

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO-VENEZIA Tratta VERONA-PADOVA

Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza

PROGETTO ESECUTIVO

INTERFERENZE IDRAULICHE

TOMBINO SCATOLARE BYPASS VALPANTENA AL KM 0+751.35

INTERFERENZE E SISTEMAZIONI IDRAULICHE

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Ing. Scrittura MALAVENDA iscritto all'ordine degli ingegneri di Venezia n. 4289 	Consorzio Iricav Due ing. Paolo CARMONA Data: Aprile 2021 	ing. Luca Zaccaria iscritto all'ordine degli ingegneri di Ravenna n.A1206 Data: Aprile 2021		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. FOGLIO

I	N	1	7	1	1	E	I	2	R	H	I	N	0	1	0	6	0	0	1	B					P			
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	---	--	--	--

VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
Firma	Data
 Luca RANDOLFI 	Aprile 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	PRIMA EMISSIONE	E. Gennaro	Marzo 2021	E. Marchetto	Marzo 2021	P. Martini	Marzo 2021	 ING. PAOLO MARTINI N° 3724 INGEGNERIA AMBIENTALE IN PRO.GEST. Data: Aprile 2021 
B	REVISIONE GENERALE	E. Gennaro	Aprile 2021	E. Marchetto	Aprile 2021	P. Martini	Aprile 2021	

CIG. 837795CD1

CUP: J41E91000000009

File: IN1711E12RHIN0106001B.DOCX

Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

TUTTI I DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE E' VIETATA



GENERAL CONTRACTOR

ALTA SORVEGLIANZA



RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001	B
----------------------------------	------------------	-------------	--------------------------------	---

 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001	B

INDICE

1	PREMESSE	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO	5
4	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
4.1	Studi esistenti e progetti redatti nel territorio (PAI-PGRA).....	6
5	ASSETTO MORFOLOGICO DEL TORRENTE VALPANTENA.....	8
6	IDROLOGIA.....	8
7	CAPACITA' DI DEFLUSSO DELL'ATTUALE TRATTO TERMINALE.....	10
8	OPERE DEL PROGETTO ESECUTIVO	12
9	VERIFICHE CON HEC-RAS	14
9.1	Stato di fatto.....	14
9.1.1	Costruzione della geometria.....	14
9.1.2	Condizioni al contorno.....	15
9.1.3	Risultati del modello idraulico	16
9.2	Stato di progetto.....	18
9.2.1	Risultati del modello idraulico	19
10	VERIFICHE IDRAULICHE	19
10.1	Verifica del nuovo scatolare	20
10.2	Verifica della vasca di dissipazione	21
10.3	Verifica della scogliera in sponda destra	23
	ALLEGATI	

 <p>Consorzio IrieAV Due</p> <p>GENERAL CONTRACTOR</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica EI2 RH IN01 06 001</p>	<p>B</p>

1 PREMESSE

La presente relazione illustra la soluzione progettuale prevista per l'attraversamento della linea in progetto AV/AC alla progressiva km 0 + 751,35 da parte del Torrente Valpantena.

La soluzione sviluppata a livello di PE prevede la realizzazione di un nuovo attraversamento delle dimensioni 6x5m, in accordo con quanto redatto a livello di PD e in recepimento della prescrizione del Genio Civile di Verona fatta propria dal CIPE (Del 22-12-2017).

L'ente idraulico ha redatto in data Marzo 2016, nell'ambito del "Progetto generale preliminare n. 933 relativo ai lavori di messa in sicurezza del Progno di Valpantena dall'abitato di Grezzana sino alla S.R 11 in comune di Verona", uno studio idrologico-idraulico approfondito per il t. Valpantena. Sono state definite le portate massime transitabili nei singoli tratti del torrente sia in corrispondenza dei tratti tombati che in corrispondenza dei tratti a cielo aperto. In seguito allo studio il Genio Civile ha definito gli interventi da realizzare per adeguare le portate oggi convogliabili alle massime portate attese per Tr=300 anni (adeguamenti delle sezioni idrauliche, volumi di laminazione, etc...). Tra gli interventi individuati vi è anche la realizzazione di un nuovo scarico del t. Valpantena al di sotto della linea storica e quindi anche della nuova linea AV/AC.

 Consorzio IricAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

TITOLO DOCUMENTO GENERALE	CODICE DOCUMENTO
RELAZIONE IDRAULICA	IN1710EI2RIID0000001B
RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA - RISULTATI STUDIO CON MODELLO UNI-BIDIMENSIONALE.	IN1710EI2RHID0000003B
TITOLO DOCUMENTO WBS IN01	CODICE DOCUMENTO
RELAZIONE DI CONFRONTO PD/PE	IN1711EI2ROIN0106001B
<i>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</i>	<i>IN1711EI2RHIN0106001B</i>
ANTE OPERAM - PLANIMETRIA, AREE DI ESONDAZIONE TAV. 1/2	IN1711EI2PZIN0106001B
ANTE OPERAM - PROFILO E SEZIONI TAV 2/2	IN1711EI2FZIN0106001B
POST OPERAM - PLANIMETRIA, AREE DI ESONDAZIONE TAV. 1/2	IN1711EI2PZIN0106002B
POST OPERAM - PROFILO E SEZIONI TAV 2/2	IN1711EI2FZIN0106002B
PLANIMETRIA DELLE FASI REALIZZATIVE	IN1711EI2P7IN0106001B
PARTICOLARI COSTRUTTIVI E PROTEZIONI DI SPONDA TAV.1/2	IN1711EI2DZIN0106001B
PARTICOLARI COSTRUTTIVI E PROTEZIONI DI SPONDA TAV.2/2	IN1811EI2DZIN0106002B

3 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- Presidenza del Consiglio dei ministri – Dipartimento della Protezione Civile – Commissario Delegato per l’Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto. OPCM n.3621 del 18/10/2007 – Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento.
- Studio redatto da Nordest Ingegneria S.r.l. per Unione Veneta Bonifiche.
- Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta – Interferenze con la rete idrografica - Ipotesi di Ubicazione Opere Idrauliche Per Smaltimento Acque Meteoriche del 28/04/2015.
- Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta – PIANO GENERALE DI BONIFICA E DI TUTELA DEL TERRITORIO - L.R. 12/2009 ART. 23 - D.G.R. 102/2010
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Distretto Idrografico delle Alpi.
- Piano Territoriale di Coordinamento e Pianificazione della Provincia di Verona approvato con deliberazione di Giunta Regionale n. 236 del 3 marzo 2015.
- RFI – MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI – PARTE II - SEZIONE 3 – CORPO STRADALE, RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22/12/2017
- RFI – MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI – PARTE II - SEZIONE 2 – PONTI E STRUTTURE, RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22/12/2017

 GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica E12 RH IN01 06 001	B

- RFI – CAPITOLATO GENERALE TECNICO DI APPALTO DELLE OPERE CIVILI – PARTE II -SEZIONE 9 – OPERE DI DIFESA DELLA SEDE FERROVIARIA, RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22/12/2017

4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'opera progettuale si interseca con la Linea A.V./A.C: Torino – Venezia tratta Verona – Padova, tramite uno scatolare di attraversamento per lo scolo del torrente Valpantena con asse nord-sud.

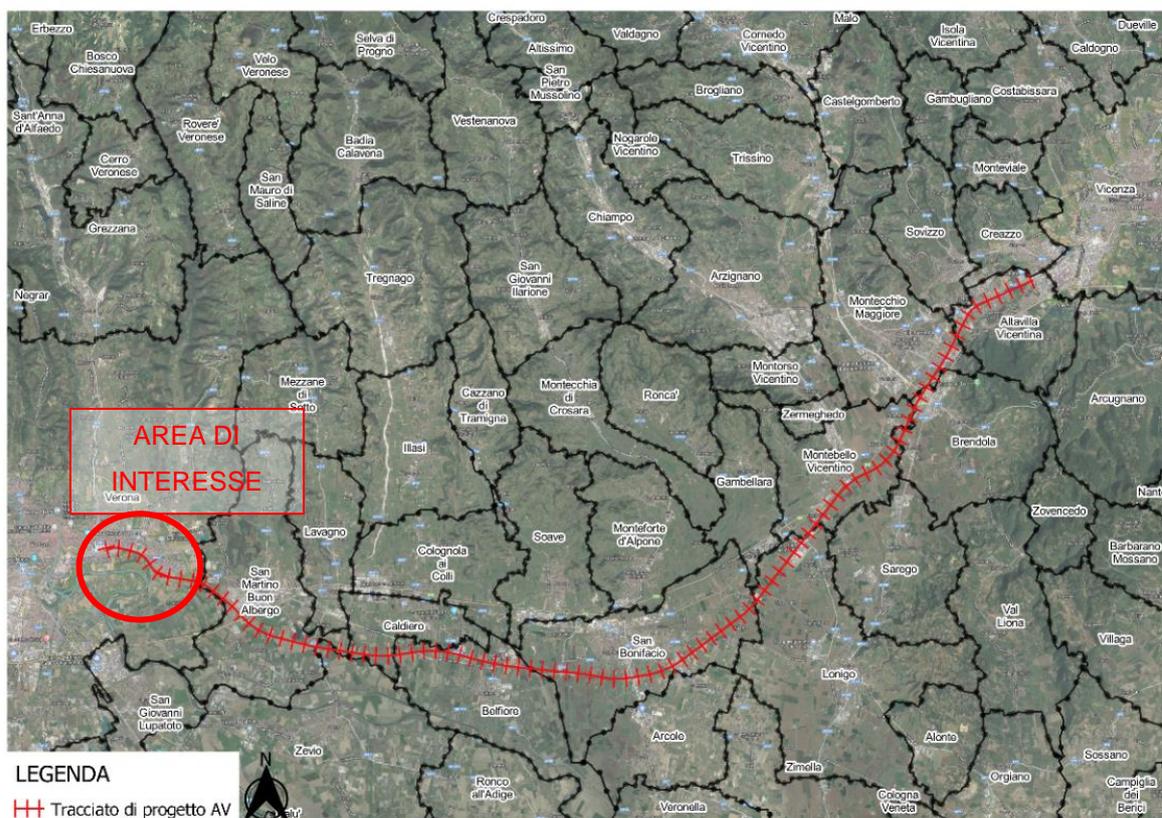


Figura 4.1 Inquadramento dell'intervento

4.1 Studi esistenti e progetti redatti nel territorio (PAI-PGRA)

La linea AV/AC in esame ricade interamente nel distretto idrografico delle Alpi Orientali a cui appartengono tredici bacini idrografici, riportati nella figura seguente:

- il bacino idrografico dell'Adige, già bacino nazionale;
- i bacini idrografici dell'Isonzo, del Tagliamento, del Livenza, del Piave e del Brenta - Bacchiglione, già bacino nazionale;

 Consorzio IricAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

- i bacini idrografici del Lemene e del Fissero – Tartaro - Canalbianco, già bacini interregionali;
- il bacino dello Slizza (ricadente nel bacino del Danubio), del Levante, quello dei tributari della Laguna di Marano-Grado, quello della pianura tra Piave e Livenza, quello del Sile e quello scolante della Laguna di Venezia, già bacini regionali.

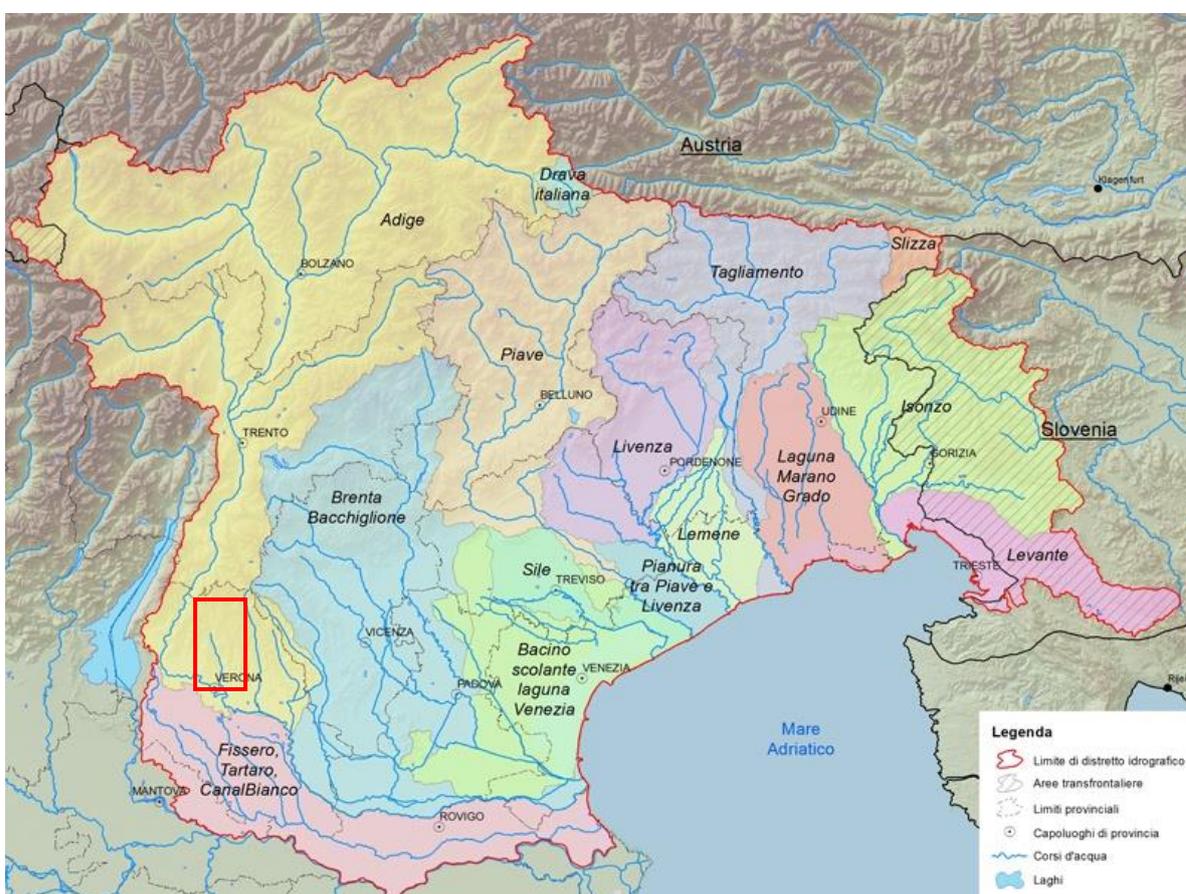


Figura 4.2 Bacini idrografici del distretto idrografico Alpi Orientali e, riquadrato in rosso, il t. Valpantena.

L'analisi idraulica deve considerare gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore, in particolare i piani di settore di riferimento della zona in esame. Gli strumenti legislativi da analizzare sono:

- Piano Assetto Idrogeologico (PAI);
- Piano di Gestione delle Acque;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA);
- Piano generale di bonifica e di tutela del territorio (PGBTTR).

 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001	B

La linea AV/AC in progetto attraversa molteplici corsi d'acqua, i quali appartengono ai bacini idrografici del fiume Adige e del Brenta Bacchiglione.

5 ASSETTO MORFOLOGICO DEL TORRENTE VALPANTENA

Il torrente Valpantena è il collettore di un bacino collinare avente una superficie pari a circa 160 Km².

Il t. Valpantena si estende da Verona verso i monti Lessini passando per Poiano, Quinto, Marzana e Grezzana. L'asta principale misura circa 17 km.

Dal punto di vista altimetrico la quota media del bacino è pari a 916 m s.m.m., la quota più elevata viene raggiunta in corrispondenza della sommità del Monte Tomba a 1766 m s.m.m., mentre la quota a valle dell'attraversamento della linea ffss è di circa 49 m s.m.m., prima della confluenza nel Fiume Adige che avviene ad un livello idrico normalmente prossimo a 45.50 m s.m.m.

Il regime idrologico del t. Valpantena è tipicamente torrentizio.

Il t. Valpantena, come tutti i torrenti della Lessinia, risente fortemente della fragilità dell'ambito collinare. Eventi di piena anche modesti trascinano verso valle notevoli quantità di materiale solido che viene progressivamente depositato sul fondo alveo. Il fenomeno determina il progressivo innalzamento del fondo e conseguentemente degli argini.

Allo stato attuale, questa sopraelevazione è chiaramente visibile nella tratta posta a nord dell'abitato di Quinto (circa 6.5 km a nord della ffss). Tra Quinto e Grezzana, per circa 3 km, il t. Valpantena è pensile, con tracciato sinuoso e alveo presidiato da muri laterali antichi in pietra e argini. L'elevazione dei muri rispetto al piano campagna varia sostanzialmente tra 3,0 m e 4,0 m.

Per contro, il tratto a valle di Quinto presenta una pensilità più contenuta in quanto l'alveo è stato storicamente soggetto a interventi di regimazione.

6 IDROLOGIA

Gli idrogrammi di piena del Torrente Valpantena sono quelli ricavati nel Progetto di Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) – Distretto delle Alpi Orientali (Fig. 6.2 e Fig. 6.3)

 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

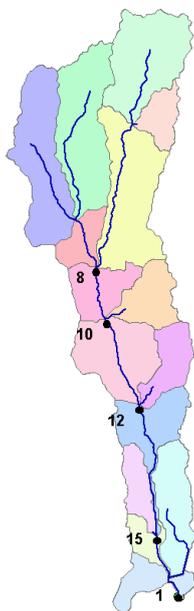


Fig. 6.1 – Suddivisione in sottobacini .

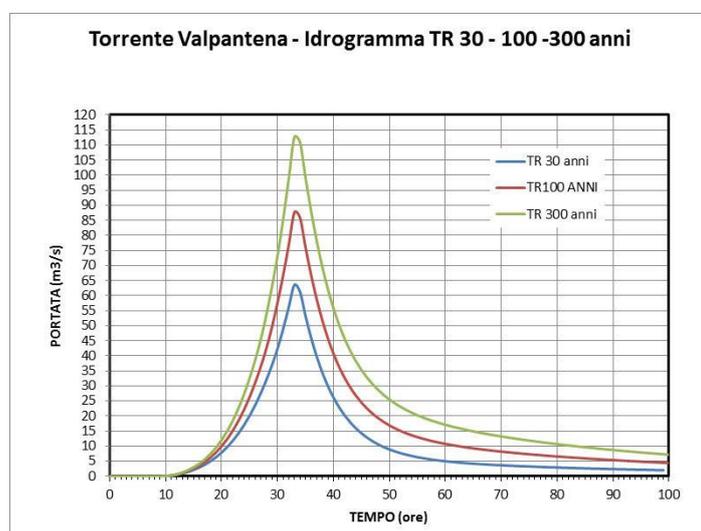


Fig. 6.2 – Portate idrologiche Tr=30, 100 e 300 anni alla chiusura del bacino

Gli idrogrammi si riferiscono a $T_p=24$ ore e distribuzione precipitazione M2 (triangolare crescente). I valori al colmo sono i seguenti

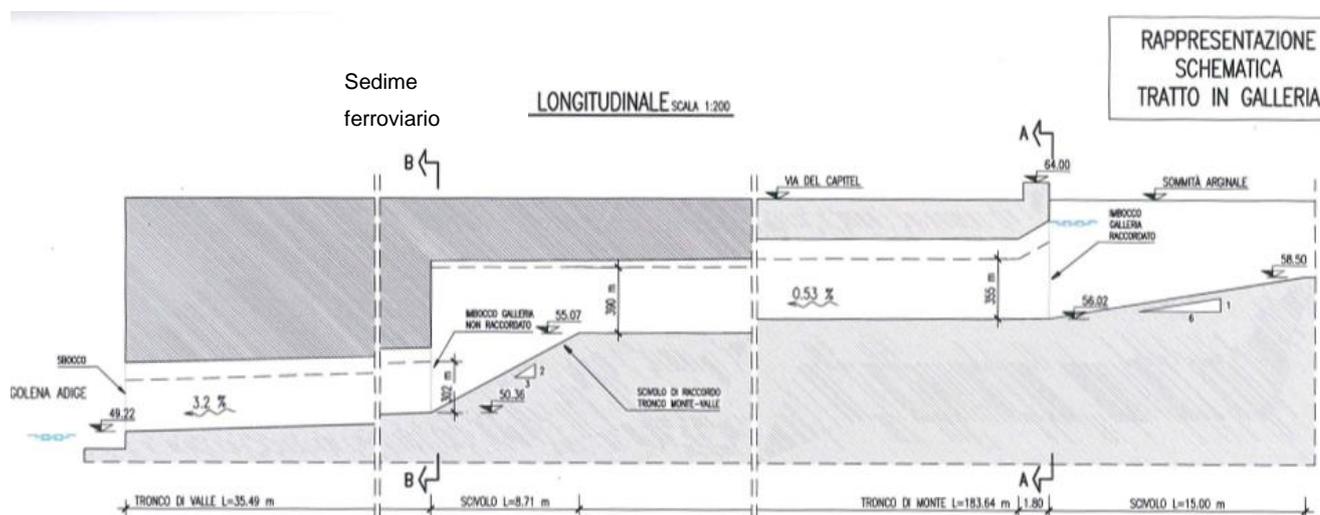
$$\begin{aligned}
 \text{Tr} = 100 \text{ anni} & \quad Q = 88,12 \text{ m}^3/\text{s} \\
 \text{Tr} = 300 \text{ anni} & \quad Q = 112,56 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

 Consorzio IricAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

Si tratta di portate idrologiche che non tengono conto di esondazioni che avvengono a monte per insufficienza delle sezioni. Il già citato progetto preliminare redatto dal Genio Civile nel 2016 evidenzia nel tratto pensile portate massime dell'ordine di 60-65 m³/s. Nella relazione con modello idraulico 2d-1d (IN1710EI2RHID0000003B) si è trovato sostanziale conferma del risultato del Genio Civile, con la portata massima in arrivo alla linea ffss che, sia per Tr=100 che per Tr=300 anni, è di circa 55 m³/s.

7 CAPACITA' DI DEFLUSSO DELL'ATTUALE TRATTO TERMINALE

Il T. Valpantena attraversa la linea ffss con una galleria di ridotte dimensioni e si immette nell'ampia golena fluviale del f. Adige. La sezione di deflusso varia da un minimo di $S = 8,5 \text{ m}^2$ (sezione 2,46 m x 3,46 m) nel tronco di valle di lunghezza pari a $L = 36,0 \text{ m}$, al valore di $S = 13,7 \text{ m}^2$ (sezione 3,5 m x 3,93 m) nel tronco di monte lungo circa $L = 187 \text{ m}$.



 Consorzio IricAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

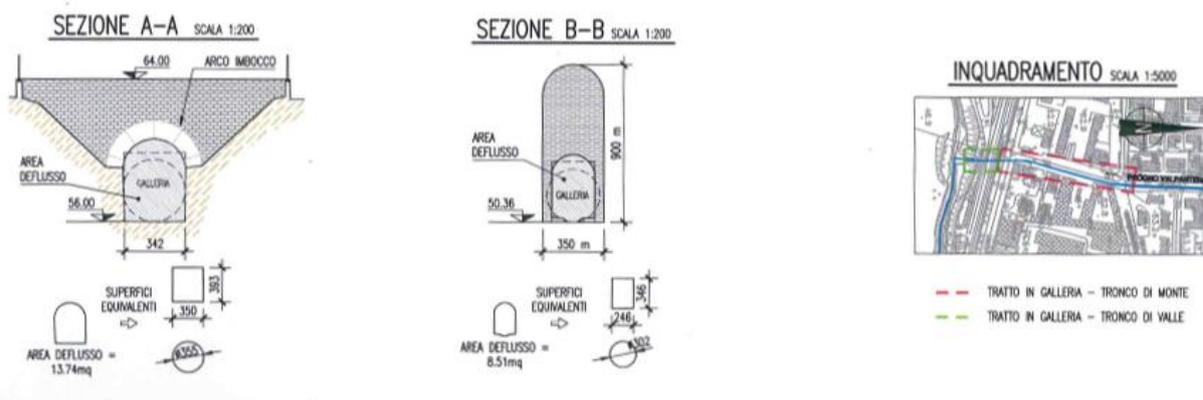


Fig.7.1 – Rappresentazione schematica tratto in galleria.

Una verifica a moto uniforme conduce ai seguenti risultati:

Verifica del tratto di valle (sotto il sedime ferroviario)

Il tratto ha sezione larga circa 2.5m, alta circa 4m (ferro di cavallo) e pendenza pari al 3.2%. Assumendo K_s pari a $50 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ la portata limite di $55 \text{ m}^3/\text{s}$ (massima portata convogliabile da monte) è percorsa in condizioni supercritiche ($Fr=1.5$ circa) con un tirante di 2.78m e franco di circa 1.2m.

Verifica del tratto tombato di via Capitel (a monte della ferrovia)

Il tratto ha sezione larga circa 3.5 m, alta circa 4.5m (ferro di cavallo) e pendenza pari a 0.51%. Svolgendo i calcoli in modo analogo a quanto fatto per il tratto di valle, si trova che la portata limite di $55 \text{ m}^3/\text{s}$ è percorsa in condizioni subcritiche ($Fr=0.7$ circa) con un tirante di 3.9m e franco di circa 0.6m.

L'adeguamento dell'asta del t. Valpantena ai valori di portata nominali di progetto ($112 \text{ m}^3/\text{s}$) richiede pertanto necessariamente anche un ampliamento dell'attuale scarico sotto la ferrovia.

 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

8 OPERE DEL PROGETTO ESECUTIVO

Il progetto definitivo post CIPE ha previsto le seguenti opere:

- Pozzettone di intercettazione dell'attuale scarico (in pianta 17,5 m x 7,50 m, H=12m)
- Un tombino scatolare di dimensioni di 6,0 m x 5,0 m sotto le infrastrutture ferroviarie, la nuova linea AV/AC e la storica, dimensionato in ragione della portata target del Genio Civile di 112 m³/s (Tr=300 anni);
- Una vasca di dissipazione tipo USBR con denti di intermedi e gradino finale delimitata da muri andatori di altezza h=6m.

La vasca del PD emergeva dal piano golenale, allagabile secondo il PAI e PGRA, e scaricava più che perpendicolarmente nel recettore di valle e a soli 9m dal muro di presidio della pista ciclabile

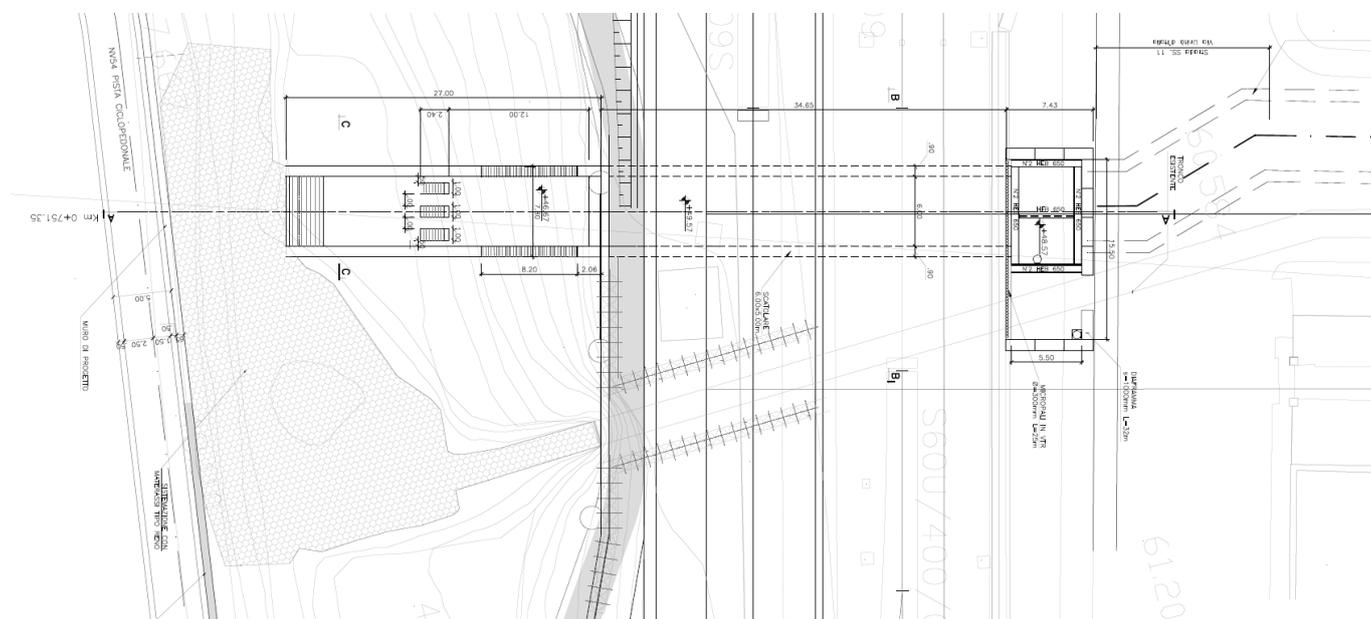


Fig.8.1 – Planimetria della vasca di dissipazione del PD-post cipe.

 GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA 			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

Per ovviare alle tre criticità sopracitate, nel PE la vasca di dissipazione è stata modificata sensibilmente e riportata nella forma/dimensioni simili a quanto realizzato per l'attuale scarico esistente. Lo scatolare 6x5 e la vasca di dissipazione sono dimensionati per l'intera portata di progetto di 112 m³/s, spettando al Genio Civile non solo la realizzazione del nuovo collettore tombato di via Capitel ma anche l'eventuale collegamento provvisorio dell'attuale scarico al pozzettone e quindi al nuovo scarico scatolare 6x5 nonché l'eventuale dismissione dell'attuale scarico o la ripartizione delle portate tra il vecchio e il nuovo scarico.

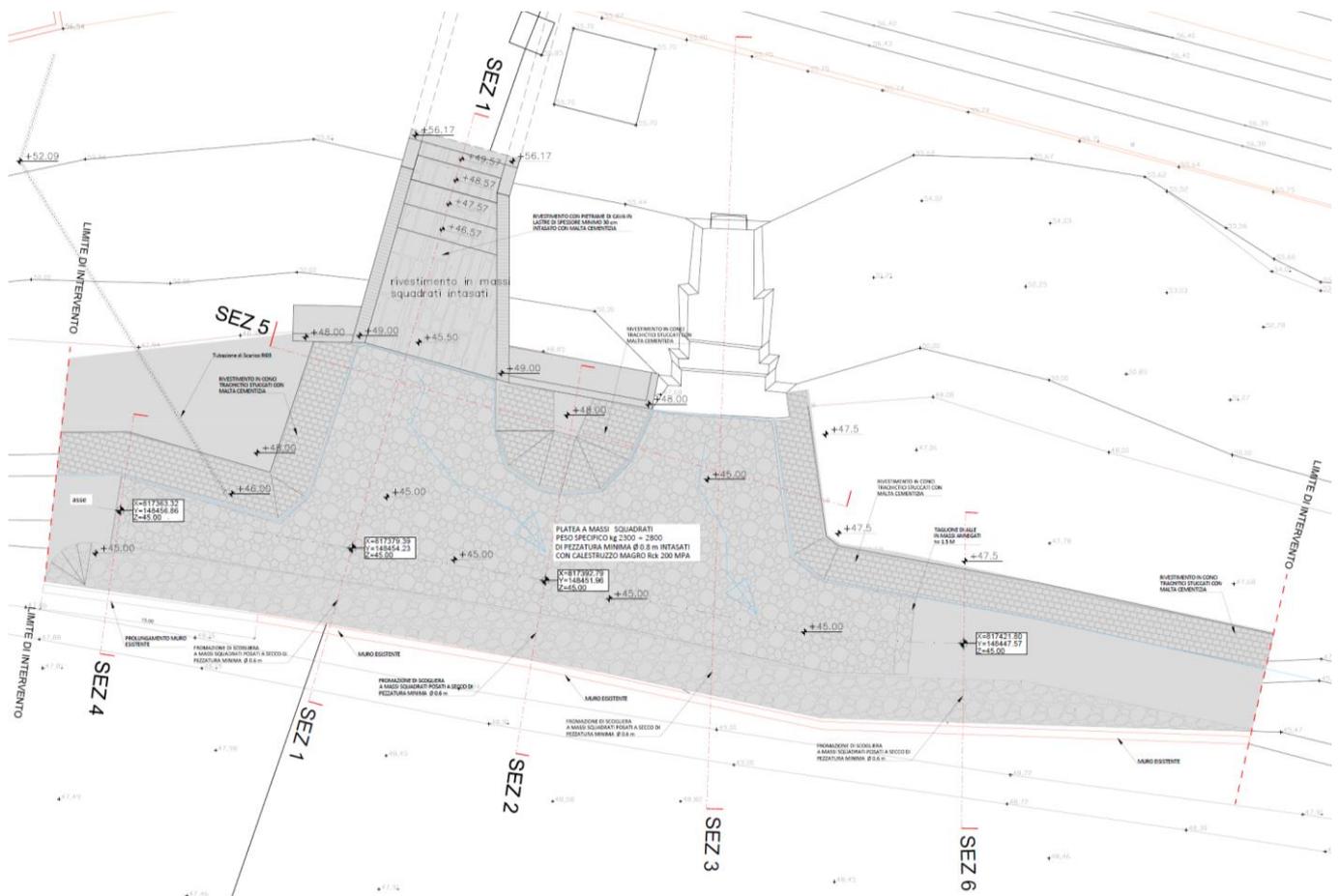


Fig.8.2 – Planimetria della vasca di dissipazione del PE-(rif tavola IN1711EI2DZIN0106001B).

 GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA 			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

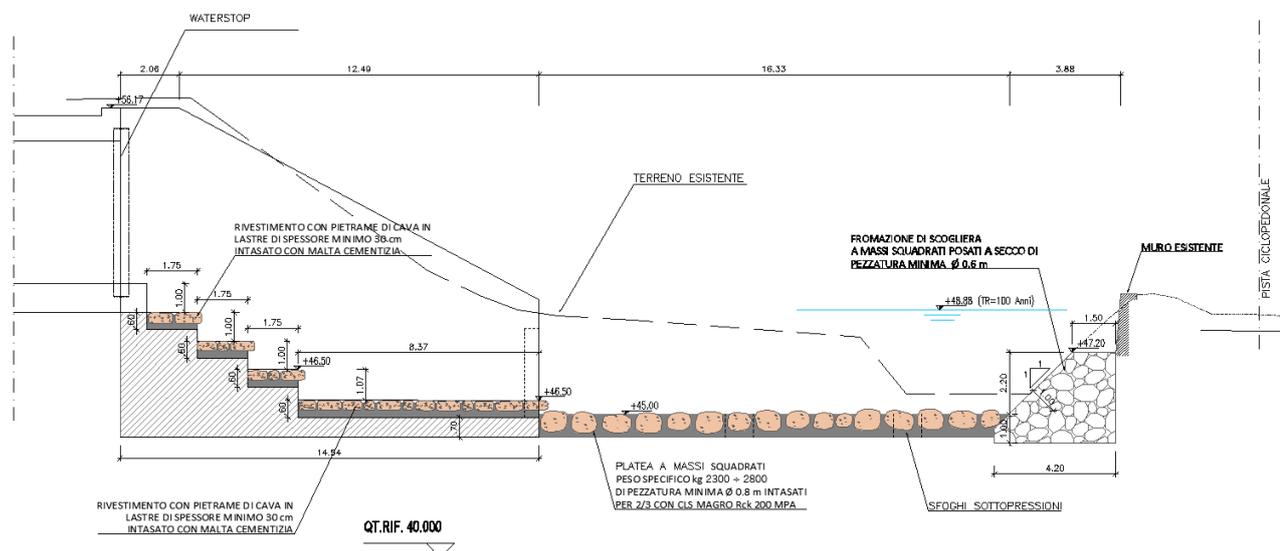


Fig.8.3 – Sezione della vasca di dissipazione del PE-(rif tavola IN1711EI2DZIN0106002B).

9 VERIFICHE CON HEC-RAS

Per determinare i livelli nella vasca di dissipazione per $Tr=300$ anni è stato necessario sviluppare un modello idraulico in HEC-RAS a valle dell'opera e della confluenza con i torrenti Morandina e Orti, fino all'immissione nell'Adige.

9.1 Stato di fatto

9.1.1 Costruzione della geometria

Per la simulazione dello stato di fatto si sono utilizzate le sezioni ed il profilo messi a disposizione da IricavDue, tracciate a seguito di rilevamento celerimetrico (Elaborato IN1711EI2PZIN0106001B per la planimetria e IN1711EI2FZIN0106001B per le sezioni). Le ultime sezioni relative allo sfocio del t. Valpantena in Adige e dell'Adige stesso, si riferiscono alla sezione 999 del 2003 dell'Adige (FONTE ADB). E' stato costruito il file relativo alla geometria del torrente Valpantena e del torrente Morandina in ambiente HEC, considerando una lunghezza dell'asta fluviale pari circa a 0.95 Km. Nelle sezioni centrali è visibile in destra una pista ciclabile.

 <p>Consorzio IrieAV Due</p> <p>GENERAL CONTRACTOR</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica EI2 RH IN01 06 001</p>	<p>B</p>

9.1.2 Condizioni al contorno

Il modello è stato effettuato considerando per il Valpantena le portate ufficiali determinate dall'Autorità di Bacino del fiume Adige che sono pari a 112.6 e 85.45 m³/s, relative rispettivamente ad un tempo di ritorno Tr di 300 e 100 anni. Infine è stata determinata con modello 2D-1D la portata effettiva che raggiunge le sezioni a monte del modello idraulico, al netto delle esondazioni in attraversamento Verona città, pari a circa 55 m³/s.

Per i due affluenti a valle dell'opera, il f. Morandina e il c. Orti le portate utilizzate sono rispettivamente pari a 13.4 e 2.6 m³/s per un tempo di ritorno di 200 anni.

Come condizione al contorno di valle è stata imposta l'altezza media annua del fiume Adige, pari a 45.5 m s.m.m.

Come scabrezze sono stati considerati valori, secondo la formulazione di Manning, pari a n=0.033, corrispondente a canali vegetati in normale stato manutentivo. I coefficienti di contrazione ed espansione sono stati lasciati pari a quelli di default.

Si riporta di seguito lo schema planimetrico (Figura 9.1) del modello sviluppato poi in HEC-RAS con indicate le sezioni per le quali verranno presentati i risultati nel paragrafo successivo.

 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001



Figura 9.1 Planimetria dell'area di intervento con indicata l'ubicazione delle sezioni del modello idraulico.

I dati delle portate in input al modello idraulico sono riassunti nella tabella seguente:

Tabella 9.1 portate in input al modello idraulico per vari tempi di ritorno.

	Q [m ³ /s]		
	TR100	TR300	TR100/300 REALE
T. Valpantena	88.12	112.56	55
T. Morandina	13.4	13.4	13.4
T. Orti	2.6	2.6	2.6

9.1.3 Risultati del modello idraulico

Si riportano di seguito i valori dell'altezza d'acqua per i vari scenari considerati nelle due sezioni (VALP SEC 1 e VALP SEC 2) adiacenti all'opera di progetto, per lo stato di fatto.

 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001	B

STATO DI FATTO

	h [m s.m.]		
	TR100	TR300	TR100/300 REALE
VALP SEC 2	49.23	49.55	48.77
VALP SEC 1	48.74	49.01	48.38

Tutti gli scenari comportano una tracimazione della sponda destra, con esclusione delle sezioni Valp sec 2, per lo scenario con una portata Tr 100/300 reale e Valp sec 1 per tutti i tempi di ritorno.

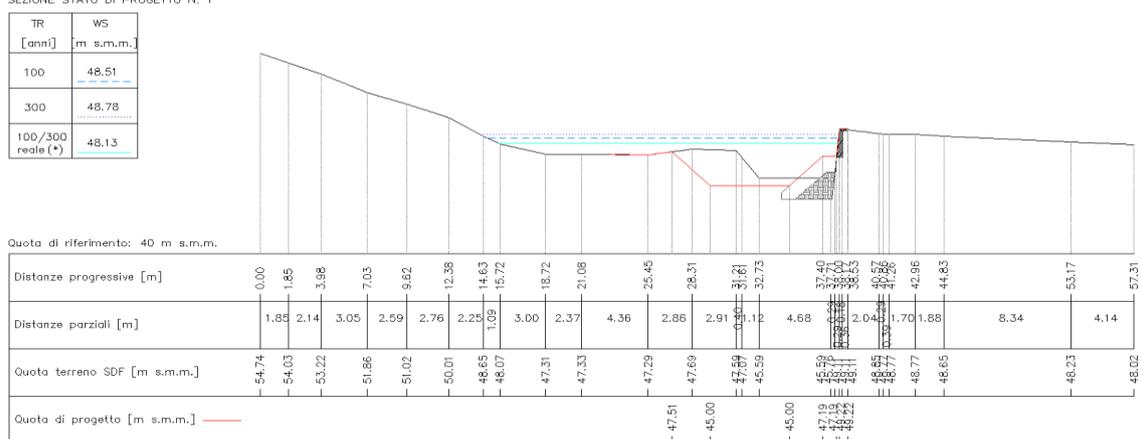
E' da sottolineare che il rialzo della quota della pista ciclabile comporterebbe, in occasione delle massime portate attese, livelli idrici incompatibili con la quota degli edifici in destra a monte dell'immissione del t. Morandina nel t. Valpantena. Le sezioni più rilevanti e i profili longitudinali per i vari scenari risultanti dal modello in HEC-RAS sono presentati nell'allegato alla presente relazione.

 GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA 			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

9.2 Stato di progetto

Nel modello idraulico dello stato di progetto le uniche sezioni coinvolte nelle modifiche sono la VALP SEC 1 e la VALP SEC 2 (Figura 9.2), in quanto giacciono subito a monte e subito a valle della vasca di dissipazione di progetto. L'allargamento della sezione previsto dal progetto comporta un leggero abbassamento dei livelli idrici in corrispondenza delle sezioni interessate.

SEZIONE STATO DI PROGETTO N. 1



SEZIONE STATO DI PROGETTO N. 2

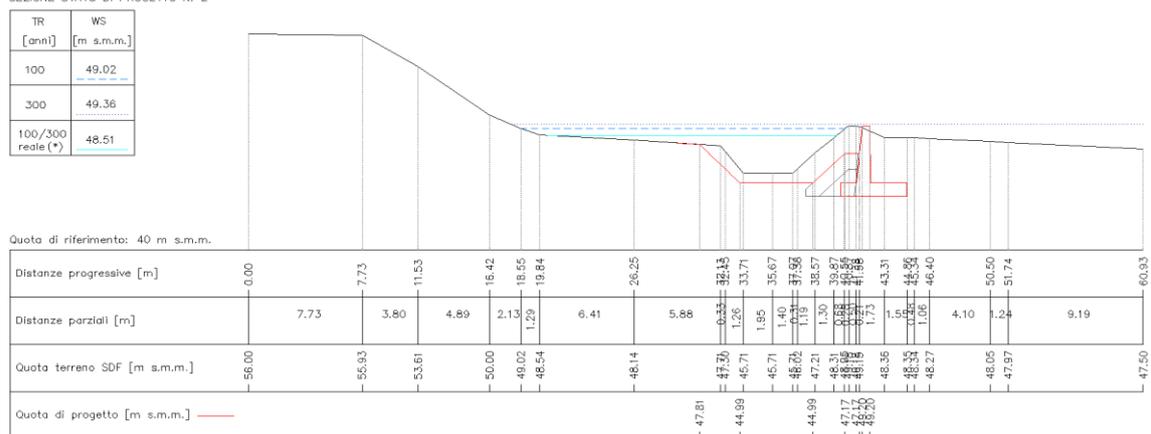


Figura 9.2 sezioni significative per lo stato di progetto nel modello idraulico (rif tav IN1711EI2FZIN0106002B).

 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001	B
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA				

9.2.1 Risultati del modello idraulico

Si riportano di seguito i valori dell'altezza d'acqua per i vari scenari considerati nelle due sezioni (VALP SEC 1 e VALP SEC 2) adiacenti all'opera di progetto, per lo stato di progetto.

STATO DI PROGETTO

	h [m s.m.m.]		
	TR100	TR300	
VALP SEC 2	49.02	49.36	
VALP SEC 1	48.51	48.78	

Tutti gli scenari considerati, comportano una tracimazione della sponda destra, con esclusione delle sezioni Valp sec 2, per lo scenario con una portata Tr 100/300 reale e Valp sec 1 per tutti i tempi di ritorno. I risultati sono riassunti nei tabulati allegati.

10 VERIFICHE IDRAULICHE

BREVE TERMINE

Secondo le indicazioni del PD, sul breve termine, lo scatolare/scarico esistente rimane in funzione con l'aggiunta però di una soglia di sfioro L=7m a 1.5 m dal fondo del collettore. Da modello 2D-1D, la ripartizione della portata stimata in entrata di 55 m³/s avviene per circa 40 m³/s nello scarico esistente e per circa 15 m³/s nel nuovo scarico 6x5 (Figura 10.1).

 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

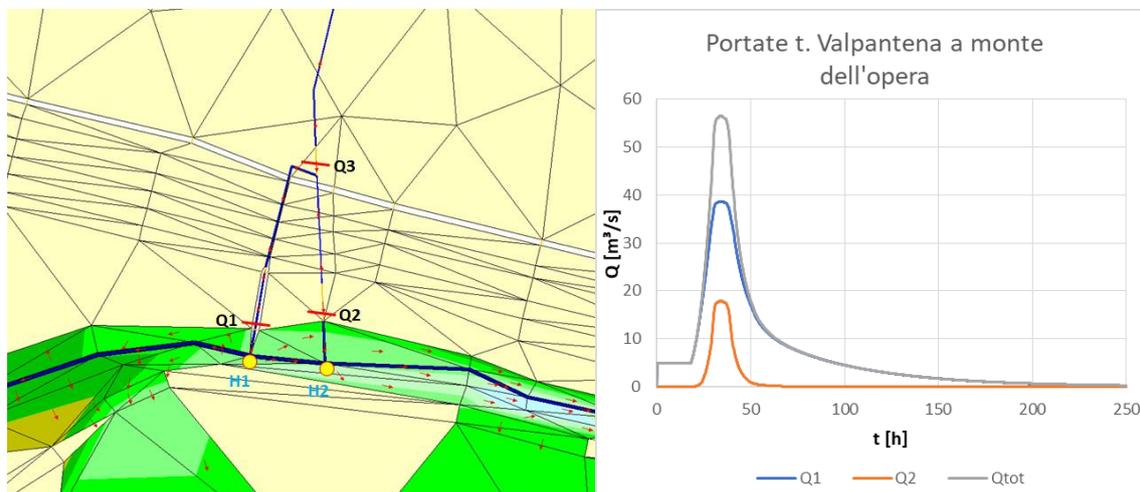


Figura 10.1 planimetria del tracciato approssimativo dei collettori nel modello 2D-1D (sinistra) e grafico della ripartizione delle portate nello scenario a BT (destra).

LUNGO TERMINE

- A) Il genio civile realizza il nuovo collettore lungo via Capitel. Arriverà quindi alla ferrovia/pozzettone una portata di circa $112 \text{ m}^3/\text{s}$ per un Tr di 300 anni. Il genio civile provvederà alla ripartizione della portata tra i due scarichi (Hyp: 50% nello scarico esistente e 50% nello scarico nuovo).
- B) L'attuale scarico sotto la ferrovia viene dismesso e tutta la portata di $112 \text{ m}^3/\text{s}$ circa per un Tr di 300 anni è convogliata nel nuovo scarico $6 \times 5 \text{ m}$.

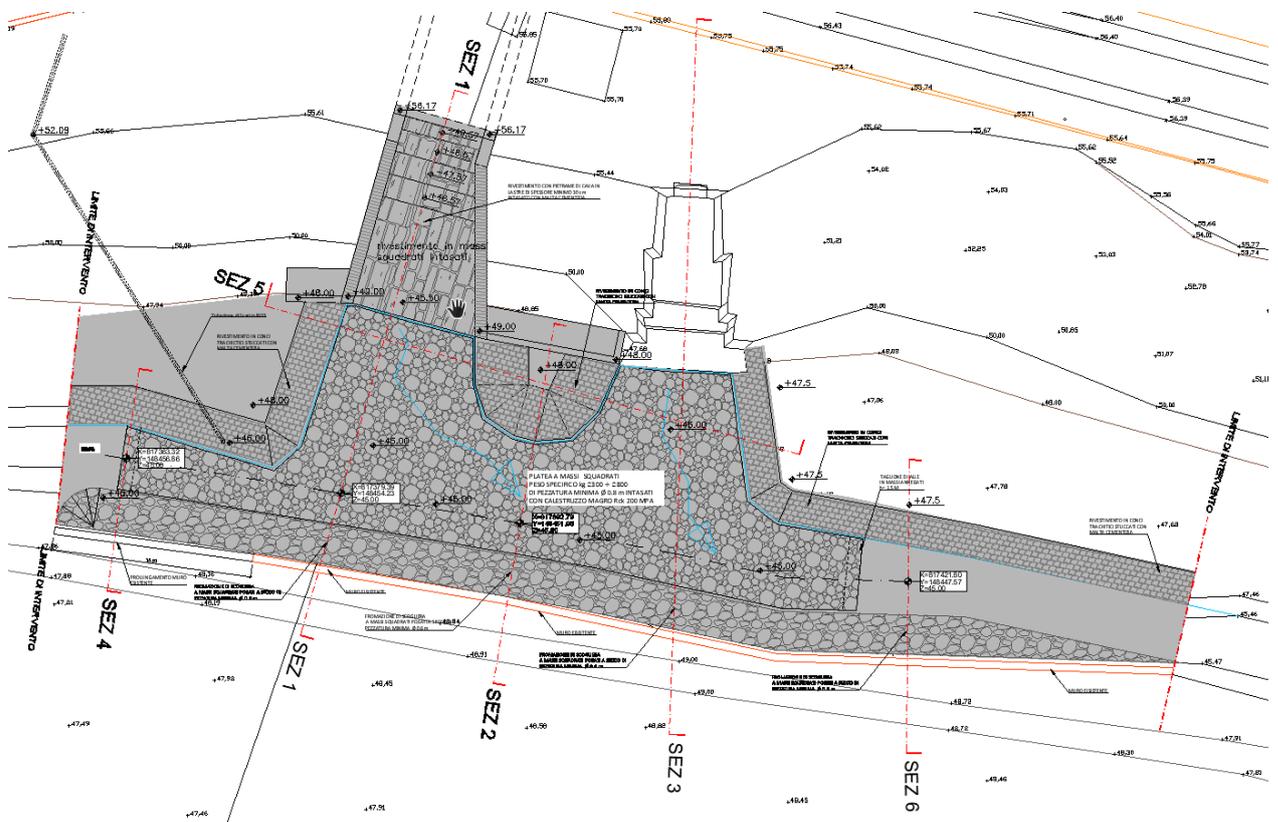
Per la verifica del nuovo scarico, del pozzettone e della vasca di dissipazione la condizione più gravosa è quella dello scenario LT(B).

10.1 Verifica del nuovo scatolare

La verifica del nuovo scatolare è stata condotta in moto uniforme, in deroga a quanto previsto dal manuale Italferr, in quanto lo schema semplice e cautelativo, il tratto di breve lunghezza e il moto non rigurgitato da quel che succede in vasca di dissipazione.

Lo scatolare ha sezione larga 6m, alta 5m e pendenza pari al 0.5%. Assumendo Ks pari a $50 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ la portata di $112 \text{ m}^3/\text{s}$ $Tr=300$ è percorsa in condizioni subcritiche ($Fr=0.8$ circa) con un tirante di circa 3.8m e franco di circa 1.2m.

10.2 Verifica della vasca di dissipazione



La verifica della vasca è effettuata con le seguenti condizioni al contorno e geometriche:

Corrente all'uscita dello scatolare 6x5m

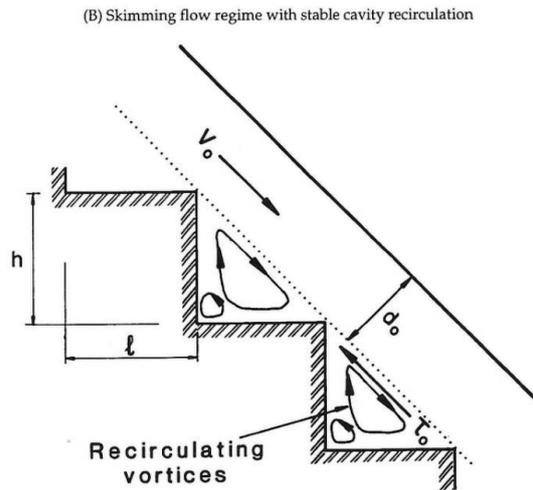
Portata $112 \text{ m}^3/\text{s}$

Fondo scatolare (al netto del rivestimento): 49.57 m smm

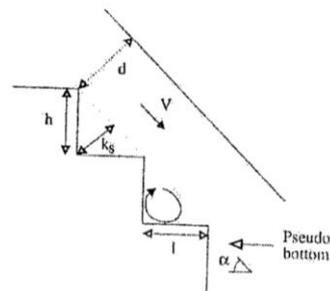
Tirante= 3.28 m (altezza critica)

Velocità= 5.6 m/s (velocità critica)

Corrente al piede della scalinata [$\alpha=30^\circ=\arctan(h/l)$]



Skimming Flow Regime (1)
Fig. 4-6 - Definition of the roughness height k_s for a skimming flow regime



$$h/l=1/1.75=0.57$$

$$k_s=h \times \cos \alpha= 0.87m$$

$\frac{y_{cr}}{l} = \frac{3.28}{1.75} = 1.87 > \left[1.057 - 0.465 \times \frac{h}{l} \right] = 0.79$ (si instaura 'skimming flow' con le caratteristiche sotto riportate; cfr. Hydraulic design of stepped cascades, channels, weirs and spillways, H.Chanson, Ed. Pergamon, 1994)

$$R_H = \frac{A_W}{P_W} \quad D_H = 4 \frac{A_W}{P_W}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{8g}{f_e}} \sqrt{R_H \sin \alpha}$$

$$Q = 112 \text{ m}^3/\text{s} = V_0 \times d_0 \times B$$

$f_e \cong 1$ da cui si ricava $d_0 = 2.53 \text{ m}$ $V_0 = 7.37 \text{ m/s}$ e $Fr=1.48$

Si trascura l'allargamento del muro andatore (dissipazione per allargamento)

Spinte al piede della scalinata

Spinta statica= $\frac{1}{2} \gamma d_0^2 \times B=192 \text{ kN}$

Spinta dinamica: $\rho Q V_0=841 \text{ kN}$

Spinta al muro e scogliera di smorzamento (distante 28m dal piede della scalinata)

$D=49.36-45.0=4.36m$

BB=proiezione dei muri andatori sulla scogliera di smorzamento=15m

Spinta statica= $\frac{1}{2} \gamma D^2 \times BB=1426 \text{ kN}$

Spinta dinamica=0 kN

 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

Contenimento del risalto e deviazione della corrente

(Spinta statica + dinamica)_{al piede della scalinata} < (Spinta statica)_{al muro e scogliera}

Contenimento del risalto e ondulazioni/dissipazioni nella vasca

Lunghezza di dissipazione $\cong 6 \times (d_0)_{coniugata} = 6 \times d_0 \times \frac{1}{2} \times (-1 + \sqrt{1 + 8 \times Fr^2}) = 6 \times 4.18m = 25m$

Lunghezza di dissipazione \ll Lunghezza vasca $\approx 48-50m$

10.3 Verifica della scogliera in sponda destra

Dal modello idraulico in HEC-RAS è possibile ricavare la velocità media in corrispondenza della sezione Valp sec 1, subito a valle dello scarico del Valpantena nel Morandina, con valori presentati in Tabella 10.1:

Tabella 10.1 Velocità medie per la sezione composita Valp Sec 1.

	Sponda sinistra	Tratto canalizzato	Sponda destra
V media [m/s]	1.84	3.67	1.83

Affinché la scogliera di sponda sia stabile la velocità deve essere inferiore a quella critica. La velocità critica [m/s] è calcolata come:

$$v_{cr} \approx 5 \div 7 \sqrt{d}$$

Con

d: diametro dei massi [m] e

E' ritenuto che il coefficiente associato a \sqrt{d} debba essere maggiore di 8 per determinare il movimento, mentre per il valore di 4 la velocità critica è definita di equilibrio.

Nel caso in esame la velocità critica di movimento è pari a $v_{cr} \approx 4.6$ m/s.

Confrontando quindi la velocità nel tratto canalizzato e la velocità critica si verifica che

$$v_{media} < v_{cr}$$

Lo schema è cautelativo in quanto i massi squadrati sono parzialmente sovrapposti uno all'altro e quindi stabilizzati.

 <p>Consorzio IrieAV Due</p> <p>GENERAL CONTRACTOR</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica EI2 RH IN01 06 001</p>	<p>B</p>

**ALLEGATO 1 - ANALISI DEI DEFLUSSI IN ALVEO -
FIUME MORANDINA E VALPANTENA**



GENERAL CONTRACTOR

ALTA SORVEGLIANZA



RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

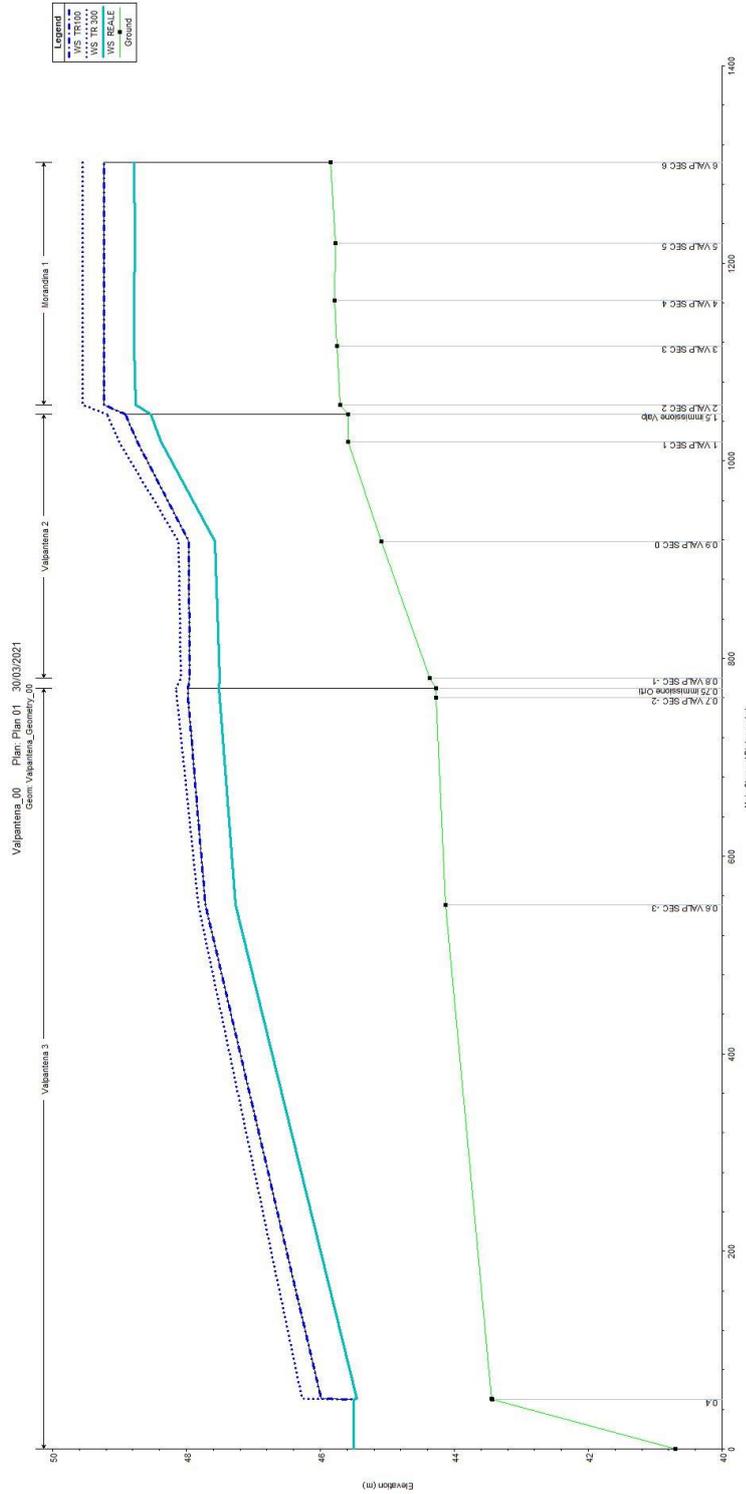
Progetto
IN17

Lotto
11

Codifica
EI2 RH IN01 06 001

B

STATO DI FATTO





GENERAL CONTRACTOR

ALTA SORVEGLIANZA



RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Progetto

IN17

Lotto

11

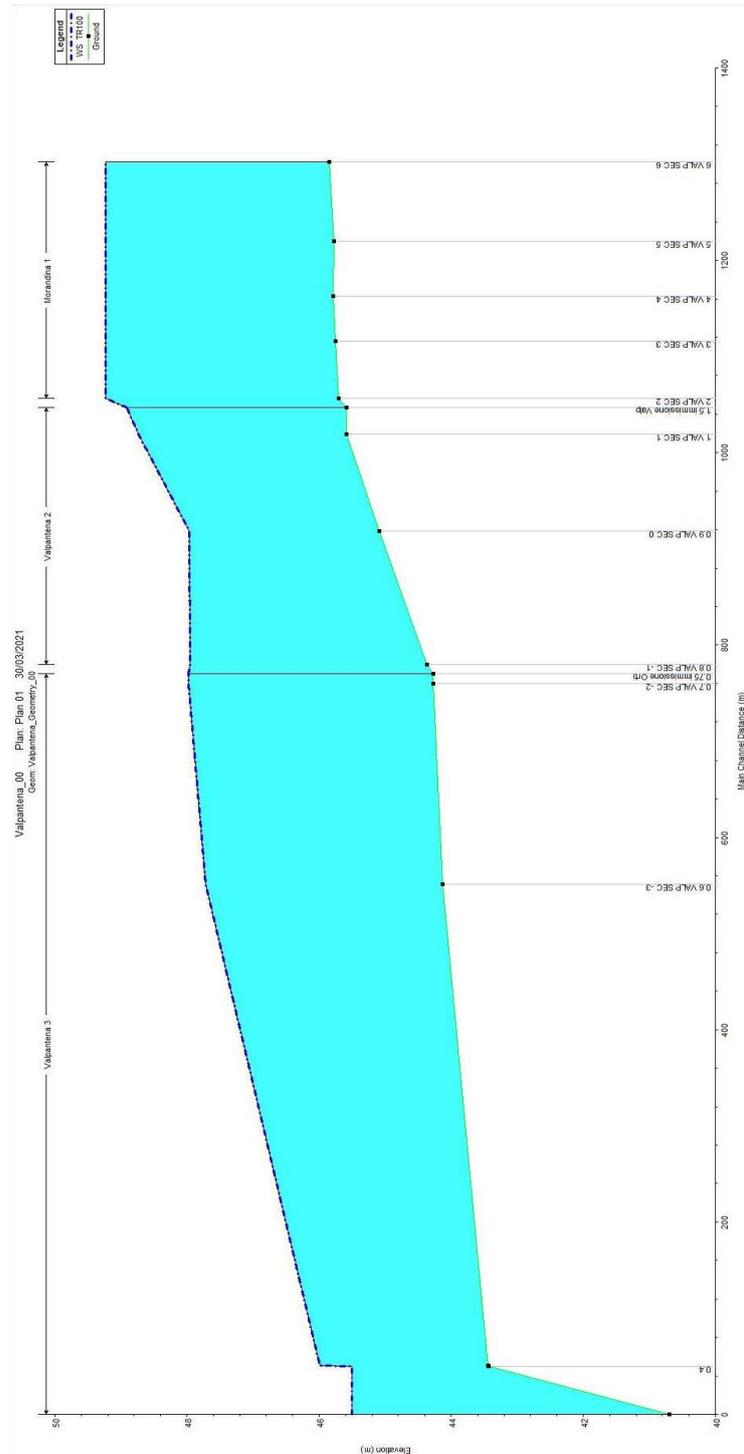
Codifica

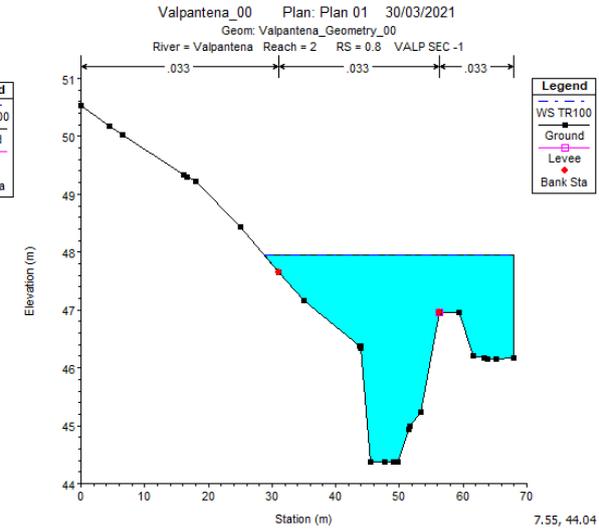
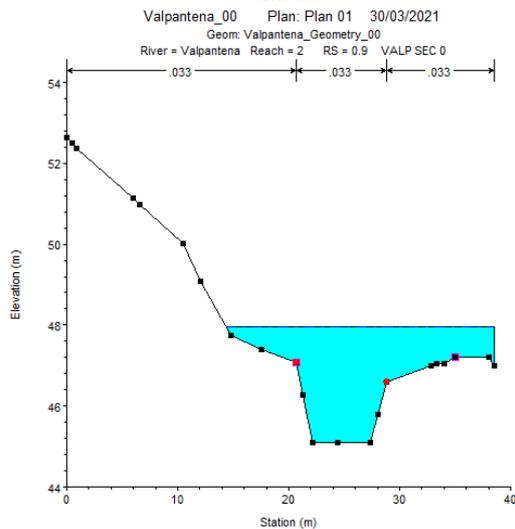
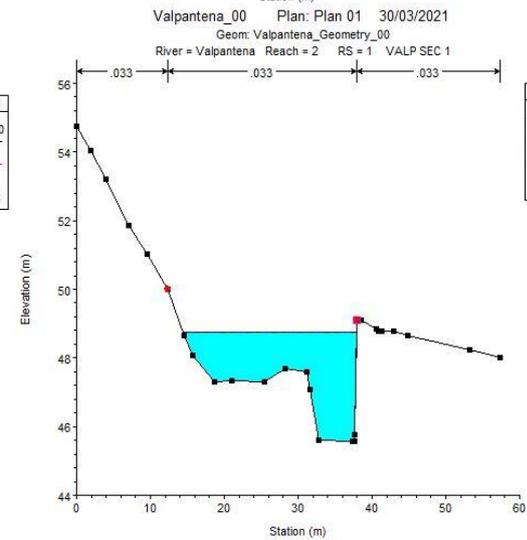
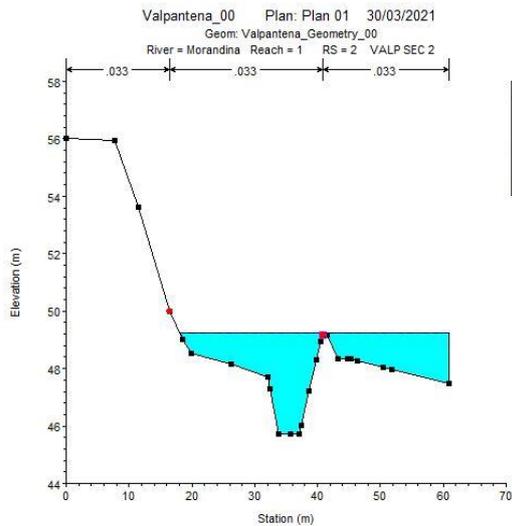
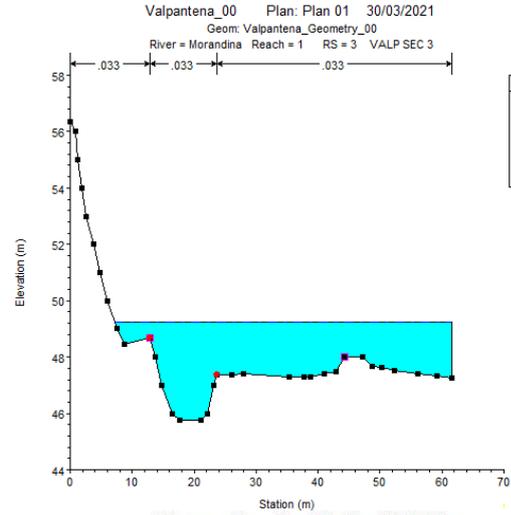
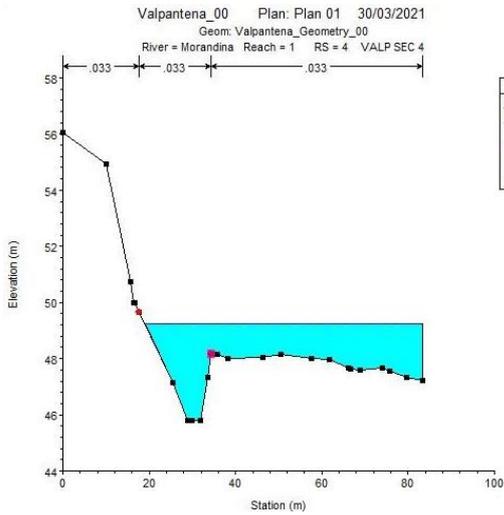
EI2 RH IN01 06 001

B

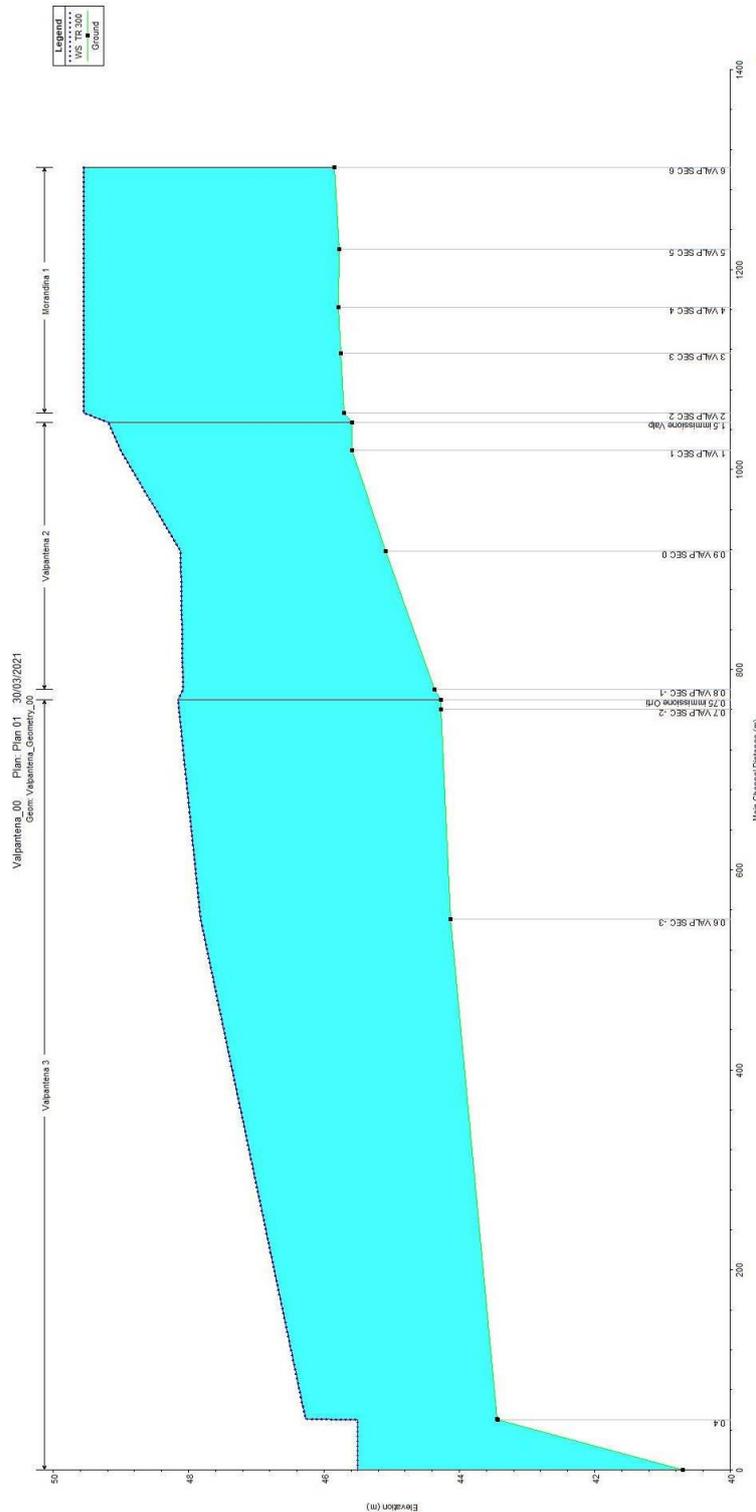
SDF - Tr = 100 anni

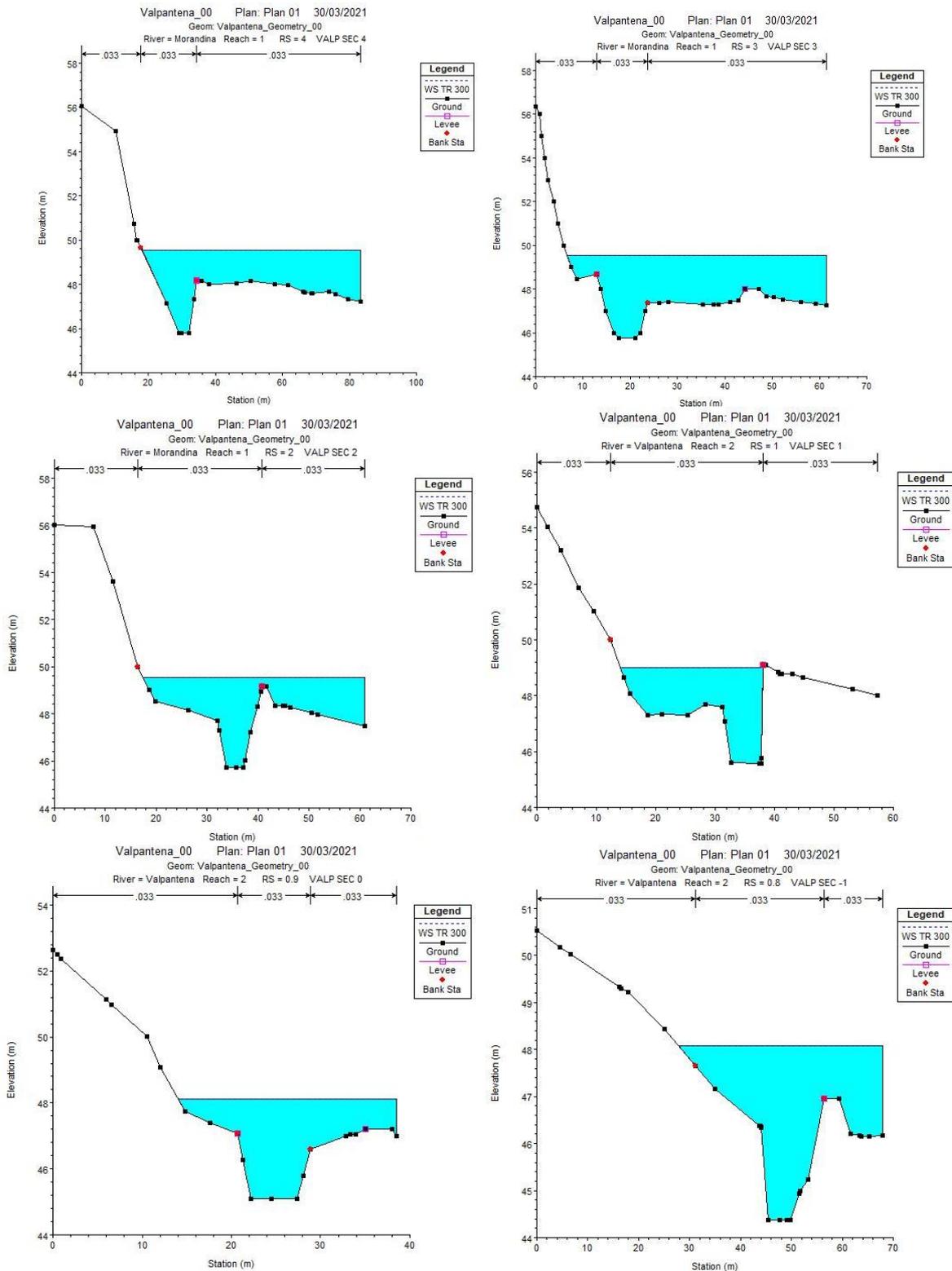
Q_Valp = 88,12 m³/s





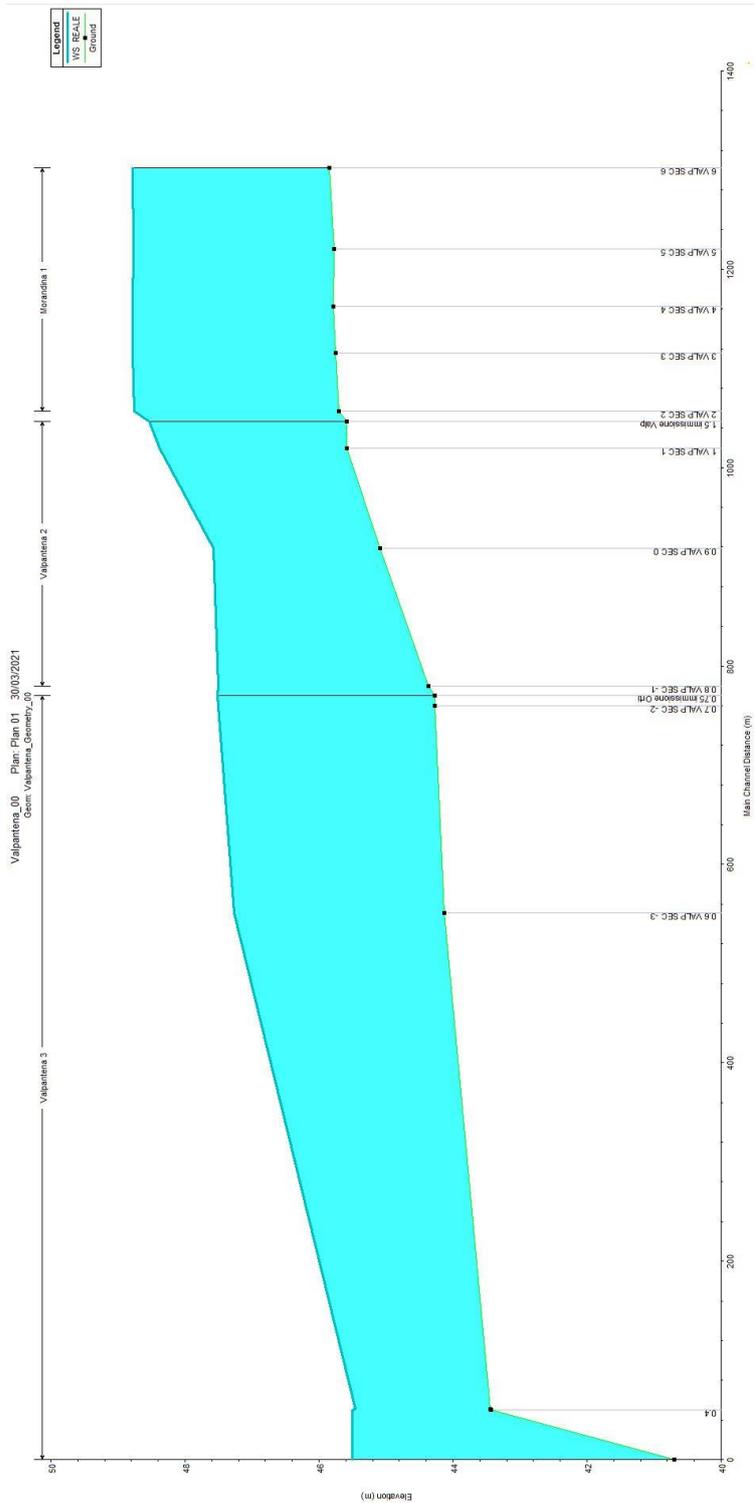
SDF - Tr = 300 anni Q_Valp = 112,56 m³/s





SDF - Tr = 100/300 anni – reale

Q_Valp = 56 m³/s





GENERAL CONTRACTOR

ALTA SORVEGLIANZA



RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Progetto

IN17

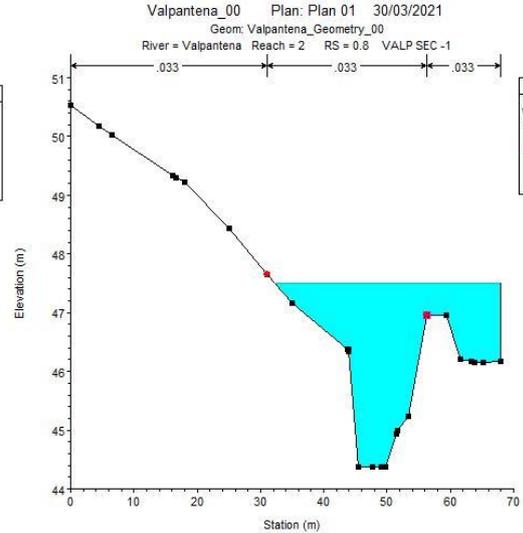
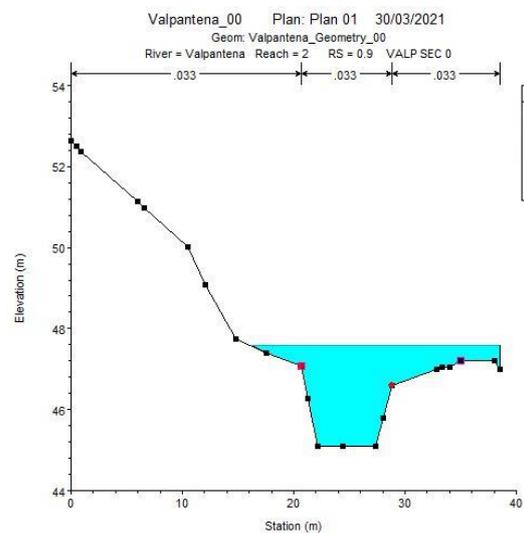
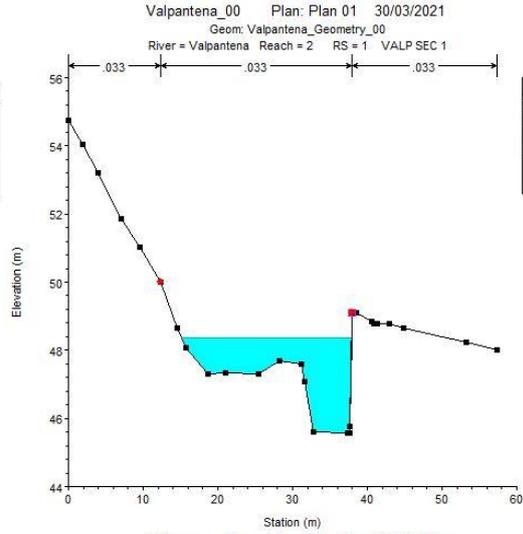
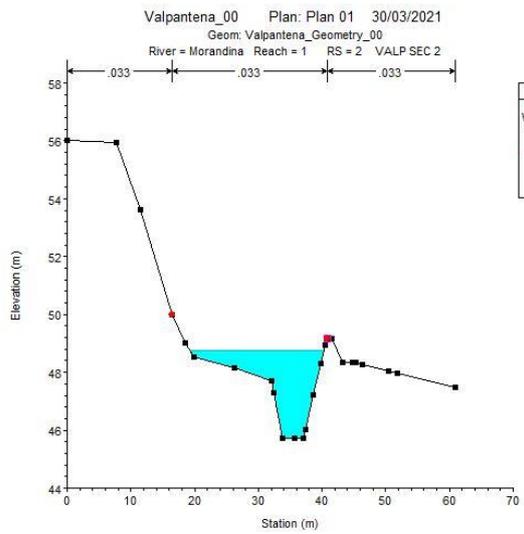
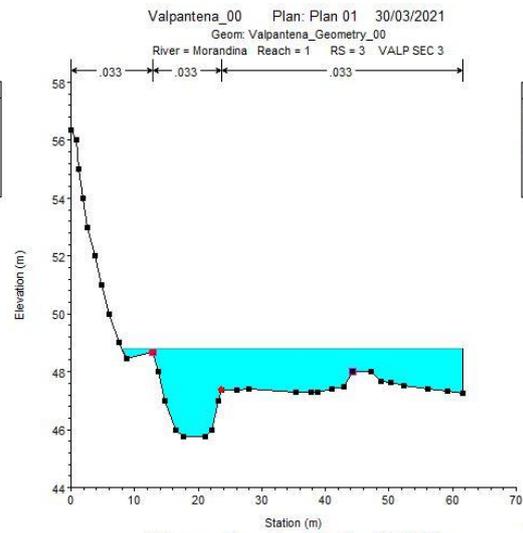
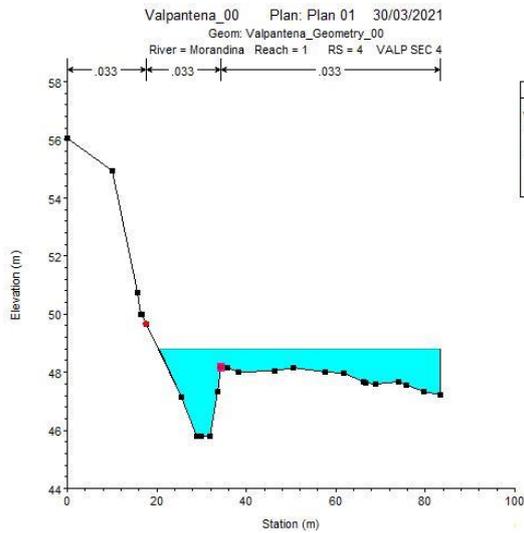
Lotto

11

Codifica

EI2 RH IN01 06 001

B





GENERAL CONTRACTOR

ALTA SORVEGLIANZA



RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Progetto
IN17

Lotto
11

Codifica
EI2 RH IN01 06 001

B

RIVER	REACH	RIVER STA	PROFIL E	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
Morandina	1	6	TR100	13.4	45.85	49.23	47.13	49.25	0.0002	0.66	24.64	16.44	0.12
Morandina	1	6	TR 300	13.4	45.85	49.55	47.13	49.56	0.0001	0.54	29.99	17.17	0.1
Morandina	1	6	REALE	13.4	45.85	48.79	47.13	48.82	0.0004	0.92	17.59	15.02	0.19
Morandina	1	5	TR100	13.4	45.78	49.23	47.08	49.23	0.0000	0.42	43.02	35.24	0.08
Morandina	1	5	TR 300	13.4	45.78	49.55	47.08	49.55	0.0000	0.33	54.43	35.91	0.06
Morandina	1	5	REALE	13.4	45.78	48.77	47.08	48.79	0.0002	0.67	27.38	32.89	0.14
Morandina	1	4	TR100	13.4	45.78	49.23	46.81	49.23	0.0000	0.16	99.78	64.16	0.03
Morandina	1	4	TR 300	13.4	45.78	49.55	46.81	49.55	0.0000	0.12	120.43	65.14	0.03
Morandina	1	4	REALE	13.4	45.78	48.78	46.81	48.78	0.0000	0.24	71.2	62.78	0.06
Morandina	1	3	TR100	13.4	45.76	49.23	46.62	49.23	0.0000	0.16	100.39	54.41	0.03
Morandina	1	3	TR 300	13.4	45.76	49.55	46.62	49.55	0.0000	0.14	117.85	54.88	0.02
Morandina	1	3	REALE	13.4	45.76	48.78	46.62	48.78	0.0000	0.22	76.04	53.57	0.05
Morandina	1	2	TR100	13.4	45.71	49.23	46.77	49.23	0.0000	0.24	59.43	42.83	0.06
Morandina	1	2	TR 300	13.4	45.71	49.55	46.77	49.55	0.0000	0.19	73.27	43.52	0.05
Morandina	1	2	REALE	13.4	45.71	48.76	46.77	48.78	0.0002	0.51	26.08	21.11	0.15
Valpantena	2	1.5	TR100	101.52	45.58	48.91	48.28	49.19	0.0033	2.34	43.32	23.78	0.55
Valpantena	2	1.5	TR 300	125.96	45.58	49.18	48.49	49.51	0.0033	2.53	49.82	24.25	0.56
Valpantena	2	1.5	REALE	69.4	45.58	48.53	47.98	48.74	0.0031	2.01	34.46	23.09	0.53
Valpantena	2	1	TR100	101.52	45.58	48.73	48.28	49.08	0.0046	2.59	39.14	23.47	0.64
Valpantena	2	1	TR 300	125.96	45.58	49.01	48.49	49.4	0.0044	2.76	45.59	23.95	0.64
Valpantena	2	1	REALE	69.4	45.58	48.37	47.99	48.63	0.0045	2.25	30.8	22.78	0.62
Valpantena	2	0.9	TR100	101.52	45.09	47.96	47.91	48.55	0.0055	3.72	33.49	24.12	0.74
Valpantena	2	0.9	TR 300	125.96	45.09	48.12	48.12	48.83	0.0063	4.15	37.4	24.46	0.8
Valpantena	2	0.9	REALE	69.4	45.09	47.57	47.53	48.1	0.0057	3.4	24.35	22.36	0.74
Valpantena	2	0.8	TR100	101.52	44.36	47.96	47.04	48.08	0.0012	1.62	66.57	39.22	0.37
Valpantena	2	0.8	TR 300	125.96	44.36	48.08	47.22	48.25	0.0015	1.87	71.52	40.16	0.42
Valpantena	2	0.8	REALE	69.4	44.36	47.5	46.56	47.61	0.0014	1.49	49.56	35.71	0.38
Valpantena	3	0.75	TR100	104.12	44.27	47.98	46.84	48.06	0.0007	1.36	89.58	54.74	0.29

 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

Valpantena	3	0.75	TR 300	128.56	44.27	48.15	47.1	48.21	0.0005	1.21	126.55	67.69	0.25
Valpantena	3	0.75	REALE	72	44.27	47.51	46.41	47.59	0.0008	1.33	64.53	52.12	0.3
Valpantena	3	0.7	TR100	104.12	44.27	47.97	46.84	48.05	0.0007	1.37	89.12	54.73	0.29
Valpantena	3	0.7	TR 300	128.56	44.27	48.14	47.1	48.2	0.0005	1.21	126.16	67.69	0.25
Valpantena	3	0.7	REALE	72	44.27	47.5	46.41	47.58	0.0008	1.35	63.99	52.06	0.31
Valpantena	3	0.6	TR100	104.12	44.13	47.71	46.38	47.86	0.0010	1.69	63.88	30.94	0.36
Valpantena	3	0.6	TR 300	128.56	44.13	47.82	46.64	48.01	0.0014	1.99	67.12	30.94	0.41
Valpantena	3	0.6	REALE	72	44.13	47.26	45.96	47.37	0.0010	1.47	50.18	28.56	0.34
Valpantena	3	0.5	TR100	104.12	43.44	45.99	45.99	46.55	0.0106	3.32	31.34	27.81	1
Valpantena	3	0.5	TR 300	128.56	43.44	46.28	46.28	46.67	0.0065	2.89	51.31	64.49	0.8
Valpantena	3	0.5	REALE	72	43.44	45.45	45.45	46.08	0.0105	3.52	20.45	16.25	1
Valpantena	3	0.4	TR100	104.12	43.44	45.5	41.87	45.51	0.0000	0.17	352.07	129.45	0.05
Valpantena	3	0.4	TR 300	128.56	43.44	45.5	41.97	45.51	0.0000	0.21	352.17	129.5	0.06
Valpantena	3	0.4	REALE	72	43.44	45.5	41.72	45.5	0.0000	0.12	351.97	129.4	0.03
Valpantena	3	0.3	TR100	104.12	40.7	45.5	41.81	45.5	0.0000	0.31	338.65	115.73	0.06
Valpantena	3	0.3	TR 300	128.56	40.7	45.5	41.89	45.51	0.0000	0.38	338.65	115.73	0.07
Valpantena	3	0.3	REALE	72	40.7	45.5	41.65	45.5	0.0000	0.21	338.65	115.73	0.04



GENERAL CONTRACTOR

ALTA SORVEGLIANZA



RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Progetto

IN17

Lotto

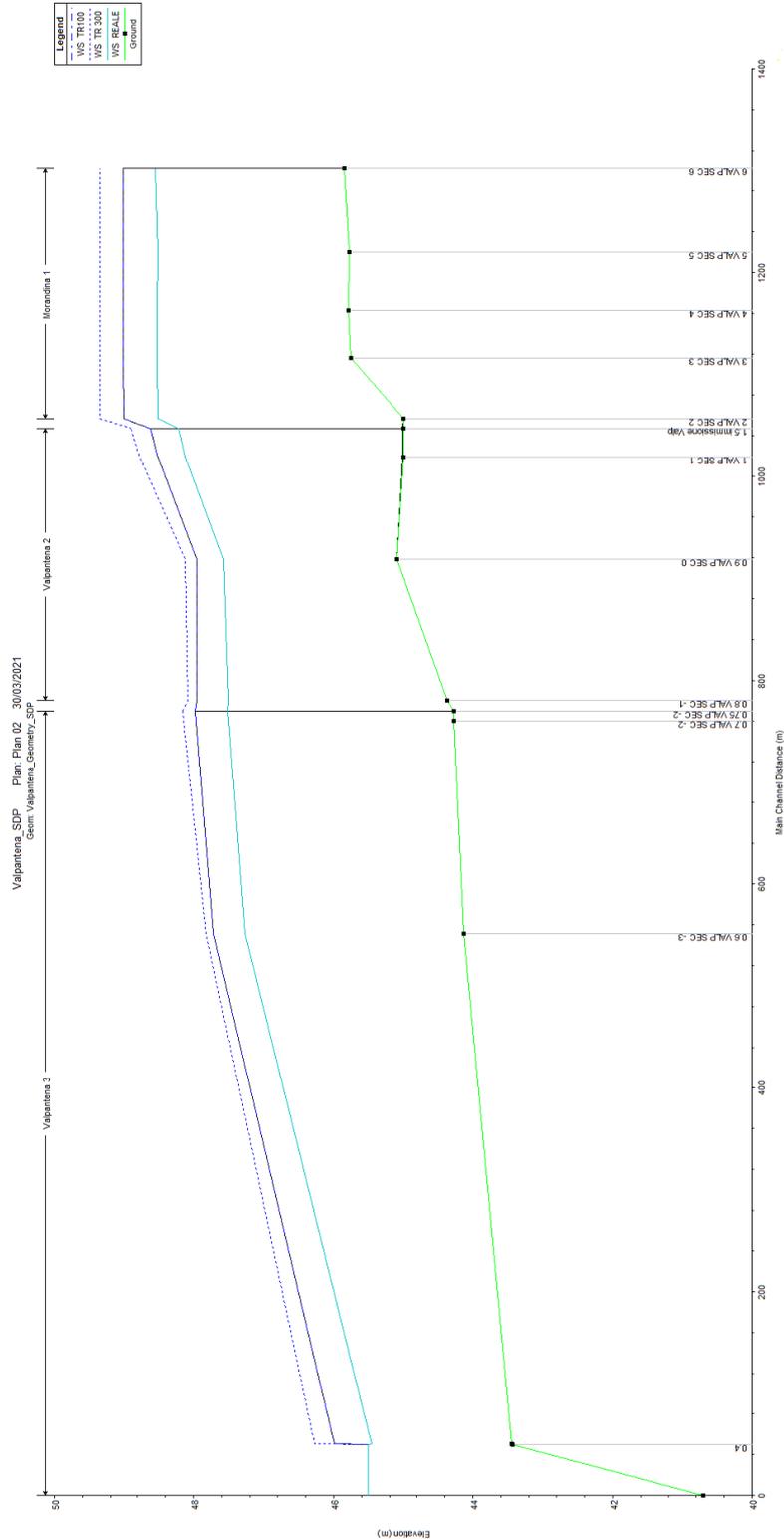
11

Codifica

EI2 RH IN01 06 001

B

STATO DI PROGETTO





GENERAL CONTRACTOR

ALTA SORVEGLIANZA



RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Progetto
IN17

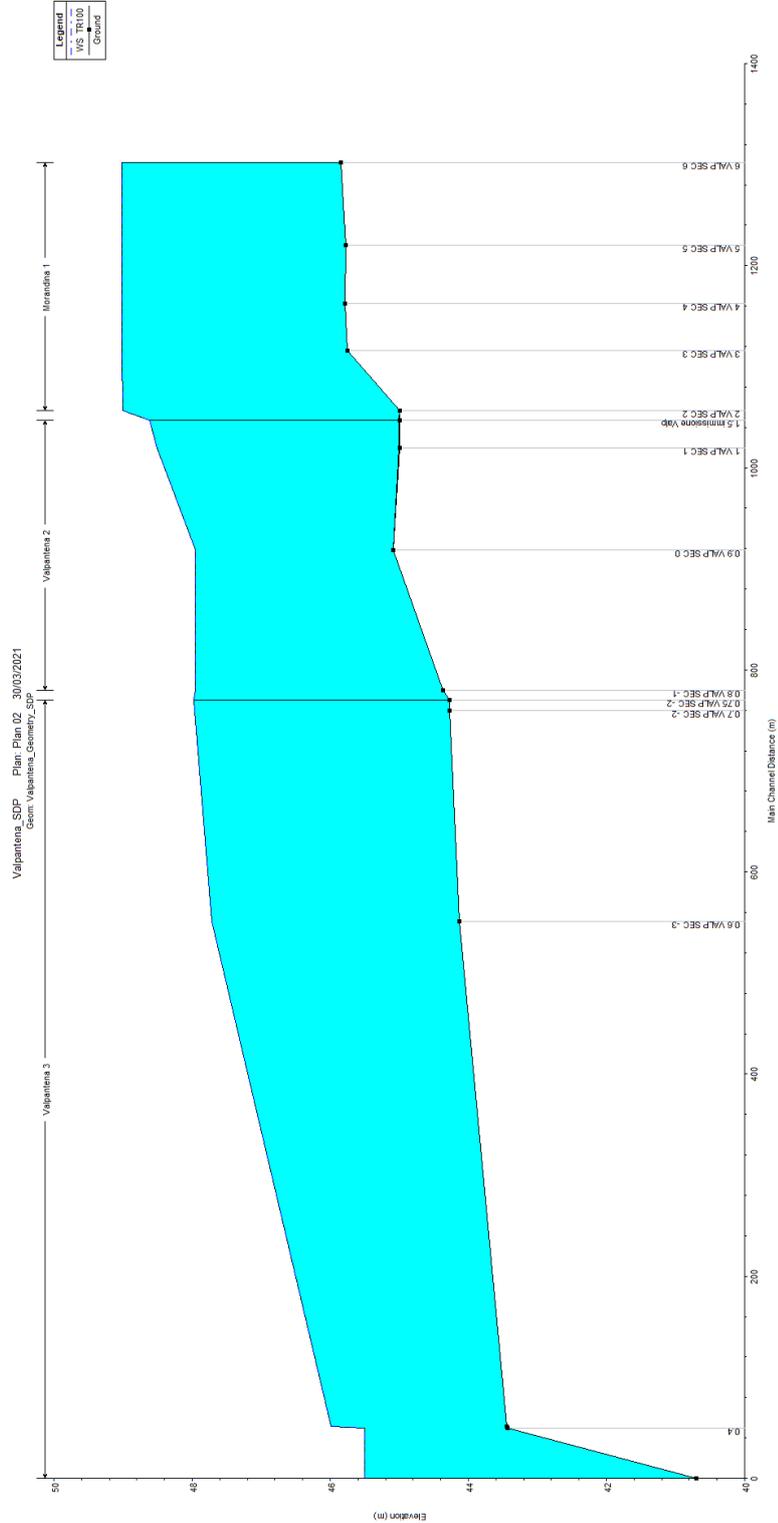
Lotto
11

Codifica
EI2 RH IN01 06 001

B

SDP - Tr = 100 anni

Q_Valp = 88,12 m³/s



RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Progetto

IN17

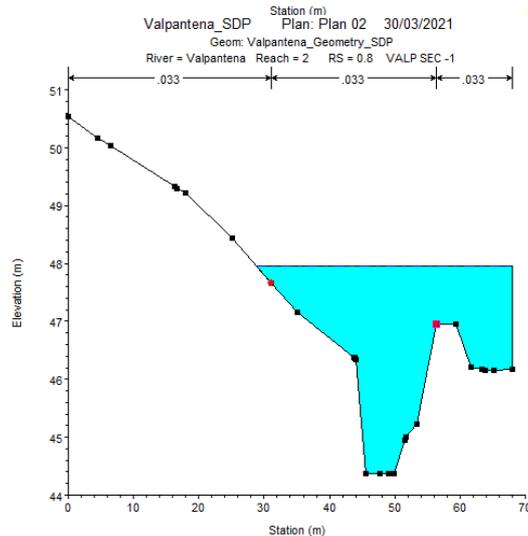
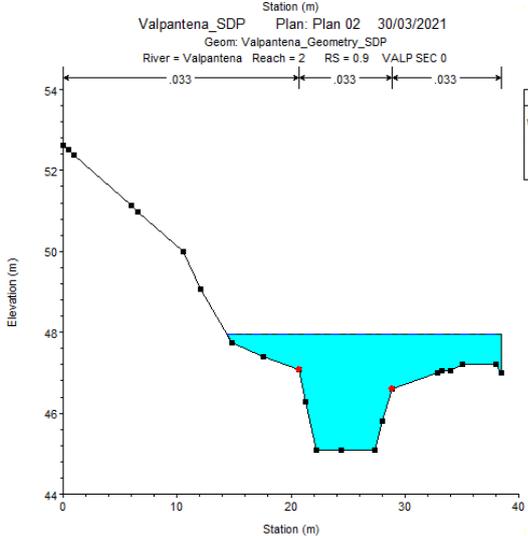
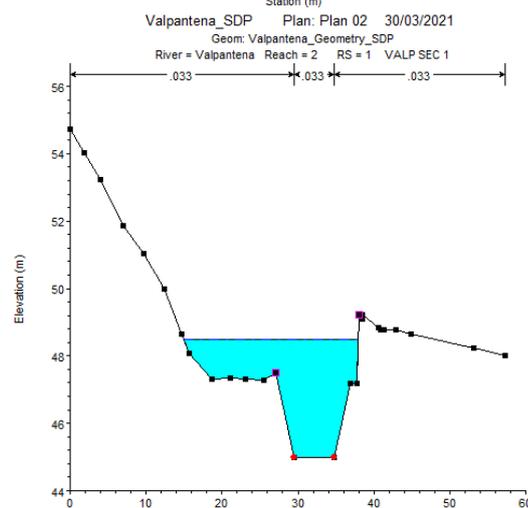
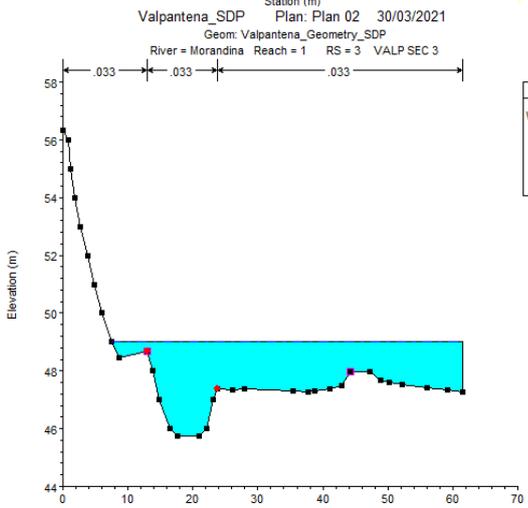
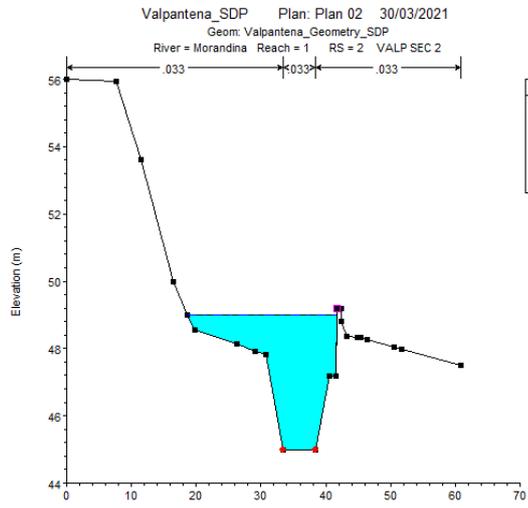
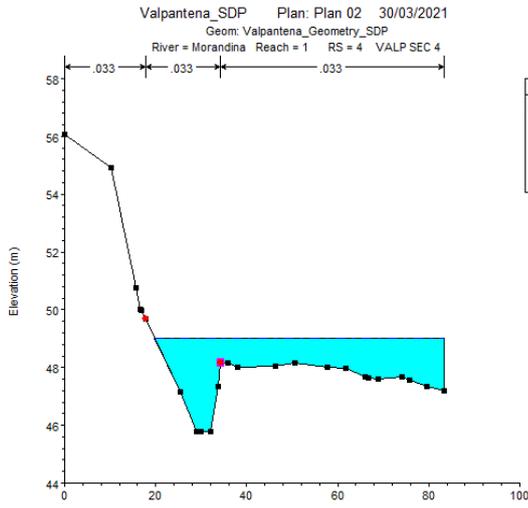
Lotto

11

Codifica

EI2 RH IN01 06 001

B





GENERAL CONTRACTOR

ALTA SORVEGLIANZA



RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Progetto

IN17

Lotto

11

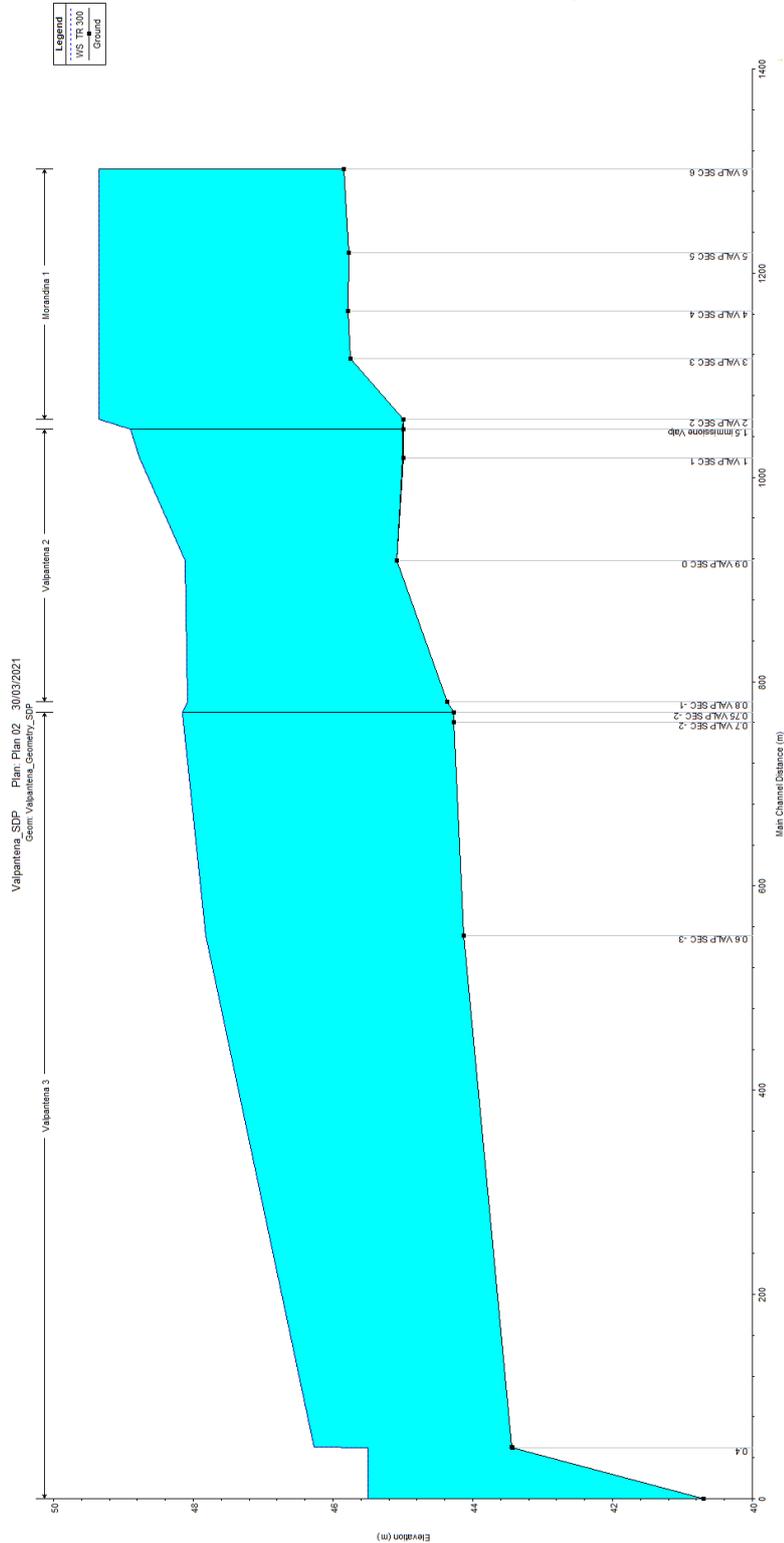
Codifica

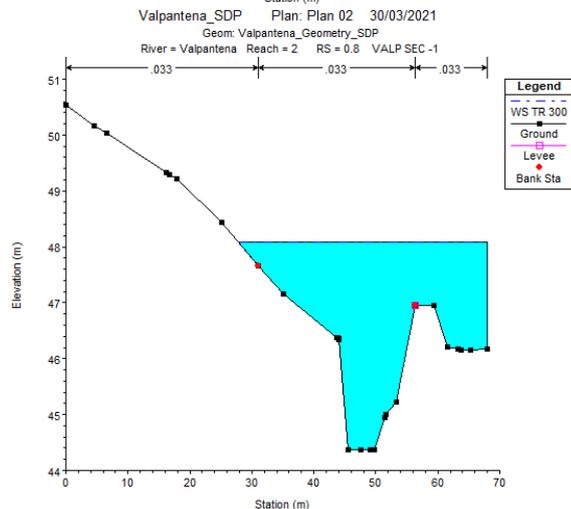
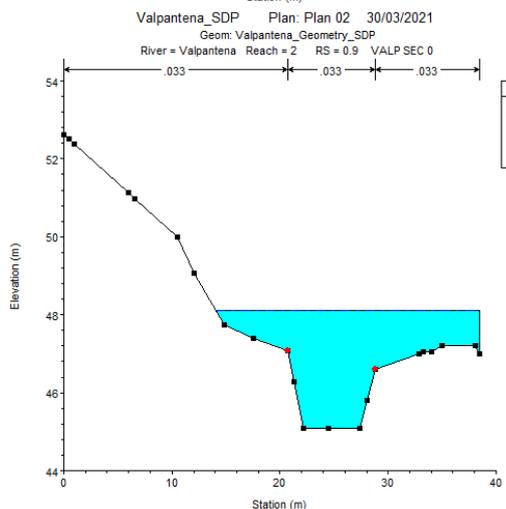
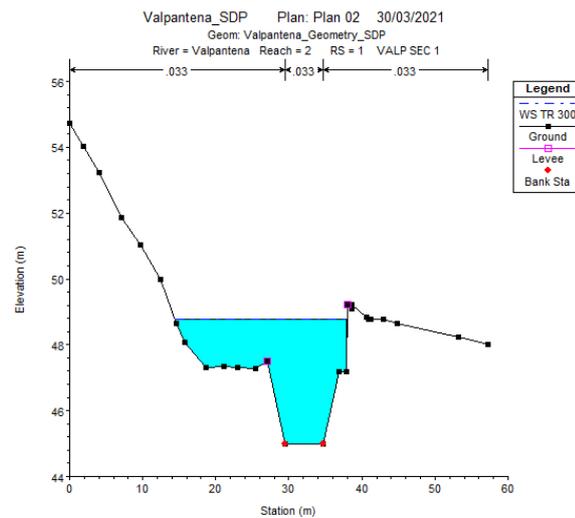
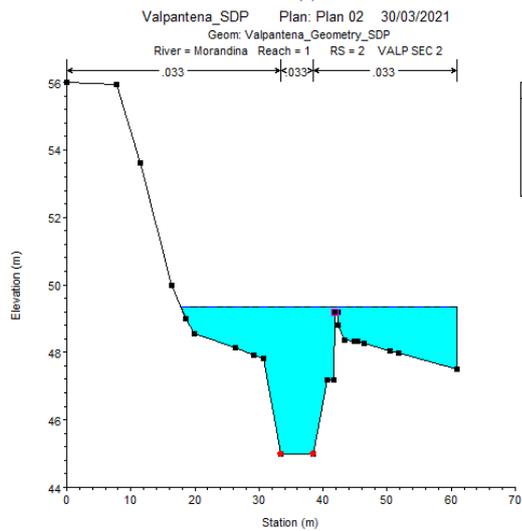
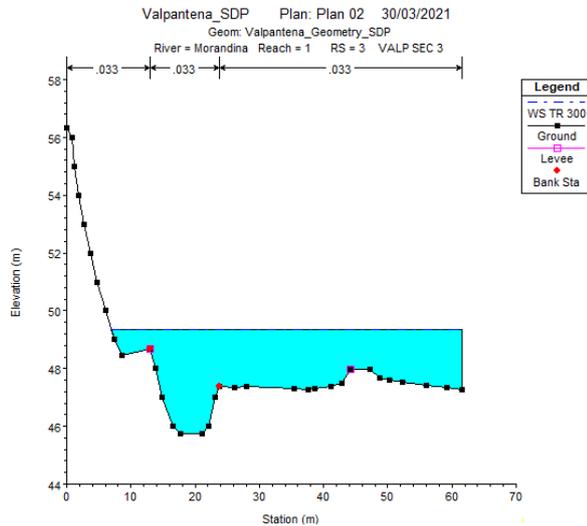
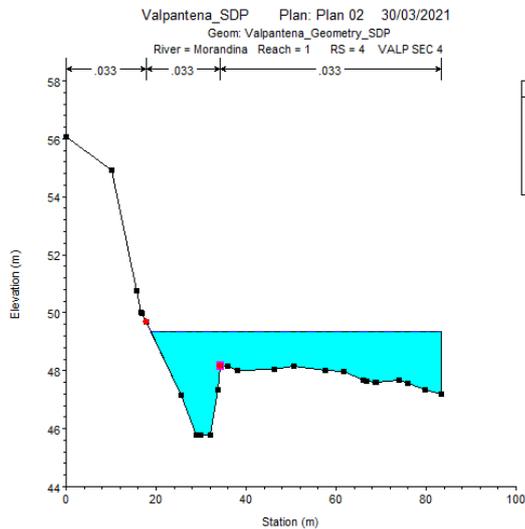
EI2 RH IN01 06 001

B

SDP - Tr = 300 anni

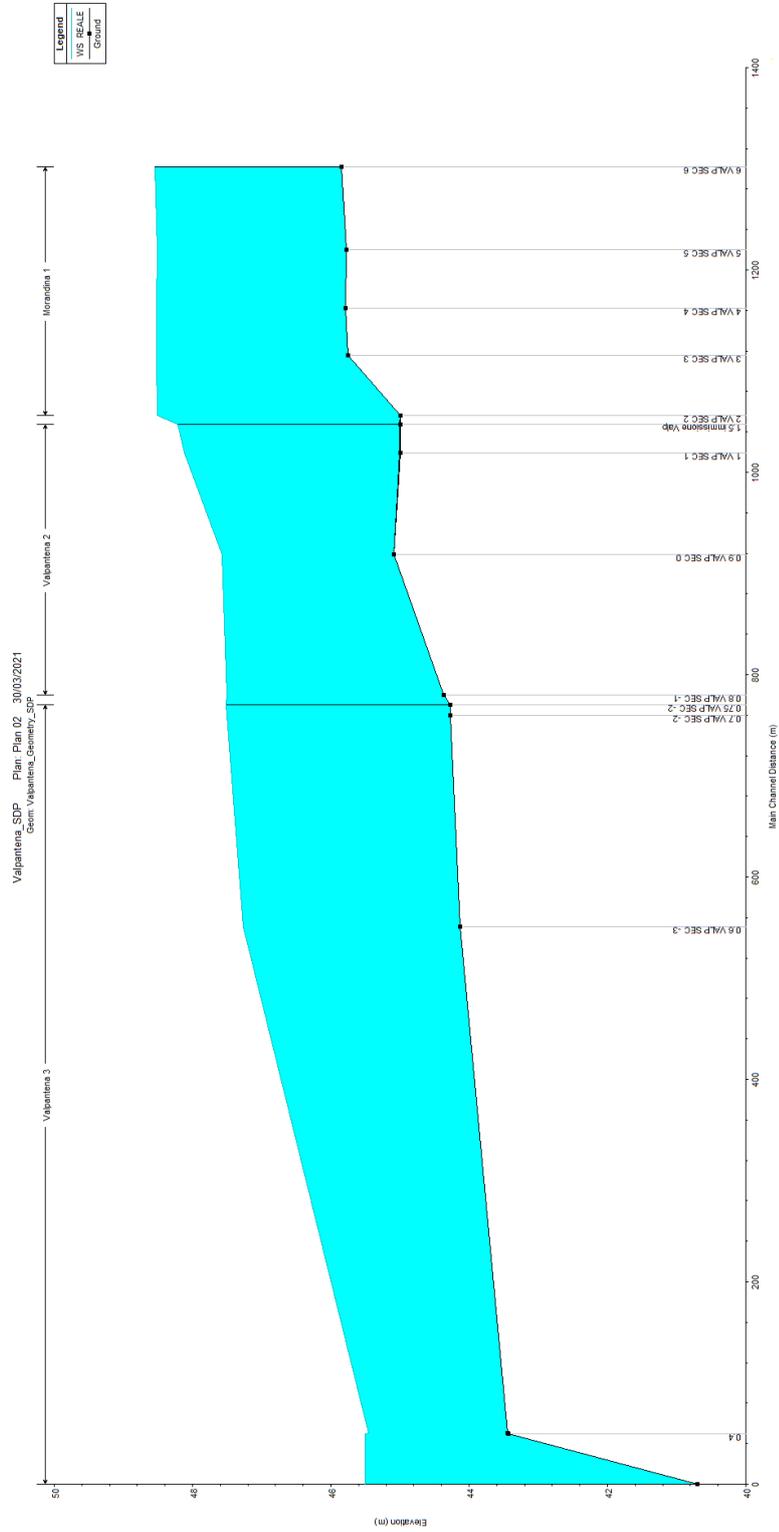
Q_Valp = 112,56 m³/s





SDP - Tr = 100/300 anni – reale

Q_Valp = 56 m³/s





GENERAL CONTRACTOR

ALTA SORVEGLIANZA



RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Progetto

IN17

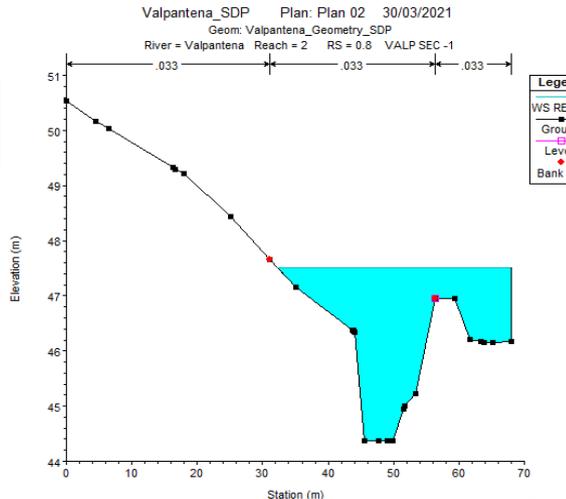
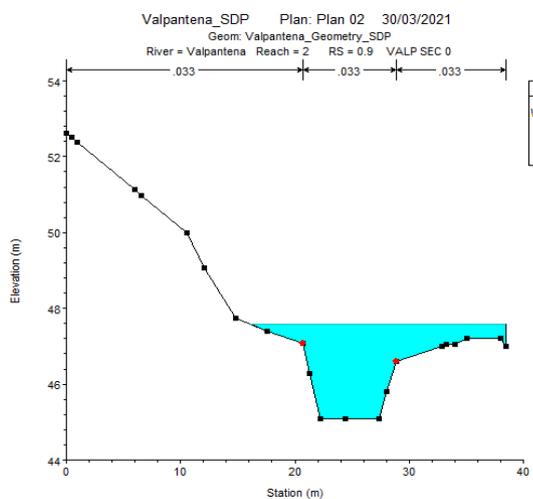
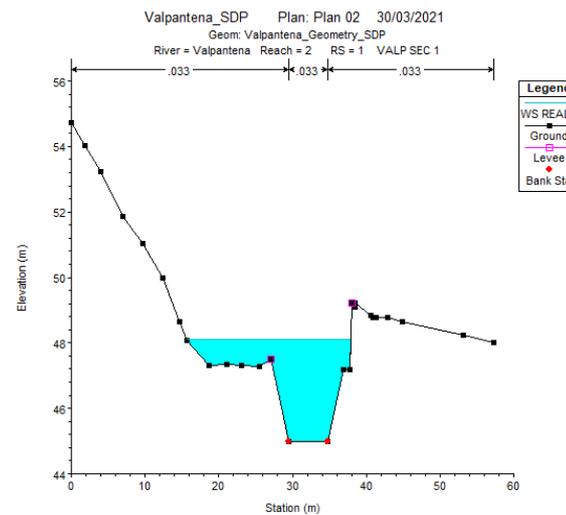
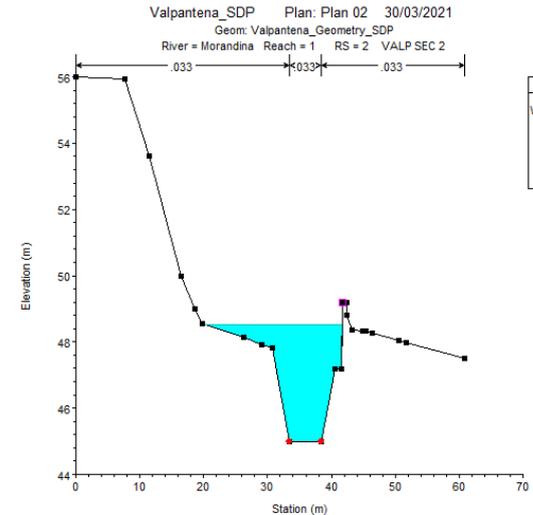
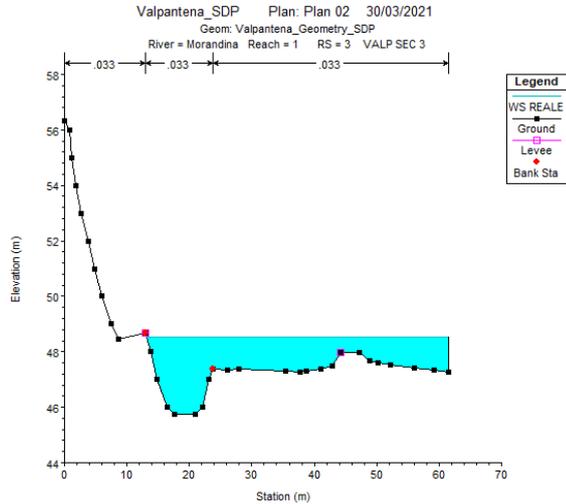
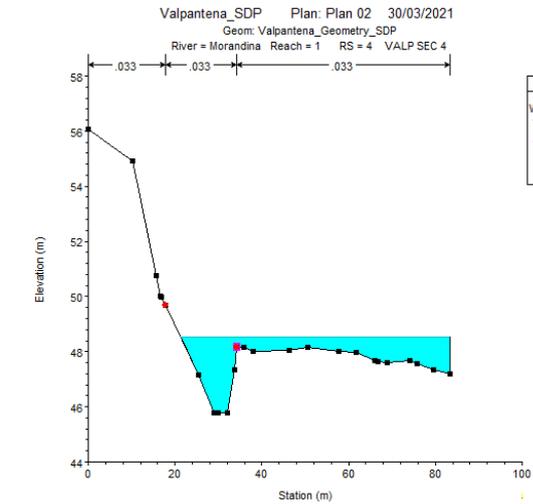
Lotto

11

Codifica

EI2 RH IN01 06 001

B



 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

RIVER	REACH	RIVER STA	PROFIL E	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
Morandina	1	6	TR100	13.4	45.85	49.02		49.04	0.0003	0.77	21.24	16.16	0.15
Morandina	1	6	TR 300	13.4	45.85	49.35		49.37	0.0001	0.61	26.71	16.7	0.11
Morandina	1	6	REALE	13.4	45.85	48.55		48.6	0.0008	1.11	14.13	13.86	0.24
Morandina	1	5	TR100	13.4	45.78	49.02		49.03	0.0001	0.52	35.63	34.75	0.1
Morandina	1	5	TR 300	13.4	45.78	49.35		49.36	0.0000	0.38	47.48	35.53	0.07
Morandina	1	5	REALE	13.4	45.78	48.51		48.55	0.0004	0.91	18.97	30.76	0.2
Morandina	1	4	TR100	13.4	45.78	49.02	46.81	49.02	0.0000	0.19	86.38	63.52	0.04
Morandina	1	4	TR 300	13.4	45.78	49.35	46.81	49.36	0.0000	0.14	107.86	64.55	0.03
Morandina	1	4	REALE	13.4	45.78	48.52	46.81	48.53	0.0000	0.33	55.26	61.99	0.08
Morandina	1	3	TR100	13.4	45.76	49.02	46.62	49.02	0.0000	0.18	89	54.1	0.04
Morandina	1	3	TR 300	13.4	45.76	49.35	46.62	49.35	0.0000	0.15	107.24	54.59	0.03
Morandina	1	3	REALE	13.4	45.76	48.52	46.62	48.52	0.0000	0.27	62.64	48.39	0.06
Morandina	1	2	TR100	13.4	44.99	49.01	45.86	49.02	0.0000	0.43	44.89	23.24	0.07
Morandina	1	2	TR 300	13.4	44.99	49.35	45.86	49.35	0.0000	0.29	78.35	43.12	0.04
Morandina	1	2	REALE	13.4	44.99	48.51	45.86	48.52	0.0000	0.56	33.57	21.4	0.1
Valpantena	2	1.5	TR100	101.52	45	48.62	48.09	48.98	0.0019	3.19	45.43	23.25	0.54
Valpantena	2	1.5	TR 300	125.96	45	48.9	48.33	49.31	0.0021	3.45	52.05	23.75	0.56
Valpantena	2	1.5	REALE	69.4	45	48.21	47.42	48.49	0.0017	2.73	36.13	22.45	0.49
Valpantena	2	1	TR100	101.52	45	48.5	48.09	48.91	0.0023	3.39	42.75	23.02	0.58
Valpantena	2	1	TR 300	125.96	45	48.78	48.33	49.24	0.0024	3.66	49.12	23.53	0.6
Valpantena	2	1	REALE	69.4	45	48.12	47.42	48.43	0.0019	2.89	34.09	22.27	0.52
Valpantena	2	0.9	TR100	101.52	45.09	47.95	47.9	48.55	0.0055	3.74	33.34	24.11	0.75
Valpantena	2	0.9	TR 300	125.96	45.09	48.11	48.11	48.83	0.0064	4.18	37.17	24.44	0.81
Valpantena	2	0.9	REALE	69.4	45.09	47.57	47.53	48.09	0.0057	3.41	24.27	22.33	0.74
Valpantena	2	0.8	TR100	101.52	44.36	47.96	47.05	48.08	0.0012	1.62	66.49	39.2	0.37
Valpantena	2	0.8	TR 300	125.96	44.36	48.08	47.21	48.25	0.0015	1.87	71.5	40.16	0.42
Valpantena	2	0.8	REALE	69.4	44.36	47.5	46.56	47.61	0.0014	1.49	49.54	35.7	0.38
Valpantena	3	0.75	TR100	104.12	44.27	47.98	46.84	48.05	0.0007	1.36	89.47	54.74	0.29

 Consorzio IrieAV Due GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica EI2 RH IN01 06 001

Valpantena	3	0.75	TR 300	128.56	44.27	48.15	47.1	48.21	0.0005	1.21	126.52	67.69	0.25
Valpantena	3	0.75	REALE	72	44.27	47.51	46.41	47.59	0.0008	1.34	64.5	52.12	0.31
Valpantena	3	0.7	TR100	104.12	44.27	47.97	46.84	48.05	0.0007	1.37	89.01	54.73	0.29
Valpantena	3	0.7	TR 300	128.56	44.27	48.14	47.1	48.2	0.0005	1.21	126.12	67.69	0.25
Valpantena	3	0.7	REALE	72	44.27	47.5	46.41	47.58	0.0008	1.35	63.96	52.05	0.31
Valpantena	3	0.6	TR100	104.12	44.13	47.71		47.85	0.0011	1.69	63.79	30.94	0.36
Valpantena	3	0.6	TR 300	128.56	44.13	47.82		48.01	0.0014	1.99	67.1	30.94	0.41
Valpantena	3	0.6	REALE	72	44.13	47.26		47.37	0.0010	1.47	50.15	28.56	0.34
Valpantena	3	0.5	TR100	104.12	43.44	45.99	45.99	46.55	0.0106	3.32	31.35	27.81	1
Valpantena	3	0.5	TR 300	128.56	43.44	46.28	46.28	46.67	0.0064	2.89	51.38	64.5	0.8
Valpantena	3	0.5	REALE	72	43.44	45.46	45.46	46.08	0.0105	3.51	20.49	16.27	1
Valpantena	3	0.4	TR100	104.12	43.44	45.5	41.87	45.51	0.0000	0.17	352.07	129.45	0.05
Valpantena	3	0.4	TR 300	128.56	43.44	45.5	41.97	45.51	0.0000	0.21	352.17	129.5	0.06
Valpantena	3	0.4	REALE	72	43.44	45.5	41.72	45.5	0.0000	0.12	351.97	129.4	0.03
Valpantena	3	0.3	TR100	104.12	40.7	45.5	41.8	45.5	0.0000	0.31	338.65	115.73	0.06
Valpantena	3	0.3	TR 300	128.56	40.7	45.5	41.9	45.51	0.0000	0.38	338.65	115.73	0.07
Valpantena	3	0.3	REALE	72	40.7	45.5	41.65	45.5	0.0000	0.21	338.65	115.73	0.04