrologico B e in condizioni AMC-II.

Suolo tipo B	N° di Cn per AMC II
Bosco	60
Prati-coltivi	67
Zona imperme.	100
Zona nuda	79
Zona urbana	82

Per ciascun sottobacino, i valori di CN sono stati calcolati come valore medio ponderato in funzione dell'area di ciascun tipo di copertura presente (zone impermeabili escluse e conteggiate a parte); tale suddivisione è stata effettuata in base all'analisi della cartografia disponibile; si è considerata nei calcoli solo la condizione di AMCI, in quanto ritenuta più aderente alla situazione reale sia per quanto riguarda la natura e le dimensioni del bacino, sia per quanto concerne la distribuzione temporale delle piogge in un tempo antecedente eventi caratterizzati da tali tempi di ritorno.

La tabella riassuntiva seguente riporta le condizioni di suolo idrologico tipo, i valori di CN calcolati e le percentuali d'uso del suolo per tutti i sottobacini nelle già citate condizioni AMC-II:

Bacino	area tot Km ²	bosco %	prato coltivo %	zona urbana %	zona nuda %	Numero di CN	Zona imperme. %
b1	28	25%	40%	0%	20%	67.8	15%
b2	22.3	30%	50%	0%	10%	66.0	10%
b3	2.5	40%	35%	0%	15%	65.9	10%
b4	3.4	45%	40%	0%	0%	63.3	15%
b5	2.1	45%	45%	0%	0%	63.5	10%
b6	0.9	40%	40%	0%	10%	65.2	10%
b7	0.8	35%	40%	0%	10%	65.5	15%
b8	3.5	45%	45%	0%	0%	63.5	10%
b9	2	50%	40%	0%	0%	63.1	10%
b10	17.7	30%	30%	0%	20%	67.4	20%
b11	1.5	25%	50%	10%	0%	66.7	15%
b12	22.8	20%	45%	2%	15%	67.9	18%
b13	27.1	10%	35%	0%	40%	71.8	15%
b14	7.2	10%	35%	0%	40%	71.8	15%
b15	3.5	15%	50%	0%	20%	67.9	15%
b16	15.6	20%	50%	0%	20%	71.8	10%
b17	16.8	50%	20%	0%	20%	71.8	10%

Un altro parametro indispensabile al calcolo della portata di progetto è il tempo di concentramento della portata alla sezione di chiusura. Normalmente indicato con TL s'intende quel tempo che intercorre cioè tra il baricentro del pluviogramma di precipitazione efficace ed il picco di piena. Tale tempo può essere determinato con la

formula di Mockus che tuttavia essendo d'origine anglosassone mal si adatta ai nostri complessi bacini montani; di conseguenza il valore di TL può essere agevolmente determinato mediante la relazione di natura semiempirica:

$$TL = 0.6 \cdot TC$$

In base ai calcoli effettuati per le determinazioni dei tempi di corrivazione si riporta una tabella riassuntiva dei valori di TL adottati per ogni sottobacino.

Bacino	Lunghezza collettore (Km)	Tempo di corrivazione (ore)	Tempo di concentramento (ore)
b1	5.5	1.73	1.04
b2	6.5	1.21	0.73
b3	3.3	0.52	0.31
b4	4	0.61	0.37
b5	2.7	0.62	0.37
b6	1.5	0.32	0.19
b7	1.3	0.34	0.20
b8	2	0.69	0.41
b9	1.5	0.54	0.32
b10	6	1.01	0.61
b11	2	0.62	0.37
b12	8	1.42	0.85
b13	8	1.6	0.96
b14	4	0.88	0.53
b15	1	0.46	0.28
b16	8	1.32	0.79
b17	1.8	0.87	0.52

DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

In più sedi e da diversi anni é stato sottolineato che la definizione delle portate di riferimento trova i primi ostacoli nel ridotto numero di stazioni idrometrografiche nei bacini medio-piccoli; le citate carenze di stazioni di misura hanno fortemente condizionato la taratura di modelli idrologici.

Nell'ambito del calcolo delle portate di progetto è stato qui utilizzato il noto modello S-simo (Hec-1 U.S. Army Corps of Engineers, 1991) nella versione italiana per windows Win-Simo. Le capacità del modello S-simo comunemente utilizzate sono:

- Calcolo della distribuzione delle precipitazioni su un bacino per eventi da cinque minuti a dieci giorni di durata.
- Calcolo della portata schematizzando il processo d'infiltrazione nel terreno;
- Generazione dell'idrogramma completo ad ogni sezione di chiusura dei sottobacini;
- Calcolo degli effetti di laminazione e invaso lungo i corsi d'acqua ed in determinati siti entro il bacino.
- Sormonto o rottura di sbarramenti artificiali.

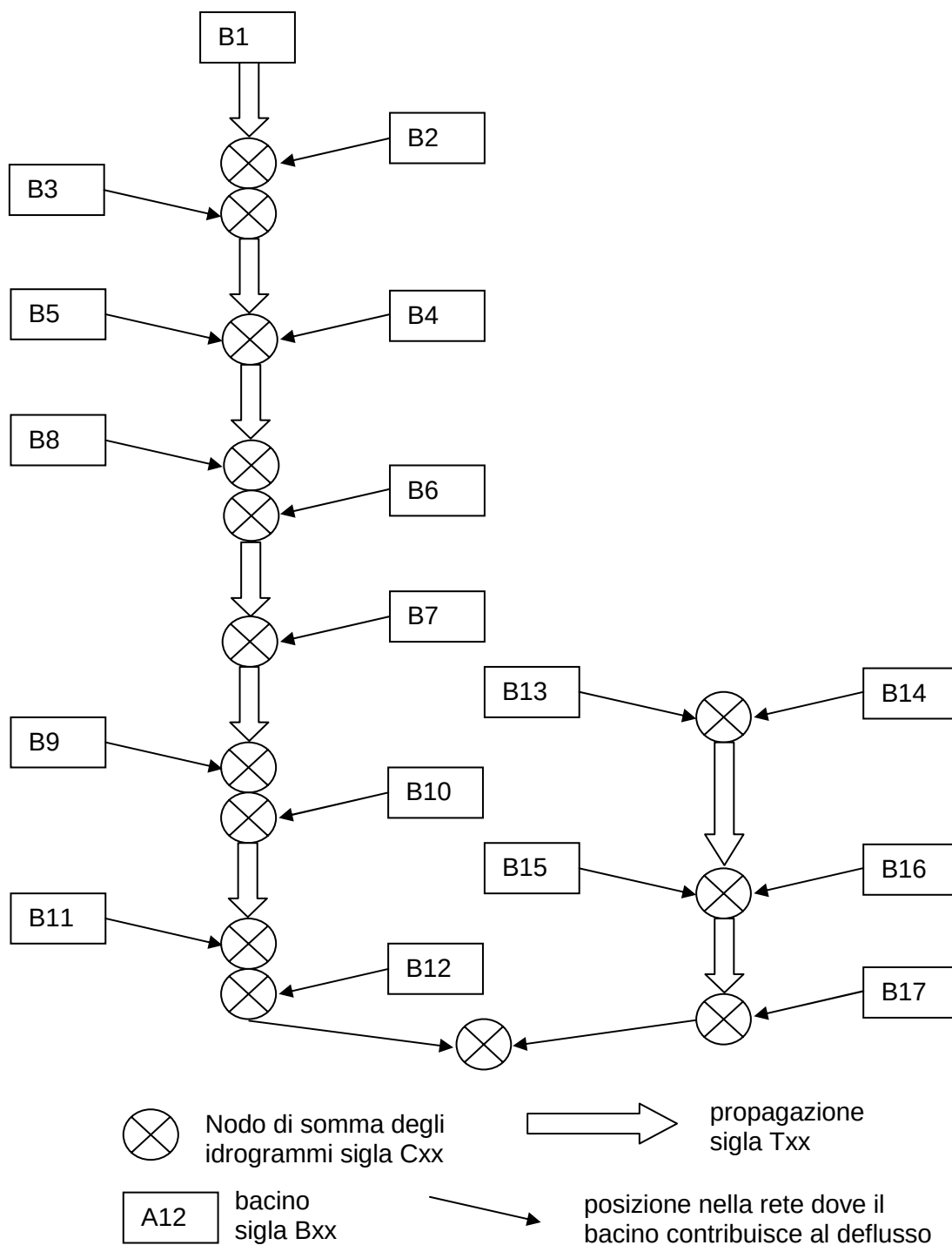
Si segnala per completezza che tale modello comporta alcune semplificazioni e limitazioni, che consistono essenzialmente nella limitazione a studiare un evento singolo, nell'analisi del solo moto permanente, nell'impiego di una forma semplificata delle equazioni del moto donde lo spiccato carattere monodirezionale.

L'applicazione pratica del modello al caso in esame si è sviluppata nelle seguenti fasi:

- Suddivisione in sottobacini dell'area in esame con misurazione e calcolo dei diversi parametri morfometrici;
- Studio dell'uso del suolo nell'ambito di ciascun sottobacino ai fini dell'assegnazione del valore di perdita per infiltrazione;
- Applicazione degli ietogrammi di progetto;
- Eventuale applicazione di un coefficiente di abbattimento dell'altezza di pioggia, in base all'estensione dell'area in esame e alla durata della stessa;
- Simulazione della sezione bagnata interessante i tratti di alveo nei singoli sottobacini;
- Calcolo della portata di progetto e dei relativi idrogrammi alla chiusura di ogni sottobacino.

Il codice di calcolo S-simo fornisce una valutazione delle portate di progetto valida dal punto di vista idrologico, ossia in dipendenza dei caratteri morfometrici dei bacini in esame e delle caratteristiche pluviometriche. Si deve ritenere, a questo proposito, che lo ietogramma di progetto adottato sia cautelativo in quanto più gravoso dell'ipotesi, tipica del metodo razionale, d'uniforme intensità di precipitazione per tutta la durata della pioggia. La procedura è pertanto affidabile a fronte dei metodi disponibili.

Per chiarezza si riporta uno schema esemplificativo della rete idraulica schematica utilizzata dal modello di calcolo completa delle gerarchie di calcolo utilizzate.



Schema della rete idraulica utilizzata dal modello S-simo: nel nodo i valori degli idrogrammi confluenti vengono sommati ciascuno al suo tempo di arrivo, la propagazione "trasporta" l'onda di piena da una sezione di chiusura ad un'altra, nella sezione di chiusura di un bacino si concentra il deflusso del bacino stesso e gli eventuali contributi dai bacini di monte ciascuno al suo tempo di arrivo.

In conclusione il modello S-simo fornisce gli idrogrammi completi sia dei sottobacini che dell'intero bacino di interesse; un resoconto dettagliato dell'output è fornito in appendice, nella seguente tabella si riportano i valori di portata in corrispondenza del picco di piena in funzione del tempo di pioggia scelto e del tempo di ritorno relativi alle sezioni di chiusura significative del bacino:

Portate modello afflussi deflussi		
Sezioni di chiusura	Portate per TR=200 anni	Portate per TR=500 anni
C4	110 m ³ /s	140 m ³ /s
B6	3 m ³ /s	3.8 m ³ /s
C5	110 m ³ /s	142 m ³ /s
B7	3 m ³ /s	3.7 m ³ /s
C6	111 m ³ /s	143 m ³ /s
B10	55 m ³ /s	67 m ³ /s
C9	169 m ³ /s	214 m ³ /s
B12	59 m ³ /s	73 m ³ /s
C10	227 m ³ /s	285 m ³ /s
C13	175 m ³ /s	218 m ³ /s
C14	402 m ³ /s	503 m ³ /s

In definitiva il valore finale delle portate utilizzate per lo studio si assume mediando ed interpretando tutti i valori calcolati in precedenza con i vari metodi proposti.

Si riporta una tabella riassuntiva dei valori di portata adottati in corrispondenza delle chiusure in condizioni di massima piena.

(Tabella A)

Valori di portata adottati per ogni sezione di chiusura			
Sezioni di chiusura	Portate per TR=200 anni	Portate per TR=500 anni	Metodo di calcolo
C4	110 m ³ /s	140 m ³ /s	Aff. Defl.
B6	11 m ³ /s	12 m ³ /s	Razionale
C5	110 m ³ /s	142 m ³ /s	Aff. Defl.
B7	9 m ³ /s	10 m ³ /s	Razionale
C6	111 m ³ /s	143 m ³ /s	Aff. Defl.
B10	112 m ³ /s	126 m ³ /s	Razionale
C9	169 m ³ /s	214 m ³ /s	Aff. Defl.
B12	120 m ³ /s	134 m ³ /s	Razionale
C10	227 m ³ /s	285 m ³ /s	Aff. Defl.
C13	175 m ³ /s	218 m ³ /s	Aff. Defl.
C14	402 m ³ /s	503 m ³ /s	Aff. Defl.

Tali valori, risultano da una valutazione complessiva dei risultati ottenuti; Per quanto riguarda il modello S-simo Afflussi / deflussi la valutazione fornita da questo appare senza dubbio fisicamente fondata e plausibile, i valori forniti da tale modello risultano validi soprattutto per quanto riguarda la valutazione dei valori di massima piena dell'intero tratto della dora di Melezet e del torrente Rochemolles, ovvero per sezioni di chiusura che racchiudono bacini di dimensioni rilevanti, per i quali quindi il tempo di pioggia adottato

risulta molto vicino al tempo di corrivazione del bacino stesso e quindi influente per la formazione del deflusso.

Si è utilizzato il metodo razionale per la determinazione del valore di massima piena nel caso in cui il tempo di corrivazione del sottobacino risulta significativamente diverso rispetto al tempo di corrivazione del bacino complessivo (rii laterali e bacini minori), in tal caso infatti la pioggia critica per tali bacini è originata da tempi di pioggia minori e precipitazioni più intense.

La scelta dei valori di portata adottata appare quindi corretta se si valuta il fatto che per ciascuna sezione di chiusura si è adottato di volta in volta il metodo fisicamente più rilevante ed il tempo di pioggia maggiormente significativo.

Nel valutare le portate liquide non si è tenuto in conto dell'eventuale laminazione degli invasi esistenti in quanto detti invasi in special modo quello di Valle Stretta ha poca capacità di laminazione essendo di dimensioni limitate.

Per quanto riguarda il valore di portata alla chiusura del bacino che si ripete nella tabella seguente è necessario fare ulteriori precisazioni.

Sezioni di chiusura	Portate per TR=200 anni	Portate per TR=500 anni	Metodo di calcolo
C14	402 m ³ /s	503 m ³ /s	Aff. Defl.

Anche in questo caso il valore adottato appare corretto se raffrontato ai valori di portata della Dora Riparia già calcolati per altri studi. In particolare è possibile far riferimento a:

- Fase conoscitiva del Piano di Bacino della Dora Riparia redatto dalla Società Polithema;
- Studi idrologici e idraulici relativi alla progettazione delle opere di difesa spondale connesse con la realizzazione dell'autostrada A32 Torino-Bardonecchia;
- Progetto di rifacimento spondale fiume Dora Riparia in corrispondenza del viadotto Valentino in Comune Borgone di Susa.

Nel primo studio citato si evidenzia come i dati di portata al colmo disponibili (rilevati nelle due stazioni idrometrografiche del Servizio Idrografico Nazionale ubicate ad Ulzio ed a S. Antonino di Susa, caratterizzate rispettivamente da un bacino di 262 kmq. e 1.048 kmq) siano insufficienti per la determinazione della portata di massima piena; nella seguente tabella sono riportati i valori di portata di piena, ottenuti tramite la regolarizzazione statistica dei valori delle suddette stazioni.

Tempi di ritorno (anni)			
Stazione di misura	50	100	200
Portata Dora Riparia a Ulzio m ³ /s	Q=104	Q=116	Q=130
Portata Dora Riparia a S.Antonino m ³ /s	Q=220	Q=245	Q=275

Il Prof. Viparelli evidenzia nel già citato studio che “alla luce dei dati di piena riscontrati in occasione della grande alluvione in Val di Susa del 1957 (anno in cui le due stazioni di S. Antonino e Oulx non erano in funzione), la necessità di utilizzare per la verifica delle sezioni d'alveo una portata di piena al colmo notevolmente superiore a quella calcolata con questo procedimento”.

Il Prof. Luigi Butera (in occasione della redazione dello studio idraulico, redatto nel corso della predisposizione del progetto dell'autostrada del Frejus), assume una portata di piena con sezione di chiusura subito a valle dell'abitato di Susa; (il bacino si estende quindi per circa 1000 kmq) pari a 500 mc/sec.

Tali valori se raffrontati con quelli assunti nel presente lavoro appaiono certamente minori in quanto valutati per bacini di dimensioni maggiori. E' pur vero che negli studi citati si evidenzia la “peculiarità” del bacino della Dora Riparia nel suo tratto di alta valle, in cui la presenza di estese varici a valle di Bardonecchia o di Cesana che permettono una efficace laminazione ed una deposizione del materiale grossolano.

In conclusione i valori di portata adottati nelle sezioni di chiusura dei vari torrenti attraversanti il territorio di Bardonecchia sono da considerarsi in linea con i valori correnti per i bacini alpini.

3.4 STUDIO IDRAULICO E DEFINIZIONE DELLE SEZIONI DI VERIFICA

Il problema idraulico consiste nel calcolo del profilo liquido corrispondente alla assegnata portata di piena, in modo da definire le altezze idrometriche che si instaurano in alveo in corrispondenza di assegnati valori di piena.

Lo schema di calcolo adottato é quello del moto permanente, che consente di considerare la variazione graduale delle sezioni d'alveo e la presenza di manufatti, restringimenti e rapide variazioni di sezione.

La determinazione del profilo di moto permanente viene realizzata utilizzando il codice HEC-RAS "River Analysis System" - Versione 1.1 (U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center).

Il calcolo del profilo idraulico della corrente avviene in condizioni di moto unidimensionale gradualmente vario a portata costante, mediante la risoluzione delle equazioni di bilancio energetico; il codice applicato consente anche di calcolare rapide variazioni di profilo (dovute alla presenza di ostacoli al deflusso, restringimenti di sezione, passaggio di stato di una corrente, traverse fluviali ecc).

Le elaborazioni complete relative alla situazione in esame sono riportate in allegato al termine della relazione.

Il significato dei dati riportati in tabella risulta il seguente:

River Sta	= codice della sezione di elaborazione; la numerazione procede in ordine decrescente da monte a valle così come evidenziato anche dagli elaborati planimetrici in cui viene mostrata la posizione di ogni sezione.
Qtotal	= portata di calcolo
Min Ch El	= quota di fondo alveo
W.S. Elev.	= altezza idrometrica calcolata
E.G. Slope	= pendenza motrice

Vel Chnl = velocità di deflusso
 Froude # Chl = numero di Froude della corrente
 Area = sezione interessata dal deflusso
 Top Width = larghezza pelo libero in sommità
 Lenght Chnl = distanza tra le sezioni

Le ipotesi di calcolo relative alle condizioni al contorno sono le seguenti:

- Sono state scelte le seguenti condizioni di scabrezza: coefficienti di Manning pari a 0.045 in golena e 0.035 in alveo; tale scelta (equivalente all'aver scelto coefficienti di Strickler pari rispettivamente a 20 e 30) appare la più realistica considerate le condizioni dell'alveo complessivo nel suo stato attuale. I valori adottati sono stati testati sulla base delle misure di livello effettuate durante le prove di scarico dalla diga di Valle Stretta. In tale occasione i livelli misurati in corrispondenza della portata di 10 m³/s ed i rispettivi livelli calcolati vengono riportati nella seguente tabella:

Q=10 m³/s Codice sezione	Livello misurato	Livello calcolato col modello Hec Ras (n=0.035 in alveo)
Doram1 sez n° 450	0.48 m	0.34 m
Doram1 sez n° 440	0.3 m	0.49 m
Doram1 sez n° 270	0.25 m	0.52 m

Come si osserva il livello misurato risulta a parità di sezione mediamente minore rispetto a quello calcolato per cui si deduce che il valore di scabrezza adottato risulta a favore di sicurezza.

- portata al colmo costante per ogni tratto considerato e corrispondente alla tabella A riportata in precedenza, i valori sono corrispondenti ad un tempo di ritorno di 200 e 500 anni.
- altezza idrometrica di monte e valle calcolata in condizioni di moto uniforme indisturbato in tutti i casi; nel passaggio da un ramo all'altro la condizione iniziale del ramo di valle (trattandosi di corrente veloce) viene automaticamente stabilita sulla base della quantità dell'energia dei due rami che confluiscono.

3.5 ANALISI DEI RISULTATI IDRAULICI

In generale si ha per tutti i rami considerati una condizione di alveo torrentizio con pendenze maggiori rispetto a quella critica e quindi condizioni di corrente veloce. Come si può osservare dai tabulati allegati le velocità sono sempre piuttosto sostenute questo conferma certamente la grande capacità di trasporto da parte di tutti i rami considerati. Dal punto di vista strettamente idraulico le sezioni considerate paiono essere nella maggioranza dei casi sufficienti in particolare a causa dei soli tiranti idrici può generarsi esondazione nel ramo Dora m1 nelle sezioni comprese tra la 400 e la 350, nel ramo Dora m4 a monte del ponte della sezione 89 il quale appare ampiamente insufficiente anche

solo allo smaltimento della semplice portata liquida. Altre possibili esondazioni si hanno a valle della confluenza tra Rochemolles e Dora nel ramo Dora B.

Oltre ai tabulati di calcolo allegati vengono nel seguito riassunti i dati di livello per tutte le sezioni idrauliche considerate: nei tabulati seguenti sono riportati anche i franchi esistenti rispetto ai semplici livelli idraulici per tutti i ponti introdotti nel modello. Dal punto di vista della semplice capacità di smaltimento della portata liquida risultano sormontati i ponti sulle sezioni 438 e 338 di Dora m1, il già citato ponte sulla sezione 89 di Dora m4. Numerosi sono comunque i ponti per i quali non esiste franco idraulico di almeno 1m; in particolare il ponte sulla sezione 450 di Dora m1, il ponte sulla sezione 3.5 di Frejus, i ponti sulle sezioni 87 e 23 di Rochemolles.

4 CONCLUSIONI

Dalle verifiche eseguite come riportato al punto 3.5 non vi sono particolari problemi di esondazione sui torrenti esaminati per quanto riguarda il transito della portata liquida.

La maggiore criticità si ha in corrispondenza del ponte sul T. Frejus alla confluenza.

Tale ponte infatti ha delle quote di piano viabile non compatibili con le massime piene e non risulta però possibile modificare tale piano.

Sarà necessario studiare una soluzione alternativa della strada di accesso all'abitato di Bardonecchia.

La carta di sintesi delle aree esondabili redatta è stata ricavata dalle sezioni idrauliche attualmente esistenti e per le parti esondabili già urbanizzate dovranno essere realizzate le opere necessarie per la salvaguardia degli insediamenti.

Particolare attenzione andrà posta al controllo del trasporto solido. Tale trasporto infatti potrebbe in occasione di eventi particolarmente gravosi provocare nelle parti terminali delle aste torrentizie ove le pendenze si riducono pericolosi sovralti del fondo alveo con esondazioni diffuse.

In linea di massima per i territori definiti nella carta geomorfologica conoidi esiste un certo rischio residuo legato appunto ai fenomeni di trasporto in massa.

La quantificazione e la previsione dei fenomeni può avvenire solo ed esclusivamente in linea teorica in quanto l'eventuale modellazione dei fenomeni di trasporto di massa è legato a parametri che devono essere monitorati ed acquisiti nel tempo.

In futuro potranno essere approntati con appositi studi specifici secondo diverse metodologie i possibili scenari di rischio derivanti dal trasporto solido dei torrenti.

Allo stato attuale si consiglia, in attesa di una definizione di dettaglio, una scrupolosa manutenzione degli alvei onde evitare che accumuli in alveo possano determinare esondazioni nelle aree urbanizzate.

In secondo luogo è necessario prendere coscienza che le aree di conoidi per eventi imprevedibili possono essere interessate da fenomeni di allagamento con deposizione di materiale solido, pertanto in tali aree le tipologie costruttive dovrebbero tener in conto queste eventualità evitando di creare delle sacche senza sfogo nelle quali può riversarsi sia la porzione liquida sia la porzione solida esondata.

Una seconda notazione che dovrà tenersi presente nella redazione dello strumento urbanistico è la distanza delle edificazioni dai cigli spondali dei corsi d'acqua.

Tale distanza valutata in mt 10,00 non dovrebbe essere assolutamente ingombra da nessuna edificazione comprese le recinzioni. Tale area infatti è necessaria alla manutenzione del corso d'acqua che come già specificato in precedenza dovrà essere accuratamente programmata e vagliata secondo un piano generale manutentivo contenente le indicazioni di carattere geometrico necessarie al corretto funzionamento del reticolo idraulico.

Le aree esondabili interessanti le zone urbanizzate potranno svincolarsi nel momento in cui verranno eseguite le opere di adeguamento necessarie.

In particolare l'area posta in sponda destra del T. Melezet di fronte all'omonima frazione potrà essere svincolata con il sovrizzo della difesa esistente in destra.

L'area della cooperativa Campeggio Pian del Colle può essere svincolata con il rifacimento del ponte sulla strada provinciale, l'adeguamento della sezione e la regimazione del rio della Gran Gorgia.

L'area posta alle sezioni 90M4 e 80M4 può essere svincolata con il rifacimento del ponte e l'adeguamento della sezione.

L'area alla confluenza Dora di Melezet con Rochemolles può essere svincolata con l'adeguamento del ponte sul T. Frejus sezione 4/FR e adeguamento ponti sul T. Rochemolles.

L'area posta lungo il Rochemolles tra le sezioni 65/R e 80/R con l'adeguamento del ponte sul T. Rochemolles.

Appendice A output modello S-Simo

Appendice B output modello Hec-Ras

APPENDICE A output modello S-simo

Si riporta un quadro riassuntivo degli Output in formato testo e grafico del modello S-simo per i tempi di ritorno di, 200 e 500 anni in corrispondenza del tempo di pioggia di 3.5 ore pari al tempo di corrivazione dell'intero bacino. L'elaborato testuale riporta il vero e proprio output numerico organizzato in colonne verticali; il significato delle colonne è il seguente: nella prima vengono riportate le operazioni effettuate che nel caso in esame sono di 3 tipi: calcolo dell'idrogramma di piena (Hydrograph at), combinazione dell'idrogramma di piena (combined to), propagazione dell'onda di piena attraverso un canale (routed to). La seconda colonna riporta l'identificatore della stazione di interesse che nel caso di a_i corrisponde agli stessi sottobacini già individuati, t_i corrisponde ad un tronco di propagazione (che in genere corrisponde ad un tratto di alveo di un dato bacino), c_i corrisponde ad un nodo di somma degli idrogrammi calcolati o propagati nei passi precedenti. La terza colonna riporta la portata al colmo (peak flow); la quarta il tempo in ore al quale si verifica il colmo rispetto all'inizio della precipitazione (nel nostro caso le ore 0.00 del 5/10/98). Le 3 colonne seguenti indicano le portate mediate sui vari periodi indicati. La colonna ottava riporta le aree cumulate che si riferiscono all'operazione in corso. La nona e la decima i dati relativi rispettivamente al massimo livello raggiunto nella sezione di propagazione ed il rispettivo tempo di raggiungimento.

Output tabulare modello Ssimo tempo di ritorno 200 anni.

RUNOFF SUMMARY, AVERAGE FLOW IN CUBIC METERS PER SECOND

AREA IN SQUARE KILOMETERS

	OPERATION	STATION	PEAK FLOW	TIME OF PEAK	AVERAGE FLOW FOR MAXIMUM PERIOD			BASIN AREA	MAXIMUM STAGE	TIME OF MAX STAGE
					6-HOUR	24-HOUR	72-HOUR			
+										
+	HYDROGRAPH AT									
+		b1	60.79	4.17	23.04	18.02	18.02	28.00		
+	ROUTED TO									
+		t1	55.84	4.33	22.55	17.49	17.49	28.00		
+									.45	4.33
+	HYDROGRAPH AT									
+		b2	48.70	3.83	15.13	11.91	11.91	22.30		
+	2 COMBINED AT									
+		c1	94.44	4.17	37.35	29.41	29.41	50.30		
+	HYDROGRAPH AT									
+		b3	7.60	3.50	1.98	1.58	1.58	2.50		
+	2 COMBINED AT									
+		c2	96.82	4.00	39.22	30.98	30.98	52.80		
+	ROUTED TO									
+		t2	96.41	4.00	39.22	30.91	30.91	52.80		
+									.75	4.00
+	HYDROGRAPH AT									
+		b4	9.52	3.67	2.66	2.10	2.10	3.40		
+	HYDROGRAPH AT									
+		b5	5.40	3.67	1.40	1.12	1.12	2.10		
+	3 COMBINED AT									
+		c3	103.72	4.00	43.06	34.13	34.13	58.30		
+	ROUTED TO									
+		t3	103.79	4.00	43.07	34.05	34.05	58.30		
+									.95	4.00
+	HYDROGRAPH AT									
+		b8	8.72	3.67	2.27	1.80	1.80	3.50		
+	2 COMBINED AT									
+		c4	109.50	3.83	45.26	35.86	35.86	61.80		
+	HYDROGRAPH AT									
+		b6	3.00	3.50	.70	.55	.55	.90		
+	2 COMBINED AT									
+		c5	110.38	3.83	45.92	36.41	36.41	62.70		
+	ROUTED TO									
+		t4	110.28	3.83	45.92	36.35	36.35	62.70		
+									.68	3.83
+	HYDROGRAPH AT									
+		b7	2.96	3.50	.77	.61	.61	.80		
+	2 COMBINED AT									
+		c6	111.24	3.83	46.63	36.97	36.97	63.50		
+	ROUTED TO									
+		t5	111.01	3.83	46.63	36.88	36.88	63.50		
+									.82	3.83
+	HYDROGRAPH AT									
+		b9	5.14	3.67	1.32	1.05	1.05	2.00		
+	2 COMBINED AT									
+		c7	114.62	3.83	47.89	37.93	37.93	65.50		

+	HYDROGRAPH AT	b10	54.59	3.83	17.59	13.78	13.78	17.70		
+	2 COMBINED AT	c8	169.21	3.83	65.19	51.71	51.71	83.20		
+	ROUTED TO	t6	165.15	3.83	65.14	51.47	51.47	83.20	1.61	3.83
+	HYDROGRAPH AT	b11	4.98	3.67	1.39	1.10	1.10	1.50		
+	2 COMBINED AT	c9	169.05	3.83	66.47	52.57	52.57	84.70		
+	HYDROGRAPH AT	b12	59.25	4.00	20.95	16.36	16.36	22.80		
+	2 COMBINED AT	c10	226.54	3.83	87.36	68.93	68.93	107.50		
+	HYDROGRAPH AT	b13	73.29	4.00	26.30	20.45	20.45	27.10		
+	HYDROGRAPH AT	b14	26.13	3.67	7.59	5.96	5.96	7.20		
+	2 COMBINED AT	c11	93.55	3.83	33.83	26.41	26.41	34.30		
+	ROUTED TO	t7	94.09	4.00	33.78	26.26	26.26	34.30	.57	4.00
+	HYDROGRAPH AT	b15	13.08	3.50	3.39	2.68	2.68	3.50		
+	HYDROGRAPH AT	b16	43.39	4.00	13.78	10.73	10.73	15.60		
+	3 COMBINED AT	c12	141.59	3.83	50.81	39.67	39.67	53.40		
+	ROUTED TO	t8	133.86	4.17	50.21	38.53	38.53	53.40	.87	4.17
+	HYDROGRAPH AT	b17	57.43	3.67	15.68	12.29	12.29	16.80		
+	2 COMBINED AT	c13	175.26	4.00	65.65	50.82	50.82	70.20		
+	2 COMBINED AT	c12	401.76	4.00	152.57	119.75	119.75	177.70		
*** NORMAL END OF S-SIMO **										

Output tabulare modello Ssimo tempo di ritorno 500 anni.

RUNOFF SUMMARY, AVERAGE FLOW IN CUBIC METERS PER SECOND

AREA IN SQUARE KILOMETERS

	OPERATION	STATION	PEAK FLOW	TIME OF PEAK	AVERAGE FLOW FOR MAXIMUM PERIOD			BASIN AREA	MAXIMUM STAGE	TIME OF MAX STAGE
					6-HOUR	24-HOUR	72-HOUR			
+	HYDROGRAPH AT	b1	75.43	4.17	28.29	22.07	22.07	28.00		
+	ROUTED TO	t1	69.93	4.33	27.74	21.42	21.42	28.00		

+										.52	4.33
	HYDROGRAPH AT										
+		b2	62.08	3.83	19.05	14.97	14.97	22.30			
	2 COMBINED AT										
+		c1	120.32	4.00	46.47	36.39	36.39	50.30			
	HYDROGRAPH AT										
+		b3	9.59	3.50	2.46	1.96	1.96	2.50			
	2 COMBINED AT										
+		c2	123.65	4.00	48.80	38.34	38.34	52.80			
	ROUTED TO										
+		t2	123.61	4.00	48.80	38.26	38.26	52.80			
+									.86	4.00	
	HYDROGRAPH AT										
+		b4	11.94	3.67	3.27	2.59	2.59	3.40			
	HYDROGRAPH AT										
+		b5	6.89	3.67	1.76	1.40	1.40	2.10			
	3 COMBINED AT										
+		c3	132.77	4.00	53.60	42.25	42.25	58.30			
	ROUTED TO										
+		t3	133.21	4.00	53.59	42.16	42.16	58.30			
+									1.10	4.00	
	HYDROGRAPH AT										
+		b8	11.16	3.67	2.87	2.27	2.27	3.50			
	2 COMBINED AT										
+		c4	140.56	3.83	56.39	44.43	44.43	61.80			
	HYDROGRAPH AT										
+		b6	3.77	3.50	.87	.69	.69	.90			
	2 COMBINED AT										
+		c5	141.65	3.83	57.23	45.12	45.12	62.70			
	ROUTED TO										
+		t4	141.52	3.83	57.23	45.05	45.05	62.70			
+									.79	3.83	
	HYDROGRAPH AT										
+		b7	3.65	3.50	.94	.74	.74	.80			
	2 COMBINED AT										
+		c6	142.69	3.83	58.09	45.79	45.79	63.50			
	ROUTED TO										
+		t5	142.46	3.83	58.09	45.69	45.69	63.50			
+									.95	3.83	
	HYDROGRAPH AT										
+		b9	6.56	3.50	1.67	1.32	1.32	2.00			
	2 COMBINED AT										
+		c7	147.04	3.83	59.69	47.02	47.02	65.50			
	HYDROGRAPH AT										
+		b10	66.69	3.83	21.27	16.65	16.65	17.70			
	2 COMBINED AT										
+		c8	213.73	3.83	80.58	63.67	63.67	83.20			
	ROUTED TO										
+		t6	209.68	3.83	80.54	63.38	63.38	83.20			
+									1.81	3.83	
	HYDROGRAPH AT										
+		b11	6.14	3.67	1.69	1.34	1.34	1.50			
	2 COMBINED AT										
+		c9	214.47	3.83	82.18	64.72	64.72	84.70			

+	HYDROGRAPH AT	b12	72.83	4.00	25.48	19.88	19.88	22.80		
+	2 COMBINED AT	c10	285.37	3.83	107.58	84.60	84.60	107.50		
+	HYDROGRAPH AT	b13	89.71	4.00	32.14	24.95	24.95	27.10		
+	HYDROGRAPH AT	b14	31.84	3.67	9.26	7.26	7.26	7.20		
+	2 COMBINED AT	c11	114.58	3.83	41.32	32.20	32.20	34.30		
+	ROUTED TO	t7	114.85	4.00	41.26	32.02	32.02	34.30		
+									.64	4.00
+	HYDROGRAPH AT	b15	16.09	3.50	4.15	3.28	3.28	3.50		
+	HYDROGRAPH AT	b16	53.55	3.83	17.12	13.29	13.29	15.60		
+	3 COMBINED AT	c12	174.86	3.83	62.39	48.59	48.59	53.40		
+	ROUTED TO	t8	165.50	4.17	61.80	47.31	47.31	53.40		
+									.98	4.17
+	HYDROGRAPH AT	b17	70.72	3.67	19.46	15.22	15.22	16.80		
+	2 COMBINED AT	c13	218.04	3.83	81.04	62.53	62.53	70.20		
+	2 COMBINED AT	c12	503.40	3.83	188.14	147.13	147.13	177.70		

*** NORMAL END OF S-SIMO **

APPENDICE B output modello Hec Ras

Si riportano i risultati dei calcoli relativi al modello Hec Ras. Tali elaborati sono organizzati in tre parti: nella prima si evidenzia (in corrispondenza del fondo alveo) un numero opportuno di sezioni longitudinali del corso d'acqua in esame sulle quali è rappresentato il profilo di moto permanente; nella seconda sono riportate per le sezioni rilevate, i tiranti idrometrici ed i coefficienti di Manning; nella terza parte si ha una tabella riassuntiva dei dati in output dal modello. Il significato dei dati riportati in tabella risulta il seguente:

River Sta = codice della sezione di elaborazione; decrescente da monte a valle e corrispondente alla posizione indicata sulla planimetria

Qtotal = portata di calcolo

Min Ch El = quota di fondo alveo

W.S. Elev. = altezza idrometrica calcolata

E.G. Slope = pendenza motrice

Vel Chnl = velocità di deflusso

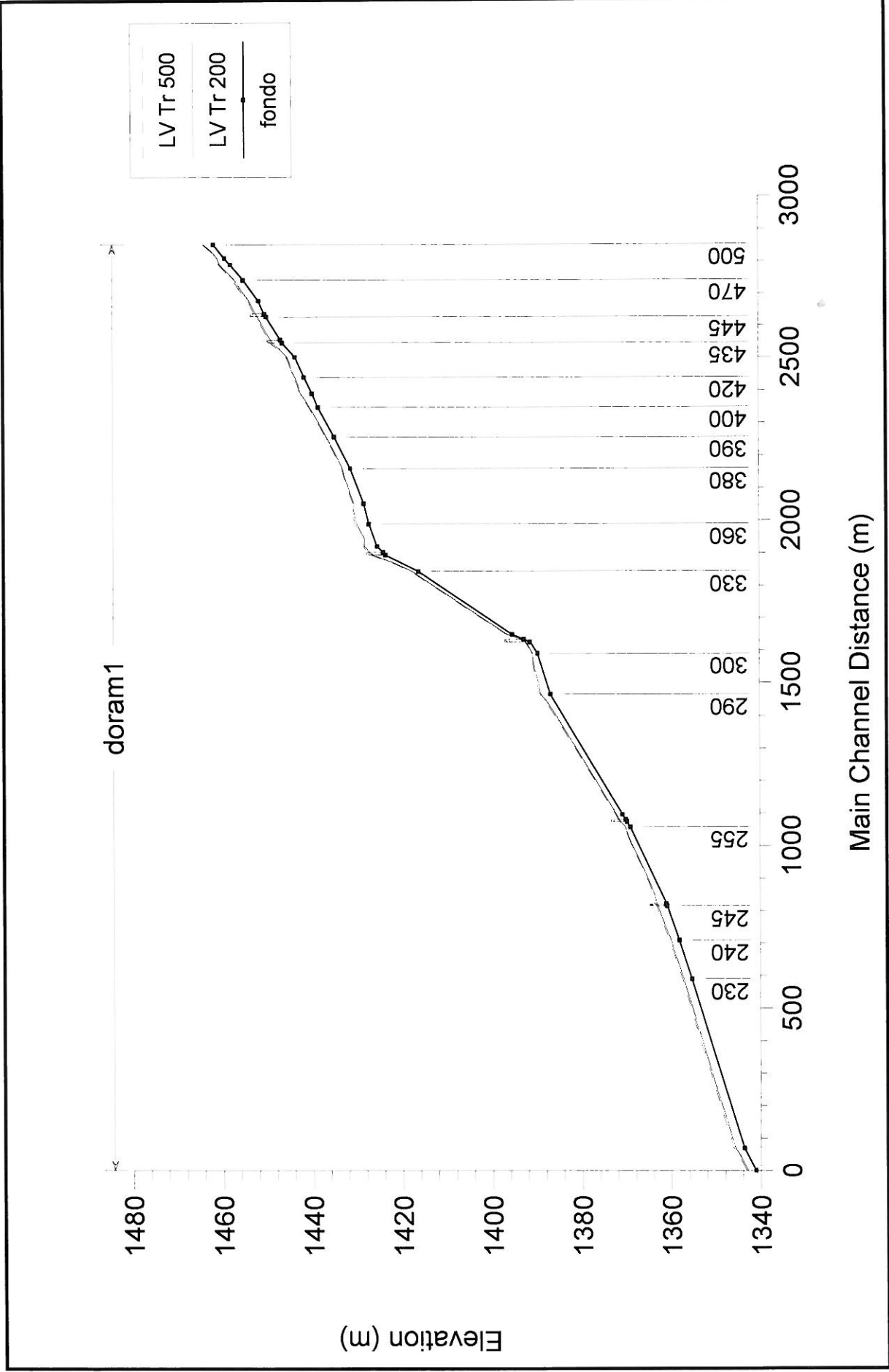
Froude # Chl = numero di Froude della corrente

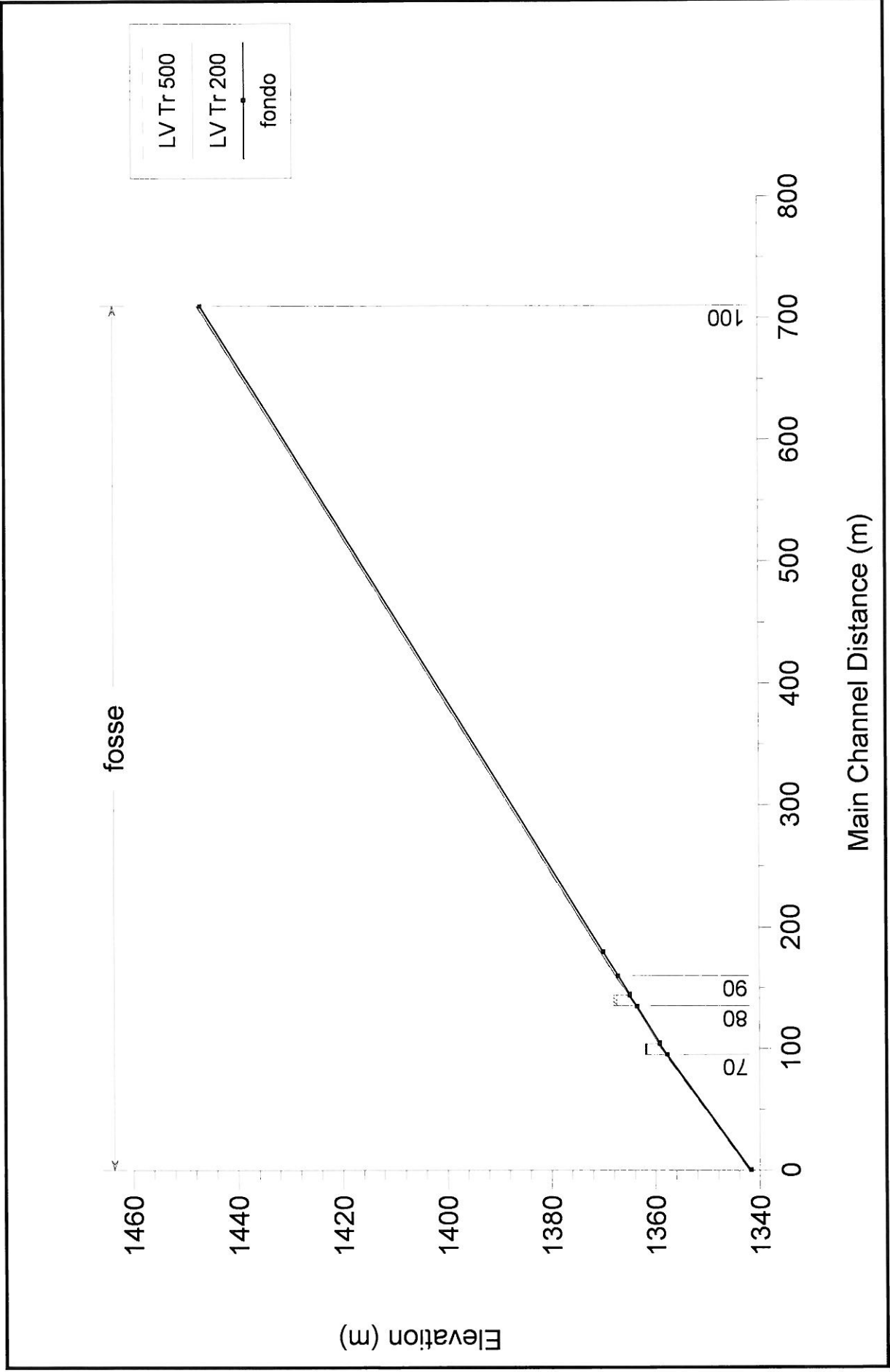
Area = sezione interessata dal deflusso

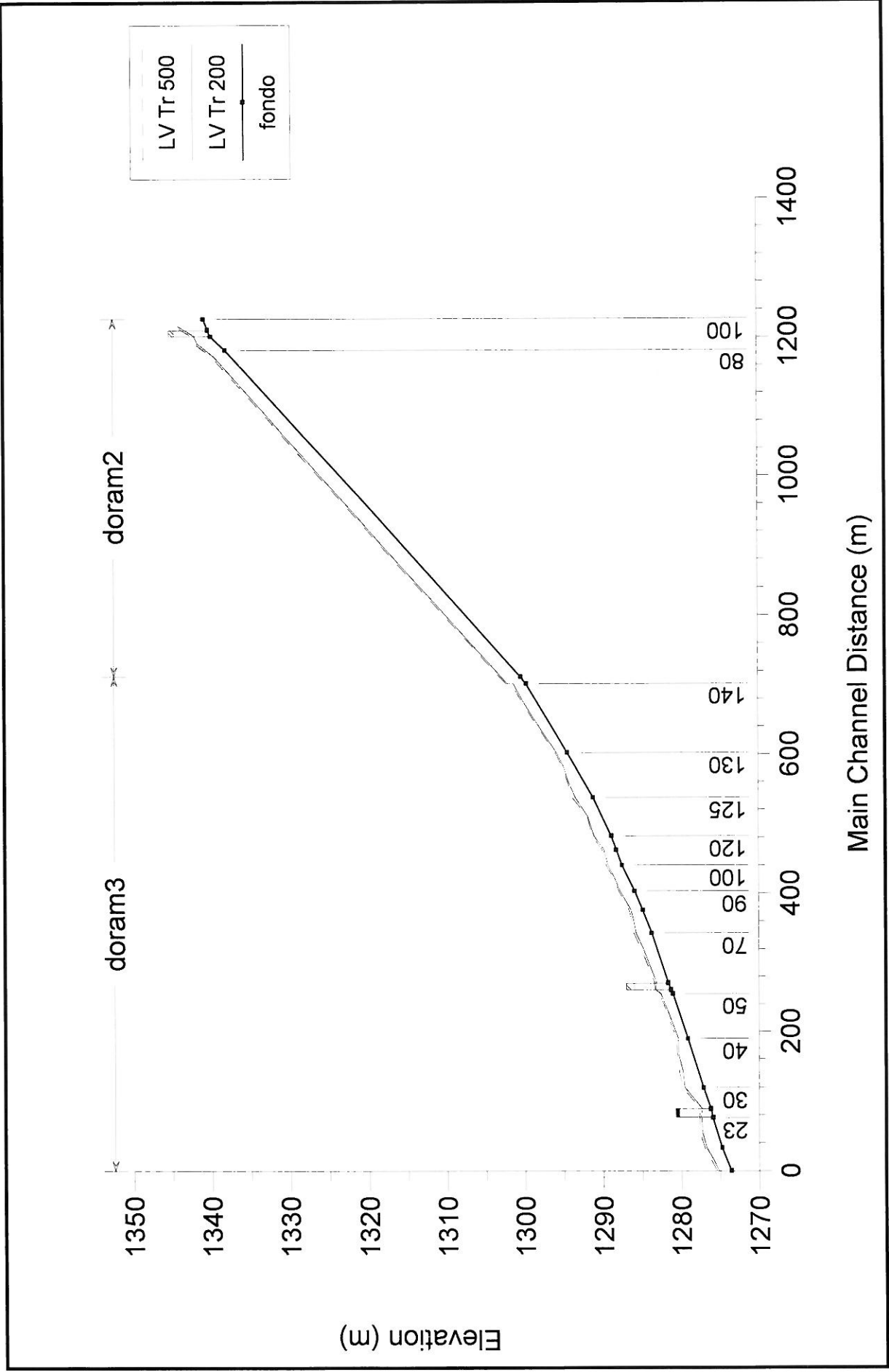
Top Width = larghezza pelo libero in sommità

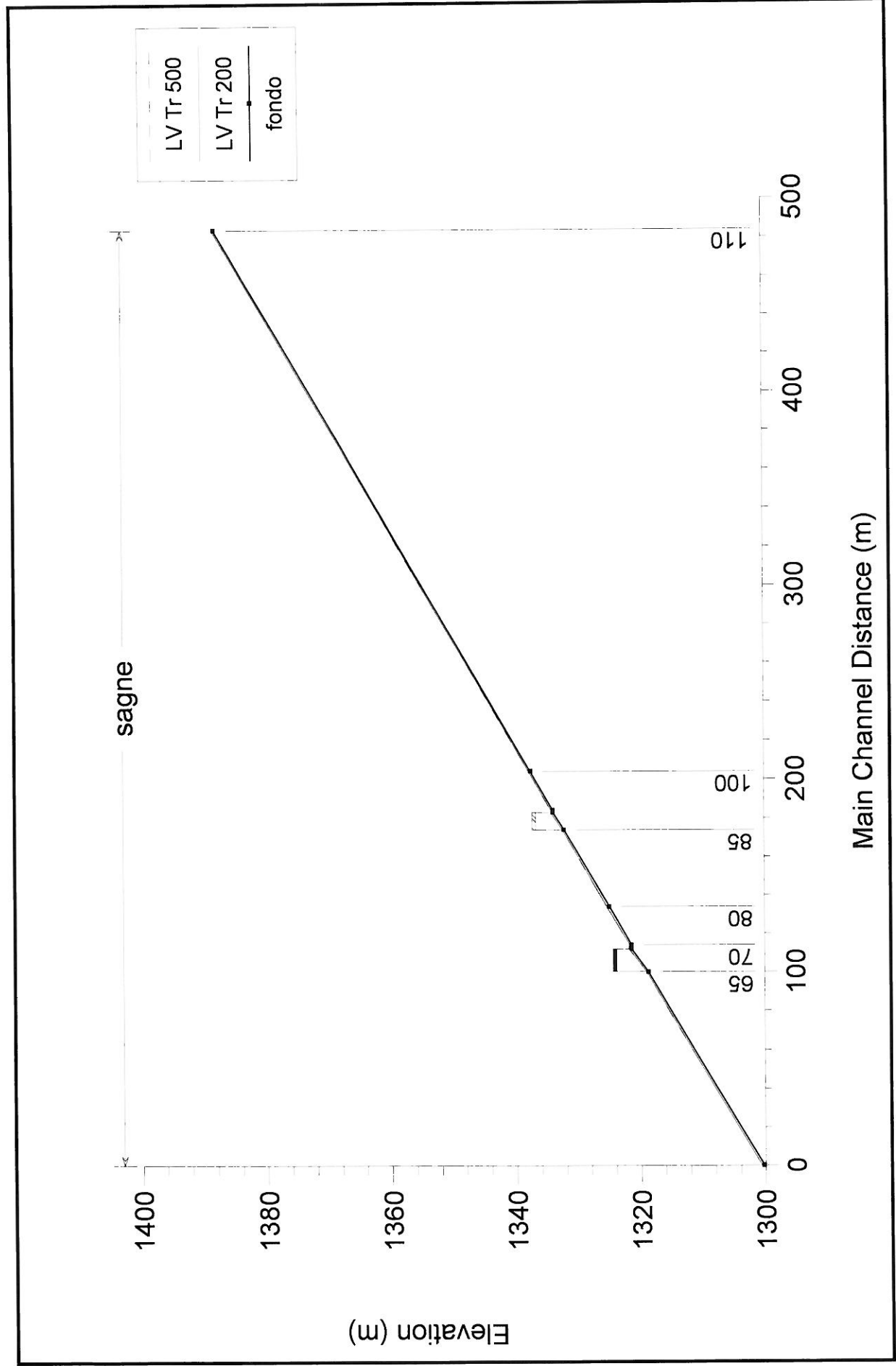
Lenght Chnl = distanza tra le sezioni

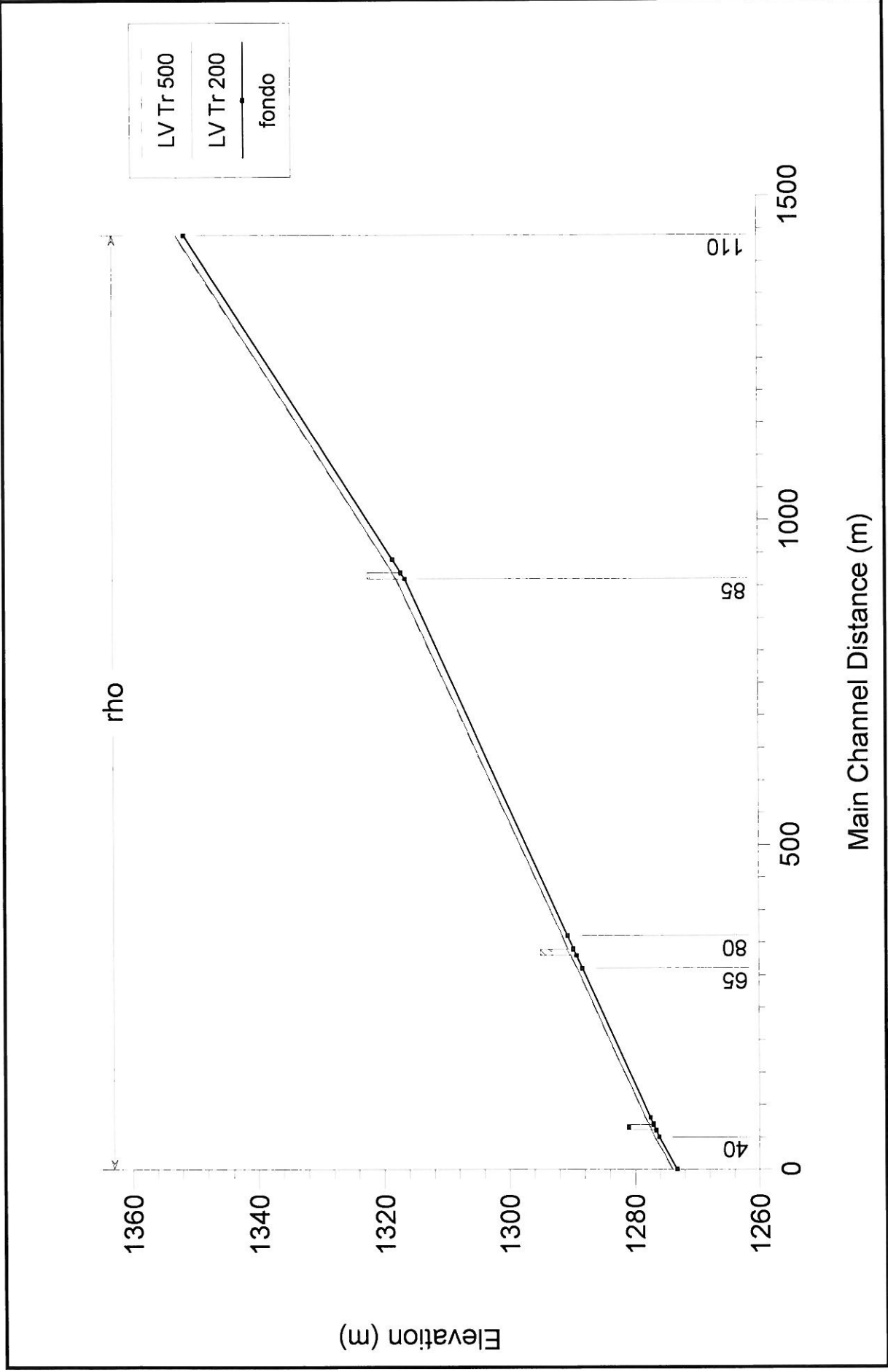
PROFILI LONGITUDINALI MODELLO HEC RAS
TEMPI DI RITORNO 200 E 500 ANNI

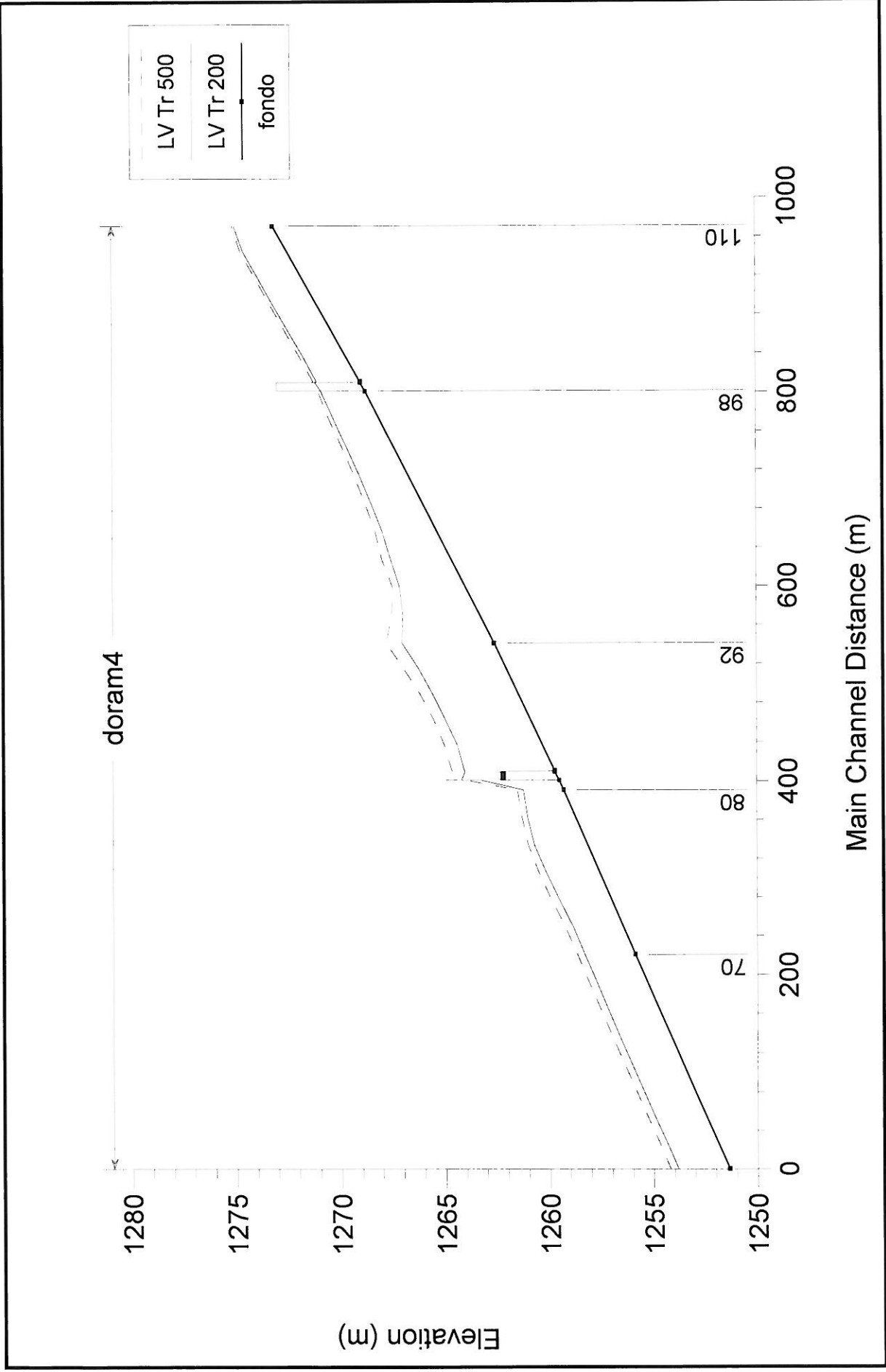


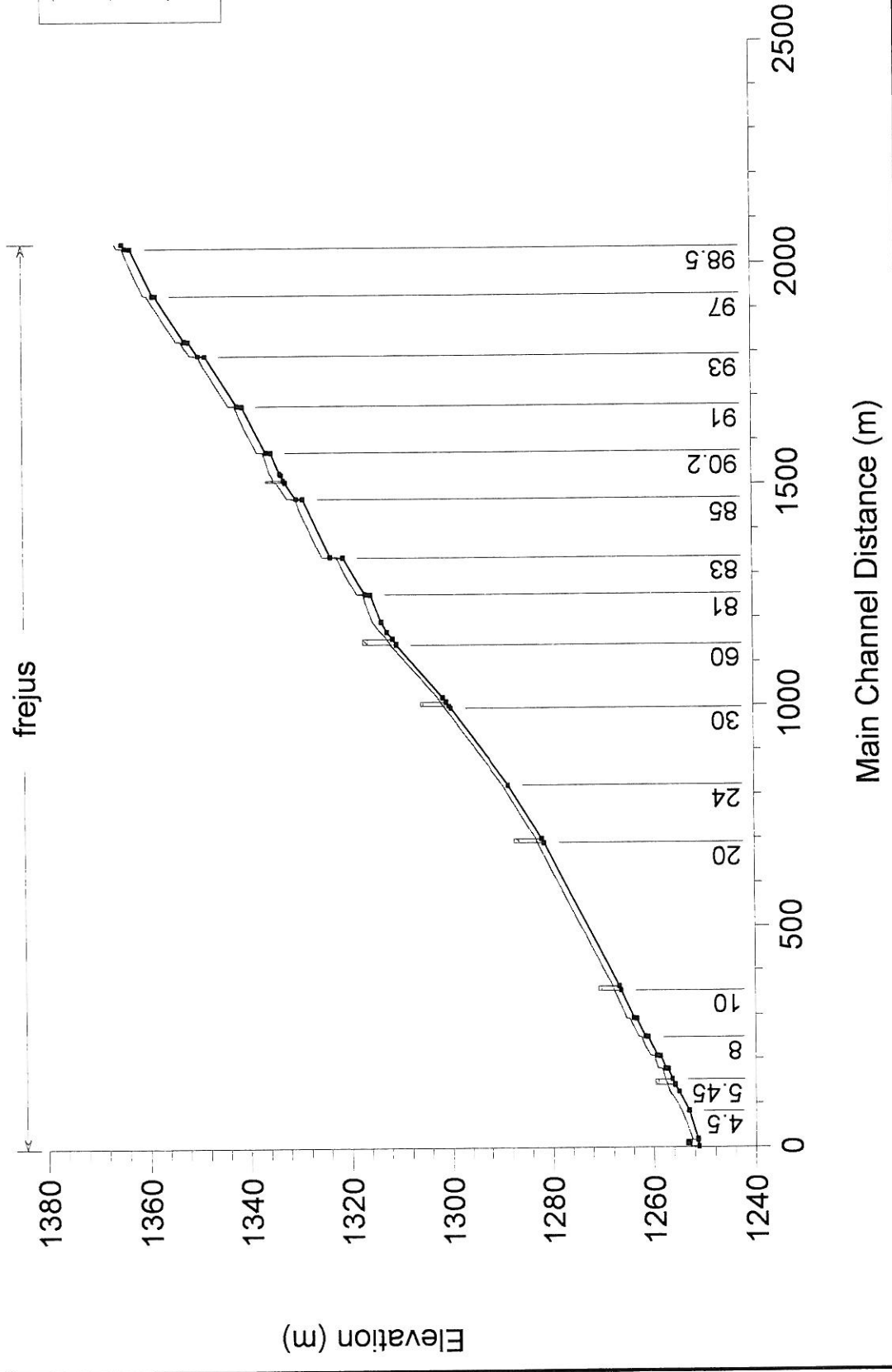


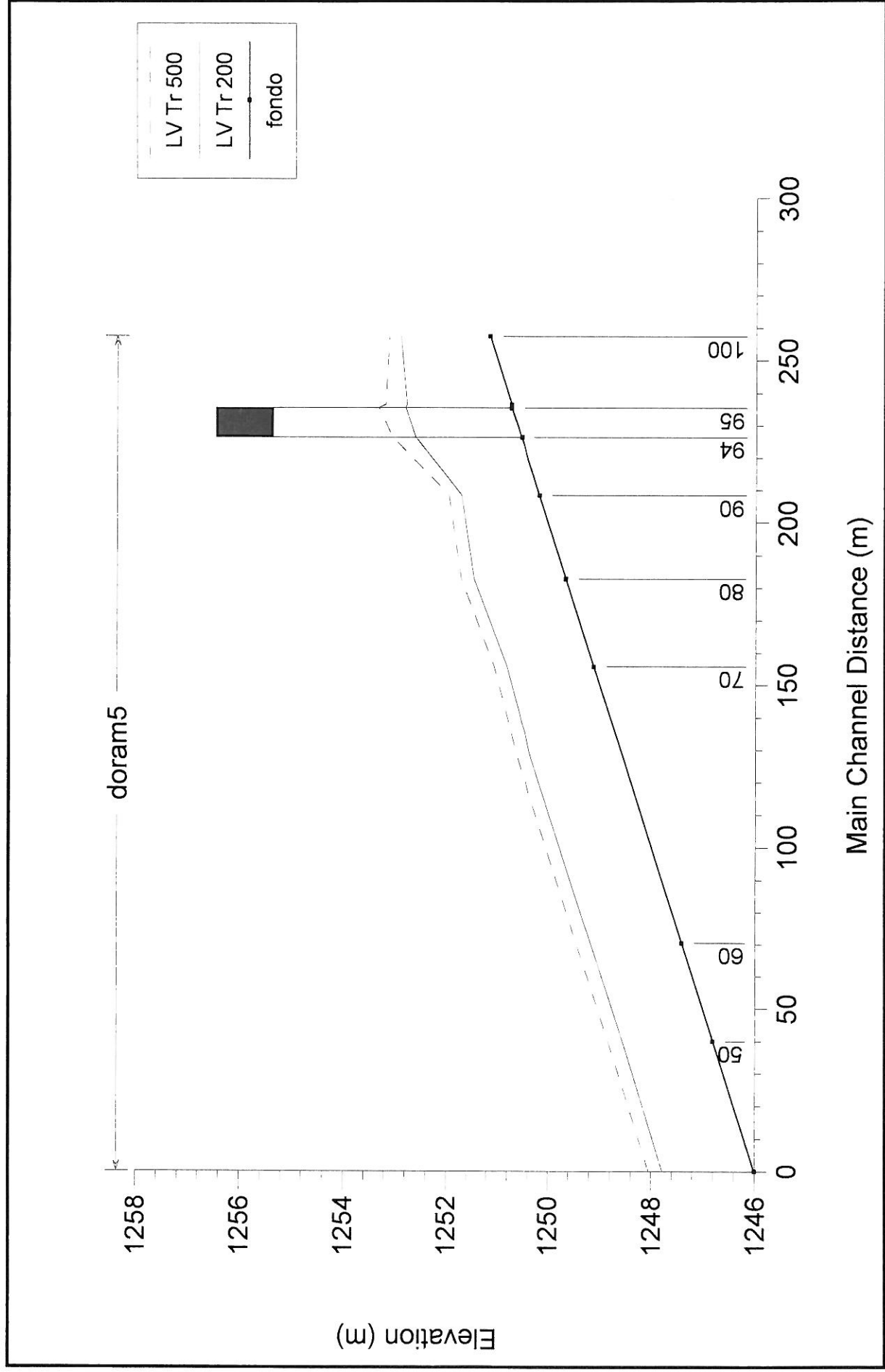


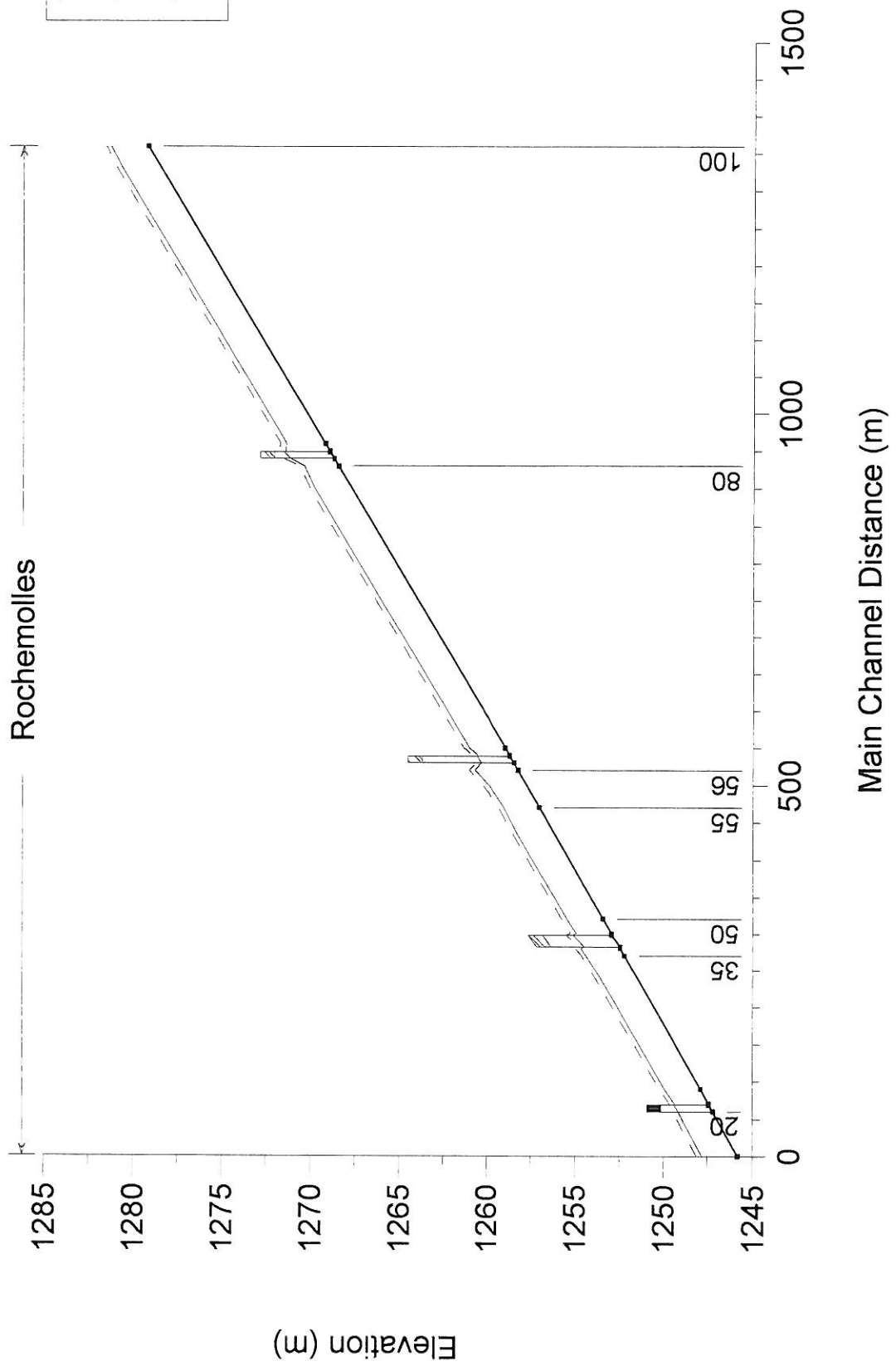


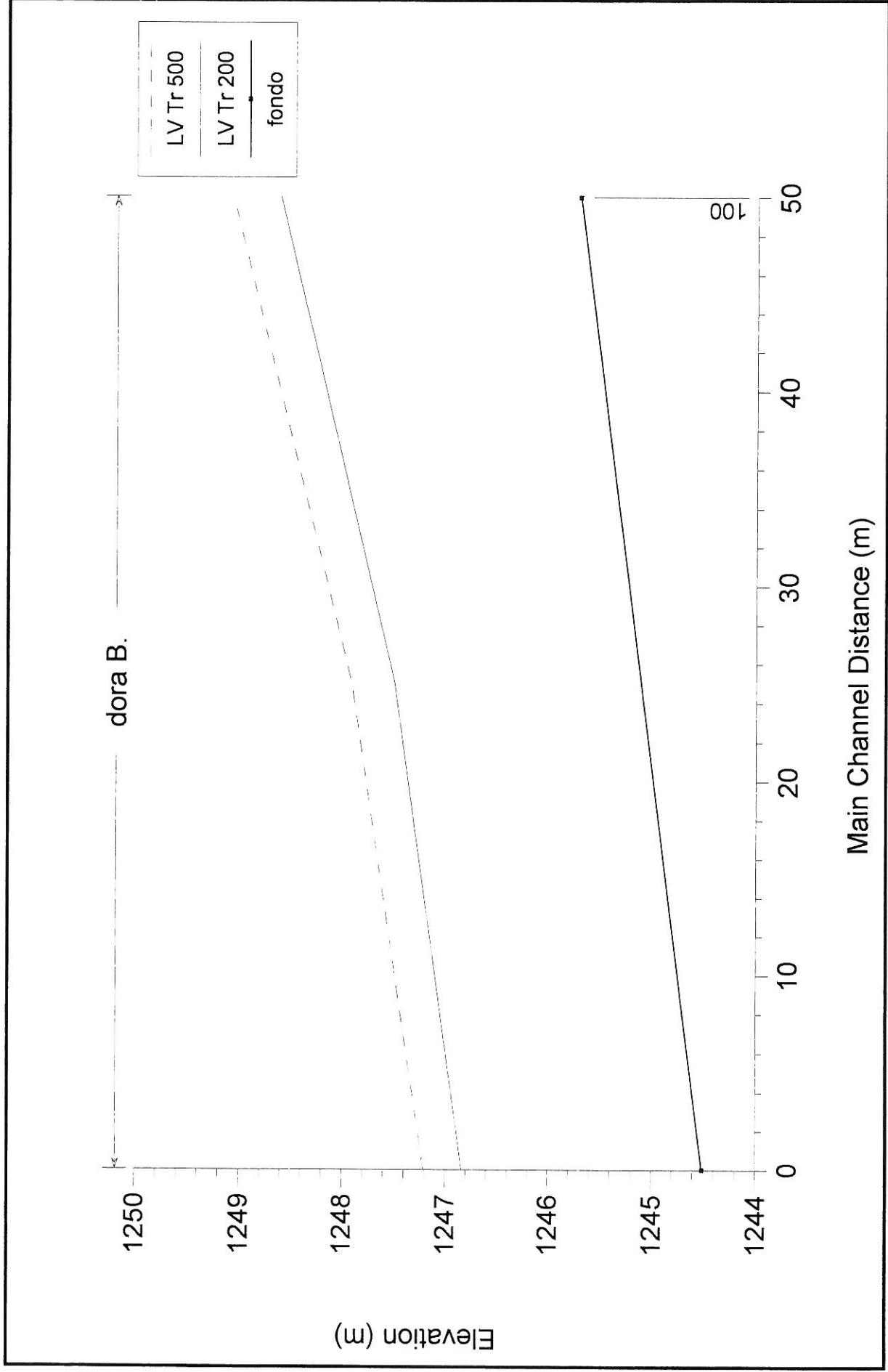






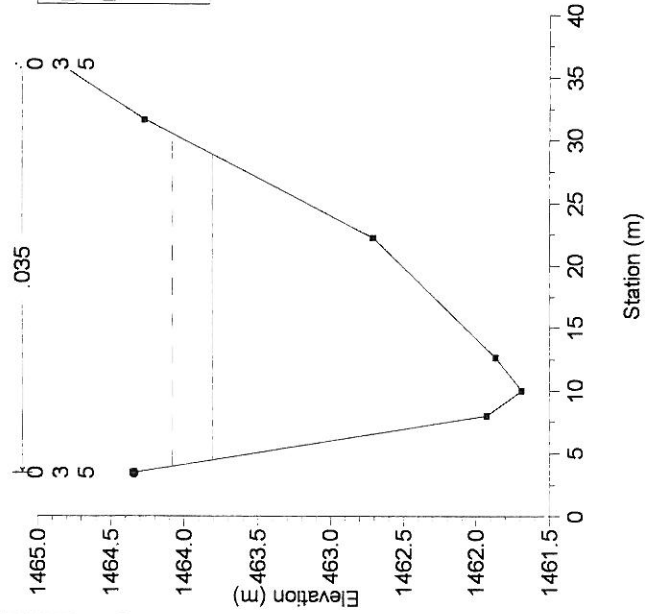




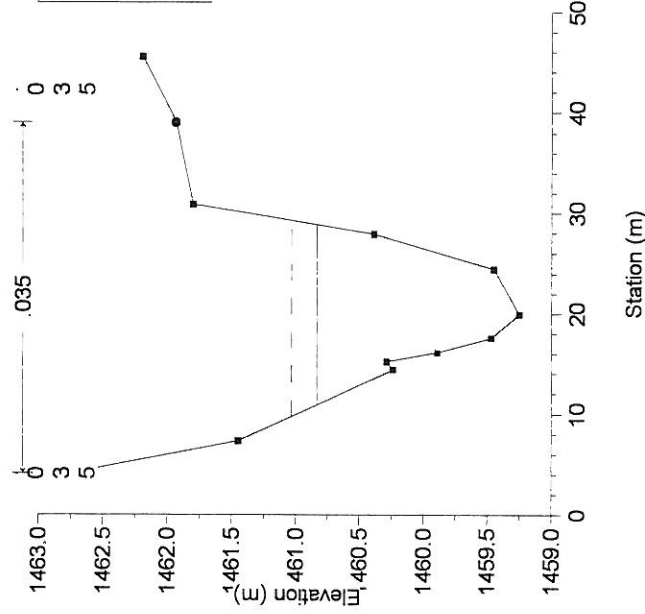


SEZIONI OUTPUT MODELLO HEC RAS
TRATTO DORA M1

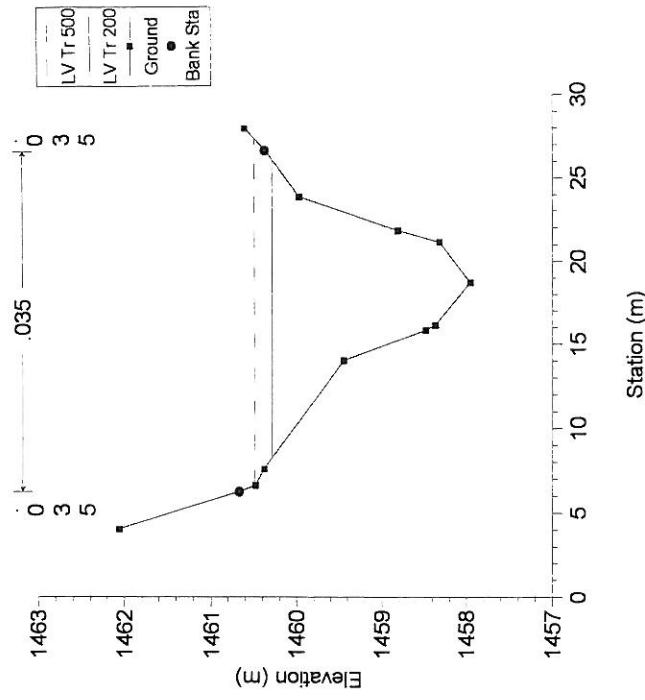
Reach = doram1 Riv Sta = 500



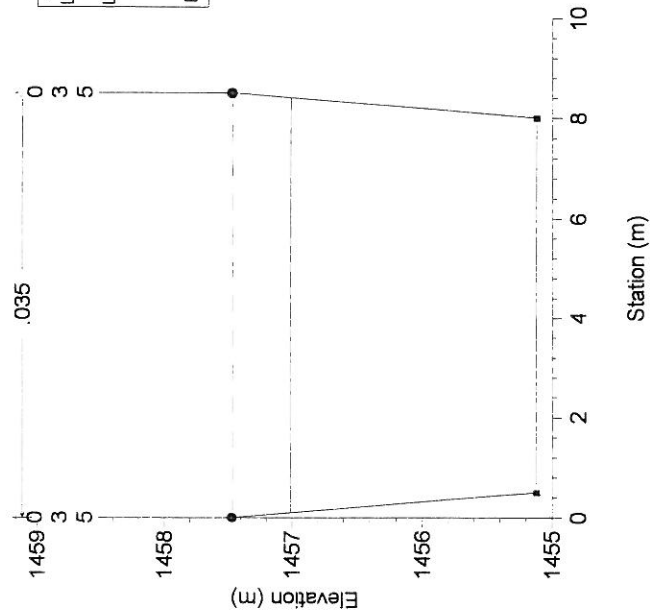
Reach = doram1 Riv Sta = 490



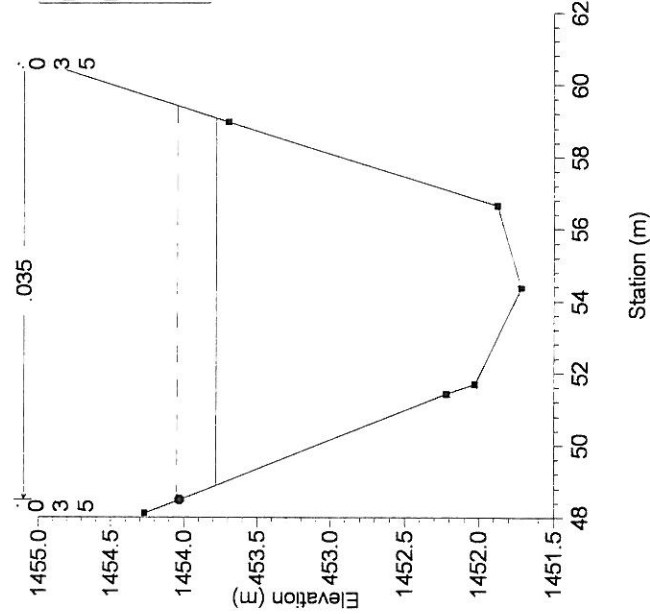
Reach = doram1 Riv Sta = 480



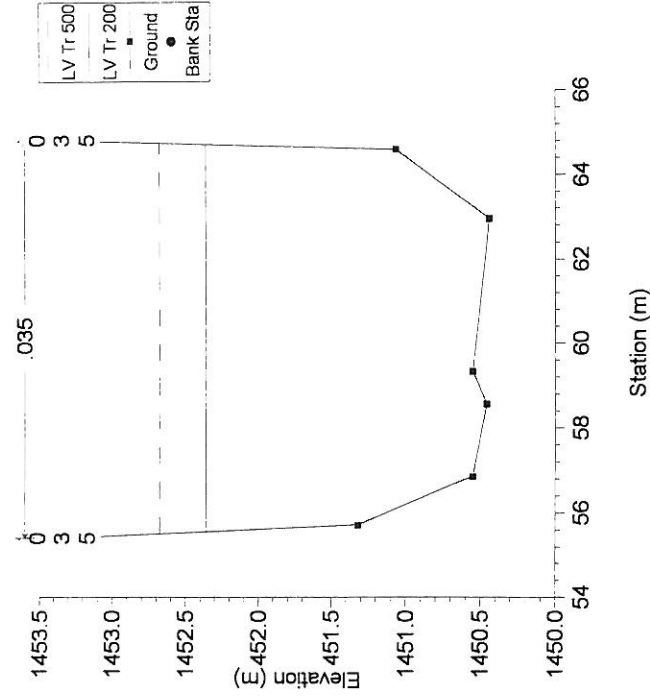
Reach = doram1 Riv Sta = 470



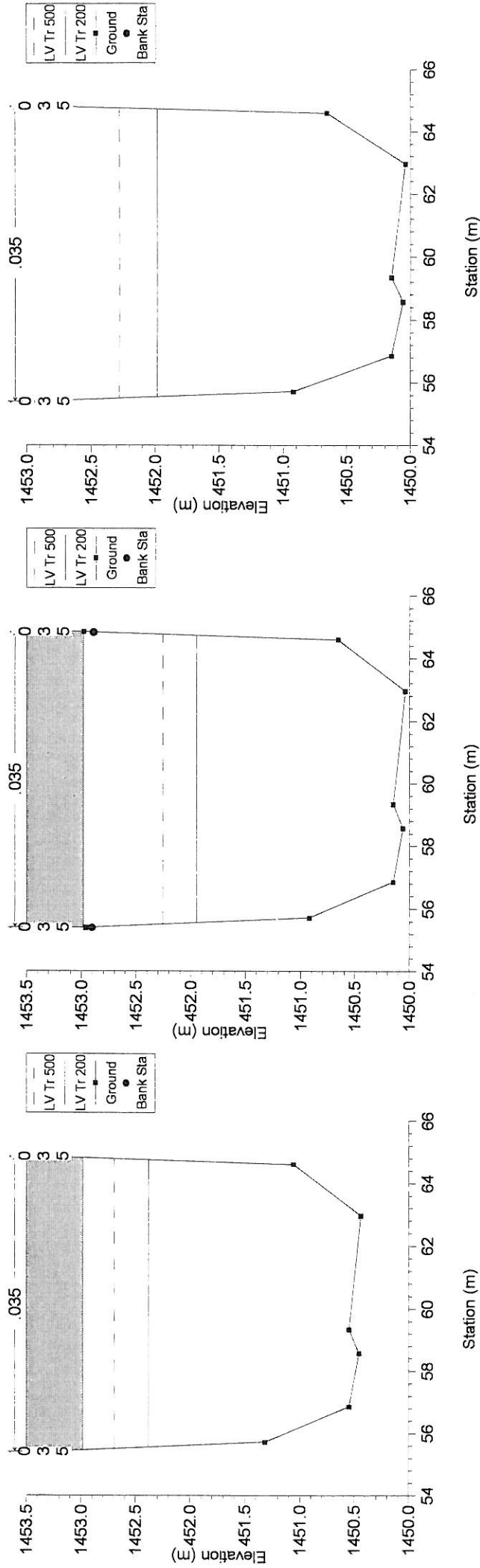
Reach = doram1 Riv Sta = 460



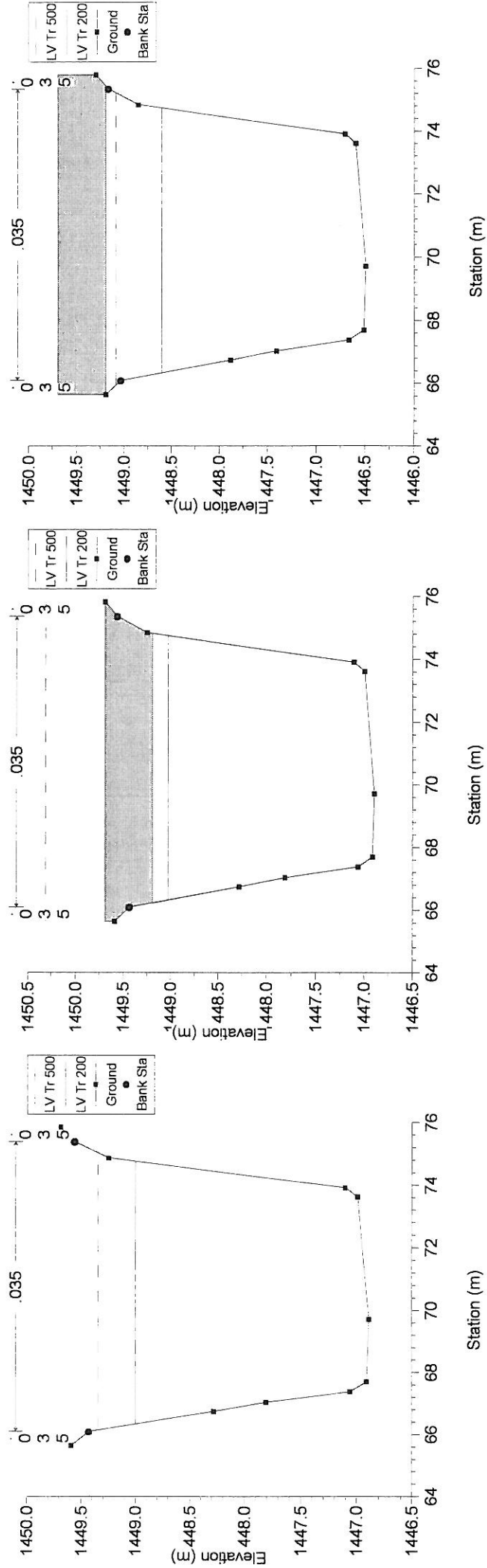
Reach = doram1 Riv Sta = 450



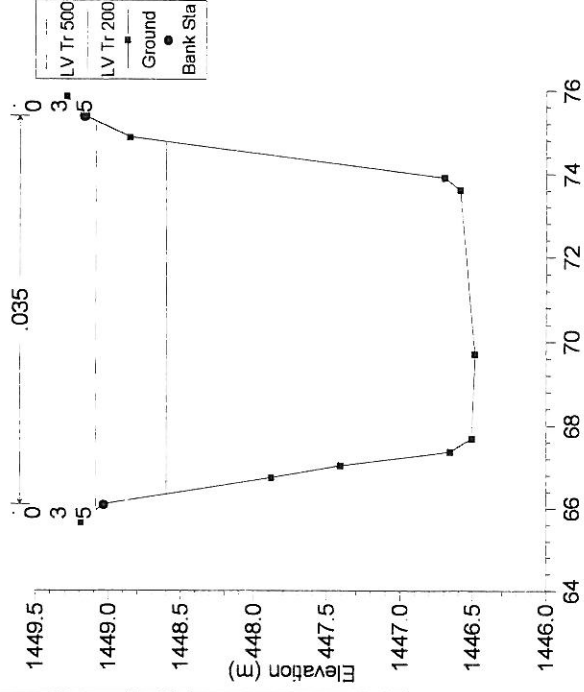
Reach = doram1 Upstream Inside Riv Sta = 444 Reach = doram1 Downstream Inside Riv Sta = 446 Reach = doram1 Riv Sta = 445



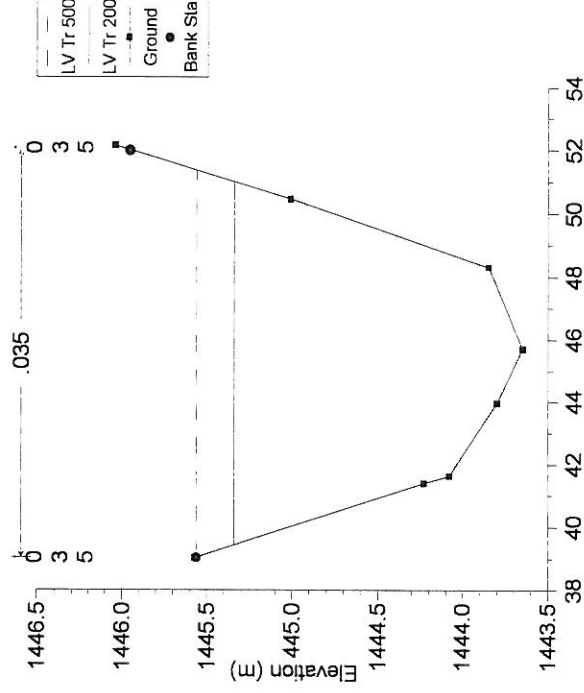
Reach = doram1 Riv Sta = 440



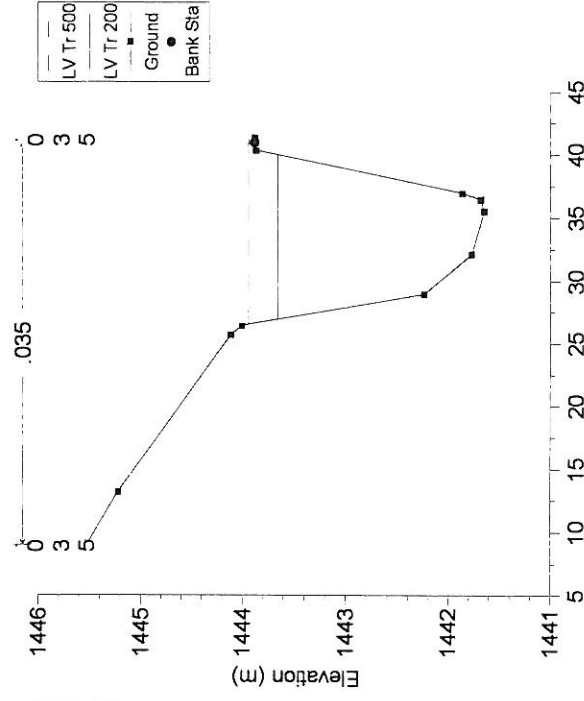
Reach = doram1 Riv Sta = 435



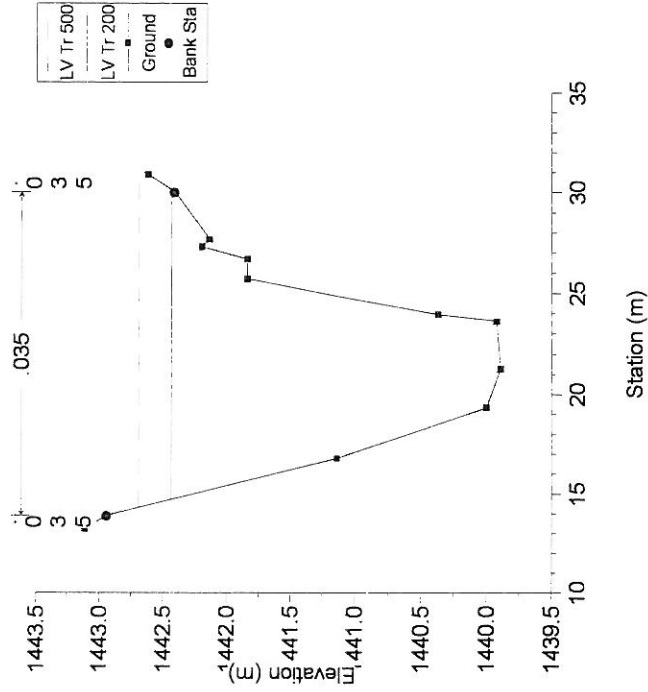
Reach = doram1 Riv Sta = 430



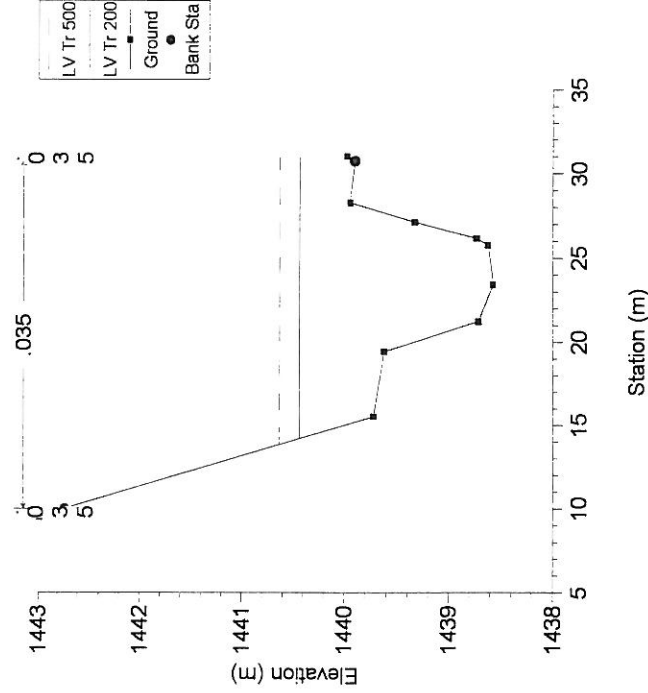
Reach = doram1 Riv Sta = 420



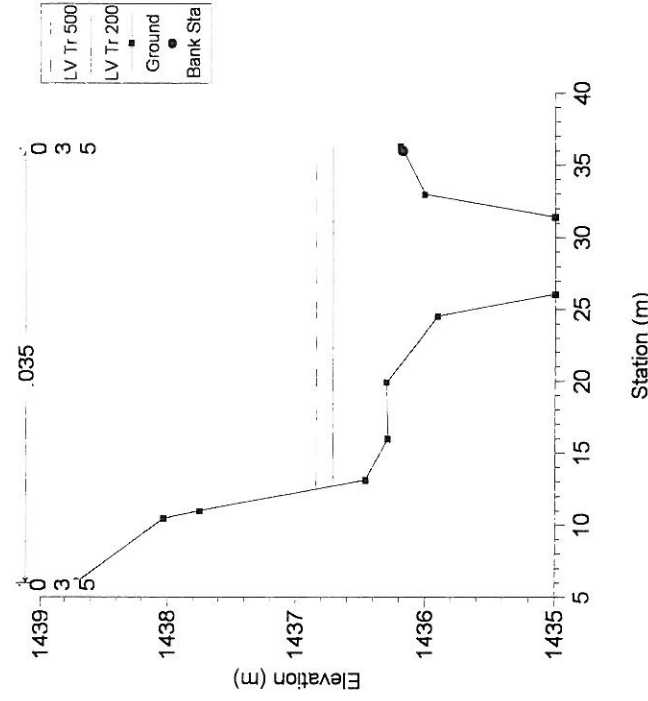
Reach = doram1 Riv Sta = 410



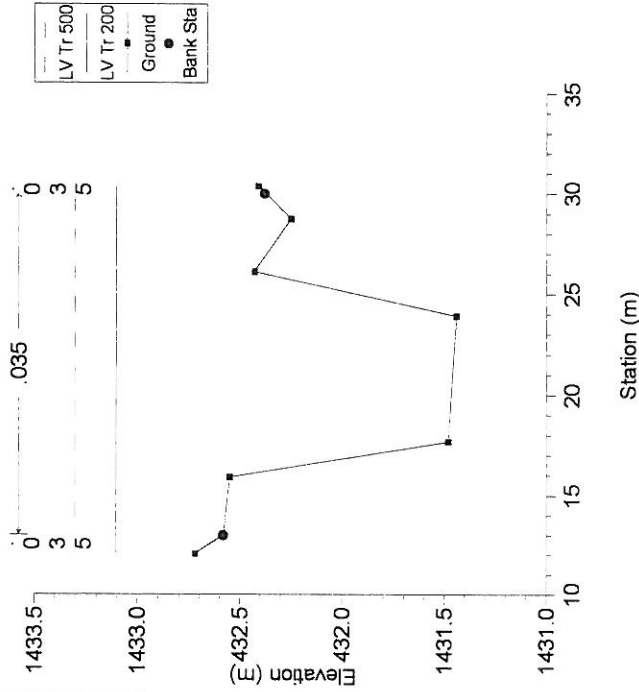
Reach = doram1 Riv Sta = 400



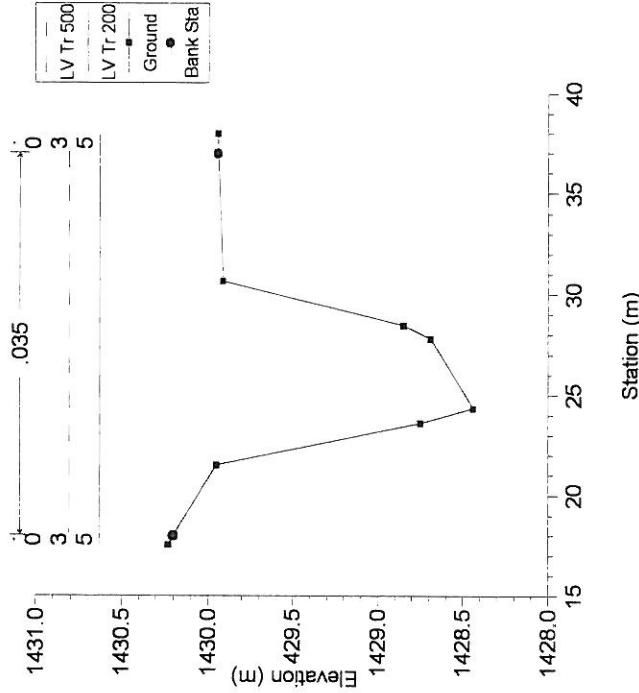
Reach = doram1 Riv Sta = 390



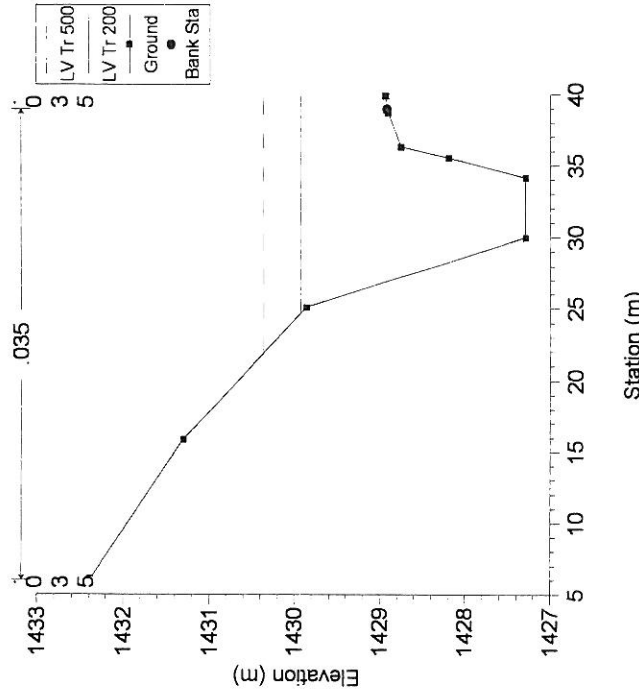
Reach = doram1 Riv Sta = 380



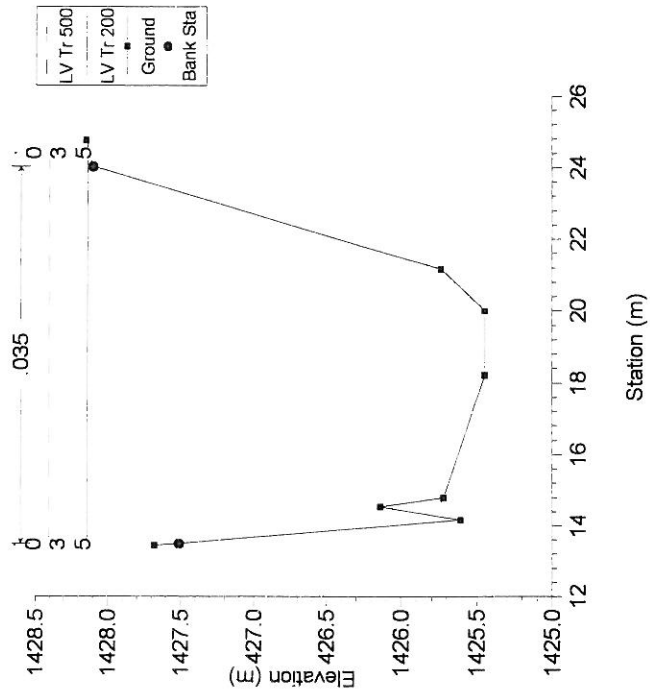
Reach = doram1 Riv Sta = 370



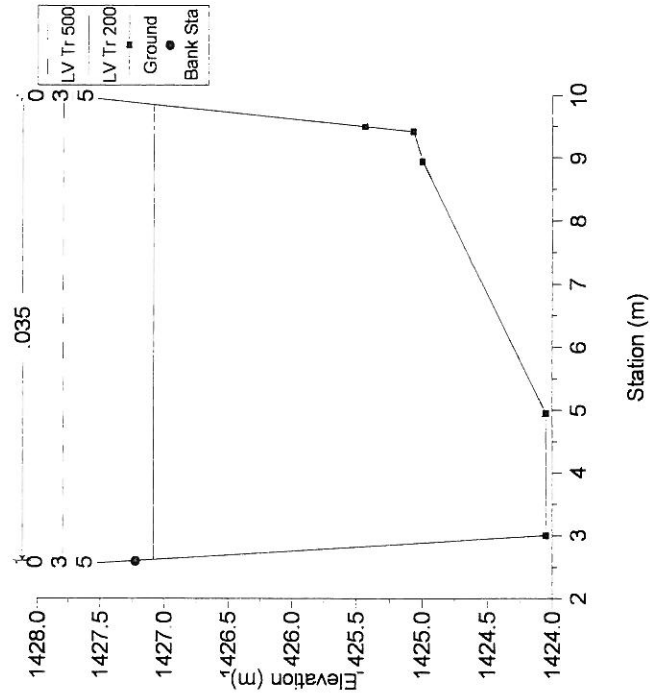
Reach = doram1 Riv Sta = 360



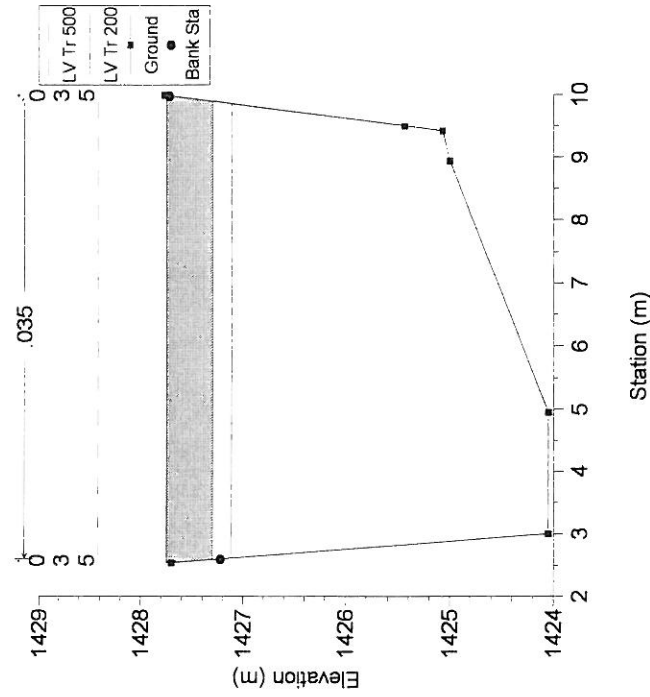
Reach = doram1 Riv Sta = 350



Reach = doram1 Riv Sta = 340



Reach = doram1 Upstream Inside Riv Sta = 338

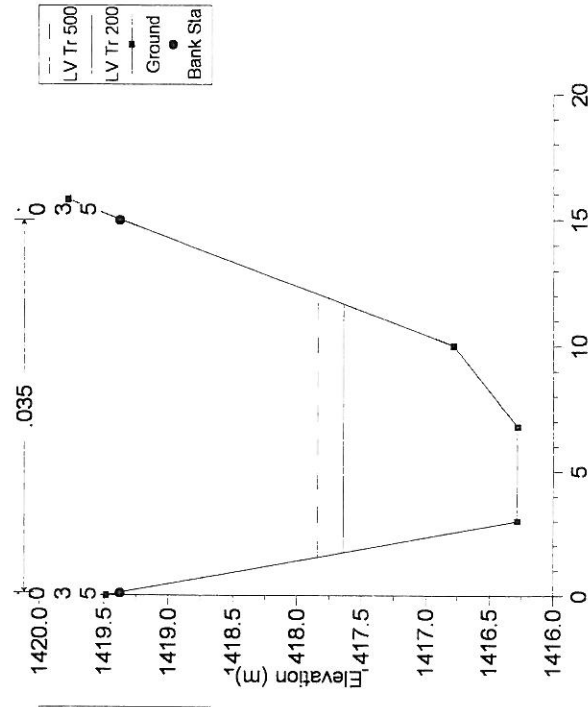
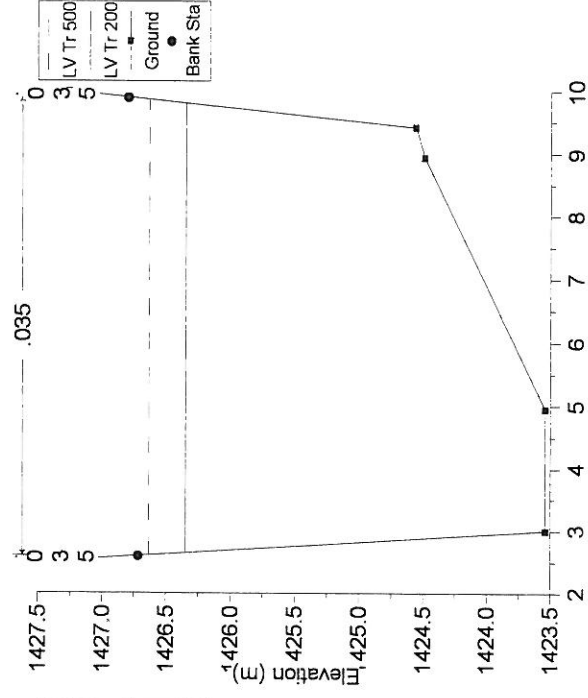
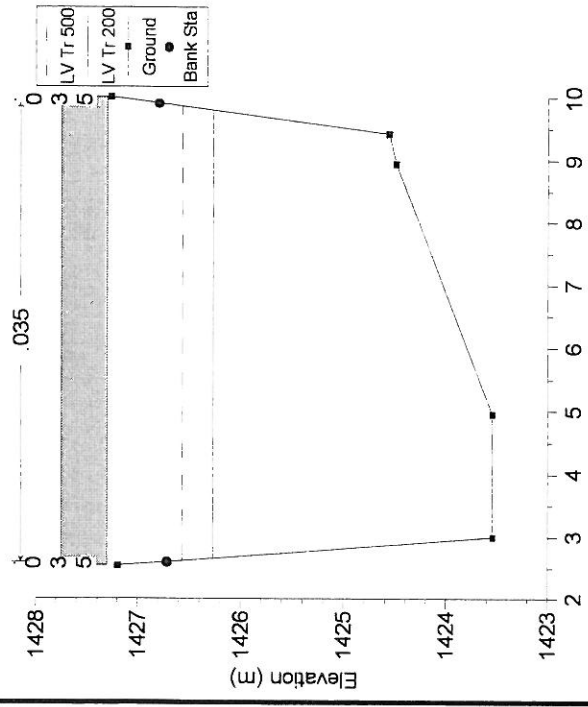


each = doram1 Downstream Inside Riv Sta = 338

Reach = doram1

Riv Sta = 335

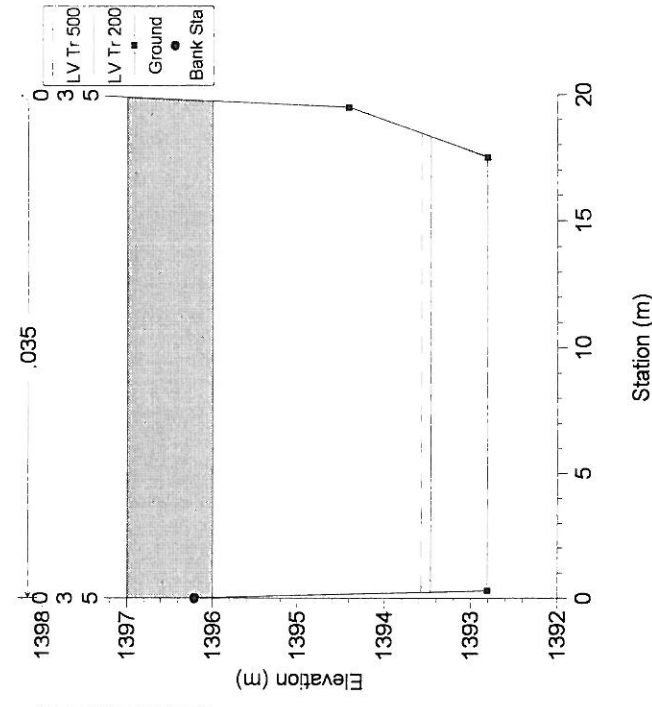
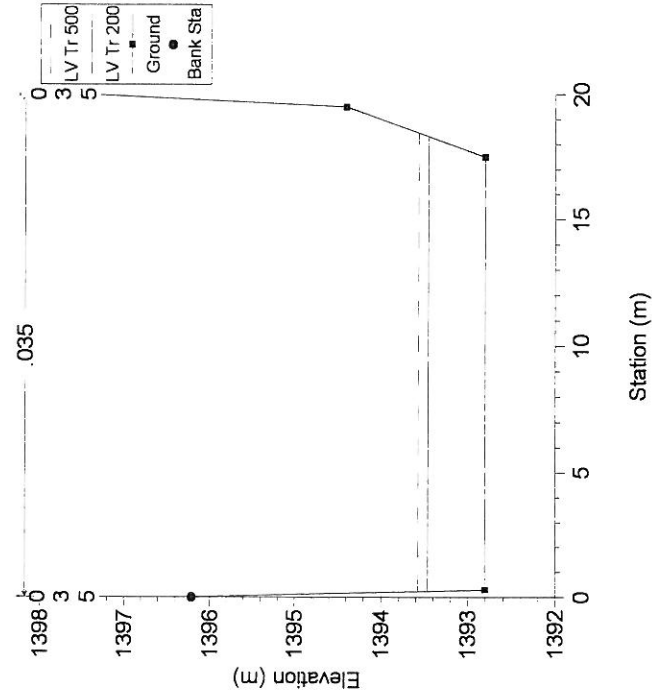
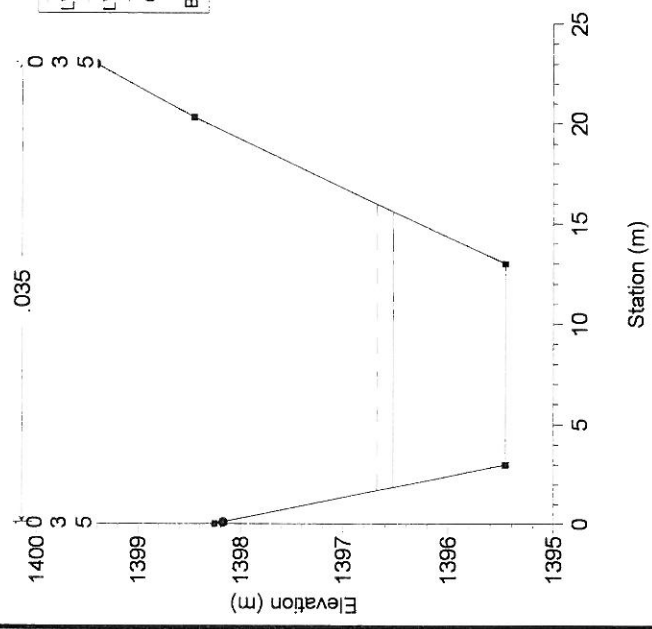
Reach = doram1 Riv Sta = 330



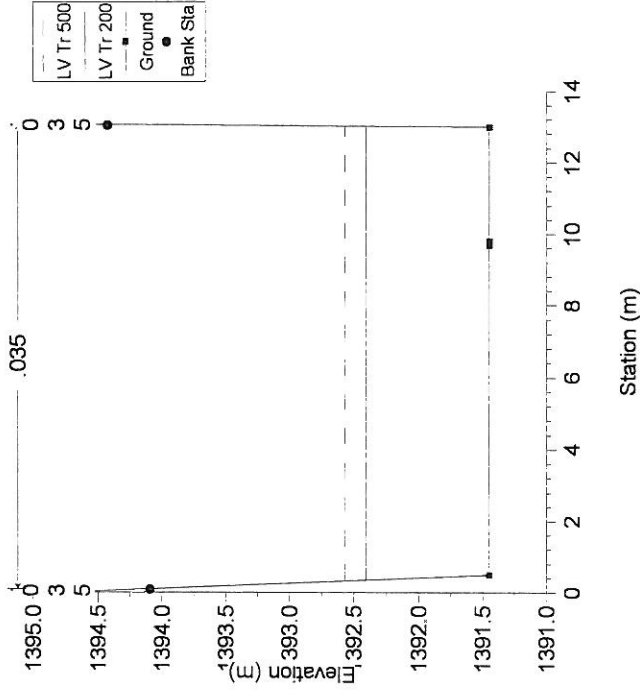
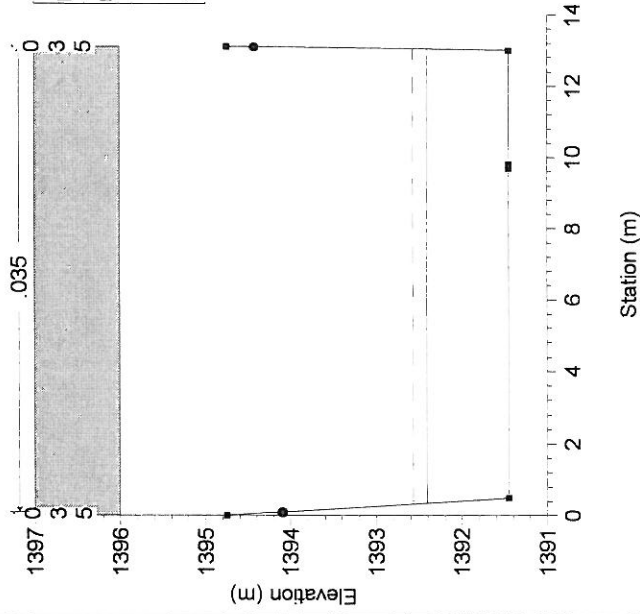
Reach = doram1 Riv Sta = 320

Reach = doram1 Riv Sta = 310

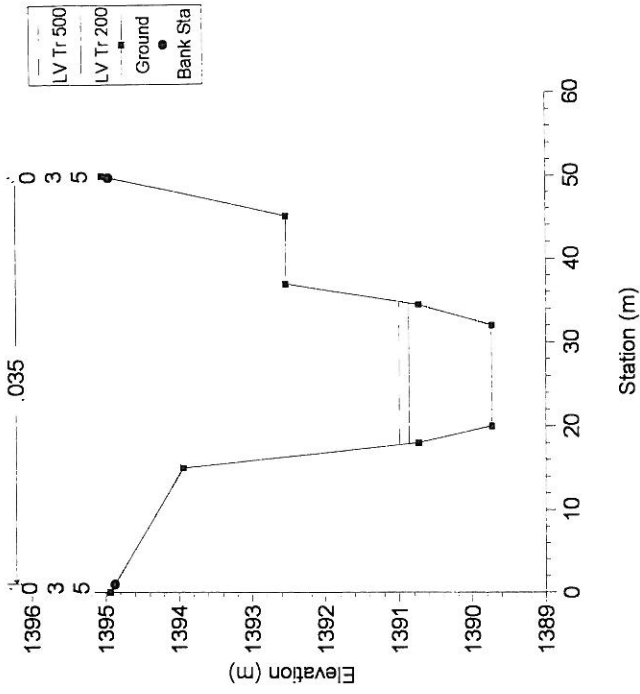
Reach = doram1 Upstream Inside Riv Sta = 307



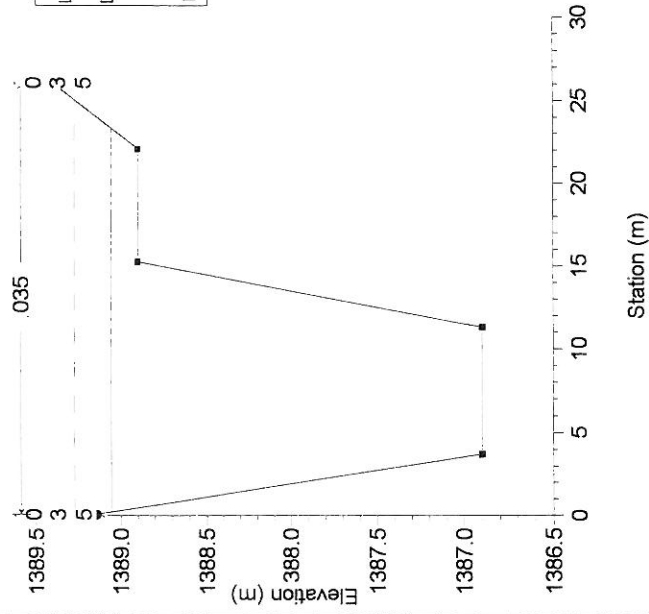
each = doram1 Downstream Inside Riv Sta = 307 Reach = doram1 Riv Sta = 305



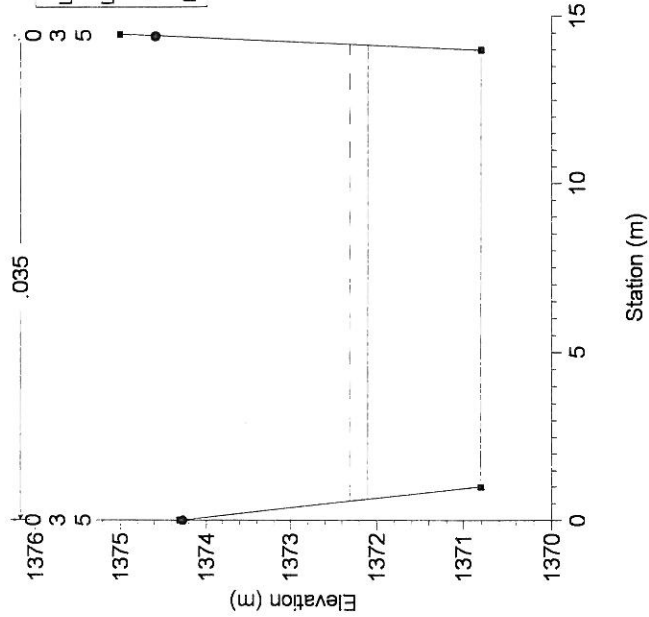
Reach = doram1



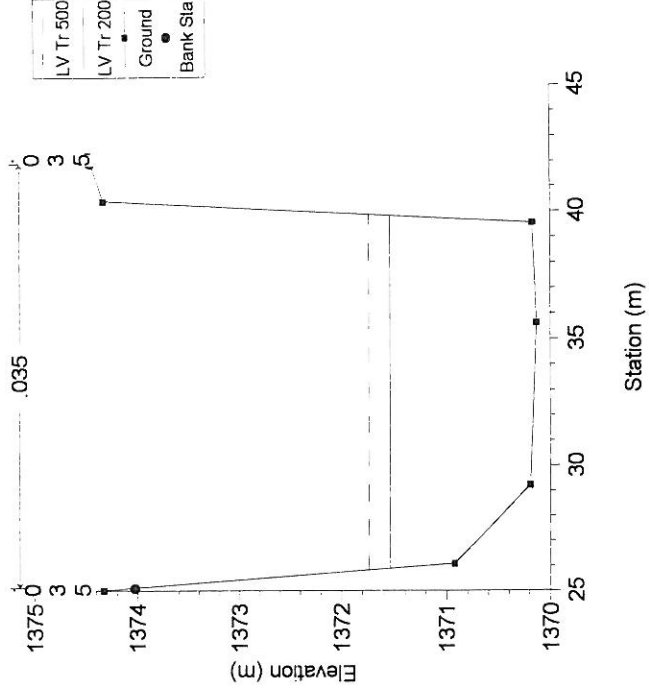
Reach = doram1 Riv Sta = 290



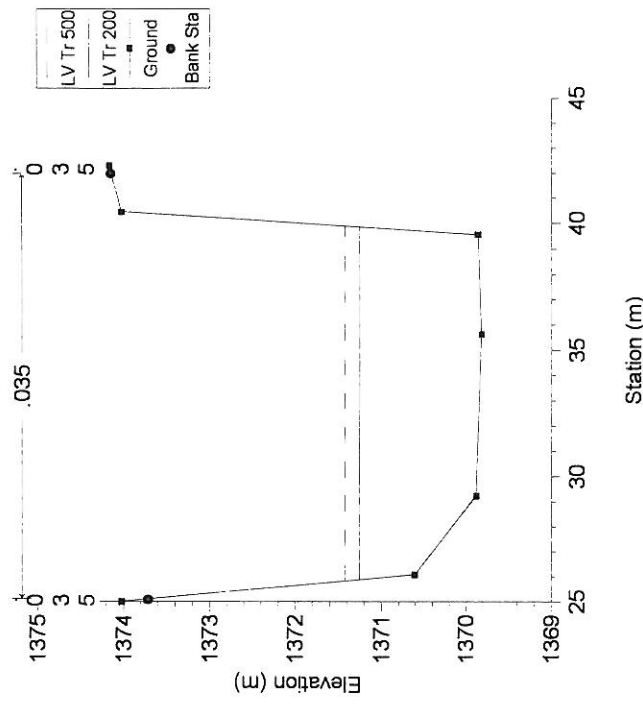
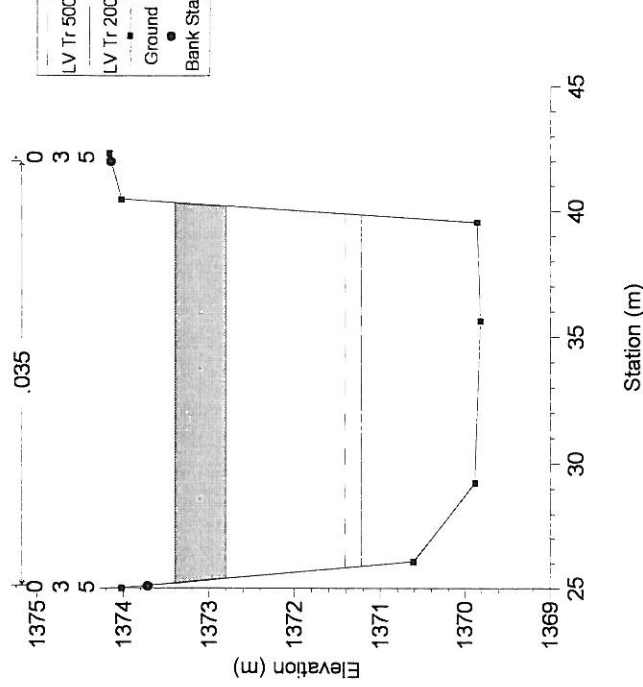
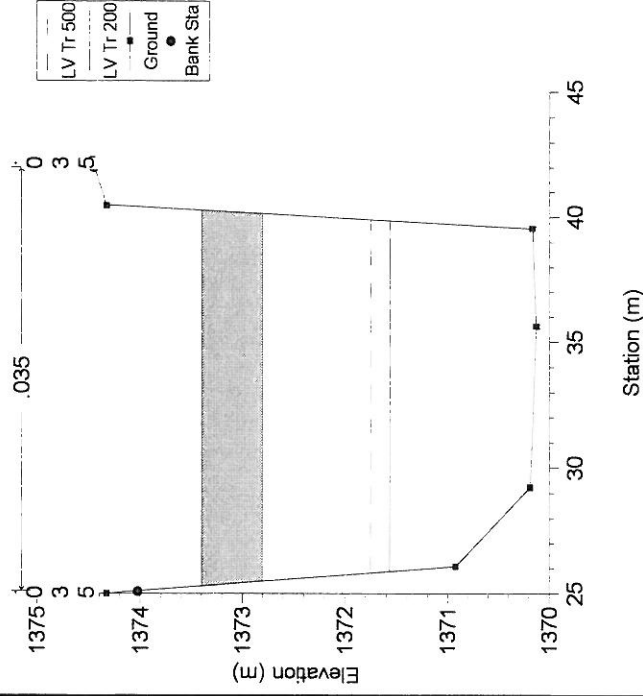
Reach = doram1 Riv Sta = 280



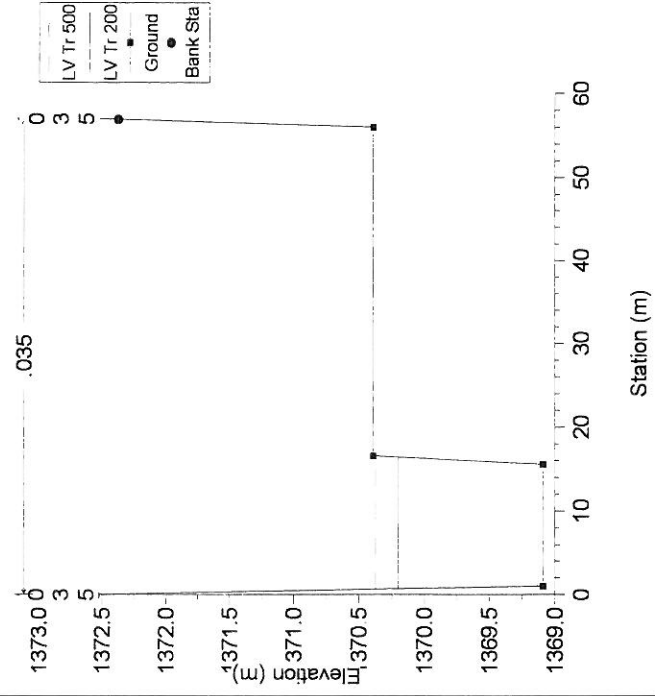
Reach = doram1 Riv Sta = 270



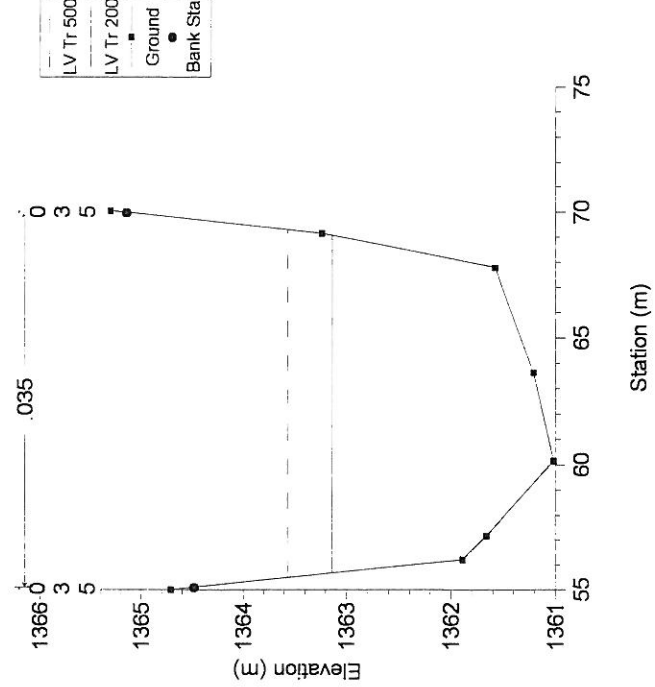
Reach = doram1 Upstream Inside Riv Sta = 265 Downstream Inside Riv Sta = 260 Reach = doram1 Riv Sta = 260



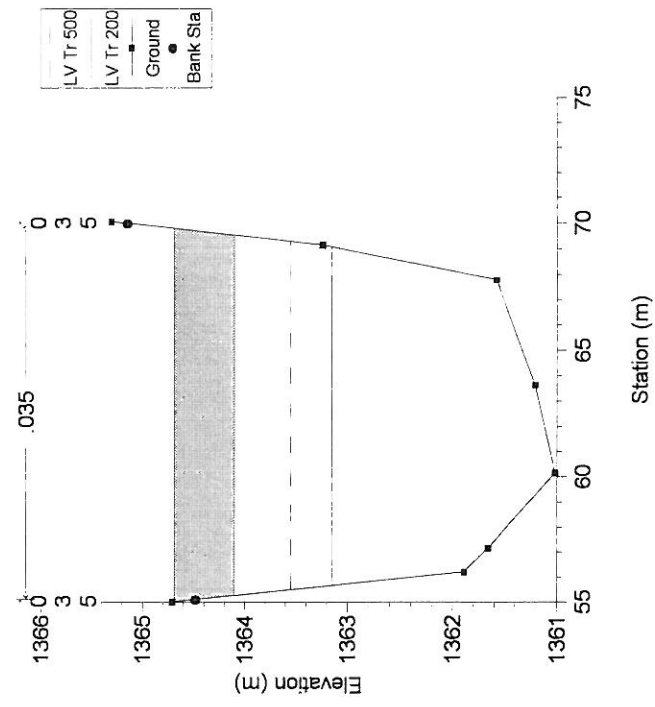
Reach = doram1 Riv Sta = 255



Reach = doram1 Riv Sta = 250



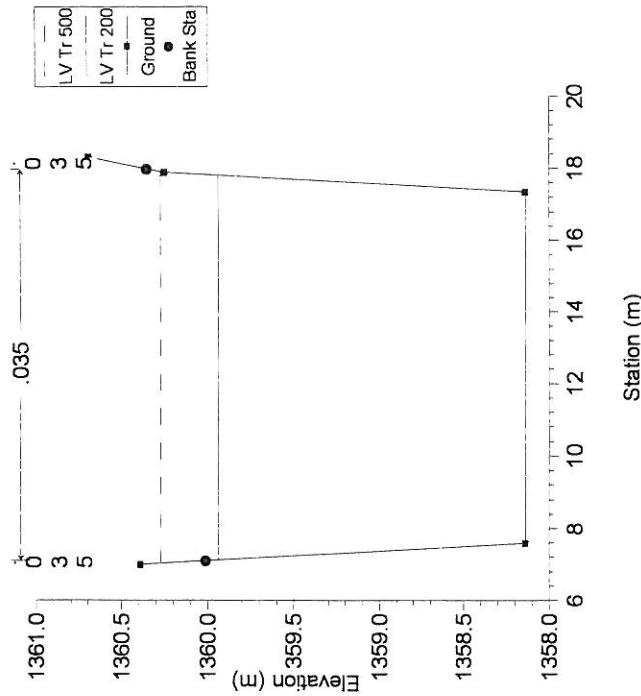
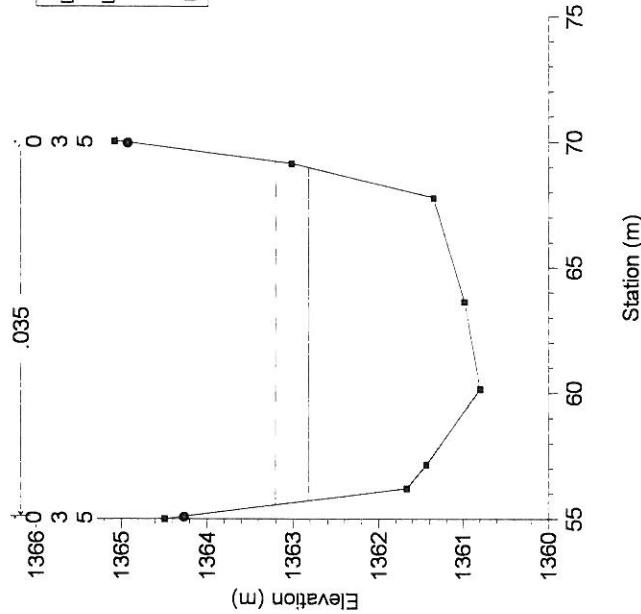
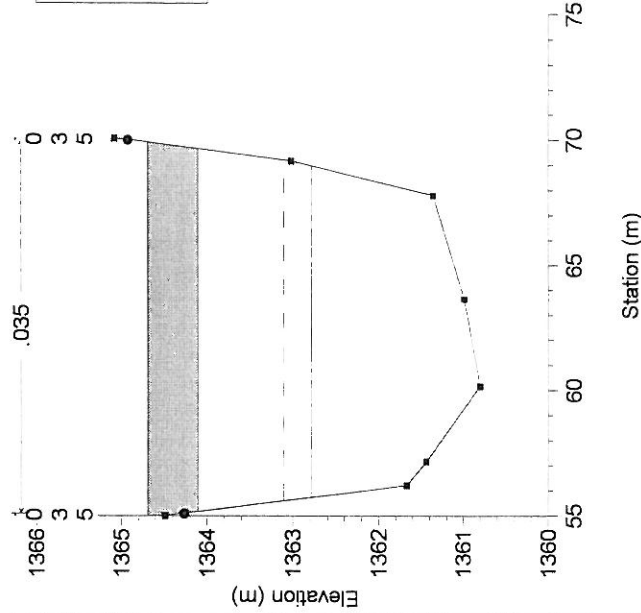
Reach = doram1 Upstream Inside Riv Sta = 248



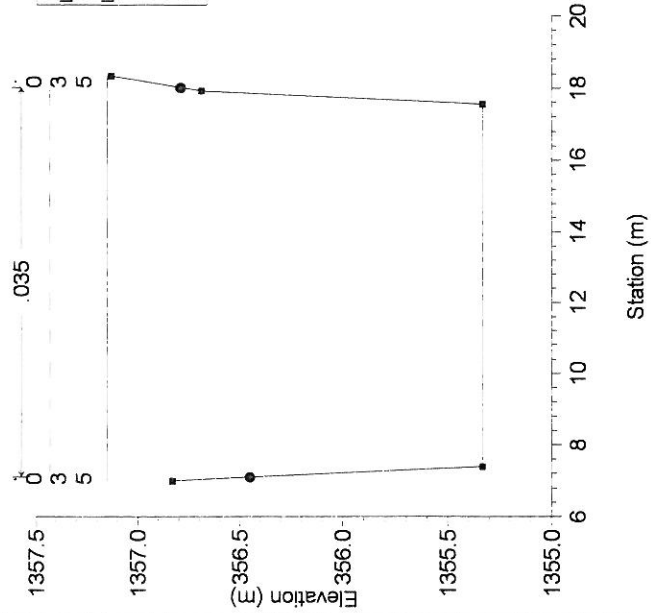
each = doram1 Downstream Inside Riv Sta = 248

Reach = doram1 Riv Sta = 245

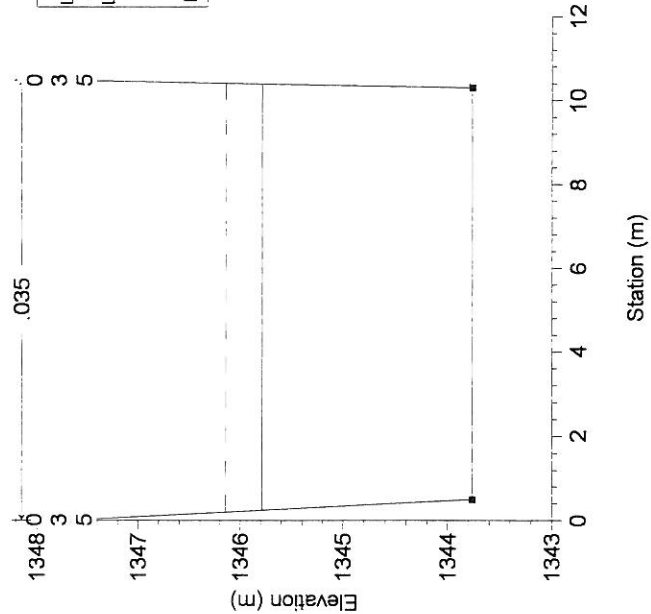
Reach = doram1 Riv Sta = 240



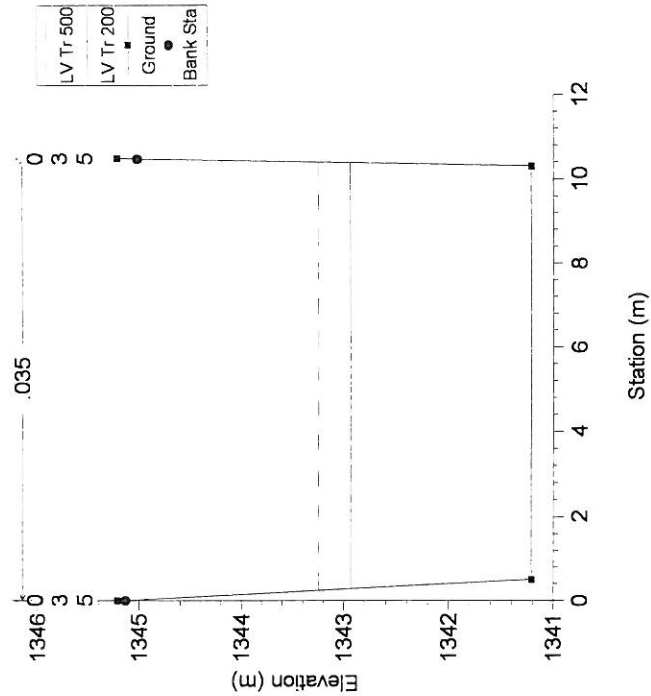
Reach = doram1 Riv Sta = 230



Reach = doram1 Riv Sta = 220

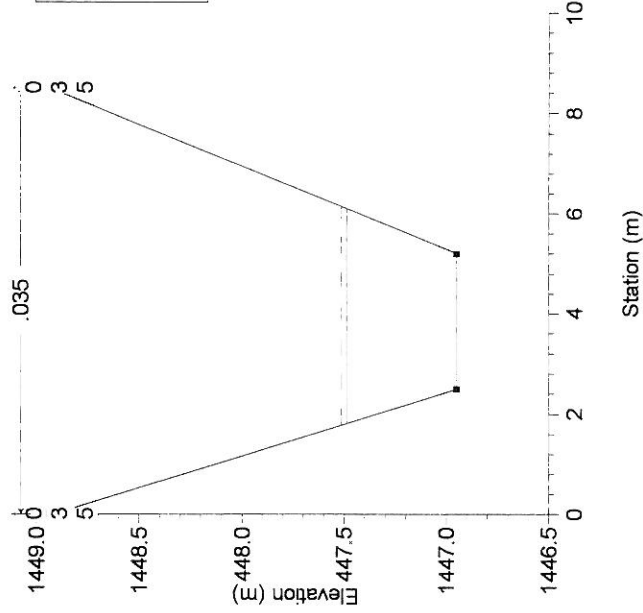


Reach = doram1 Riv Sta = 210

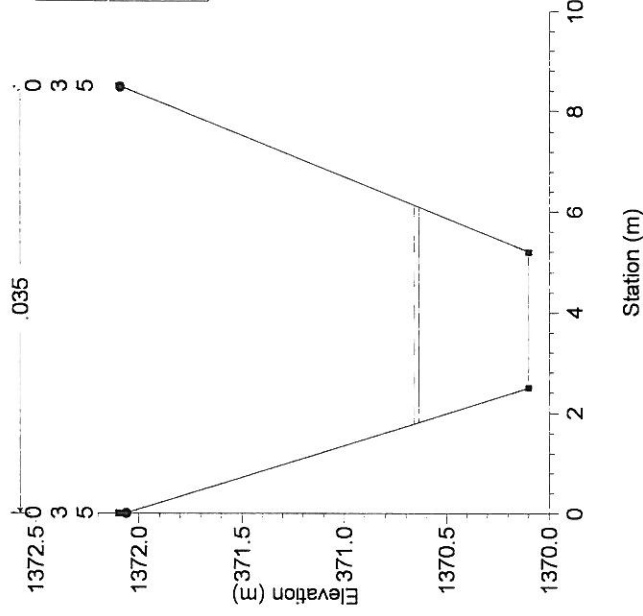


SEZIONI OUTPUT MODELLO HEC RAS
TRATTO FOSSE

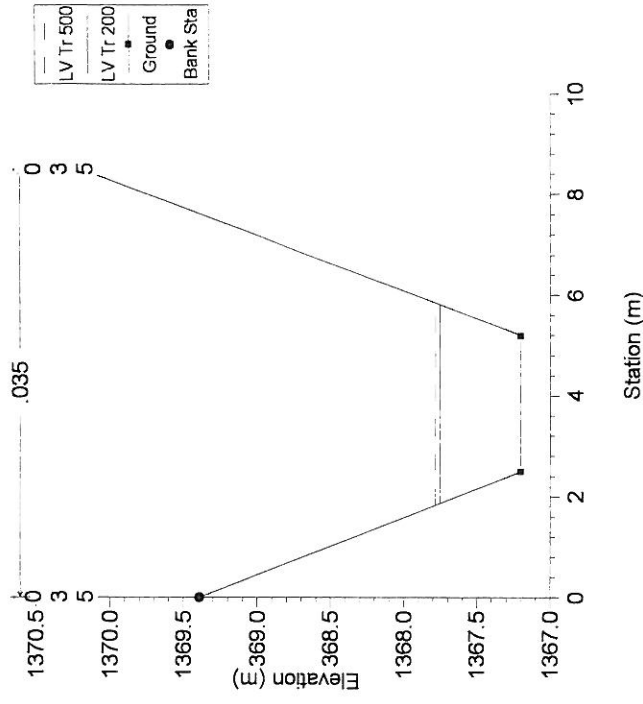
Reach = fosse Riv Sta = 100



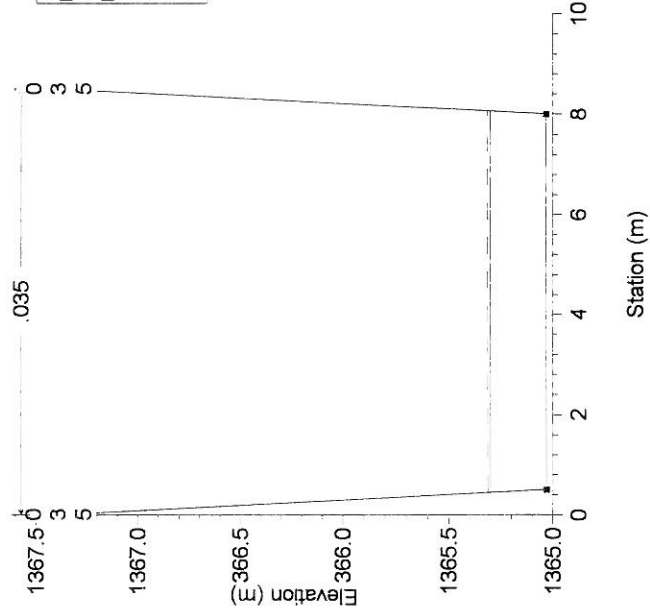
Reach = fosse Riv Sta = 95



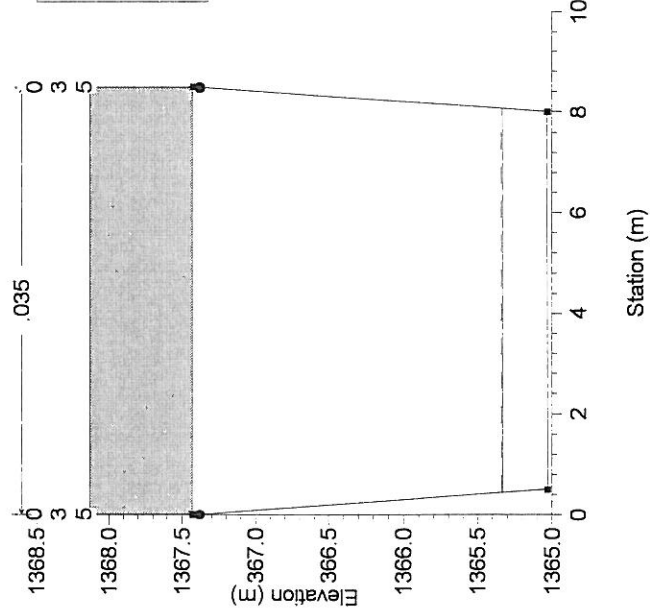
Reach = fosse Riv Sta = 90



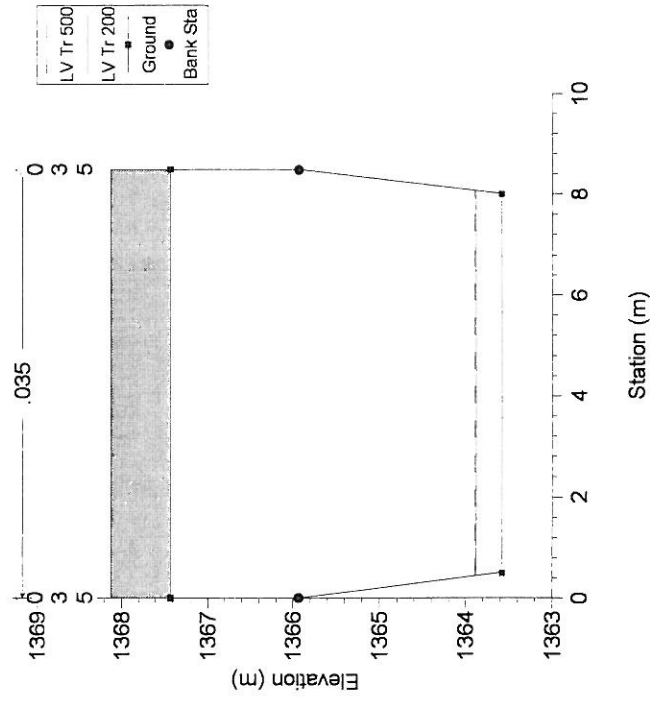
Reach = fosse Riv Sta = 85



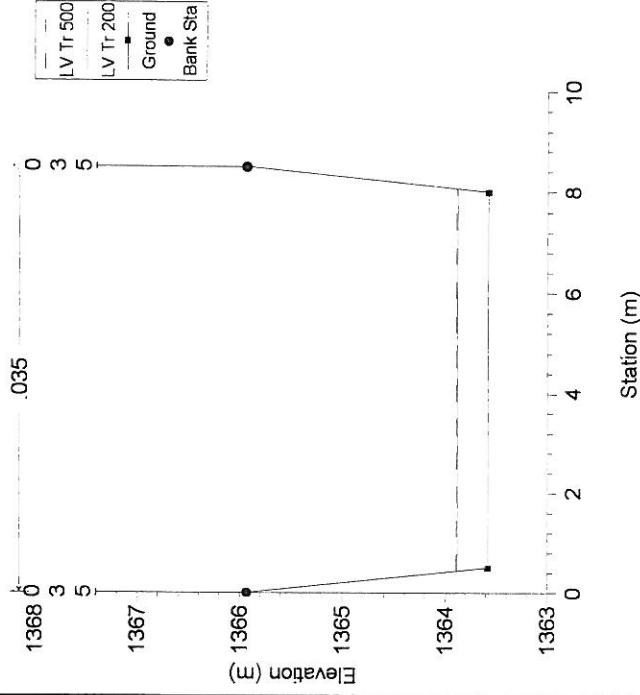
Reach = fosse Upstream Inside Riv Sta = 83



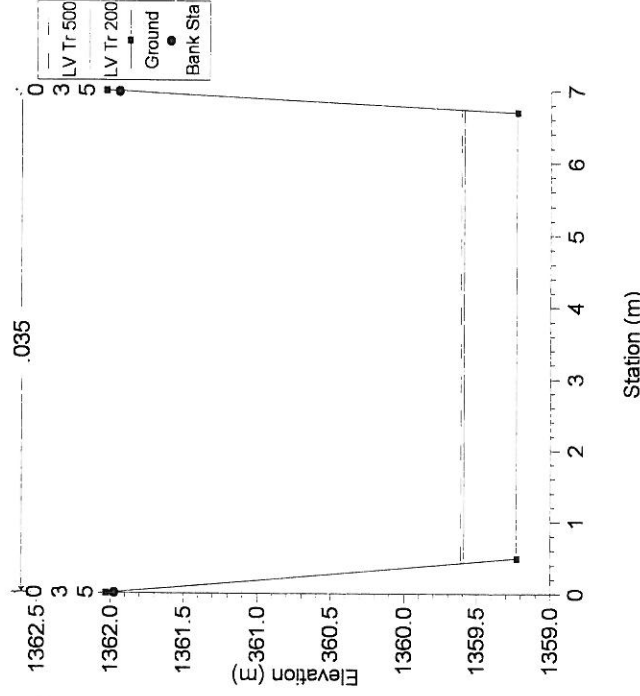
Reach = fosse Downstream Inside Riv Sta = 83



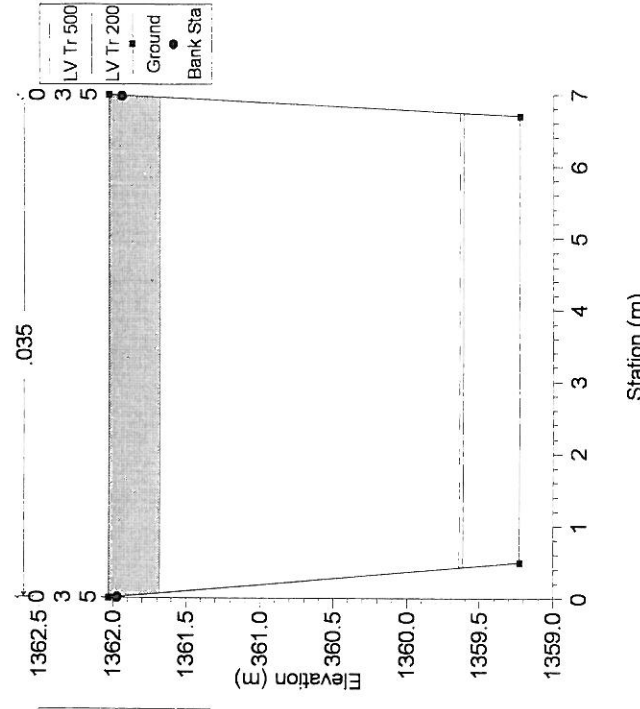
Reach = fosse Riv Sta = 80



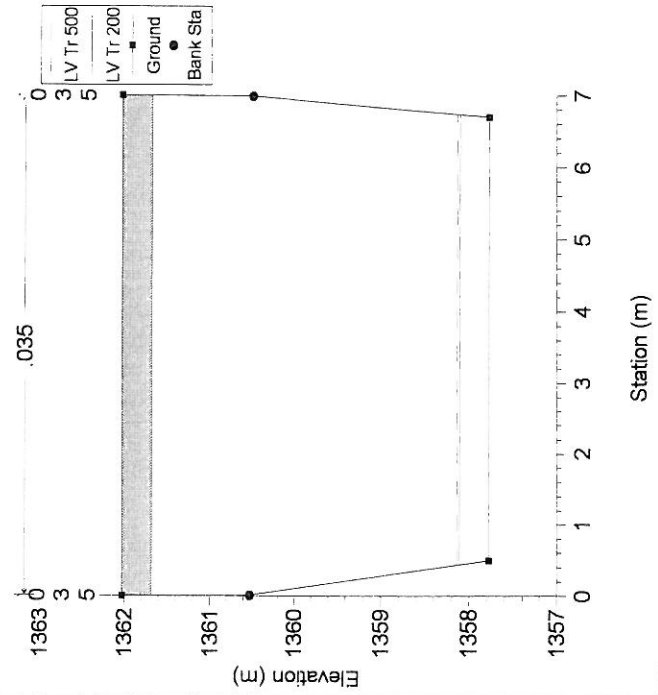
Reach = fosse Riv Sta = 75



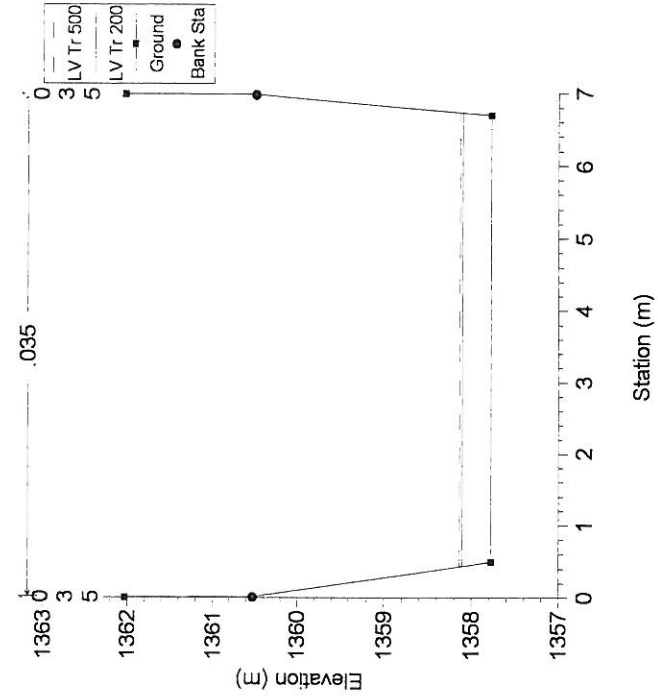
Reach = fosse Upstream Inside Riv Sta = 73



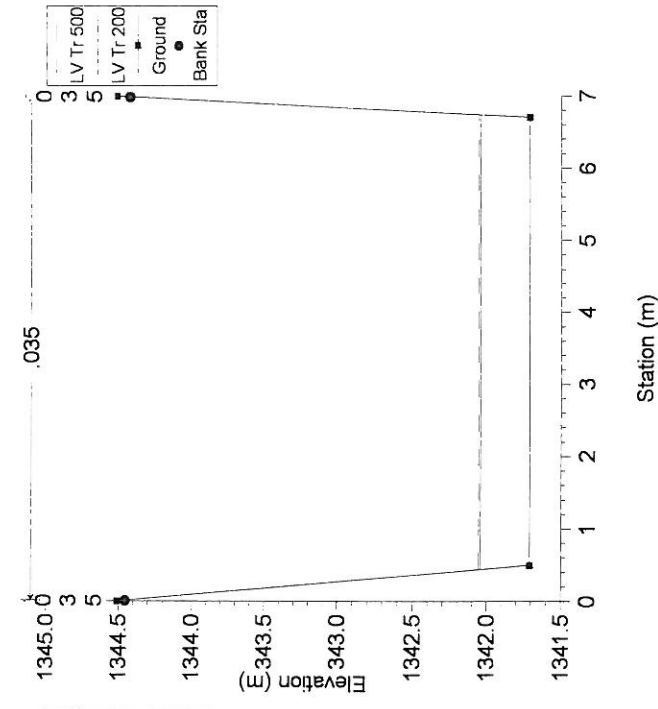
Reach = fosse Downstream Inside Riv Sta = 73



Reach = fosse Riv Sta = 70

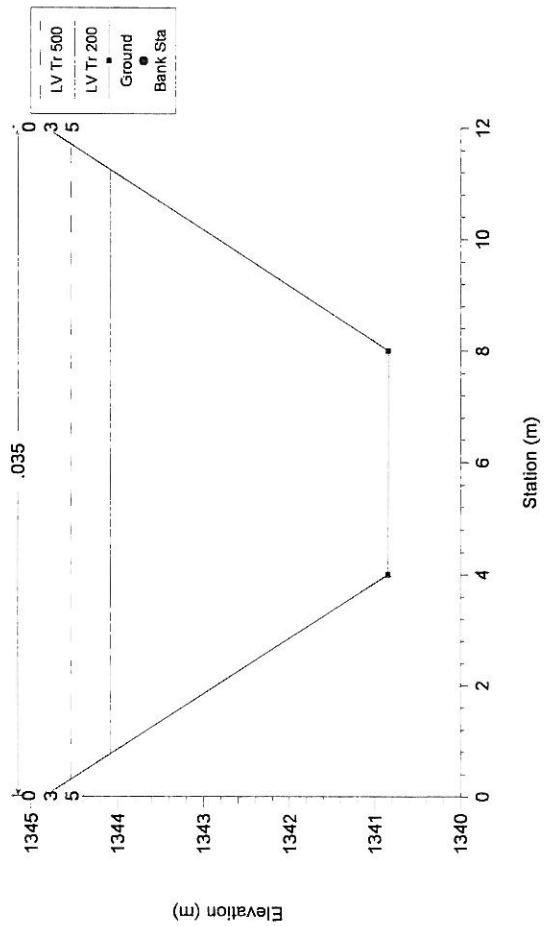


Reach = fosse Riv Sta = 65

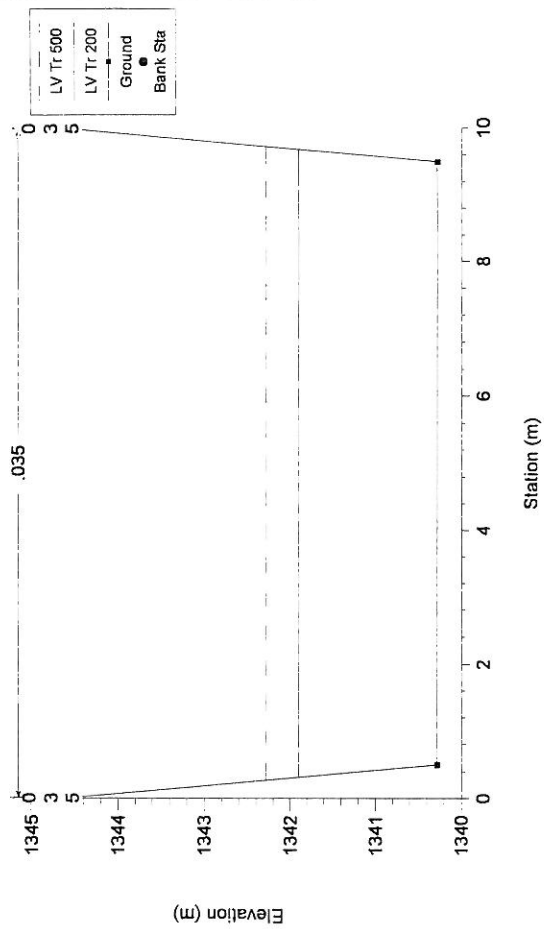


SEZIONI OUTPUT MODELLO HEC RAS
TRATTO DORA M2

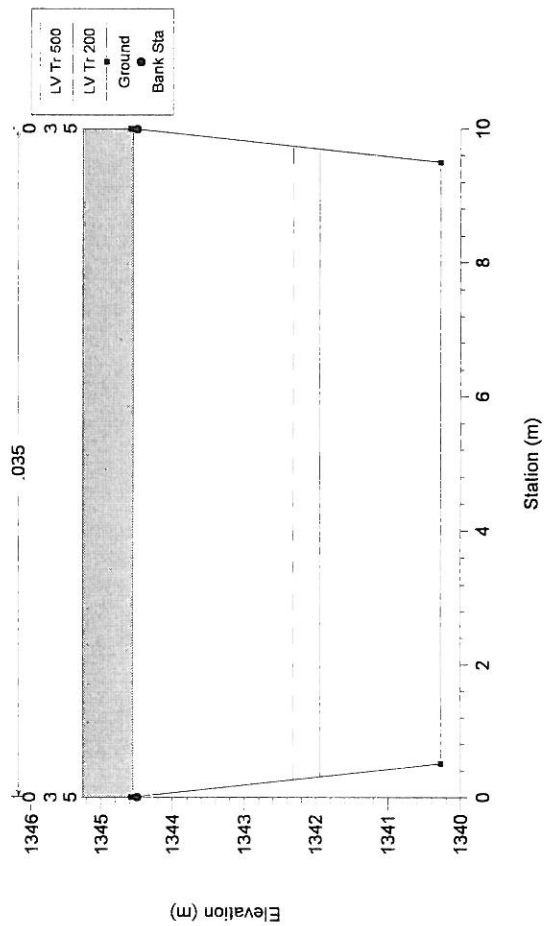
Reach = doram2 Riv Sta = 100



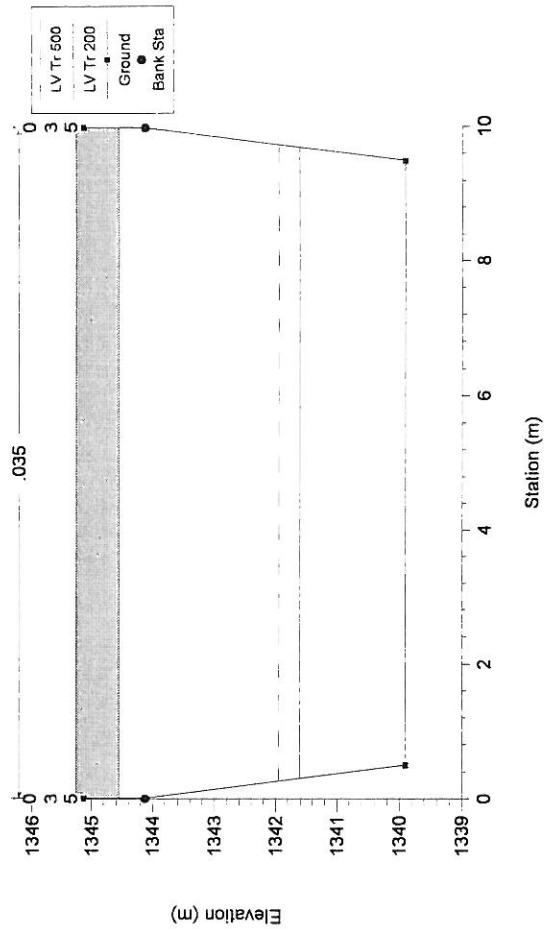
Reach = doram2 Riv Sta = 95



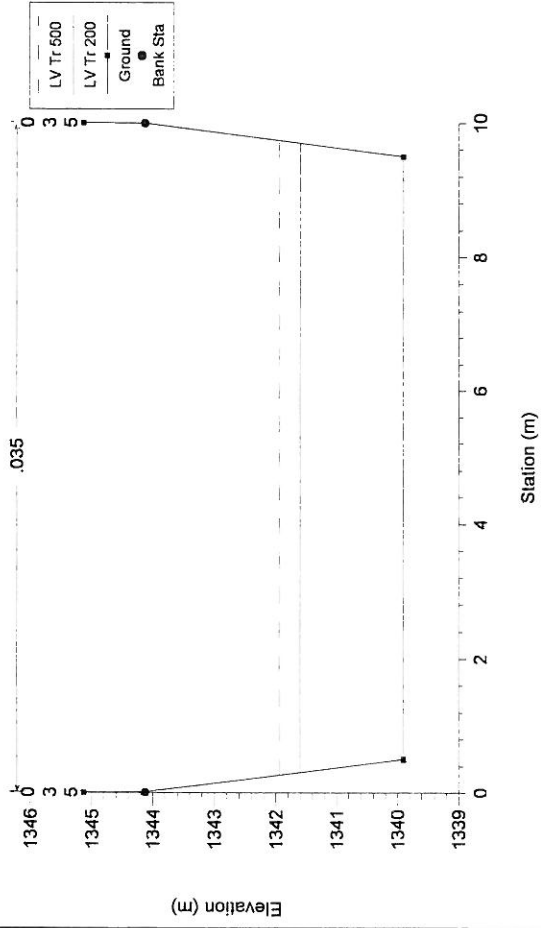
Reach = doram2 Upstream Inside Riv Sta = 93



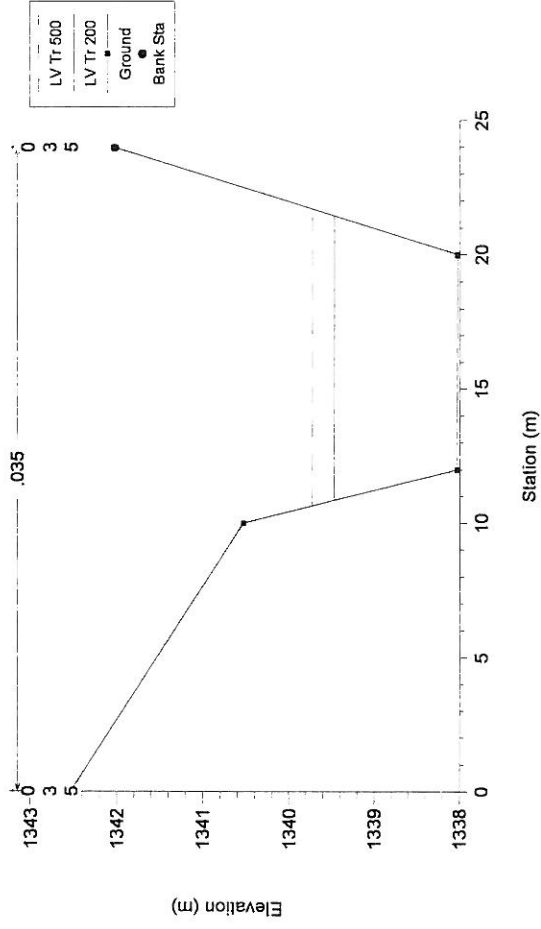
Reach = doram2 Downstream Inside Riv Sta = 93



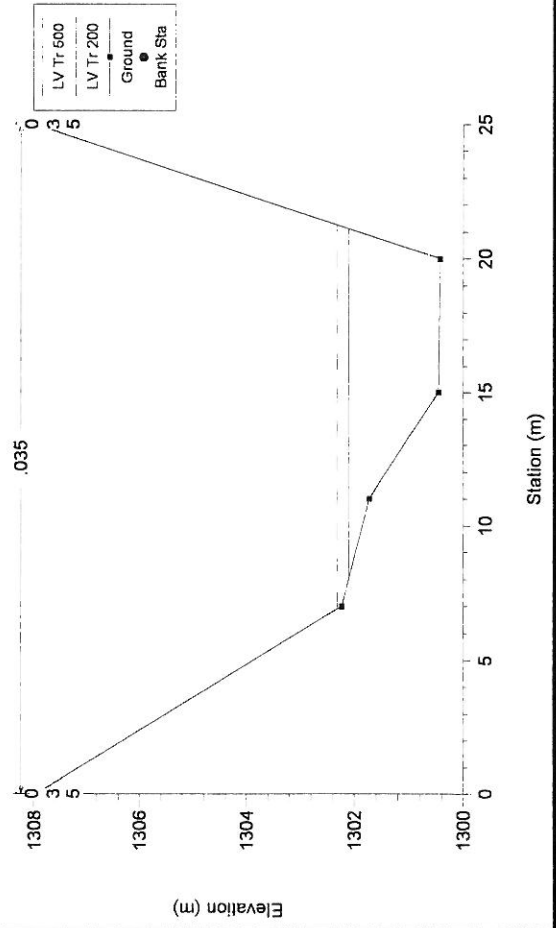
Reach = doram2 Riv Sta = 90



Reach = doram2 Riv Sta = 80

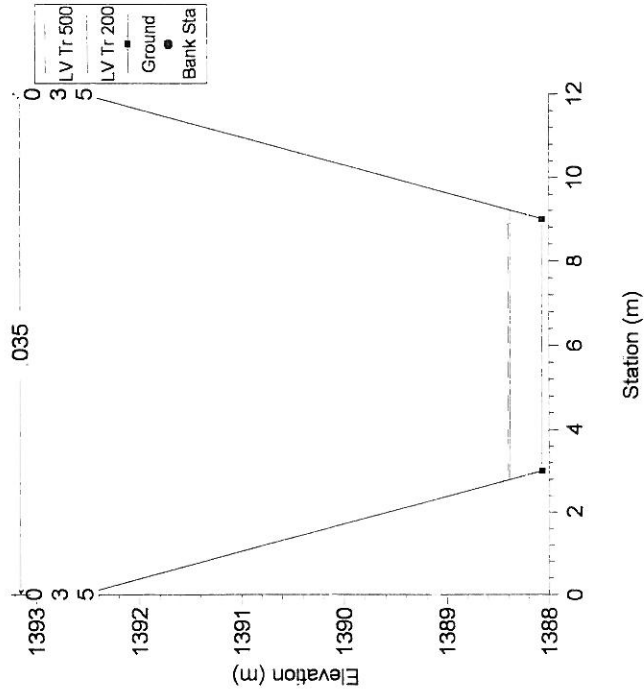


Reach = doram2 Riv Sta = 70

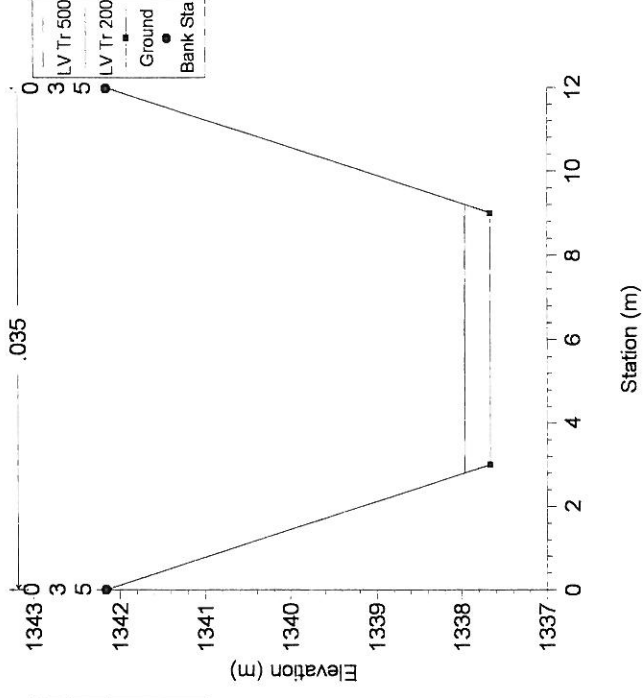


SEZIONI OUTPUT MODELLO HEC RAS
TRATTO SAGNE

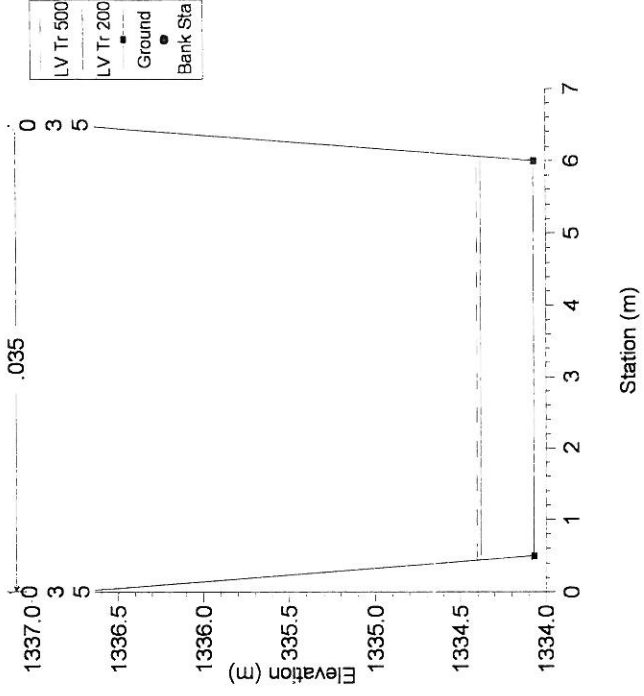
Reach = sagne Riv Sta = 110



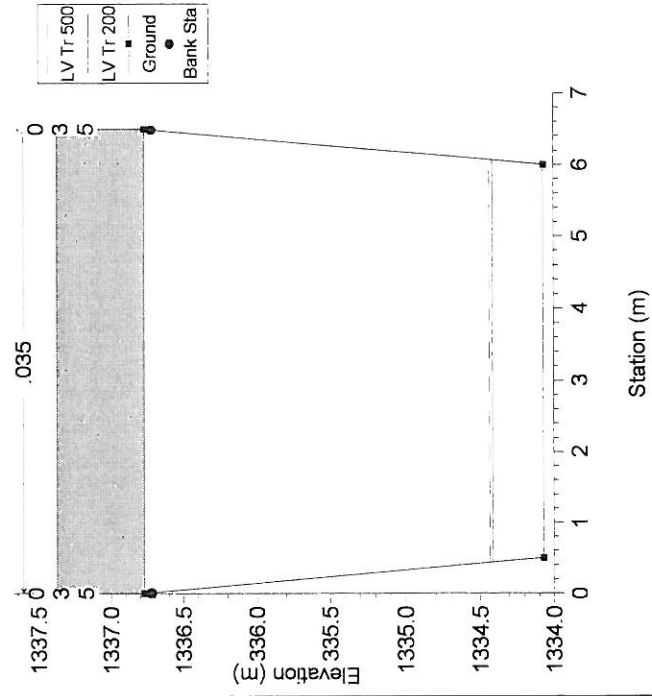
Reach = sagne Riv Sta = 100



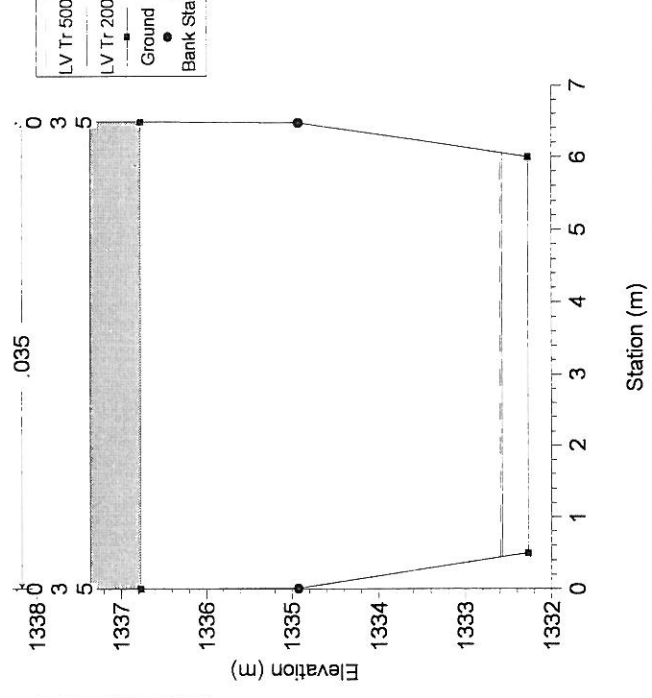
Reach = sagne Riv Sta = 90



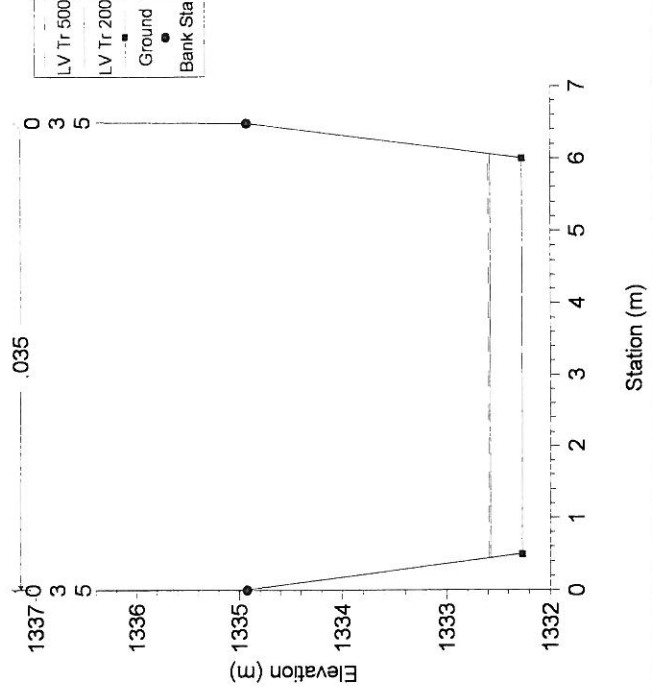
Reach = sagne Upstream Inside Riv Sta = 87



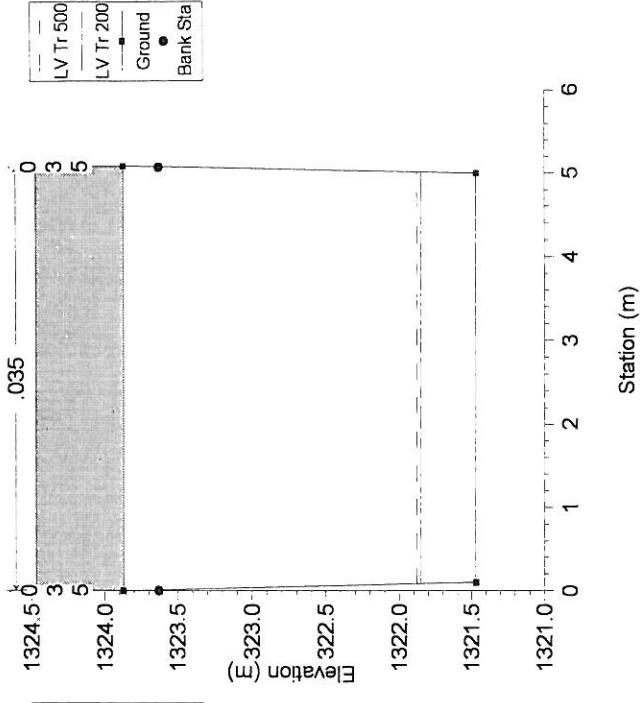
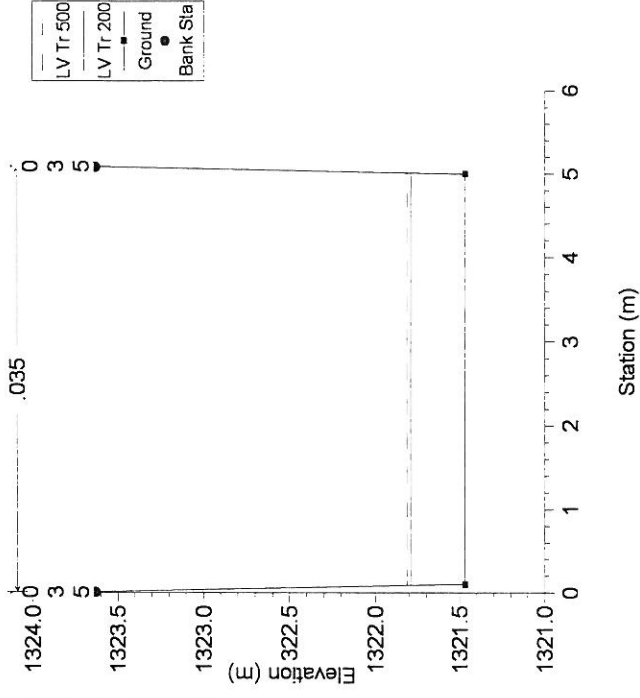
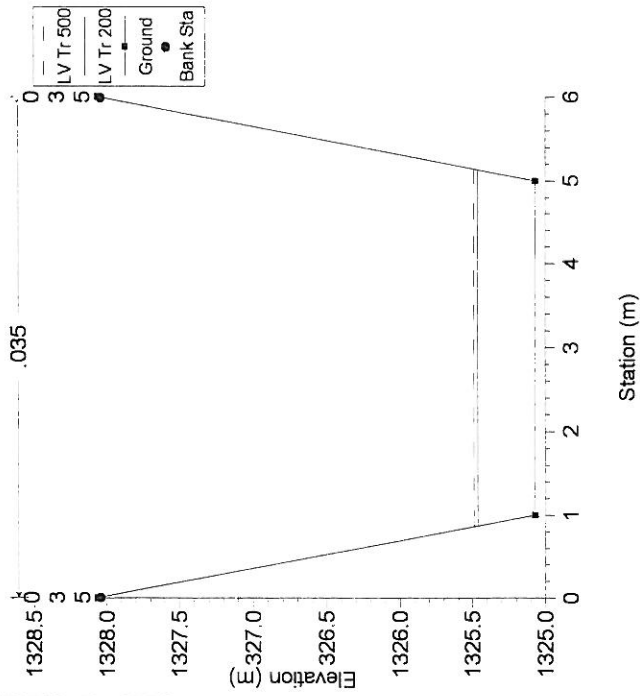
Reach = sagne Downstream Inside Riv Sta = 87



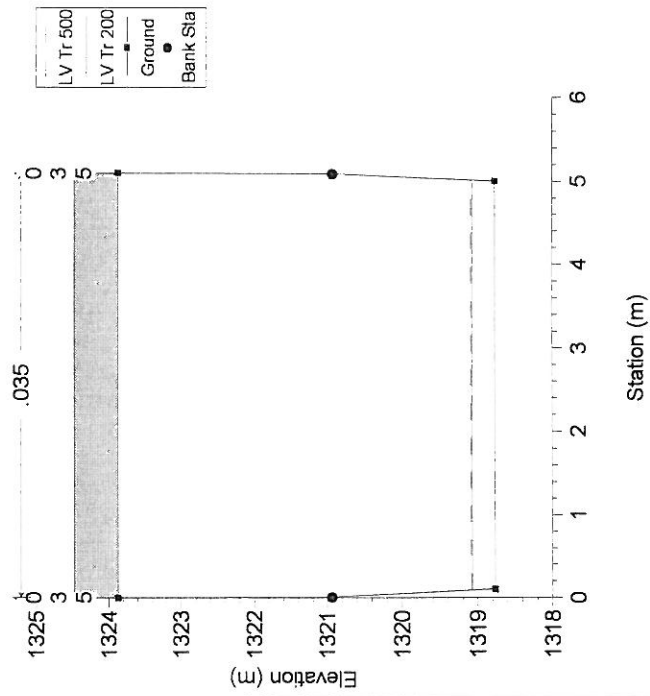
Reach = sagne Riv Sta = 85



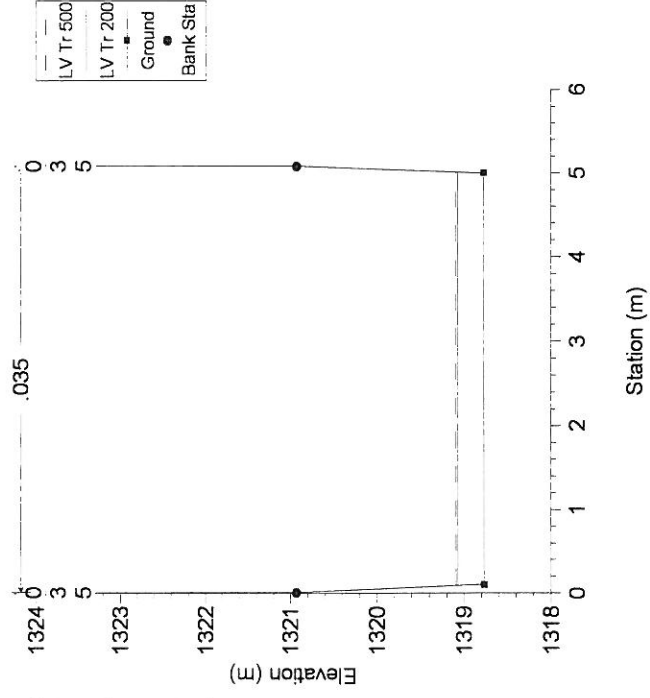
Reach = sagne Riv Sta = 80 Reach = sagne Riv Sta = 70 Reach = sagne Upstream Inside Riv Sta = 68



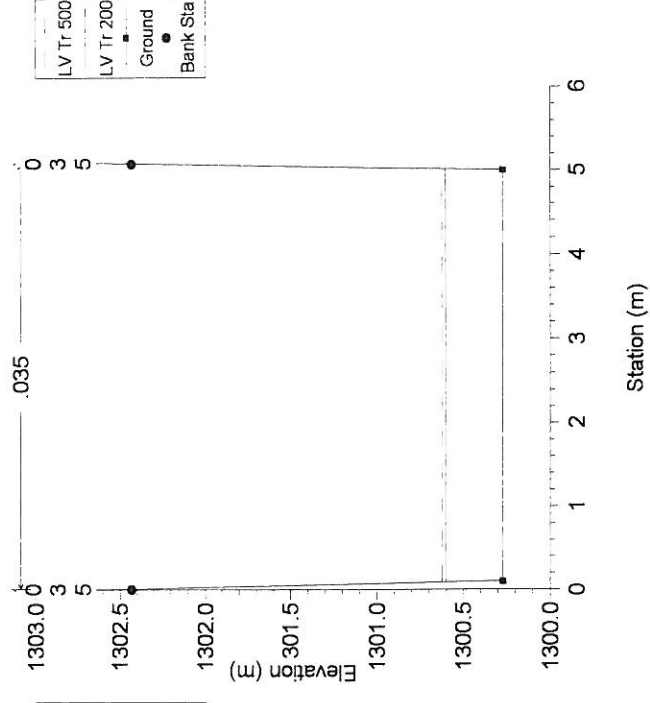
Reach = sagne Downstream Inside Riv Sta = 68



Reach = sagne Riv Sta = 65

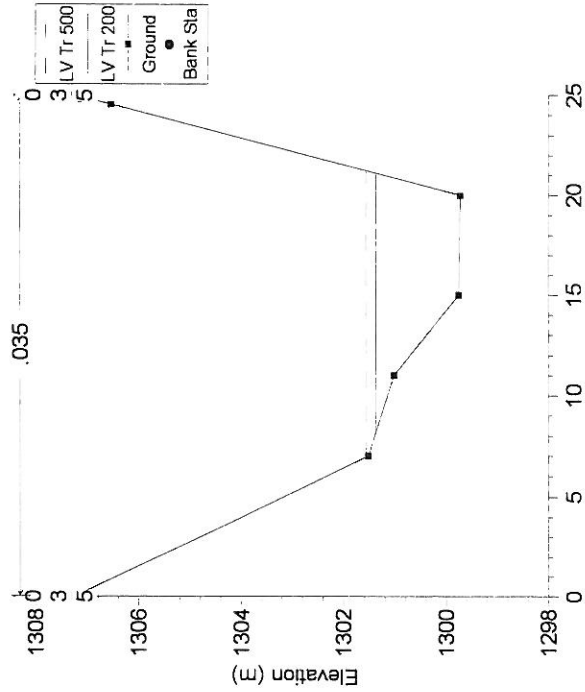


Reach = sagne Riv Sta = 60

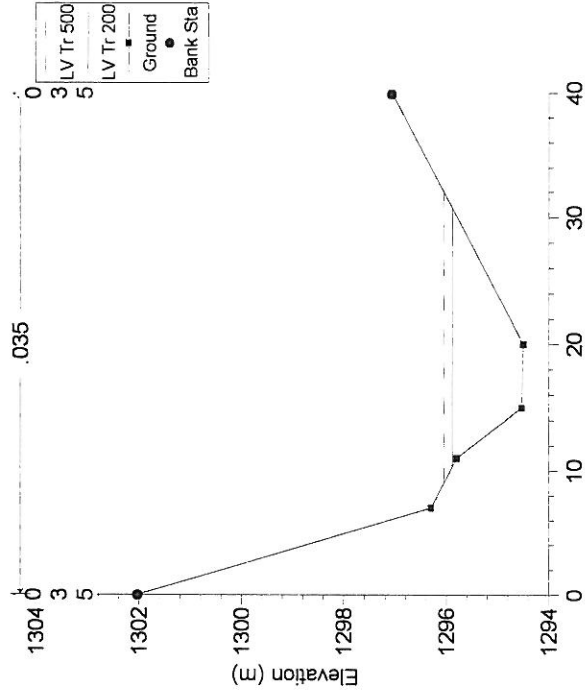


SEZIONI OUTPUT MODELLO HEC RAS
TRATTO DORA M3

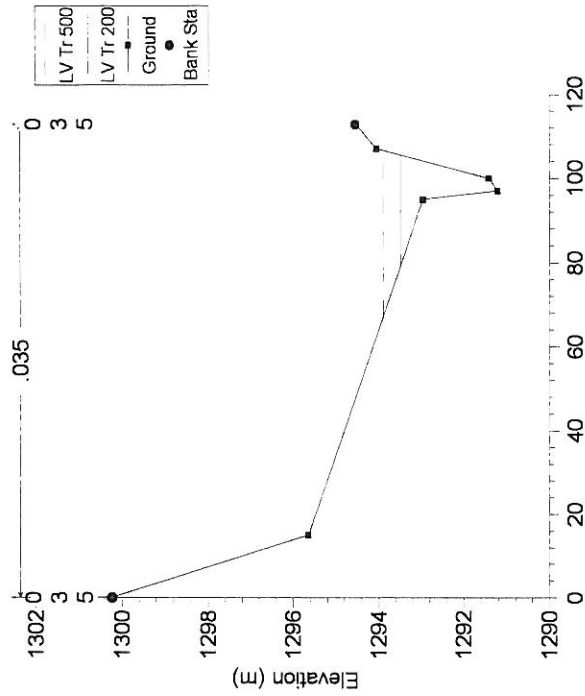
Reach = doram3 Riv Sta = 140



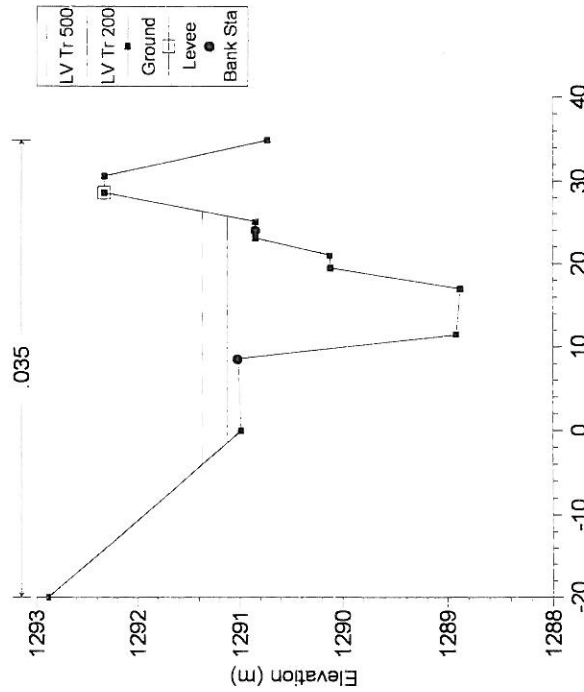
Reach = doram3 Riv Sta = 130



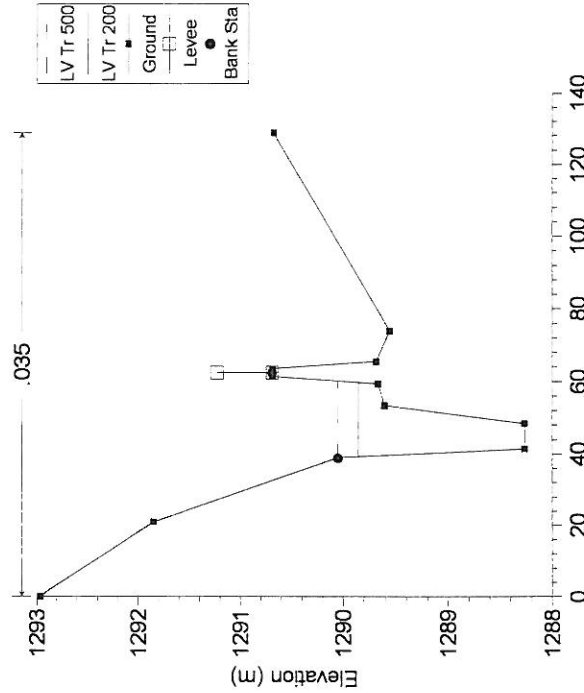
Reach = doram3 Riv Sta = 125



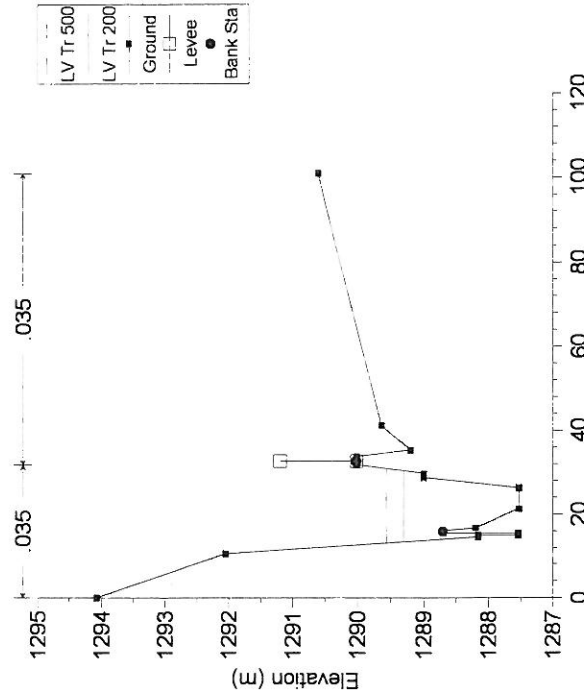
Reach = doram3 Riv Sta = 120



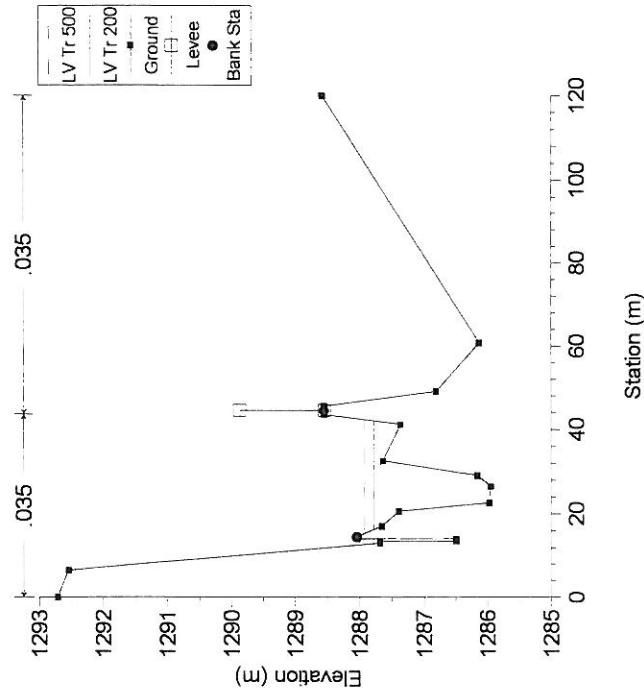
Reach = doram3 Riv Sta = 110



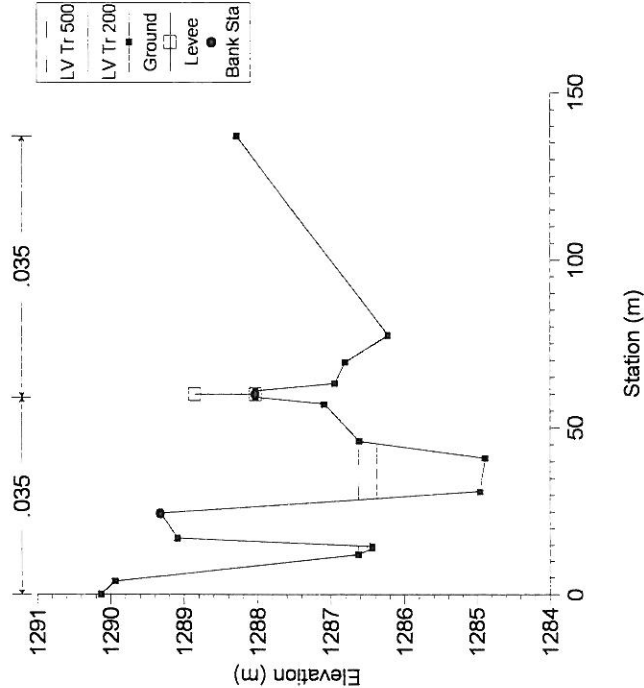
Reach = doram3 Riv Sta = 100



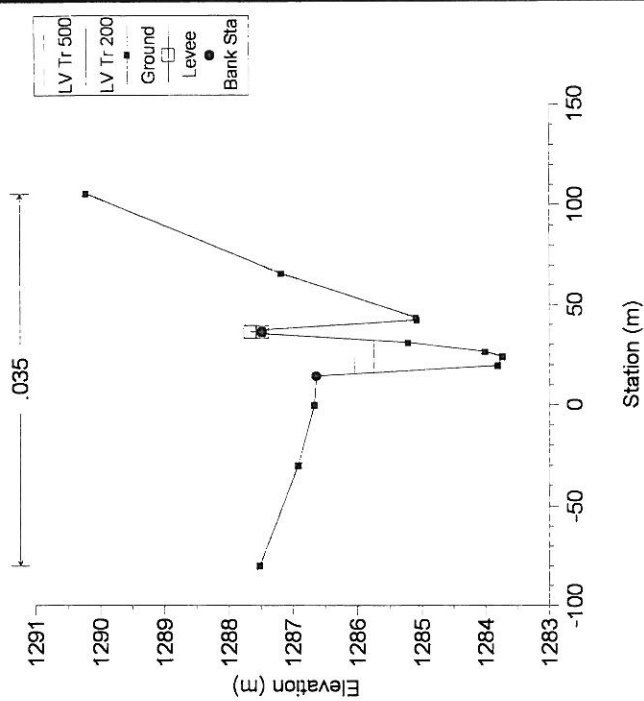
Reach = doram3 Riv Sta = 90



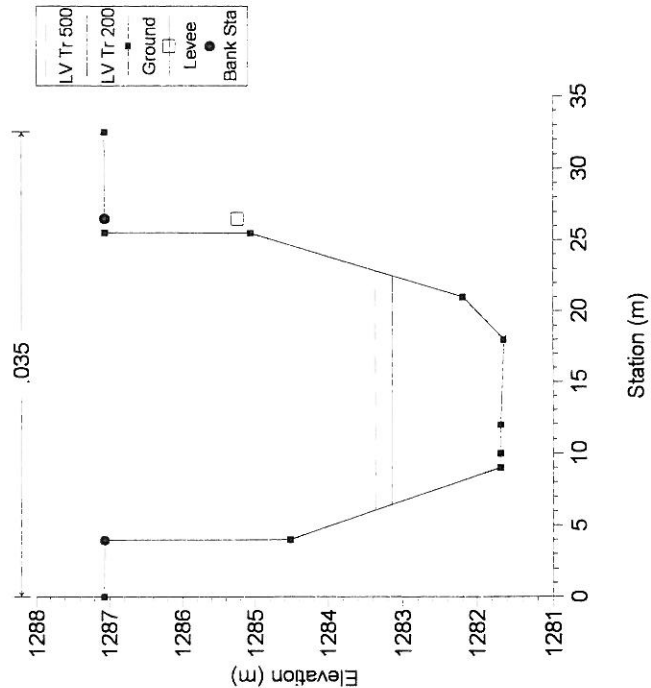
Reach = doram3 Riv Sta = 80



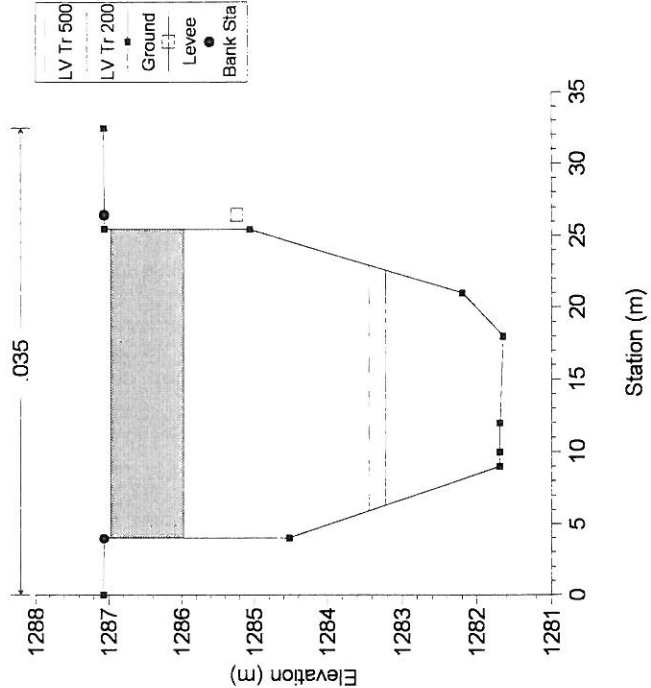
Reach = doram3 Riv Sta = 70



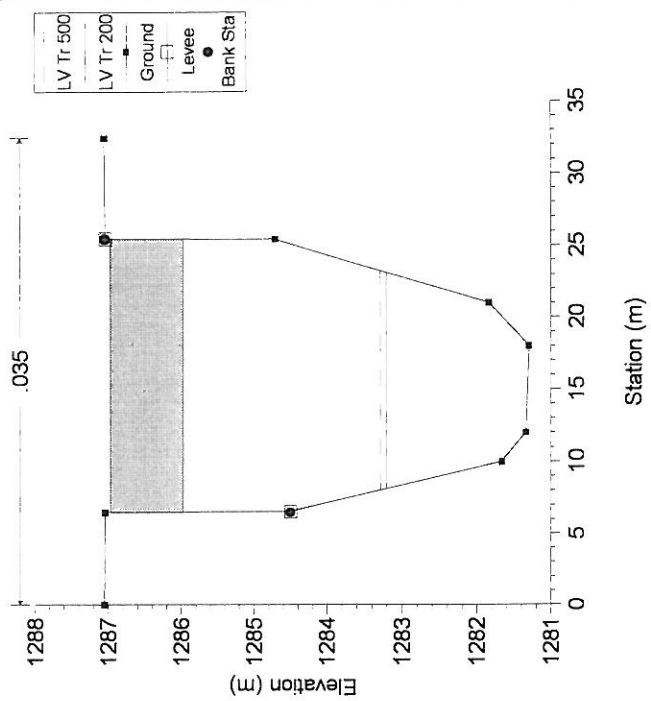
Reach = doram3 Riv Sta = 60



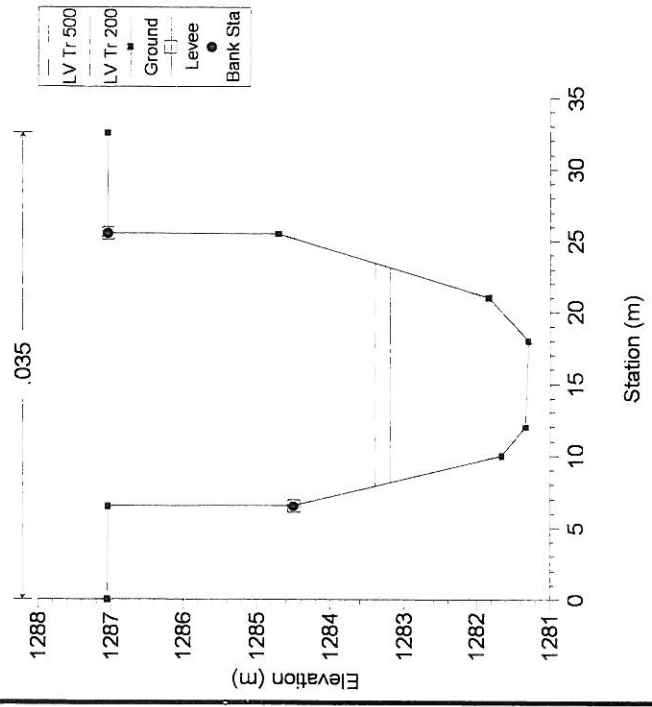
Reach = doram3 Upstream Inside Riv Sta = 60



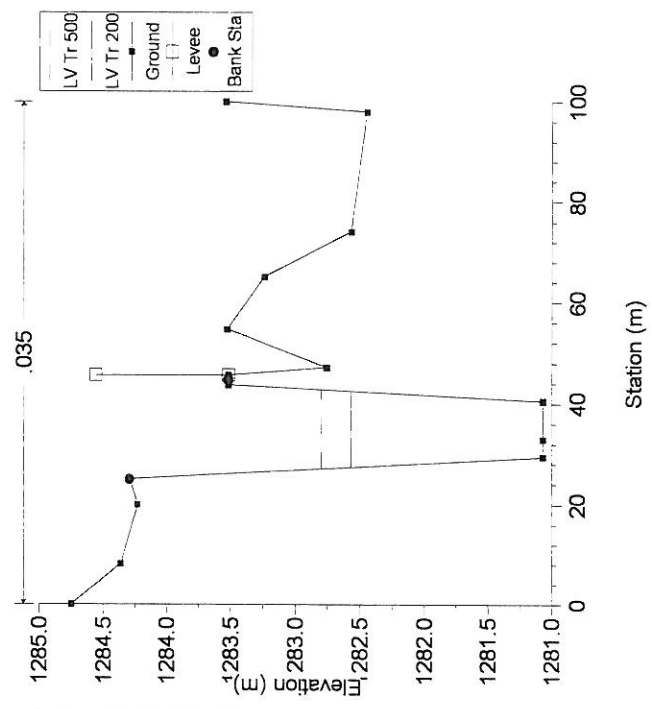
Reach = doram3 Downstream Inside Riv Sta = 59



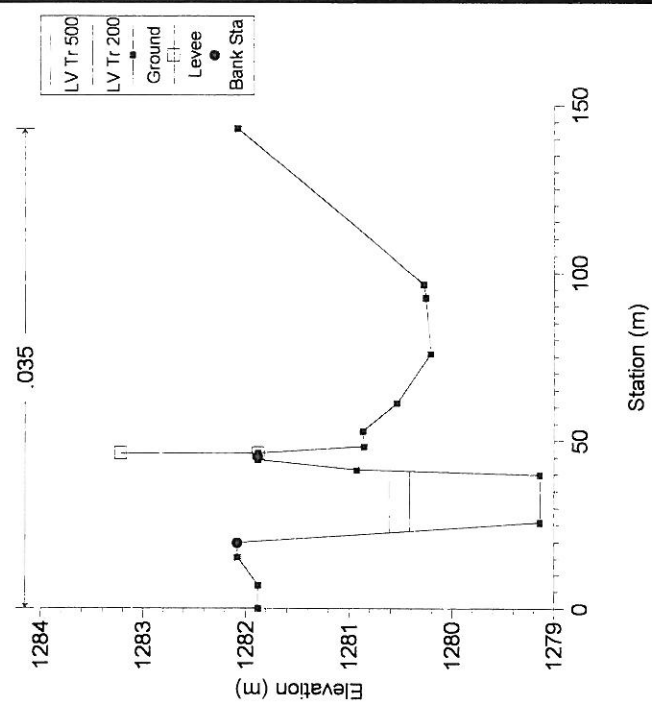
Reach = doram3 Riv Sta = 55



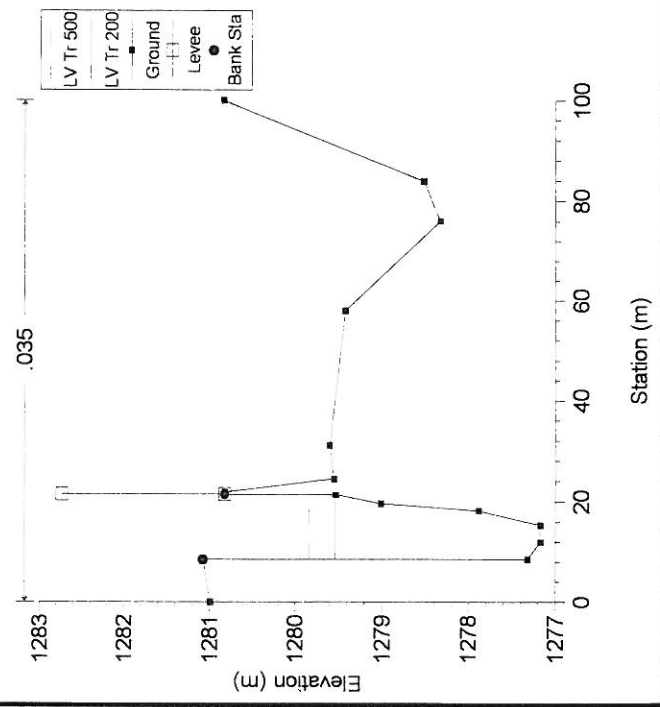
Reach = doram3 Riv Sta = 50



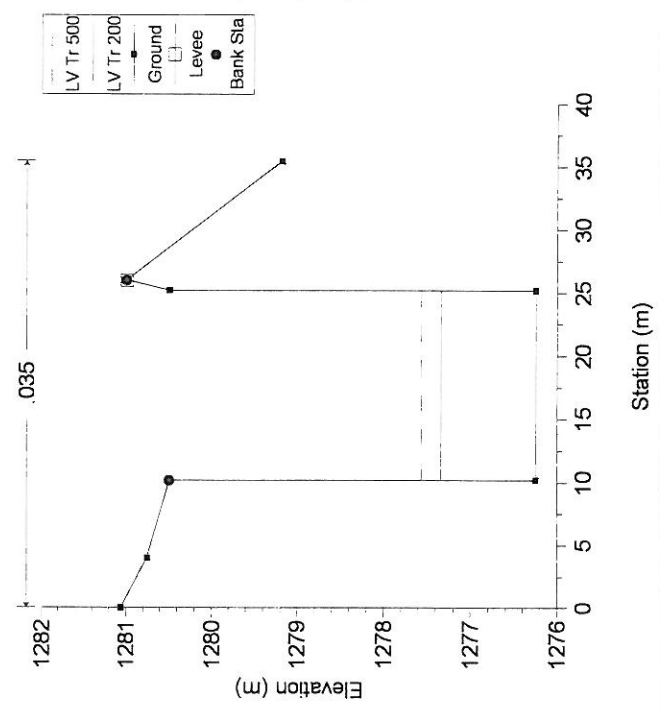
Reach = doram3 Riv Sta = 40



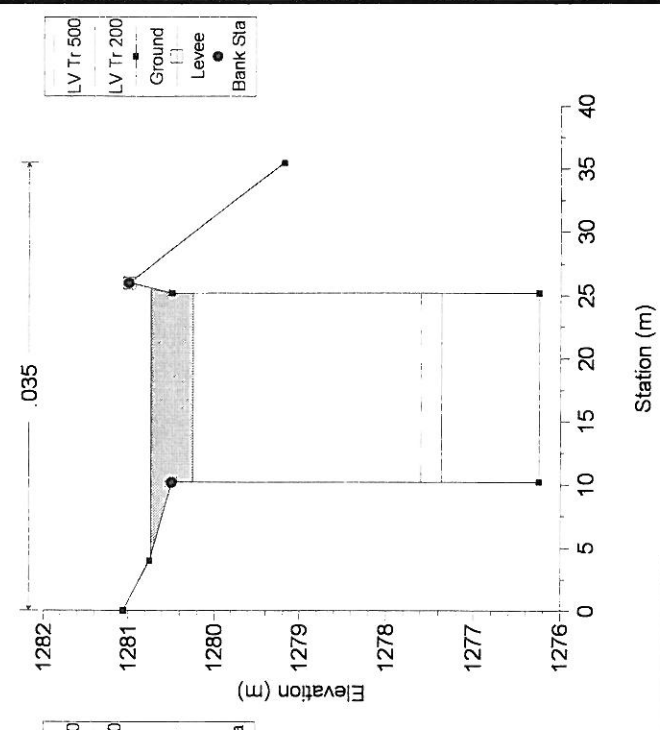
Reach = doram3 Riv Sta = 30



Reach = doram3 Riv Sta = 25

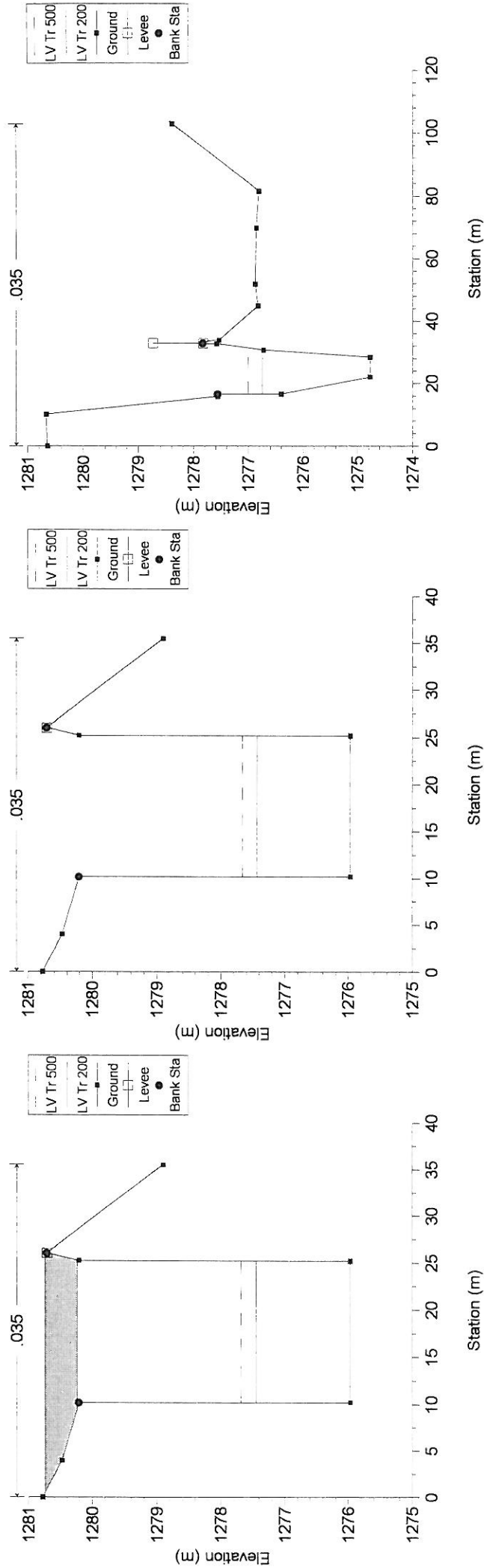


Reach = doram3 Upstream Inside Riv Sta = 24

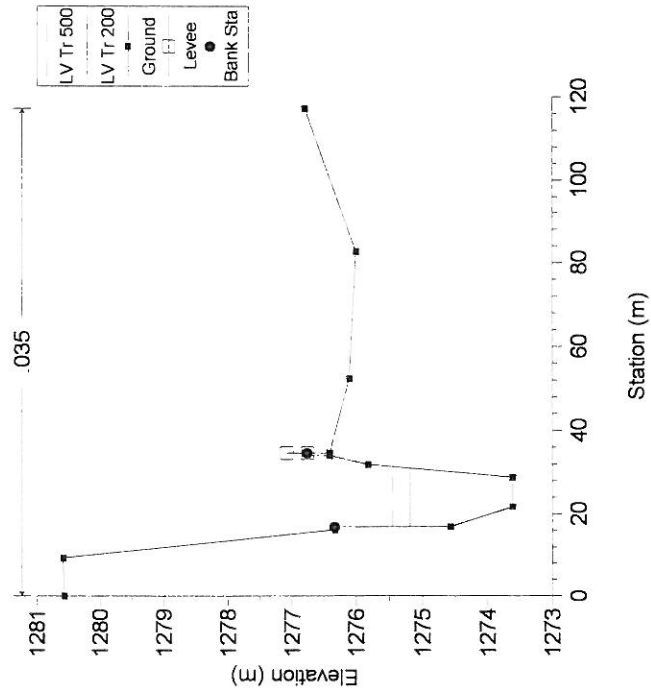


Reach = doram3 Riv Sta = 20 Reach = doram3 Riv Sta = 23 Reach = doram3 Riv Sta = 24

Downstream Inside

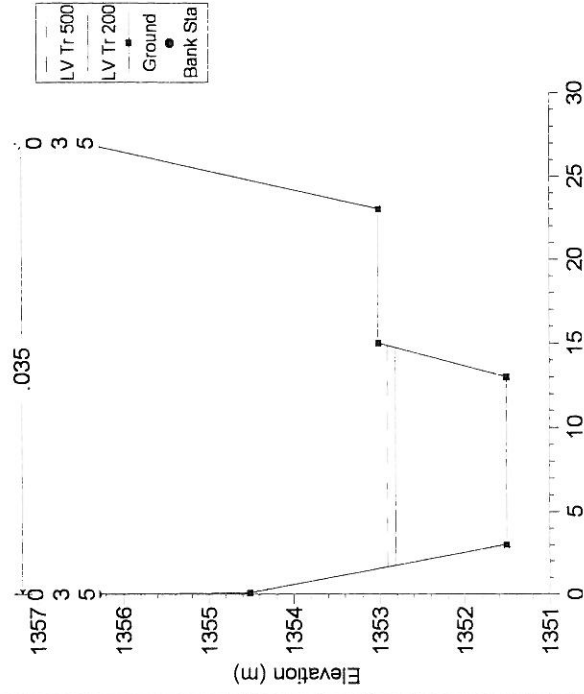


Reach = doram3 Riv Sta = 10

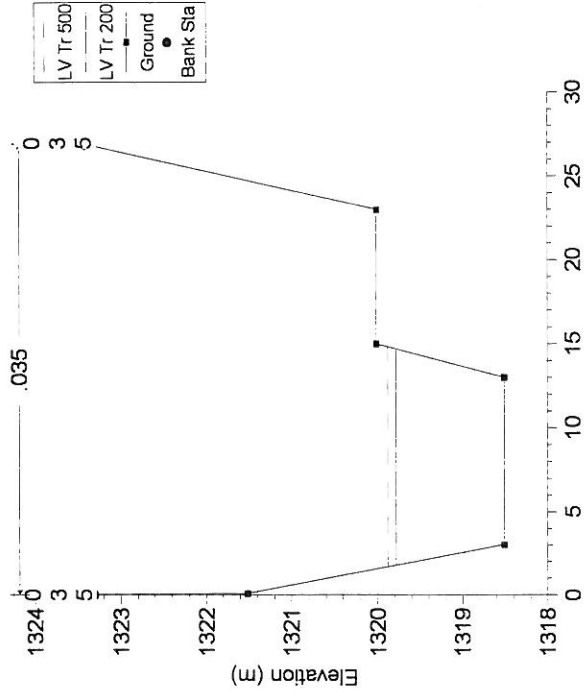


SEZIONI OUTPUT MODELLO HEC RAS
TRATTO RHO

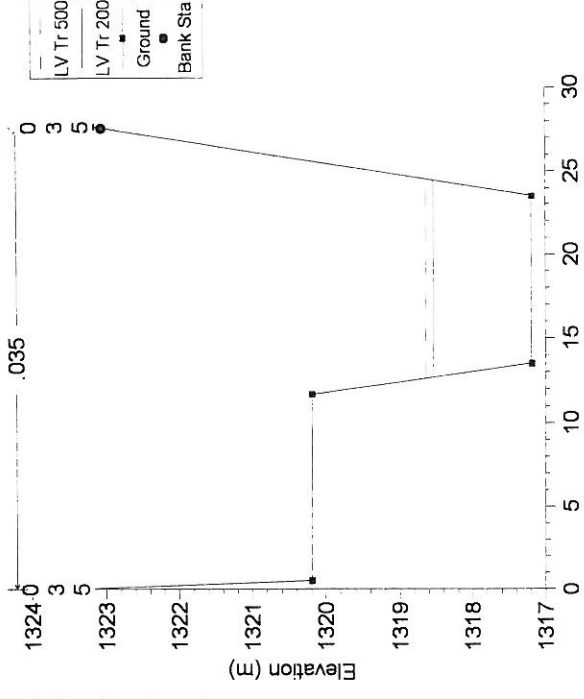
Reach = rho Riv Sta = 110



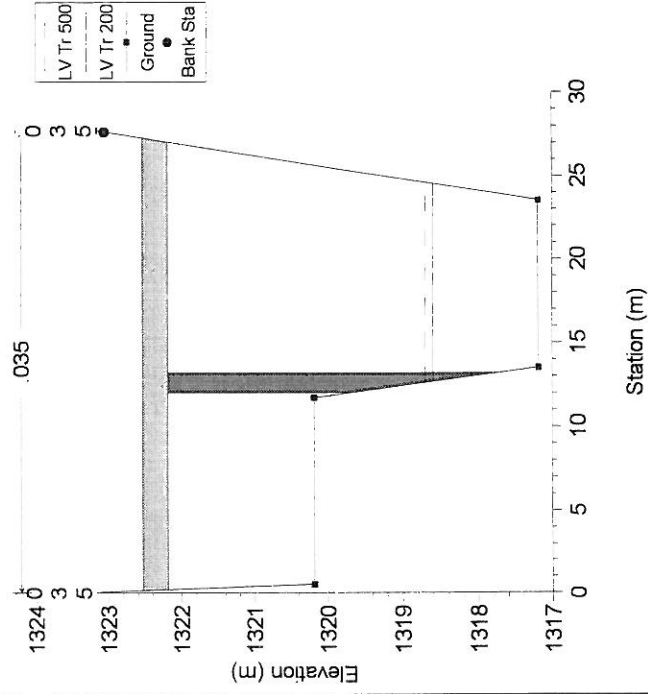
Reach = rho Riv Sta = 100



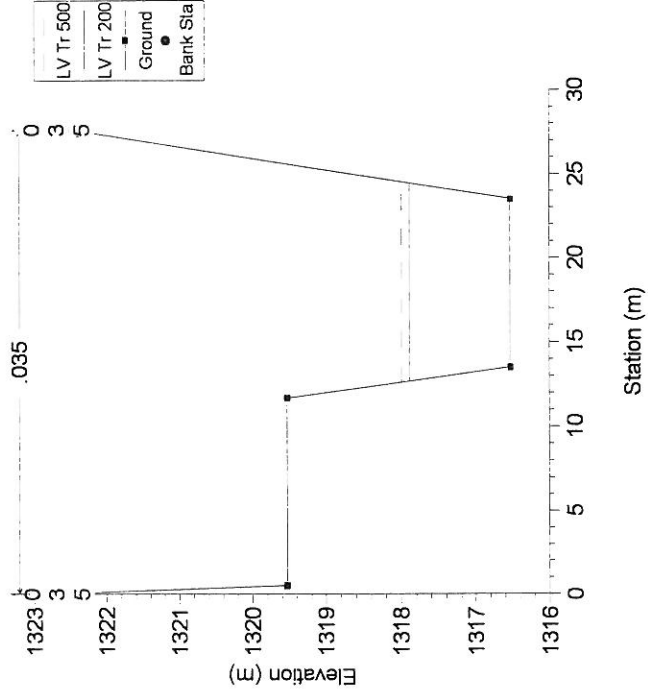
Reach = rho Riv Sta = 90



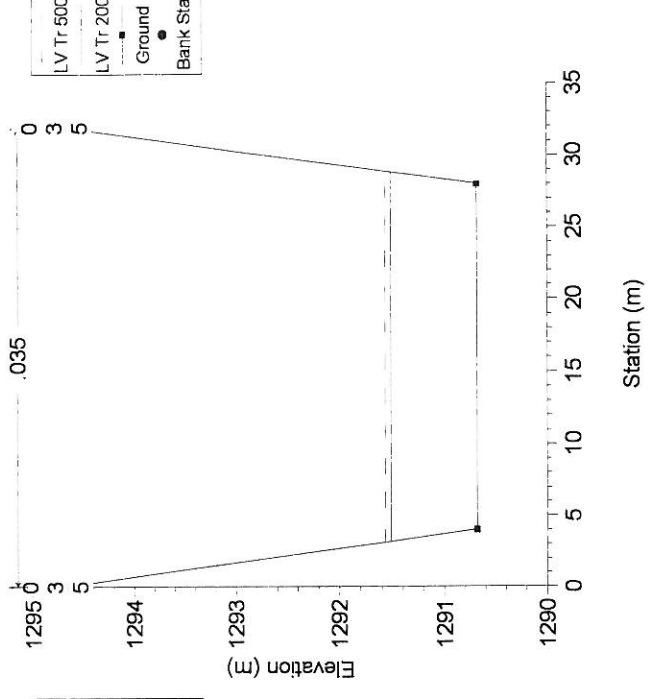
Reach = rho Upstream Inside Riv Sta = 87



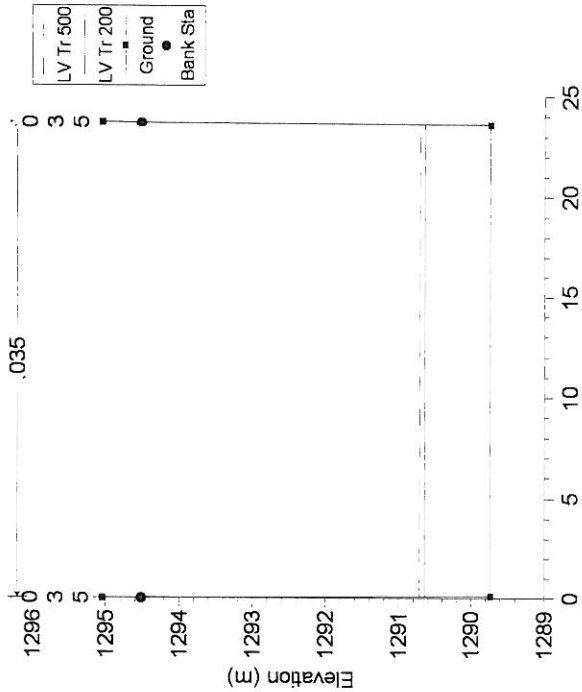
Reach = rho Riv Sta = 85



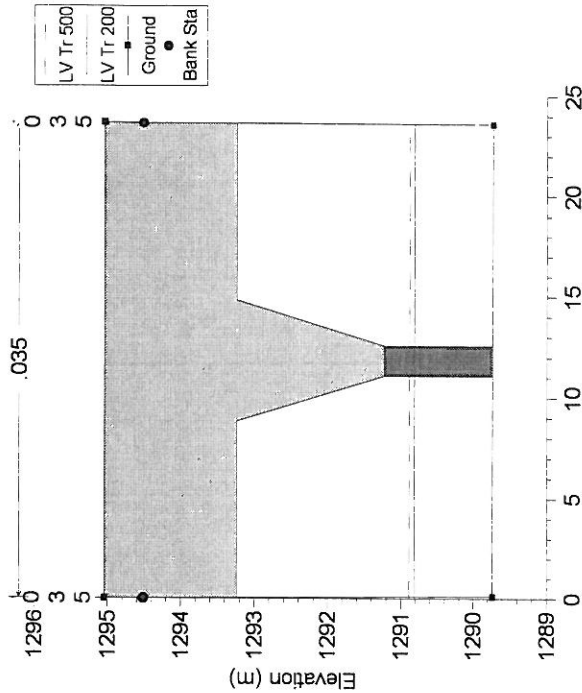
Reach = rho Riv Sta = 80



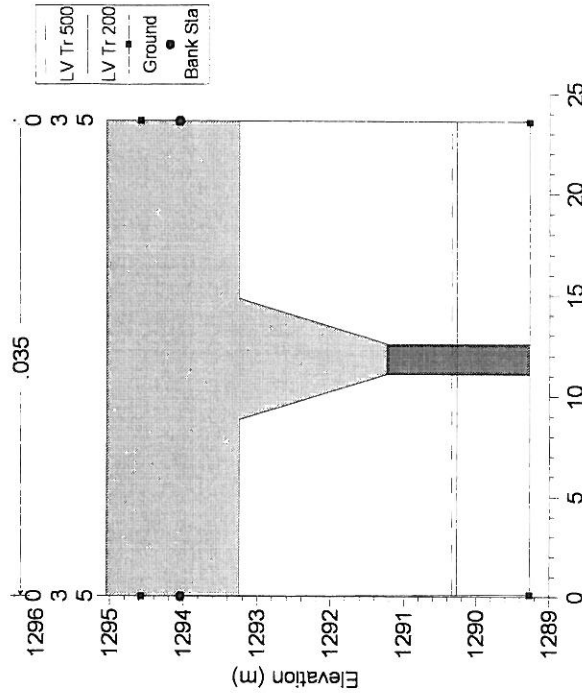
Reach = rho Riv Sta = 75



Reach = rho Upstream Inside Riv Sta = 73

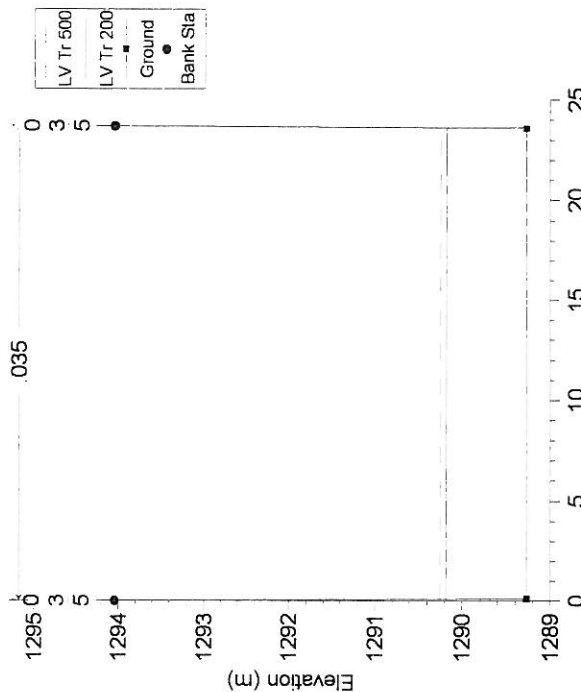


Reach = rho Downstream Inside Riv Sta = 73



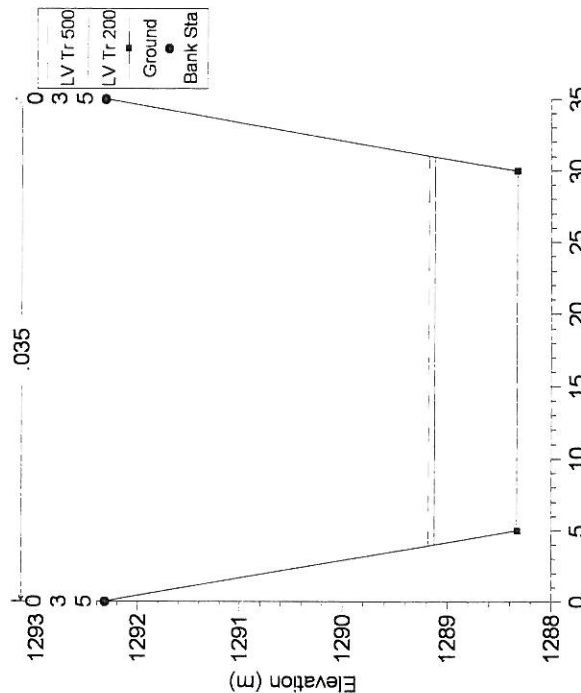
Station (m)

Reach = rho Riv Sta = 70



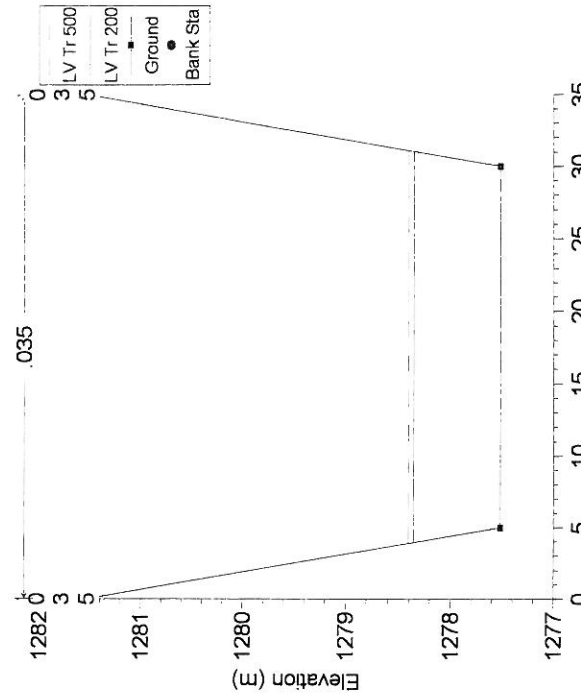
Station (m)

Reach = rho Riv Sta = 65

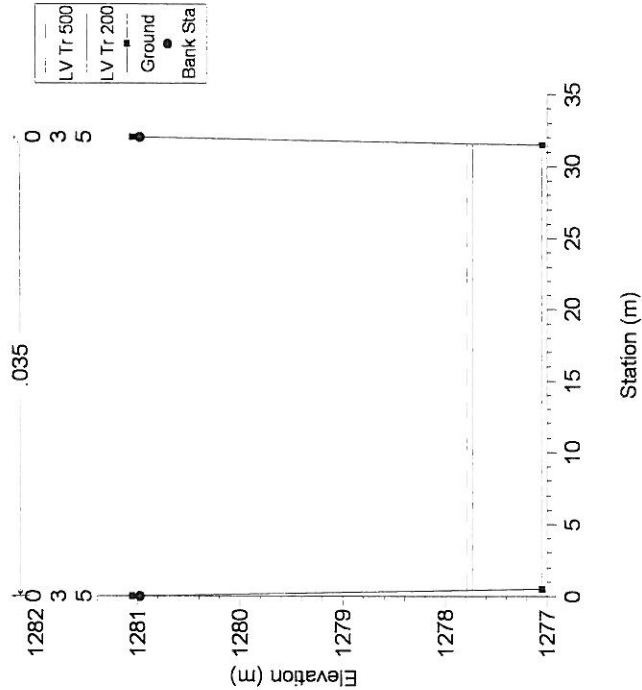


Station (m)

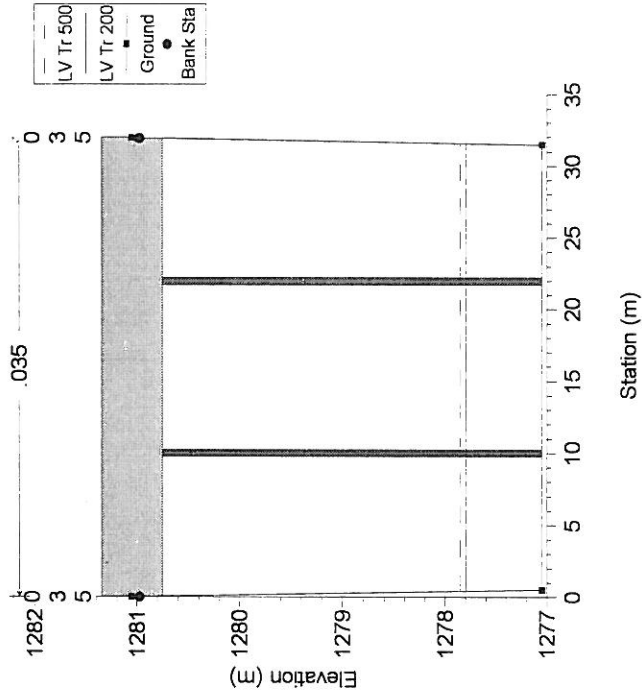
Reach = rho Riv Sta = 60



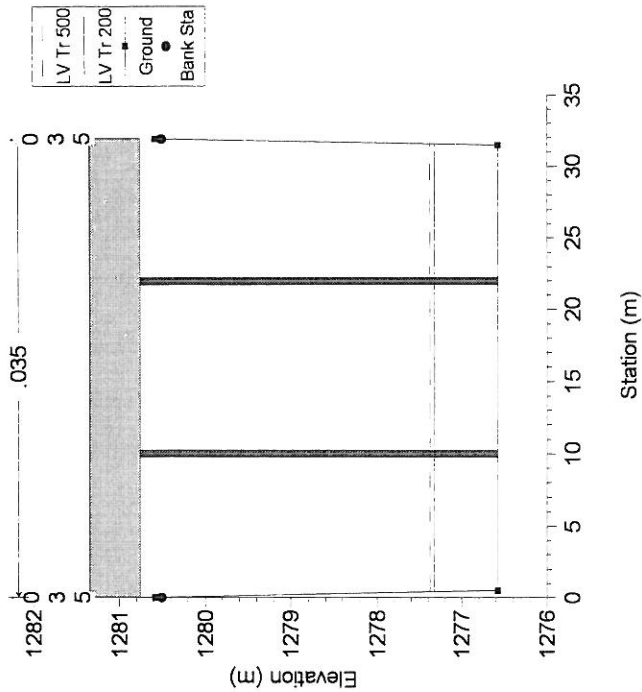
Reach = rho Riv Sta = 50



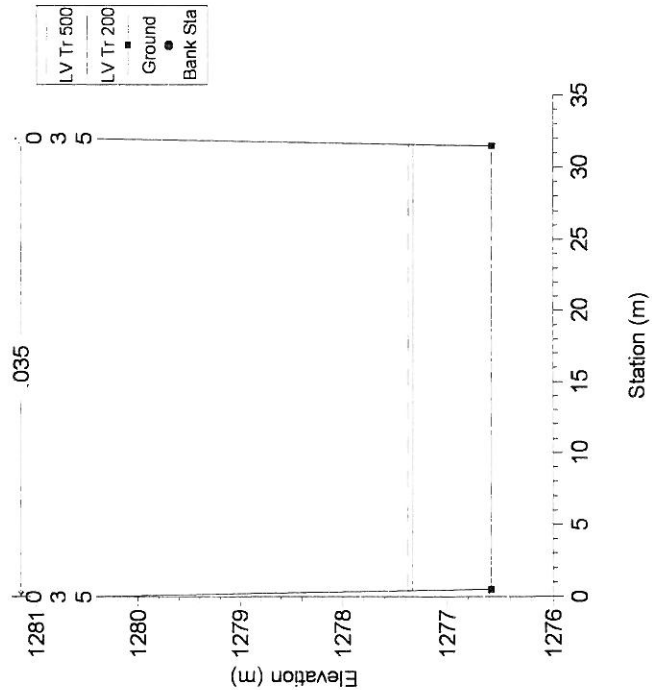
Reach = rho Upstream Inside Riv Sta = 48



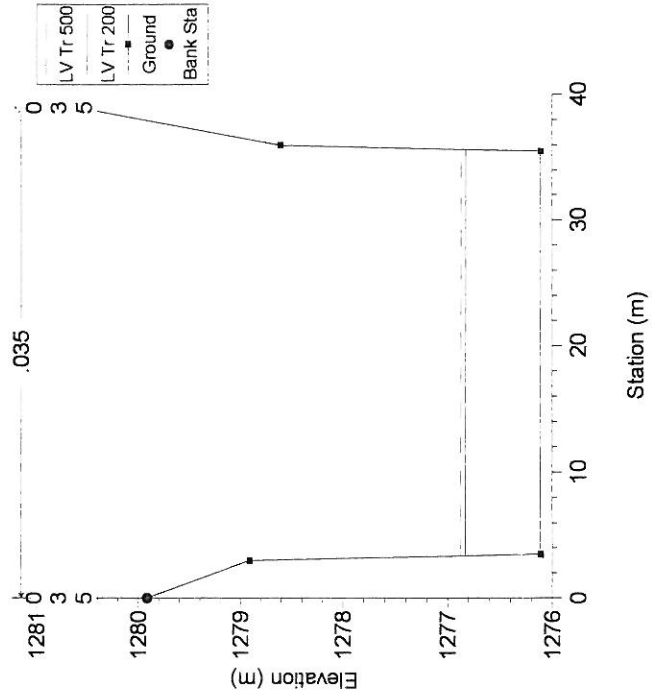
Reach = rho Downstream Inside Riv Sta = 48



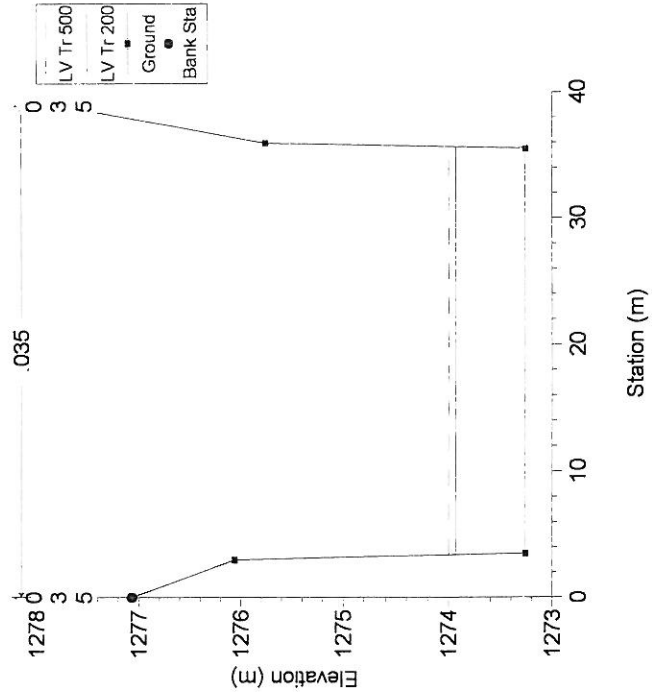
Reach = rho Riv Sta = 45



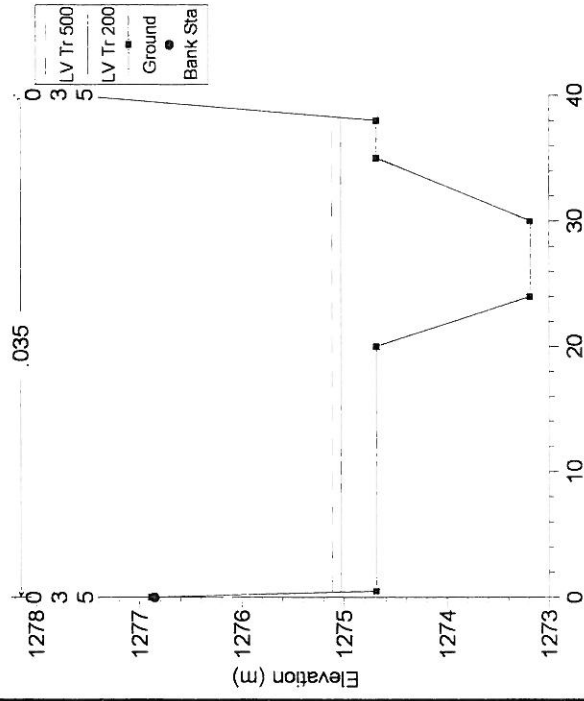
Reach = rho Riv Sta = 40



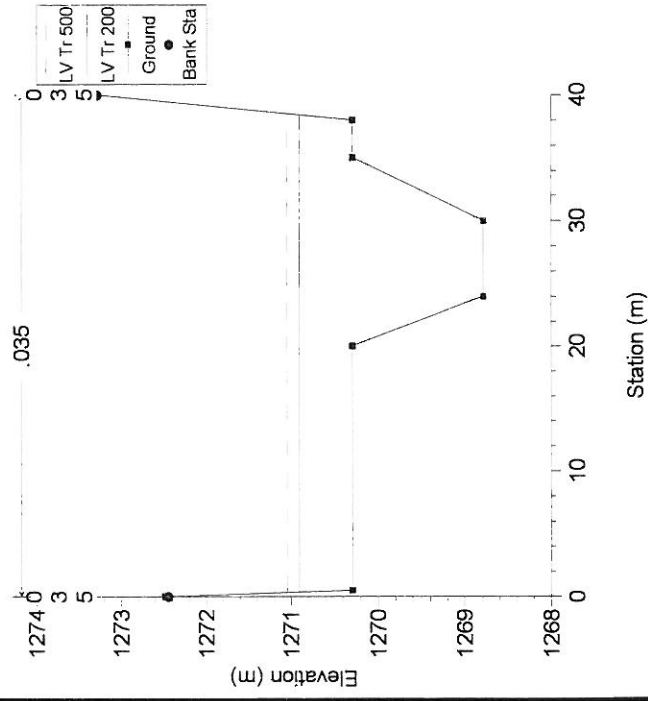
Reach = rho Riv Sta = 30



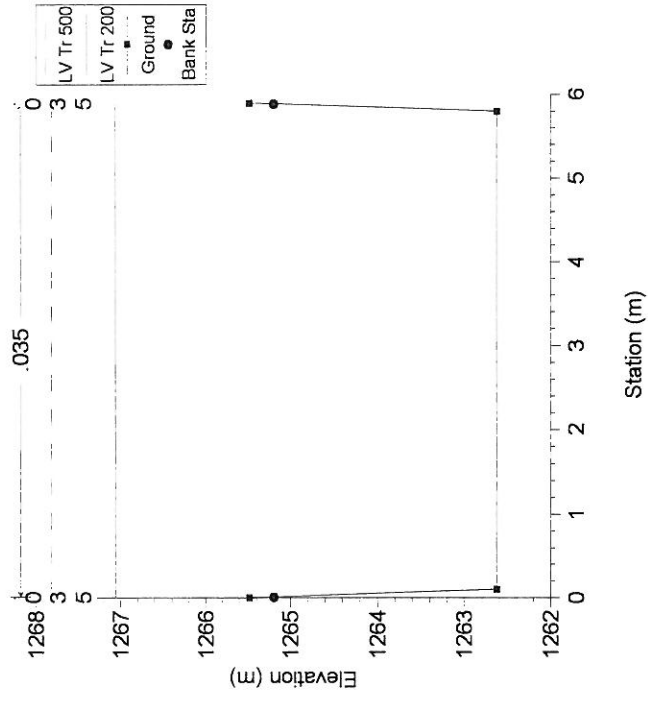
SEZIONI OUTPUT MODELLO HEC RAS
TRATTO DORA M4



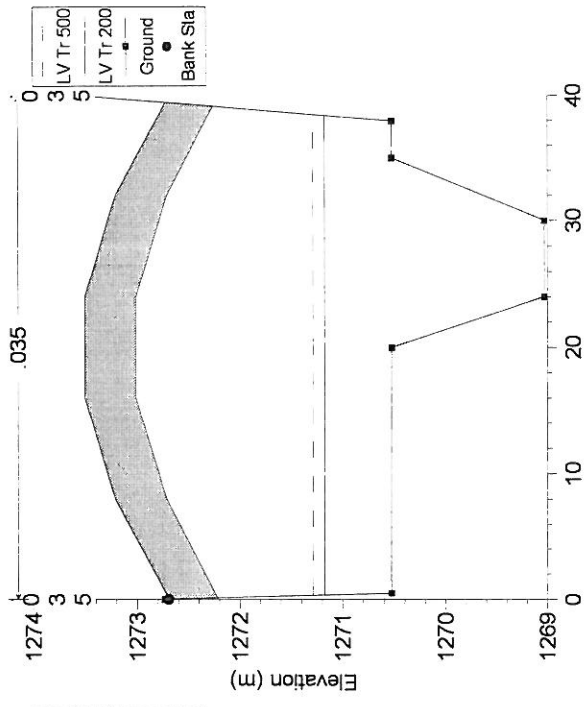
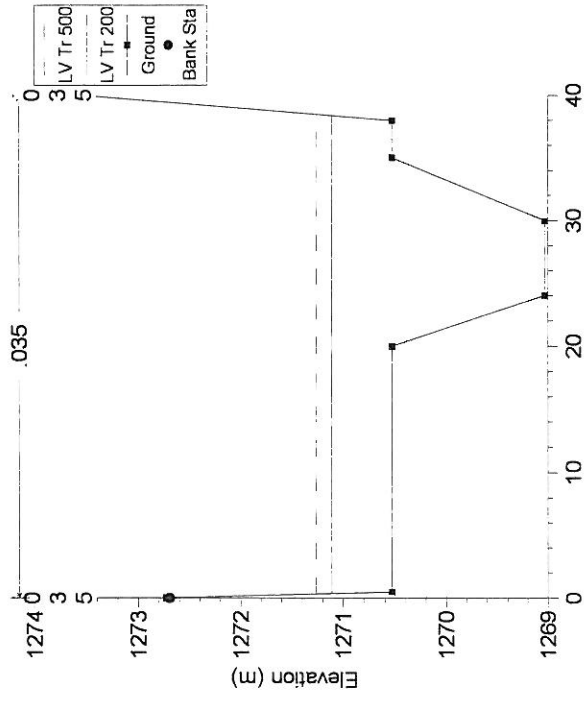
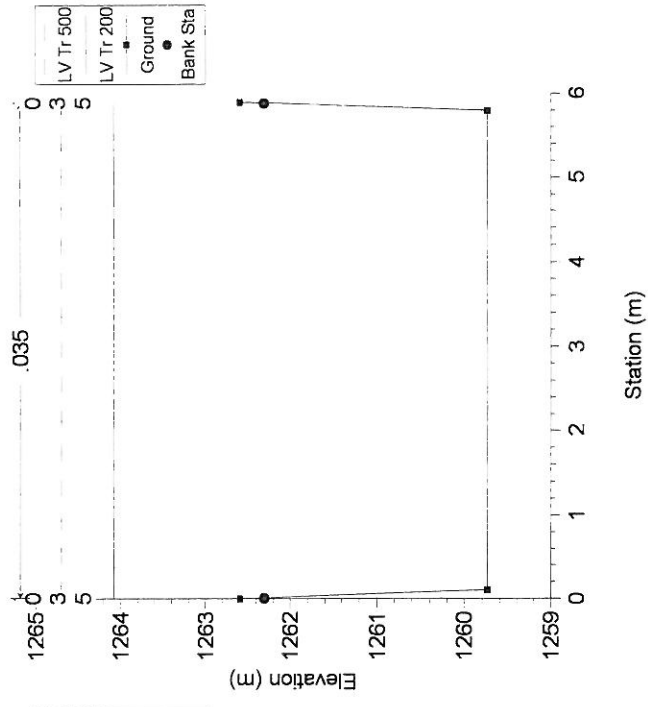
Reach = doram4 Riv Sta = 98



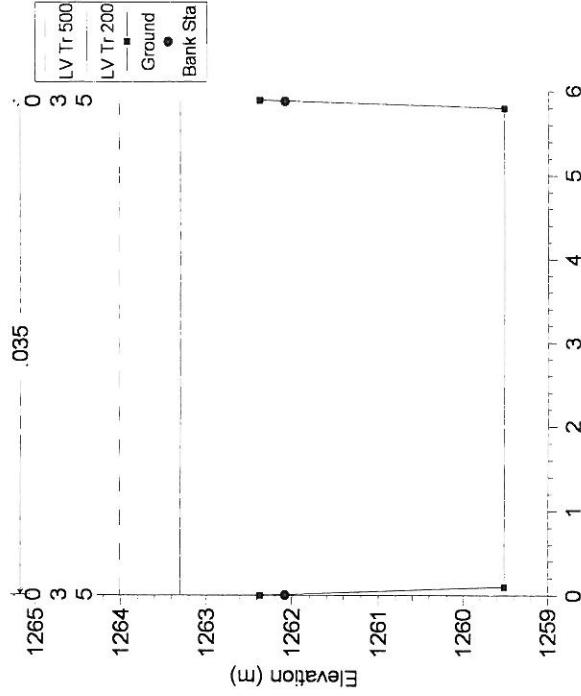
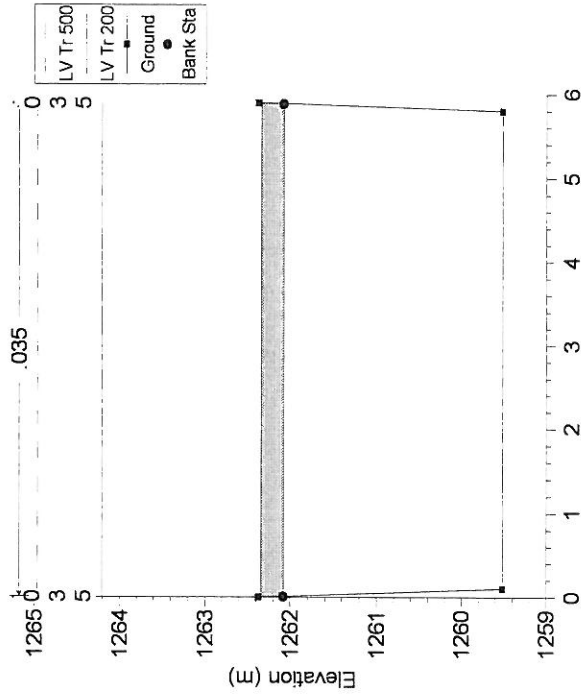
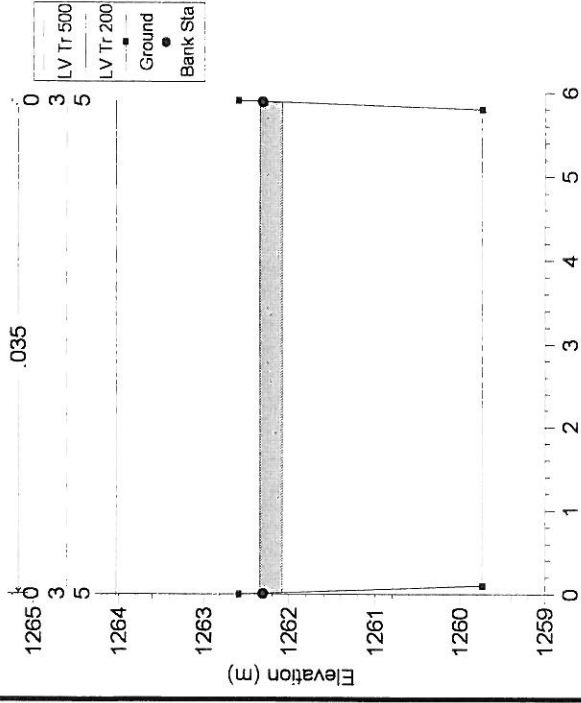
Reach = doram4 Riv Sta = 92



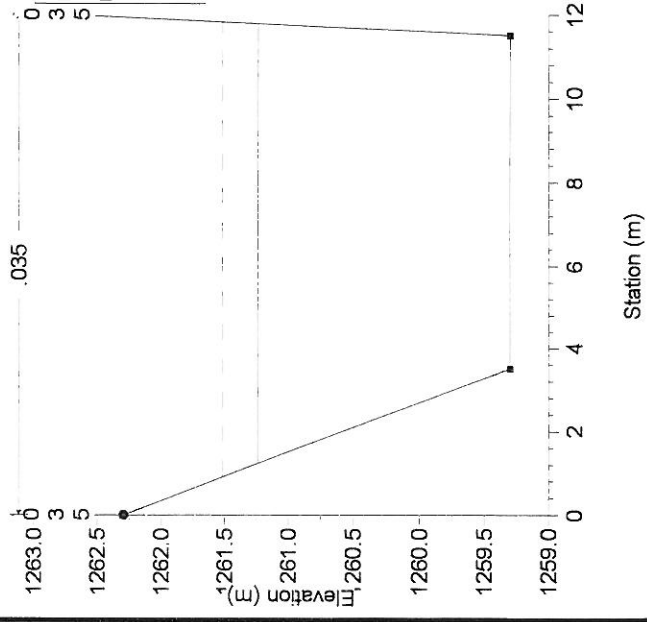
Reach = doram4 Riv Sta = 90



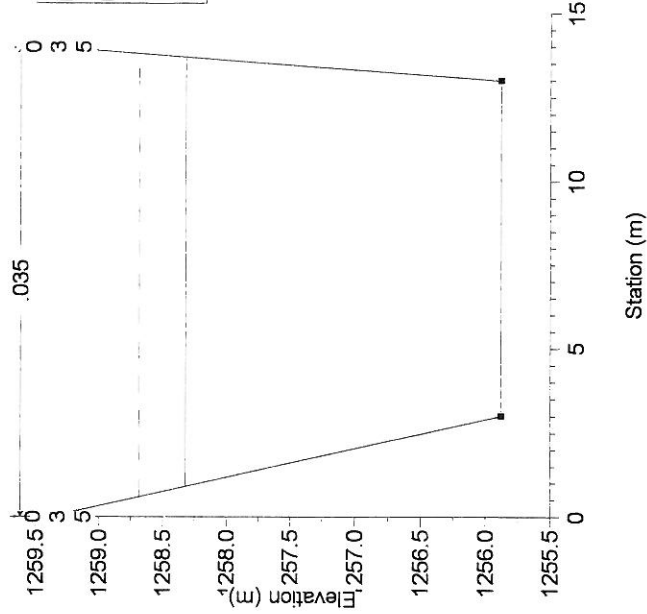
Reach = doram4 Upstream Inside Riv Sta = fReach = doram4 Downstream Inside Riv Sta = 89



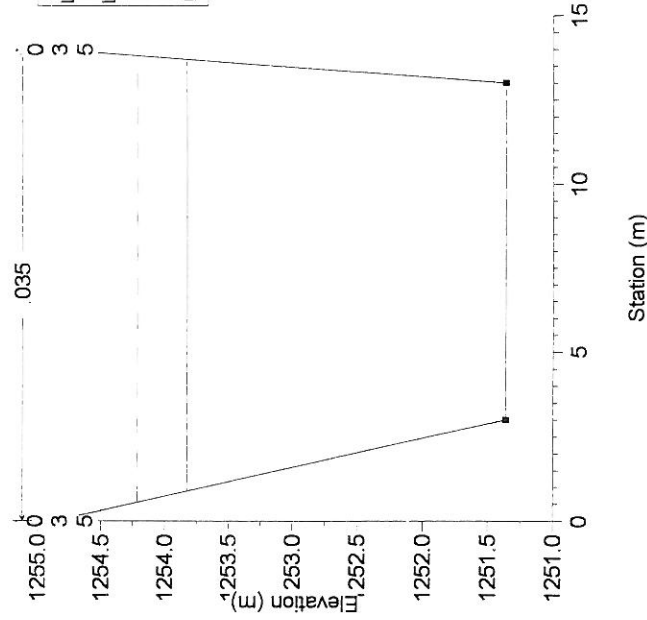
Reach = doram4 Riv Sta = 80



Reach = doram4 Riv Sta = 70

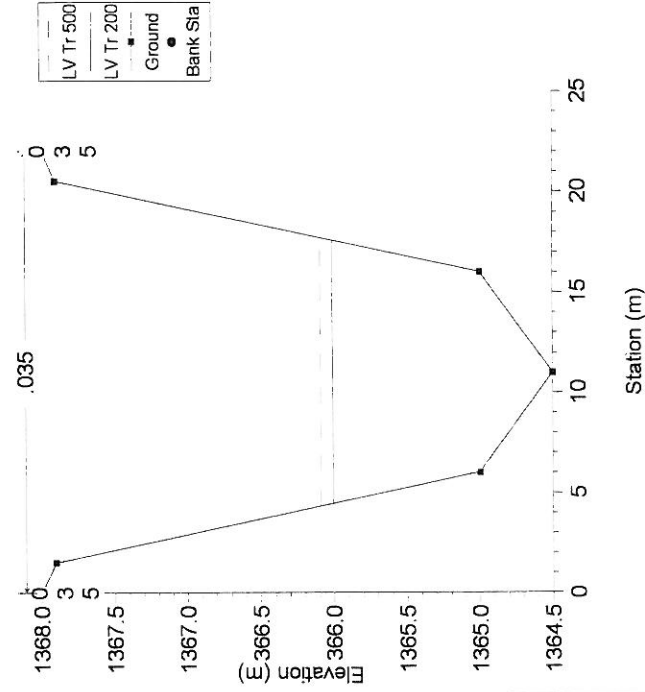


Reach = doram4 Riv Sta = 65

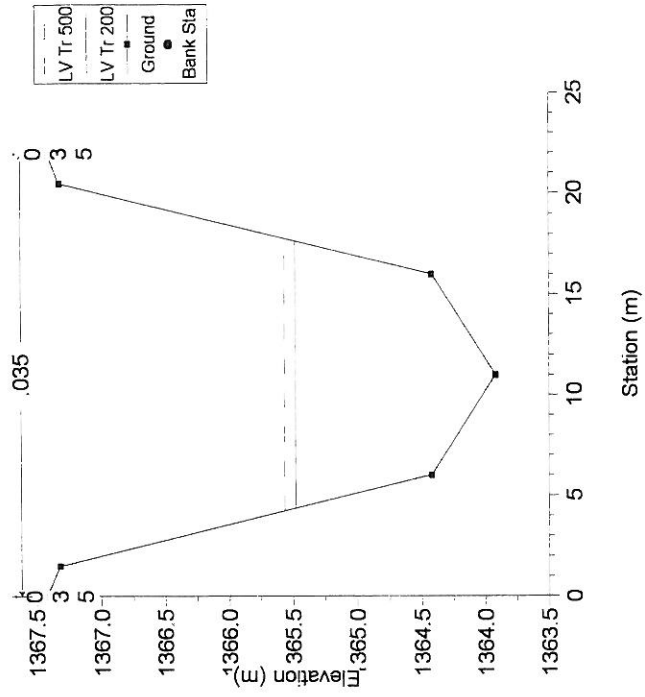


**SEZIONI OUTPUT MODELLO HEC RAS
TRATTO FREJUS**

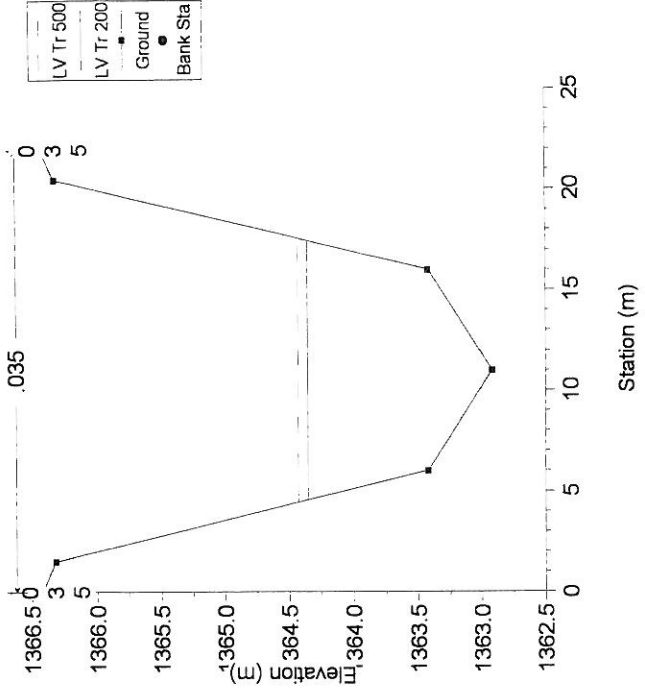
Reach = frejus Riv Sta = 100



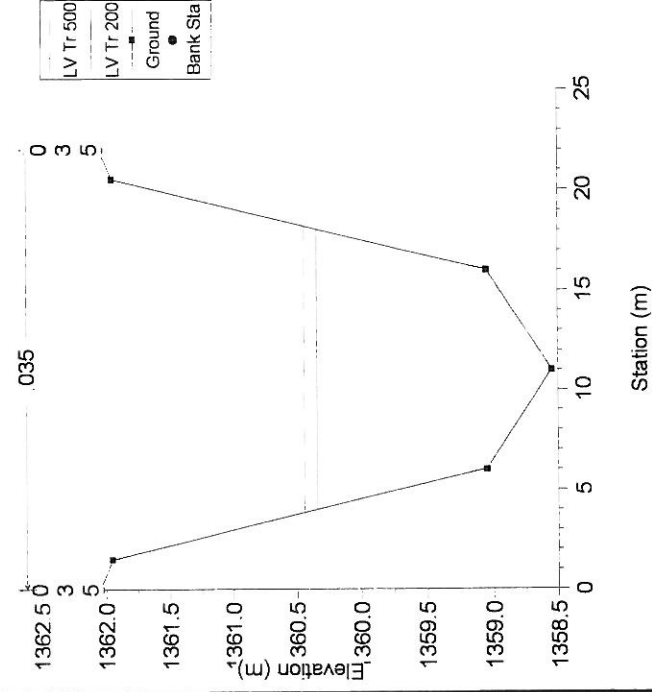
Reach = frejus Riv Sta = 99



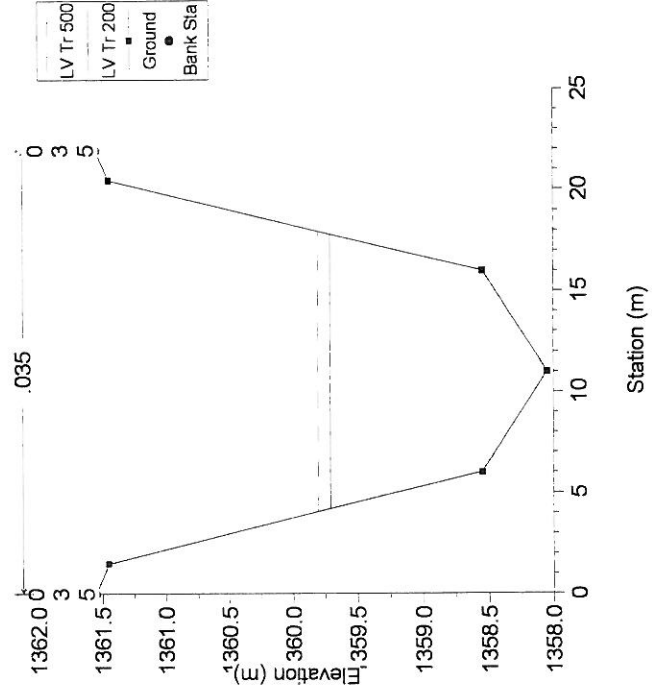
Reach = frejus Riv Sta = 98.5



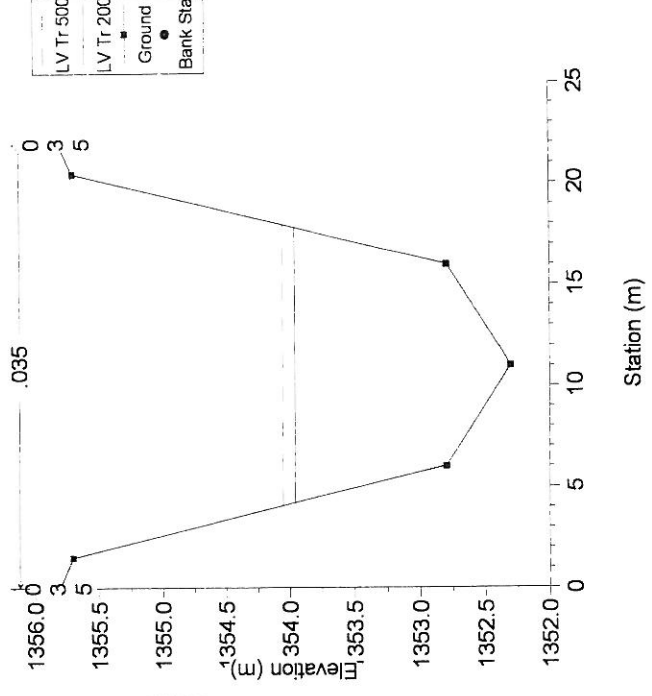
Reach = frejus Riv Sta = 98



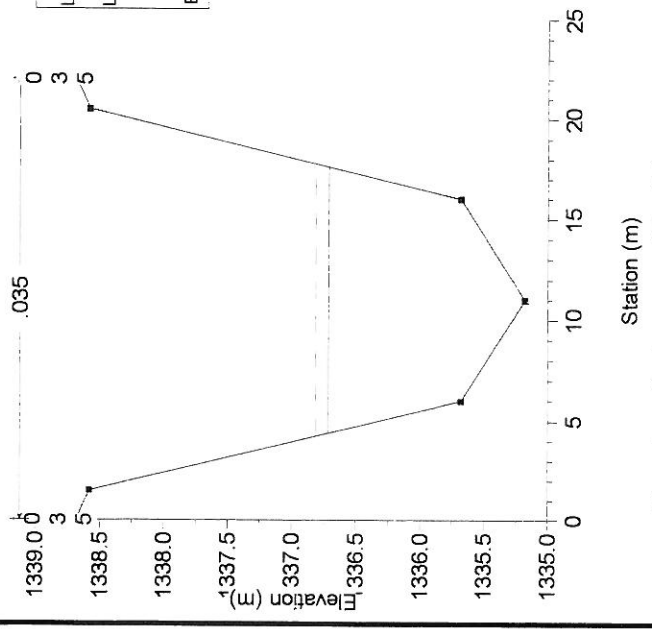
Reach = frejus Riv Sta = 97



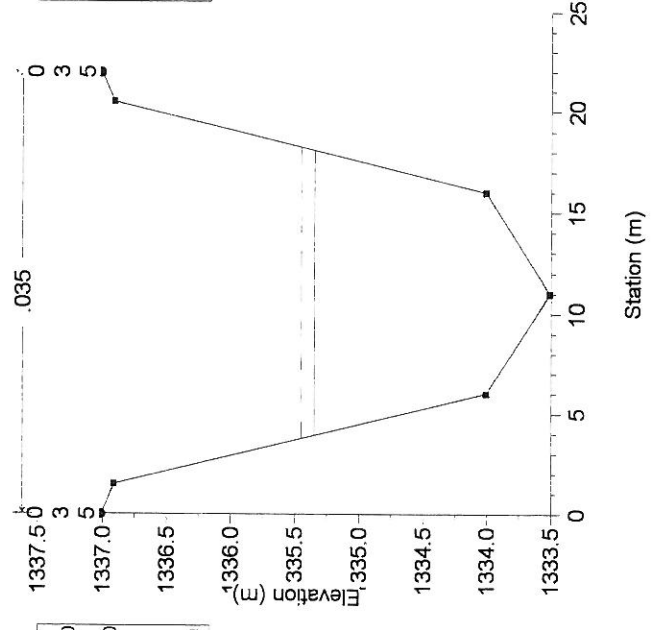
Reach = frejus Riv Sta = 96



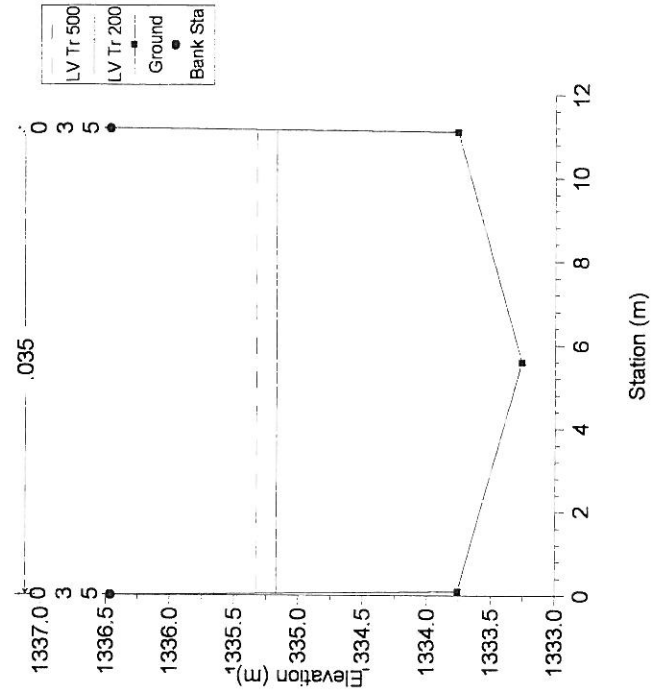
Reach = frejus Riv Sta = 90.2



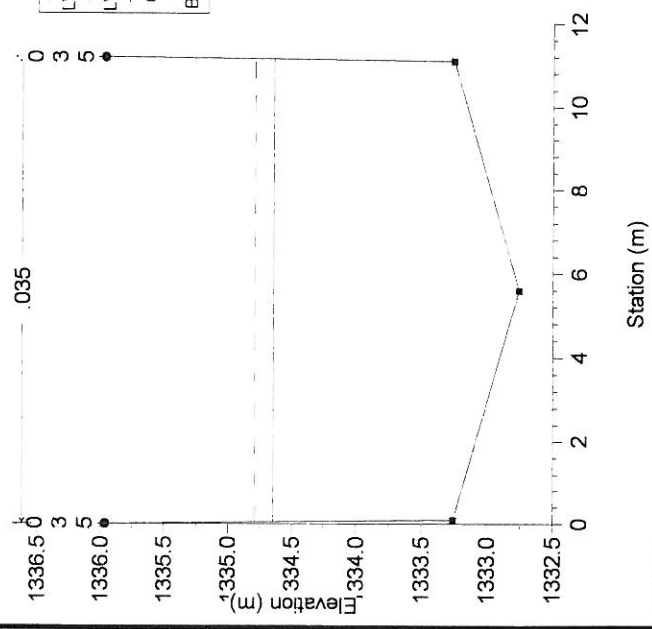
Reach = frejus Riv Sta = 90



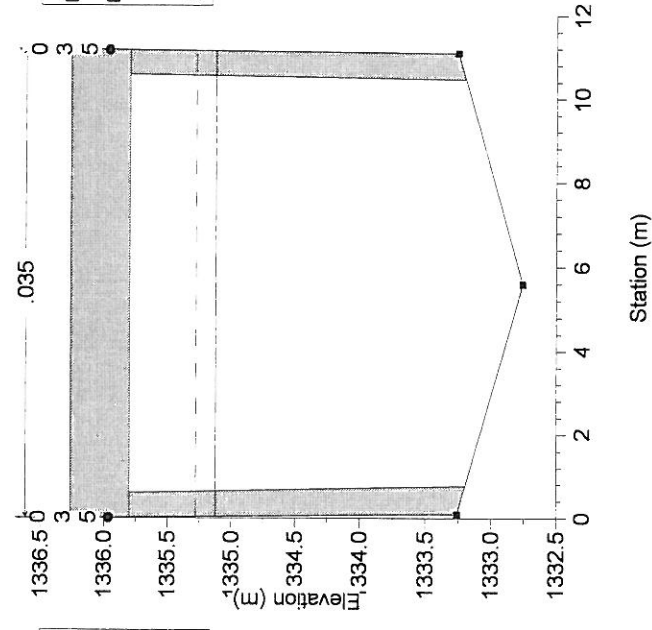
Reach = frejus Riv Sta = 87



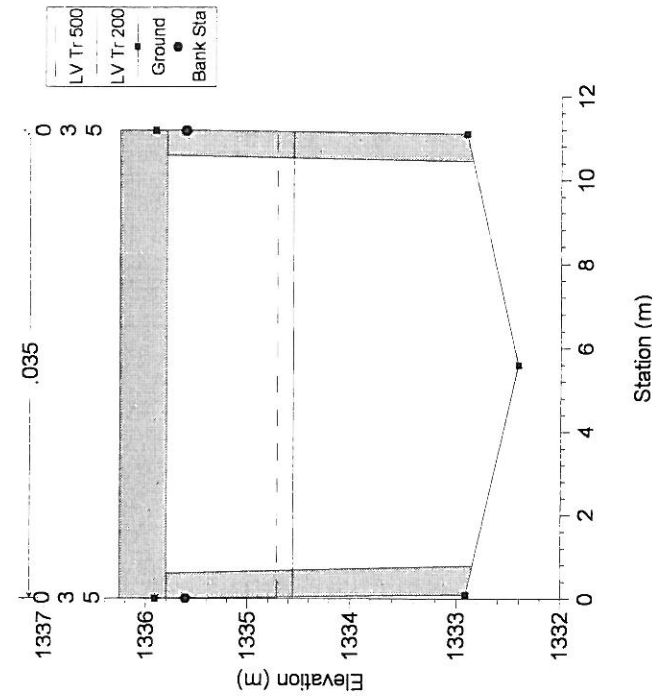
Reach = frejus Riv Sta = 86.8



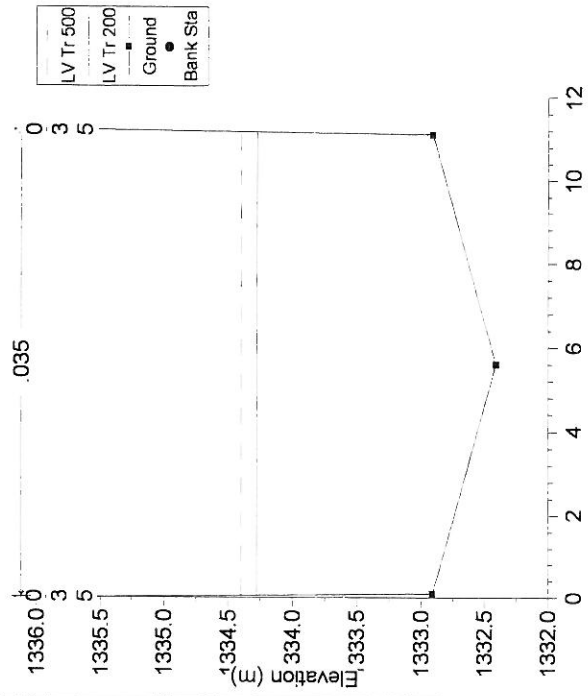
Reach = frejus Upstream Inside Riv Sta = 86



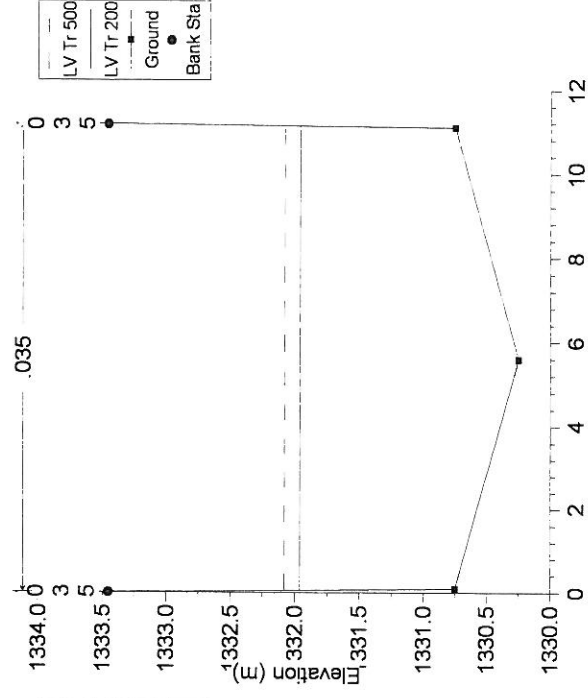
Reach = frejus Downstream Inside Riv Sta = 86.7



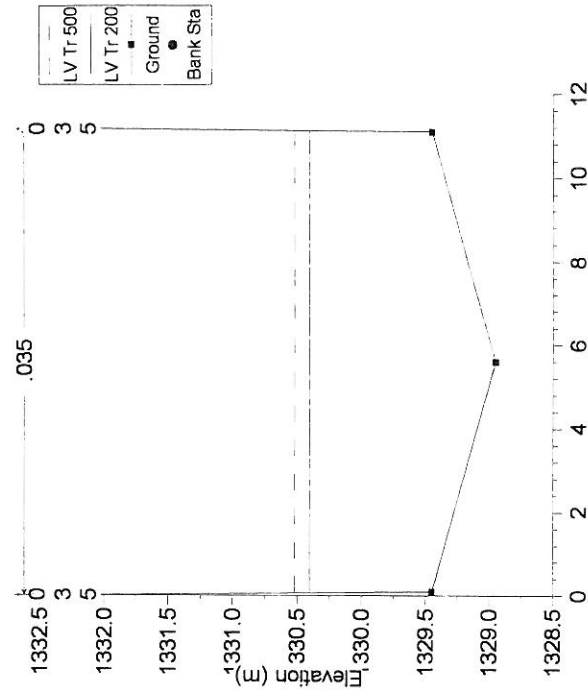
Reach = frejus Riv Sta = 86.6



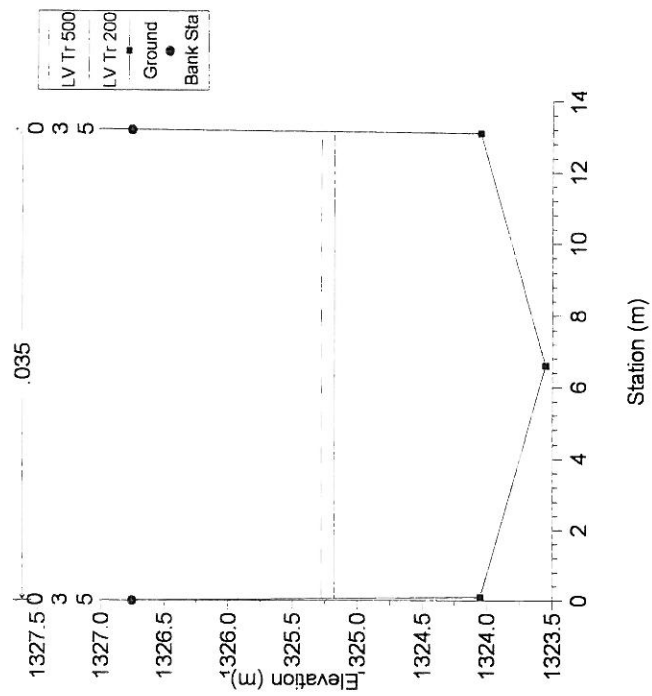
Reach = frejus Riv Sta = 86



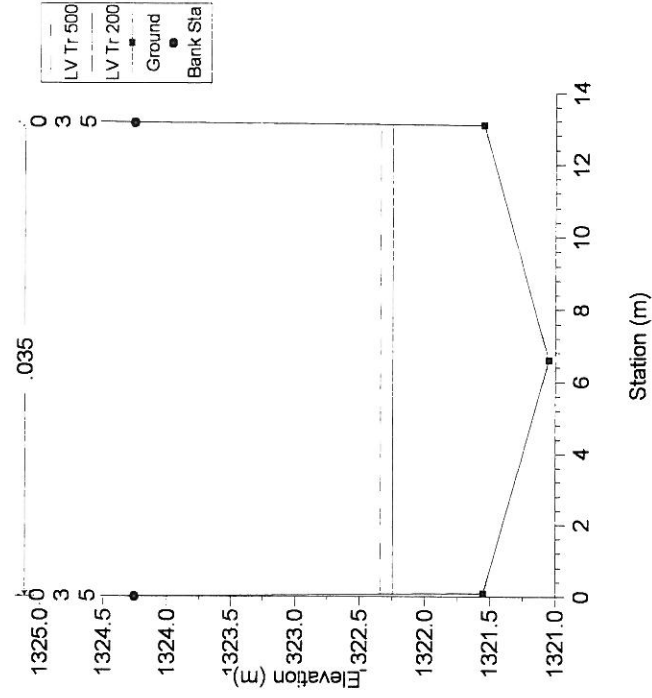
Reach = frejus Riv Sta = 85



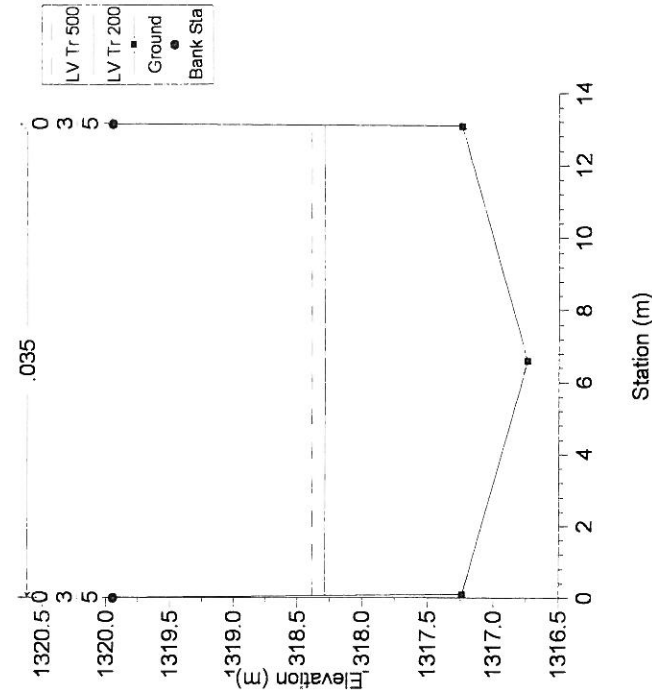
Reach = frejus Riv Sta = 84



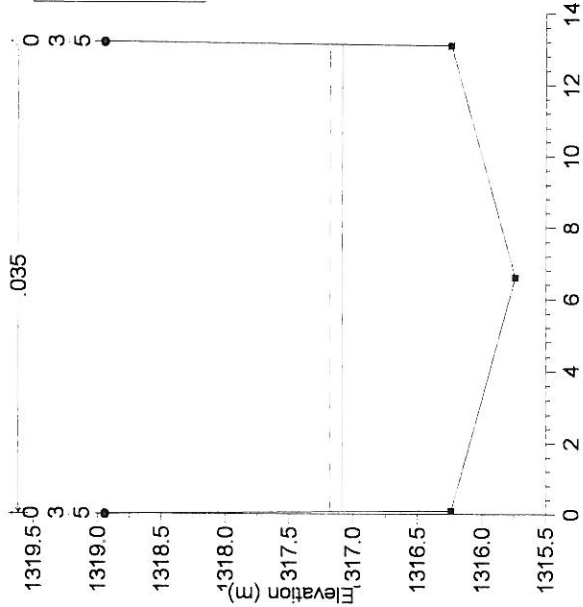
Reach = frejus Riv Sta = 83



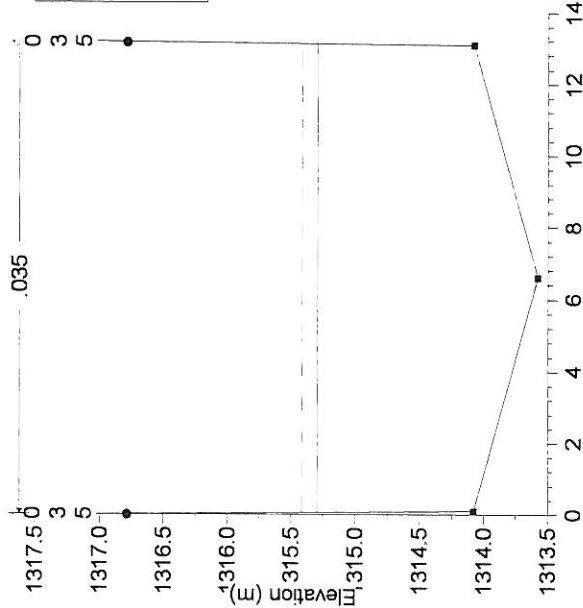
Reach = frejus Riv Sta = 82



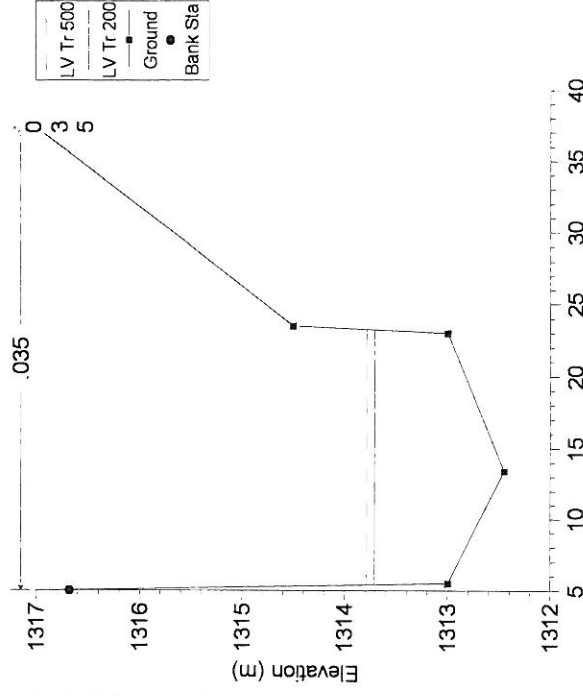
Reach = frejus Riv Sta = 81



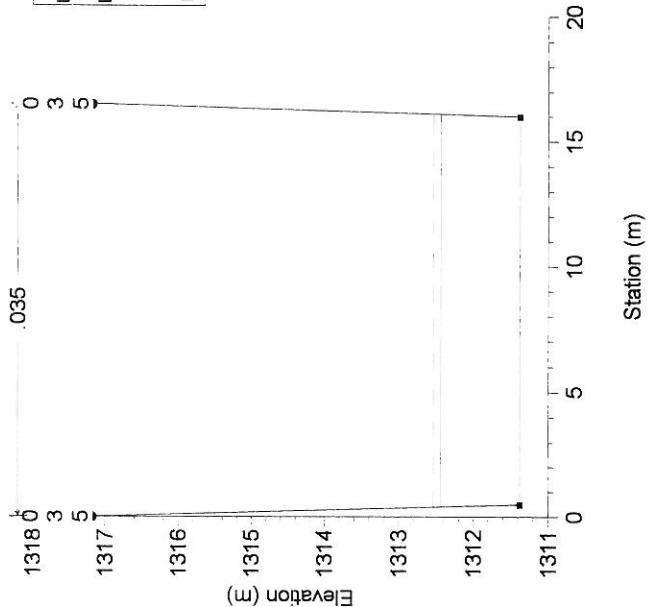
Reach = frejus Riv Sta = 80



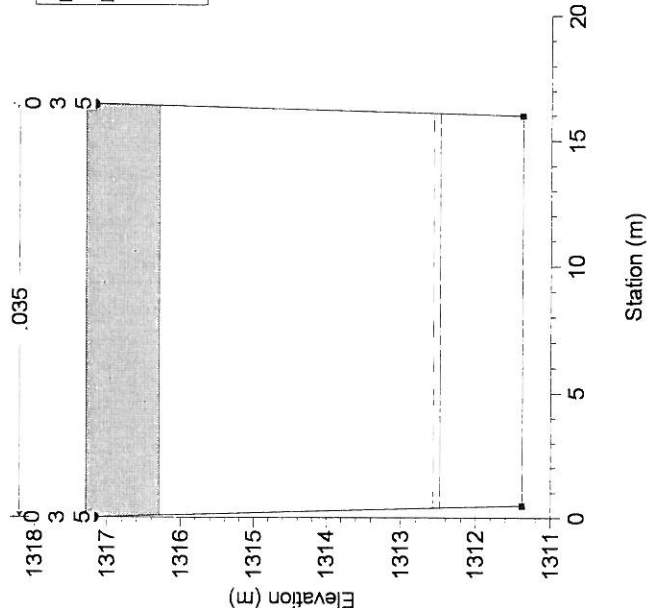
Reach = frejus Riv Sta = 70



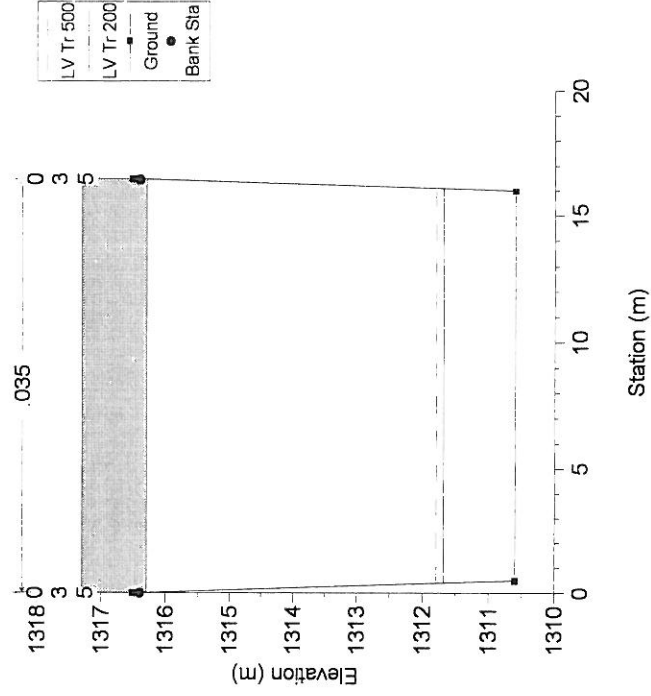
Reach = frejus Riv Sta = 62



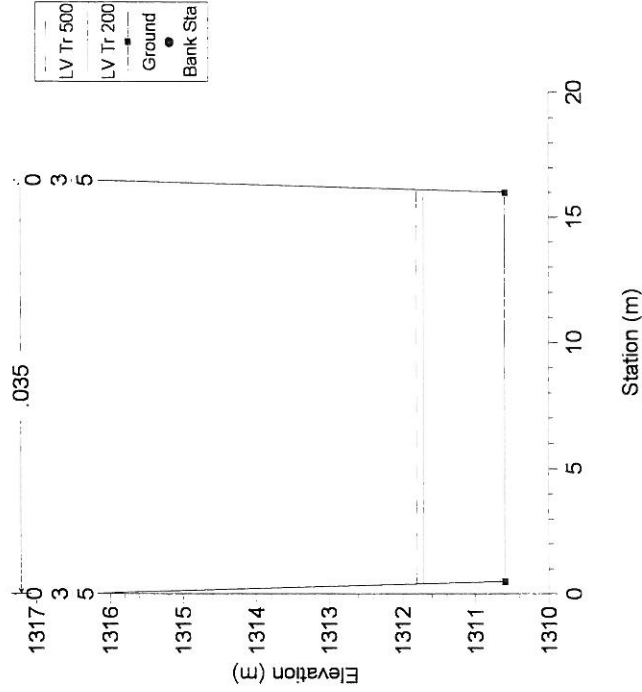
Reach = frejus Upstream Inside Riv Sta = 61



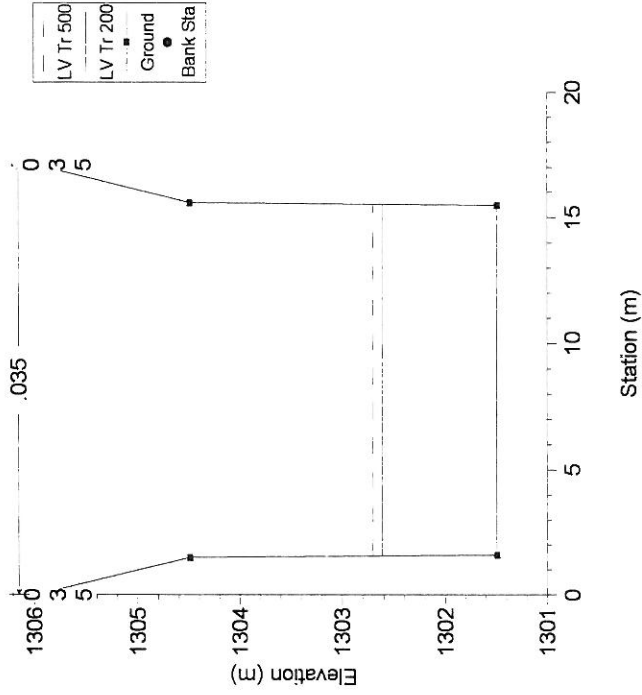
Reach = frejus Downstream Inside Riv Sta = 61



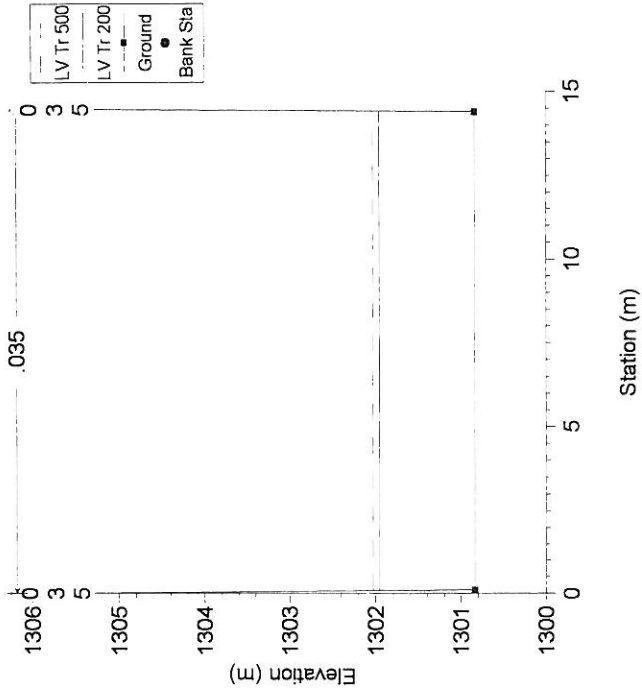
Reach = frejus Riv Sta = 60



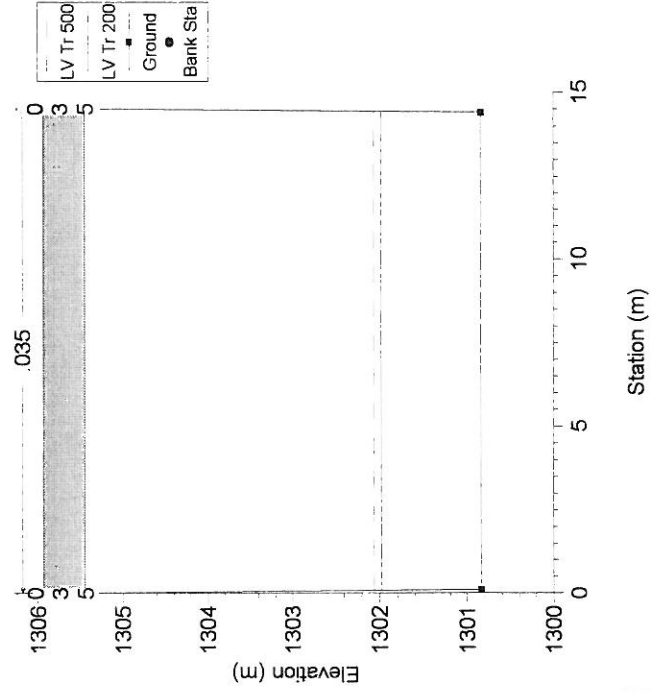
Reach = frejus Riv Sta = 50



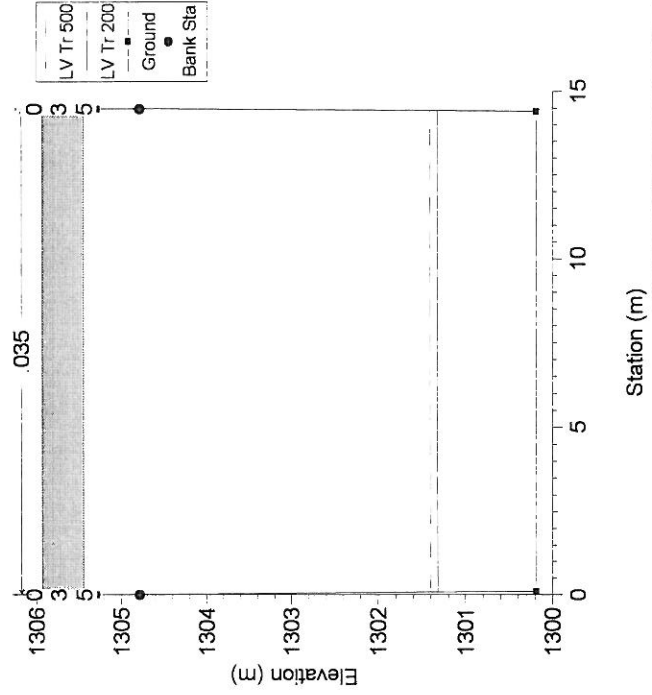
Reach = frejus Riv Sta = 42



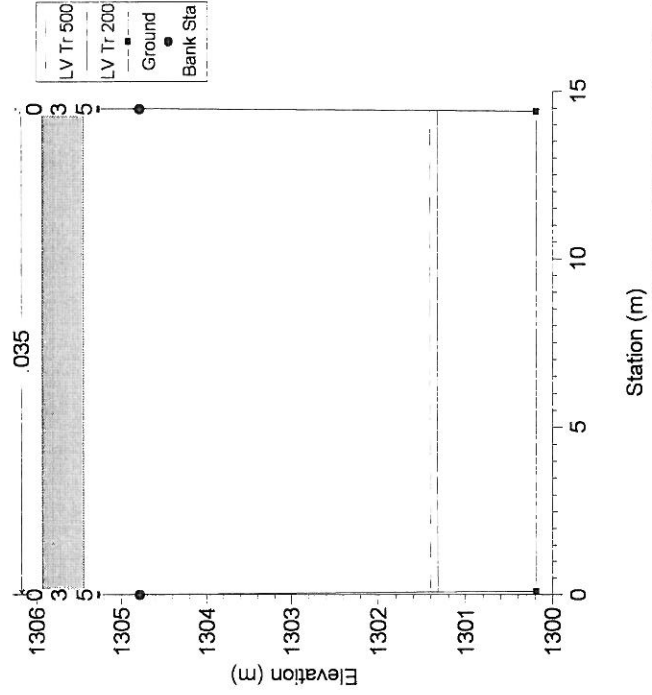
Reach = frejus Upstream Inside Riv Sta = 60



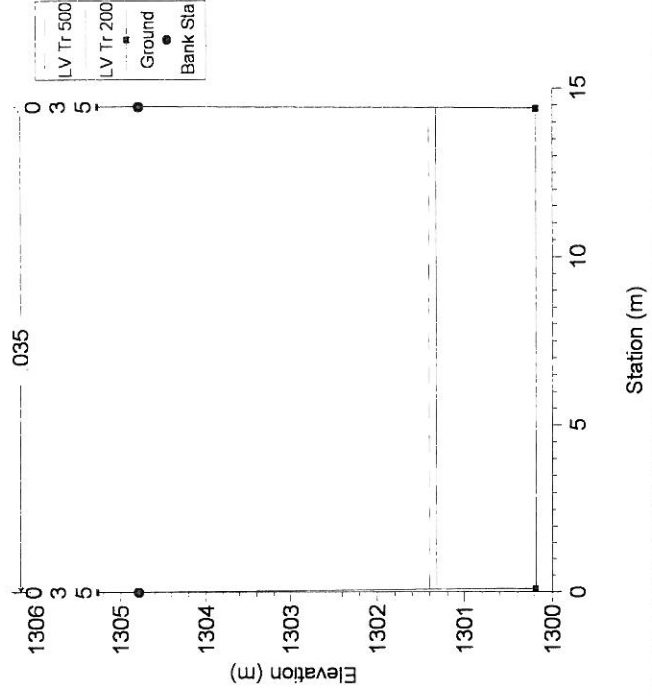
Reach = frejus Riv Sta = 41



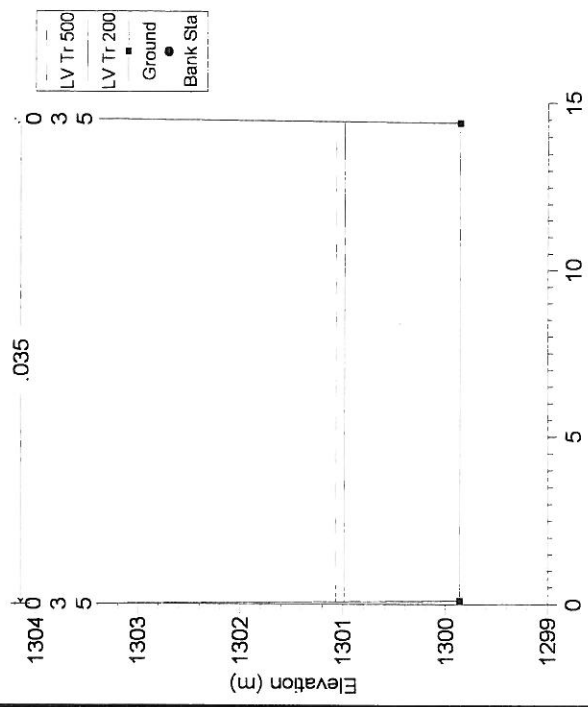
Reach = frejus Downstream Inside Riv Sta = 41



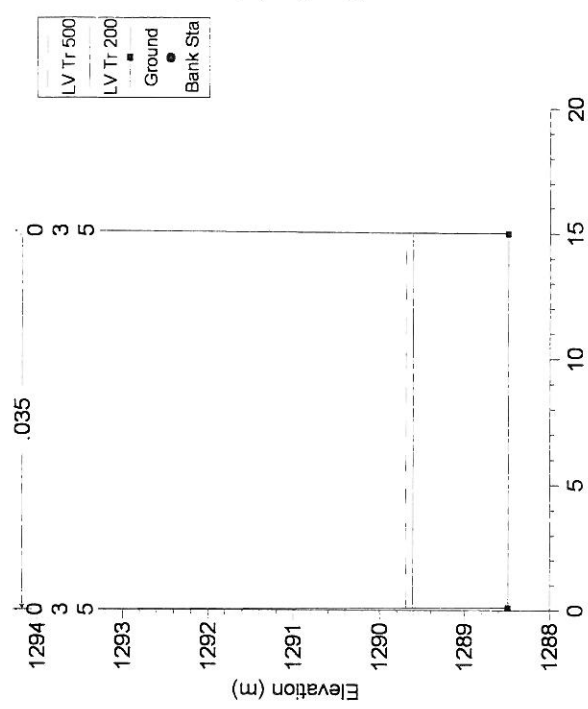
Reach = frejus Riv Sta = 40



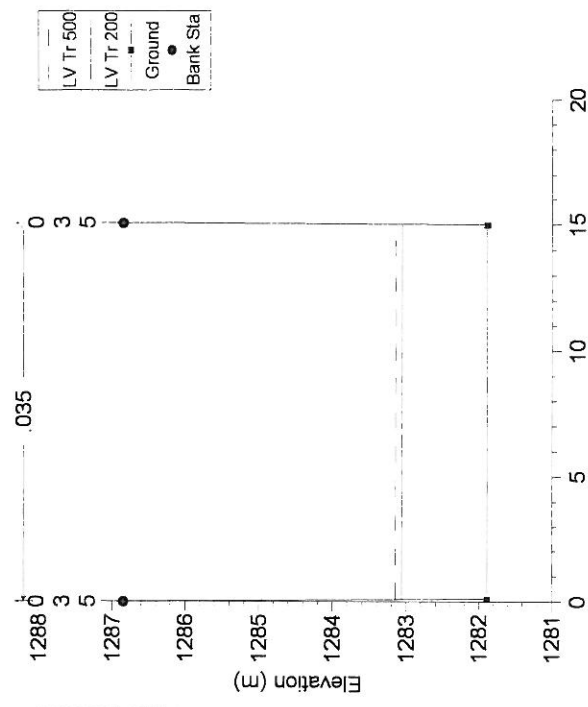
Reach = frejus Riv Sta = 30



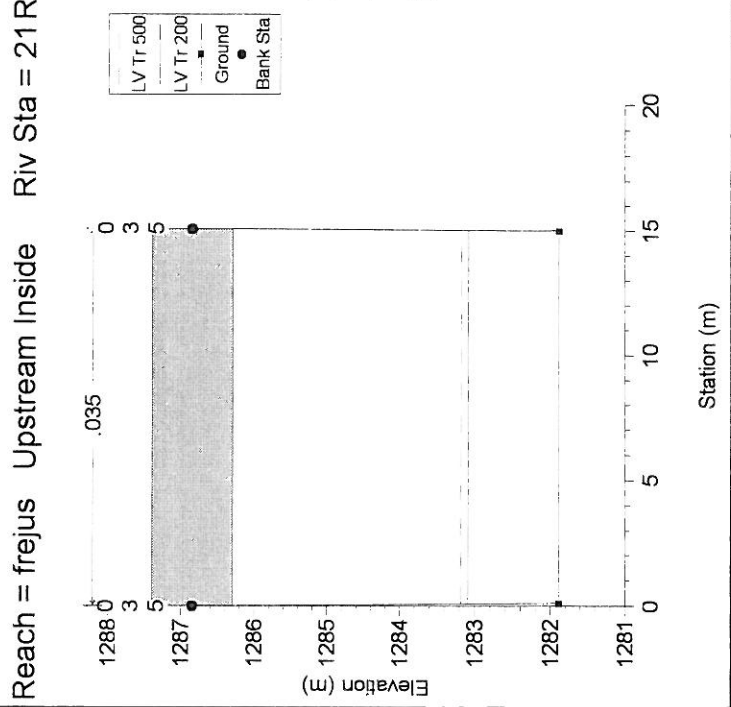
Reach = frejus Riv Sta = 24



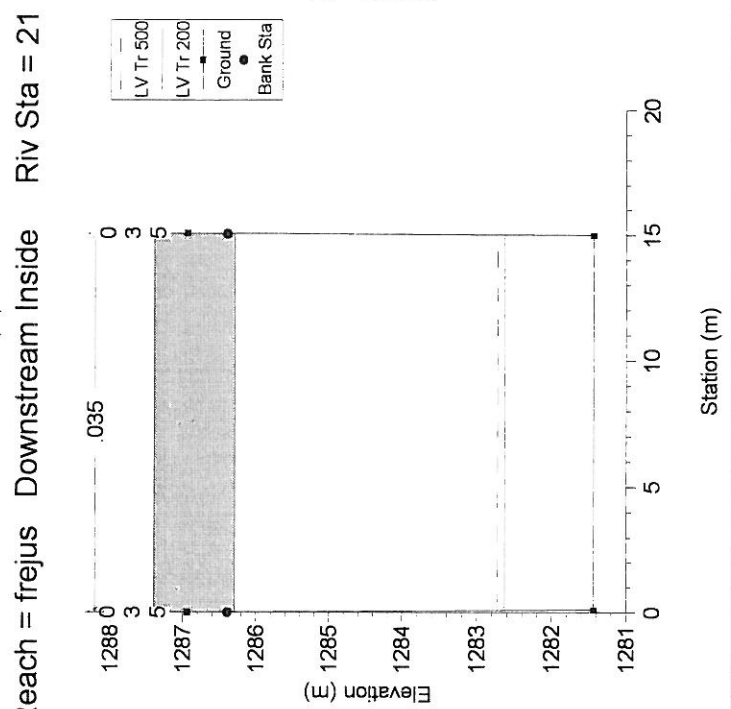
Reach = frejus Riv Sta = 22



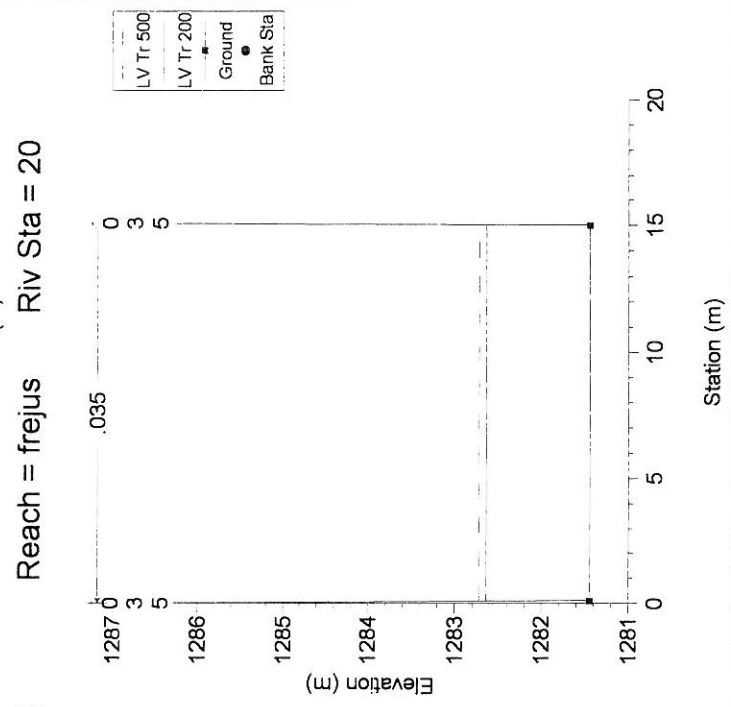
Reach = frejus Upstream Inside



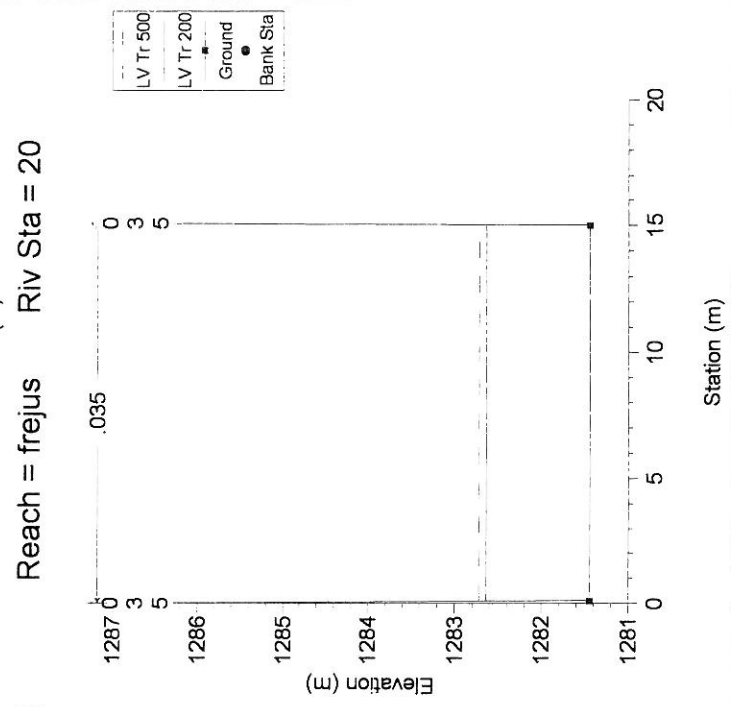
Reach = frejus Downstream Inside

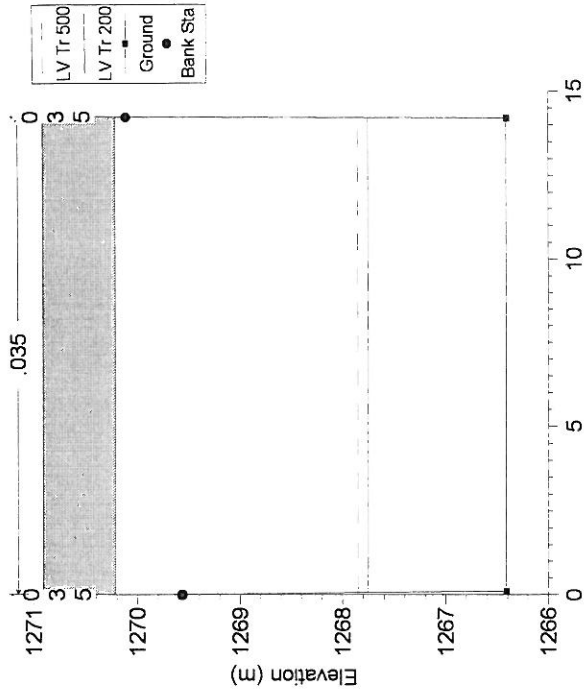
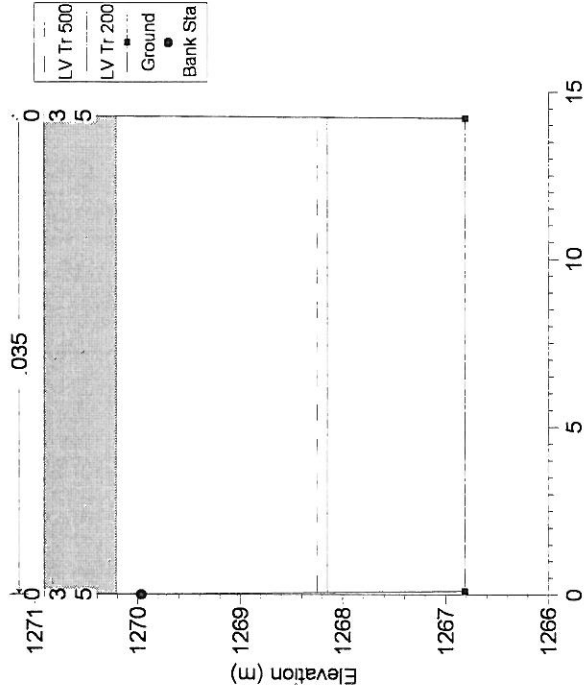
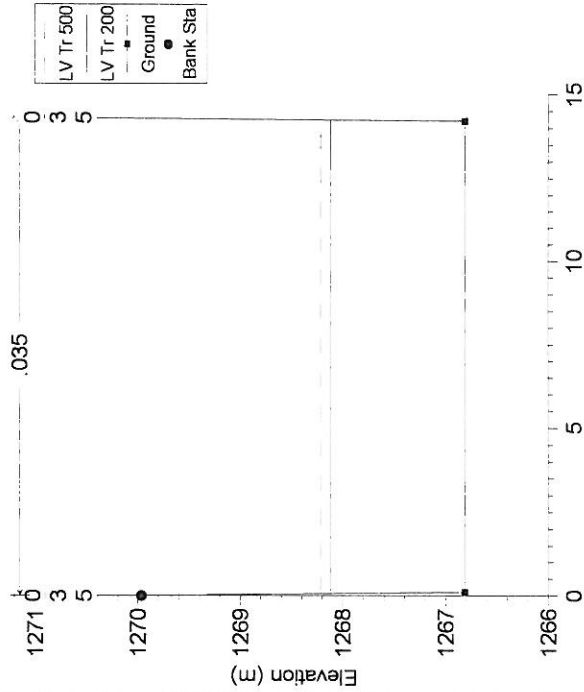


Riv Sta = 21

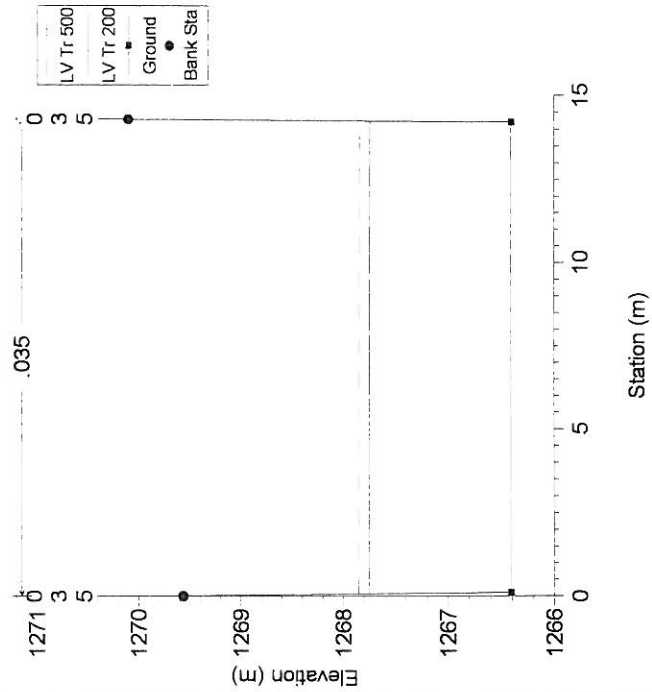


Reach = frejus Riv Sta = 20

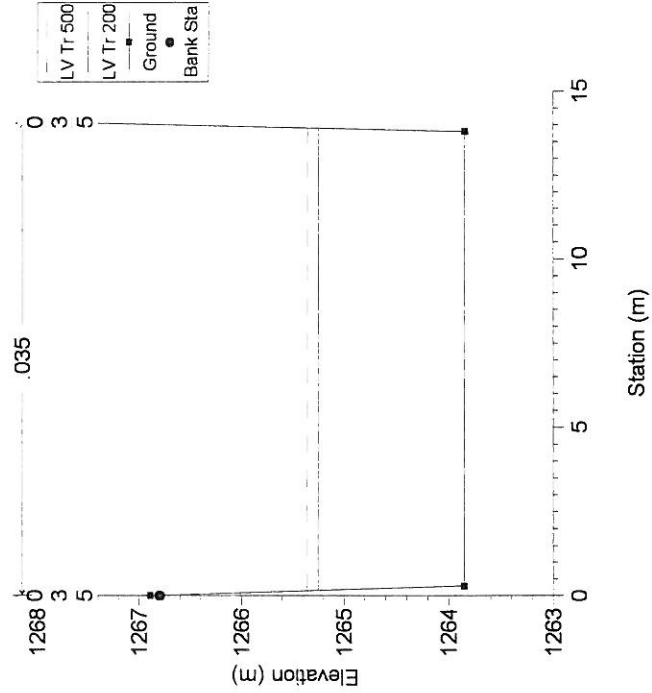




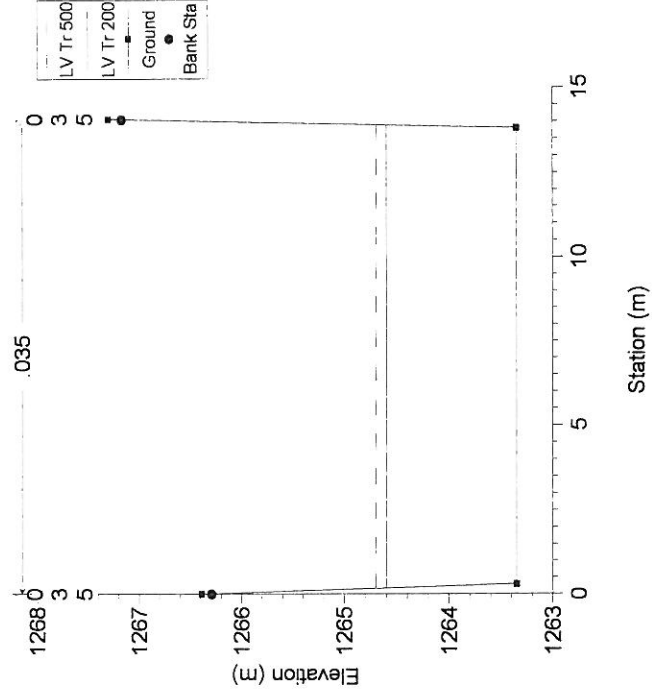
Reach = frejus Riv Sta = 10



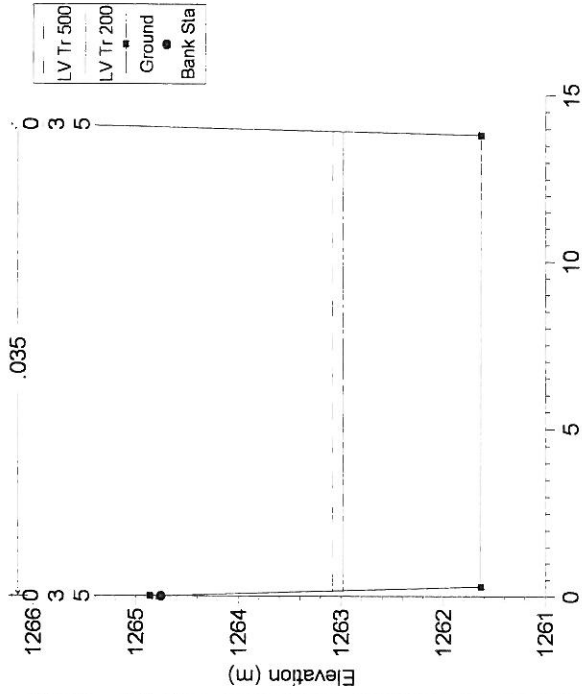
Reach = frejus Riv Sta = 9.5



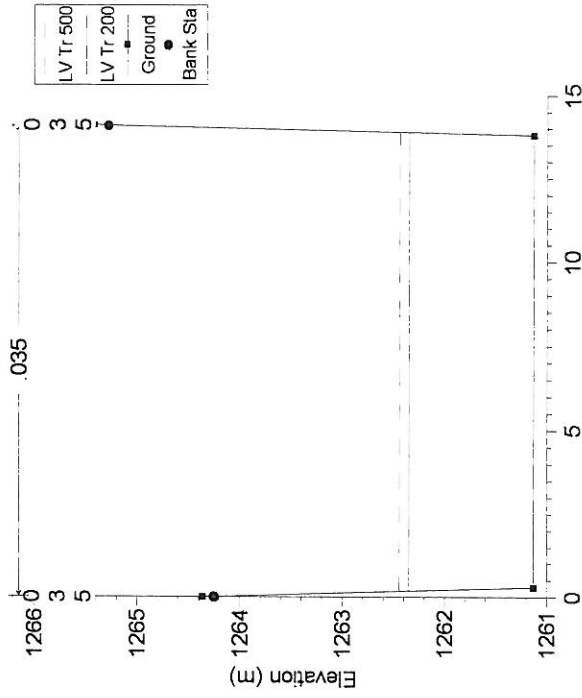
Reach = frejus Riv Sta = 9



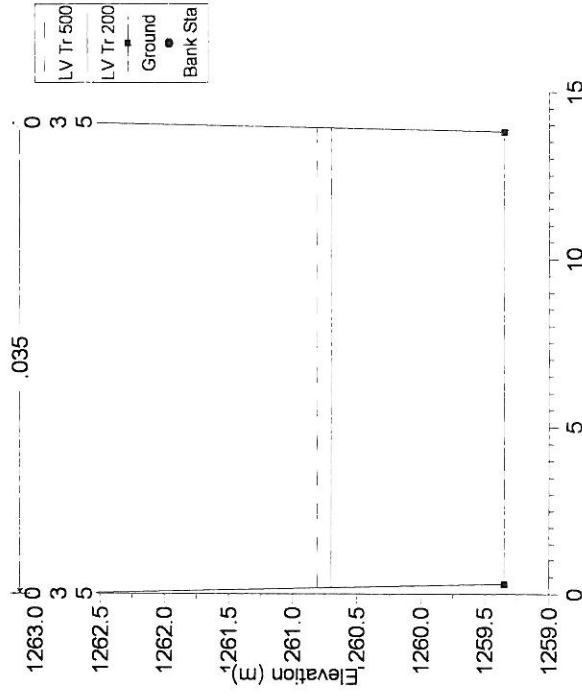
Reach = frejus Riv Sta = 8.5



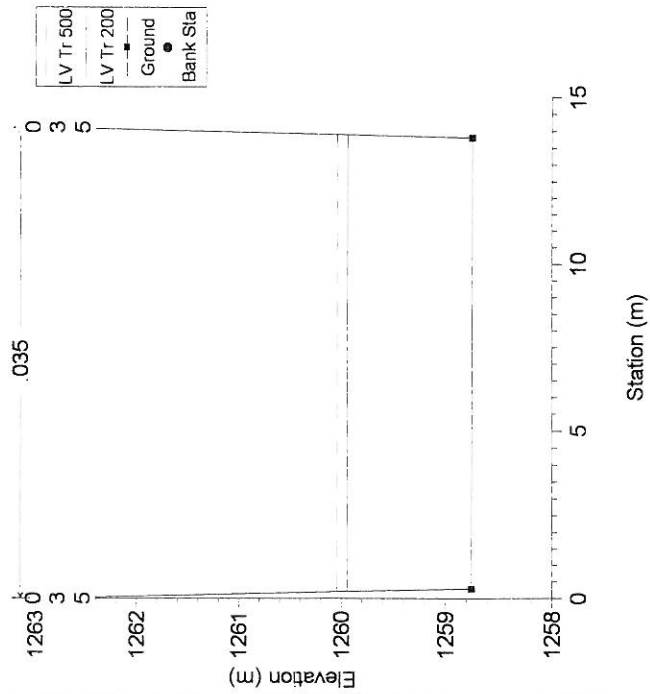
Reach = frejus Riv Sta = 8



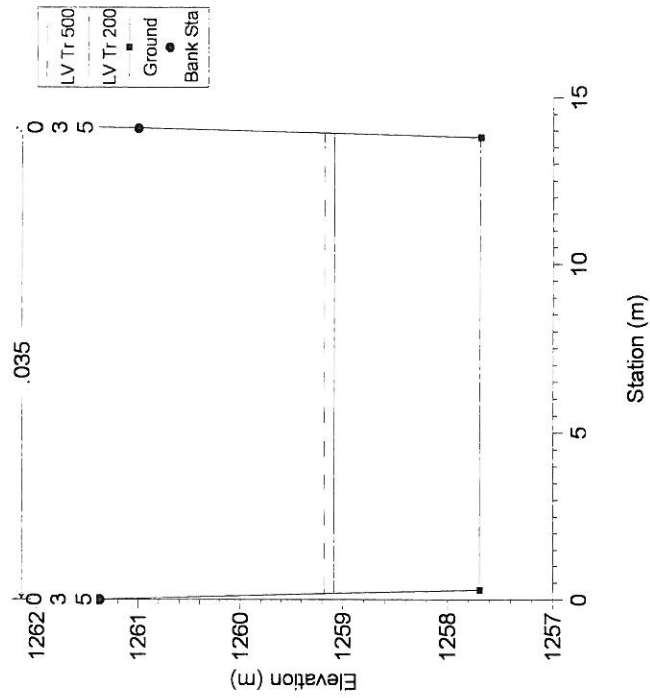
Reach = frejus Riv Sta = 7



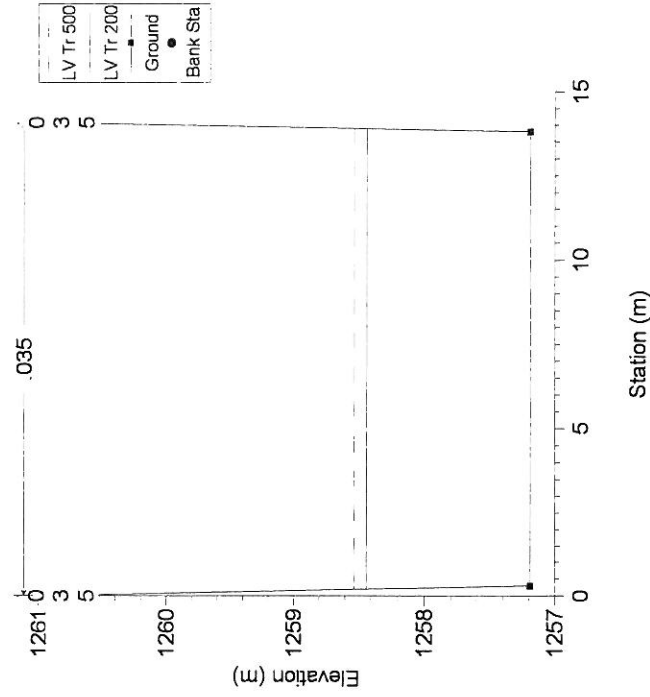
Reach = frejus Riv Sta = 6.5



Reach = frejus Riv Sta = 6



Reach = frejus Riv Sta = 5.6

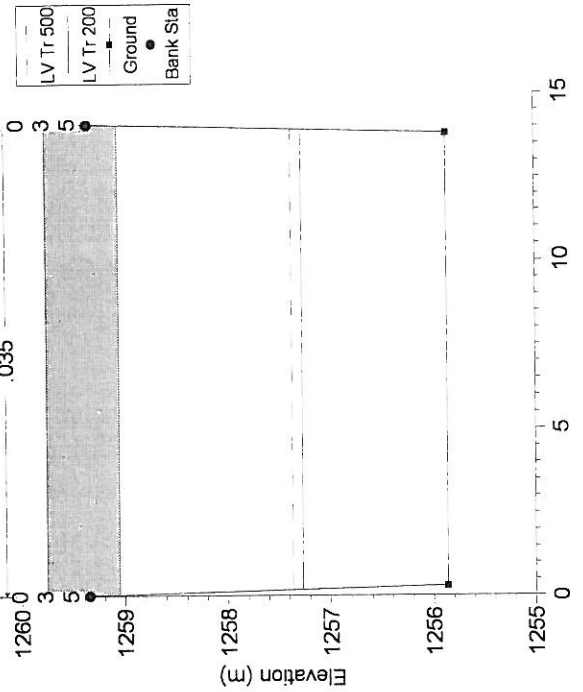
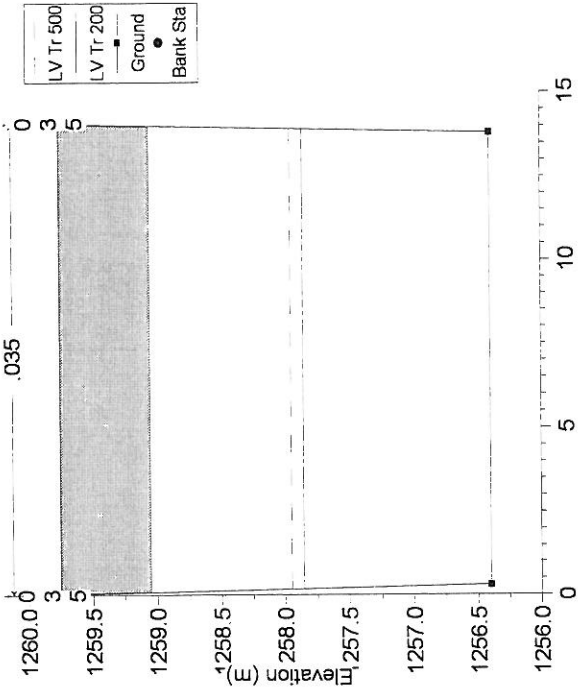
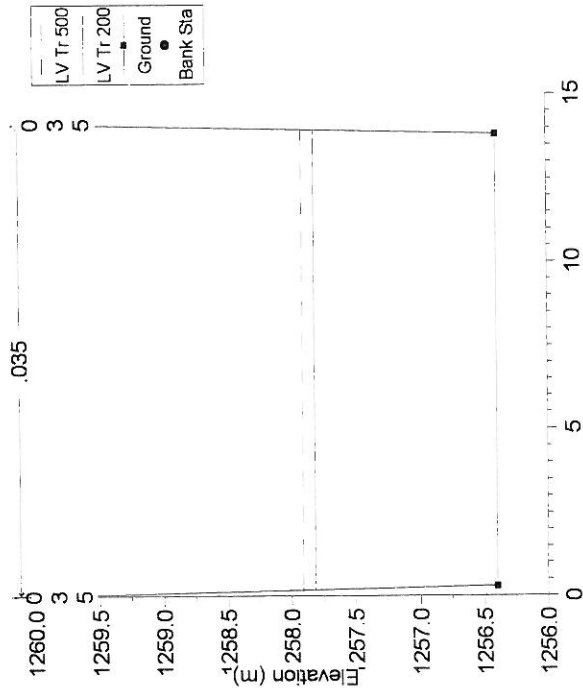


Reach = frejus Riv Sta = 5.5

Reach = frejus Upstream Inside

Reach = frejus Downstream Inside

Riv Sta = 5.45



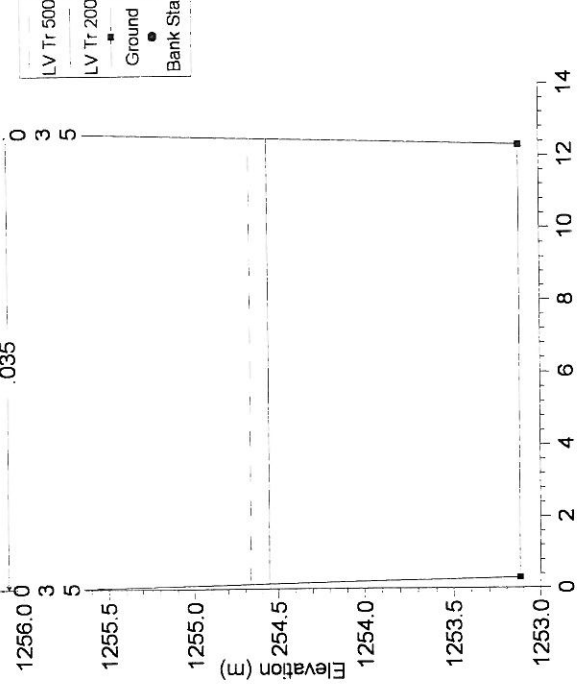
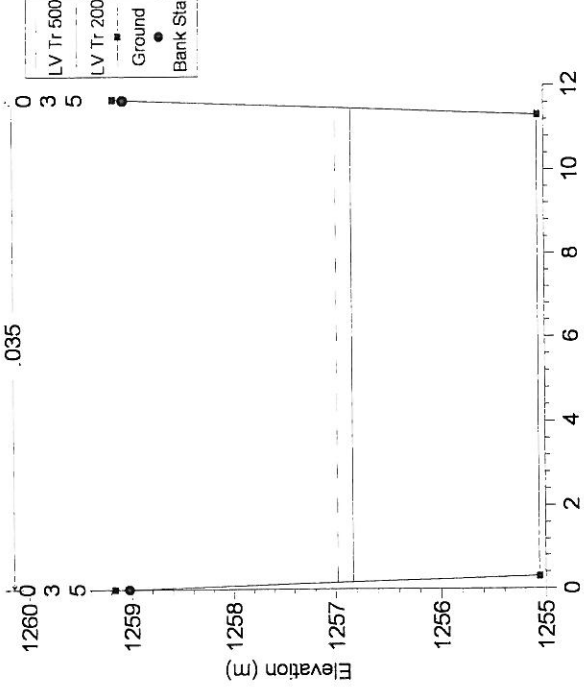
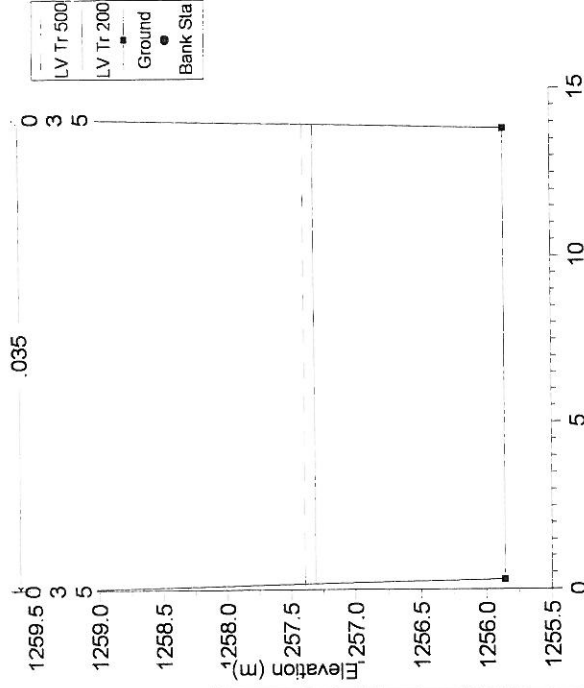
Station (m)

Reach = frejus Riv Sta = 5.4

Reach = frejus Riv Sta = 5

Reach = frejus Riv Sta = 4.5

Station (m)

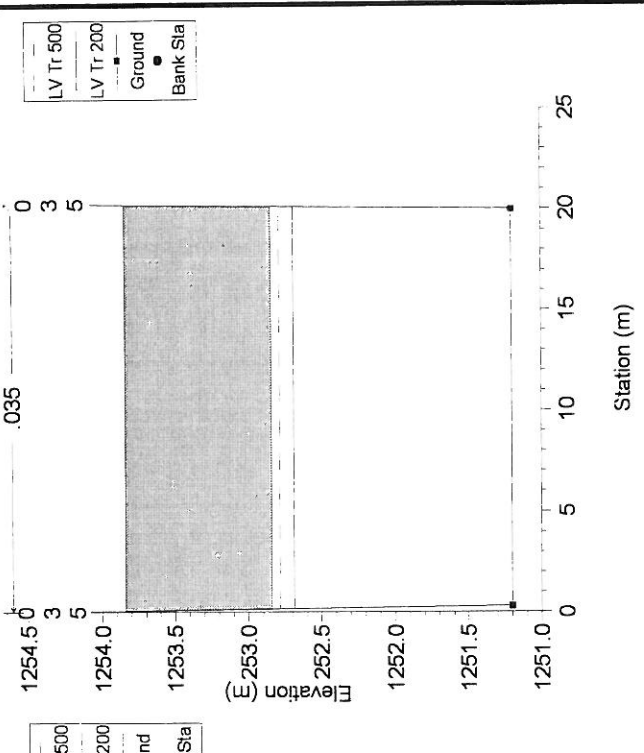
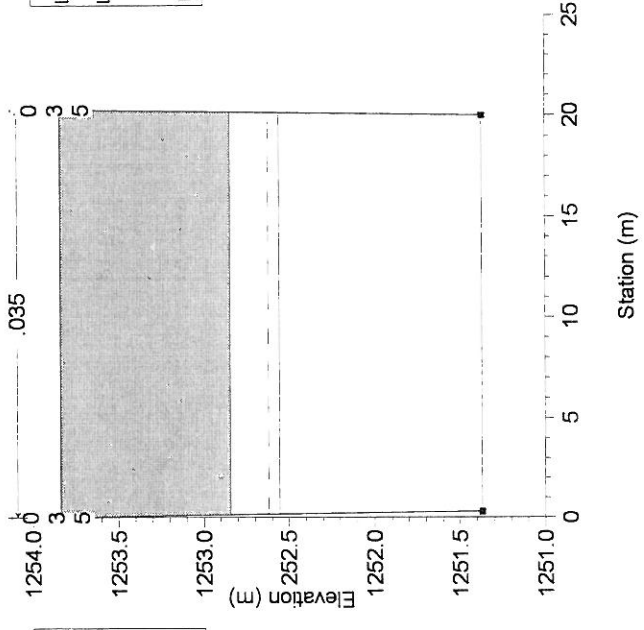
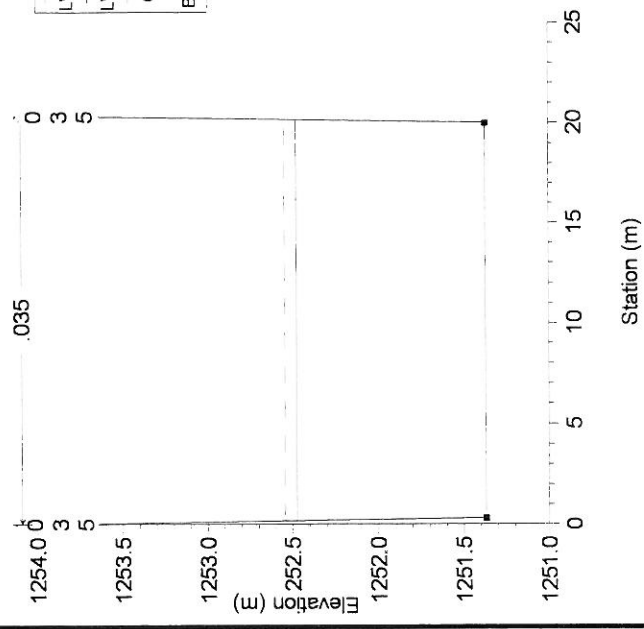


Station (m)

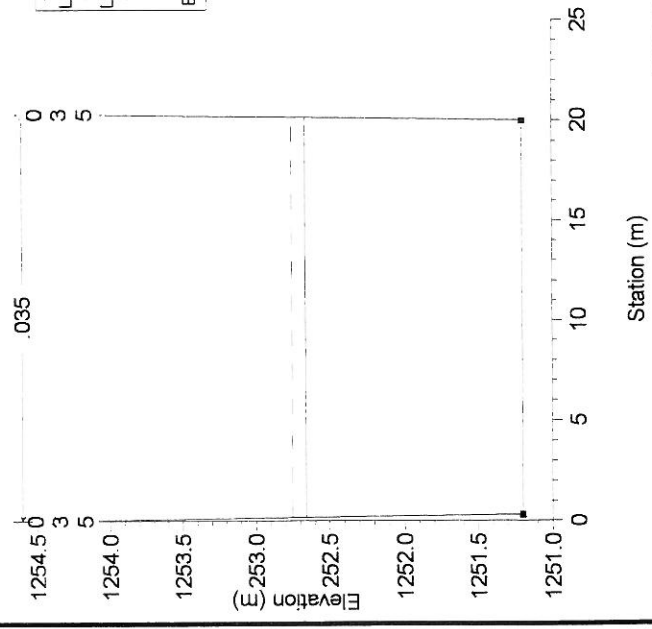
Station (m)

Station (m)

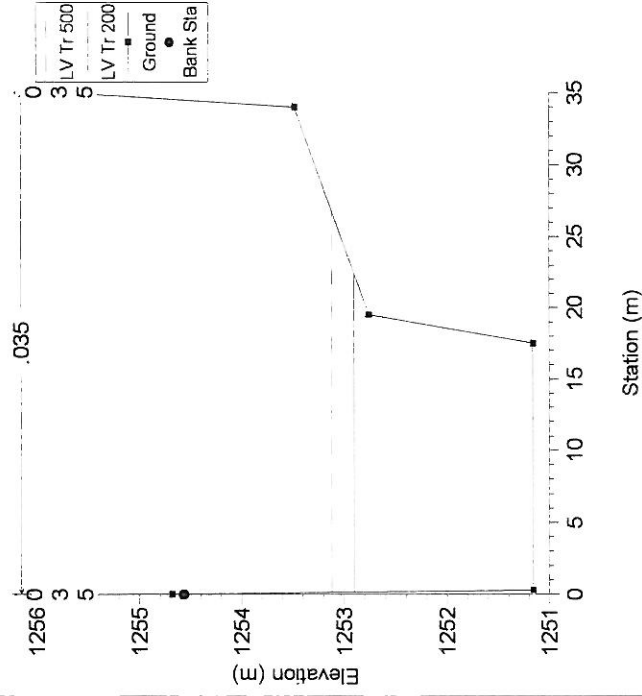
Reach = frejus Riv Sta = 4 Reach = frejus Upstream Inside Riv Sta = 3.5 Reach = frejus Downstream Inside Riv Sta = 3.5



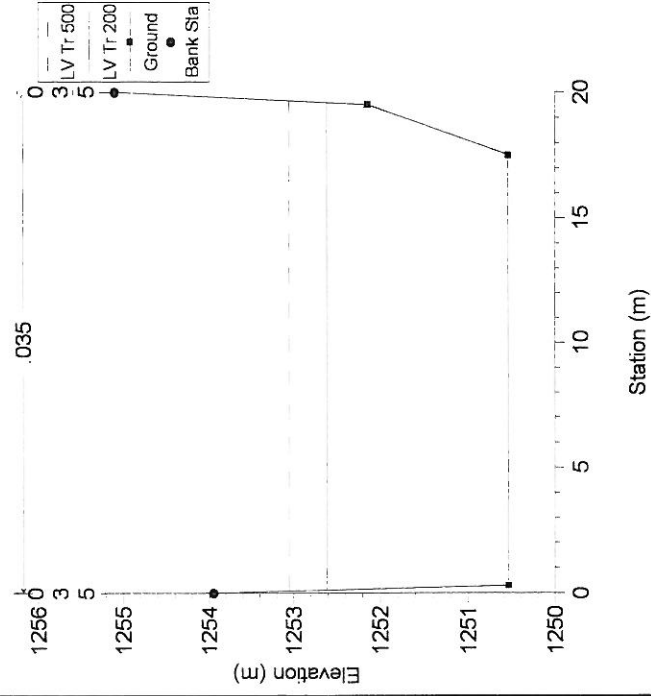
Reach = frejus Riv Sta = 3



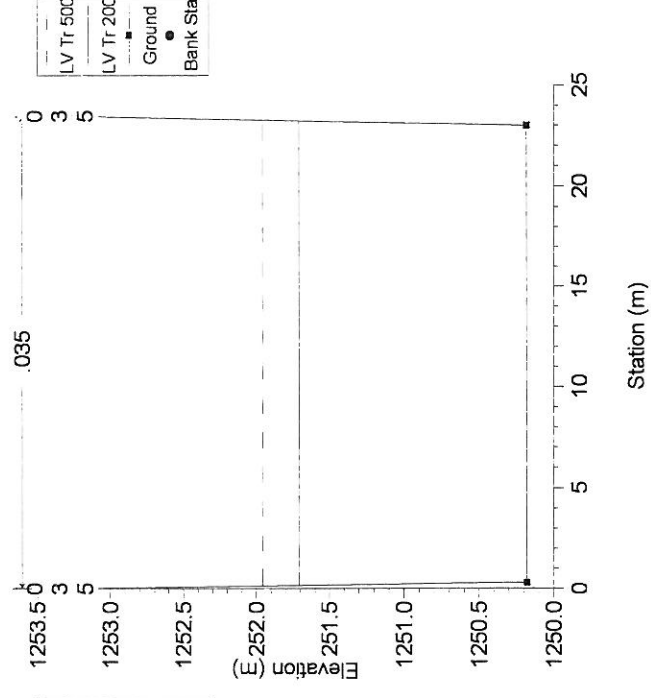
SEZIONI OUTPUT MODELLO HEC RAS
TRATTO DORA M5



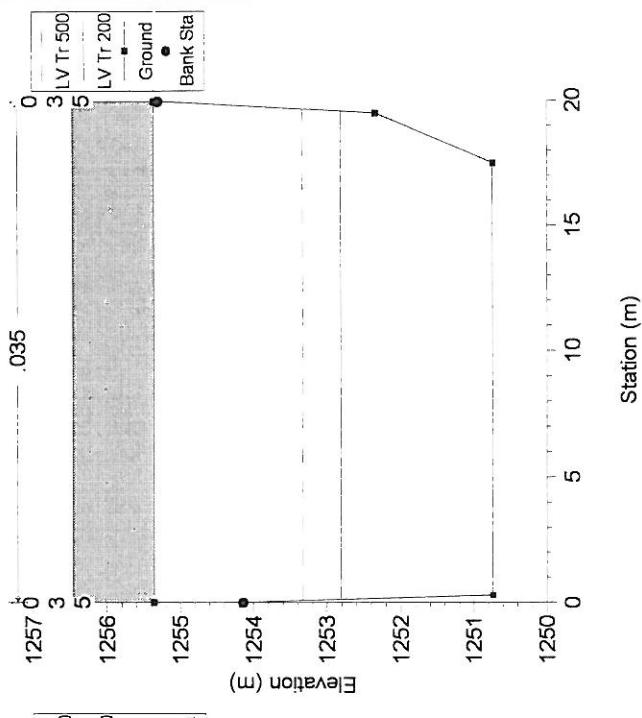
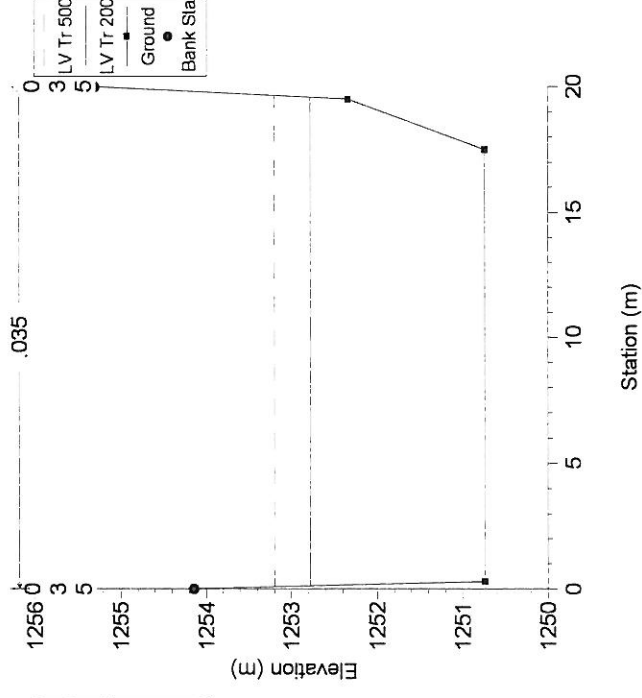
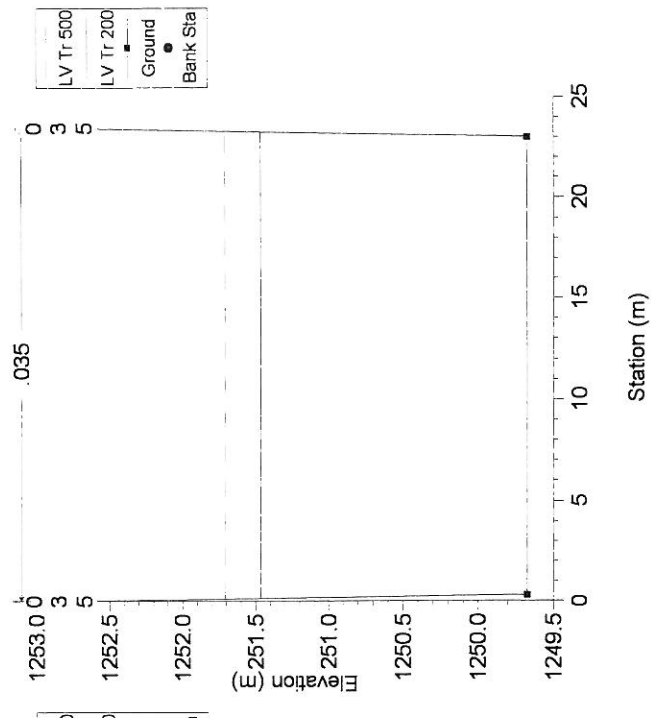
Reach = doram5 Riv Sta = 94



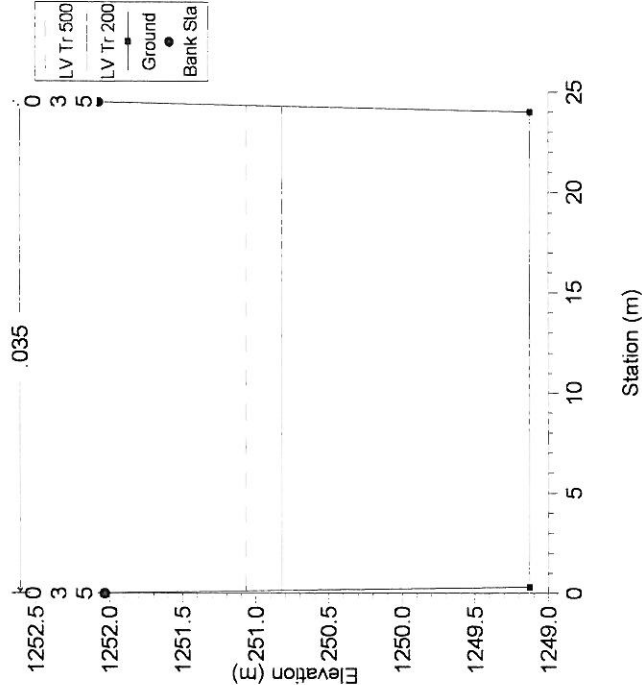
Reach = doram5 Riv Sta = 90



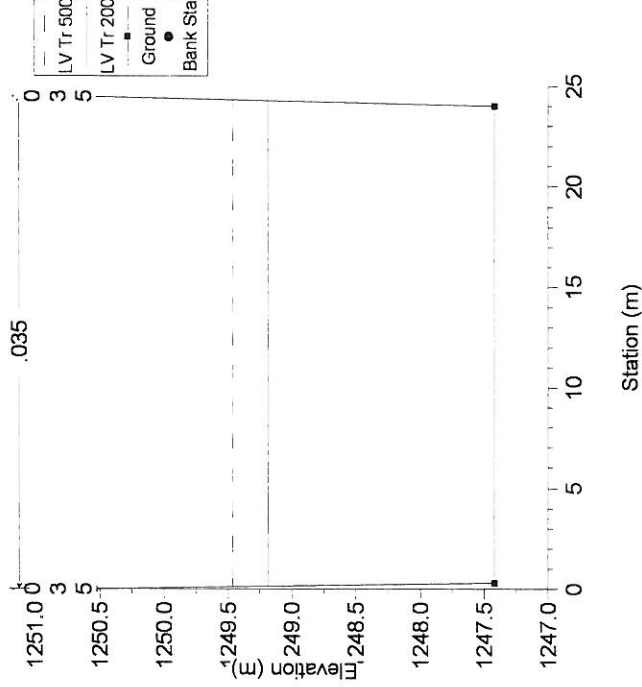
Reach = doram5 Riv Sta = 80



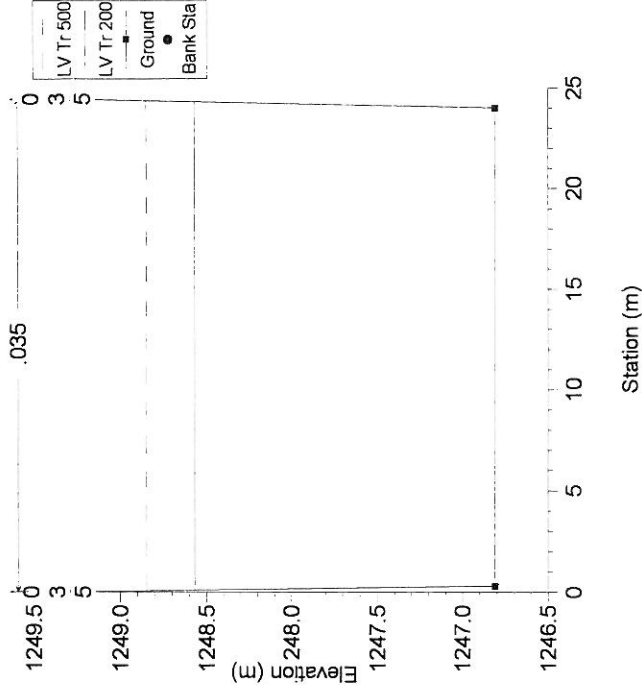
Reach = doram5 Riv Sta = 70



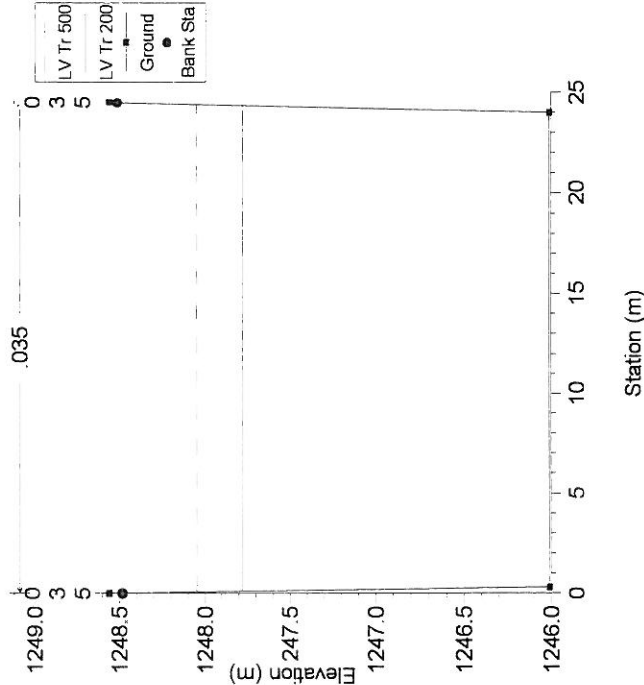
Reach = doram5 Riv Sta = 60



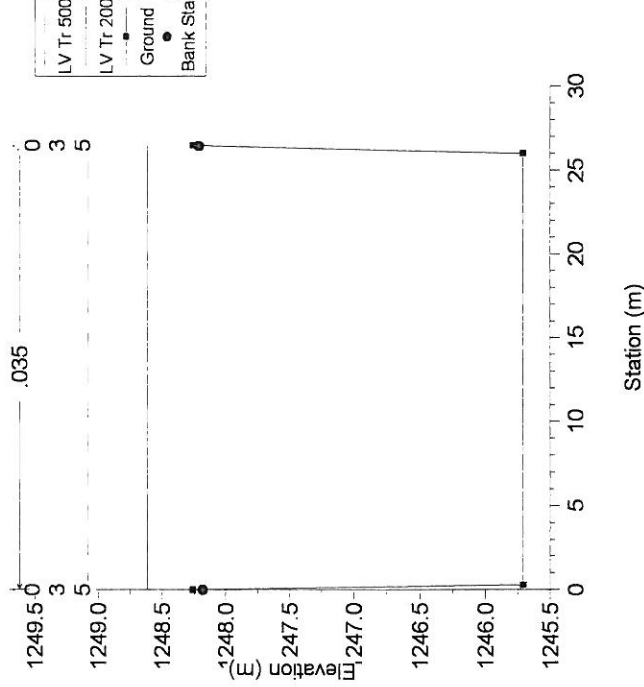
Reach = doram5 Riv Sta = 50



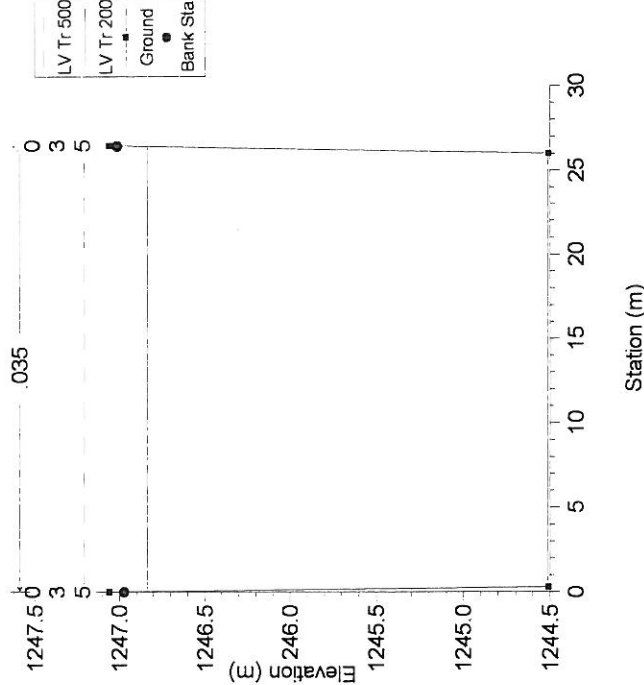
Reach = doram5 Riv Sta = 40



Reach = dora B. Riv Sta = 100



Reach = dora B. Riv Sta = 90

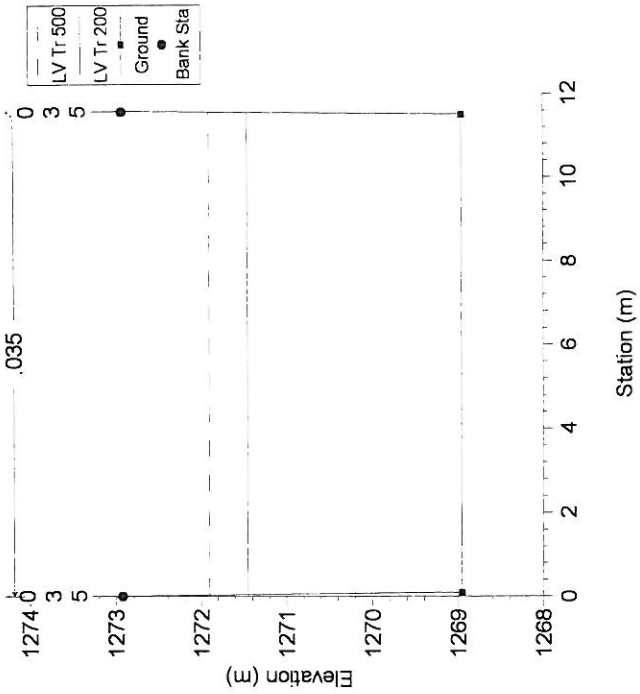
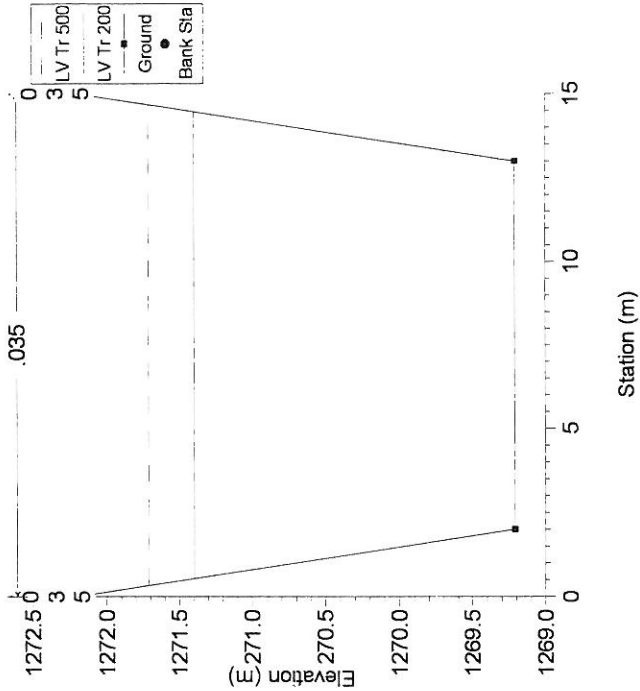
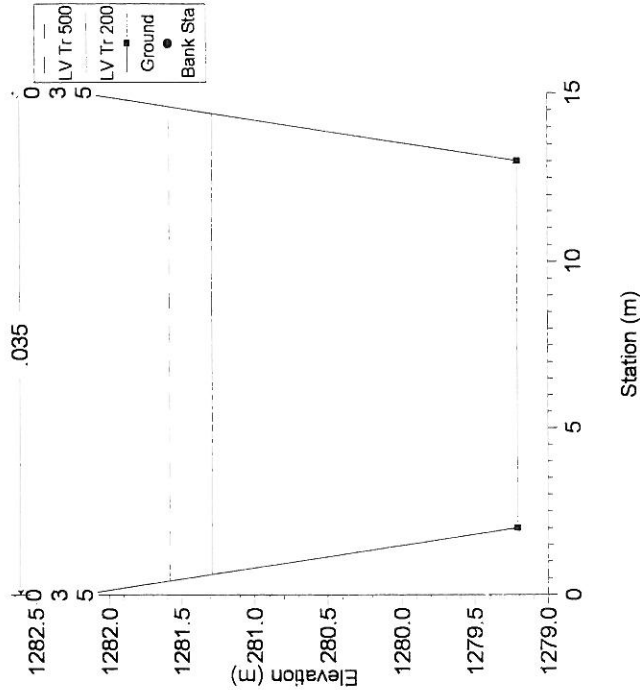


**SEZIONI OUTPUT MODELLO HEC RAS
TRATTO ROCHEMOLLES E DORA B.**

Reach = Rochemolles Riv Sta = 100

Reach = Rochemolles Riv Sta = 95

Reach = Rochemolles Riv Sta = 90



Station (m)

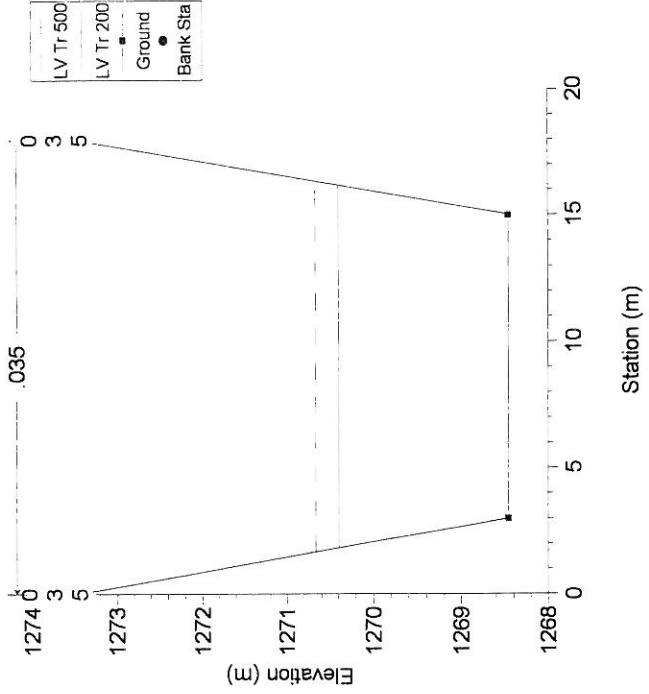
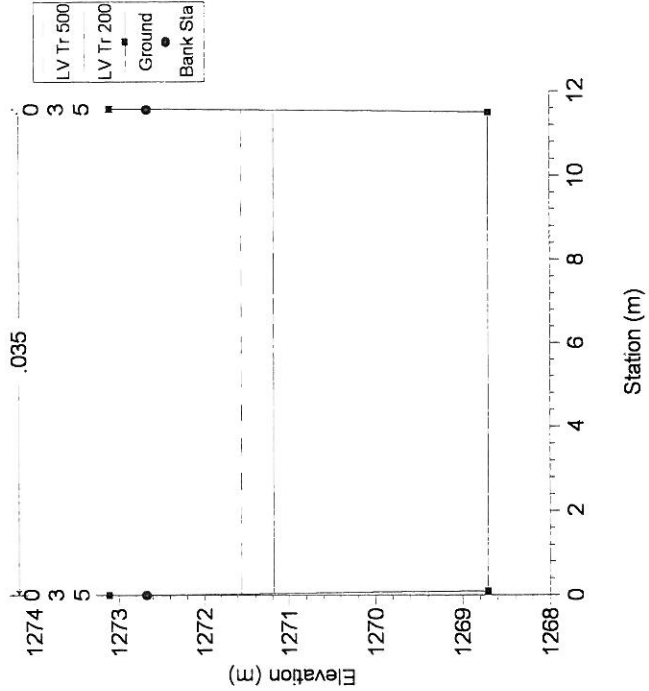
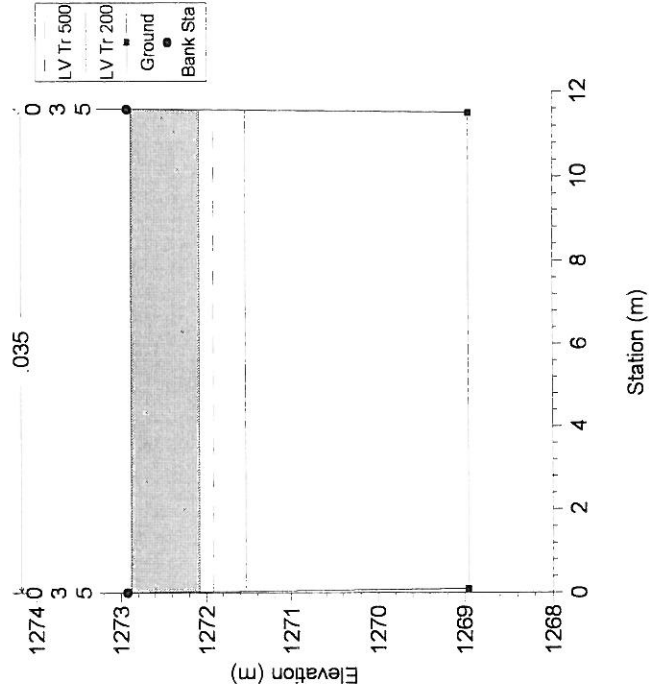
Station (m)

Station (m)

each = Rochemolles Upstream Inside

Reach = Rochemolles Riv Sta = 87

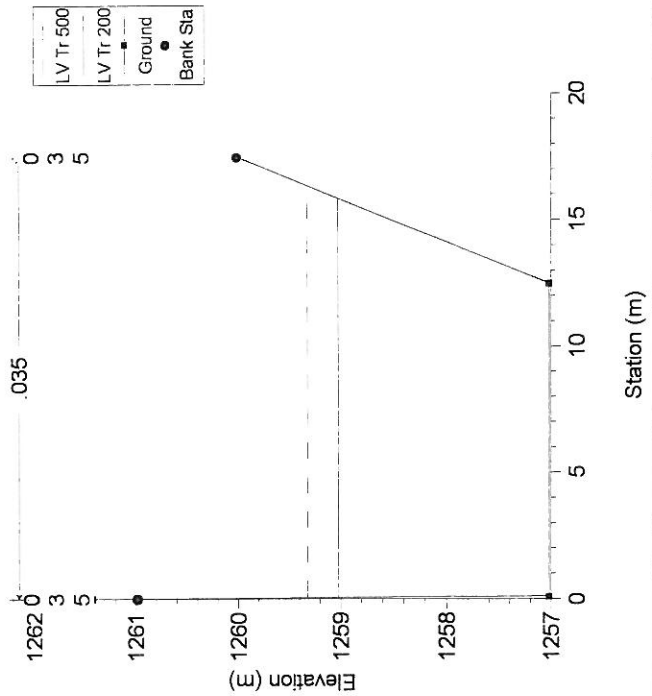
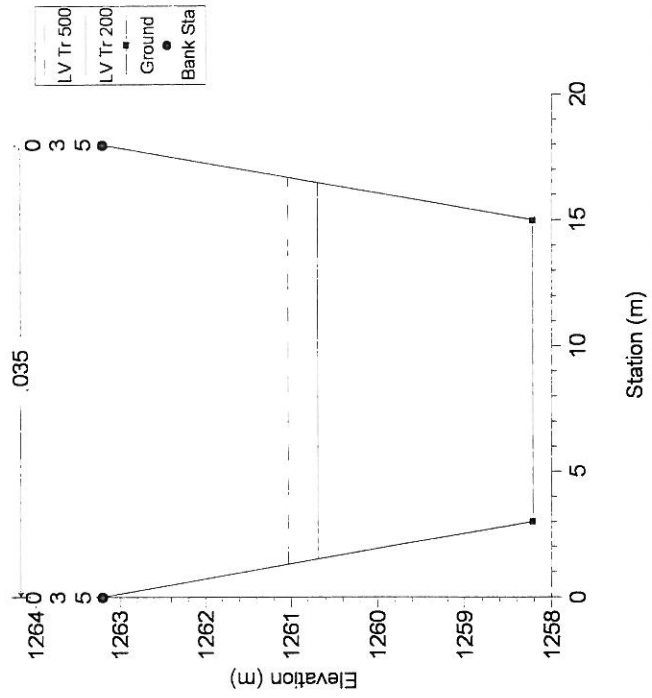
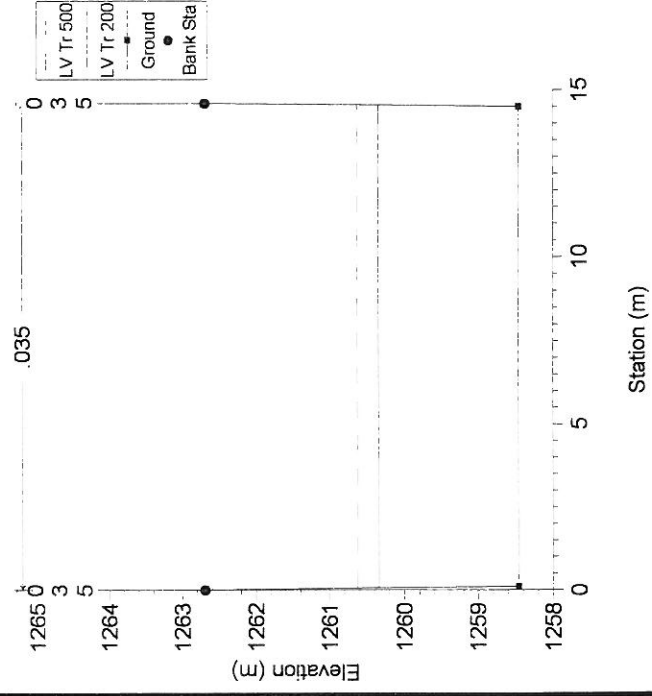
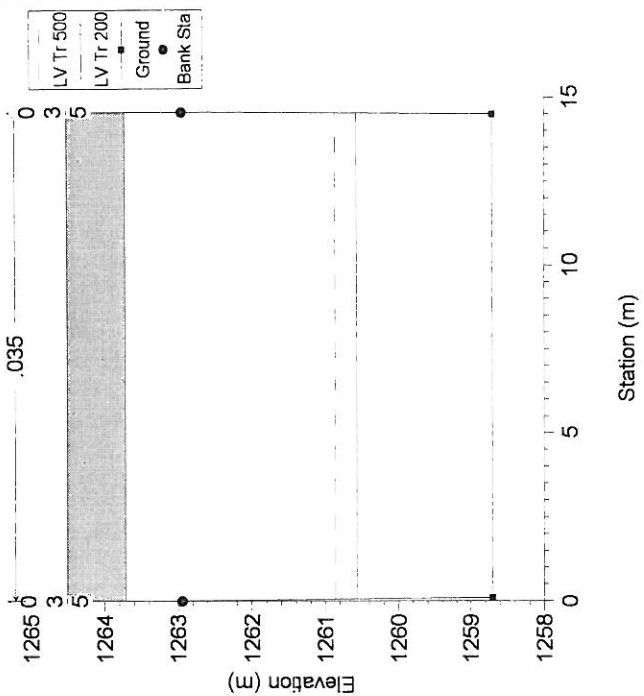
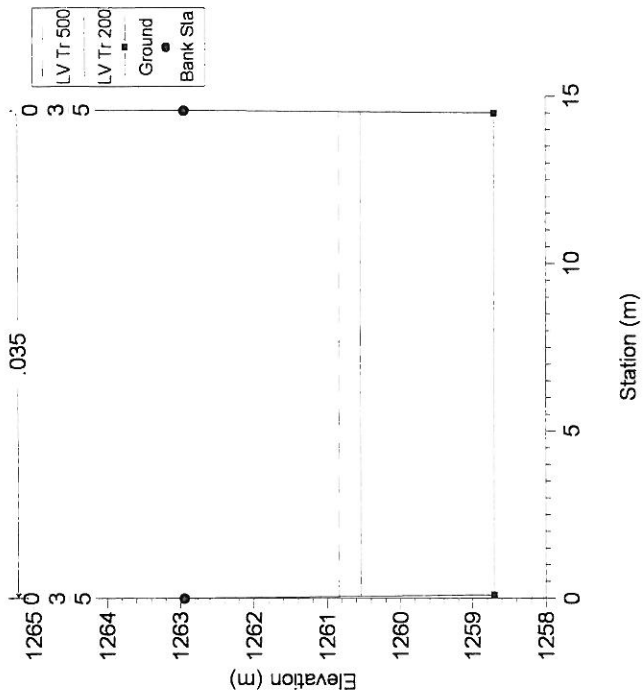
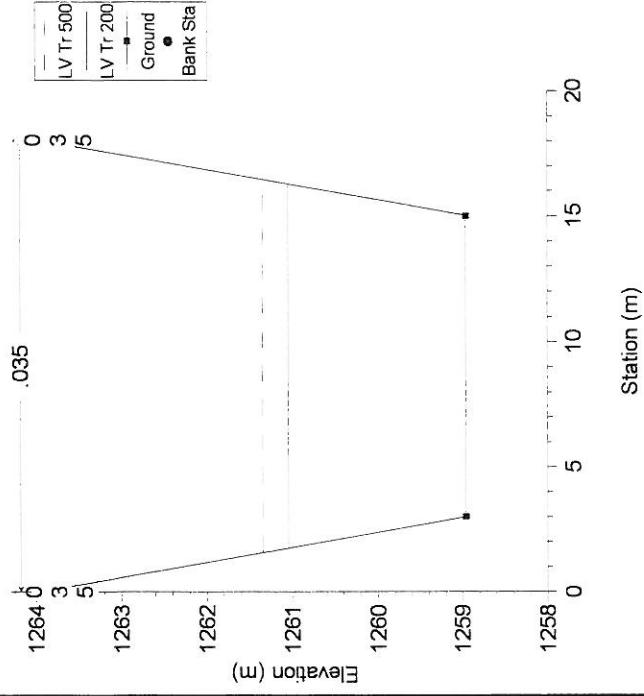
Reach = Rochemolles Riv Sta = 80

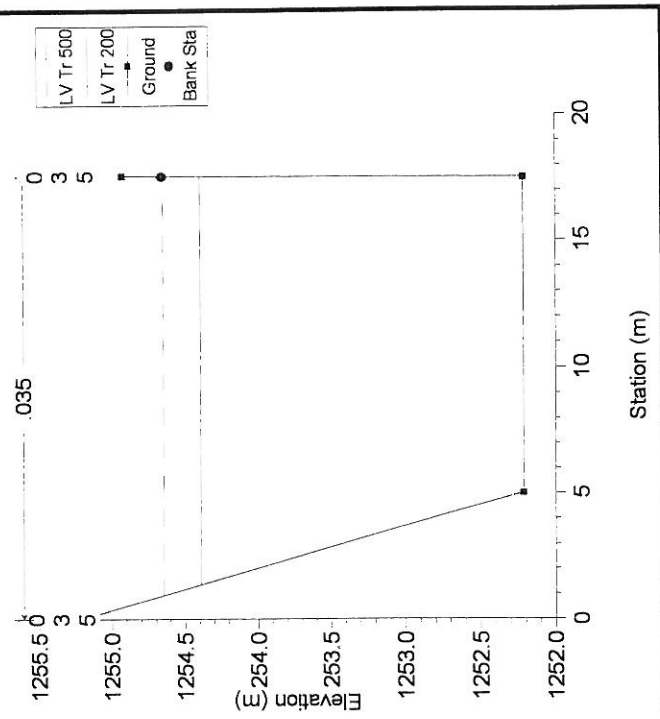
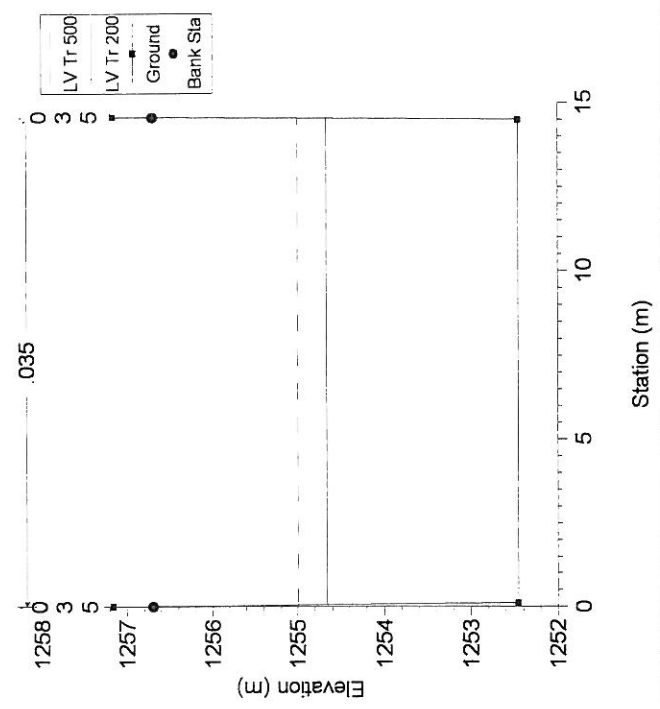
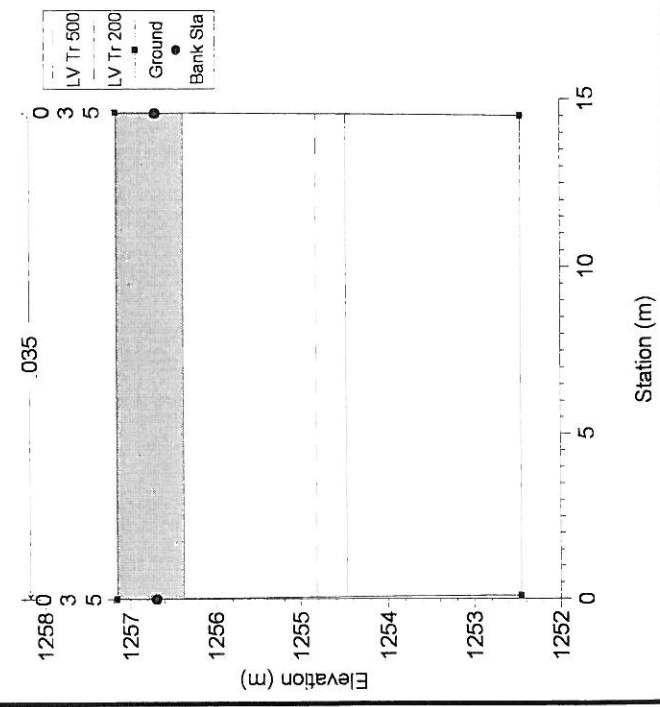
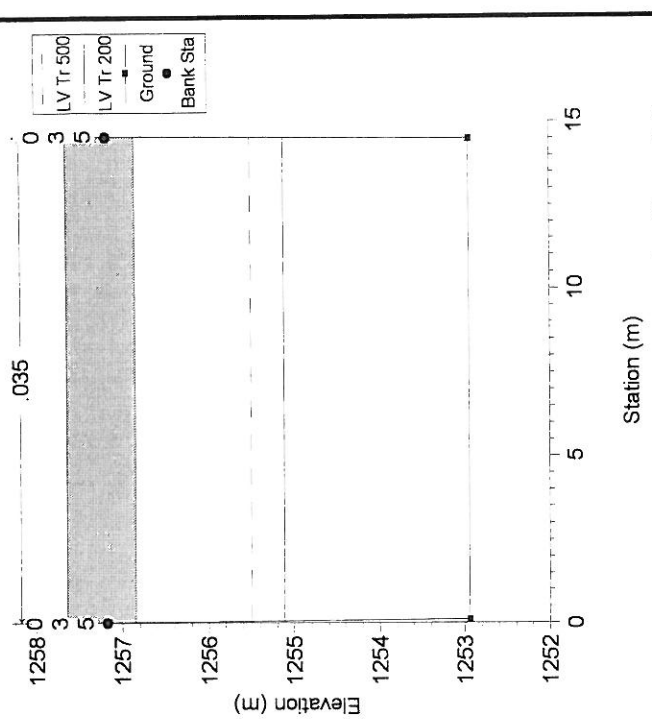
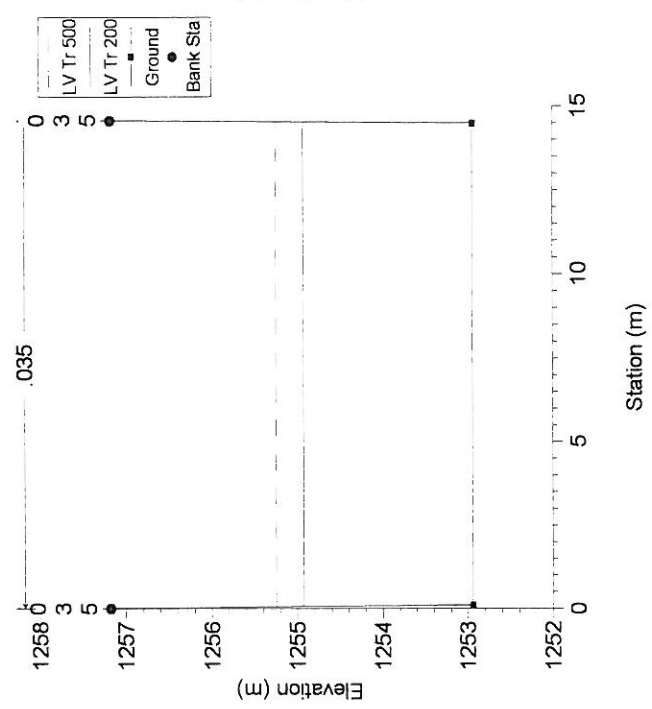
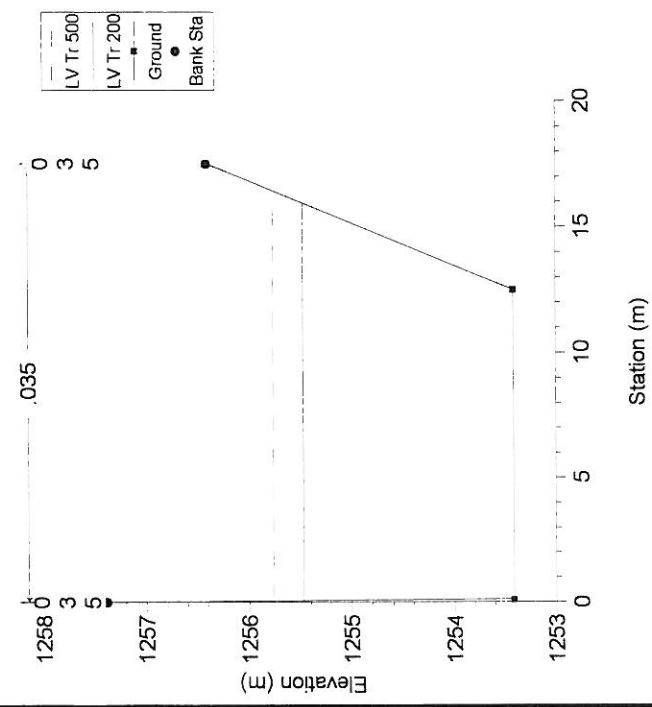


Station (m)

Station (m)

Station (m)





Reach = Rochemolles Riv Sta = 30

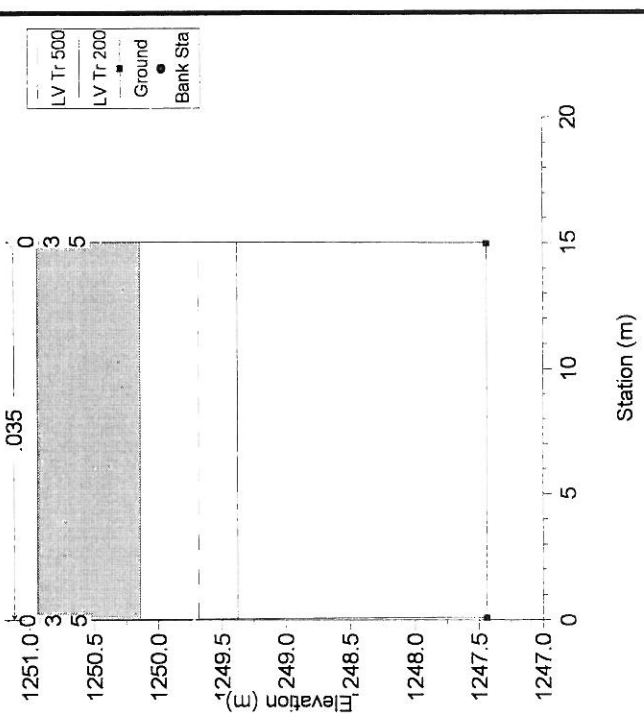
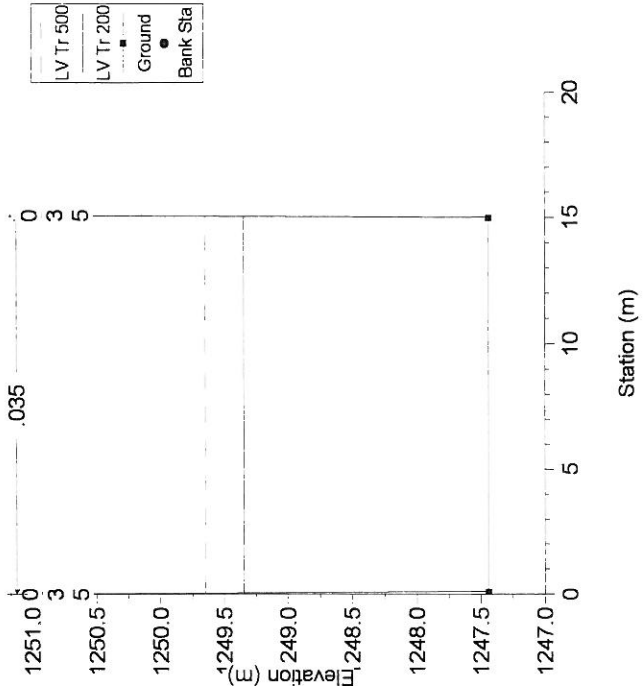
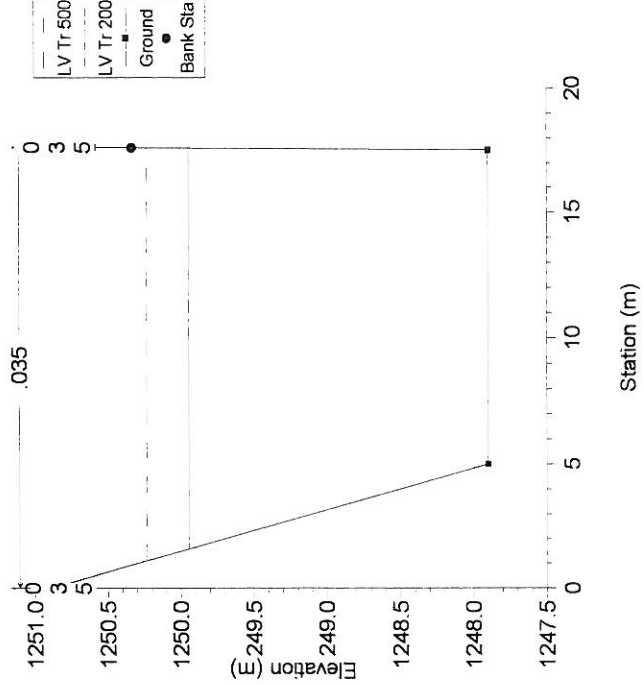
Reach = Rochemolles

Riv Sta = 25

Reach = Rochemolles

Upstream Inside

Riv Sta = 23



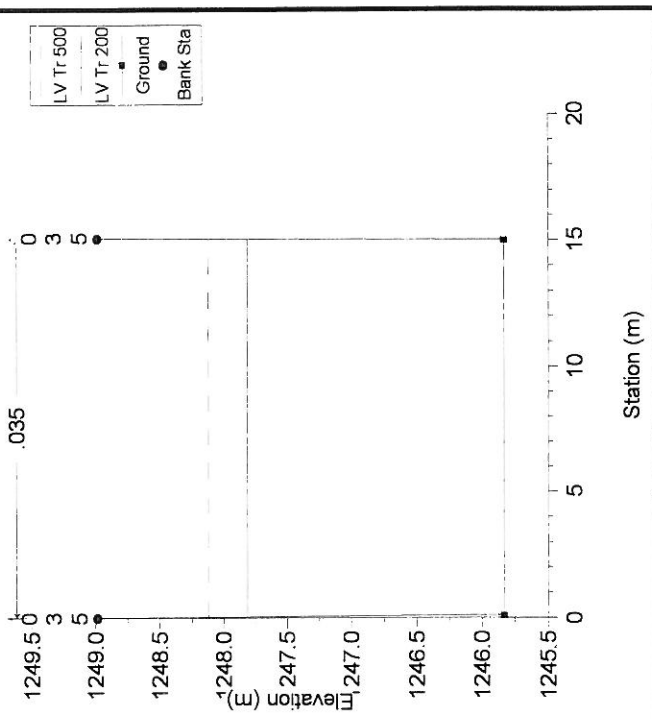
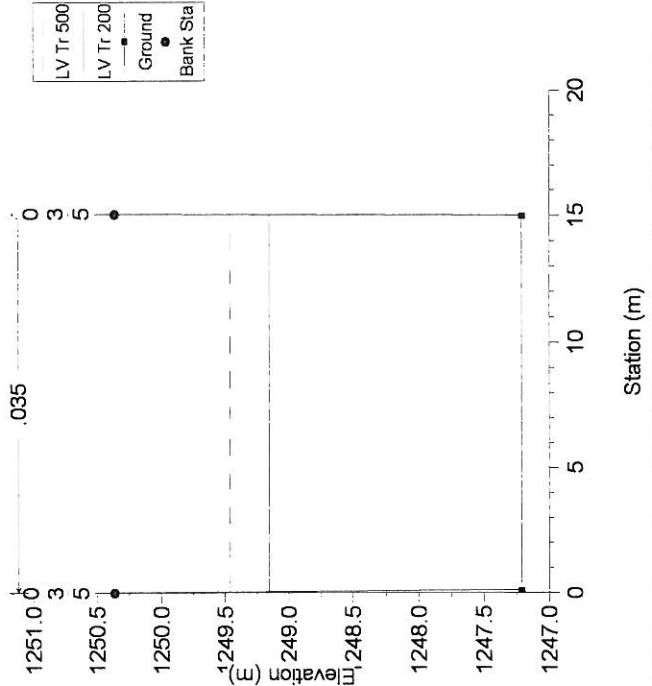
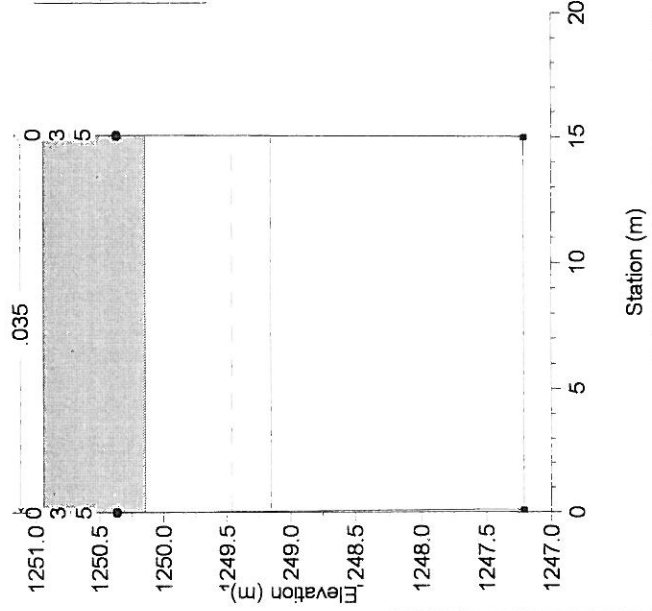
ach = Rochemolles Downstream Inside

Riv Sta = 23 Reach = Rochemolles

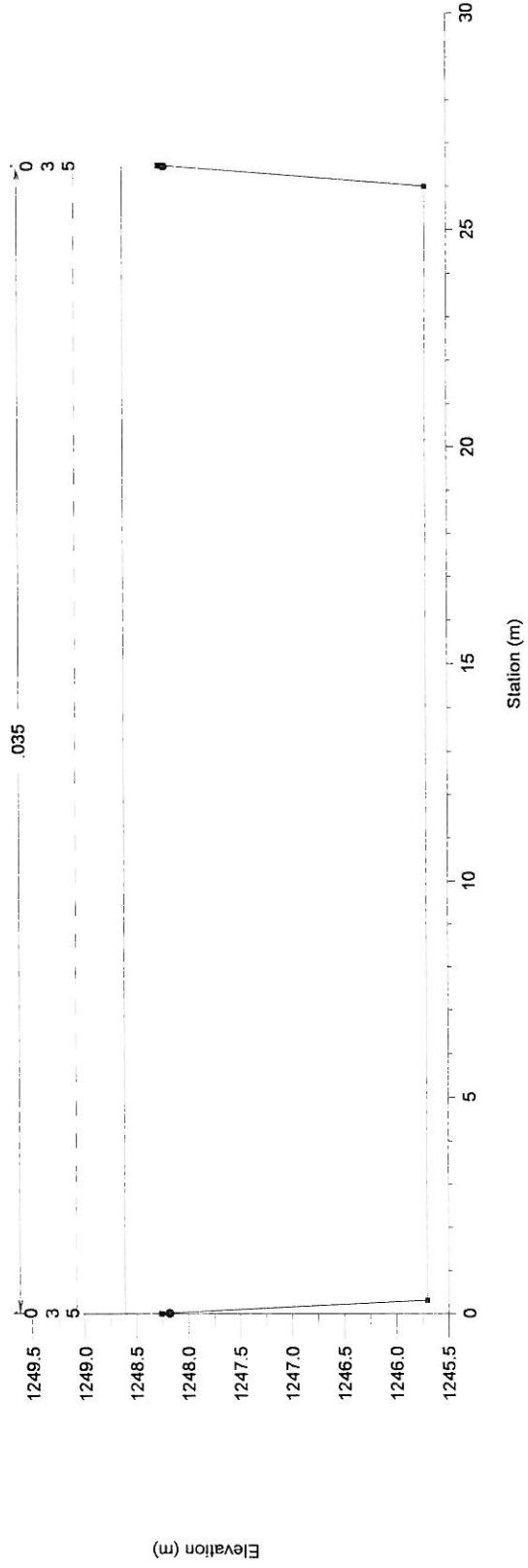
Riv Sta = 20

Reach = Rochemolles

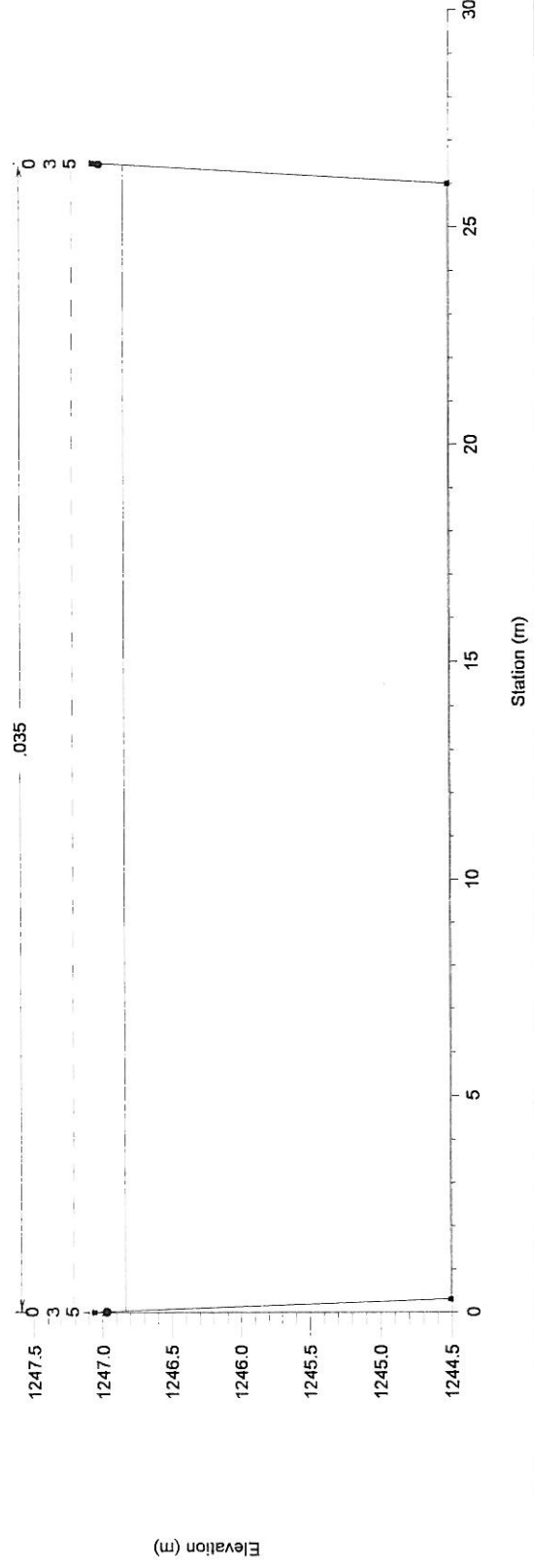
Riv Sta = 15



Reach = dora B. Riv Sta = 100



Reach = dora B. Riv Sta = 90



TABULATI DI OUTPUT NUMERICO DEL MODELLO HEC RAS

Tempo di ritorno 200 anni

HEC-RAS Plan: senza tutti

Reach	River Sta.	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
doram1	500	110.00	1461.69	1463.81	1463.81	1464.45	0.011710	3.56	30.88	24.36	1.01
doram1	490	110.00	1459.25	1460.84	1461.46	1462.85	0.051832	6.29	17.49	17.96	2.03
doram1	480	110.00	1457.96	1460.29	1460.78	1461.92	0.037440	5.66	19.43	17.87	1.73
doram1	470	110.00	1455.12	1457.01	1457.85	1459.78	0.046339	7.37	14.92	8.29	1.75
doram1	460	110.00	1451.72	1453.78	1454.69	1456.75	0.052165	7.63	14.41	10.21	2.05
doram1	450	110.00	1450.44	1452.36	1453.08	1454.82	0.039084	6.95	15.84	9.19	1.69
doram1	446	Bridge									
doram1	445	110.00	1450.04	1451.98	1452.68	1454.38	0.037662	6.86	16.04	9.20	1.66
doram1	440	110.00	1446.89	1449.00	1449.84	1451.64	0.040331	7.20	15.29	8.42	1.70
doram1	438	Bridge									
doram1	435	110.00	1446.49	1448.60	1449.45	1451.24	0.040305	7.19	15.29	8.42	1.70
doram1	430	110.00	1443.65	1445.34	1446.26	1448.67	0.070264	8.09	13.60	11.57	2.38
doram1	420	110.00	1441.65	1443.66	1444.27	1445.40	0.028427	5.85	18.81	13.06	1.56
doram1	410	110.00	1439.89	1442.43	1442.81	1443.80	0.023954	5.17	21.26	15.40	1.40
doram1	400	110.00	1438.57	1440.44	1440.99	1442.26	0.040719	5.99	18.45	16.81	1.82
doram1	390	110.00	1435.00	1436.71	1437.13	1438.18	0.044103	5.38	20.54	23.65	1.84
doram1	380	110.00	1431.44	1433.10	1433.57	1434.70	0.034252	5.63	19.93	18.30	1.69
doram1	370	110.00	1428.44	1430.63	1430.97	1431.87	0.026632	4.98	22.55	20.44	1.49
doram1	360	110.00	1427.29	1429.93	1430.03	1430.89	0.012546	4.38	25.62	15.24	1.07
doram1	350	110.00	1425.45	1428.14	1428.26	1429.36	0.014624	4.90	22.48	11.15	1.07
doram1	340	110.00	1424.05	1427.08	1427.45	1428.96	0.025078	6.07	18.12	7.24	1.22
doram1	338	Bridge									
doram1	335	110.00	1423.54	1426.34	1426.94	1428.62	0.032635	6.68	16.47	7.16	1.41
doram1	330	110.00	1416.28	1417.64	1418.93	1423.44	0.148046	10.67	10.31	9.94	3.35
doram1	320	110.00	1395.46	1396.52	1397.49	1400.42	0.111851	8.75	12.57	13.71	2.92
doram1	310	110.00	1392.81	1393.47	1394.38	1398.07	0.212922	9.50	11.57	18.08	3.79
doram1	305	110.00	1391.45	1392.41	1393.43	1396.66	0.129989	9.13	12.04	12.67	2.99
doram1	300	110.00	1389.74	1390.87	1391.54	1393.17	0.059881	6.73	16.35	16.79	2.18
doram1	290	110.00	1386.90	1389.06	1389.29	1389.98	0.020332	4.26	25.81	23.02	1.28
doram1	280	110.00	1370.81	1372.10	1372.73	1374.20	0.044710	6.42	17.14	13.52	1.82
doram1	270	110.00	1370.13	1371.53	1372.13	1373.54	0.041172	6.27	17.54	13.96	1.79
doram1	265	Bridge									
doram1	260	110.00	1369.82	1371.26	1371.81	1373.16	0.037943	6.11	18.01	13.98	1.72
doram1	255	110.00	1369.09	1370.20	1370.77	1372.40	0.054295	6.57	16.73	15.67	2.03
doram1	250	110.00	1361.02	1363.14	1363.37	1364.38	0.017643	4.93	22.32	13.41	1.22

HEC-RAS Plan: senza tutti (continued)

Reach	River Sta.	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 # Ctl
doram1	248	Bridge									
doram1	245	110.00	1360.80	1362.82	1363.16	1364.22	0.021082	5.23	21.03	13.29	1.33
doram1	240	110.00	1358.14	1359.94	1360.44	1361.76	0.028974	5.98	18.39	10.71	1.46
doram1	230	110.00	1355.33	1357.15	1357.57	1358.80	0.023100	5.69	19.41	11.32	1.37
doram1	220	110.00	1343.76	1345.79	1346.08	1347.29	0.021945	5.44	20.22	10.15	1.23
doram1	210	110.00	1341.21	1342.94	1343.53	1345.03	0.035588	6.40	17.18	10.10	1.57
fosse	100	11.00	1446.95	1447.49	1447.94	1449.24	0.140244	5.87	1.87	4.27	2.83
fosse	95	11.00	1370.10	1370.63	1371.09	1372.42	0.143999	5.93	1.86	4.26	2.87
fosse	90	11.00	1367.20	1367.75	1368.22	1369.59	0.140373	6.01	1.83	3.93	2.81
fosse	85	11.00	1365.03	1365.30	1365.63	1366.76	0.216646	5.35	2.06	7.61	3.29
fosse	83	Bridge									
fosse	80	11.00	1363.58	1363.88	1364.18	1365.07	0.155886	4.83	2.28	7.63	2.82
fosse	75	11.00	1359.23	1359.59	1359.91	1360.79	0.128279	4.86	2.27	6.30	2.59
fosse	73	Bridge									
fosse	70	11.00	1357.78	1358.12	1358.46	1359.48	0.156568	5.17	2.13	6.30	2.84
fosse	65	11.00	1341.71	1342.03	1342.39	1343.54	0.184642	5.44	2.02	6.29	3.06
doram2	100	110.00	1340.84	1344.08	1344.08	1345.20	0.012467	4.69	23.46	10.48	1.59
doram2	95	110.00	1340.28	1341.90	1342.73	1344.68	0.051671	7.39	14.88	9.38	1.87
doram2	93	Bridge									
doram2	90	110.00	1339.91	1341.61	1342.36	1344.14	0.044963	7.05	15.60	9.39	1.75
doram2	80	110.00	1338.03	1339.47	1340.46	1342.91	0.070714	8.22	13.38	10.59	2.34
doram2	70	110.00	1300.43	1302.10	1302.97	1305.35	0.081302	7.99	13.77	13.07	2.48
sagne	110	9.00	1388.07	1388.38	1388.67	1389.48	0.140059	4.65	1.94	6.42	2.70
sagne	100	9.00	1337.67	1337.96	1338.27	1339.22	0.171846	4.96	1.82	6.39	2.97
sagne	90	9.00	1334.07	1334.38	1334.71	1335.76	0.178551	5.20	1.73	5.62	2.99
sagne	87	Bridge									
sagne	85	9.00	1332.27	1332.57	1332.91	1334.04	0.198336	5.37	1.68	5.61	3.14
sagne	80	9.00	1325.07	1325.46	1325.85	1327.03	0.160558	5.54	1.62	4.26	2.86
sagne	70	9.00	1321.47	1321.79	1322.17	1323.46	0.216250	5.73	1.57	4.93	3.24
sagne	68	Bridge									
sagne	65	9.00	1318.77	1319.07	1319.47	1320.95	0.260239	6.08	1.48	4.93	3.54
sagne	60	9.00	1300.27	1300.60	1300.97	1302.14	0.188389	5.49	1.64	4.93	3.04

HEC-RAS **Plan: senza tutti (continued)**

HEC-RAS Plan: senza tutti (continued)

Reach	River Sta.	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
rho	45	112.00	1276.58	1277.33	1277.68	1278.50	0.043759	4.79	23.36	31.19	1.77
rho	40	112.00	1276.11	1276.83	1277.18	1278.02	0.046750	4.83	23.17	32.27	1.82
rho	30	112.00	1273.26	1273.93	1274.33	1275.31	0.059660	5.21	21.51	32.25	2.04
doram4	110	169.00	1273.19	1275.03	1275.53	1276.81	0.063824	5.90	28.64	37.81	2.16
doram4	100	169.00	1269.03	1271.11	1271.37	1272.13	0.025977	4.48	37.71	38.02	1.44
doram4	99	Bridge									
doram4	98	169.00	1268.79	1270.91	1271.13	1271.86	0.023130	4.32	39.08	38.05	1.36
doram4	92	169.00	1262.63	1267.06	1267.06	1269.24	0.016514	6.55	25.83	5.90	1.60
doram4	90	169.00	1259.74	1264.07	1264.17	1266.36	0.017730	6.69	25.28	5.90	1.03
doram4	89	Bridge									
doram4	88	169.00	1259.52	1263.30	1263.95	1266.31	0.028093	7.68	22.02	5.90	1.27
doram4	80	169.00	1259.30	1261.24	1262.53	1265.74	0.069678	9.39	17.99	10.54	2.29
doram4	70	169.00	1255.88	1258.32	1258.77	1260.20	0.021227	6.08	27.80	12.79	1.32
doram4	65	169.00	1251.36	1253.82	1254.26	1255.67	0.020533	6.01	28.12	12.82	1.30
frejus	100	120.00	1364.50	1366.01	1367.00	1369.67	0.085058	8.48	14.14	13.13	2.61
frejus	99	120.00	1363.92	1365.48	1366.42	1368.80	0.073368	8.07	14.87	13.30	2.44
frejus	95.5	120.00	1362.92	1364.36	1365.41	1368.54	0.103265	9.06	13.25	12.91	2.86
frejus	98	120.00	1358.55	1360.34	1361.05	1362.61	0.042140	6.67	17.98	14.00	1.88
frejus	97	120.00	1358.05	1359.71	1360.55	1362.50	0.057031	7.40	16.21	13.60	2.17
frejus	96	120.00	1352.30	1353.96	1354.79	1356.75	0.056728	7.39	16.24	13.61	2.16
frejus	95	120.00	1351.55	1353.09	1354.05	1356.55	0.078023	8.24	14.57	13.22	2.51
frejus	94	120.00	1349.60	1351.22	1352.10	1354.21	0.063127	7.67	15.65	13.48	2.27
frejus	93	120.00	1348.25	1349.67	1350.75	1353.99	0.108428	9.21	13.03	12.86	2.92
frejus	92	120.00	1341.88	1343.54	1344.38	1346.34	0.057416	7.42	16.17	13.60	2.17
frejus	91	120.00	1340.88	1342.37	1343.38	1346.17	0.089823	8.64	13.89	13.06	2.68
frejus	90.6	120.00	1336.18	1337.93	1338.68	1340.34	0.045852	6.87	17.47	13.89	1.96
frejus	90.2	120.00	1335.18	1336.72	1337.68	1340.19	0.078486	8.26	14.54	13.22	2.51
frejus	90	120.00	1333.51	1335.35	1336.01	1337.44	0.037414	6.41	18.73	14.17	1.78
frejus	87	120.00	1333.26	1335.17	1335.80	1337.35	0.036140	6.54	18.34	11.09	1.62
frejus	86.8	120.00	1332.76	1334.64	1335.30	1336.90	0.037955	6.65	18.04	11.09	1.66
frejus	86.7	Bridge									
frejus	86.6	120.00	1332.41	1334.27	1334.95	1336.58	0.039385	6.73	17.82	11.09	1.70
frejus	86	120.00	1330.25	1331.96	1332.79	1334.79	0.053475	7.45	16.11	11.08	1.97

HEC-RAS Plan: senza tutti (continued)

Reach	River Sta.	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
frejus	85	120.00	1328.95	1330.41	1331.49	1334.54	0.095778	9.01	13.32	11.06	2.62
frejus	84	120.00	1323.55	1325.18	1325.84	1327.46	0.044347	6.69	17.93	13.08	1.82
frejus	83	120.00	1321.05	1322.24	1323.35	1327.10	0.144366	9.76	12.30	13.05	3.21
frejus	82	120.00	1316.74	1318.29	1319.04	1320.86	0.053522	7.11	16.88	13.07	2.00
frejus	81	120.00	1315.74	1317.08	1318.04	1320.69	0.090599	8.42	14.26	13.06	2.57
frejus	80	120.00	1313.58	1315.30	1315.88	1317.31	0.036452	6.28	19.11	13.08	1.66
frejus	70	120.00	1312.45	1313.71	1314.40	1316.15	0.066229	6.92	17.34	17.83	2.24
frejus	62	120.00	1311.38	1312.45	1313.20	1315.10	0.069292	7.23	16.61	15.68	2.24
frejus	61	Bridge									
frejus	60	120.00	1310.60	1311.71	1312.42	1314.16	0.060946	6.94	17.29	15.69	2.11
frejus	50	120.00	1301.49	1302.61	1303.45	1305.62	0.075745	7.69	15.61	13.97	2.32
frejus	42	120.00	1300.84	1301.95	1302.76	1304.85	0.073109	7.54	15.92	14.34	2.28
frejus	41	Bridge									
frejus	40	120.00	1300.19	1301.32	1302.11	1304.12	0.069261	7.41	16.20	14.34	2.23
frejus	30	120.00	1299.86	1300.99	1301.78	1303.79	0.069656	7.42	16.17	14.36	2.23
frejus	24	120.00	1288.49	1289.61	1290.36	1292.24	0.065714	7.19	16.68	14.94	2.17
frejus	22	120.00	1281.89	1283.06	1283.76	1285.46	0.056746	6.87	17.47	14.94	2.03
frejus	21	Bridge									
frejus	20	120.00	1281.44	1282.64	1283.31	1284.94	0.052900	6.72	17.87	14.94	1.96
frejus	12	120.00	1266.81	1268.12	1268.75	1270.26	0.045134	6.49	18.49	14.17	1.81
frejus	11	Bridge									
frejus	10	120.00	1266.41	1267.75	1268.35	1269.79	0.041440	6.32	19.00	14.17	1.74
frejus	9.5	120.00	1263.85	1265.25	1265.84	1267.26	0.039098	6.28	19.11	13.74	1.70
frejus	9	120.00	1263.35	1264.60	1265.34	1267.15	0.056705	7.07	16.96	13.72	2.03
frejus	8.5	120.00	1261.63	1262.99	1263.62	1265.14	0.043635	6.50	18.45	13.72	1.79
frejus	8	120.00	1261.13	1262.35	1263.12	1265.02	0.061178	7.25	16.56	13.70	2.10
frejus	7	120.00	1259.35	1260.70	1261.34	1262.86	0.043841	6.51	18.42	13.73	1.79
frejus	6.5	120.00	1258.75	1259.95	1260.74	1262.73	0.065045	7.39	16.24	13.67	2.16
frejus	6	120.00	1257.69	1259.09	1259.68	1261.11	0.039345	6.29	19.08	13.73	1.70
frejus	5.6	120.00	1257.19	1258.44	1259.18	1260.99	0.056950	7.08	16.94	13.70	2.03
frejus	5.5	120.00	1256.40	1257.81	1258.39	1259.79	0.038188	6.23	19.26	13.74	1.68
frejus	5.45	Bridge									
frejus	5.4	120.00	1255.86	1257.31	1257.85	1259.19	0.035085	6.06	19.79	13.74	1.61
frejus	5	120.00	1255.06	1256.83	1257.34	1258.71	0.029916	6.06	19.79	11.30	1.46
frejus	4.5	120.00	1253.12	1254.56	1255.27	1256.95	0.046555	6.86	17.49	12.36	1.84

TABULATI DI OUTPUT NUMERICO DEL MODELLO HEC RAS

Tempo di ritorno 500 anni

HEC-RAS Plan: senza tutti

Reach	River Sta.	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
doram1	500	140.00	1461.69	1464.08	1464.08	1464.78	0.010836	3.70	37.80	26.50	0.99
doram1	490	140.00	1459.25	1461.04	1461.73	1463.25	0.049237	6.59	21.25	19.55	2.02
doram1	480	140.00	1457.96	1460.49	1461.05	1462.32	0.038065	5.98	23.43	20.82	1.77
doram1	470	140.00	1455.12	1457.46	1458.30	1460.31	0.039100	7.48	18.72	8.48	1.61
doram1	460	140.00	1451.72	1454.05	1455.06	1457.41	0.051580	8.13	17.23	10.98	2.07
doram1	450	140.00	1450.44	1452.68	1453.53	1455.52	0.038864	7.48	18.73	9.28	1.68
doram1	446	Bridge									
doram1	445	140.00	1450.04	1452.28	1453.13	1455.12	0.038780	7.47	18.74	9.28	1.68
doram1	440	140.00	1446.89	1449.35	1450.26	1452.35	0.040132	7.68	18.23	8.88	1.71
doram1	438	Bridge									
doram1	435	140.00	1446.49	1449.09	1449.86	1451.71	0.033452	7.18	19.50	9.31	1.57
doram1	430	140.00	1443.65	1445.56	1446.61	1449.34	0.069042	8.62	16.24	12.32	2.40
doram1	420	140.00	1441.65	1443.94	1444.65	1445.88	0.028375	6.17	22.71	14.82	1.57
doram1	410	140.00	1439.89	1442.69	1443.11	1444.26	0.022850	5.55	25.33	16.60	1.40
doram1	400	140.00	1438.57	1440.63	1441.30	1442.77	0.039898	6.50	21.67	17.15	1.84
doram1	390	140.00	1435.00	1436.84	1437.39	1438.65	0.045495	5.96	23.63	23.86	1.91
doram1	380	140.00	1431.44	1433.30	1433.84	1435.15	0.031928	6.07	23.63	18.30	1.68
doram1	370	140.00	1428.44	1430.81	1431.23	1432.31	0.026619	5.48	26.16	20.44	1.52
doram1	360	140.00	1427.29	1430.36	1430.41	1431.31	0.011169	4.35	32.87	18.03	1.02
doram1	350	140.00	1425.45	1428.41	1428.65	1429.96	0.015927	5.53	25.50	11.32	1.14
doram1	340	140.00	1424.05	1427.79	1427.96	1429.63	0.019144	6.01	23.33	7.46	1.08
doram1	338	Bridge									
doram1	335	140.00	1423.54	1426.63	1427.45	1429.54	0.038184	7.56	18.53	7.26	1.51
doram1	330	140.00	1416.28	1417.84	1419.31	1424.38	0.142596	11.33	12.36	10.51	3.34
doram1	320	140.00	1395.46	1396.68	1397.80	1401.25	0.112200	9.48	14.77	14.27	2.97
doram1	310	140.00	1392.81	1393.58	1394.64	1398.96	0.204415	10.28	13.62	18.23	3.79
doram1	305	140.00	1391.45	1392.57	1393.77	1397.58	0.127565	9.91	14.12	12.70	3.00
doram1	300	140.00	1389.74	1391.00	1391.82	1393.88	0.064696	7.51	18.64	17.11	2.30
doram1	290	140.00	1386.90	1389.27	1389.52	1390.32	0.019976	4.53	30.90	24.94	1.30
doram1	280	140.00	1370.81	1372.32	1373.06	1374.80	0.044678	6.99	20.03	13.61	1.84
doram1	270	140.00	1370.13	1371.74	1372.45	1374.13	0.041645	6.86	20.42	14.07	1.82
doram1	265	Bridge									
doram1	260	140.00	1369.82	1371.42	1372.14	1373.83	0.041927	6.87	20.38	14.07	1.82
doram1	255	140.00	1369.09	1370.37	1370.91	1373.01	0.054718	7.19	19.47	15.85	2.07
doram1	250	140.00	1361.02	1363.57	1363.72	1364.83	0.014285	4.97	28.17	13.82	1.11

HEC-RAS Plan: senza tutti (continued)

Reach	River Sta.	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
doram1	248	Bridge									
doram1	245	140.00	1360.80	1363.20	1363.49	1364.66	0.017734	5.35	26.19	13.70	1.23
doram1	240	140.00	1358.14	1360.27	1360.83	1362.34	0.026942	6.37	22.00	10.90	1.43
doram1	230	140.00	1355.33	1357.43	1357.94	1359.42	0.022954	6.26	22.56	11.32	1.39
doram1	220	140.00	1343.76	1346.14	1346.48	1347.90	0.021937	5.87	23.84	10.22	1.23
doram1	210	140.00	1341.21	1343.25	1343.93	1345.66	0.034997	6.89	20.32	10.16	1.55
fosse	100	12.00	1446.95	1447.51	1447.98	1449.37	0.140244	6.03	1.99	4.35	2.85
fosse	95	12.00	1370.10	1370.66	1371.14	1372.56	0.145601	6.11	1.96	4.33	2.90
fosse	90	12.00	1367.20	1367.78	1368.28	1369.72	0.140223	6.17	1.95	4.00	2.82
fosse	85	12.00	1365.03	1365.31	1365.66	1366.91	0.225331	5.60	2.14	7.62	3.37
fosse	83	Bridge									
fosse	80	12.00	1363.58	1363.89	1364.21	1365.22	0.168390	5.12	2.35	7.63	2.95
fosse	75	12.00	1359.23	1359.61	1359.95	1360.89	0.128332	5.02	2.39	6.31	2.60
fosse	73	Bridge									
fosse	70	12.00	1357.78	1358.14	1358.50	1359.59	0.156354	5.34	2.25	6.30	2.85
fosse	65	12.00	1341.71	1342.06	1342.43	1343.62	0.176204	5.54	2.17	6.30	3.02
doram2	100	142.00	1340.84	1344.54	1344.54	1345.81	0.012334	4.99	28.48	11.40	1.58
doram2	95	142.00	1340.28	1342.28	1343.17	1345.30	0.045682	7.70	18.44	9.46	1.76
doram2	93	Bridge									
doram2	90	142.00	1339.91	1341.95	1342.80	1344.85	0.043152	7.55	18.80	9.47	1.71
doram2	80	142.00	1338.03	1339.73	1340.94	1343.66	0.067646	8.79	16.16	11.05	2.32
doram2	70	142.00	1300.43	1302.31	1303.31	1306.01	0.081682	8.53	16.65	14.34	2.53
sagne	110	10.00	1388.07	1388.40	1388.71	1389.59	0.140123	4.84	2.07	6.44	2.73
sagne	100	10.00	1337.67	1337.98	1338.31	1339.39	0.183668	5.27	1.90	6.41	3.09
sagne	90	10.00	1334.07	1334.40	1334.76	1335.89	0.177600	5.40	1.85	5.62	3.00
sagne	87	Bridge									
sagne	85	10.00	1332.27	1332.59	1332.96	1334.17	0.196760	5.57	1.79	5.62	3.15
sagne	80	10.00	1325.07	1325.49	1325.91	1327.19	0.162669	5.77	1.73	4.28	2.90
sagne	70	10.00	1321.47	1321.81	1322.22	1323.61	0.213543	5.94	1.68	4.93	3.24
sagne	68	Bridge									
sagne	65	10.00	1318.77	1319.09	1319.52	1321.09	0.253194	6.26	1.60	4.93	3.51
sagne	60	10.00	1300.27	1300.63	1301.02	1302.29	0.188308	5.71	1.75	4.93	3.05

HEC-RAS Plan: senza tutti (continued)

HEC-RAS Plan: senza tutti (continued)

Reach	River Sta.	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
rho	45	126.00	1276.58	1277.37	1277.77	1278.71	0.046769	5.12	24.60	31.20	1.84
rho	40	126.00	1276.11	1276.87	1277.27	1278.21	0.048810	5.13	24.57	32.29	1.88
rho	30	126.00	1273.26	1274.00	1274.42	1275.43	0.054521	5.30	23.75	32.28	1.97
doram4	110	214.00	1273.19	1275.12	1275.73	1277.39	0.070842	6.68	32.05	37.89	2.32
doram4	100	214.00	1269.03	1271.26	1271.59	1272.50	0.026311	4.93	43.43	38.15	1.47
doram4	99	Bridge									
doram4	98	214.00	1268.79	1271.05	1271.35	1272.23	0.024644	4.83	44.32	38.17	1.43
doram4	92	214.00	1262.63	1267.81	1267.81	1270.36	0.015645	7.08	30.26	5.90	1.68
doram4	90	214.00	1259.74	1264.69	1264.92	1267.49	0.018231	7.42	28.90	5.90	1.07
doram4	89	Bridge									
doram4	88	214.00	1259.52	1264.02	1264.70	1267.41	0.025127	8.17	26.24	5.90	1.23
doram4	80	214.00	1259.30	1261.52	1263.01	1266.82	0.071875	10.20	20.98	10.90	2.35
doram4	70	214.00	1255.88	1258.68	1259.24	1260.89	0.021679	6.58	32.51	13.20	1.34
doram4	65	214.00	1251.36	1254.22	1254.72	1256.33	0.020379	6.44	33.22	13.26	1.30
frejus	100	134.00	1364.50	1366.09	1367.15	1370.03	0.085048	8.79	15.25	13.38	2.63
frejus	99	134.00	1363.92	1365.57	1366.57	1369.14	0.073844	8.38	16.00	13.56	2.46
frejus	98.5	134.00	1362.92	1364.43	1365.57	1368.98	0.105332	9.45	14.18	13.13	2.90
frejus	98	134.00	1358.55	1360.44	1361.20	1362.87	0.042269	6.91	19.38	14.31	1.90
frejus	97	134.00	1358.05	1359.80	1360.70	1362.80	0.056940	7.66	17.49	13.89	2.18
frejus	96	134.00	1352.30	1354.06	1354.95	1357.04	0.056733	7.65	17.51	13.90	2.18
frejus	95	134.00	1351.55	1353.16	1354.20	1356.95	0.080374	8.62	15.54	13.45	2.56
frejus	94	134.00	1349.60	1351.30	1352.25	1354.55	0.064020	7.98	16.80	13.74	2.30
frejus	93	134.00	1348.25	1349.76	1350.90	1354.31	0.105112	9.44	14.19	13.14	2.90
frejus	92	134.00	1341.88	1343.64	1344.53	1346.62	0.056908	7.66	17.49	13.90	2.18
frejus	91	134.00	1340.88	1342.46	1343.53	1346.45	0.086795	8.85	15.14	13.36	2.65
frejus	90.6	134.00	1336.18	1338.03	1338.83	1340.60	0.045595	7.10	18.88	14.20	1.96
frejus	90.2	134.00	1335.18	1336.82	1337.83	1340.45	0.075695	8.45	15.87	13.53	2.49
frejus	90	134.00	1333.51	1335.45	1336.16	1337.71	0.037880	6.66	20.13	14.47	1.80
frejus	87	134.00	1333.26	1335.32	1335.97	1337.60	0.034494	6.68	20.05	11.10	1.59
frejus	86.8	134.00	1332.76	1334.79	1335.47	1337.16	0.036631	6.82	19.65	11.10	1.64
frejus	86.7	Bridge									
frejus	86.6	134.00	1332.41	1334.40	1335.12	1336.87	0.039033	6.97	19.24	11.10	1.69
frejus	86	134.00	1330.25	1332.08	1332.96	1335.09	0.052610	7.69	17.42	11.09	1.96

HEC-RAS **Plan: senza tutti (continued)**

HEC-RAS Plan: senza tutti (continued)

Reach	River Sta.	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
frejus	85	134.00	1328.95	1330.52	1331.66	1334.83	0.090698	9.20	14.57	11.07	2.56
frejus	84	134.00	1323.55	1325.28	1326.00	1327.75	0.044622	6.97	19.22	13.08	1.84
frejus	83	134.00	1321.05	1322.34	1323.50	1327.36	0.134469	9.93	13.49	13.05	3.12
frejus	82	134.00	1316.74	1318.39	1319.19	1321.15	0.052789	7.36	18.21	13.08	1.99
frejus	81	134.00	1315.74	1317.18	1318.19	1320.98	0.086759	8.64	15.51	13.06	2.53
frejus	80	134.00	1313.58	1315.42	1316.03	1317.56	0.035683	6.48	20.68	13.09	1.65
frejus	70	134.00	1312.45	1313.79	1314.53	1316.40	0.064829	7.16	18.71	17.87	2.23
frejus	62	134.00	1311.38	1312.53	1313.34	1315.36	0.067050	7.45	17.99	15.70	2.22
frejus	61	Bridge									
frejus	60	134.00	1310.60	1311.81	1312.55	1314.37	0.057366	7.09	18.90	15.71	2.06
frejus	50	134.00	1301.49	1302.70	1303.59	1305.91	0.073850	7.94	16.88	13.98	2.31
frejus	42	134.00	1300.84	1302.03	1302.91	1305.17	0.073354	7.85	17.06	14.35	2.30
frejus	41	Bridge									
frejus	40	134.00	1300.19	1301.40	1302.26	1304.44	0.069511	7.72	17.35	14.35	2.24
frejus	30	134.00	1299.86	1301.07	1301.93	1304.12	0.069920	7.74	17.32	14.36	2.25
frejus	24	134.00	1288.49	1289.69	1290.51	1292.55	0.065885	7.50	17.88	14.94	2.19
frejus	22	134.00	1281.89	1283.15	1283.90	1285.74	0.056342	7.13	18.79	14.95	2.03
frejus	21	Bridge									
frejus	20	134.00	1281.44	1282.73	1283.45	1285.21	0.052790	6.99	19.18	14.95	1.97
frejus	12	134.00	1266.81	1268.22	1268.90	1270.53	0.044743	6.73	19.90	14.17	1.81
frejus	11	Bridge									
frejus	10	134.00	1266.41	1267.85	1268.50	1270.05	0.041367	6.57	20.41	14.18	1.75
frejus	9.5	134.00	1263.85	1265.36	1265.99	1267.53	0.039103	6.53	20.52	13.76	1.71
frejus	9	134.00	1263.35	1264.70	1265.49	1267.41	0.055276	7.30	18.36	13.74	2.02
frejus	8.5	134.00	1261.63	1263.08	1263.77	1265.42	0.043638	6.76	19.81	13.74	1.80
frejus	8	134.00	1261.13	1262.44	1263.27	1265.32	0.060680	7.52	17.82	13.71	2.11
frejus	7	134.00	1259.35	1260.81	1261.49	1263.12	0.042895	6.73	19.92	13.75	1.78
frejus	6.5	134.00	1258.75	1260.05	1260.89	1262.98	0.062374	7.59	17.66	13.68	2.13
frejus	6	134.00	1257.69	1259.18	1259.83	1261.39	0.040227	6.59	20.34	13.75	1.73
frejus	5.6	134.00	1257.19	1258.53	1259.33	1261.28	0.056294	7.34	18.25	13.71	2.03
frejus	5.5	134.00	1256.40	1257.91	1258.54	1260.07	0.038772	6.51	20.58	13.75	1.70
frejus	5.45	Bridge									
frejus	5.4	134.00	1255.86	1257.39	1258.00	1259.50	0.037308	6.43	20.84	13.75	1.67
frejus	5	134.00	1255.06	1256.98	1257.51	1258.97	0.029276	6.25	21.46	11.33	1.45
frejus	4.5	134.00	1253.12	1254.67	1255.43	1257.24	0.046079	7.11	18.86	12.39	1.84

HEC-RAS Plan: senza tutti (continued)

Reach	River Sta.	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
Rochemolles	20	218.00	1247.21	1249.46	1249.99	1251.60	0.024645	6.48	33.66	15.03	1.38
Rochemolles	15	218.00	1245.83	1248.12	1248.61	1250.18	0.023296	6.36	34.29	15.03	1.34
dora B.	100	503.00	1245.71	1249.08	1249.08	1250.73	0.009762	5.70	88.24	26.50	1.75
dora B.	90	503.00	1244.51	1247.21	1247.88	1249.81	0.020679	7.14	70.43	26.50	1.40

**TABULATI RIEPILOGATIVI DELLE ALTEZZE D'ACQUA NELLE
SINGOLE SEZIONI DEI MODELLI**

**DETERMINATE PER LE PORTATE DI PIENA
AVENTI $TR = 200$ ANNI**

HEC-RAS **Plan: senza tutti (continued)**

Reach	River Sta.	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
		120.00	1251.37	1252.47	1252.92	1254.00	0.036788	5.48	21.91	19.97	1.67
frejus	4	Bridge									
frejus	3.5										
frejus	3	120.00	1251.20	1252.66	1252.75	1253.54	0.015215	4.15	28.92	19.97	1.10
doram5	100	227.00	1251.16	1252.90	1253.70	1255.44	0.042133	7.06	32.16	22.19	1.87
doram5	96	227.00	1250.74	1252.78	1253.24	1254.62	0.021905	6.01	37.74	19.45	1.38
doram5	95	Bridge									
doram5	94	227.00	1250.54	1252.61	1253.04	1254.40	0.020872	5.92	38.34	19.45	1.35
doram5	90	227.00	1250.18	1251.71	1252.33	1253.85	0.034392	6.49	34.97	23.09	1.68
doram5	80	227.00	1249.67	1251.46	1251.82	1253.01	0.020565	5.52	41.14	23.17	1.32
doram5	70	227.00	1249.13	1250.82	1251.22	1252.43	0.022687	5.62	40.42	24.15	1.39
doram5	60	227.00	1247.42	1249.19	1249.51	1250.66	0.019749	5.38	42.23	24.14	1.30
doram5	50	227.00	1246.81	1248.57	1248.90	1250.04	0.019830	5.38	42.18	24.26	1.30
doram5	40	227.00	1246.01	1247.78	1248.10	1249.24	0.019536	5.36	42.38	24.25	1.29
Rochemolles	100	175.00	1279.21	1281.29	1281.99	1283.64	0.030033	6.80	25.74	13.77	1.59
Rochemolles	95	175.00	1269.21	1271.40	1271.99	1273.50	0.025335	6.42	27.27	13.92	1.46
Rochemolles	90	175.00	1268.96	1271.45	1271.83	1273.36	0.021910	6.13	28.57	11.51	1.24
Rochemolles	87	Bridge									
Rochemolles	85	175.00	1268.71	1271.18	1271.58	1273.13	0.022458	6.18	28.33	11.51	1.26
Rochemolles	80	175.00	1268.46	1270.39	1271.11	1272.80	0.032556	6.88	25.44	14.32	1.65
Rochemolles	70	175.00	1258.96	1261.04	1261.61	1263.09	0.025516	6.34	27.60	14.50	1.47
Rochemolles	65	175.00	1258.71	1260.54	1261.17	1262.77	0.032224	6.61	26.46	14.48	1.56
Rochemolles	63	Bridge									
Rochemolles	60	175.00	1258.46	1260.34	1260.92	1262.46	0.029958	6.46	27.10	14.48	1.51
Rochemolles	56	175.00	1258.22	1260.69	1260.87	1262.10	0.014666	5.26	33.28	14.96	1.13
Rochemolles	55	175.00	1257.02	1259.02	1259.58	1260.98	0.026406	6.20	28.23	15.79	1.48
Rochemolles	50	175.00	1253.42	1255.47	1255.98	1257.33	0.024369	6.03	29.01	15.87	1.42
Rochemolles	45	175.00	1252.94	1254.93	1255.40	1256.82	0.025033	6.09	28.74	14.48	1.38
Rochemolles	43	Bridge									
Rochemolles	40	175.00	1252.46	1254.66	1254.92	1256.21	0.018568	5.52	31.71	14.49	1.19
Rochemolles	35	175.00	1252.22	1254.39	1254.78	1256.00	0.019817	5.61	31.17	16.20	1.29
Rochemolles	30	175.00	1247.90	1249.94	1250.46	1251.79	0.024251	6.01	29.10	15.99	1.42
Rochemolles	25	175.00	1247.44	1249.35	1249.84	1251.27	0.026323	6.14	28.51	15.01	1.42
Rochemolles	23	Bridge									

HEC-RAS Plan: senza tutti (continued)

Reach	River Sta.	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
Rochemolles	20	175.00	1247.21	1249.15	1249.61	1251.00	0.024776	6.02	29.08	15.01	1.38
Rochemolles	15	175.00	1245.83	1247.82	1248.23	1249.58	0.023232	5.89	29.70	15.01	1.34
dora B.	100	402.00	1245.71	1248.62	1248.62	1250.04	0.010264	5.29	75.98	26.50	1.81
dora B.	90	402.00	1244.51	1246.84	1247.42	1249.08	0.021463	6.63	60.63	26.43	1.40

Reach	River Sta.	q fondo (m)	q acqua (m)	livello	livello+TS	distanze (m)	
doram1	500	1461.69	1463.81	2.12	4.24	43	
doram1	490	1459.25	1460.84	1.59	3.18	19	
doram1	480	1457.96	1460.29	2.33	4.66	48	
doram1	470	1455.12	1457.01	1.89	3.78	65	
doram1	460	1451.72	1453.78	2.06	4.12	40	Franco
doram1	450	1450.44	1452.36	1.92	3.84	10	0.62
doram1	446	ponte		quota intradosso =			1452.98
doram1	445	1450.04	1451.98	1.94	3.88	72	Franco
doram1	440	1446.89	1449	2.11	4.22	10	0.19
doram1	438	ponte		quota intradosso =			1449.19
doram1	435	1446.49	1448.6	2.11	4.22	44	
doram1	430	1443.65	1445.34	1.69	3.38	62	
doram1	420	1441.65	1443.66	2.01	4.02	50	
doram1	410	1439.89	1442.43	2.54	5.08	42	
doram1	400	1438.57	1440.44	1.87	3.74	91	
doram1	390	1435	1436.71	1.71	3.42	96	
doram1	380	1431.44	1433.1	1.66	3.32	108	
doram1	370	1428.44	1430.63	2.19	4.38	63	
doram1	360	1427.29	1429.93	2.64	5.28	69	
doram1	350	1425.45	1428.14	2.69	5.38	17	Franco
doram1	340	1424.05	1427.08	3.03	6.06	9	0.22
doram1	338	ponte		quota intradosso =			1427.3
doram1	335	1423.54	1426.34	2.8	5.6	50	
doram1	330	1416.28	1417.64	1.36	2.72	195	
doram1	320	1395.46	1396.52	1.06	2.12	15	Franco
doram1	310	1392.81	1393.47	0.66	1.32	8	2.53
doram1	307	ponte		quota intradosso =			1396
doram1	305	1391.45	1392.41	0.96	1.92	35	
doram1	300	1389.74	1390.87	1.13	2.26	125	
doram1	290	1386.9	1389.06	2.16	4.32	370	Franco
doram1	280	1370.81	1372.1	1.29	2.58	15	0.7
doram1	270	1370.13	1371.53	1.4	2.8	7	1372.8
doram1	265	ponte		quota intradosso =			
doram1	260	1369.82	1371.26	1.44	2.88	16	Franco
doram1	255	1369.09	1370.2	1.11	2.22	237	-6.1
doram1	250	1361.02	1363.14	2.12	4.24	7	1364.1
doram1	248	ponte		quota intradosso =			
doram1	245	1360.8	1362.82	2.02	4.04	104	
doram1	240	1358.14	1359.94	1.8	3.6	120	
doram1	230	1355.33	1357.15	1.82	3.64	520	
doram1	220	1343.76	1345.79	2.03	4.06	70	
doram1	210	1341.21	1342.94	1.73	3.46		

Reach	River Sta.			livello	livello+TS	distanze	Franco
doram2	100	1340.84	1344.08				
doram2	95	1340.28	1341.9	3.24	6.48	15	2.65
doram2	93	ponte		1.62	3.24	10	1344.55
doram2	90	1339.91	1341.61	quota intradosso =			
doram2	80	1338.03	1339.47	1.7	3.4	20	
doram2	70	1300.43	1302.1	1.44	2.88	470	
				1.67	3.34		
doram3	140	1299.72	1301.36				
doram3	130	1294.5	1295.88	1.64	3.28	100	
doram3	125	1291.22	1293.49	1.38	2.76	65	
doram3	120	1288.88	1291.13	2.27	4.54	40	
doram3	110	1288.27	1289.86	2.25	4.5	18	
doram3	100	1287.53	1289.31	1.59	3.18	24	
doram3	90	1285.95	1287.79	1.78	3.56	37	
doram3	80	1284.89	1286.38	1.84	3.68	31	
doram3	70	1283.74	1285.75	1.49	2.98	36	Franco
doram3	60	1281.65	1283.14	2.01	4.02	66	2.84
doram3	59	ponte		1.49	2.98	11	1285.98
doram3	55	1281.3	1283.19	quota intradosso =			
doram3	50	1281.07	1282.57	1.89	3.78	5	
doram3	40	1279.14	1280.41	1.5	3	65	
doram3	30	1277.17	1279.54	1.27	2.54	70	Franco
doram3	25	1276.25	1277.34	2.37	4.74	30	2.9
doram3	24	ponte		1.09	2.18	13	1280.24
doram3	23	1275.97	1277.43	quota intradosso =			
doram3	20	1274.78	1276.75	1.46	2.92	47	
doram3	10	1273.61	1275.19	1.97	3.94	33	
				1.58	3.16		
doram4	110	1273.19	1275.03				Franco
doram4	100	1269.03	1271.11	1.84	3.68	160	1.1
doram4	99	ponte		2.08	4.16	10	1272.21
doram4	98	1268.79	1270.91	quota intradosso =			
doram4	92	1262.63	1267.06	2.12	4.24	260	Franco
doram4	90	1259.74	1264.07	4.43	8.86	130	-1.99
doram4	89	ponte		4.33	8.66	10	1262.08
doram4	88	1259.52	1263.3	quota intradosso =			
doram4	80	1259.3	1261.24	3.78	7.56	10	
doram4	70	1255.88	1258.32	1.94	3.88	170	
doram4	65	1251.36	1253.82	2.44	4.88	221	
				2.46	4.92		
doram5	100	1251.16	1252.9				Franco
doram5	96	1250.74	1252.78	1.74	3.48	21	2.58
doram5	95	ponte		2.04	4.08	10	1255.36
doram5	94	1250.54	1252.61	quota intradosso =			
doram5	90	1250.18	1251.71	2.07	4.14	18	
doram5	80	1249.67	1251.46	1.53	3.06	25.6	
doram5	70	1249.13	1250.82	1.79	3.58	27	
doram5	60	1247.42	1249.19	1.69	3.38	85.4	
doram5	50	1246.81	1248.57	1.77	3.54	30.4	
doram5	40	1246.01	1247.78	1.76	3.52	40	
				1.77	3.54		
dora B.	100	1245.71	1248.62				
dora B.	90	1244.51	1246.84	2.91	5.82	50	
				2.33	4.66		

Reach	River Sta.	q fondo	q acqua				
Rochemolles	100	1279.21	1281.29	livello	livello+TS	distanze	
Rochemolles	95	1269.21	1271.4	2.08	4.16	400	Franco
Rochemolles	90	1268.96	1271.45	2.19	4.38	10	0.63
Rochemolles	87	ponte		2.49	4.98	10	1272.08
Rochemolles	85	1268.71	1271.18	quota intradosso =			
Rochemolles	80	1268.46	1270.39	2.47	4.94	10	
Rochemolles	70	1258.96	1261.04	1.93	3.86	380	Franco
Rochemolles	65	1258.71	1260.54	2.08	4.16	10	3.17
Rochemolles	63	ponte		1.83	3.66	10	1263.71
Rochemolles	60	1258.46	1260.34	quota intradosso =			
Rochemolles	56	1258.22	1260.69	1.88	3.76	10	
Rochemolles	55	1257.02	1259.02	2.47	4.94	50	
Rochemolles	50	1253.42	1255.47	2	4	150	Franco
Rochemolles	45	1252.94	1254.93	2.05	4.1	20	1.91
Rochemolles	43	ponte		1.99	3.98	20	1256.84
Rochemolles	40	1252.46	1254.66	quota intradosso =			
Rochemolles	35	1252.22	1254.39	2.2	4.4	10	
Rochemolles	30	1247.9	1249.94	2.17	4.34	180	Franco
Rochemolles	25	1247.44	1249.35	2.04	4.08	20	0.79
Rochemolles	23	ponte		1.91	3.82	10	1250.14
Rochemolles	20	1247.21	1249.15	quota intradosso =			
Rochemolles	15	1245.83	1247.82	1.94	3.88	60	
				1.99	3.98		

S Plan: senza tutti

Reach	River Sta.	q fondo (m)	q acqua (m)	livello	livello+TS	distanze	
fosse	100	1446.95	1447.49	0.54	1.08	530	
fosse	95	1370.1	1370.63	0.53	1.06	20	
fosse	90	1367.2	1367.75	0.55	1.1	15	Franco
fosse	85	1365.03	1365.3	0.27	0.54	10	2.13
fosse	83	ponte		quota intradosso =			1367.43
fosse	80	1363.58	1363.88	0.3	0.6	30	Franco
fosse	75	1359.23	1359.59	0.36	0.72	10	2.09
fosse	73	ponte		quota intradosso =			1361.68
fosse	70	1357.78	1358.12	0.34	0.68	95	
fosse	65	1341.71	1342.03	0.32	0.64		

sagne	110	1388.07	1388.38	0.31	0.62	280	
sagne	100	1337.67	1337.96	0.29	0.58	20	Franco
sagne	90	1334.07	1334.38	0.31	0.62	10	2.39
sagne	87	ponte		quota intradosso =			1336.77
sagne	85	1332.27	1332.57	0.3	0.6	40	
sagne	80	1325.07	1325.46	0.39	0.78	20	Franco
sagne	70	1321.47	1321.79	0.32	0.64	14	2.08
sagne	68	ponte		quota intradosso =			1323.87
sagne	65	1318.77	1319.07	0.3	0.6	100	
sagne	60	1300.27	1300.6	0.33	0.66		

rho	110	1351.51	1352.81	1.3	2.6	500	
rho	100	1318.51	1319.78	1.27	2.54	20	Franco
rho	90	1317.19	1318.54	1.35	2.7	10	3.65
rho	87	ponte		quota intradosso =			1322.19
rho	85	1316.53	1317.88	1.35	2.7	550	
rho	80	1290.68	1291.51	0.83	1.66	20	Franco
rho	75	1289.74	1290.64	0.9	1.8	10	2.6
rho	73	ponte		quota intradosso =			1293.24
rho	70	1289.27	1290.19	0.92	1.84	20	
rho	65	1288.33	1289.12	0.79	1.58	230	
rho	60	1277.52	1278.35	0.83	1.66	10	Franco
rho	50	1277.05	1277.73	0.68	1.36	10	3.02
rho	48	ponte		quota intradosso =			1280.75
rho	45	1276.58	1277.33	0.75	1.5	10	
rho	40	1276.11	1276.83	0.72	1.44	50	
rho	30	1273.26	1273.93	0.67	1.34		

Reach	River Sta.	q fondo	q acqua	livello	livello+TS	distanze	
frejus	100	1364.5	1366.01	1.51	3.02	10	
frejus	99	1363.92	1365.48	1.56	3.12	1	
frejus	98.5	1362.92	1364.36	1.44	2.88	105	
frejus	98	1358.55	1360.34	1.79	3.58	1	
frejus	97	1358.05	1359.71	1.66	3.32	103	
frejus	96	1352.3	1353.96	1.66	3.32	1	
frejus	95	1351.55	1353.09	1.54	3.08	32	
frejus	94	1349.6	1351.22	1.62	3.24	1	
frejus	93	1348.25	1349.67	1.42	2.84	114	
frejus	92	1341.88	1343.54	1.66	3.32	1	
frejus	91	1340.88	1342.37	1.49	2.98	104	
frejus	90.6	1336.18	1337.93	1.75	3.5	1	
frejus	90.2	1335.18	1336.72	1.54	3.08	47	
frejus	90	1333.51	1335.35	1.84	3.68	3	
frejus	87	1333.26	1335.17	1.91	3.82	12	Franco
frejus	86.8	1332.76	1334.64	1.88	3.76	6	1.16
frejus	86.7	ponte		quota intradosso =			1335.8
frejus	86.6	1332.41	1334.27	1.86	3.72	36	
frejus	86	1330.25	1331.96	1.71	3.42	1	
frejus	85	1328.95	1330.41	1.46	2.92	130	
frejus	84	1323.55	1325.18	1.63	3.26	1	
frejus	83	1321.05	1322.24	1.19	2.38	83	
frejus	82	1316.74	1318.29	1.55	3.1	1	
frejus	81	1315.74	1317.08	1.34	2.68	61.5	
frejus	80	1313.58	1315.3	1.72	3.44	23	
frejus	70	1312.45	1313.71	1.26	2.52	15	Franco
frejus	62	1311.38	1312.45	1.07	2.14	14	3.84
frejus	61	ponte		quota intradosso =			1316.29
frejus	60	1310.6	1311.71	1.11	2.22	120	
frejus	50	1301.49	1302.61	1.12	2.24	10	Franco
frejus	42	1300.84	1301.95	1.11	2.22	10	3.49
frejus	41	ponte		quota intradosso =			1305.44
frejus	40	1300.19	1301.32	1.13	2.26	5	
frejus	30	1299.86	1300.99	1.13	2.26	175	
frejus	24	1288.49	1289.61	1.12	2.24	120	Franco
frejus	22	1281.89	1283.06	1.17	2.34	10	3.23
frejus	21	ponte		quota intradosso =			1286.29
frejus	20	1281.44	1282.64	1.2	2.4	325	Franco
frejus	12	1266.81	1268.12	1.31	2.62	10	2.09
frejus	11	ponte		quota intradosso =			1270.21
frejus	10	1266.41	1267.75	1.34	2.68	64	
frejus	9.5	1263.85	1265.25	1.4	2.8	1	
frejus	9	1263.35	1264.6	1.25	2.5	41	
frejus	8.5	1261.63	1262.99	1.36	2.72	1	
frejus	8	1261.13	1262.35	1.22	2.44	42	
frejus	7	1259.35	1260.7	1.35	2.7	1	
frejus	6.5	1258.75	1259.95	1.2	2.4	28	
frejus	6	1257.69	1259.09	1.4	2.8	1	
frejus	5.6	1257.19	1258.44	1.25	2.5	22.4	Franco
frejus	5.5	1256.4	1257.81	1.41	2.82	14	1.24
frejus	5.45	ponte		quota intradosso =			1259.05
frejus	5.4	1255.86	1257.31	1.45	2.9	15	
frejus	5	1255.06	1256.83	1.77	3.54	42.8	
frejus	4.5	1253.12	1254.56	1.44	2.88	64	Franco
frejus	4	1251.37	1252.47	1.1	2.2	18	0.37
frejus	3.5	ponte		quota intradosso =			1252.84
frejus	3	1251.2	1252.66	1.46	2.92		

**TABULATI RIEPILOGATIVI DELLE ALTEZZE D'ACQUA NELLE
SINGOLE SEZIONI DEI MODELLI**

**DETERMINATE PER LE PORTATE DI PIENA
AVENTI $TR = 500$ ANNI**

Reach	River Sta.	q fondo (m)	q acqua (m)	livello	livello+TS	distanze (m)	
doram1	500	1461.69	1464.08	2.39	4.78	43	
doram1	490	1459.25	1461.04	1.79	3.58	19	
doram1	480	1457.96	1460.49	2.53	5.06	48	
doram1	470	1455.12	1457.46	2.34	4.68	65	
doram1	460	1451.72	1454.05	2.33	4.66	40	Franco
doram1	450	1450.44	1452.68	2.24	4.48	10	0.3
doram1	446	ponte		quota intradosso =			1452.98
doram1	445	1450.04	1452.28	2.24	4.48	72	Franco
doram1	440	1446.89	1449.35	2.46	4.92	10	-0.16
doram1	438	ponte		quota intradosso =			1449.19
doram1	435	1446.49	1449.09	2.6	5.2	44	
doram1	430	1443.65	1445.56	1.91	3.82	62	
doram1	420	1441.65	1443.94	2.29	4.58	50	
doram1	410	1439.89	1442.69	2.8	5.6	42	
doram1	400	1438.57	1440.63	2.06	4.12	91	
doram1	390	1435	1436.84	1.84	3.68	96	
doram1	380	1431.44	1433.3	1.86	3.72	108	
doram1	370	1428.44	1430.81	2.37	4.74	63	
doram1	360	1427.29	1430.36	3.07	6.14	69	
doram1	350	1425.45	1428.41	2.96	5.92	17	Franco
doram1	340	1424.05	1427.79	3.74	7.48	9	-0.49
doram1	338	ponte		quota intradosso =			1427.3
doram1	335	1423.54	1426.63	3.09	6.18	50	
doram1	330	1416.28	1417.84	1.56	3.12	195	
doram1	320	1395.46	1396.68	1.22	2.44	15	Franco
doram1	310	1392.81	1393.58	0.77	1.54	8	2.42
doram1	307	ponte		quota intradosso =			1396
doram1	305	1391.45	1392.57	1.12	2.24	35	
doram1	300	1389.74	1391	1.26	2.52	125	
doram1	290	1386.9	1389.27	2.37	4.74	370	
doram1	280	1370.81	1372.32	1.51	3.02	15	Franco
doram1	270	1370.13	1371.74	1.61	3.22	7	1.06
doram1	265	ponte		quota intradosso =			1372.8
doram1	260	1369.82	1371.42	1.6	3.2	16	
doram1	255	1369.09	1370.37	1.28	2.56	237	Franco
doram1	250	1361.02	1363.57	2.55	5.1	7	0.53
doram1	248	ponte		quota intradosso =			1364.1
doram1	245	1360.8	1363.2	2.4	4.8	104	
doram1	240	1358.14	1360.27	2.13	4.26	120	
doram1	230	1355.33	1357.43	2.1	4.2	520	
doram1	220	1343.76	1346.14	2.38	4.76	70	
doram1	210	1341.21	1343.25	2.04	4.08		

Reach	River Sta.						Franco
doram2	100	1340.84	1344.54	livello	livello+TS	distanze	2.27
doram2	95	1340.28	1342.28	3.7	7.4	15	1344.55
doram2	93	ponte		2	4	10	
doram2	90	1339.91	1341.95	quota intradosso =			
doram2	80	1338.03	1339.73	2.04	4.08	20	
doram2	70	1300.43	1302.31	1.7	3.4	470	
				1.88	3.76		
doram3	140	1299.72	1301.57	0			
doram3	130	1294.5	1296.05	1.85	3.7	100	
doram3	125	1291.22	1293.9	1.55	3.1	65	
doram3	120	1288.88	1291.37	2.68	5.36	40	
doram3	110	1288.27	1290.06	2.49	4.98	18	
doram3	100	1287.53	1289.57	1.79	3.58	24	
doram3	90	1285.95	1287.93	2.04	4.08	37	
doram3	80	1284.89	1286.63	1.98	3.96	31	Franco
doram3	70	1283.74	1286.05	1.74	3.48	36	2.61
doram3	60	1281.65	1283.37	2.31	4.62	66	1285.98
doram3	59	ponte		1.72	3.44	11	
doram3	55	1281.3	1283.4	quota intradosso =			
doram3	50	1281.07	1282.8	2.1	4.2	5	
doram3	40	1279.14	1280.61	1.73	3.46	65	Franco
doram3	30	1277.17	1279.84	1.47	2.94	70	2.67
doram3	25	1276.25	1277.57	2.67	5.34	30	1280.24
doram3	24	ponte		1.32	2.64	13	
doram3	23	1275.97	1277.66	quota intradosso =			
doram3	20	1274.78	1277.01	1.69	3.38	47	
doram3	10	1273.61	1275.44	2.23	4.46	33	
				1.83	3.66		Franco
doram4	110	1273.19	1275.12				0.95
doram4	100	1269.03	1271.26	1.93	3.86	160	1272.21
doram4	99	ponte		2.23	4.46	10	
doram4	98	1268.79	1271.05	quota intradosso =			Franco
doram4	92	1262.63	1267.81	2.26	4.52	260	-2.61
doram4	90	1259.74	1264.69	5.18	10.36	130	1262.08
doram4	89	ponte		4.95	9.9	10	
doram4	88	1259.52	1264.02	quota intradosso =			
doram4	80	1259.3	1261.52	4.5	9	10	
doram4	70	1255.88	1258.68	2.22	4.44	170	
doram4	65	1251.36	1254.22	2.8	5.6	221	
				2.86	5.72		Franco
doram5	100	1251.16	1253.12	0	0		2.17
doram5	96	1250.74	1253.19	1.96	3.92	21	1255.36
doram5	95	ponte		2.45	4.9	10	
doram5	94	1250.54	1253.06	quota intradosso =			
doram5	90	1250.18	1251.96	2.52	5.04	18	
doram5	80	1249.67	1251.71	1.78	3.56	25.6	
doram5	70	1249.13	1251.07	2.04	4.08	27	
doram5	60	1247.42	1249.46	1.94	3.88	85.4	
doram5	50	1246.81	1248.85	2.04	4.08	30.4	
doram5	40	1246.01	1248.05	2.04	4.08	40	
				2.04	4.08		
dora B.	100	1245.71	1249.08	0	0		
dora B.	90	1244.51	1247.21	3.37	6.74	50	
				2.7	5.4		

Reach	River Sta.	q fondo	q acqua				
Rochemolles	100	1279.21	1281.59	livello	livello+TS	distanze	Franco
Rochemolles	95	1269.21	1271.71	2.38	4.76	400	0.18
Rochemolles	90	1268.96	1271.9	2.5	5	10	1272.08
Rochemolles	87	ponte		2.94	5.88	10	
Rochemolles	85	1268.71	1271.56	quota intradosso =			
Rochemolles	80	1268.46	1270.66	2.85	5.7	10	Franco
Rochemolles	70	1258.96	1261.35	2.2	4.4	380	2.87
Rochemolles	65	1258.71	1260.84	2.39	4.78	10	1263.71
Rochemolles	63	ponte		2.13	4.26	10	
Rochemolles	60	1258.46	1260.63	quota intradosso =			
Rochemolles	56	1258.22	1261.03	2.17	4.34	10	
Rochemolles	55	1257.02	1259.32	2.81	5.62	50	Franco
Rochemolles	50	1253.42	1255.76	2.3	4.6	150	1.59
Rochemolles	45	1252.94	1255.25	2.34	4.68	20	1256.84
Rochemolles	43	ponte		2.31	4.62	20	
Rochemolles	40	1252.46	1254.99	quota intradosso =			
Rochemolles	35	1252.22	1254.65	2.53	5.06	10	Franco
Rochemolles	30	1247.9	1250.23	2.43	4.86	180	0.49
Rochemolles	25	1247.44	1249.65	2.33	4.66	20	1250.14
Rochemolles	23	ponte		2.21	4.42	10	
Rochemolles	20	1247.21	1249.46	quota intradosso =			
Rochemolles	15	1245.83	1248.12	2.25	4.5	60	
				2.29	4.58		

Reach	River Sta.	q fondo (m)	q acqua (m)	livello	livello+TS	distanze	
fosse	100	1446.95	1447.51	0.56	1.12	530	
fosse	95	1370.1	1370.66	0.56	1.12	20	
fosse	90	1367.2	1367.78	0.58	1.16	15	Franco
fosse	85	1365.03	1365.31	0.28	0.56	10	2.12
fosse	83	ponte		quota intradosso =			1367.43
fosse	80	1363.58	1363.89	0.31	0.62	30	Franco
fosse	75	1359.23	1359.61	0.38	0.76	10	2.07
fosse	73	ponte		quota intradosso =			1361.68
fosse	70	1357.78	1358.14	0.36	0.72	95	
fosse	65	1341.71	1342.06	0.35	0.7		

sagne	110	1388.07	1388.4	0.33	0.66	280	
sagne	100	1337.67	1337.98	0.31	0.62	20	Franco
sagne	90	1334.07	1334.4	0.33	0.66	10	2.37
sagne	87	ponte		quota intradosso =			1336.77
sagne	85	1332.27	1332.59	0.32	0.64	40	
sagne	80	1325.07	1325.49	0.42	0.84	20	Franco
sagne	70	1321.47	1321.81	0.34	0.68	14	2.06
sagne	68	ponte		quota intradosso =			1323.87
sagne	65	1318.77	1319.09	0.32	0.64	100	
sagne	60	1300.27	1300.63	0.36	0.72		

0 0

rho	110	1351.51	1352.91	1.4	2.8	500	
rho	100	1318.51	1319.88	1.37	2.74	20	Franco
rho	90	1317.19	1318.64	1.45	2.9	10	3.55
rho	87	ponte		quota intradosso =			1322.19
rho	85	1316.53	1317.99	1.46	2.92	550	
rho	80	1290.68	1291.57	0.89	1.78	20	Franco
rho	75	1289.74	1290.71	0.97	1.94	10	2.53
rho	73	ponte		quota intradosso =			1293.24
rho	70	1289.27	1290.25	0.98	1.96	20	
rho	65	1288.33	1289.18	0.85	1.7	230	
rho	60	1277.52	1278.4	0.88	1.76	10	Franco
rho	50	1277.05	1277.78	0.73	1.46	10	2.97
rho	48	ponte		quota intradosso =			1280.75
rho	45	1276.58	1277.37	0.79	1.58	10	
rho	40	1276.11	1276.87	0.76	1.52	50	
rho	30	1273.26	1274	0.74	1.48		

Reach	River Sta.	q fondo	q acqua	livello	livello+TS	distanze	
frejus	100	1364.5	1366.09	1.59	3.18	10	
frejus	99	1363.92	1365.57	1.65	3.3	1	
frejus	98.5	1362.92	1364.43	1.51	3.02	105	
frejus	98	1358.55	1360.44	1.89	3.78	1	
frejus	97	1358.05	1359.8	1.75	3.5	103	
frejus	96	1352.3	1354.06	1.76	3.52	1	
frejus	95	1351.55	1353.16	1.61	3.22	32	
frejus	94	1349.6	1351.3	1.7	3.4	1	
frejus	93	1348.25	1349.76	1.51	3.02	114	
frejus	92	1341.88	1343.64	1.76	3.52	1	
frejus	91	1340.88	1342.46	1.58	3.16	104	
frejus	90.6	1336.18	1338.03	1.85	3.7	1	
frejus	90.2	1335.18	1336.82	1.64	3.28	47	
frejus	90	1333.51	1335.45	1.94	3.88	3	Franco
frejus	87	1333.26	1335.32	2.06	4.12	12	1.01
frejus	86.8	1332.76	1334.79	2.03	4.06	6	1335.8
frejus	86.7	ponte		quota intradosso =			
frejus	86.6	1332.41	1334.4	1.99	3.98	36	
frejus	86	1330.25	1332.08	1.83	3.66	1	
frejus	85	1328.95	1330.52	1.57	3.14	130	
frejus	84	1323.55	1325.28	1.73	3.46	1	
frejus	83	1321.05	1322.34	1.29	2.58	83	
frejus	82	1316.74	1318.39	1.65	3.3	1	
frejus	81	1315.74	1317.18	1.44	2.88	61.5	
frejus	80	1313.58	1315.42	1.84	3.68	23	Franco
frejus	70	1312.45	1313.79	1.34	2.68	15	3.76
frejus	62	1311.38	1312.53	1.15	2.3	14	1316.29
frejus	61	ponte		quota intradosso =			
frejus	60	1310.6	1311.81	1.21	2.42	120	Franco
frejus	50	1301.49	1302.7	1.21	2.42	10	3.41
frejus	42	1300.84	1302.03	1.19	2.38	10	1305.44
frejus	41	ponte		quota intradosso =			
frejus	40	1300.19	1301.4	1.21	2.42	5	
frejus	30	1299.86	1301.07	1.21	2.42	175	Franco
frejus	24	1288.49	1289.69	1.2	2.4	120	3.14
frejus	22	1281.89	1283.15	1.26	2.52	10	1286.29
frejus	21	ponte		quota intradosso =			Franco
frejus	20	1281.44	1282.73	1.29	2.58	325	1.99
frejus	12	1266.81	1268.22	1.41	2.82	10	1270.21
frejus	11	ponte		quota intradosso =			
frejus	10	1266.41	1267.85	1.44	2.88	64	
frejus	9.5	1263.85	1265.36	1.51	3.02	1	
frejus	9	1263.35	1264.7	1.35	2.7	41	
frejus	8.5	1261.63	1263.08	1.45	2.9	1	
frejus	8	1261.13	1262.44	1.31	2.62	42	
frejus	7	1259.35	1260.81	1.46	2.92	1	
frejus	6.5	1258.75	1260.05	1.3	2.6	28	
frejus	6	1257.69	1259.18	1.49	2.98	1	Franco
frejus	5.6	1257.19	1258.53	1.34	2.68	22.4	1.14
frejus	5.5	1256.4	1257.91	1.51	3.02	14	1259.05
frejus	5.45	ponte		quota intradosso =			
frejus	5.4	1255.86	1257.39	1.53	3.06	15	
frejus	5	1255.06	1256.98	1.92	3.84	42.8	Franco
frejus	4.5	1253.12	1254.67	1.55	3.1	64	0.3
frejus	4	1251.37	1252.54	1.17	2.34	18	1252.84
frejus	3.5	ponte		quota intradosso =			
frejus	3	1251.2	1252.75	1.55	3.1		