

# REGIONE TOSCANA



## COMMISSARIO REGIONE TOSCANA

D.P.G.R. 163 del 27/10/2014 - D.P.G.R. 186 del 29/10/2015 - D.P.G.R. 198 del 29/12/2016

Dott. Ing. Antonio Cinelli

### INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DEL RAMO DI TORANO DEL TORRENTE CARRIONE , COMPRESA LA DEMOLIZIONE DEGLI OSTACOLI AL DEFLUSSO COMUNE DI CARRARA (MS) – MIGLIORAMENTO DEL DEFLUSSO IDRICO IN COERENZA CON LO STUDIO DICCA

#### PROGETTO REDATTO DA :

Dott. Ing. Giorgio Bolgioni con studio in via Mascagni, 7 - 54100 Massa; e-mail: [bolgiing@gmail.com](mailto:bolgiing@gmail.com)

#### COLLABORATORI:

Dott. Ing. Ivan De Gaetano con studio in Frazione Altagnana, 64 - 54100 Massa; e-mail: [ivan.degaetano@libero.it](mailto:ivan.degaetano@libero.it)

Dott.ssa Archeologa Alice Bolgioni con studio in v. Dell'Arancio, 35-54033 Carrara; e-mail: [alicebolgioni@gmail.com](mailto:alicebolgioni@gmail.com)

---

#### RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Gennarino Costabile

indirizzo: Palazzo B - Via di Novoli 26 - stanza 240 - 50127 Firenze

Tel. 0554384670

e-mail: [gennarino.costabile@regione.toscana.it](mailto:gennarino.costabile@regione.toscana.it)

PEC: [regionetoscana@postacert.toscana.it](mailto:regionetoscana@postacert.toscana.it)

#### COMMISSARIO REGIONALE

c/o GENIO CIVILE TOSCANA NORD - Via Democrazia, 17 - 54100 Massa (MS)

Tel. 0585 899111 - Fax 0585 44398

e-mail: [commissario.massacarrara@regione.toscana.it](mailto:commissario.massacarrara@regione.toscana.it)

---

DATA : 07/03/2017

TITOLO : RELAZIONE IDRAULICA

TAVOLA: R-02

SCALA : -

## **INDICE**

1 Verifiche idrauliche

pag. 2

## 1 Verifiche idrauliche

Per determinare la massima altezza idrica che può essere raggiunta in alveo, durante la piena prevista per ciascun tempo di ritorno considerato, sono state eseguite delle verifiche idrauliche utilizzando il software per simulazioni idrauliche HEC RAS 4.1.0.

Questo modello sviluppato presso l'U.S. Army Corps of Engineers sul codice di calcolo UNET, grazie alle grandi potenzialità offerte, è caratterizzato da una vasta diffusione.

Il programma adotta una schematizzazione monodimensionale (variazioni graduali della sezione d'alveo, limitata curvatura dei filetti liquidi, distribuzione di velocità pressoché uniforme nelle sezioni trasversali) su alveo assunto a fondo fisso sia per il moto permanente che per quello vario.

A livello di schematizzazione di un bacino, HEC RAS gestisce la modellazione di più tronchi fluviali con la rappresentazione delle confluenze secondo diversi approcci teorici (metodo dei momenti, metodo dell'energia, ecc.) a seconda delle portate e delle angolazioni presenti nei singoli casi.

A tal proposito, oltre al caricamento di una portata da una sezione di monte e nei pressi di un'immissione localizzata, è altresì possibile gestire immissioni di portate distribuite.

I limiti applicativi sono invece rappresentati dalla impossibilità di simulare l'inondazione di territori extra alveo.

Non è infatti supportato lo studio di fenomeni di trasferimento bidimensionale.

Si deve quindi notare che nella fase computazionale le sezioni sono assunte ortogonali alla direzione della corrente idrica.

Per il calcolo delle perdite di carico distribuite si utilizza l'equazione di Manning che risulta:

$$1) \quad S_f = v^2 \cdot n^2 / R^{4/3}$$

in cui :

$S_f$  = perdita di carico distribuita ;

$v$  = velocità media della corrente ;

$n$  = coefficiente di scabrezza;

$R$  = raggio idraulico della sezione (rapporto tra l'area liquida ed il contorno bagnato);

Considerando che in letteratura tecnica la portata della corrente liquida può essere rappresentata dalla seguente espressione:

$$2) \quad Q = K S_f^{1/2}$$

dove il termine  $K$  definito conveyance (esso misura l'attitudine di una data sezione a far defluire le portate) diviene, tenendo conto della formula di Manning e introducendo l'area  $A$  della sezione liquida

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

La procedura di calcolo utilizzata si basa sulla soluzione dell'equazione del moto permanente gradualmente variato con un metodo alle differenze finite.

L'equazione differenziale del profilo liquido di una corrente in moto permanente gradualmente variato risulta la seguente:

$$4) \quad \frac{dh}{ds} = -S_f$$

con:

$$5) \quad H = z + \frac{v^2}{2g}$$

in cui:

$H$  = carico totale della corrente nella sezione generica di ascissa  $s$  misurato rispetto ad un riferimento orizzontale;

$S_f$  = perdita di carico unitaria dovuta alle resistenze continue;

$z$  = quota del pelo liquido misurato rispetto ad un riferimento orizzontale;

$v$  = velocità media della corrente nella sezione generica di ascissa  $s$ ;

$g$  = accelerazione di gravità.

Passando alle differenze finite la (5.4), applicata tra due sezioni distanti  $\Delta s$ , può essere scritta come:

$$6) \quad H_2 - H_1 = -S_{fm} \cdot \Delta s$$

in cui:

$H_1$  = carico totale della corrente nella sezione iniziale;

$H_2$  = carico totale della corrente nella sezione finale;

$S_{fm}$  = perdita di carico unitaria dovuta alle resistenze continue media tra le due sezioni.

Tenendo conto della (5) ed indicando con i pedici 1 e 2 rispettivamente le grandezze relative alla sezione iniziale e quelle relative alla sezione finale la (9.6) diviene:

$$7) \quad z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - z_2 - \frac{v_2^2}{2g} + \frac{j_1 + j_2}{2} \cdot \Delta s = 0$$

ovvero:

$$7') \quad z_1 + \frac{Q^2}{2gA_1} - z_2 - \frac{Q^2}{2gA_2} + \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{Q^2 n^2}{A_1^2 R_1^{4/3}} + \frac{Q^2 n^2}{A_2^2 R_2^{4/3}} \right) \cdot \Delta s = 0$$

in cui:

$Q$  = portata;

$A_1$  = area liquida della corrente nella sezione iniziale;

$A_2$  = area liquida della corrente nella sezione finale.

Essendo le caratteristiche geometriche di una data sezione funzione della sola altezza liquida la (7') permette di determinare la quota liquida nella sezione terminale di un tratto di corrente di lunghezza  $\Delta s$  una volta che sia nota la quota liquida in corrispondenza della sezione iniziale (condizione al contorno).

L'equazione (7') rappresenta quindi un'equazione non lineare in cui l'incognita è rappresentata dal valore  $z_2$  della quota liquida finale.

Per la determinazione del profilo liquido relativo ad un dato tronco di un corso d'acqua, occorre suddividere tale tronco in una successione di tratti delimitati da sezioni di cui sia nota la geometria.

Partendo quindi da una delle sezioni estreme, in cui deve essere noto il valore della quota liquida (condizione al contorno), l'applicazione reiterata della (7') permette di determinare le quote liquide nelle sezioni successive.

Il modello permette la determinazione del profilo liquido secondo tre schemi di calcolo e precisamente:

- Corrente lenta (subcritical flow)
- Corrente veloce (supercritical flow)
- Corrente mista (mixed flow)

Il primo schema, che è applicabile quando la corrente è ovunque lenta e presenta quindi in tutte le sezioni di calcolo un'altezza liquida maggiore dell'altezza critica, richiede che la condizione al contorno sia posta in corrispondenza della sezione estrema di valle del tratto considerato.

Il secondo schema, che è applicabile quando la corrente è ovunque veloce e presenta quindi in tutte le sezioni di calcolo un'altezza liquida minore dell'altezza critica, richiede che la condizione al contorno sia posta in corrispondenza della sezione estrema di monte del tratto considerato.

Il terzo schema, deve essere utilizzato quando nel tratto in esame si possono verificare transizioni da un tipo di corrente all'altro, dando luogo ad una successione di tronchi con differenti caratteristiche di moto, che nel caso di transizione da corrente veloce a lenta porteranno alla formazione di risalti idraulici.

Tale schema richiede che siano definite due diverse condizioni al contorno in corrispondenza delle due sezioni estreme (di monte e di valle) del tratto considerato.

Nel caso di simulazioni in moto permanente sarà dunque sufficiente fornire il valore della portata in ingresso nella stazione di monte, eventuali cambiamenti della stessa dovuti a immissioni localizzate o distribuite, e le condizioni al contorno per le sezioni di chiusura del tronco in esame.

Per la soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia le perdite di carico sono determinate, come detto in precedenza, tramite l'equazione di Manning e, in corrispondenza di brusche variazioni di velocità dovute ad irregolarità d'alveo, tramite appositi coefficienti di espansione/contrazione.

Irregolarità idrauliche (salti di fondo, confluenze, sbarramenti, etc...) nelle quali si viene a determinare un brusca variazione nel profilo del pelo libero della corrente, sono modellate attraverso la conservazione della spinta totale.

Nella presente applicazione si è utilizzato sempre uno schema di Corrente mista (mixed flow) ponendo due diverse condizioni al contorno in corrispondenza delle due sezioni estreme (di monte e di valle) del tratto considerato.

Le portate in base alle quali sono state realizzate le verifiche idrauliche sono quelle risultanti dall' *Implementazione del modello idrologico distribuito per la Toscana – Bacino Toscana Nord*, realizzato secondo un accordo di collaborazione scientifica tra la Regione Toscana e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Firenze, per l'attività di ricerca mirata alla mitigazione del rischio idraulico nella Regione Toscana.

In particolare per il Canale di Torano si sono utilizzati, nelle verifiche i seguenti valori di portata.

Torano $T_r = 200$ anni		$Q_{\max} = 157.30$ mc/sec
-------------------------	--	----------------------------

Nelle verifiche idrauliche sono state introdotte anche le portate duecentennali delle due aste idriche in cui si biforca il Canale di Torano, denominate rispettivamente Torano a e Pizzutello, riportate di seguito:

Pizzutello $T_r = 200$ anni		$Q_{\max} = 66.90$ mc/sec
Torano a $T_r = 200$ anni		$Q_{\max} = 86.10$ mc/sec

Il valore del coefficiente di scabrezza di Manning utilizzato nelle verifiche idrauliche è stato assunto pari a  $n = 0.025 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  conformemente a quanto adottato negli studi precedenti.

Le verifiche sono state eseguite sia per lo stato attuale che per quello di progetto in moto permanente.

### *Verifiche Idrauliche (Stato Attuale)*

Le verifiche dello stato attuale, per ciascun tempo di ritorno considerato, sono state eseguite utilizzando lo schema di Corrente mista (mixed flow) ponendo due diverse condizioni al contorno in corrispondenza delle due sezioni estreme (di monte e di valle) del tratto considerato.

Come condizione al contorno sia per la sezione estrema di monte che per quella di valle si è posta la condizione *Critical Depth*.

Le sezioni inserite nel programma Hec-Ras sono quelle fornite dal Geom. Michele Lombardi, incaricato dall'Amministrazione Provinciale di Massa Carrara per la realizzazione dei rilievi topografici.

Di seguito si riportano i risultati nelle verifiche effettuate.

### *Canale Torano $Tr = 200$ anni (Stato Attuale)*

Procedendo da valle verso monti il primo tratto critico è quello che si trova in corrispondenza della sezione n. 3 e del tratto n.5, del ponte 5.5, della sezione n.5.7 e della n.6.

Non risulta verificata la sezione 9.2 ed il secondo tratto critico è quello del tratto tombato n.12.5 con la sezione n.12 e del ponte immediatamente a monte 13.15.

Il terzo tratto critico è quello della passerella pedonale adiacente a dei fabbricati n.15.5 con la sezione n.16.

Non risulta poi verificata la sezione n.16, la n. 20, la n. 21, la n. 21.2, la n.22.2 e la n. 25, mentre il quarto ed ultimo tratto critico è quello del ponticello n.29.5 e della sezione n.30.

### *Verifiche Idrauliche (Stato di Progetto) $Tr = 200$ anni*

Le verifiche dello stato di progetto sono state eseguite a moto permanente utilizzando lo schema di corrente mista (mixed flow) ponendo due diverse condizioni al contorno in corrispondenza delle due sezioni estreme (di monte e di valle) del tratto considerato.

Come condizione al contorno sia per la sezione estrema di monte che per quella di valle si è imposta la condizione *Critical Depth*.

Le sezioni inserite nel programma Hec-Ras sono quelle fornite dal Geom. Michele Lombardi, incaricato dall'Amministrazione Provinciale di Massa Carrara per la realizzazione dei rilievi topografici, integrate, nei tratti critici da quelle di progetto.

Le verifiche dello stato di progetto, sono state redatte in sintonia al Master- Plan del Carrione approvato dalla Giunta Regionale con D.G.R.T n° 779 del 01/08/2016 e con le indicazioni pervenute dal Settore Assetto Idrogeologico della Regione Toscana.

A tal proposito si sottolinea che il Master Plan programma nell'anno 2017 l'intervento (Seminara tor. 15 ) che prevede la briglia di presa e il by pass per deviare la portata di 80 mc/s dal torrente Torano al torrente Gragnana e con una portata residua nel tratto terminale del Torano (da presa su Sorgnano a via Colonnata) di circa 80 mc/s.

Questa portata sommata a quella di altrettanto valore proveniente dal ramo di Colonnata farà defluire in sicurezza sul tratto cittadino una portata di 140 mc/s .

Pertanto nella redazione delle verifiche dello stato di progetto, a partire dalla Sez. 7, si è tenuto conto del by pass previsto dallo studio Seminara e si è considerata una portata di 80mc/sec.

Occorre osservare inoltre che il tratto del Canale di Torano oggetto del presente progetto, inizia poco a monte della confluenza con il Torrente Carrione e del ponte posto sulla confluenza che è già

stato oggetto di interventi nell'ambito del "Progetto esecutivo di Risagomazione dell'alveo del Torrente Carrione nel centro storico di Carrara zona finale ramo di Torano", già realizzato dal Comune di Carrara.

Per questo le verifiche idrauliche sono realizzate a partire dalla sezione n.2 posta a monte del suddetto manufatto.

Anche in questo caso le portate in base alle quali sono state realizzate le verifiche idrauliche, sono quelle risultanti dall' *Implementazione del modello idrologico distribuito per la Toscana – Bacino Toscana Nord*, realizzato secondo un accordo di collaborazione scientifica tra la Regione Toscana e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Firenze, per l'attività di ricerca mirata alla mitigazione del rischio idraulico nella Regione Toscana.

In particolare per il Canale di Torano si sono utilizzati, nelle verifiche i seguenti valori di portata.

Pizzutello $T_r = 200$ anni		$Q_{\max} = 66.90$ mc/sec
Torano a $T_r = 200$ anni		$Q_{\max} = 86.10$ mc/sec
Torano b $T_r = 200$ anni		$Q_{\max} = 157.30$ mc/sec

Mentre a partire dal by-pass in progetto (sez. n.7), la portata è stata assunta pari a 80 mc/sec come di seguito evidenziato:

Torano c		$Q_{\max} = 80.0$ mc/sec
----------	--	--------------------------

Tutte le sezioni garantiscono il deflusso della portata di progetto.

Massa, 13/09/2016

Il Tecnico incaricato:

**Dott. Ing. Giorgio Bolgioni**

## **VERIFICHE IDRAULICHE**

### **STATO ATTUALE**

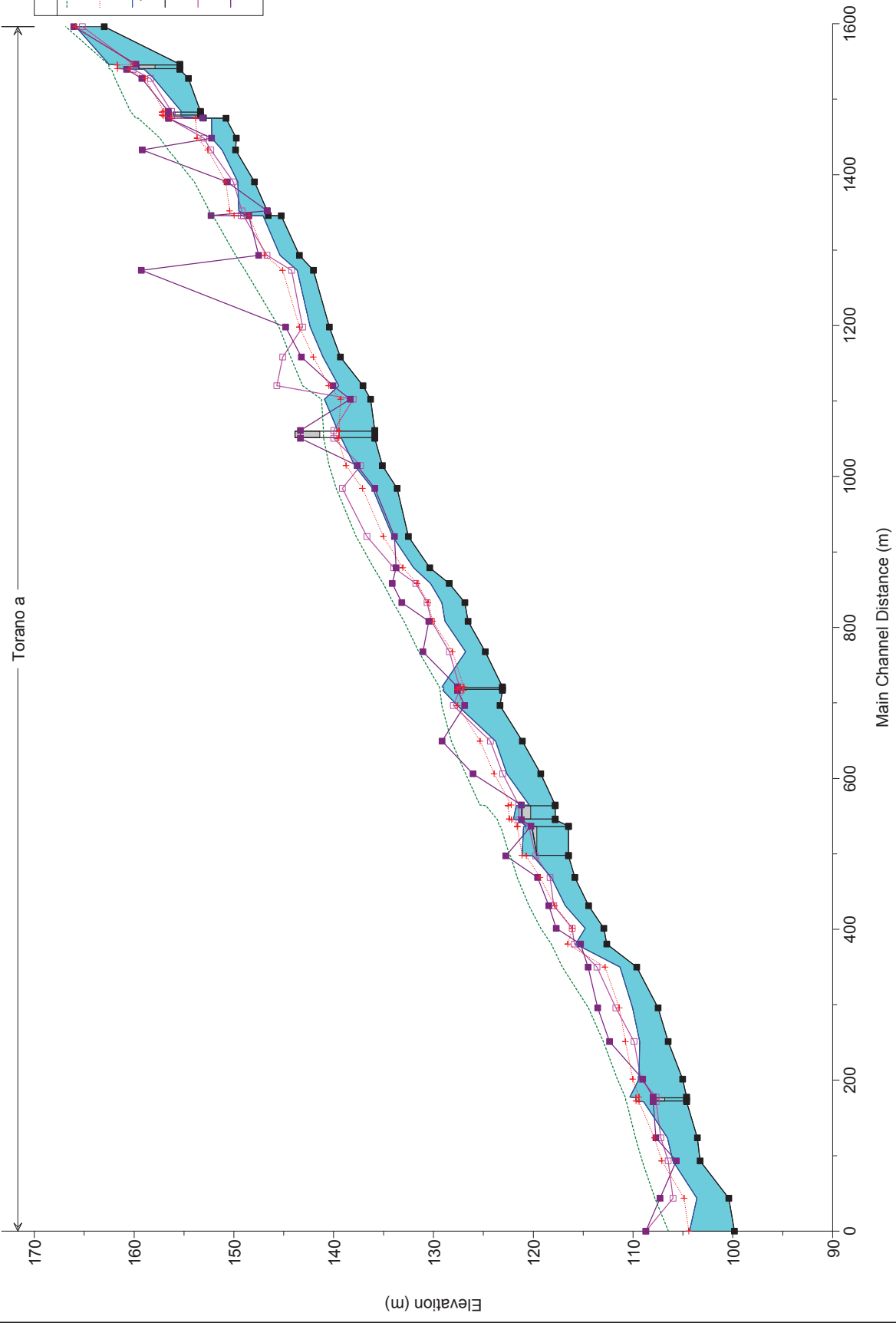
$$Q_{\max} (\text{Tr } 200) = 157.30$$

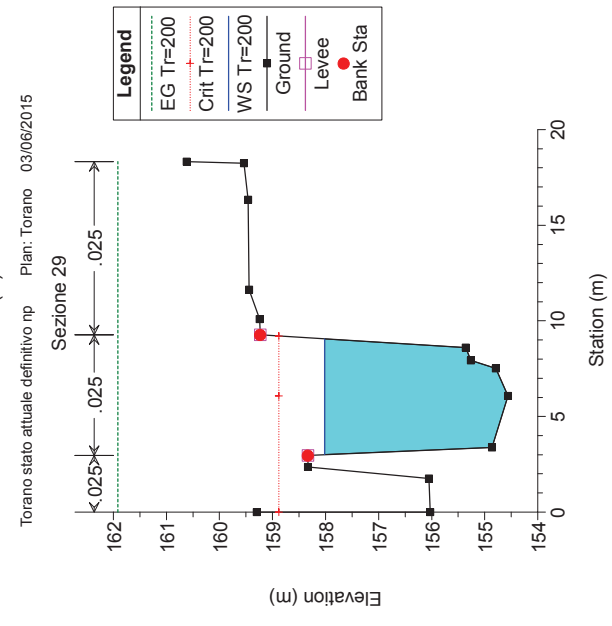
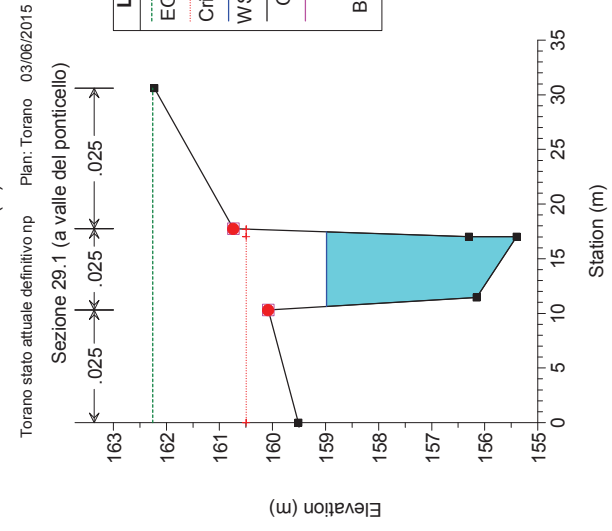
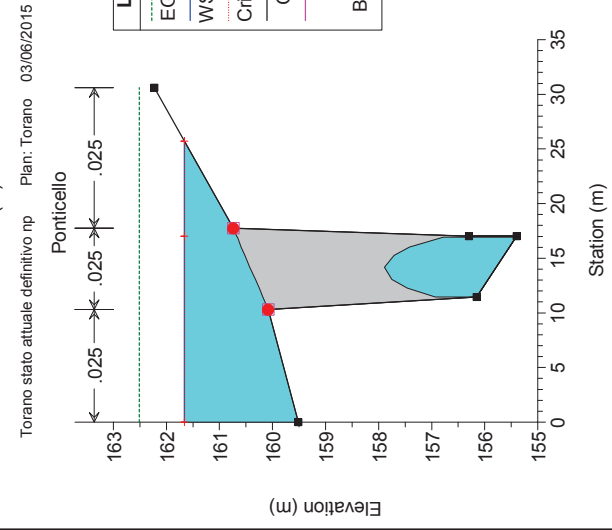
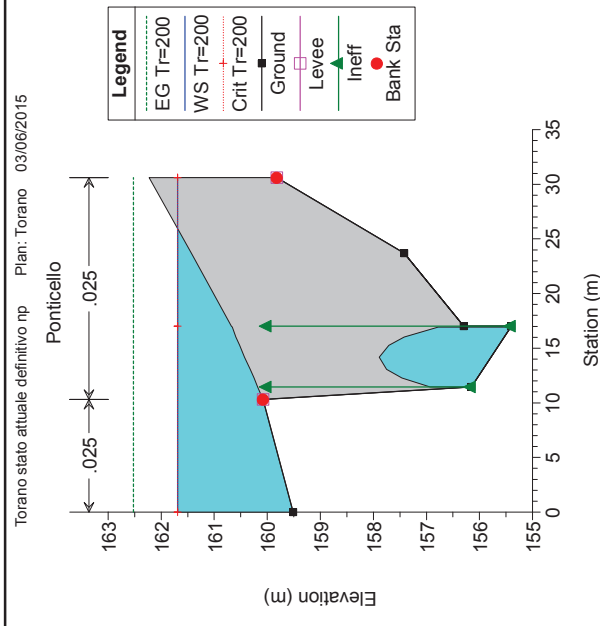
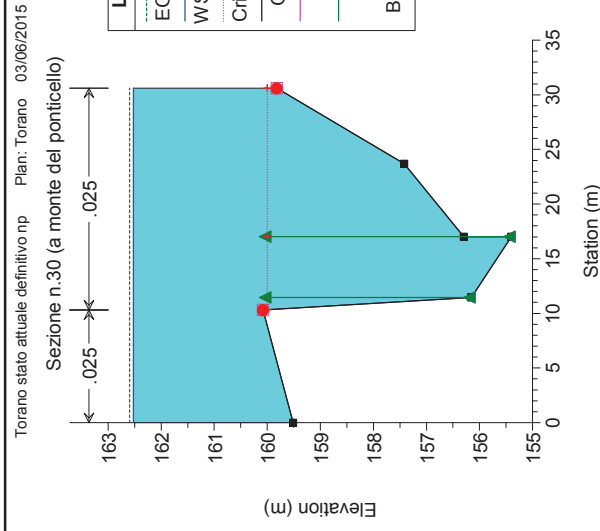
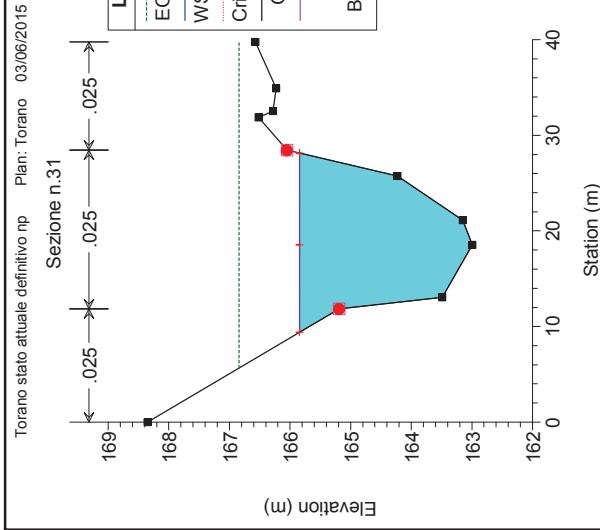


HEC-RAS Plan: Torano River: Torano Reach: a Profile: Tr=200

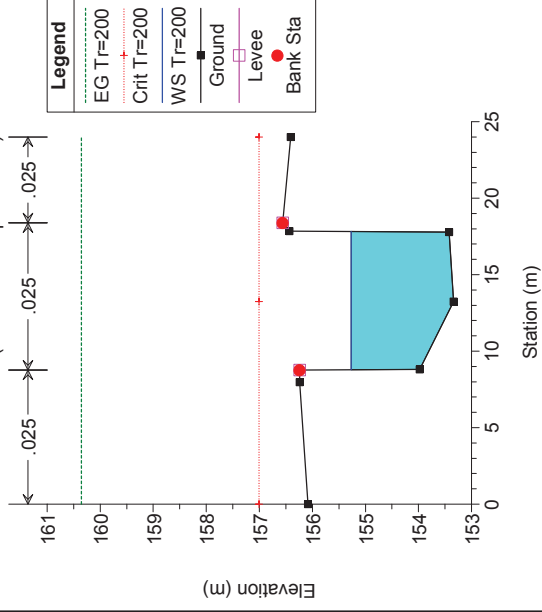
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
a	31	Tr=200	157.30	162.99	165.84	165.84	166.84	0.005006	4.45	35.91	18.72	0.97
a	30	Tr=200	157.30	155.40	162.52	160.00	162.60	0.000157	1.25	135.62	30.62	0.17
a	29.5	Bridge										
a	29.1	Tr=200	157.30	155.40	158.98	160.50	162.26	0.021281	8.02	19.62	6.83	1.51
a	29	Tr=200	157.30	154.56	158.02	158.88	161.91	0.025861	8.74	17.99	6.05	1.62
a	27	Tr=200	157.30	153.34	155.27	157.00	160.35	0.044226	9.99	15.74	9.03	2.42
a	26.5	Bridge										
a	26.4	Tr=200	157.30	153.34	155.35	157.00	159.99	0.038614	9.54	16.48	9.04	2.26
a	26.35	Tr=200	157.30	153.05	154.92	156.29	159.84	0.043504	9.83	16.01	8.96	2.35
a	26.3	Tr=200	157.30	150.79	152.24	153.83	159.58	0.088088	12.01	13.10	10.44	3.42
a	26.2	Tr=200	157.30	149.74	152.22	153.69	157.40	0.040421	10.08	15.60	7.96	2.30
a	26	Tr=200	157.30	149.82	151.19	152.61	156.58	0.069402	10.28	15.30	14.26	3.17
a	25.2	Tr=200	157.30	147.94	149.60	150.81	153.97	0.043829	9.26	16.99	12.72	2.56
a	25	Tr=200	157.30	146.65	149.50	150.43	152.46	0.019808	7.66	21.41	15.55	1.57
a	24.3	Tr=200	157.30	146.55	148.83	149.97	152.26	0.026826	8.21	19.16	10.75	1.96
a	24.25	Tr=200	157.30	145.26	147.06	148.45	152.09	0.043823	9.94	15.83	9.22	2.42
a	24.2	Tr=200	157.30	143.42	145.37	146.91	149.83	0.036255	9.35	16.83	10.09	2.31
a	24	Tr=200	157.30	142.04	143.66	145.12	148.88	0.054068	10.12	15.54	11.94	2.83
a	23.3	Tr=200	157.30	140.43	142.35	143.44	145.47	0.026863	7.83	20.09	13.96	2.08
a	23.2	Tr=200	157.30	139.33	141.07	142.03	144.31	0.031655	7.98	19.72	14.62	2.19
a	23	Tr=200	157.30	137.07	139.50	140.49	143.10	0.029476	8.41	18.71	12.06	2.16
a	22.2	Tr=200	157.30	136.31	140.93	139.30	141.21	0.000832	2.44	72.08	22.94	0.39
a	22	Tr=200	157.30	135.89	139.59	139.47	141.02	0.006456	5.29	29.75	11.01	0.94
a	21.5	Bridge										
a	21.3	Tr=200	157.30	135.89	139.22	139.56	141.00	0.010133	5.91	26.60	10.33	1.18
a	21.2	Tr=200	157.30	135.11	137.90	138.75	140.46	0.016704	7.12	22.79	14.96	1.52
a	21	Tr=200	157.30	133.63	136.09	137.11	139.73	0.025785	8.52	19.45	16.92	1.95
a	20	Tr=200	157.30	132.51	134.08	135.01	137.76	0.037580	8.60	19.36	20.72	2.37
a	19.3	Tr=200	157.30	130.36	132.00	133.06	136.01	0.046084	8.87	17.74	14.98	2.60
a	19.2	Tr=200	157.30	128.43	130.30	131.63	135.04	0.039158	9.65	16.30	9.91	2.40
a	19	Tr=200	157.30	126.84	129.17	130.54	134.03	0.039527	9.77	16.10	9.56	2.40
a	18	Tr=200	157.30	126.52	128.83	130.08	132.94	0.030859	8.98	17.51	9.40	2.10
a	17	Tr=200	157.30	124.80	126.77	128.10	131.49	0.039463	9.62	16.35	9.82	2.38
a	16	Tr=200	157.30	123.09	129.14	126.96	129.40	0.000844	2.39	71.44	16.77	0.34
a	15.5	Bridge										
a	15.3	Tr=200	157.30	123.09	129.07	126.94	129.34	0.000889	2.44	70.14	16.77	0.35
a	15.2	Tr=200	157.30	123.34	127.59	127.59	129.16	0.007767	5.61	28.92	9.55	0.90
a	15	Tr=200	157.30	121.10	123.77	125.32	128.21	0.033094	9.34	16.84	8.27	2.09
a	14	Tr=200	157.30	119.25	122.64	123.91	126.77	0.029351	9.01	17.46	7.23	1.85
a	13.2	Tr=200	157.30	117.79	120.40	122.19	125.36	0.035430	9.87	15.94	6.95	2.08
a	13.15	Bridge										
a	13.1	Tr=200	157.30	117.79	121.53	122.18	123.58	0.010753	6.41	26.23	16.93	1.12
a	13	Tr=200	157.30	116.48	120.69	121.57	123.40	0.017028	7.39	22.87	14.03	1.21
a	12.5	Bridge										
a	12	Tr=200	157.30	116.48	120.03	120.70	122.28	0.014332	6.89	25.11	13.49	1.25
a	11	Tr=200	157.30	115.83	118.18	119.32	121.61	0.027163	8.20	19.18	10.69	1.96
a	10.2	Tr=200	157.30	114.45	116.78	117.84	120.44	0.035009	8.47	18.57	11.76	2.15
a	10	Tr=200	157.30	112.93	114.79	116.07	119.25	0.038812	9.36	16.80	10.40	2.35
a	9.2	Tr=200	157.30	112.63	115.75	116.55	118.19	0.014444	6.92	22.72	9.39	1.42
a	9	Tr=200	157.30	109.63	111.31	112.81	117.09	0.054670	10.65	14.76	9.31	2.70
a	8	Tr=200	157.30	107.50	110.04	111.37	114.47	0.031756	9.33	16.87	8.74	2.14
a	7	Tr=200	157.30	106.47	109.34	110.76	112.98	0.025365	8.45	18.62	7.52	1.71
a	6	Tr=200	157.30	105.04	109.42	110.02	111.57	0.015344	6.82	25.53	12.13	1.12
a	5.7	Tr=200	157.30	104.63	110.33	109.42	110.79	0.002090	3.29	53.32	17.62	0.47
a	5.5	Bridge										
a	5	Tr=200	157.30	104.63	108.94	109.42	110.65	0.012266	6.45	28.96	17.44	1.07
a	4	Tr=200	157.30	103.55	106.56	107.85	109.74	0.021229	7.91	19.90	9.19	1.71
a	3	Tr=200	157.30	103.29	106.03	107.11	109.09	0.019151	7.78	20.75	13.82	1.70
a	2	Tr=200	157.30	100.40	103.60	104.89	107.81	0.029559	9.08	17.32	6.56	1.78
a	1	Tr=200	157.30	99.84	104.33	104.40	106.45	0.012622	6.45	24.38	6.04	1.03

Torano stato attuale definitivo np      Plan: Torano    03/06/2015

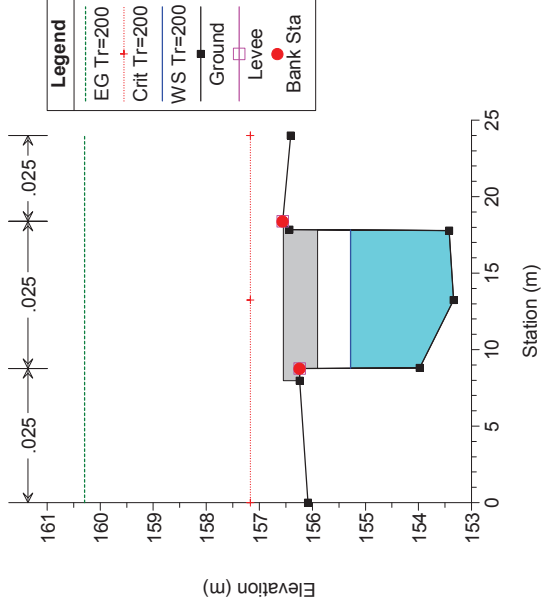




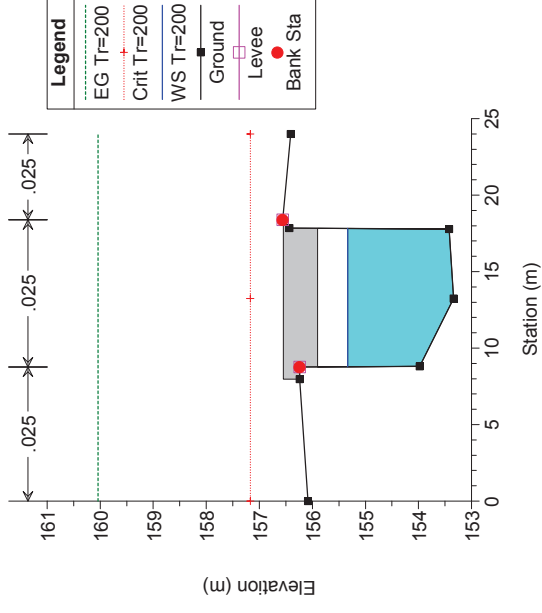
Sezione 27 (a monte della passerella)



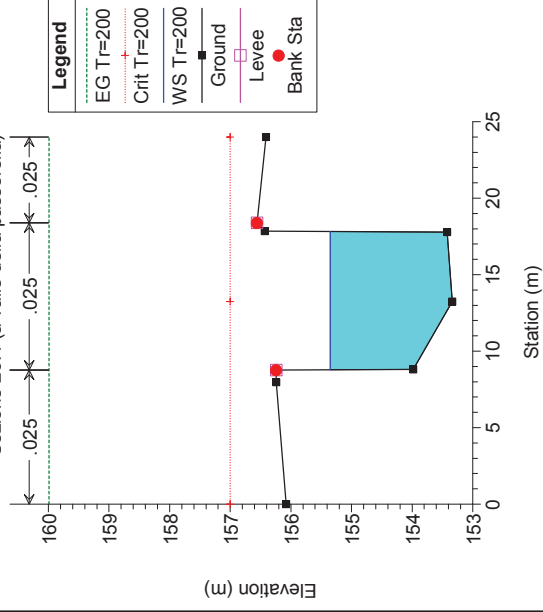
Passerella



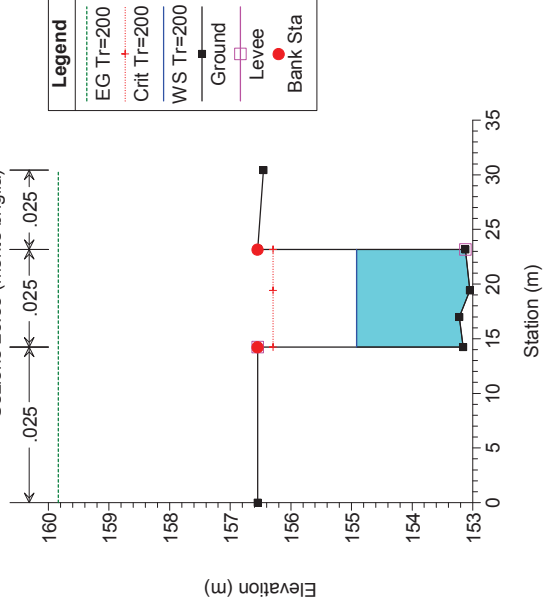
Passerella



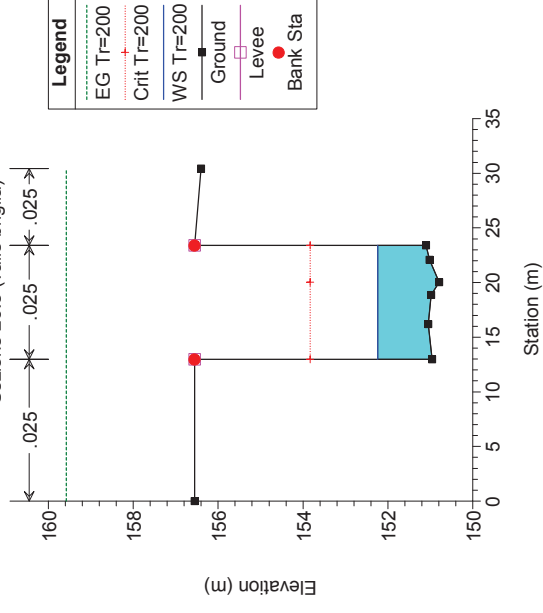
Sezione 26.4 (a valle della passerella)



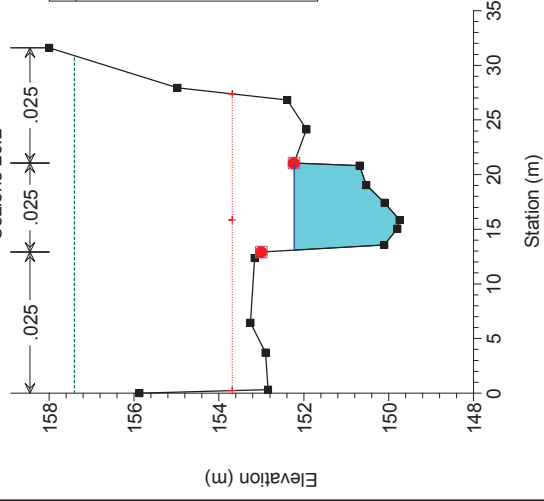
Sezione 26.35 (monte briglia)



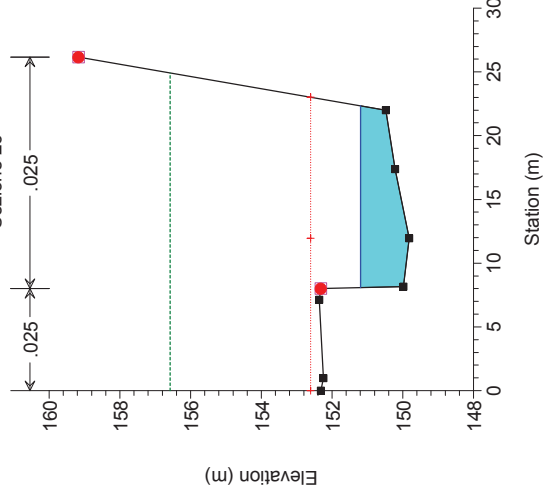
Sezione 26.3 (valle briglia)



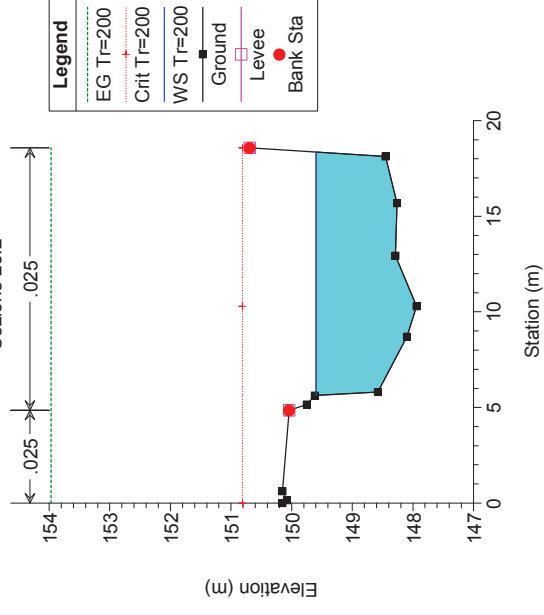
## Sezione 26.2



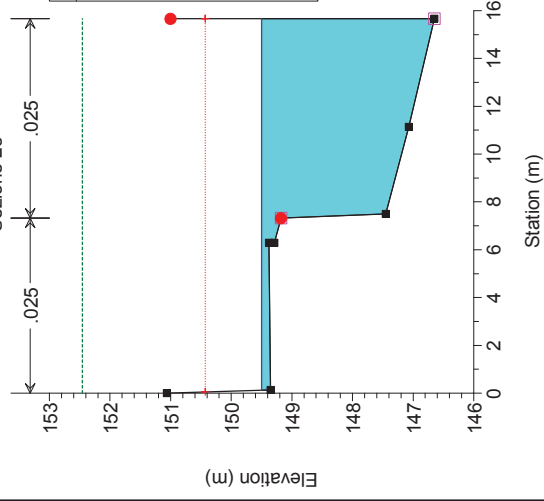
## Sezione 26



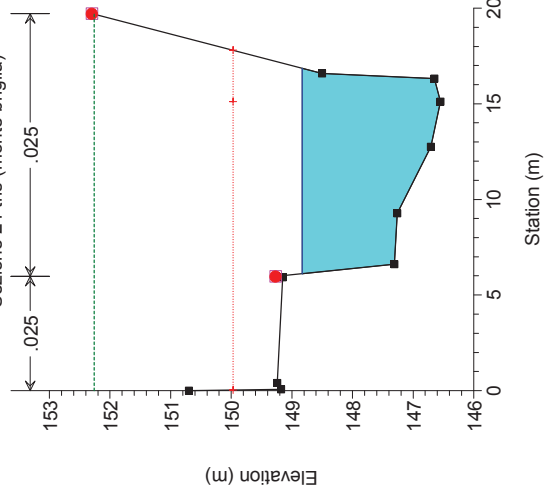
## Sezione 25.2



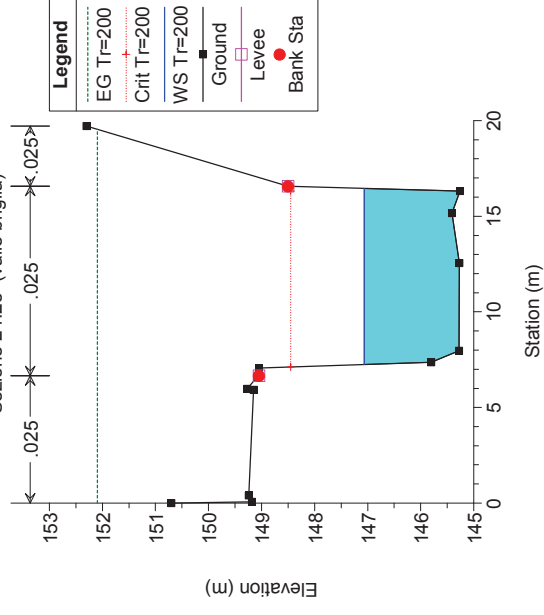
## Sezione 25



## Sezione 24 tris (monte briglia)

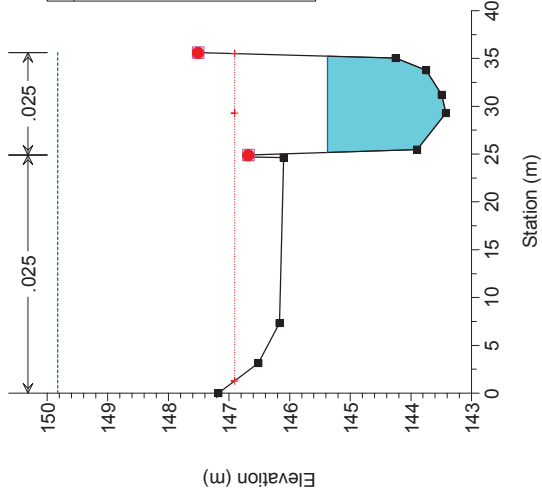


## Sezione 24.25 (valle briglia)



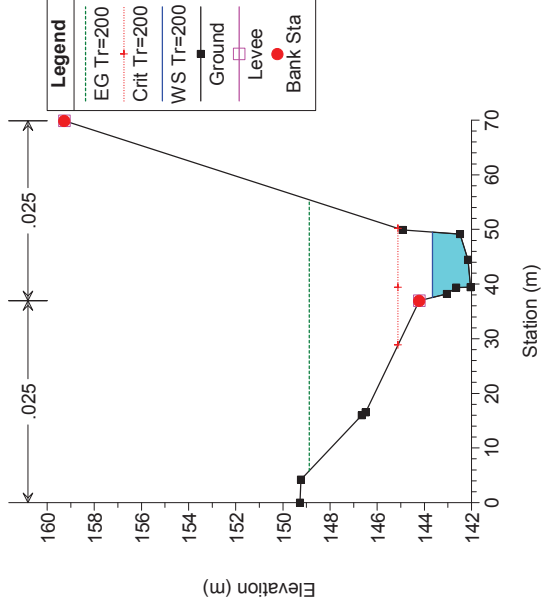
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

Sezione 24 bis



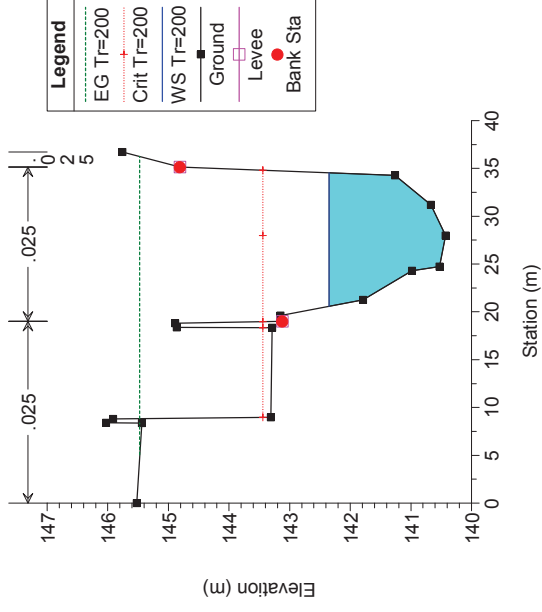
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

Sezione 24



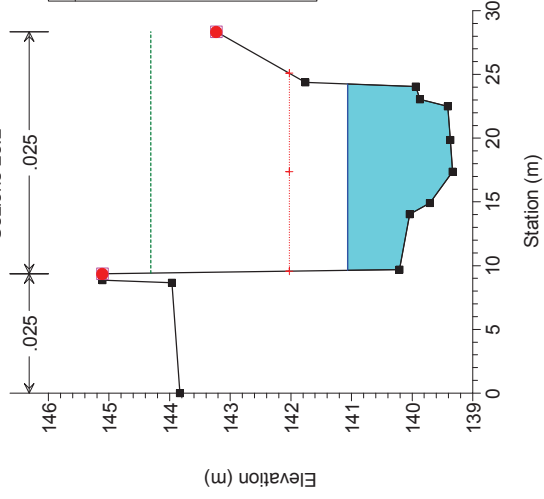
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

Sezione 23.3



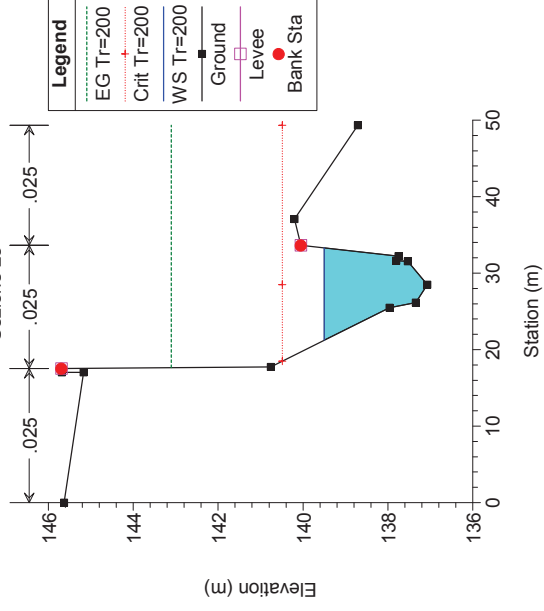
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

Sezione 23.2



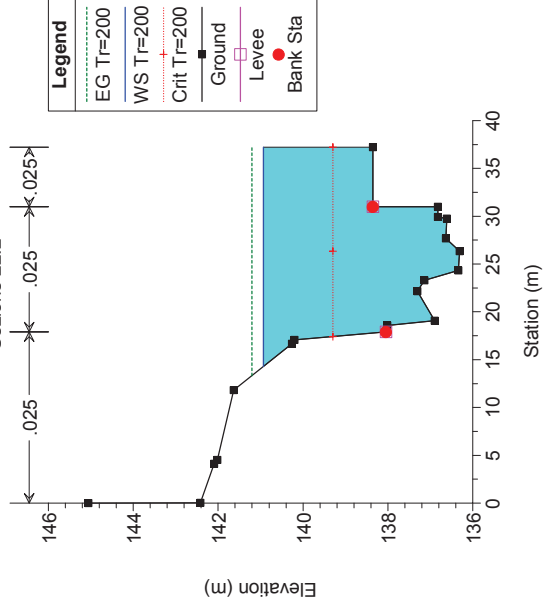
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

Sezione 23

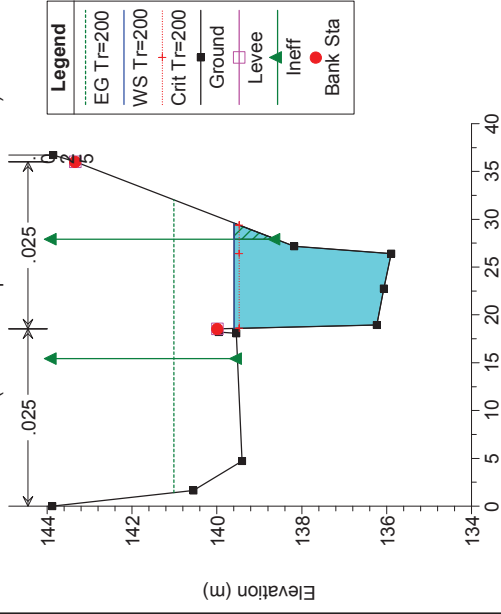


Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

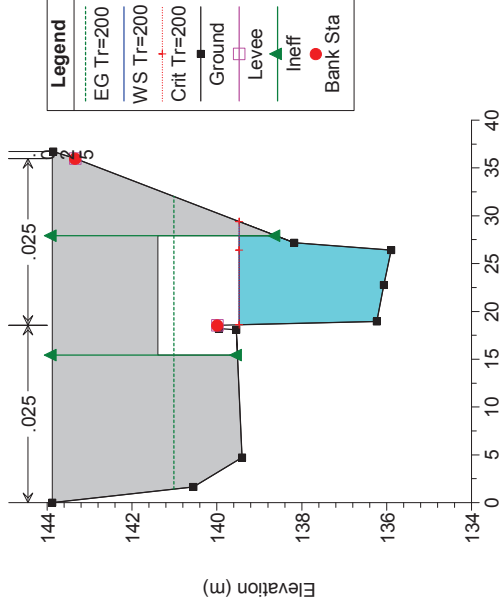
Sezione 22.2



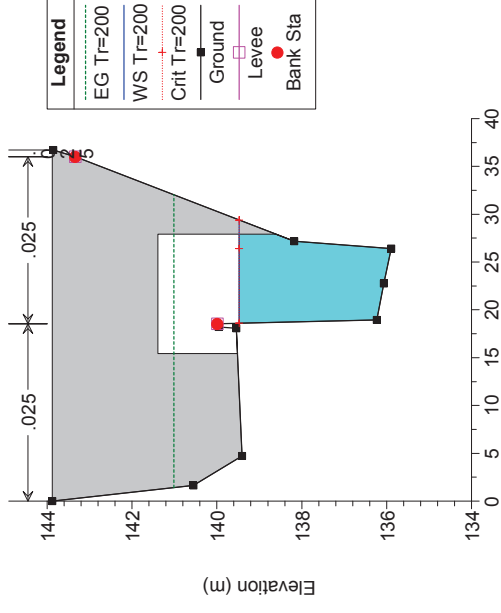
Sezione 22 (a monte del ponte su Via Carriona)



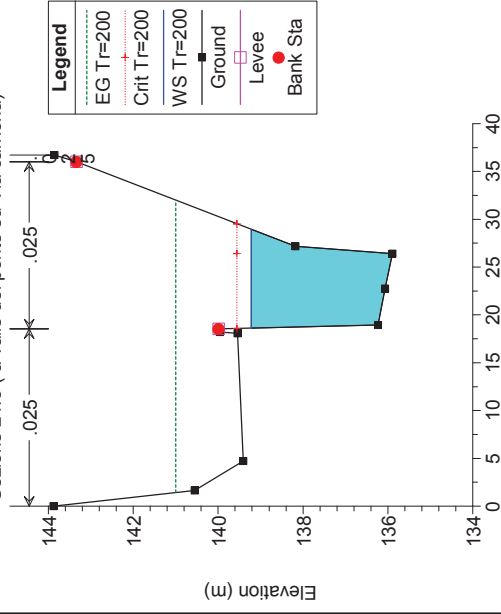
Ponte su Via Carriona



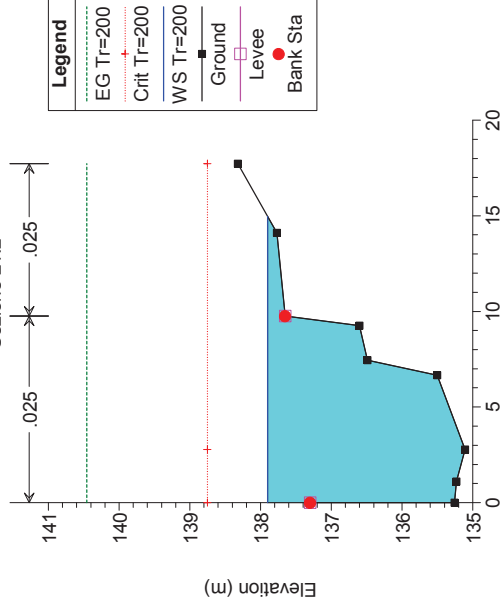
Ponte su Via Carriona



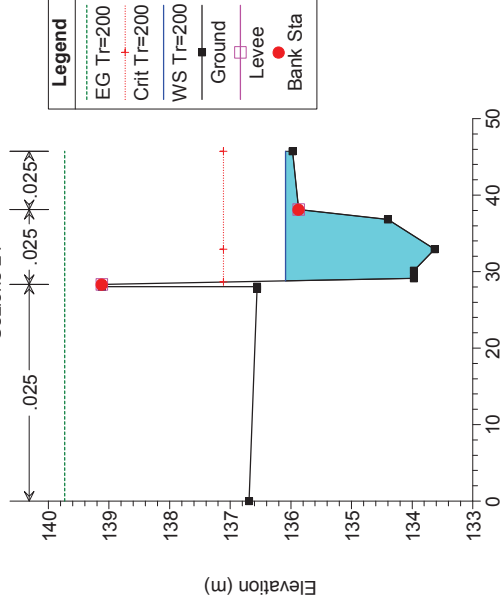
Sezione 21.3 (a valle del ponte su Via Carriona)

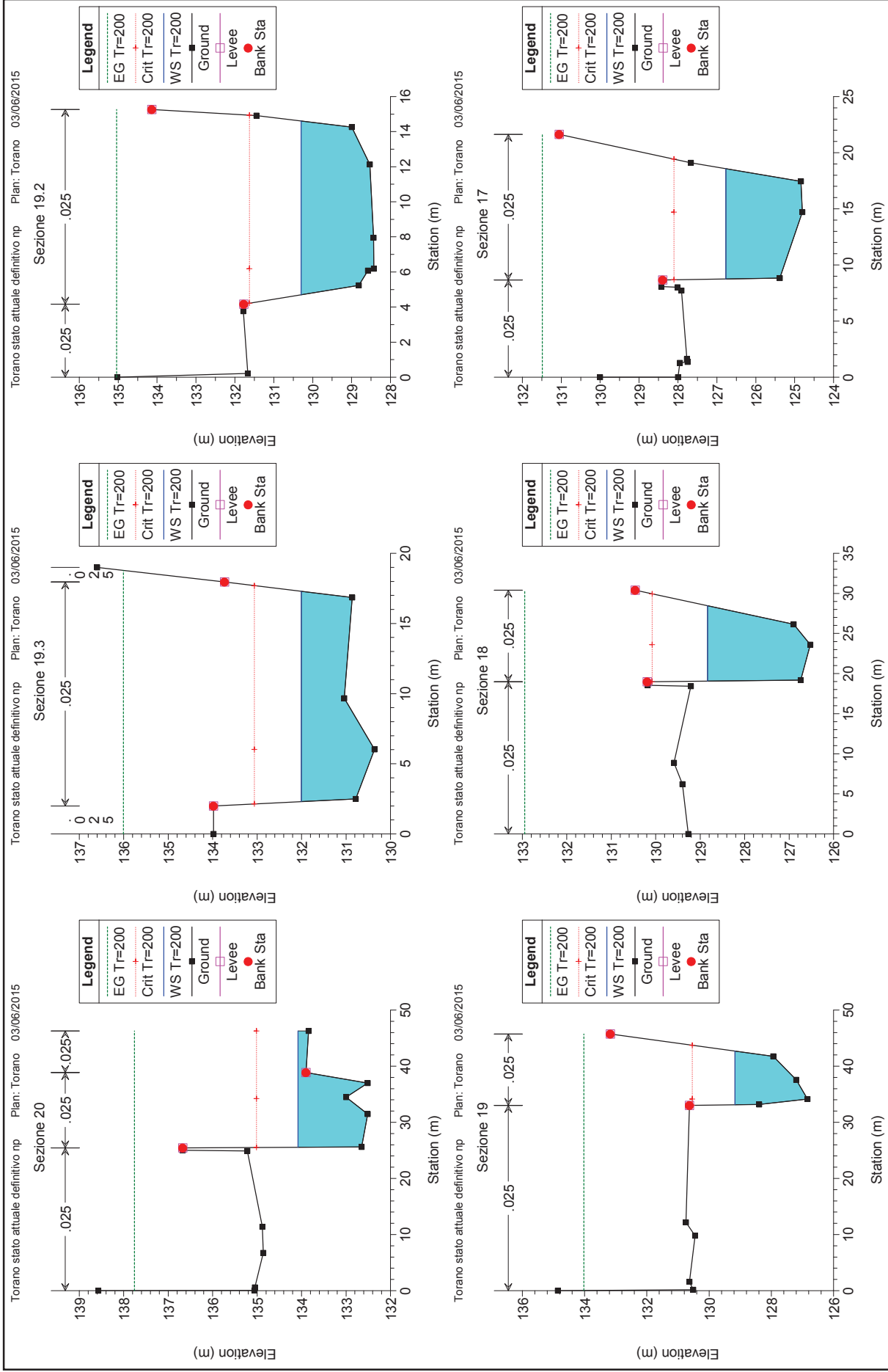


Sezione 21.2



Sezione 21

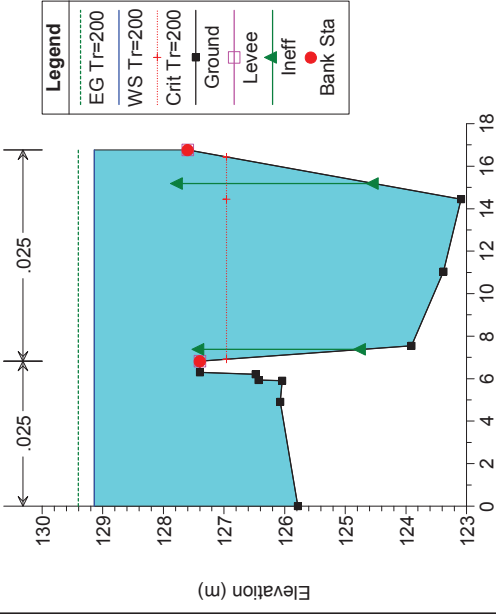






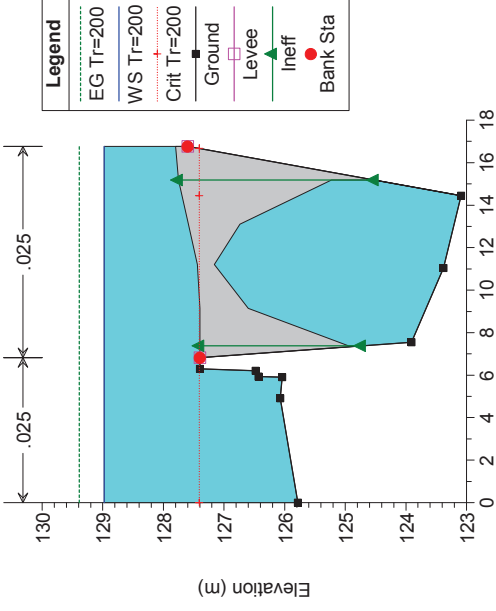
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

Sezione 16 (a monte della passerella pedonale)



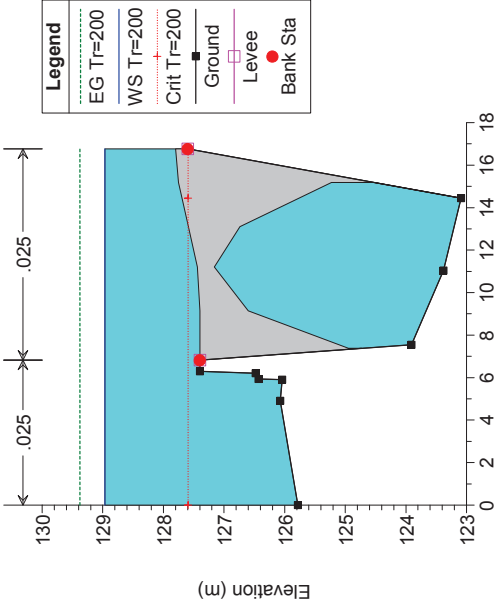
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

Passerella pedonale adiacente fabbricato



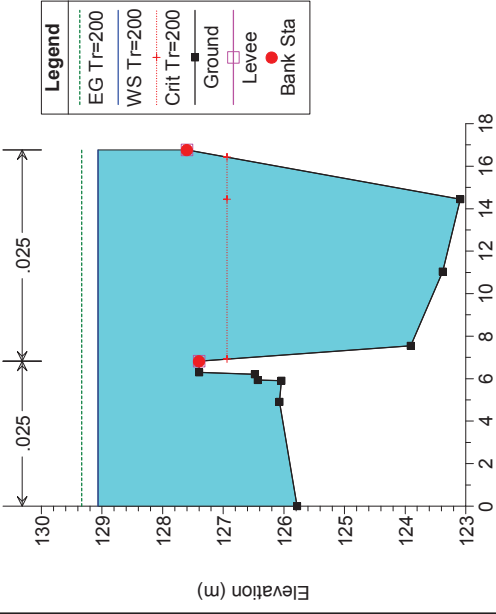
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

Passerella pedonale adiacente fabbricato



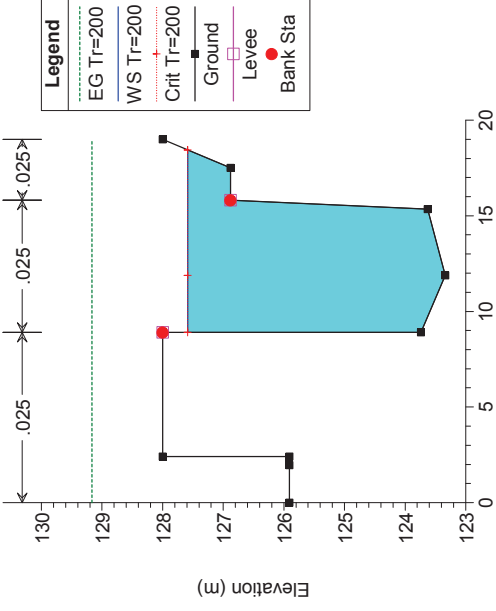
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

Sezione 15.3 (a valle della passerella pedonale)



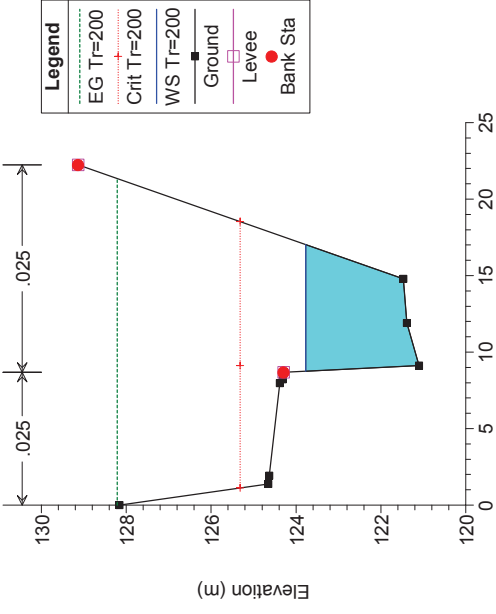
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

Sezione 15.2



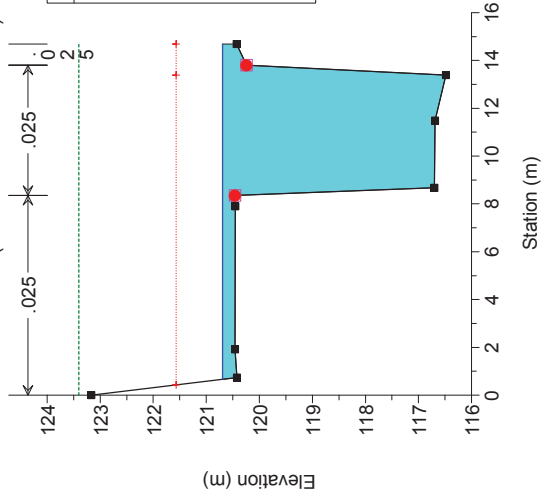
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015

Sezione 15

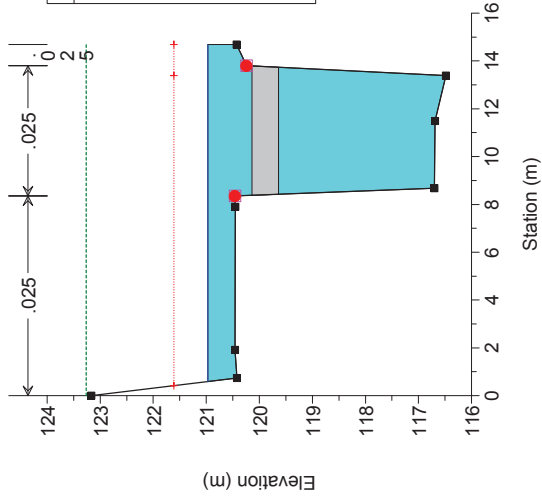




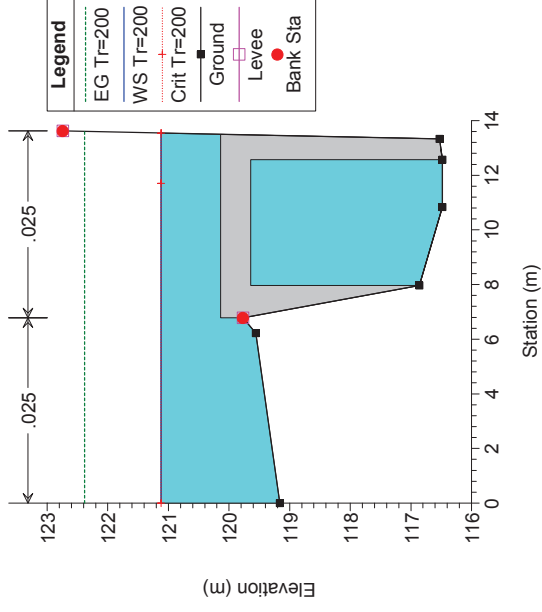
Sezione 13 (a monte del tratto tombato)



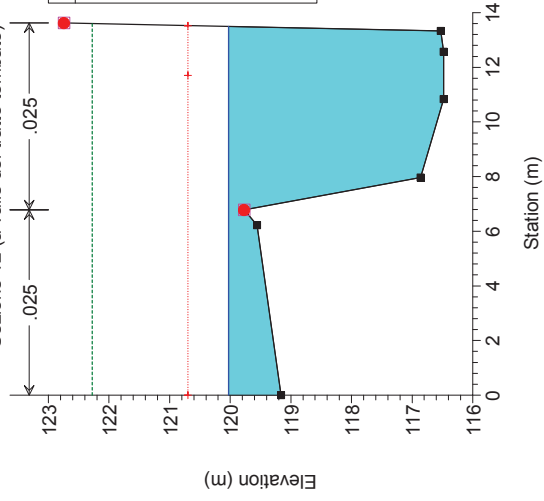
Tratto tombato



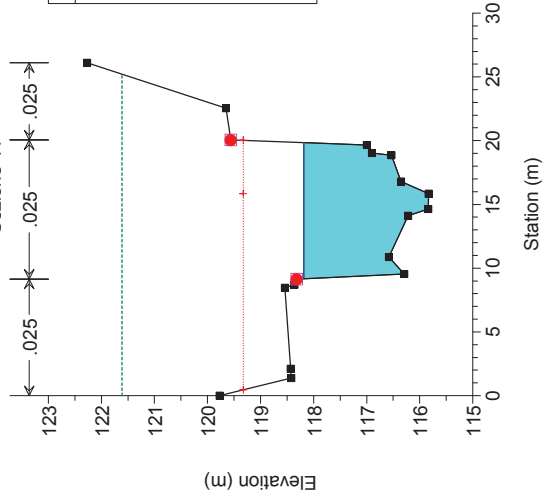
Tratto tombato



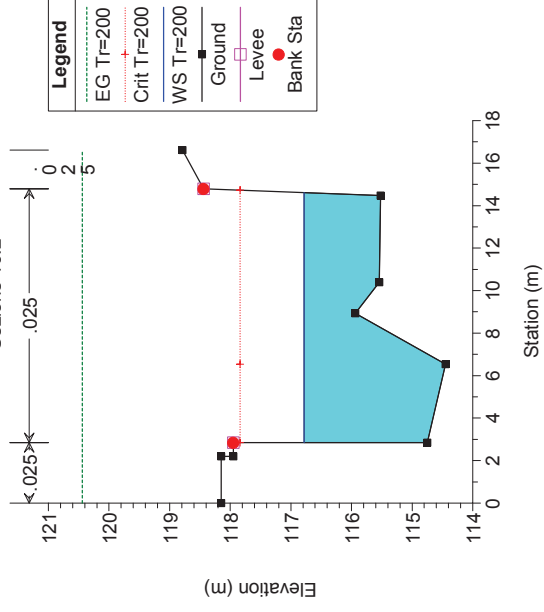
Sezione 12 (a valle del tratto tombato)



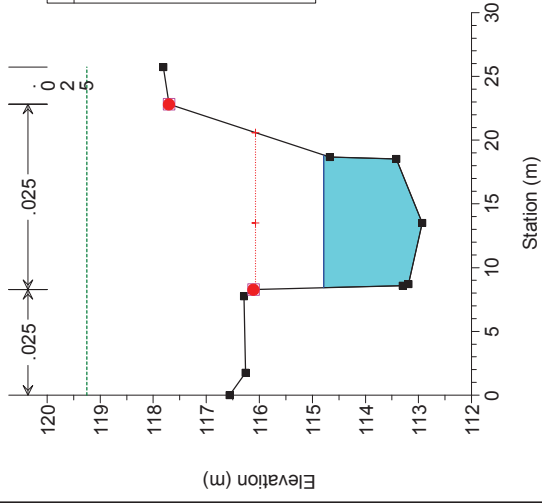
Sezione 11



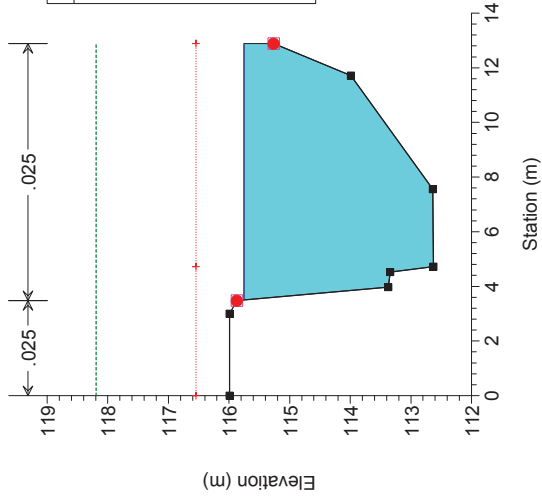
Sezione 10.2



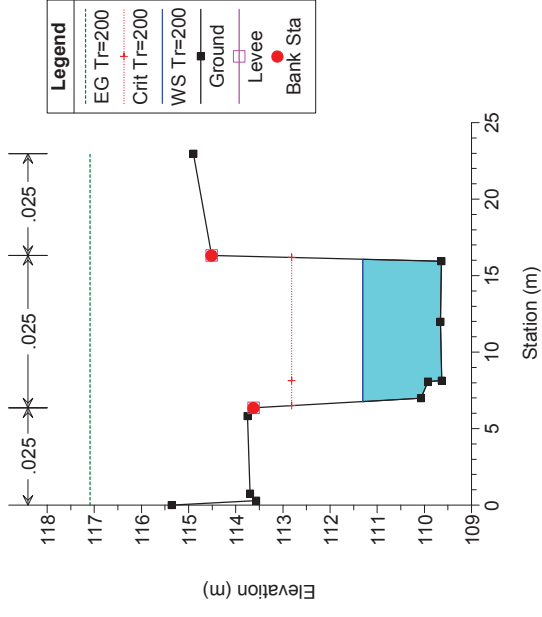
Sezione 10



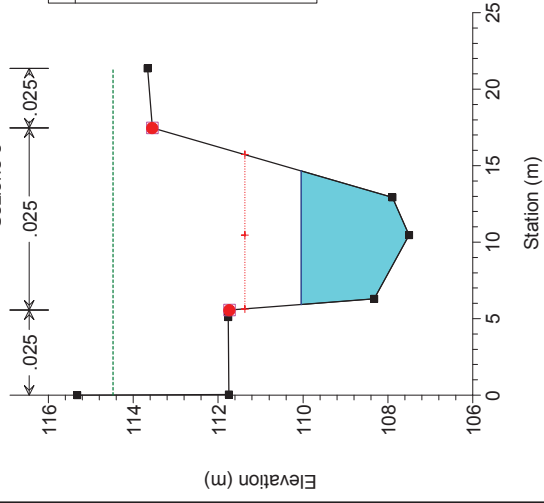
Sezione 9.2



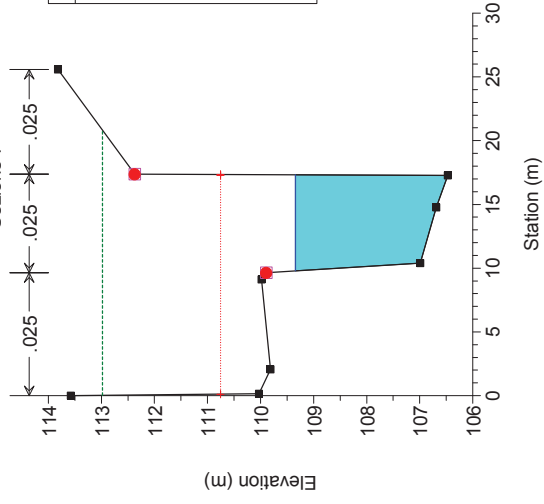
Sezione 9

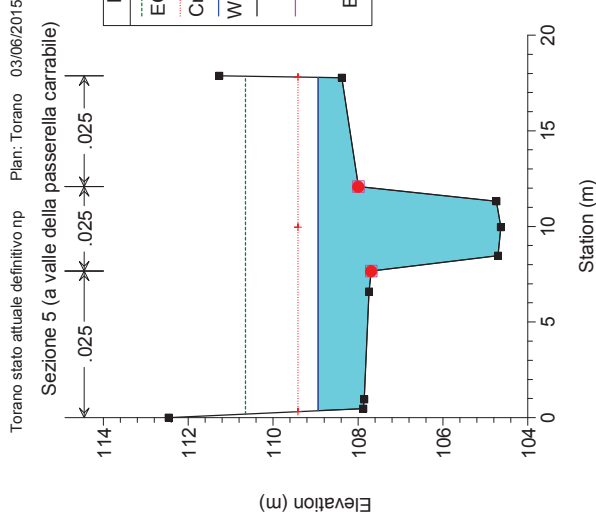
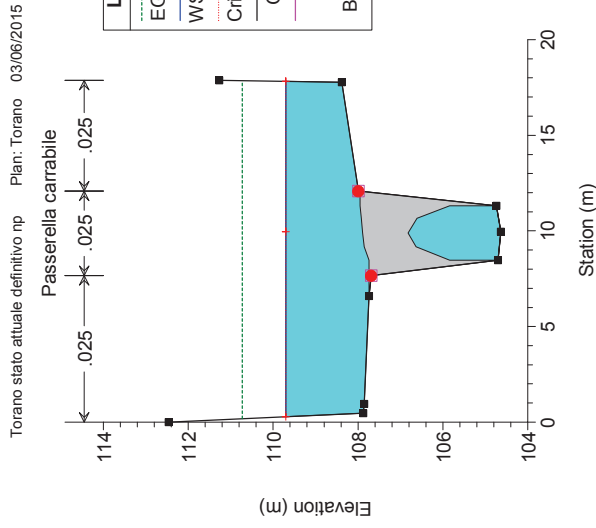
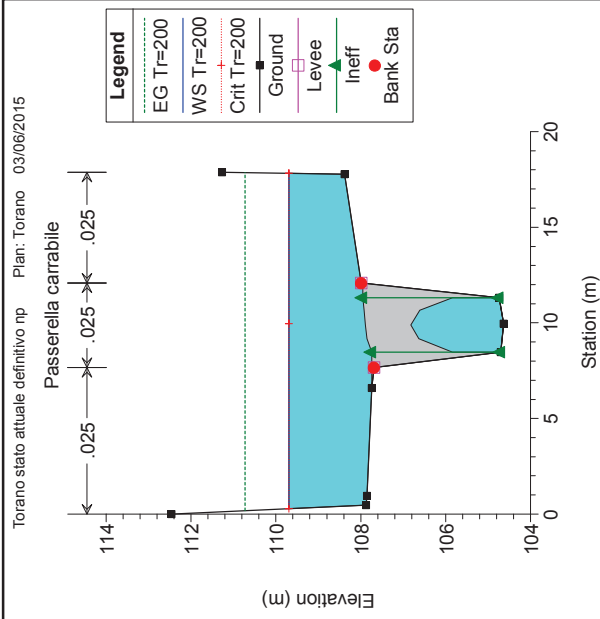
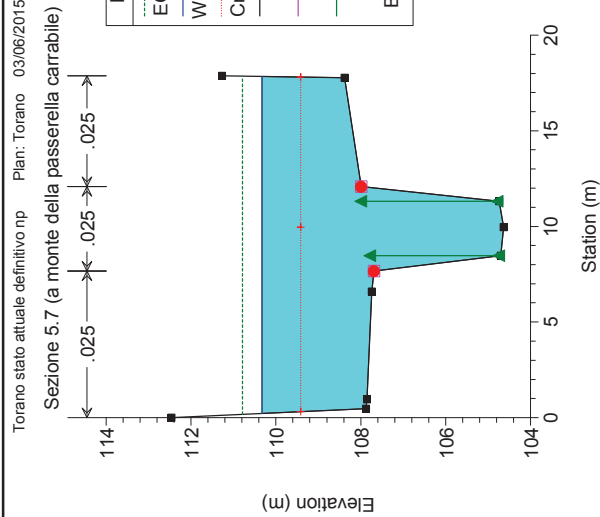
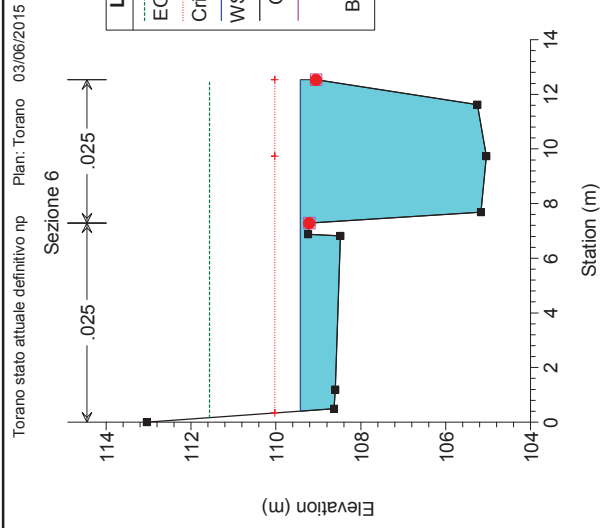


Sezione 8

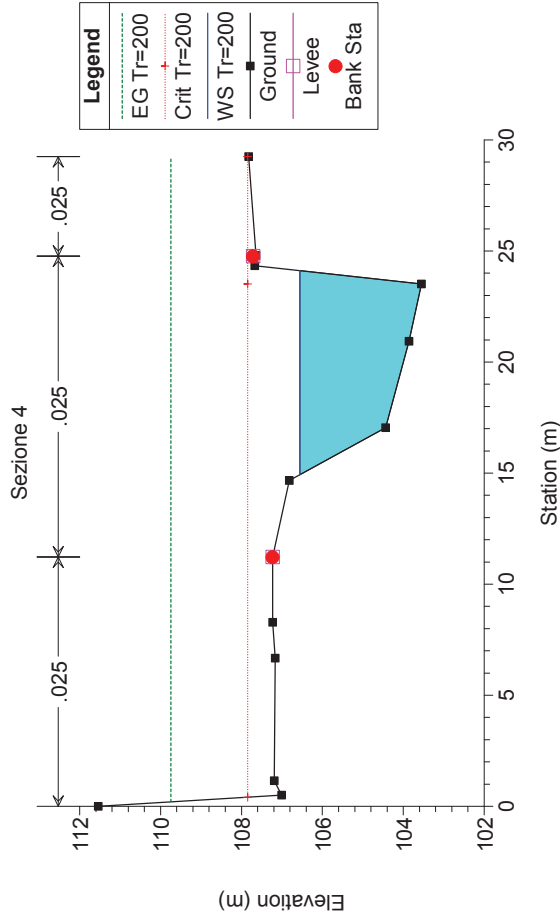


Sezione 7

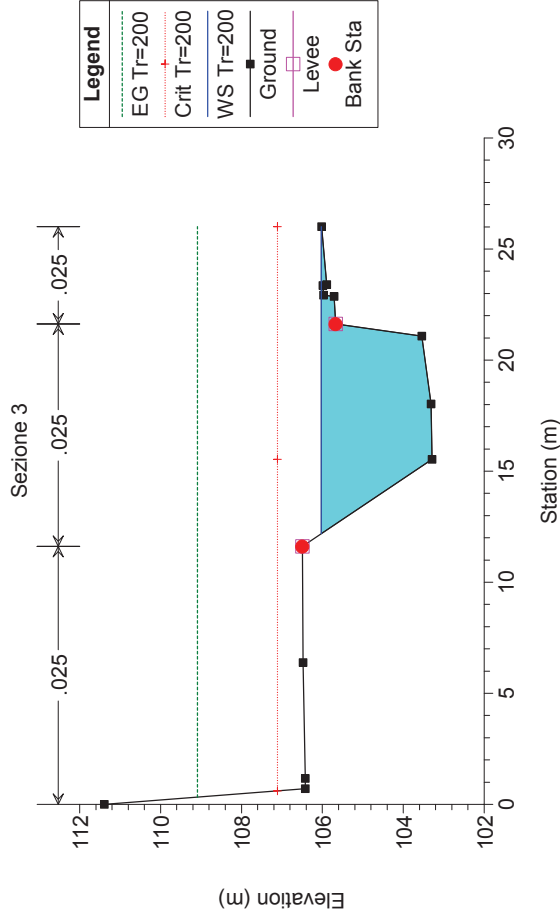




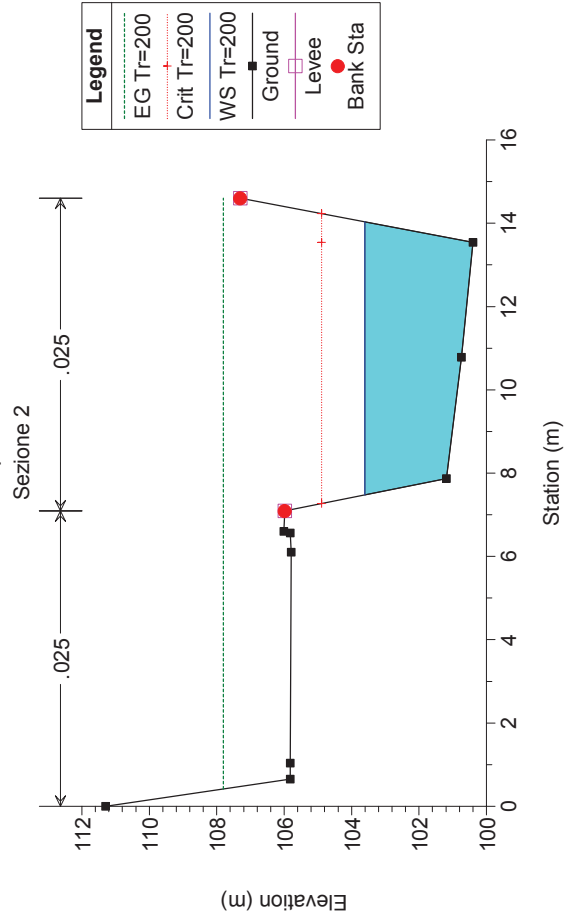
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015



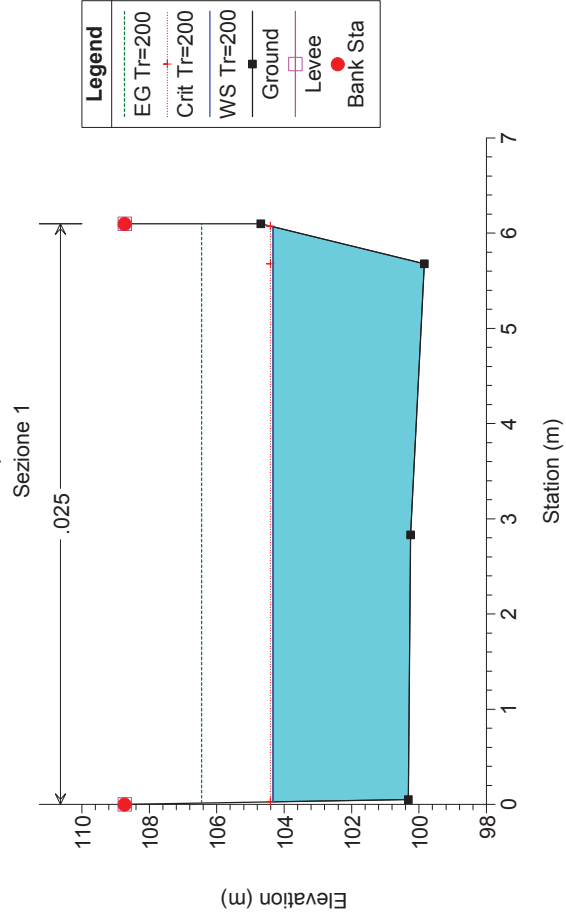
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015



Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015



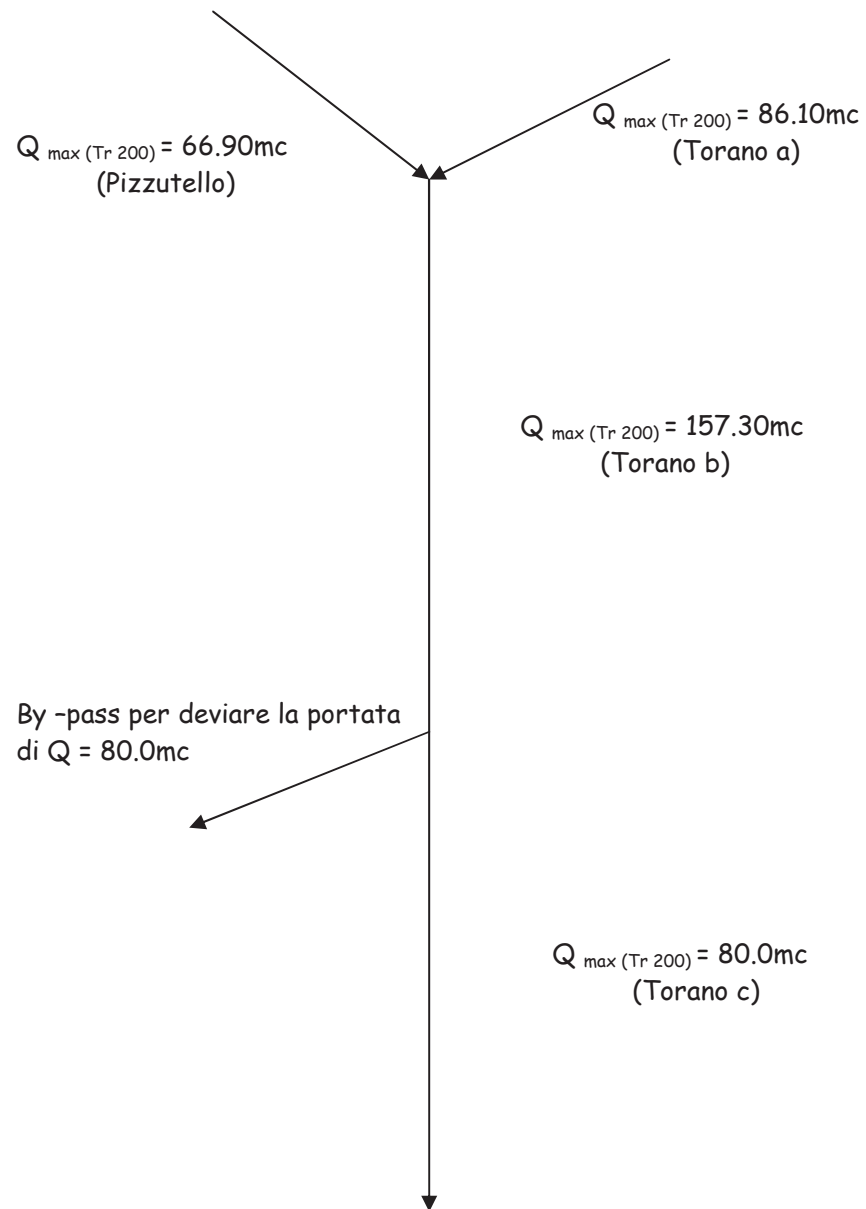
Torano stato attuale definitivo np Plan: Torano 03/06/2015



# **VERIFICHE IDRAULICHE**

## **STATO DI PROGETTO**

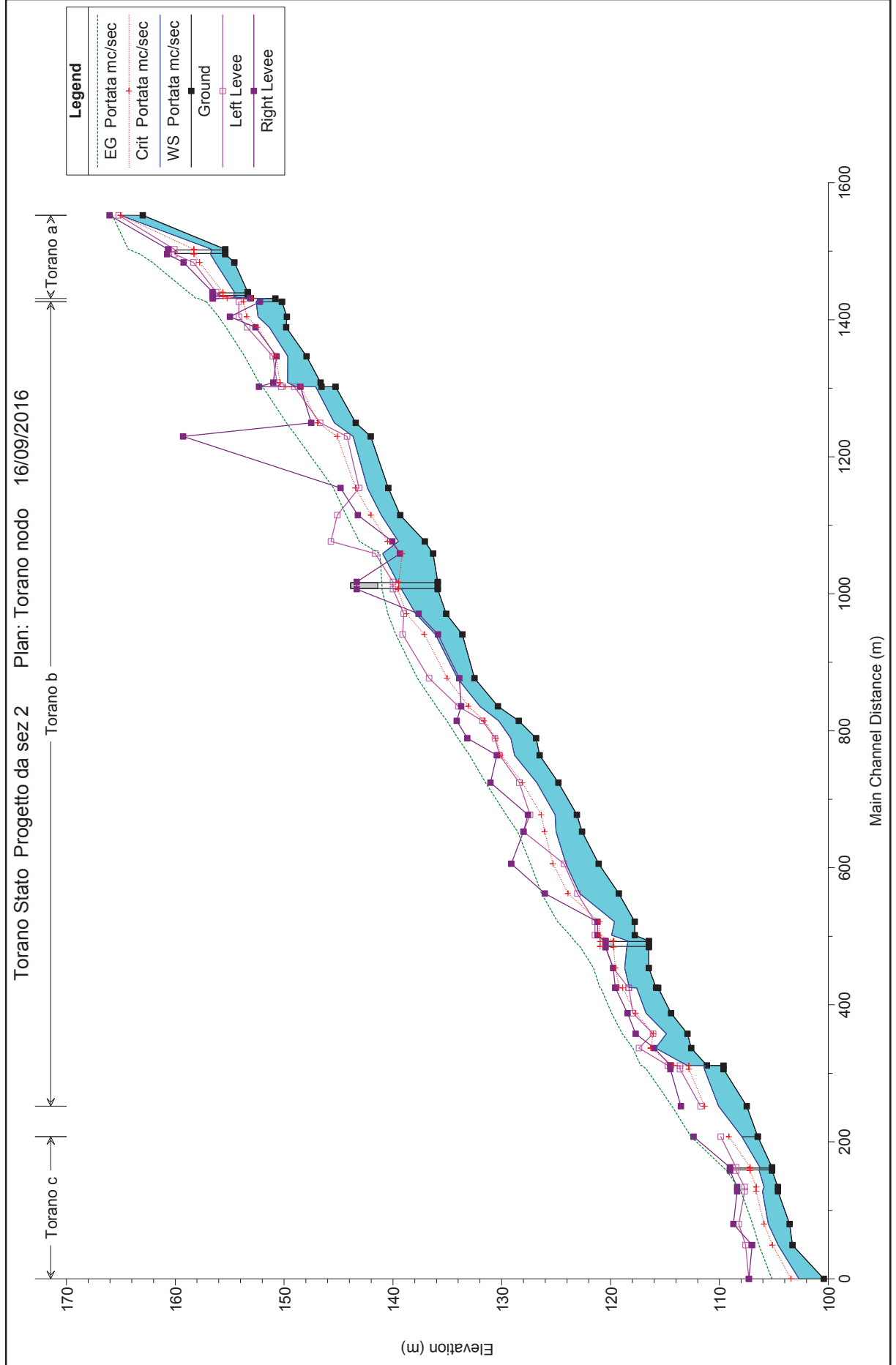
**(In sintonia del Master-Plan del Carrione approvato dalla G.R.T. con D.G.R.T. n. 779  
del 01/08/2016)**

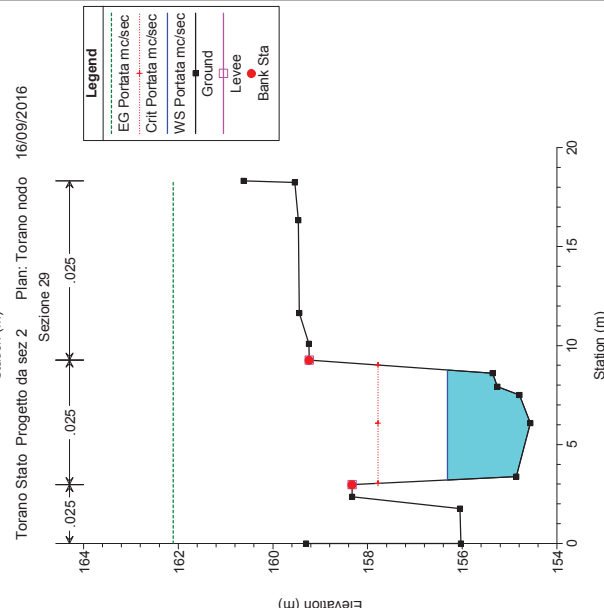
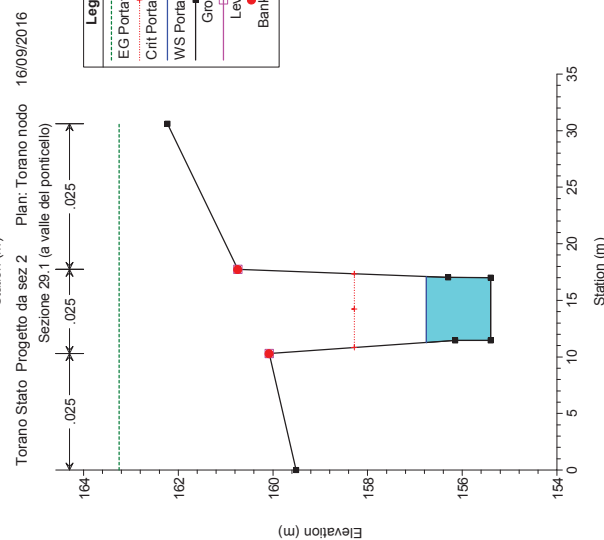
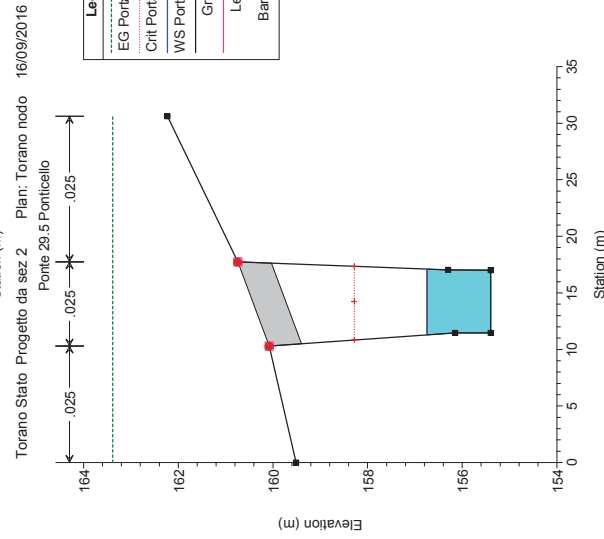
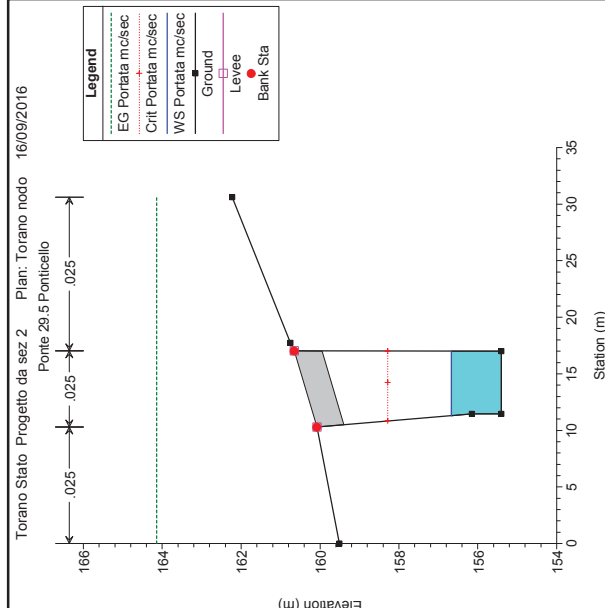
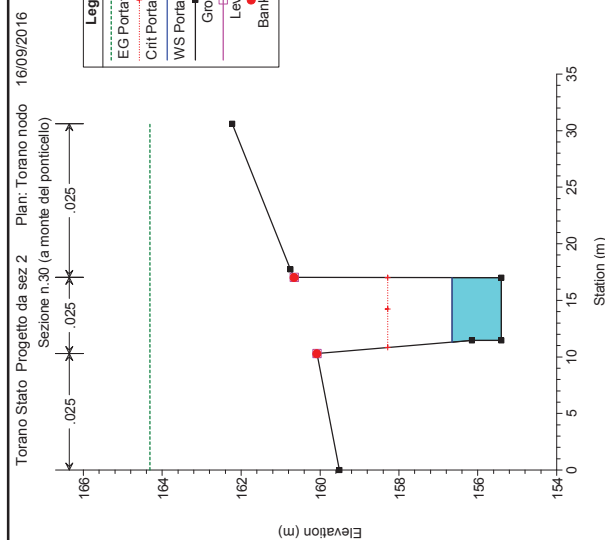
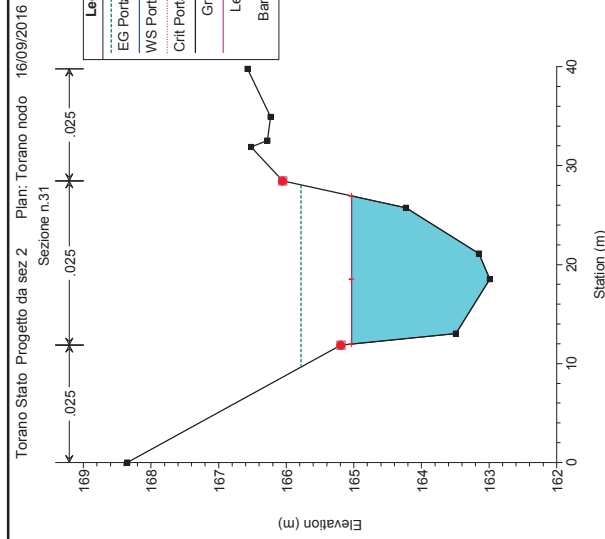




HEC-RAS Plan: Torano nodo Profile: Portata mc/sec

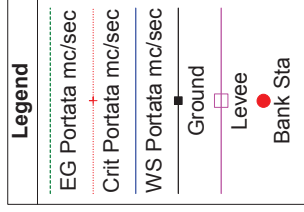
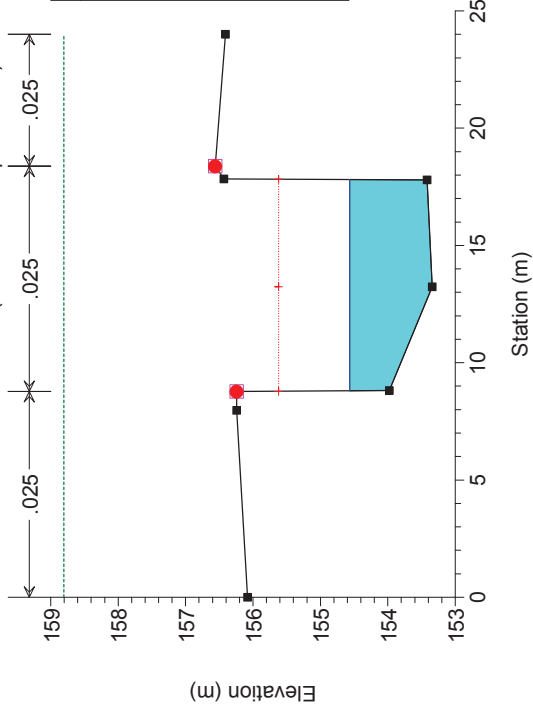
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
a	31	Portata mc/sec	86.10	162.99	165.03	165.03	165.78	0.005948	3.84	22.44	14.97	1.00
a	30	Portata mc/sec	86.10	155.40	156.66	158.28	164.31	0.113391	12.26	7.03	5.71	3.53
a	29.5	Bridge										
a	29.1	Portata mc/sec	86.10	155.40	156.76	158.28	163.25	0.089234	11.29	7.63	5.82	3.15
a	29	Portata mc/sec	86.10	154.56	156.31	157.78	162.10	0.069023	10.66	8.07	5.56	2.82
a	27	Portata mc/sec	86.10	153.34	154.57	155.62	158.81	0.061922	9.12	9.44	9.01	2.84
a	26.5	Bridge										
a	26.4	Portata mc/sec	86.10	153.34	154.65	155.62	158.32	0.049787	8.49	10.14	9.01	2.56
a	26.35	Portata mc/sec	86.10	153.05	154.23	155.24	158.13	0.056630	8.76	9.83	8.96	2.67
a	26.3	Portata mc/sec	86.10	150.79	151.73	152.89	157.89	0.131634	11.00	7.83	10.44	4.05
b	26.25	Portata mc/sec	157.30	150.19	152.57	153.73	157.14	0.037744	9.76	17.53	13.87	2.28
b	26.2	Portata mc/sec	157.30	149.74	152.40	153.43	156.02	0.039549	8.42	18.67	13.78	2.31
b	26	Portata mc/sec	157.30	149.82	151.37	152.46	155.34	0.043165	8.84	17.80	14.35	2.53
b	25.2	Portata mc/sec	157.30	147.94	149.66	150.75	153.62	0.038062	8.82	17.84	12.88	2.39
b	25	Portata mc/sec	157.30	146.65	149.67	150.38	152.31	0.016348	7.22	21.98	8.98	1.43
b	24.3	Portata mc/sec	157.30	146.55	148.91	149.89	152.13	0.024405	7.95	19.78	10.53	1.85
b	24.25	Portata mc/sec	157.30	145.26	147.09	148.45	151.96	0.041701	9.77	16.10	9.22	2.36
b	24.2	Portata mc/sec	157.30	143.42	145.38	146.91	149.80	0.035849	9.31	16.89	10.09	2.30
b	24	Portata mc/sec	157.30	142.04	143.66	145.12	148.86	0.053704	10.10	15.58	11.95	2.82
b	23.3	Portata mc/sec	157.30	140.43	142.35	143.44	145.47	0.026802	7.82	20.10	13.97	2.08
b	23.2	Portata mc/sec	157.30	139.33	141.07	142.03	144.31	0.031619	7.97	19.73	14.62	2.19
b	23	Portata mc/sec	157.30	137.07	139.50	140.49	143.10	0.029461	8.41	18.71	12.07	2.15
b	22.2	Portata mc/sec	157.30	136.31	140.95	139.14	141.21	0.000847	2.38	74.51	22.99	0.37
b	22	Portata mc/sec	157.30	135.89	139.59	139.47	141.02	0.006456	5.29	29.75	11.01	0.94
b	21.5	Bridge										
b	21.3	Portata mc/sec	157.30	135.89	139.22	139.56	141.00	0.010123	5.91	26.61	10.33	1.18
b	21.2	Portata mc/sec	157.30	135.11	137.90	138.76	140.46	0.016696	7.12	22.79	14.97	1.52
b	21	Portata mc/sec	157.30	133.63	136.09	137.11	139.73	0.025781	8.52	19.45	16.92	1.95
b	20	Portata mc/sec	157.30	132.51	134.08	135.01	137.76	0.037578	8.60	19.36	20.72	2.37
b	19.3	Portata mc/sec	157.30	130.36	132.00	133.06	136.01	0.046082	8.87	17.74	14.98	2.60
b	19.2	Portata mc/sec	157.30	128.43	130.30	131.63	135.04	0.039156	9.65	16.30	9.91	2.40
b	19	Portata mc/sec	157.30	126.84	129.17	130.54	134.03	0.039526	9.77	16.10	9.56	2.40
b	18	Portata mc/sec	157.30	126.52	128.83	130.08	132.94	0.030859	8.98	17.51	9.40	2.10
b	17	Portata mc/sec	157.30	124.80	126.77	128.10	131.49	0.039463	9.62	16.35	9.82	2.38
b	16	Portata mc/sec	157.30	123.09	125.09	126.37	129.60	0.038603	9.41	16.72	9.74	2.29
b	15.2	Portata mc/sec	157.30	122.62	125.02	126.06	128.54	0.025327	8.31	18.93	9.00	1.83
b	15	Portata mc/sec	157.30	121.10	124.10	125.30	127.37	0.021636	8.01	19.65	8.64	1.69
b	14	Portata mc/sec	157.30	119.25	122.84	123.91	126.35	0.023504	8.31	18.93	7.33	1.65
b	13.2	Portata mc/sec	157.30	117.79	119.64	121.04	124.85	0.046769	10.12	15.55	9.53	2.53
b	13.1	Portata mc/sec	157.30	117.79	119.91	121.04	123.72	0.029382	8.64	18.20	9.60	2.00
b	13	Portata mc/sec	157.30	116.48	118.38	119.75	123.31	0.043973	9.84	15.99	9.14	2.37
b	12.5	Bridge										
b	12.3	Portata mc/sec	157.30	116.48	118.51	119.75	122.78	0.035516	9.15	17.19	9.15	2.13
b	12	Portata mc/sec	157.30	116.48	118.71	119.56	121.58	0.019679	7.50	20.98	9.81	1.64
b	11	Portata mc/sec	157.30	115.83	118.28	119.23	120.98	0.019032	7.28	21.60	10.73	1.64
b	10.8	Portata mc/sec	157.30	115.62	117.61	118.89	120.91	0.025572	8.04	19.57	10.52	1.88
b	10.2	Portata mc/sec	157.30	114.45	116.76	117.69	119.90	0.026354	7.86	20.02	11.76	1.92
b	10	Portata mc/sec	157.30	112.93	114.87	116.07	118.92	0.033720	8.92	17.64	10.52	2.20
b	9.2	Portata mc/sec	157.30	112.60	115.85	116.32	117.94	0.011497	6.40	24.57	9.62	1.28
b	9.15	Portata mc/sec	157.30	111.14	112.99	114.23	117.25	0.035025	9.15	17.20	9.63	2.18
b	9.1	Portata mc/sec	157.30	109.63	111.31	112.81	117.09	0.054660	10.65	14.76	9.31	2.70
b	9	Portata mc/sec	157.30	109.63	111.38	112.81	116.70	0.048375	10.23	15.38	9.33	2.54
b	8	Portata mc/sec	157.30	107.50	110.08	111.37	114.35	0.030174	9.16	17.18	8.77	2.09
c	7	Portata mc/sec	80.00	106.47	107.94	109.12	112.61	0.066564	9.58	8.35	7.14	2.83
c	6.7	Portata mc/sec	80.00	105.17	106.28	107.19	109.67	0.050004	8.16	9.81	9.25	2.53
c	6.5	Bridge										
c	6	Portata mc/sec	80.00	105.17	106.34	107.19	109.34	0.041364	7.67	10.43	9.26	2.31
c	5.7	Portata mc/sec	80.00	104.63	105.90	106.61	108.31	0.030631	6.89	11.62	9.55	1.99
c	5	Portata mc/sec	80.00	104.63	106.05	106.63	108.02	0.022675	6.22	12.86	9.55	1.71
c	4	Portata mc/sec	80.00	103.55	105.51	105.90	106.96	0.016246	5.34	14.99	11.26	1.48
c	3	Portata mc/sec	80.00	103.29	104.60	105.12	106.36	0.021083	5.88	13.61	11.00	1.69
c	2	Portata mc/sec	80.00	100.40	102.69	103.43	105.18	0.024043	6.99	11.44	6.27	1.65





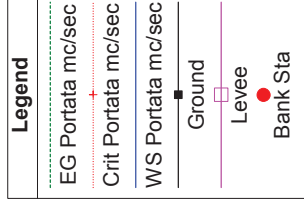
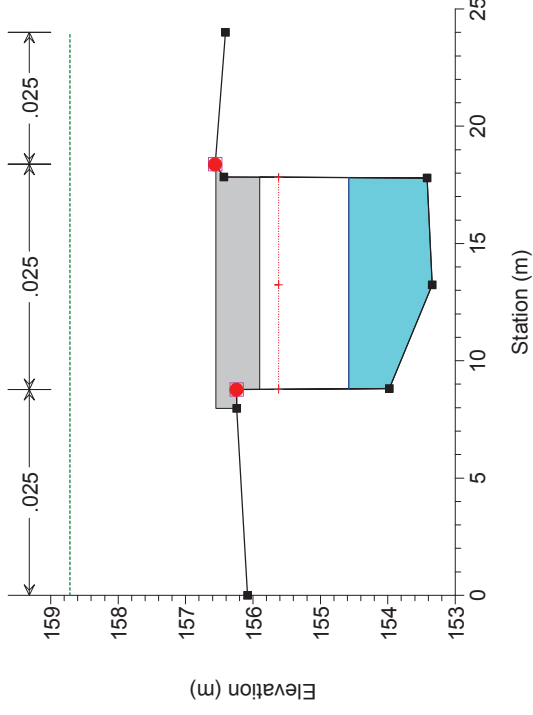
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

Sezione 27 (a monte della passerella)



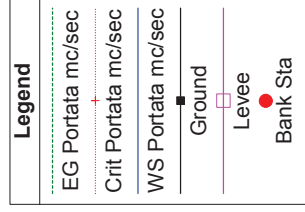
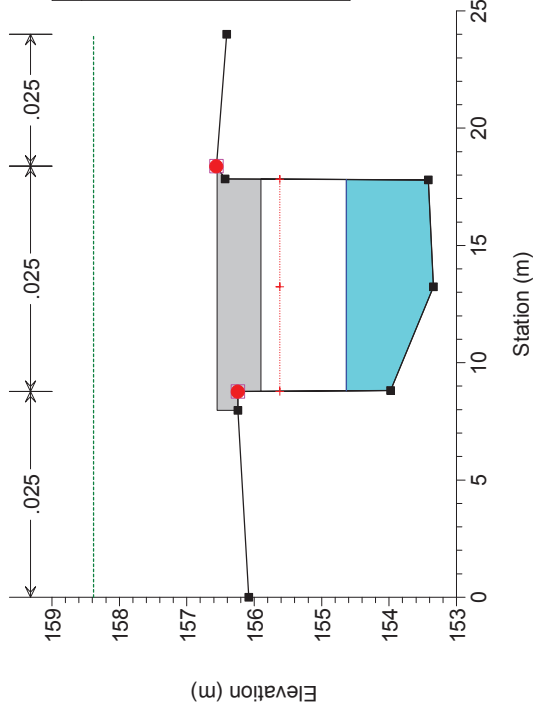
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

Passerella



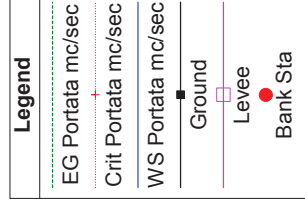
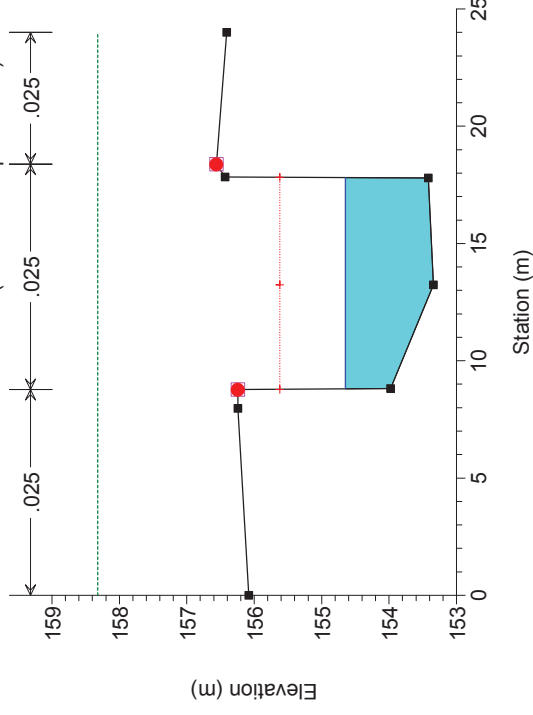
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

Passerella

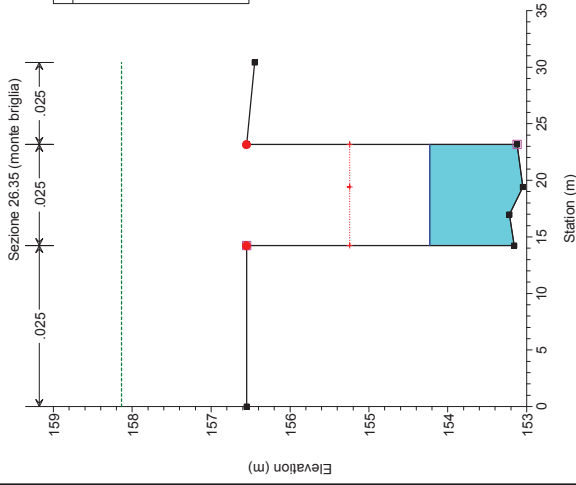


Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

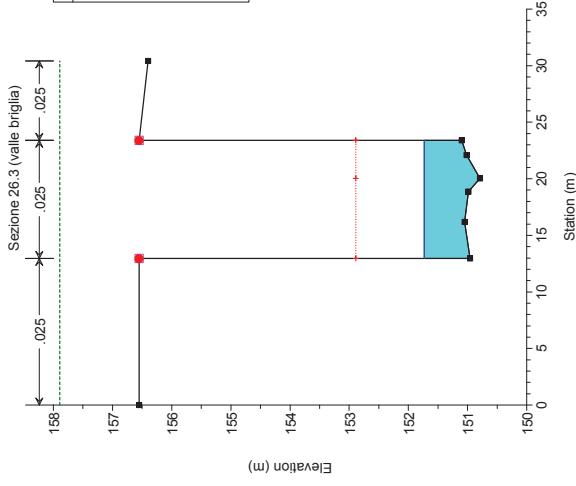
Sezione 26.4 (a valle della passerella)



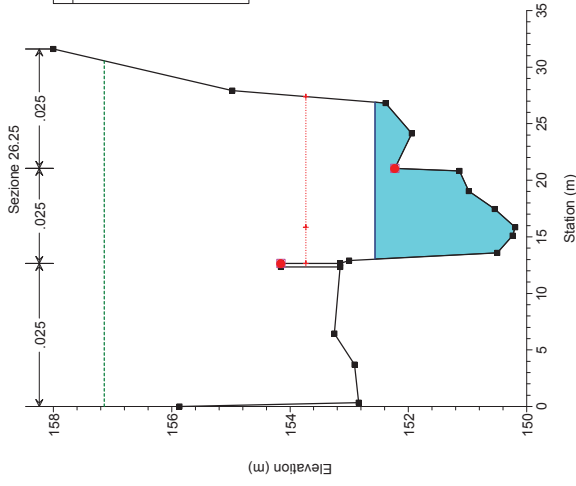
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



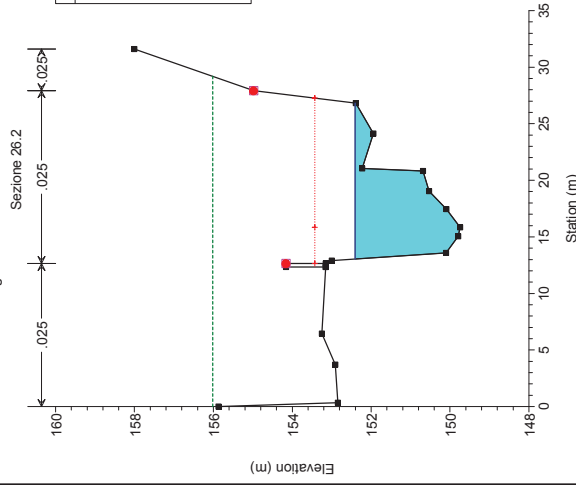
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



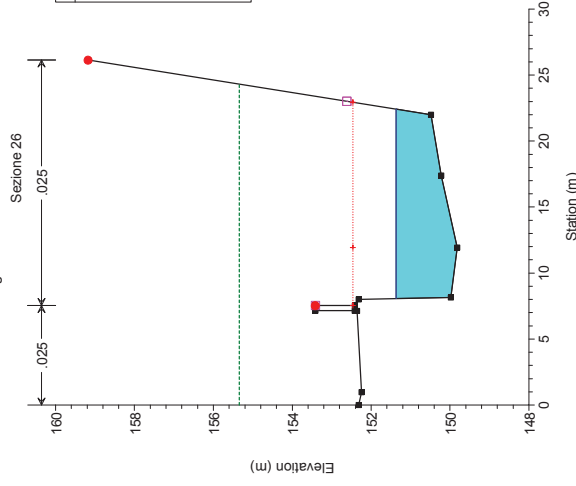
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



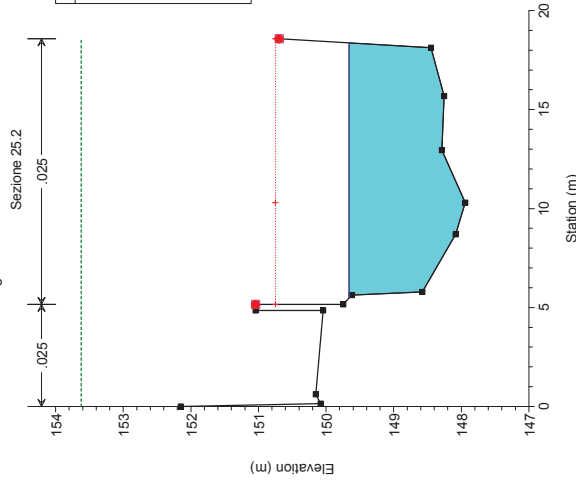
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



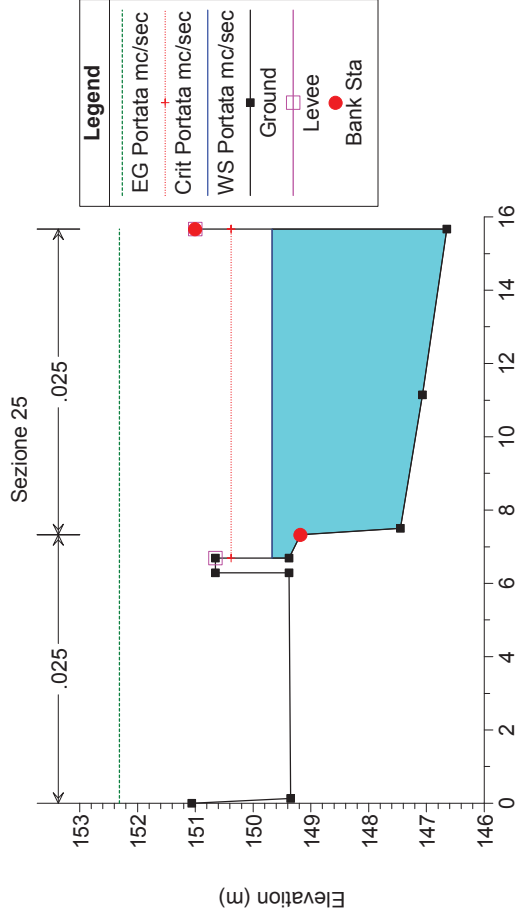
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



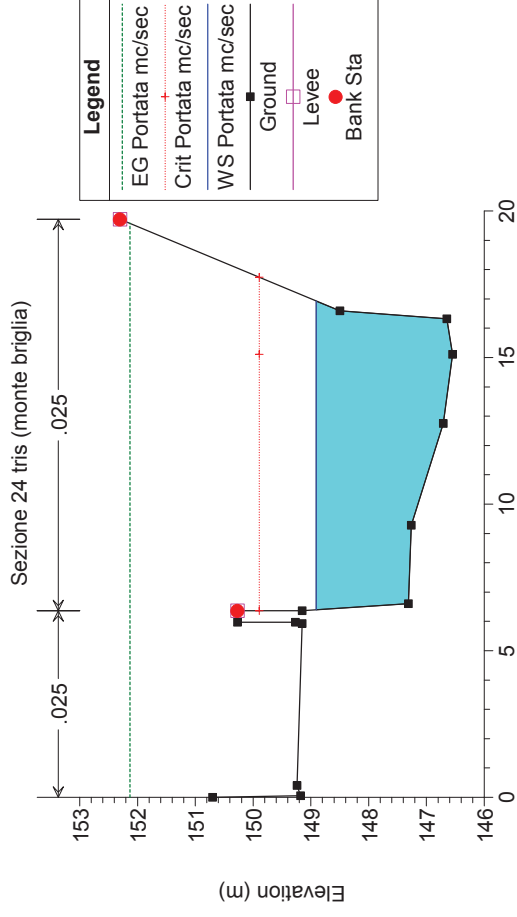
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



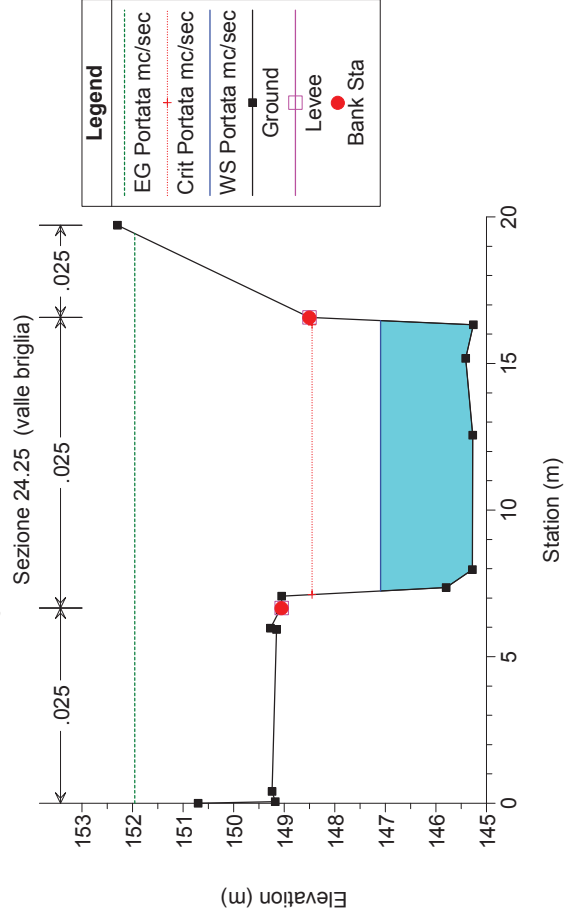
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016



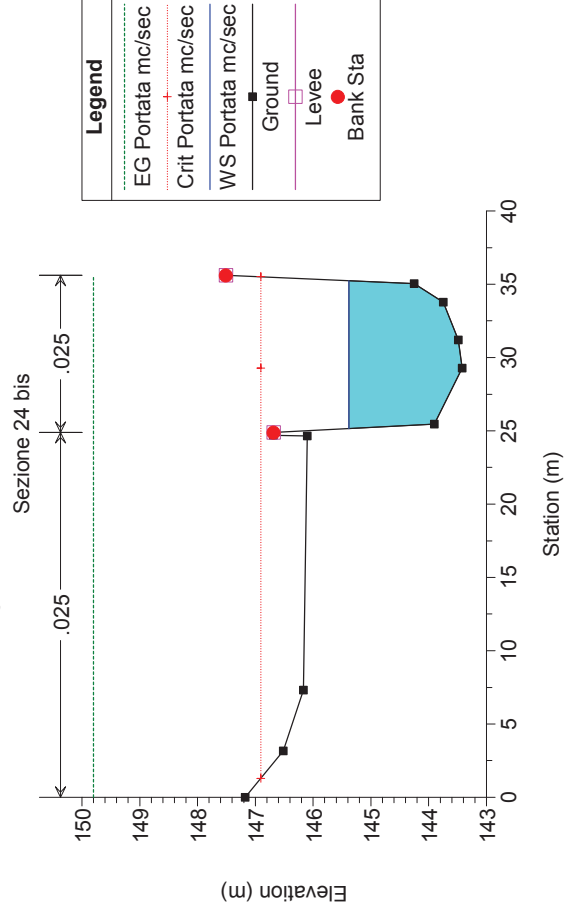
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016



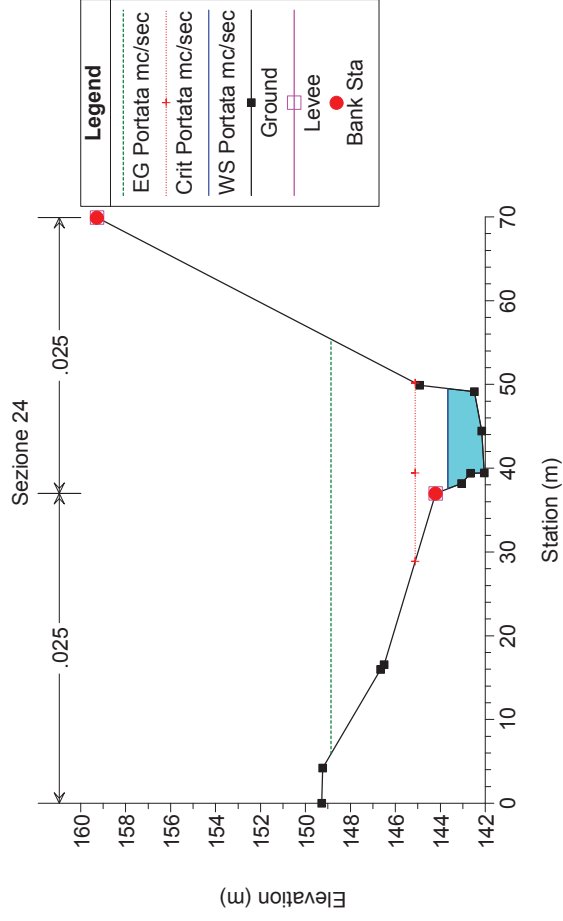
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016



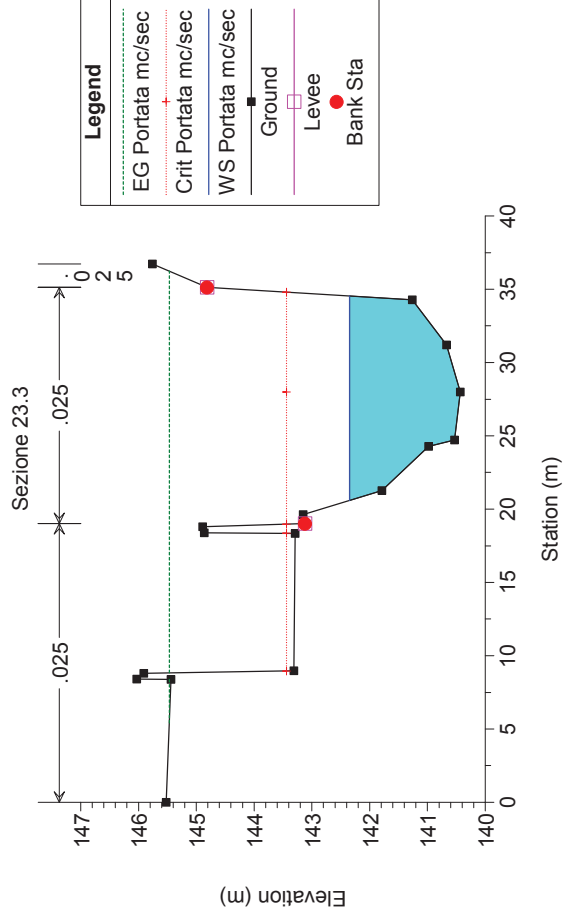
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016



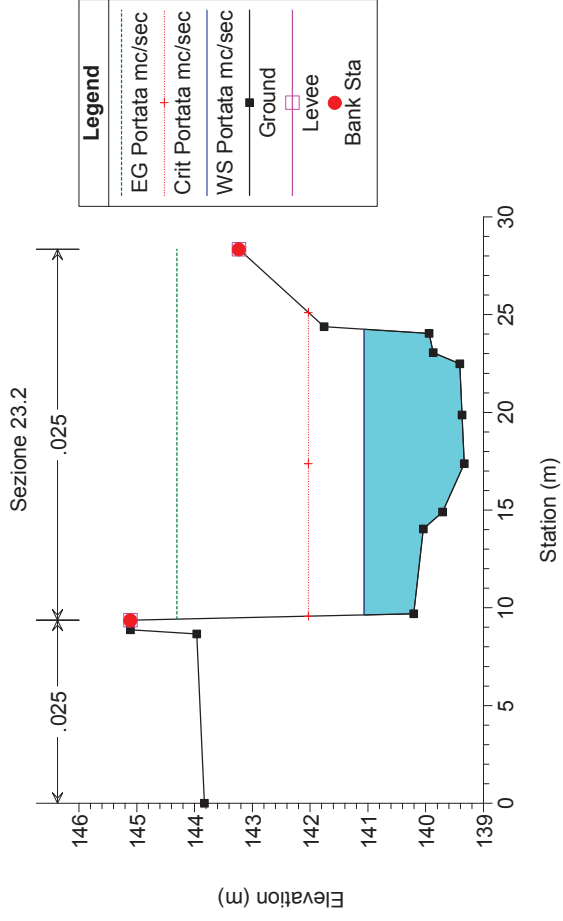
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



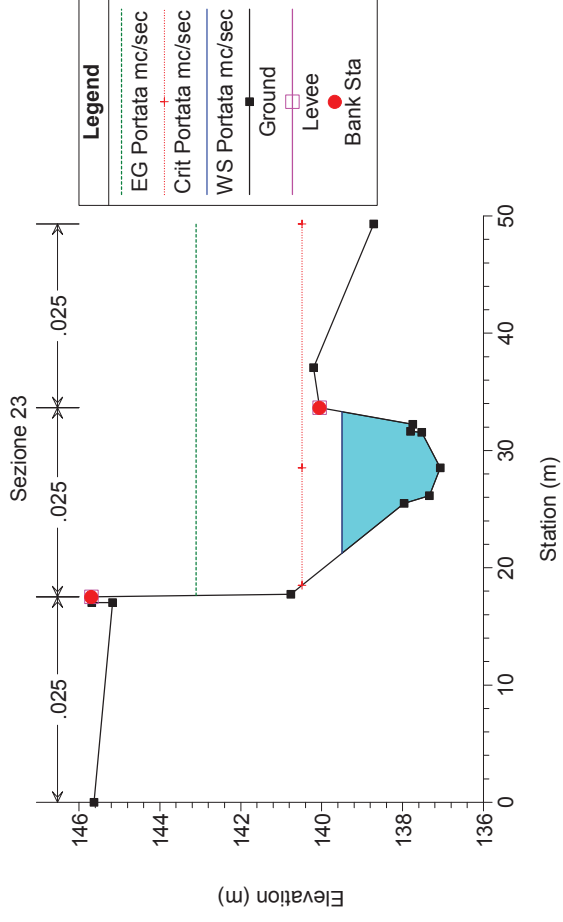
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016

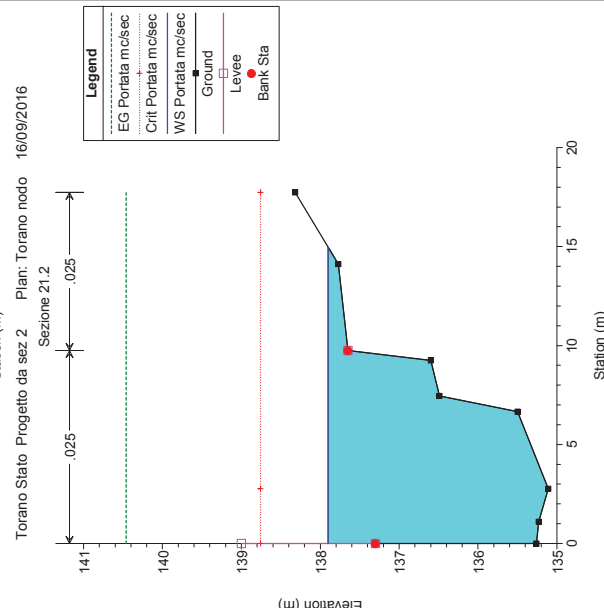
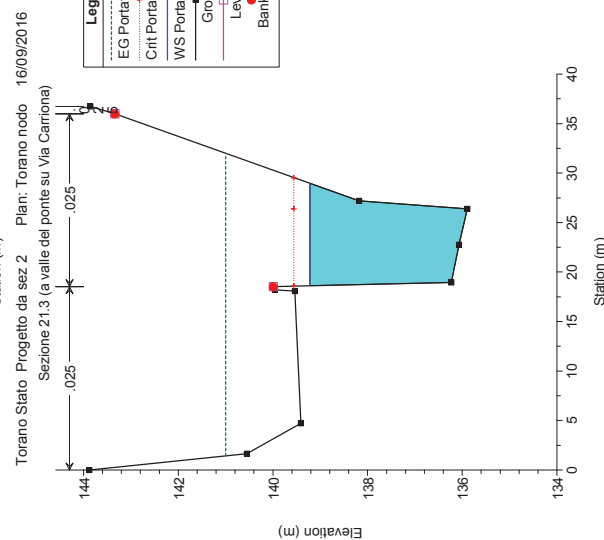
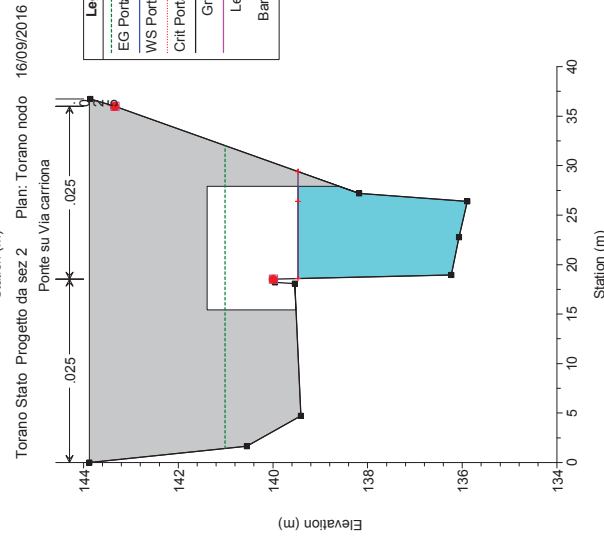
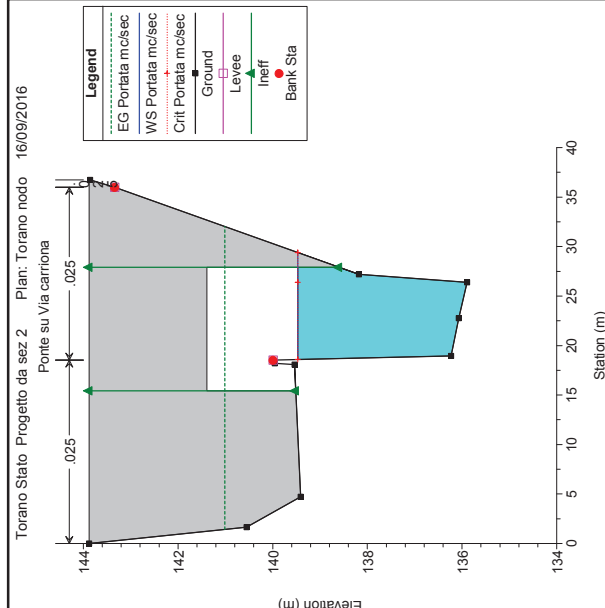
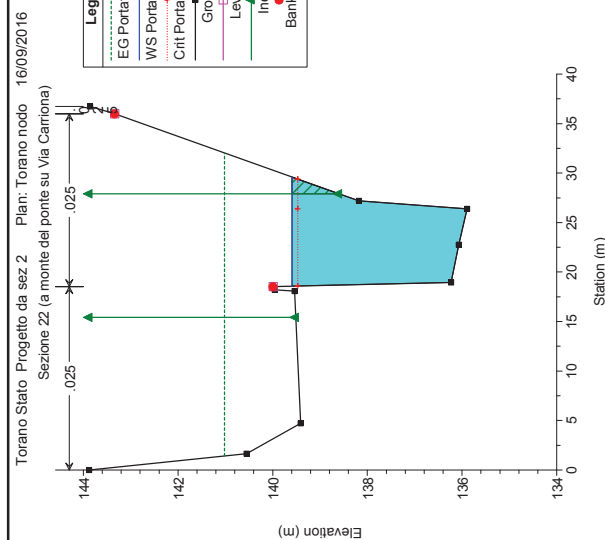
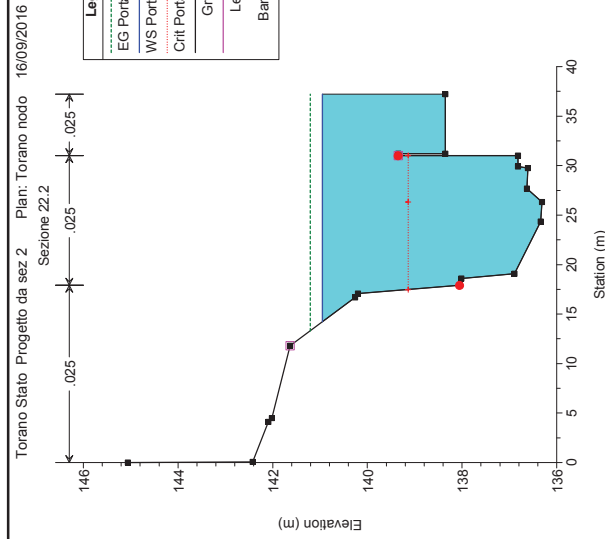


Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016

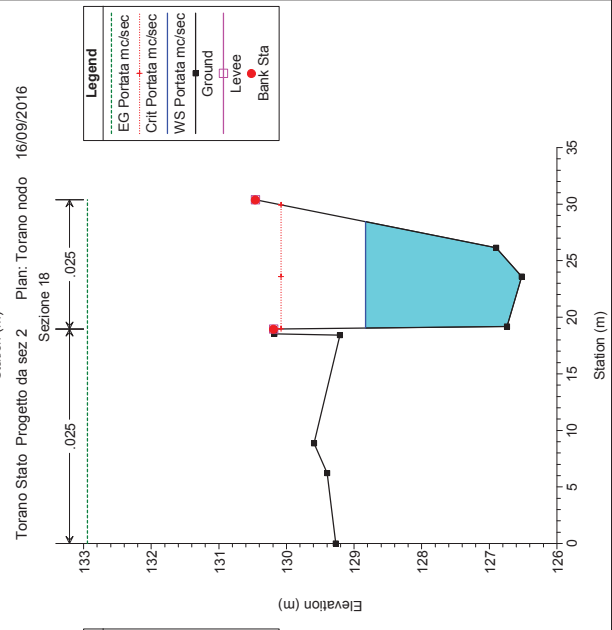
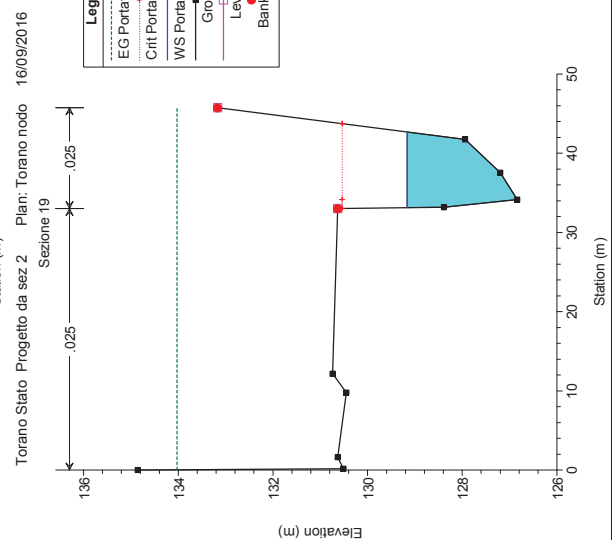
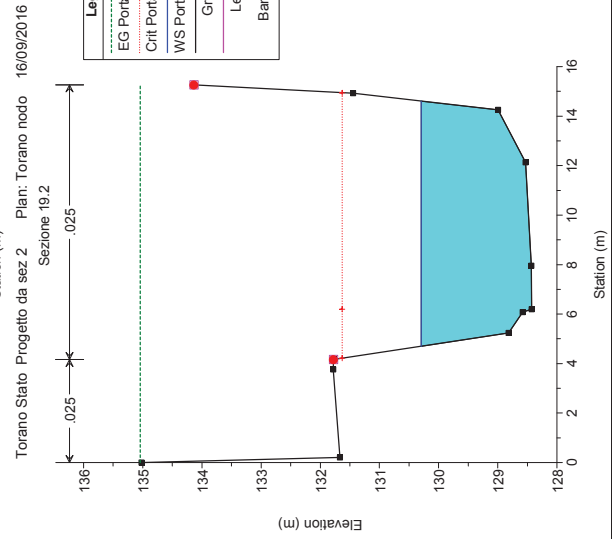
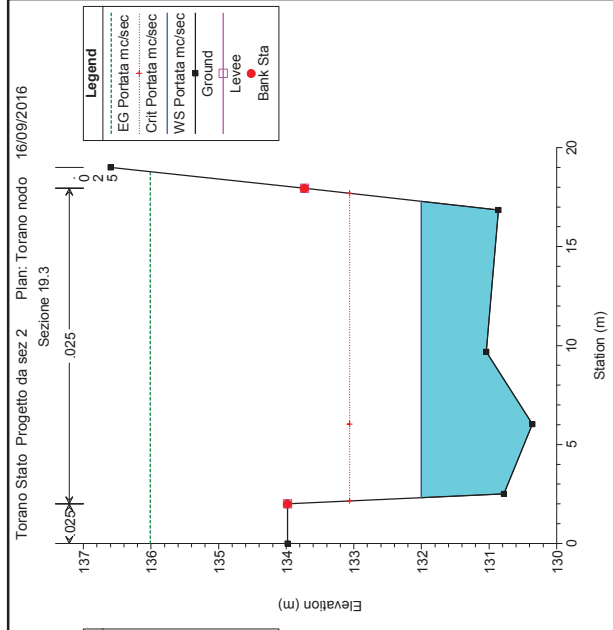
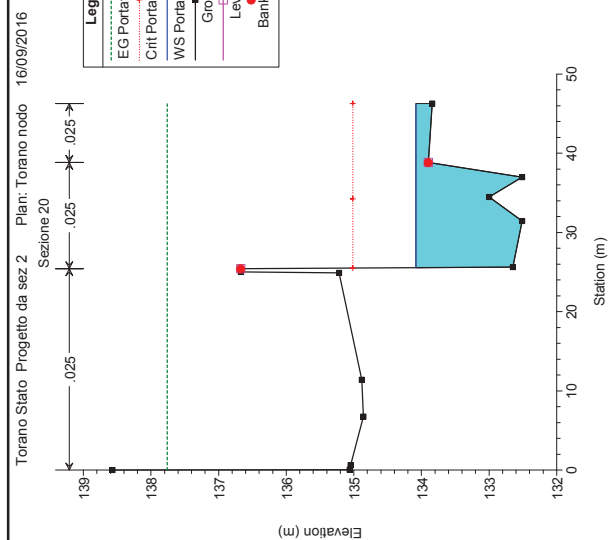
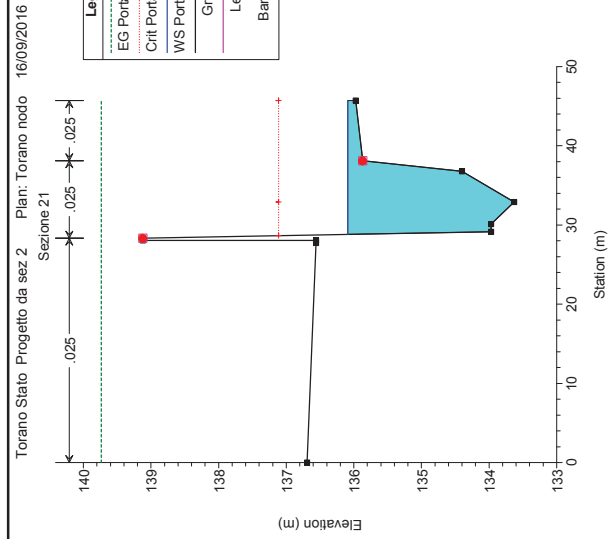


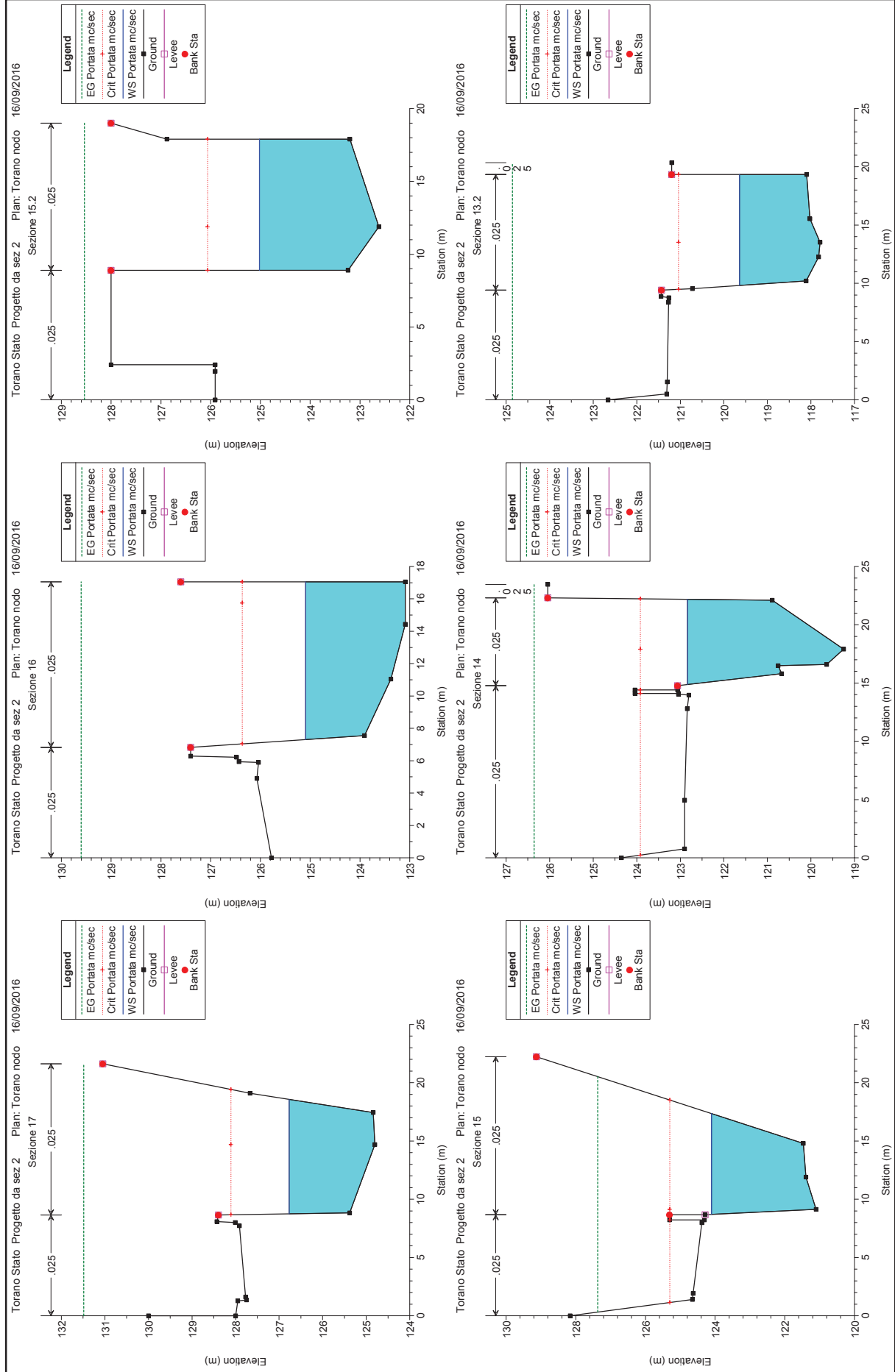
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



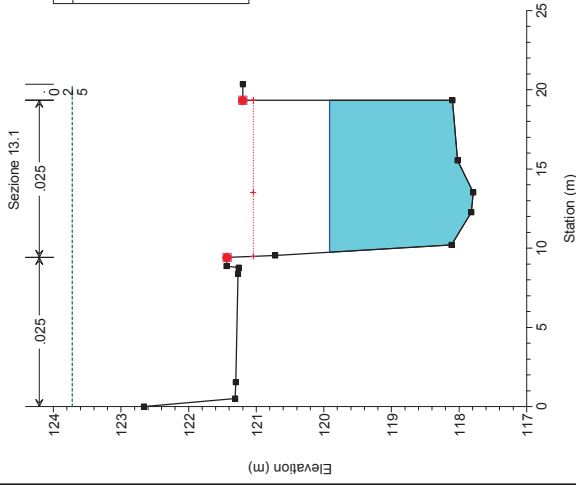




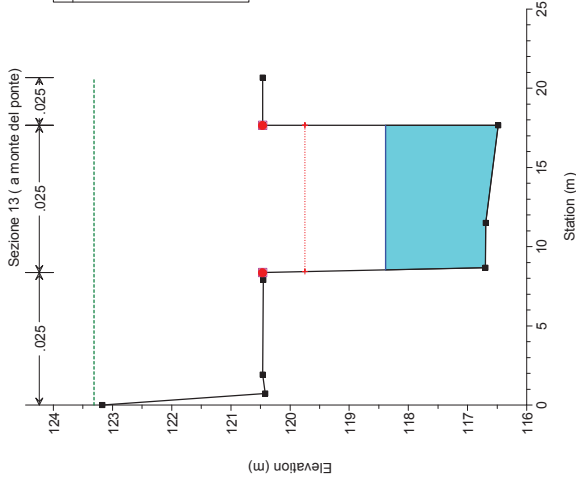




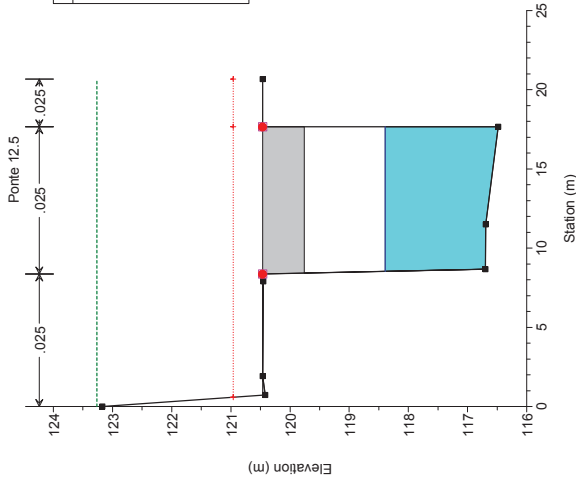
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



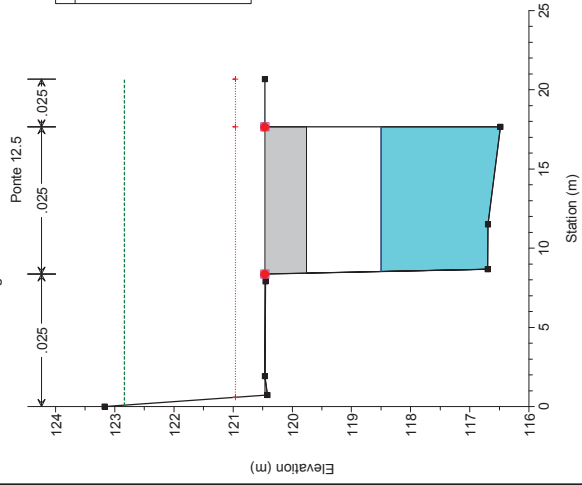
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



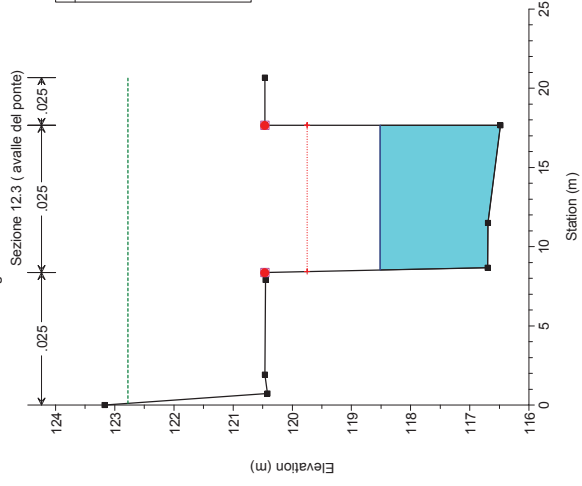
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



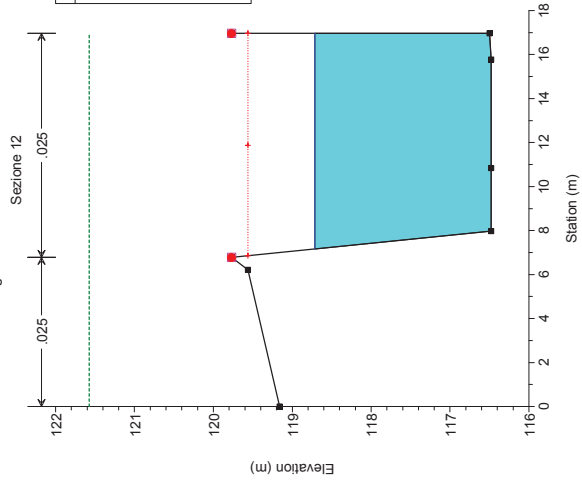
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016

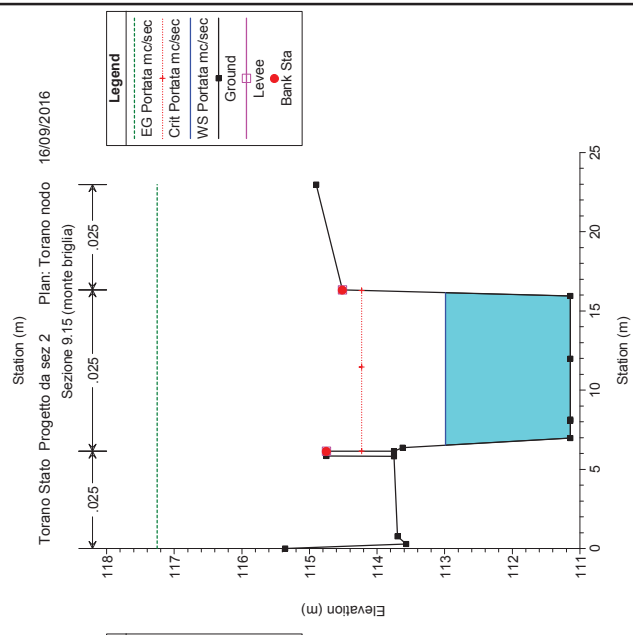
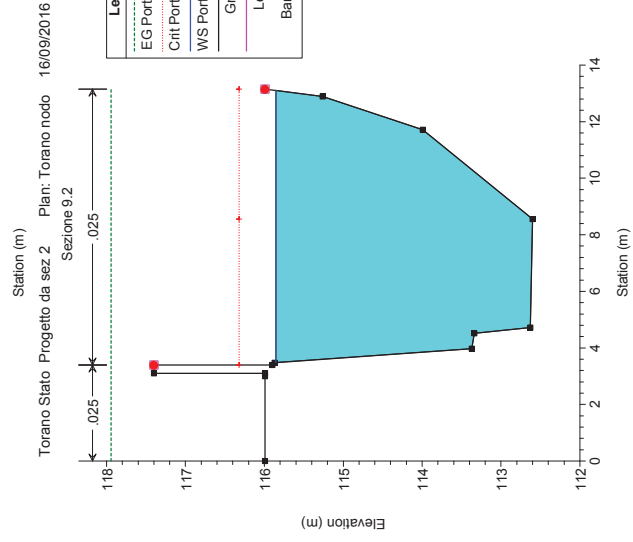
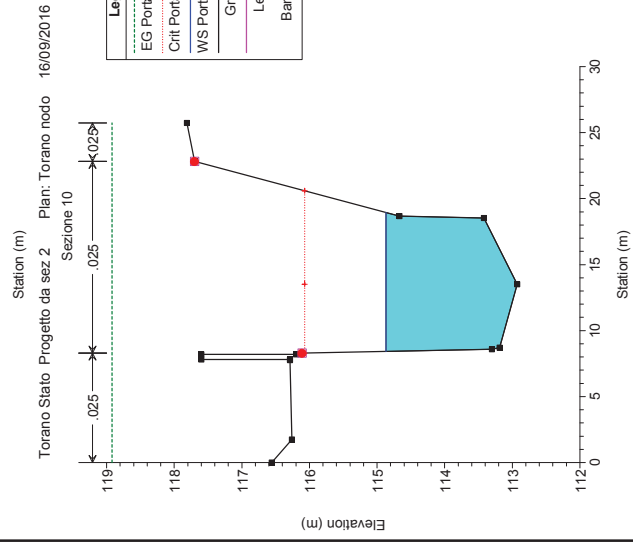
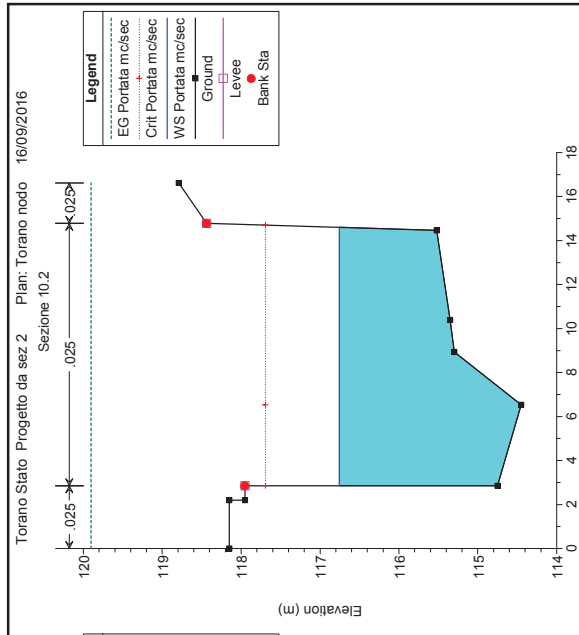
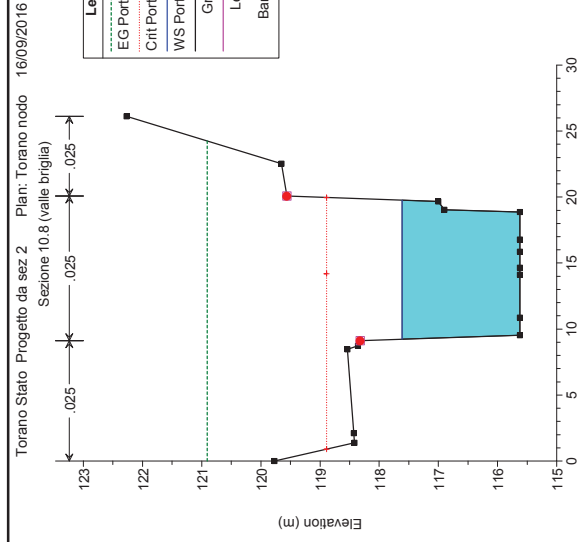
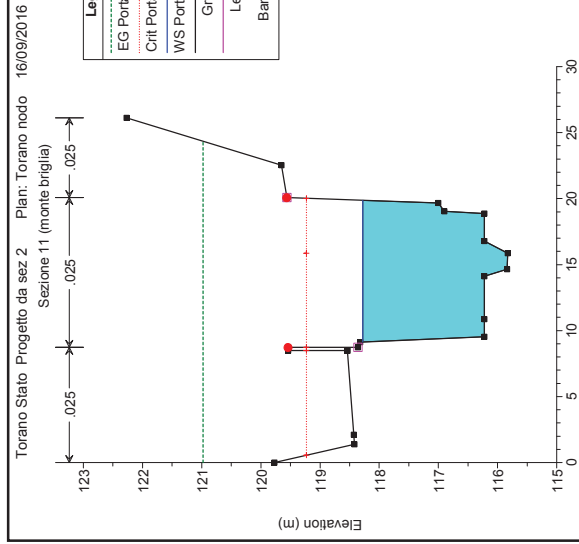


Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



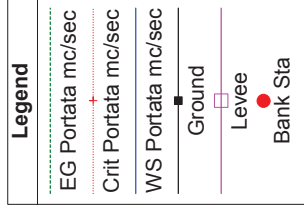
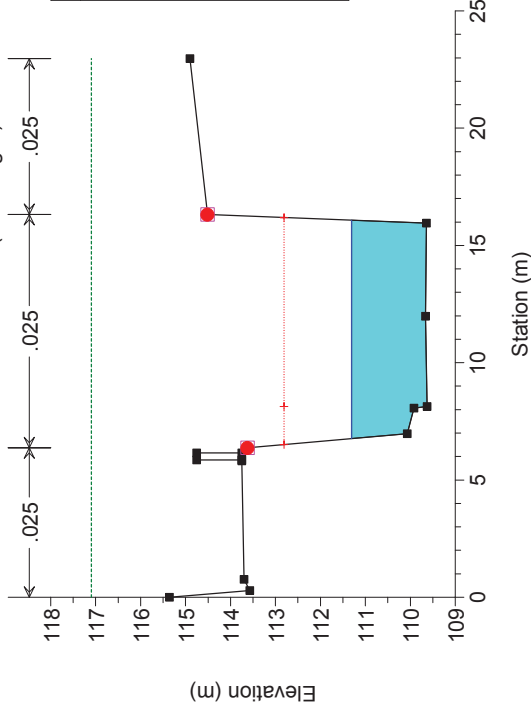
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016





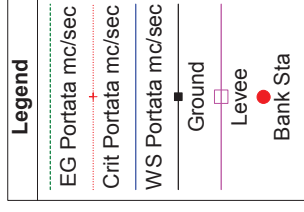
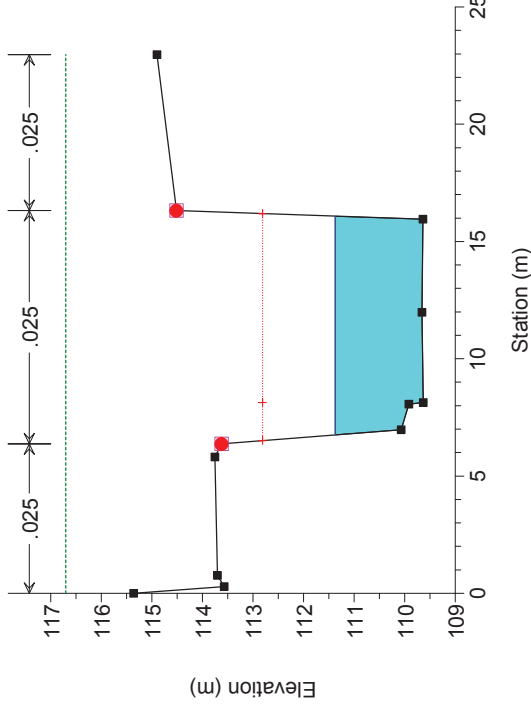
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

Sezione 9.1 (valle briglia)



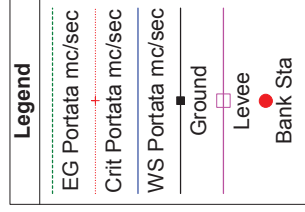
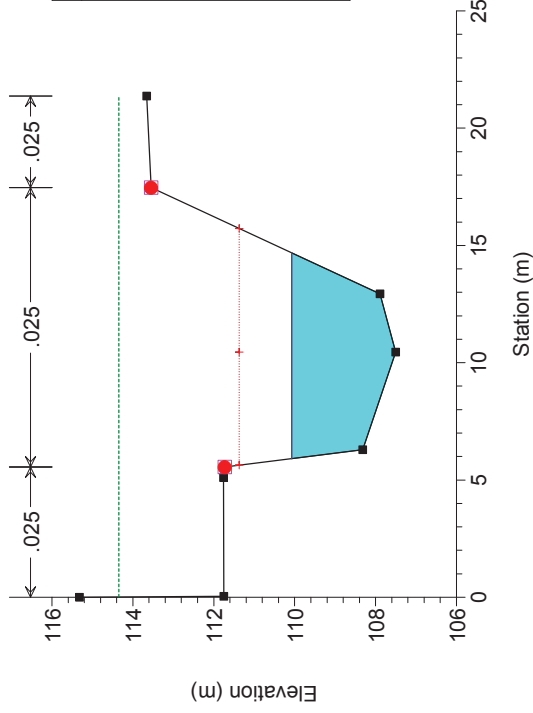
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

Sezione 9



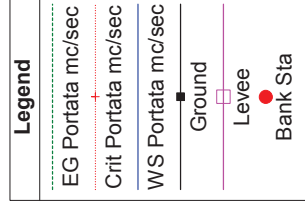
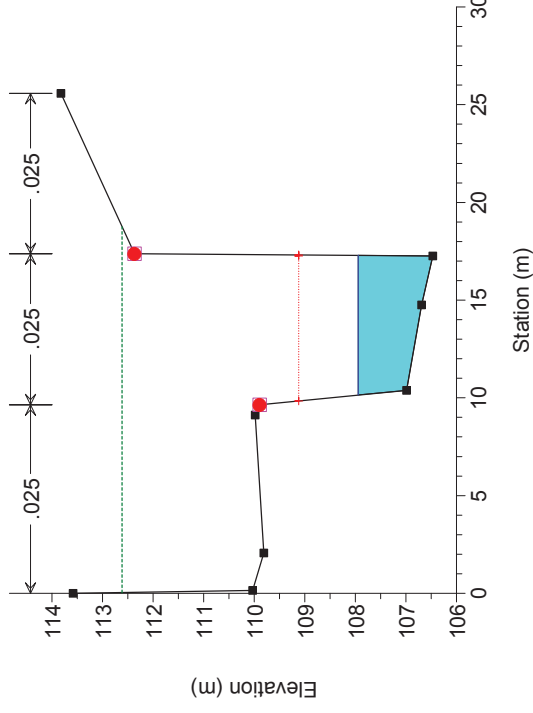
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

Sezione 8



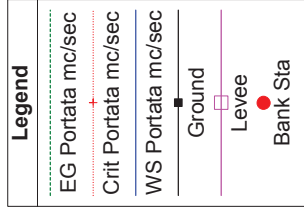
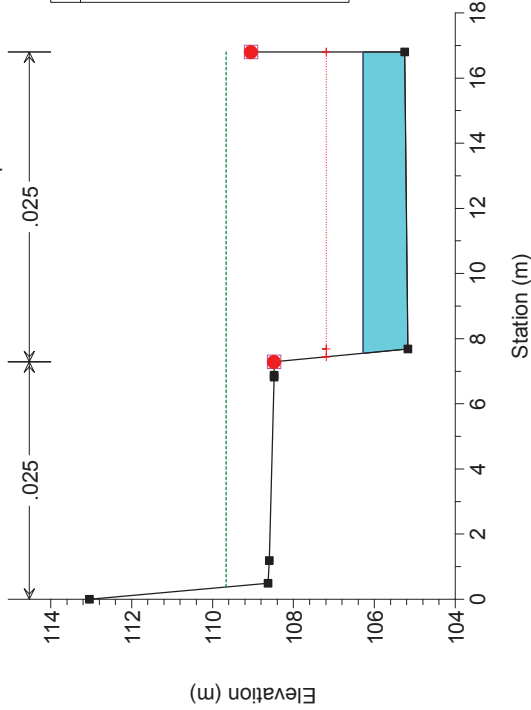
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

Sezione 7



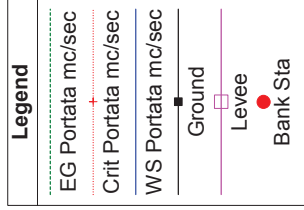
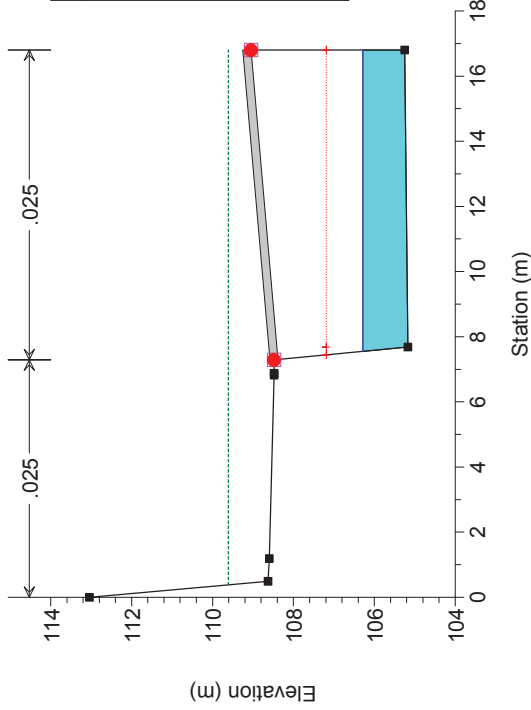
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

Sezione 6.7 a monte del ponticello



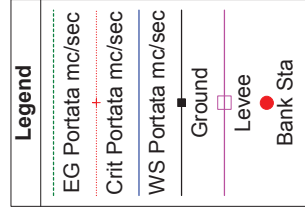
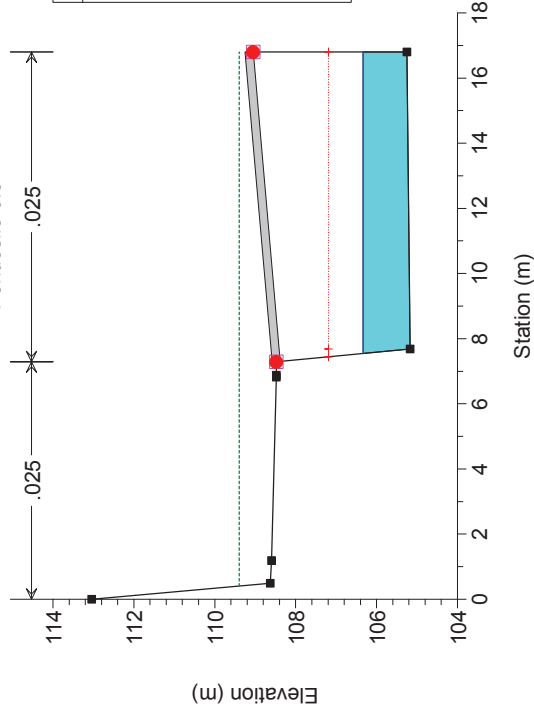
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

Ponticello 6.5



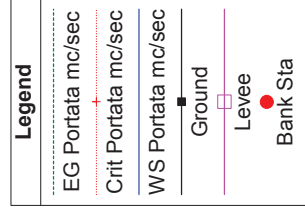
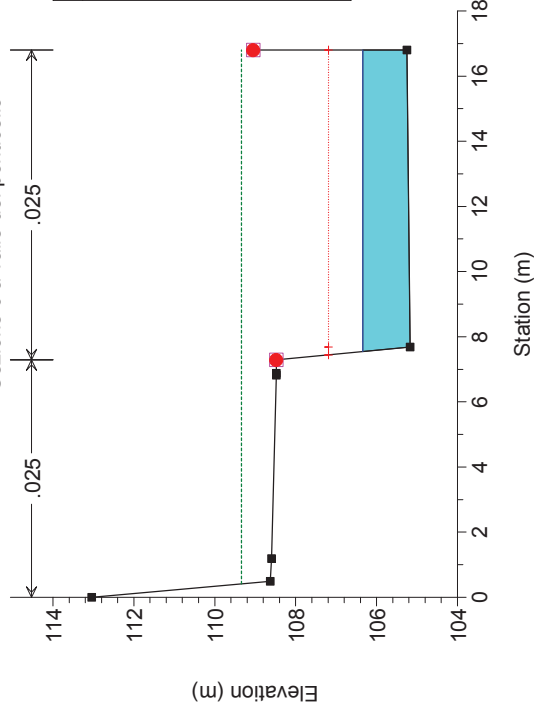
Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

Ponticello 6.5

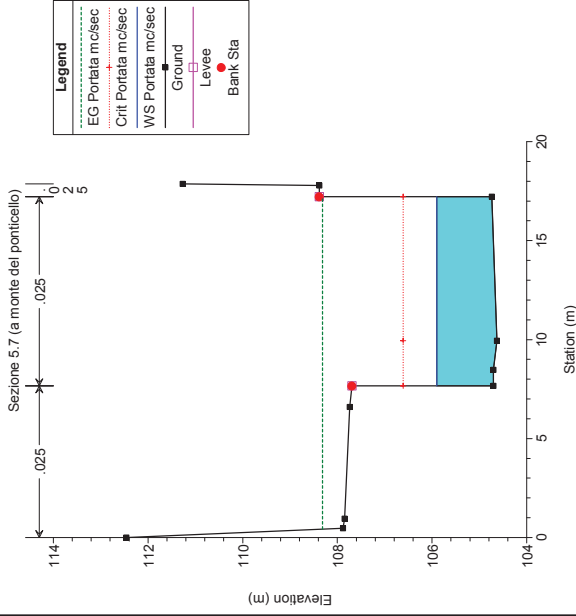


Torano Stato Progetto da sez 2    Plan: Torano nodo    16/09/2016

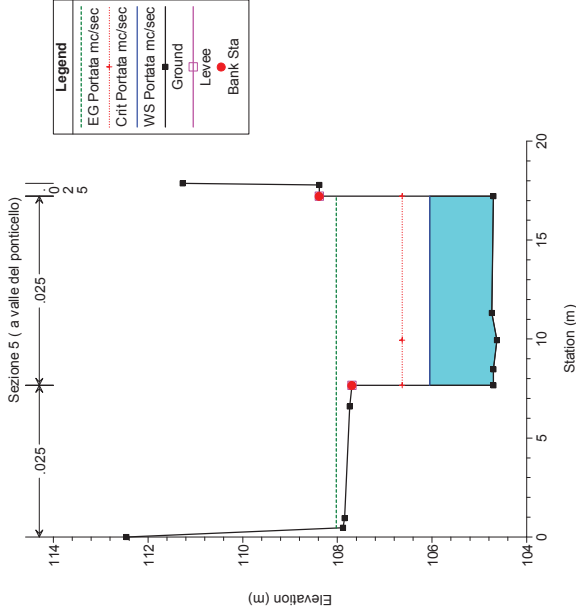
Sezione 6 a valle del ponticello



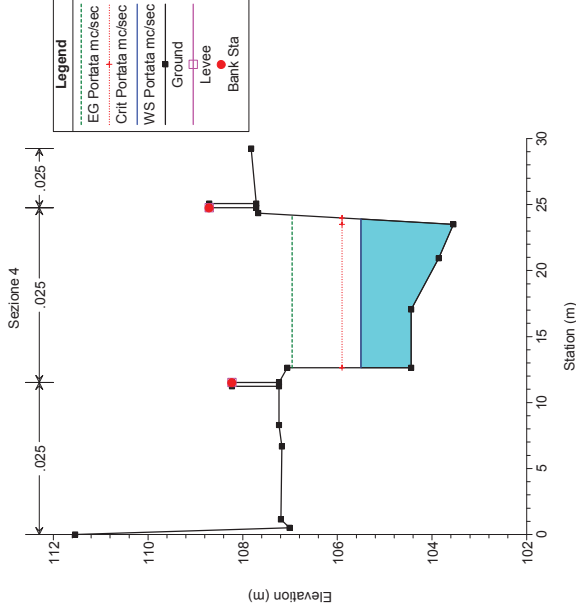
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



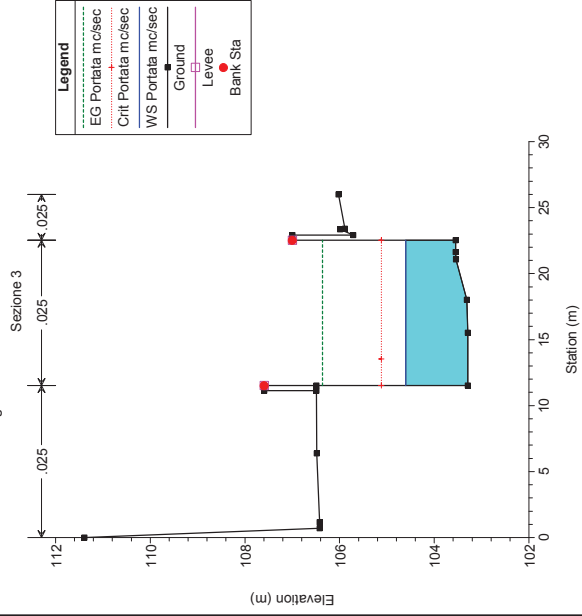
Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016



Torano Stato Progetto da sez 2 Plan: Torano nodo 16/09/2016

