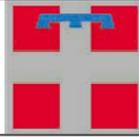


# REGIONE PIEMONTE



## COMUNE DI RASSA PROVINCIA DI VERCELLI

### IMPIANTO IDROELETTRICO "SORBA"

DOMANDA DI NUOVA CONCESSIONE DI DERIVAZIONE AD USO ENERGETICO

### PROGETTO DEFINITIVO

**REVISIONE 10-2017**

TIMBRO DELL'ENTE

.....

IL PROPONENTE  
Il Sindaco

.....

ELAB.

SCALA

E2

-

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

COD.

REV.

DATA

DESCRIZIONE

080\_12

00

OTTOBRE 2017

EMISSIONE



**Studio ARPS**  
*Ingegneria Civile-Idraulica*

Ing. Rossana Appendino

Via Vignati, 14 - 10040 San Gillio (TO)  
Tel.-Fax 011/9840854 Cell. 335 8379321  
E-mail: [ing.appendino@studioarps.it](mailto:ing.appendino@studioarps.it)

**REGIONE PIEMONTE****PROVINCIA DI VERCELLI****COMUNE DI RASSA****IMPIANTO IDROELETTRICO "SORBA"****DOMANDA DI CONCESSIONE DI DERIVAZIONE AD USO ENERGETICO****PROGETTO DEFINITIVO****REVISIONE 10-2017****RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA****SOMMARIO**

<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>STUDIO IDROLOGICO DEI PRELIEVI</b>	<b>3</b>
INQUADRAMENTO BACINI IDROGRAFICI	3
CALCOLO DELLE PORTATE MEDIA ANNUA	10
CALCOLO DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE E MODALITA' DI RILASCIO	13
CALCOLO DELLA CURVA DI DURATA E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	15
CALCOLO DELLE PORTATE UTILIZZABILI	19
<b>STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO RELATIVO ALLA COMPATIBILITA' DELLE OPERE</b>	<b>24</b>
BACINI IDROGRAFICI E SEZIONI DI CHIUSURA	24
CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI MASSIME	25
CALCOLO DELLE PORTATE AL COLMO PER ASSEGNATO TR	27
RILIEVI IN CAMPO PER LA VALUTAZIONE DEL MATERIALE LITOIDE IN ALVEO	29
STUDIO DEL TRASPORTO SOLIDO AL FONDO	33
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	42
ANALISI IDRAULICA	42
RISULTATI DELL'ANALISI IDRAULICA	46
COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLA TRAVERSA DI DERIVAZIONE	47
<b>DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE OPERE</b>	<b>50</b>
TRAVERSA E CANALE DI DERIVAZIONE	50
SEZIONE DI RILASCIO DEL DMV	52
CANALE SGHIAIATORE/DISSABBIATORE	52
CONDOTTA FORZATA	53
CANALE DI SCARICO	56
<b>ALLEGATI</b>	<b>57</b>
OPERA DI PRESA – SITUAZIONE ESISTENTE	58
OPERA DI PRESA – SITUAZIONE PROGETTO	63
CENTRALE DI PRODUZIONE – SITUAZIONE ESISTENTE	71
STUDIO CONFLUENZA TORRENTI SORBA - GRONDA	71

## PREMESSA

Oggetto della presente relazione è lo studio idrologico-idraulico del Torrente Sorba nel tratto sotteso all'Impianto Idroelettrico "Sorba" finalizzato:

- all'analisi dei prelievi relativi al funzionamento dell'impianto;
- all'interazione tra il corso d'acqua e le opere previste in progetto in relazione ad eventi di carattere eccezionale;
- al dimensionamento idraulico delle opere costituenti l'impianto.

Lo studio è stato condotto in base ad un'attenta analisi del sito di intervento finalizzata alla definizione della dinamica torrentizia relativa ai diversi eventi pluviometrici di carattere sia ordinario, sia eccezionale, con particolare attenzione alle condizioni idrauliche che caratterizzano la zona relativa all'opera di presa.

In sintesi lo studio è stato così strutturato:

### □ studio idrologico dei prelievi:

- mediante l'impiego dei dati provenienti dalle stazioni di monitoraggio della Regione Piemonte presenti nel Comune di Rassa e l'elaborazione dei dati pluviometrici secondo le metodologie classiche della letteratura tecnica;
- valutazione del Deflusso Minimo Vitale secondo quanto previsto al D.P.G.R.n.8/R del 17/07/2007 "*Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale*" ed attraverso le valutazioni tecniche di tipo idrobiologico condotte in campo al fine di rendere il prelievo compatibile con l'ambiente acquatico e le caratteristiche dell'area di tutela in cui è situato l'impianto;

### □ studio idrologico-idraulico relativo alla compatibilità idraulica delle opere:

- analisi dei dati di pioggia attraverso le Curve di Massima Possibilità Pluviometrica dell'Autorità di Bacino (Norme di attuazione - Allegato3) per la determinazione delle altezze di pioggia finalizzate al calcolo della portata massima al colmo riferita ad un tempo di ritorno pari a *TR 20, 100, 200, 500 anni*;
- valutazione della portata massima al colmo, impiegando il Metodo Razionale che, a seguito di valutazioni tecniche è risultato il più rappresentativo delle caratteristiche idrologiche e geomorfologiche del bacino esaminato;
- valutazione del fenomeno di trasporto solido al fondo mediante campagna di prelievi in sito e definizione dell'andamento granulometrico caratteristico del corso d'acqua;
- studio del comportamento idraulico eseguito impiegando il codice di calcolo, *HEC-RAS 4.0*, realizzato dal U.S. Army Corps of Engineers, per una corrente di tipo monodimensionale e gradualmente variata in condizioni di moto stazionario in alveo non prismatico a fondo fisso; le simulazioni eseguite hanno condotto alla definizione dei tiranti idrici e dell'andamento del profilo di superficie libera: queste informazioni hanno permesso di caratterizzare i siti esaminati in funzione del grado di pericolosità al rischio idraulico;

il dimensionamento idraulico è stato eseguito sulla base delle indicazioni riportate nella *DIRETTIVA 4: Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B"*.

condizioni di studio idraulico:

- tempo di ritorno: TR200 - scenario relativo alla Direttiva 4 per la verifica di opere idrauliche, longitudinali, trasversali, manufatti di attraversamento presenti in corrispondenza di corsi d'acqua in zone di primaria importanza (non sarebbe riferibile al sito dell'opera di presa, ma è stato applicato in riferimento alle caratteristiche di tutela dell'area di intervento)

*Torrente Sorba sezione di chiusura: opera di presa - loc. Campello;*

simulazioni idrauliche: situazione esistente - situazione di progetto.

- tempo di ritorno: TR200 - scenario relativo alla Direttiva 4 per la verifica di opere idrauliche, longitudinali, trasversali, manufatti di attraversamento presenti in corrispondenza di corsi d'acqua in zone di primaria importanza

simulazioni idrauliche:

*Torrenti Sorba e Gronda - studio della confluenza - centrale di produzione.*

*sezioni di chiusura: Torr. Sorba ponte monte Rassa concentrico - Torr. Gronda ponte arco concentrico Rassa*

situazione esistente (la situazione di progetto non è stata implementata in quanto non sono previsti interventi in alveo)

- dimensionamento idraulico delle opere: traversa di derivazione e canale di derivazione, canale sghiaiato-re/dissabbiatore, sezione rilascio DMV, condotta forzata, canale di scarico.

La relazione illustra in dettaglio tutti i punti sopra indicati e, in allegato, sono riportati i risultati delle simulazioni idrauliche effettuate.

## STUDIO IDROLOGICO DEI PRELIEVI

### INQUADRAMENTO BACINI IDROGRAFICI

Il Torrente Sorba è situato in destra orografica del Fiume Sesia di cui diventa affluente a monte dell'abitato di Piode.

Il bacino è orientato da sud-ovest (quota più elevata) a nord-est (sezione di chiusura) e si estende per circa 19 km<sup>2</sup> fino al confine dello spartiacque tra la Valsesia e la Valle d'Aosta.

Dall'analisi della curva ipsografica di bacino, la quota massima è pari a 2700 m s.l.m. del Monte Cossarello e la sezione di chiusura è posta a 1060 m s.l.m. dove è posizionata l'opera di presa.

Il bacino presenta una forma stretta e molto allungata, compatta con andamento curvilineo.

Le curve di livello sono distribuite omogeneamente a distanza pressoché costante, per circa 2/3 del bacino da valle verso monte nell'intervallo altimetrico 1000÷1900 m s.l.m., con un incremento progressivo delle superfici sottese. Tra le quote 2000÷2100 m s.l.m. la distribuzione cambia repentinamente, diventa irregolare e contorta, la lunghezza delle curve si riduce come a rappresentare una strizione: questo evidenzia una zona di salto, ad indicare che la parte superiore del bacino costituisce una valle pensile di origine glaciale. Alle quote superiori le curve di livello aumentano nuovamente di lunghezza: si evidenzia la presenza di tre laghetti, posizionati anch'essi su piccole valli pensili disposte a circa 2300 m s.l.m.. Nella parte sommitale del bacino, le curve di livello tendono nuovamente a ridursi fino alla quota massima, al confine con la Valle d'Aosta.

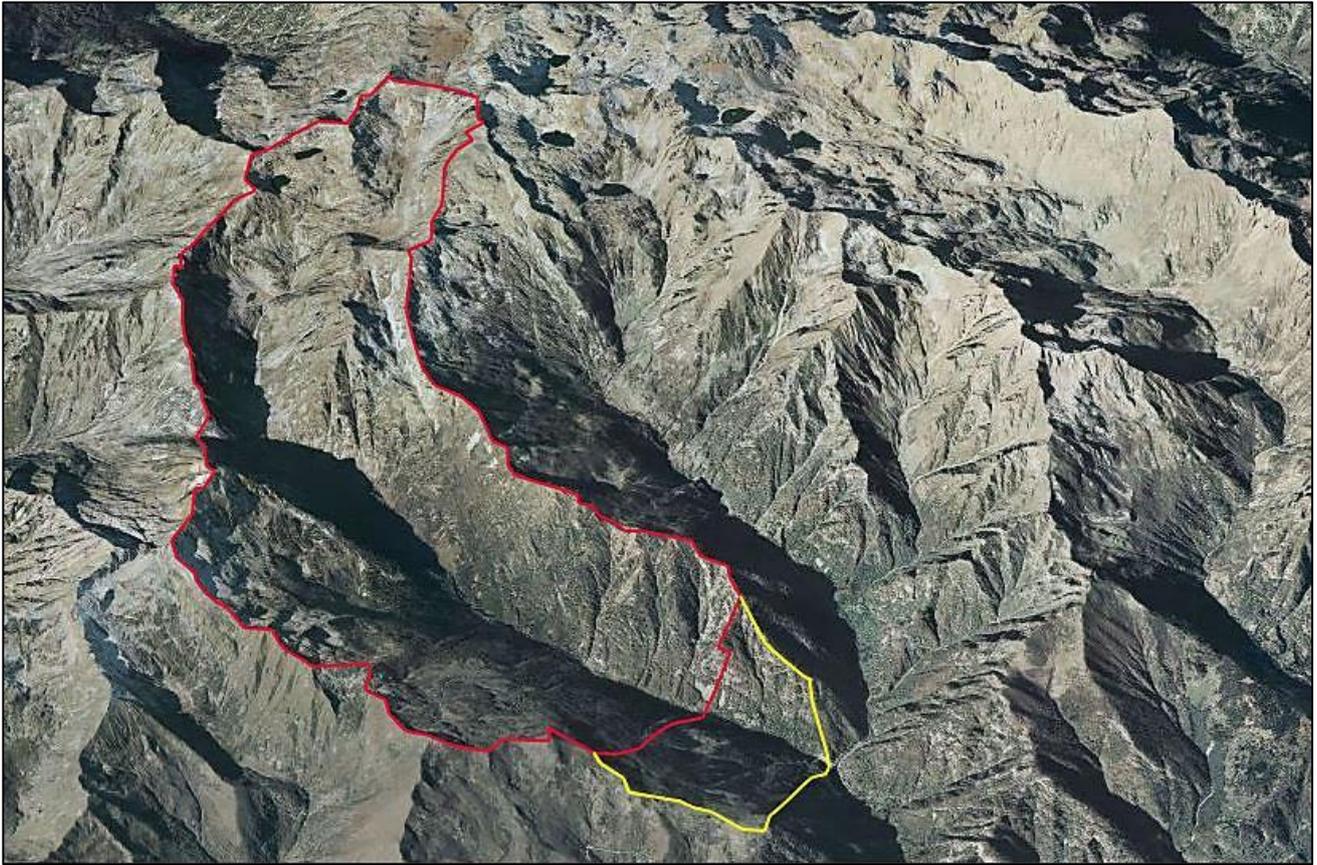
Nell'intervallo 900÷1600 m s.l.m. il bacino si presenta con andamento pseudo rettilineo, e distribuzione longitudinale asimmetrica, con maggiore superficie sul versante posto in destra idrografica. In tale parte gli affluenti presentano una maggiore estensione e ramificazione sommitale tale da evidenziare la presenza di due piccoli specchi d'acqua. Si evidenzia, inoltre, la presenza di livelli di terrazzi disposti a quote diverse ed intervallati con tratti di scarpate con elevata acclività.

Il versante in sinistra idrografica presenta, invece, superficie più ridotta, elevata acclività con presenza di tratti di pareti rocciose e scarpate dirupate, pur raggiungendo le stesse quote sommitali del versante opposto. Esso costituisce lo spartiacque con la Valle Gronda adiacente: una caratteristica peculiare è costituita dalla presenza di una piccola valle, parallela alla primaria Val Sorba, pensile, che si sviluppa per circa 2.5 km nell'intervallo altimetrico 1950÷2300 m la cui delimitazione in destra idrografica è costituita dalla Cima dell'Artorto (2336.70 m s.l.m.). Questa piccola valle presenta un affluente indipendente che scorre parallelamente al torrente Sorba ad una quota superiore di circa 600 m fino all'Alpe Artorto dove, varia completamente la propria direzione planimetrica portandosi perpendicolare al torrente Sorba fino al punto di confluenza. La descrizione sopra riportata evidenzia una situazione morfologica del bacino piuttosto variegata, tra alternanza di piccole valli pensili, specchi d'acqua, e diverse acclività dei versanti che sicuramente incidono sul comportamento idraulico dell'intero bacino e che richiedono una valutazione particolare relativamente alla definizione del coefficiente di deflusso/restituzione da impiegare nelle analisi idrologiche.

In riferimento agli aspetti forestali, la vegetazione, è molto fitta ed è costituita prevalentemente da boschi faggete, acero-tiglio-frassineti, abetine, lariceti, peccete, alneti planiziali e montani e boscaglie pioniere e d'invasione che contribuiscono durante gli eventi pluviometrici ad aumentare la permeabilità del terreno riducendo in parte il grado di saturazione iniziale del terreno, per circa 2/3 del bacino, mentre a quote più elevate, soprattutto sulle linee spartiacque la vegetazione diventa decisamente più rada con piccoli arbusti d'alta quota. In particolare il bosco si estende fino a circa 1900 m: a quote superiori prevalgono arbusteti, prati da pascolo, estesi affioramenti detritici e roccia affiorante.

In conseguenza le perdite per evapotraspirazione presentano un valore rilevante se rapportate all'area di estensione della vegetazione, mentre a scala di bacino risultano di media influenza. Il valore stimato è pari a circa 268 mm annui il cui valore non può essere considerato trascurabile rispetto al bilancio idrologico del bacino. Inoltre, non essendo definita alcuna pianificazione in merito alla gestione del patrimonio forestale, la crescita della vegetazione risulta esponenziale rispetto al tempo e, pertanto, si deve ritenere che tale aspetto debba essere debitamente ponderato nella valutazione del rapporto afflussi/deflussi.

L'alveo del corso d'acqua è inciso, debolmente curvilineo con alternanza di step e pool caratteristici dei corsi d'acqua montani alternando tratti il cui fondo alveo presenta roccia imposta ad elevata pendenza e tratti a minore pendenza, soprattutto in corrispondenza della confluenza degli affluenti. Quest'ultimi spesso si connotano quali conoidi, manifestando fenomeni valanghivi durante il periodo invernale e di elevato trasporto solido nella restante parte dell'anno. Nei tratti terminali degli affluenti, perciò, gli accumuli di materiale detritico in alveo risultano considerevoli e spesso comportano la deviazione della corrente con conseguenti fenomeni di erosione localizzata.



**Vista aerea bacino idrografico.**

Per quanto concerne la permeabilità del bacino, si osserva che dove è presente il substrato roccioso affiorante la permeabilità è da considerarsi impedita, mentre nelle fasce detritiche poste alla base delle pareti rocciose, la permeabilità è elevata in quanto la matrice fine risulta scarsa.

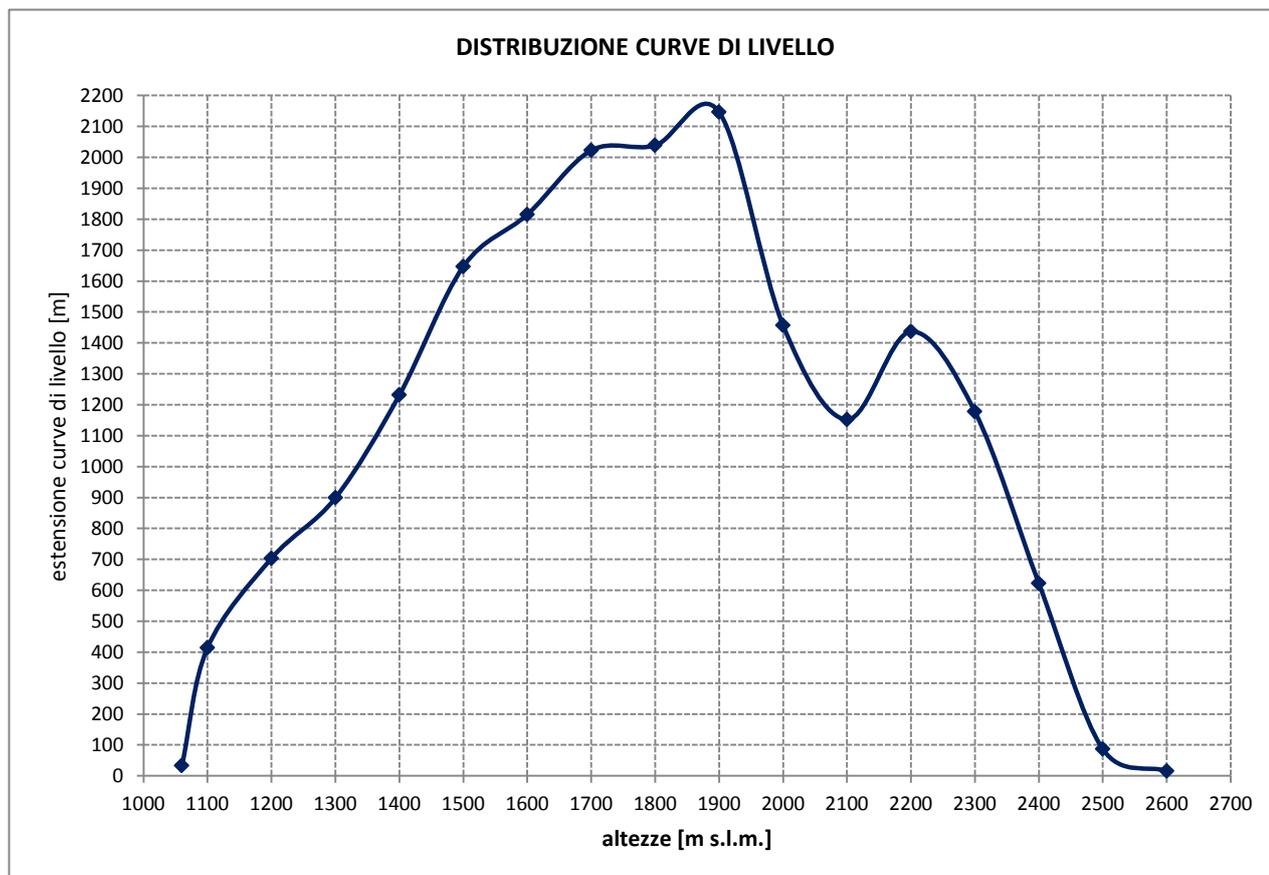
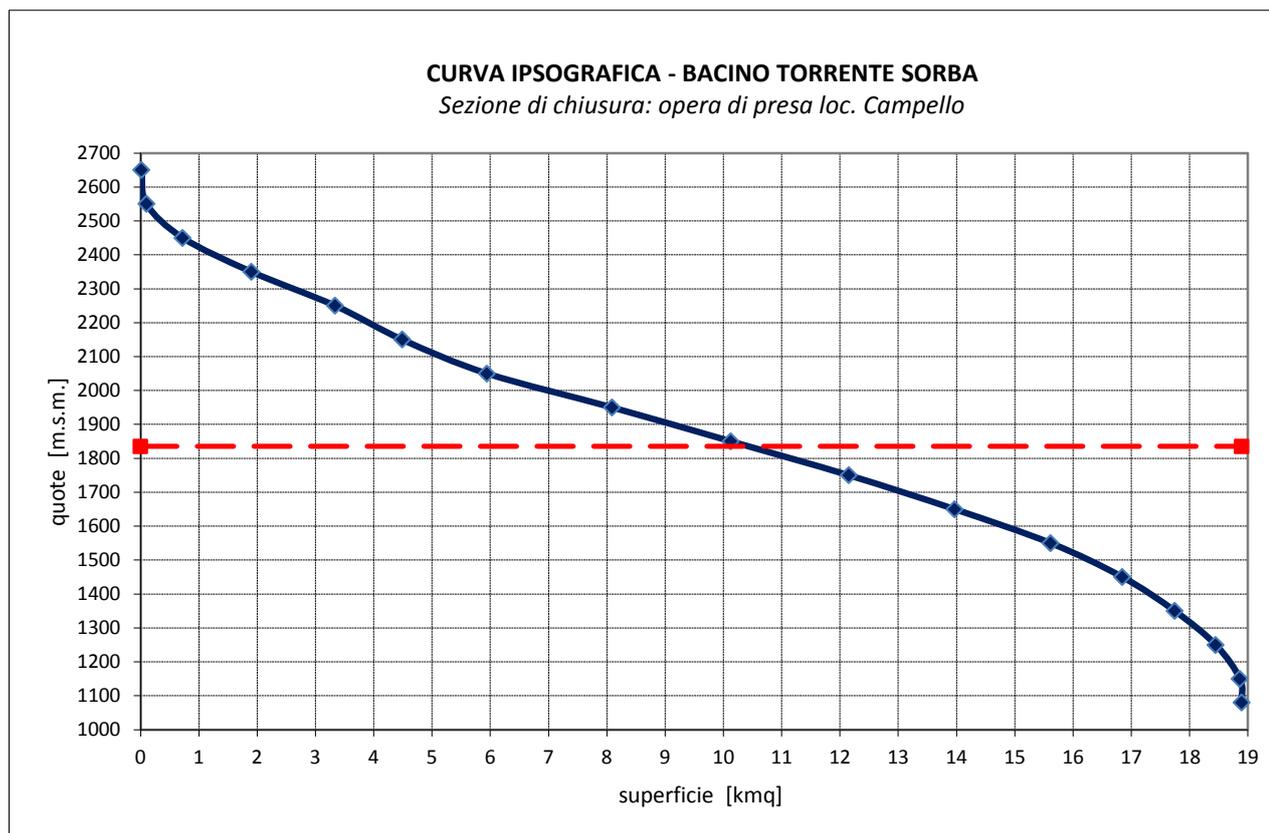
Le aree di deposito morenico sono caratterizzate da notevoli variazioni di permeabilità con presenza di piccole falde e sorgenti maggiormente attive in concomitanza con eventi pluviometrici intensi.

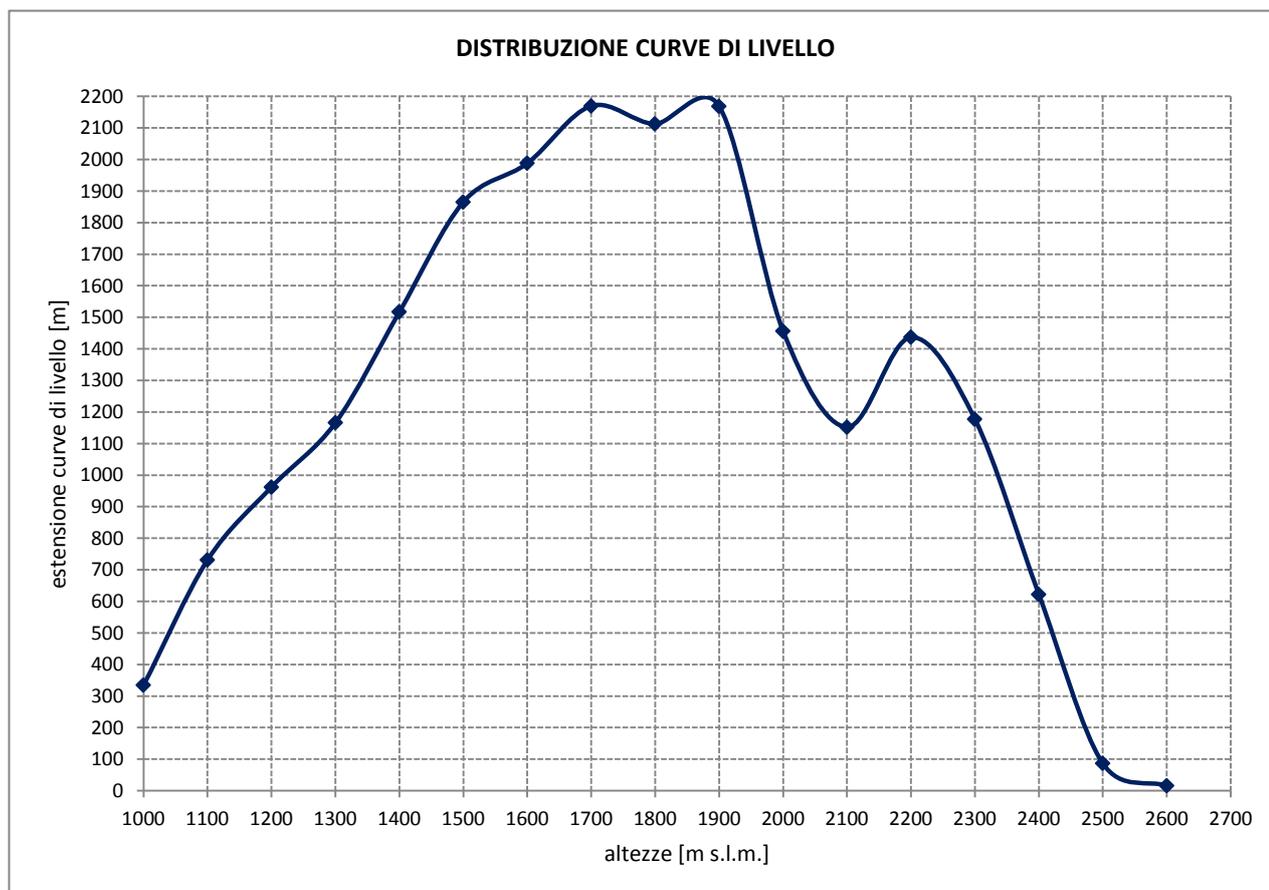
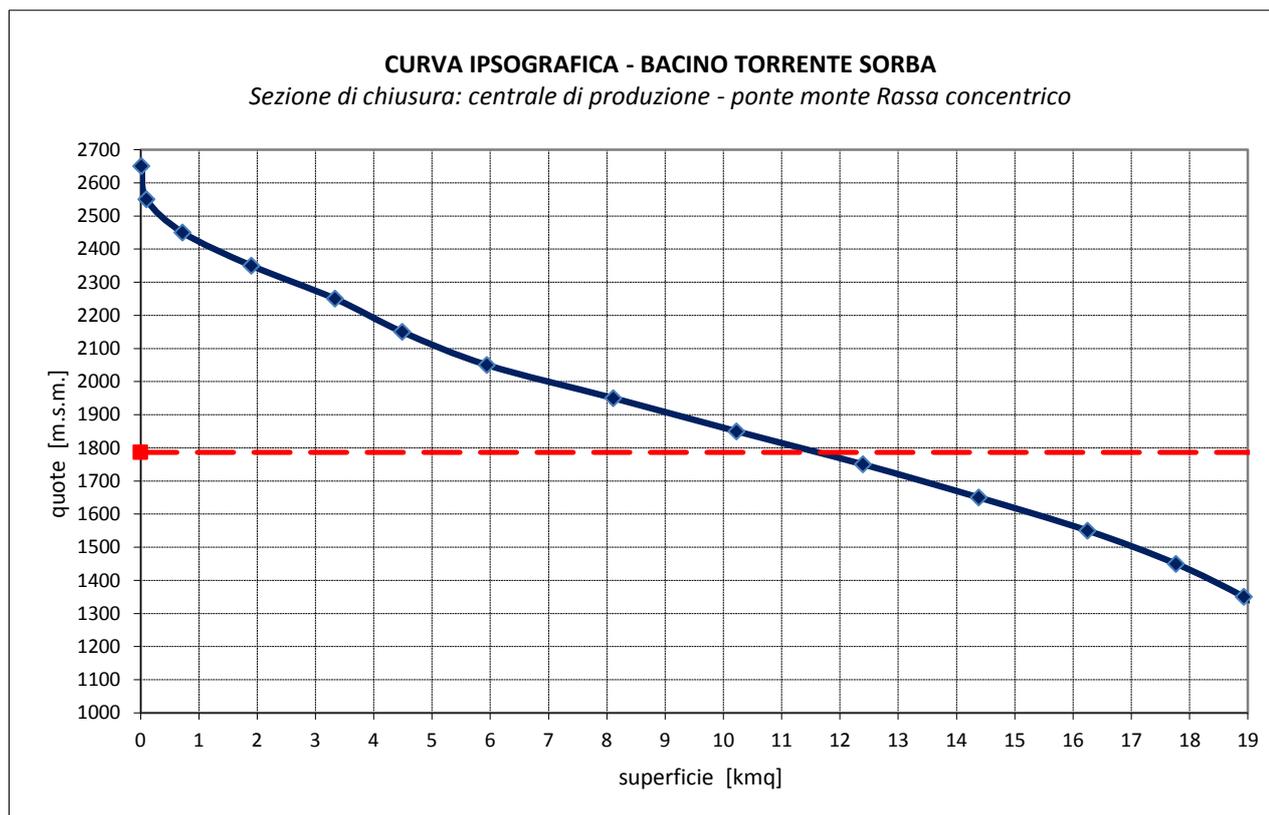
I terreni incoerenti presenti nel fondo valle in corrispondenza della confluenza dei conoidi laterali sono costituiti da ghiaie e sabbie grossolane, quindi da terreni ad elevata permeabilità entro cui possono essere presenti lenti di sabbie e limi aventi minore permeabilità.

Nelle pagine seguenti si riportano le curve ipsografiche dei bacini rispetto alle sezioni di chiusura rispettivamente all'opera di presa in località Campello ed alla centrale di produzione in corrispondenza del concentrico dell'abitato di Rassa.

<b>CALCOLO DELLA CURVA IPSOGRAFICA - BACINO DEL TORRENTE SORBA</b>			
<b>sez.di chiusura: opera di presa – loc. Campello</b>			
<b>Superficie</b>	<b>Hi</b>	<b>Si</b>	<b>Li</b>
	[m.s.m.]	[kmq]	[km]
S0	2700	0.01566	0.804
S1	2600	0.08653	2.432
S2	2500	0.62206	6.812
S3	2400	1.17747	9.030
S4	2300	1.43671	9.412
S5	2200	1.15220	10.184
S6	2100	1.45671	13.053
S7	2000	2.14633	13.433
S8	1900	2.03869	13.991
S9	1800	2.02233	12.958
S10	1700	1.81496	11.270
S11	1600	1.64698	9.506
S12	1500	1.23130	7.496
S13	1400	0.89888	5.340
S14	1300	0.70341	3.469
S15	1200	0.41424	0.804
S16	1100	0.03290	0.804
<b>Quota max bacino</b>		[m s.l.m.]	2700.00
<b>Quota sez. chiusura</b>		[ m s.l.m.]	1060.00
<b>Superficie bacino</b>		[km <sup>2</sup> ]	18.90
<b>Quota media bacino</b>		[m s.l.m.]	1835.33
<b>Lunghezza asta</b>		[km]	9.20
<b>Pendenza media asta</b>		%	12.26
<b>Pendenza media versanti</b>		-	0.688

<b>CALCOLO DELLA CURVA IPSOGRAFICA - BACINO DEL TORRENTE SORBA</b>			
<b>sez.di chiusura: centrale di produzione - ponte monte Rassa concentrico</b>			
<b>Superficie</b>	<b>Hi</b>	<b>Si</b>	<b>Li</b>
	[m.s.m.]	[kmq]	[km]
S0	2700	0.01566	
S1	2600	0.08653	0.804
S2	2500	0.62206	2.432
S3	2400	1.17747	6.812
S4	2300	1.43671	9.030
S5	2200	1.15220	9.412
S6	2100	1.45671	10.184
S7	2000	2.16883	13.053
S8	1900	2.11278	13.717
S9	1800	2.16952	14.546
S10	1700	1.98806	13.703
S11	1600	1.86524	12.451
S12	1500	1.51662	11.150
S13	1400	1.16563	9.618
S14	1300	0.96211	7.508
S15	1200	0.73101	5.648
S16	1100	0.33484	3.122
S17	930	0.08207	1.229
<b>Quota max bacino</b>		[m s.l.m.]	2700.00
<b>Quota sez. chiusura</b>		[ m s.l.m.]	930.00
<b>Superficie bacino</b>		[km <sup>2</sup> ]	21.04
<b>Quota media bacino</b>		[m s.l.m.]	1786.83
<b>Lunghezza asta</b>		[km]	10.40
<b>Pendenza media asta</b>		%	11.69
<b>Pendenza media versanti</b>		-	0.686





Il Torrente Gronda è situato in destra orografica del Fiume Sesia ed in adiacenza al bacino del torrente Sorba di cui diventa affluente nel concentrico dell'abitato di Rassa.

Il bacino è orientato da sud-ovest (quota più elevata) a nord-est (sezione di chiusura) e si estende per circa 21 kmq fino al confine dello spartiacque tra la Valsesia e la Valle d'Aosta.

Dall'analisi della curva ipsografica di bacino, la quota massima è pari a 2700 m s.l.m. del Monte Cossarello e la sezione di chiusura è posta a 930 m s.l.m. sul ponte ad arco nell'abitato di Rassa.

Il bacino presenta una forma regolare ed allungata, compatta con andamento curvilineo solo nella parte terminale.

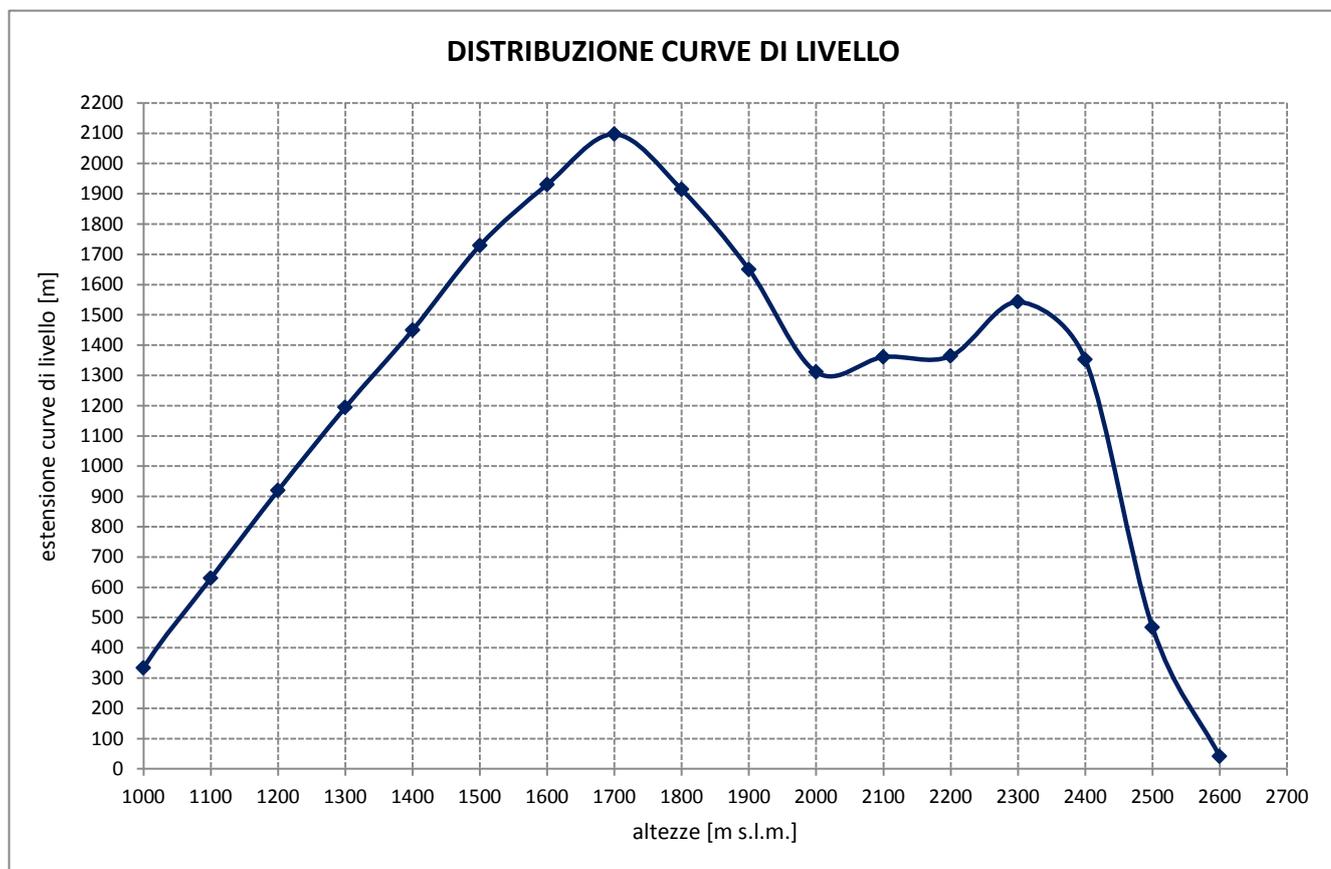
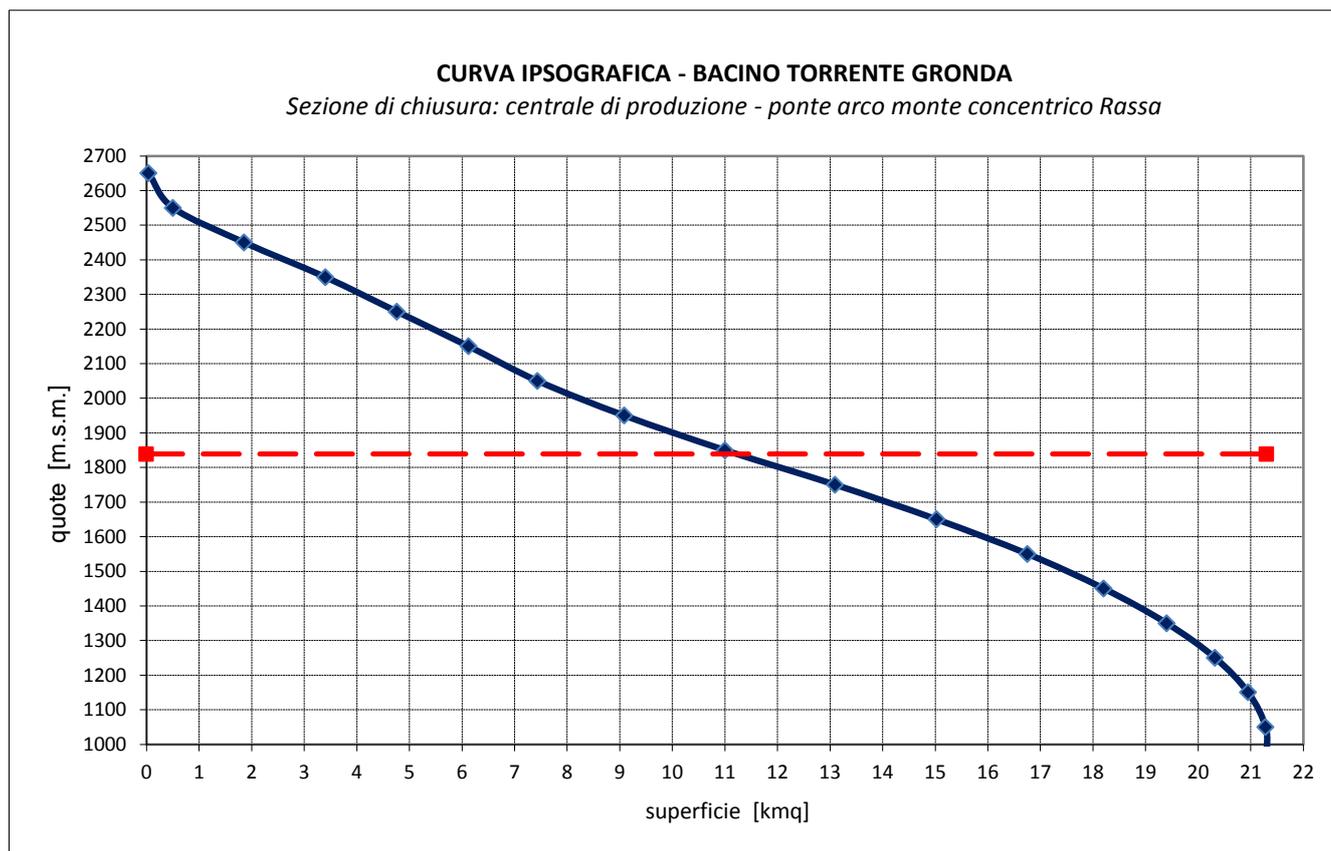
Le curve di livello sono distribuite omogeneamente a distanza pressoché costante: risultano particolarmente estese nell'intervallo altimetrico 1400÷1900 m s.l.m., con un incremento progressivo delle superfici sottese. Tra le quote 2000÷2100 m s.l.m. la distribuzione cambia ampliandosi in una valle pensile dove sono presenti alcuni laghi di alta quota.

Il versante in destra idrografica, confinate col il bacino del torrente Sorba, presenta superficie ridotta, elevata acclività con presenza di tratti di pareti rocciose e scarpate dirupate, pur raggiungendo le stesse quote sommitali del versante opposto che invece presenta superfici più ampie in cui è anche posizionato il principale affluente: il torrente Sassolenda.

In riferimento agli aspetti forestali, la vegetazione, è molto fitta ed è costituita prevalentemente da boschi faggete, acero-tiglio-frassineti, abetine, lariceti, peccete, alneti planiziali e montani e boscaglie pioniere e d'invasione che contribuiscono durante gli eventi pluviometrici ad aumentare la permeabilità del terreno riducendo in parte il grado di saturazione iniziale del terreno, per circa 2/3 del bacino, mentre a quote più elevate, soprattutto sulle linee spartiacque la vegetazione diventa decisamente più rada con piccoli arbusti d'alta quota.

L'alveo del corso d'acqua è fortemente inciso sul substrato roccioso, debolmente curvilineo con alternanza di step e pool caratteristici dei corsi d'acqua montani alternando tratti il cui fondo alveo presenta roccia imposta ad elevata pendenza e tratti a minore pendenza, soprattutto in corrispondenza della confluenza degli affluenti.

<b>CALCOLO DELLA CURVA IPSOGRAFICA - BACINO DEL TORRENTE GRONDA</b>			
<b>sez.di chiusura: centrale di produzione - ponte monte Rassa concentrico</b>			
<b>Superficie</b>	<b>Hi</b>	<b>Si</b>	<b>Li</b>
	[m.s.m.]	[kmq]	[km]
S0	2700	0.04090	
S1	2600	0.46720	4.4950
S2	2500	1.35220	5.6640
S3	2400	1.54260	11.9850
S4	2300	1.36370	12.0910
S5	2200	1.36050	11.1090
S6	2100	1.31090	11.4540
S7	2000	1.64990	11.2710
S8	1900	1.91390	14.2050
S9	1800	2.09670	15.5220
S10	1700	1.93050	16.0350
S11	1600	1.72890	14.7540
S12	1500	1.44960	13.2090
S13	1400	1.19440	11.1960
S14	1300	0.91980	8.5220
S15	1200	0.62950	6.1720
S16	1100	0.33310	3.7610
S17	1000	0.01790	1.5040
<b>Quota max bacino</b>		[m s.l.m.]	2700.00
<b>Quota sez. chiusura</b>		[ m s.l.m.]	930.00
<b>Superficie bacino</b>		[km <sup>2</sup> ]	21.30
<b>Quota media bacino</b>		[m s.l.m.]	1838.59
<b>Lunghezza asta</b>		[km]	7.70
<b>Pendenza media asta</b>		%	18.70
<b>Pendenza media versanti</b>		-	0.812



## CALCOLO DELLE PORTATA MEDIA ANNUA

La portata media annua  $Q_{medA}$  è stata determinata eseguendo un'analisi idrologica basata sull'elaborazione statistica-probabilistica dei dati pluviometrici rilevati nella stazioni di misura di ARPA PIEMONTE.

L'analisi è stata condotta impiegando i dati idrologici nell'intervallo di tempo compreso tra il 1994 ed il 2012 rilevati dalla stazione termoiropluviometrica con rilevamento dati giornaliero localizzata all'ingresso del concentrico del paese di Rassa in località Piana Giacchetta a quota 950 m s.l.m.

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	TOTALE ANNUO
<b>1994</b>	240.0	188.8	18.0	180.8	307.2	128.4	61.2	245.4	441.6	82.0	356.4	6.4	<b>2256.2</b>
<b>1995</b>	15.8	26.6	9.0	<b>508.2</b>	232.2	158.2	54.0	116.8	325.4	35.2	136.6	47.4	1665.4
<b>1996</b>	-	46.4	26.4	37.6	363.6	56.2	166.8	132.6	113.0	193.8	<b>478.2</b>	122.6	1737.2
<b>1997</b>	75.4	1.4	1.0	21.4	90.6	326.6	67.2	155.4	30.2	6.2	173.8	121.4	1070.6
<b>1998</b>	32.2	19.6	4.6	243.8	318.2	116.8	43.0	109.0	160.2	160.0	3.2	10.2	1220.8
<b>1999</b>	27.4	7.0	192.8	141.2	261.8	126.0	134.8	120.0	321.6	117.0	108.2	41.0	1598.8
<b>2000</b>	0.2	3.8	85.2	355.8	127.8	138.4	135.4	98.6	<b>472.6</b>	<b>766.8</b>	307.0	35.4	<b>2527.0</b>
<b>2001</b>	48.0	48.4	94.0	15.4	233.8	111.2	203.2	74.2	56.0	71.2	29.4	10.0	<b>994.8</b>
<b>2002</b>	8.0	180.8	51.0	50.0	<b>579.4</b>	326.8	124.4	232.8	115.2	76.6	<b>597.4</b>	33.8	<b>2376.2</b>
<b>2003</b>	25.0	12.4	1.6	58.6	66.8	52.0	67.2	49.8	96.4	57.8	255.4	247.2	<b>990.2</b>
<b>2004</b>	26.6	0.0	29.2	257.6	186.8	8.0	67.2	132.2	21.2	245.4	292.0	44.6	1310.8
<b>2005</b>	2.2	2.0	53.0	175.2	128.6	147.6	63.4	282.6	188.4	-	5.0	23.6	1071.6
<b>2006</b>	73.0	57.8	26.0	58.2	92.8	33.6	94.2	119.0	<b>400.2</b>	55.2	23.6	132.0	1165.6
<b>2007</b>	56.0	2.2	72.0	58.4	387.2	254.4	29.2	193.6	74.2	33.4	86.8	8.4	1255.8
<b>2008</b>	87.2	18.2	36.2	165.0	279.0	102.2	118.2	72.8	175.8	98.2	332.8	<b>425.0</b>	1910.6
<b>2009</b>	61.8	129.2	132.6	<b>477.8</b>	56.6	166.2	168.6	54.8	176.2	47.2	101.2	-	1572.2
<b>2010</b>	59.2	66.8	124.4	35.0	279.8	276.4	38.6	169.6	108.2	161.4	275.8	110.2	1705.4
<b>2011</b>	11.6	27.4	186.6	47.4	35.8	283.2	219.8	59.8	78.0	32.2	382.0	13.2	1377.0
<b>2012</b>	-	0.4	77.8	172.2	188.0	61.2	81.6	114.0	149.0	65.2	278.0	-	1187.4

Per l'analisi idrologica sono stati stralciati alcuni anni in cui si sono verificati fenomeni estremi che avrebbero alterato l'affidabilità del modello di calcolo: in particolare, sono stati stralciati gli anni relativi agli eventi alluvionali degli anni 2000 e 2002, mentre i periodi siccitosi che si è verificati negli anni 2001 e 2003. sono stati considerati a vantaggio di sicurezza relativamente alla necessità di garantire le migliori condizioni di rilascio ambientale.

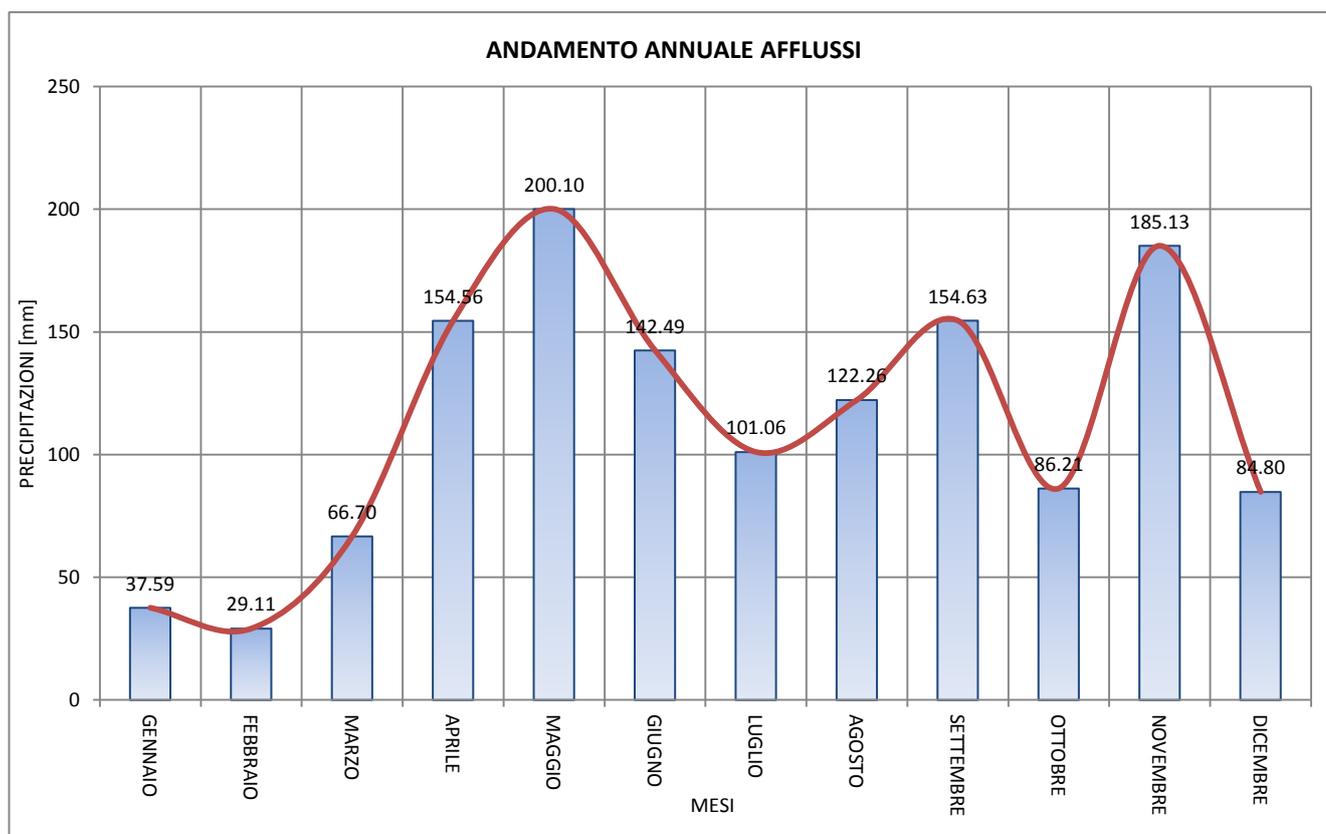
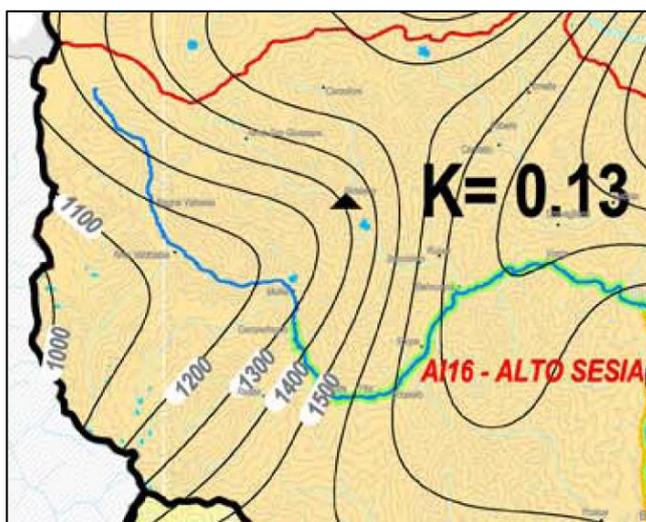
Nella tabella soprastante sono stati indicati in colore rosso gli eventi di maggiore afflusso pluviometrico, ma che risultavano accettabili nella taratura del modello idrologico, ed in colore azzurre i mesi con minore afflusso.

Pertanto, dai dati soprascritti risulta un anno medio di riferimento di afflussi ed un regime pluviometrico pari a:

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
<b>ANNO MEDIO</b>	37.59	29.11	66.70	154.56	200.10	142.49	101.06	122.26	154.63	86.21	185.13	84.80
<b>REGIME PLUVIOMETRICO</b>	0.03	0.02	0.05	0.11	0.15	0.10	0.07	0.09	0.11	0.06	0.14	0.06

<b>PRECIPITAZIONE MEDIA ANNUA [mm]</b>	<b>1364.64</b>
--	----------------

L'allegato B12 relativo alla distribuzione delle isoiete nell'area in esame indica valori compresi nell'intervallo 1300-1400 mm come indicato nella sottostante immagine:



Dati i valori delle altezze di pioggia, mediante le correlazioni afflussi-deflussi e la definizione del coefficiente di deflusso del bacino idrografico, si determinano i deflussi medi mensili e la portata media mensile.

Fondamentale risulta l'analisi delle caratteristiche climatiche e geolitologiche del bacino, al fine di definire l'effettiva trasformazione delle quantità pluviometriche in risorsa idrica defluente nel corso d'acqua.

Il calcolo del coefficiente di deflusso può essere eseguito attraverso l'impiego della formula:

$$\varphi = f(\varphi_s \cdot \varphi_i \cdot \varphi_p \cdot \varphi_c \cdot \varphi_e)$$

dove:

$\varphi_s$ : coefficiente funzione dell'estensione dell'area e del tempo di corrivazione;

$\varphi_i$ : coefficiente funzione della pendenza del terreno;

$\varphi_p$ : coefficiente funzione della permeabilità del suolo;

$\varphi_c$ : coefficiente funzione della copertura del suolo;

$\varphi_e$ : coefficiente funzione dell'evapotraspirazione.

valori che cambiano in funzione del periodo dell'anno, delineando un andamento dei deflussi caratteristico del bacino idrografico riferito alla sezione di chiusura in corrispondenza dell'opera di presa.

Questi coefficienti sono definiti tecnicamente "le perdite del bacino", in quanto danno un'indicazione della quantità d'acqua che rimane immagazzinata sulla superficie, nel suolo o nel sottosuolo sull'intera area di estensione del bacino idrografico esaminato. La valutazione dei singoli coefficienti è stata preceduta da un'attenta analisi del territorio, delle caratteristiche geologiche, degli aspetti relativi alla copertura vegetale ed all'evapotraspirazione, degli aspetti climatici relativi alla distribuzione delle temperature lungo l'arco dell'anno ottenendo, infine, un valore complessivo pari a:

	$\varphi_s$	$\varphi_i$	$\varphi_p$	$\varphi_c$	$\varphi_e$	$\varphi_{tot}$
<b>GENNAIO</b>	0.98	0.57	0.43	0.40	0.67	<b>0.67</b>
<b>FEBBRAIO</b>	0.98	0.77	0.48	0.48	0.73	<b>0.73</b>
<b>MARZO</b>	0.98	0.92	0.80	0.95	0.92	<b>0.92</b>
<b>APRILE</b>	0.98	0.98	0.91	0.97	0.96	<b>0.96</b>
<b>MAGGIO</b>	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	<b>0.98</b>
<b>GIUGNO</b>	0.98	0.95	0.95	0.90	0.95	<b>0.95</b>
<b>LUGLIO</b>	0.98	0.80	0.82	0.74	0.86	<b>0.86</b>
<b>AGOSTO</b>	0.98	0.85	0.83	0.88	0.90	<b>0.90</b>
<b>SETTEMBRE</b>	0.98	0.88	0.89	0.91	0.92	<b>0.92</b>
<b>OTTOBRE</b>	0.98	0.92	0.91	0.83	0.92	<b>0.92</b>
<b>NOVEMBRE</b>	0.98	0.95	0.95	0.89	0.95	<b>0.95</b>
<b>DICEMBRE</b>	0.98	0.79	0.58	0.45	0.75	<b>0.75</b>

Pertanto i valori medi mensili disponibili in alveo ed adottati per l'analisi dei prelievi sono:

	<b>GENNAIO</b>	<b>FEBBRAIO</b>	<b>MARZO</b>	<b>APRILE</b>	<b>MAGGIO</b>	<b>GIUGNO</b>	<b>LUGLIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SETTEMBRE</b>	<b>OTTOBRE</b>	<b>NOVEMBRE</b>	<b>DICEMBRE</b>
<b>PORTATE MEDIE MENSILI</b>	<b>177.15</b>	<b>166.92</b>	<b>433.89</b>	<b>1081.79</b>	<b>1377.91</b>	<b>984.81</b>	<b>613.22</b>	<b>776.36</b>	<b>1041.64</b>	<b>559.61</b>	<b>1276.80</b>	<b>449.92</b>

<b>Portata specifica media annua</b>	$q_{medA}$	[(l/s)/kmq]	<b>39.42</b>
<b>Portata media annua</b>	$Q_{medA}$	[l/s]	<b>745.00</b>

## CALCOLO DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE E MODALITA' DI RILASCIO

Il calcolo del deflusso minimo vitale è stato eseguito in ottemperanza al D.P.G.R.n.8/R del 17/07/2007 "Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale".

I fattori correttivi sono stati assunti secondo quanto indicato nell'art.10 del D.P.G.R. n.8/R del 2007 e, per la determinazione del DMV idrologico e del DMV di base, è stata impiegata la procedura di cui all'allegato A e C del suddetto decreto.

### Allegato A (art.4) - calcolo del DMV idrologico e di base

$$DMV_{base} = k \cdot q_{meda} \cdot S \cdot M \cdot A$$

- dove:  $k$  : frazione della portata media annua (parametro sperimentale per singole aree omogenee) (ottenuto dal Piano di Tutela delle Acque tavola grafica A.2 Cartografia di Piano - A.2..12 - Regolazione del Deflusso Minimo Vitale);
- $q_{meda}$  : portata specifica media annua naturale per unità di bacino sotteso
- $S$  : superficie del bacino sottesa dalla sezione del corpo idrico;
- $M$  : fattore morfologico;
- $A$  : fattore di interscambio idrico con la falda.

Superficie Bacino Idrografico	S	[kmq]	18.90
Lunghezza Asta	L	[km]	9.20
Quota sezione di chiusura	Hsez.	[m.s.m.]	1060.00
Quota massima del bacino idrografico	Hmax	[m.s.m.]	2700.00
Quota media del bacino idrografico	Hmed.	[m.s.m.]	1835.33
Zona		-	A
Precipitazione media annua		[mm]	1364.64
Parametro sperimentale per singole aree omogenee (area morfologica 1)	k	-	0.13
Fattore morfologico (Misura 1.1-Piano Tutela delle Acqua)	M	-	0.90
Fattore di interscambio idrico con la falda	A	-	1.00
Portata specifica media annua	$q_{medA}$	[(l/s)/kmq]	39.42
Portata media annua	$Q_{medA}$	[l/s]	1346.92
<b>Deflusso minimo vitale di base</b>	<b><math>DMV_{base}</math></b>	<b>[l/s]</b>	<b>87.17</b>

A seguito di alcune considerazioni tecniche eseguite congiuntamente con lo Studio GRAIA che ha studiato gli aspetti idrobiologici relativi alla definizione dei prelievi, è stato assunto un valore del **DMV di base** pari a **335 l/s**, soprattutto in funzione delle caratteristiche dell'alveo sotteso, della tipologia di popolazione ittica e della presenza di un'area di tutela a cui l'area di intervento è vincolata.

E' stato inserito anche un **deflusso modulato pari al 20% della portata in arrivo sulla soglia sfiorante della traversa di derivazione**, in relazione all'andamento della curva di durata calcolata.

Il rilascio del DMV sia di base, sia modulato sarà effettuato direttamente sulla traversa di derivazione con una sezione tarata costituita da uno stramazzone a sezione rettangolare, tipo a contrazione laterale, dove sarà posta un'asta idrometrica per la verifica delle portate rilasciate.

### Allegato C (art.10) - calcolo del DMV modulato di Tipo A

"Nel caso di nuovi prelievi aventi portata massima istantanea superiore alla portata naturale di durata 120 giorni del corpo idrico alimentatore e comunque superiore a 500 l/s, la modulazione temporale dei rilasci è effettuata adeguando la portata di rilascio del DMV a valle della traversa di derivazione alla portata istantanea in arrivo alla medesima."

Pertanto, in ottemperanza a quanto sopra riportato il regime dei rilasci sarà così strutturato:

$$Q_t \leq DMV_{base} \rightarrow Q_r = Q_t \quad Q_r = DMV_{base} + 0.1 \cdot (Q_t - DMV_{base})$$

in cui  $Q_t$  : portata in arrivo alla traversa;  $Q_r$  : portata rilasciata

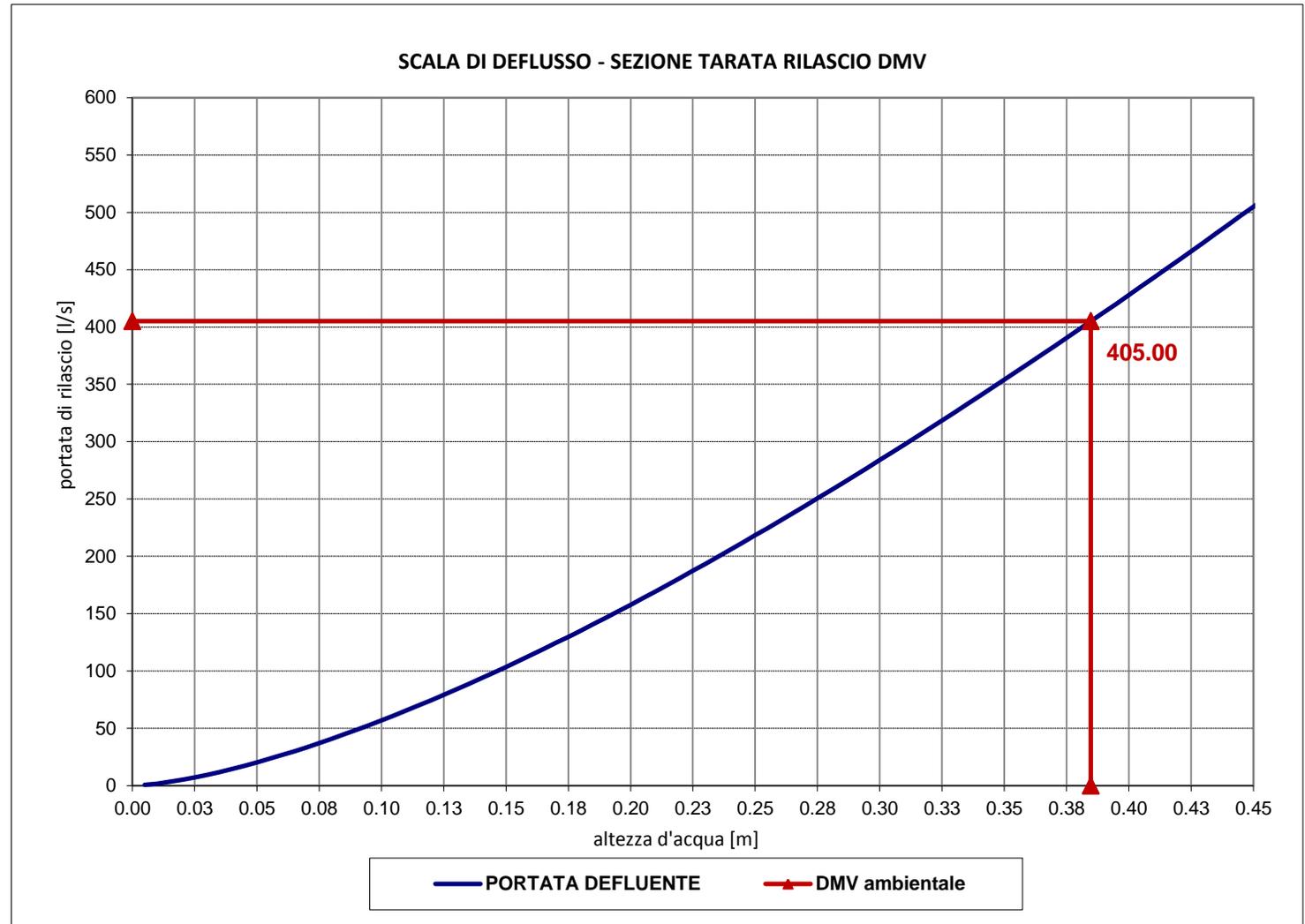
### Allegato C (art.12) - Modalità di rilascio in alveo

Il rilascio del DMV sia di base, sia modulato sarà effettuato direttamente sulla traversa di derivazione con una sezione tarata costituita da uno stramazzone a sezione rettangolare, tipo a contrazione laterale, dove sarà posta un'asta idrometrica per la verifica delle portate rilasciate.

La sezione di deflusso avrà larghezza pari a 70 cm, altezza 38.5 cm.

La scala di deflusso sotto riportata indica i valori del DMV di base e del valore del DMV modulato corrispondente alla massima portata richiesta di derivazione: oltre tale valore, la portata in arrivo sfiora uniformemente sulla traversa, in quanto il dispositivo di captazione non è più in grado di derivare portata e la sezione tarata dello stramazzone è rigurgitata, cosicché tutta la portata superiore alla massima richiesta è rilasciata in alveo.

ALTEZZA ACQUA	PORTATA	ALTEZZA ACQUA	PORTATA
[m]	[l/s]	[m]	[l/s]
0	0.00	0.215	175.37
0.005	0.65	0.220	181.34
0.010	1.83	0.225	187.36
0.015	3.37	0.230	193.44
0.020	5.18	0.235	199.57
0.025	7.23	0.240	205.76
0.030	9.49	0.245	212.00
0.035	11.95	0.250	218.29
0.040	14.59	0.255	224.63
0.045	17.39	0.260	231.03
0.050	20.35	0.265	237.47
0.055	23.45	0.270	243.97
0.060	26.69	0.275	250.51
0.065	30.07	0.280	257.10
0.070	33.57	0.285	263.74
0.075	37.19	0.290	270.42
0.080	40.93	0.295	277.15
0.085	44.78	0.300	283.93
0.090	48.74	0.305	290.75
0.095	52.80	0.310	297.61
0.100	56.97	0.315	304.51
0.105	61.23	0.320	311.46
0.110	65.59	0.325	318.44
0.115	70.04	0.330	325.47
0.120	74.58	0.335	332.54
0.125	79.21	0.340	339.65
0.130	83.92	0.345	346.80
0.135	88.72	0.350	353.98
0.140	93.60	0.355	361.21
0.145	98.55	0.360	368.47
0.150	103.59	0.365	375.77
0.155	108.70	0.370	383.10
0.160	113.88	0.375	390.47
0.165	119.14	0.380	397.87
0.170	124.47	0.385	405.00
0.175	129.86		
0.180	135.33		
0.185	140.86		
0.190	146.45		
0.195	152.12		
0.200	157.84		
0.205	163.62		
0.210	169.47		



## CALCOLO DELLA CURVA DI DURATA E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Definiti i deflussi medi mensili è necessario costruire la curva di durata delle portate defluenti in alveo nella sezione dell'opera di presa al fine di poter dimensionare correttamente i prelievi e le opere idrauliche relative.

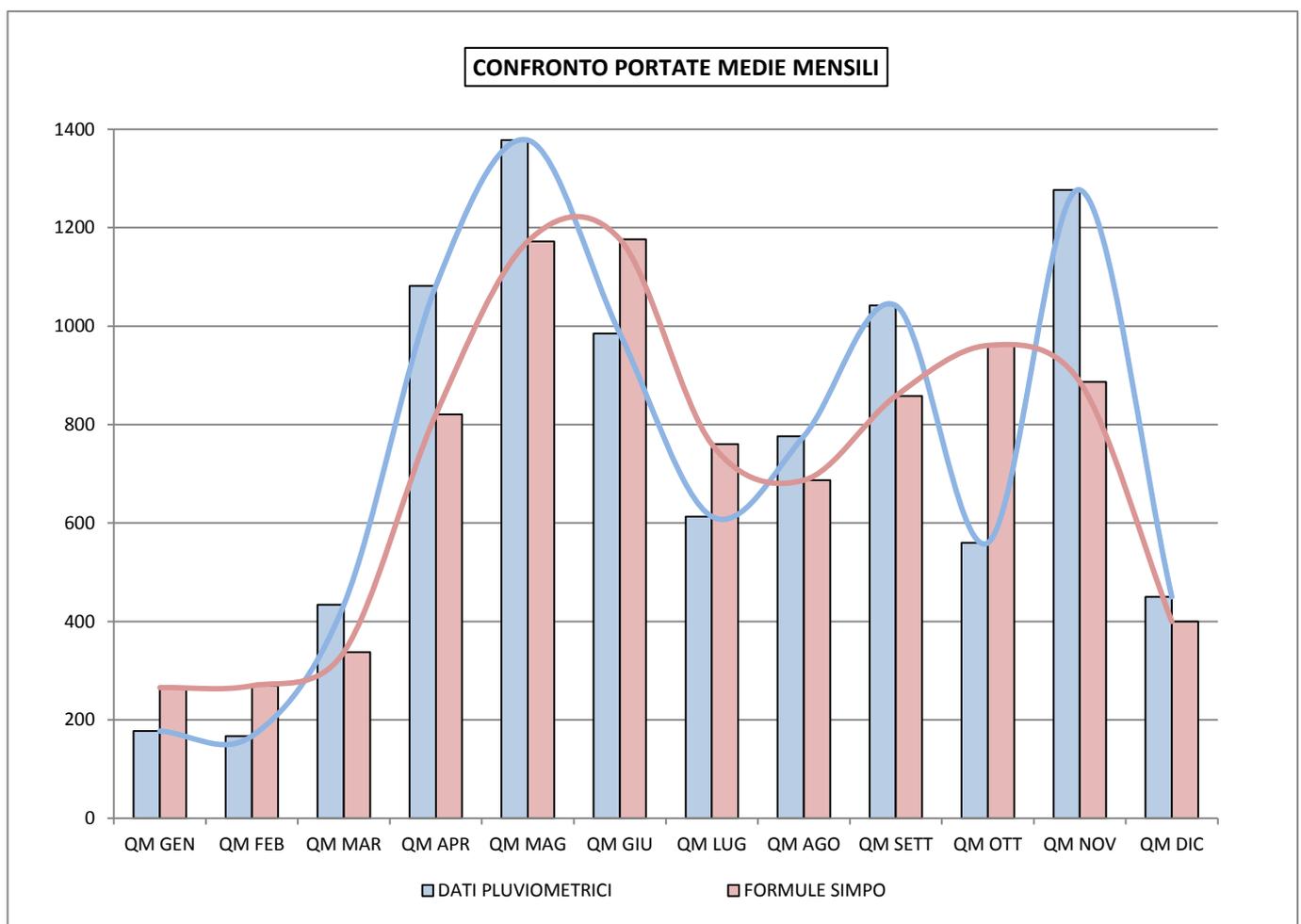
Per costruire la curva di durata si devono determinare i seguenti parametri che caratterizzano la curva in funzione dei valori  $Q_{10}$ ,  $Q_{91}$ ,  $Q_{182}$ ,  $Q_{274}$ ,  $Q_{355}$  che sono determinati con le formule del metodo SIMPO..

I valori caratteristici sono stati determinati impiegando le formule di regionalizzazione:

$Q_{10}$	$5.06749 \cdot S^{-0.057871} \cdot Q_{med-s}^{0.965037}$	2691.6
$Q_{91}$	$1.29772 \cdot S^{0.009539} \cdot Q_{med-s}^{0.976926}$	877.4
$Q_{182}$	$0.54425 \cdot S^{0.049132} \cdot Q_{med-s}^{0.980135}$	418.2
$Q_{274}$	$0.18670 \cdot S^{0.069105} \cdot Q_{med-s}^{1.108675}$	242.7
$Q_{355}$	$0.07560 \cdot S^{0.068232} \cdot Q_{med-s}^{1.234733}$	155.0

Si evidenzia che, i valori indicati nella tabella sopra riportata, sono calcolati in riferimento ad un valore della  $Q_{med-s}$  ottenuta con la formula  $Q_{med-s} = -24.5694 + 0.0086 \cdot H_{med} + 0.03416 \cdot A_{med}$  e pari a  $37.83 \text{ l/s/km}^2$ , mentre l'analisi idrologica condotta per il presente impianto ha impiegato i dati idrologici nell'intervallo di tempo compreso tra il 1994 ed il 2012 rilevati dalla stazione termoisopluviometrica con rilevamento dati giornaliero localizzata all'ingresso del concentrico del paese di Rassa in località Piana Giacchetta a quota 950 m s.l.m, a cui sono stati stralciati alcuni anni in cui si sono verificati fenomeni estremi che avrebbero alterato l'affidabilità del modello di calcolo: in particolare, sono stati stralciati gli anni relativi agli eventi alluvionali degli anni 2000 e 2002, mentre i periodi siccitosi che si è verificati negli anni 2001 e 2003 sono stati considerati a vantaggio di sicurezza relativamente alla necessità di garantire le migliori condizioni di rilascio ambientale, così come riportato nell'elaborato E2-Relazione Idrologica-Idraulica e nello Studio di Impatto Ambientale, ottenendo un valore pari a  $39.42 \text{ l/s/km}^2$ .

Si è scelto di considerare attendibile tale valore in quanto l'andamento idrologico calcolato con il metodo SIMPO non rappresenta il comportamento idrologico del bacino esaminato, così come è possibile osservare nel grafico sotto riportato.



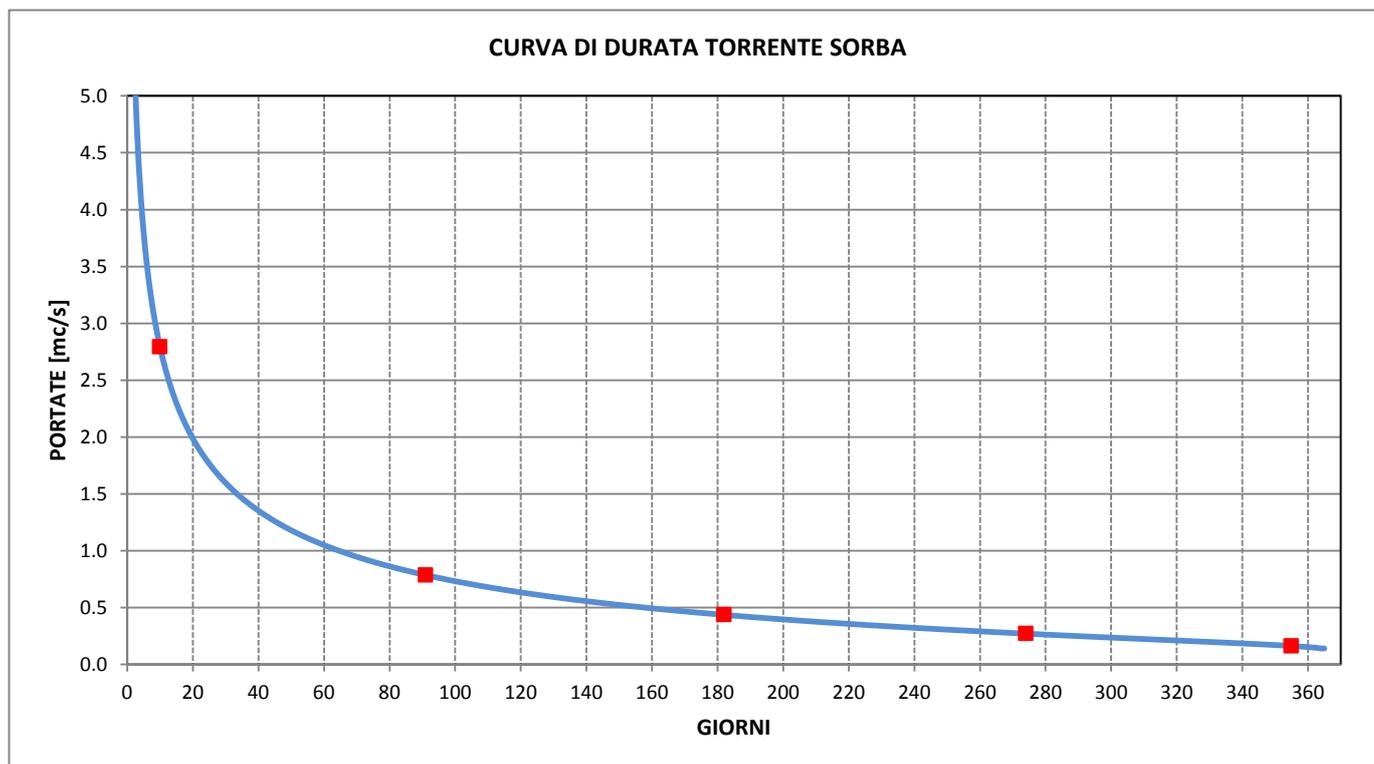
Il confronto dei valori medi mensili di cui al grafico soprastante sono:

	PORTATE NATURALI dati pluviometrici	PORTATE NATURALI metodo SIMPO	VOLUMI NATURALI dati pluviometrici	VOLUMI NATURALI metodo SIMPO
	[l/s]	[l/s]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
$Q_M GEN$	177.15	265.55	474483	711254
$Q_M FEB$	166.92	269.30	403809	651485
$Q_M MAR$	433.89	337.66	1162137	904378
$Q_M APR$	1081.79	820.51	2803988	2126759
$Q_M MAG$	1377.91	1172.13	3690606	3139429
$Q_M GIU$	984.81	1176.43	2552618	3049311
$Q_M LUG$	613.22	760.10	1642439	2035860
$Q_M AGO$	776.36	686.91	2079393	1839812
$Q_M SETT$	1041.64	858.21	2699930	2224474
$Q_M OTT$	559.61	960.66	1498852	2573026
$Q_M NOV$	1276.80	886.71	3309459	2298362
$Q_M DIC$	449.92	399.76	1205076	1070708
			<b>23522789</b>	<b>22624859</b>
			<b><math>\Delta = 897930</math></b>	

Anche i valori della CdD in conseguenza presentano dei valori leggermente diversi:

	VALORI CARATTERISTICI CURVA DI DURATA dati pluviometrici	VALORI CARATTERISTICI CURVA DI DURATA metodo SIMPO	$\Delta$
	[l/s]	[l/s]	[l/s]
$Q_{10}$	2792.4	2691.6	100.8
$Q_{91}$	786.2	877.4	-91.2
$Q_{182}$	436.7	418.2	18.5
$Q_{274}$	271.5	242.7	28.8
$Q_{355}$	163.2	155.0	8.2

Nelle pagine seguenti si riporta la tabella della curva di durata con scansione giornaliera suddivisa per portate naturali, volumi naturali, rilasci e prelievi, ed il grafico relativo.



Per quanto concerne la D.G.R. 16 marzo 2015, n.28-1194, Cap.4.1 - *Linee guida per la valutazione ed il monitoraggio della compatibilità ambientale degli impianti idroelettrici con l'ecosistema fluviale*, sono state considerate, quale valore di riferimento, le soglie di allerta, vista l'area di pregio in cui l'impianto si inserisce.

Questa valutazione ha portato ad una ridefinizione dei rilasci in alveo al fine di rispettare le soglie indicate:

	D.P.G.R.n.8/R del 17/07/2007 All.A - C.	1° PROPOSTA	2° PROPOSTA	3° PROPOSTA
Rilascio medio annuo DMV base adottato	87,17 l/s	150,00 l/s	175,00 l/s	<b>335,00 l/s</b>
Rilascio medio annuo DMV modulato	60,00 l/s	82,00 l/s	113,00 l/s	<b>70,00 l/s</b>
Rilasci totali medi annui	147,17 l/s	232,00 l/s	287,00 l/s	<b>405,00 l/s</b>
Portata media derivata	406,00 l/s	375,00 l/s	342,00 l/s	<b>171,00 l/s</b>
Portata massima derivata	1.400,00 l/s	1.400,00 l/s	1.400,00 l/s	<b>600,00 l/s</b>

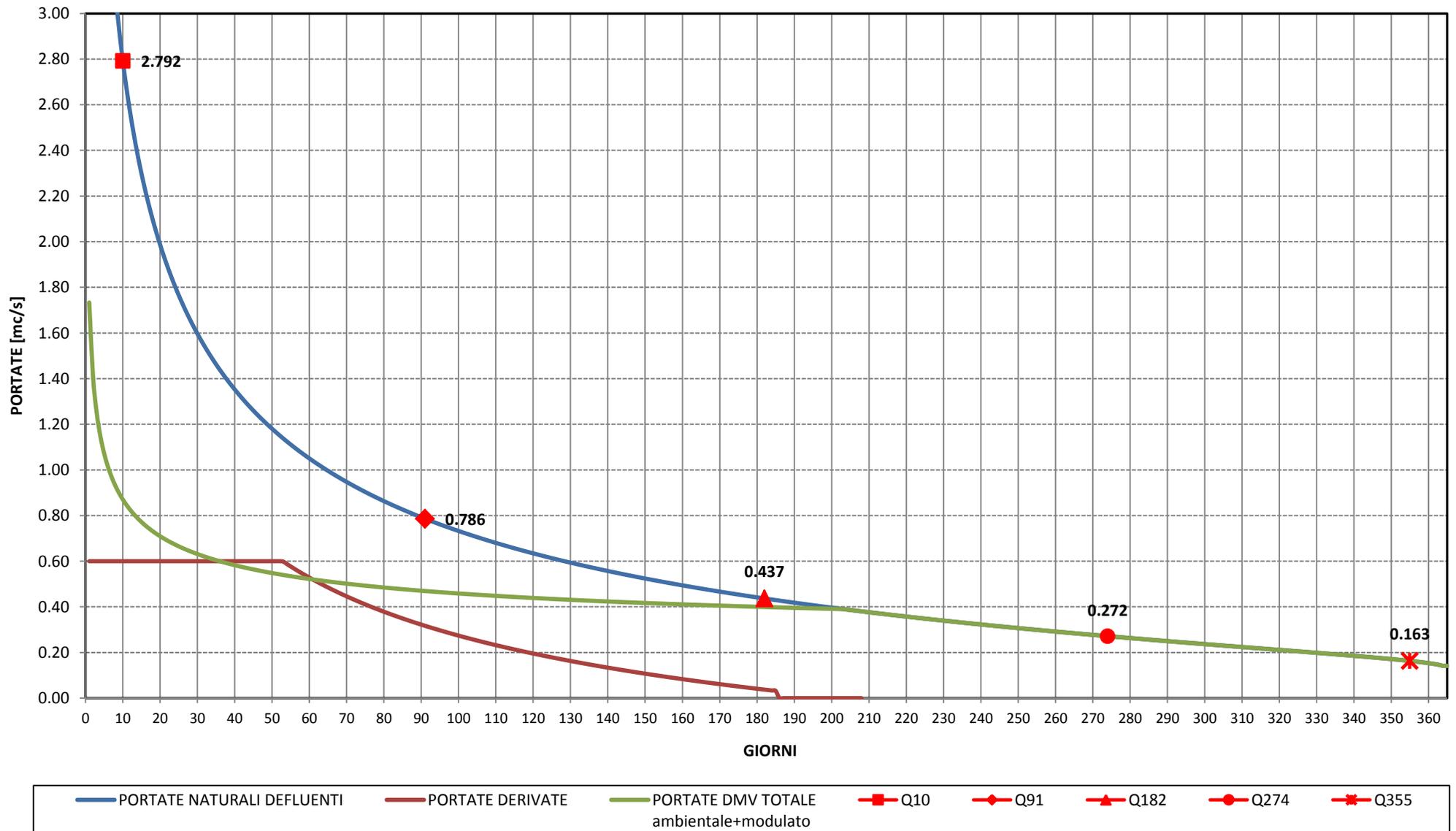
tra la condizione <i>post operam</i> e quella <i>ante operam</i> vi è una riduzione del volume defluito maggiore del 25%		Portate inferiori a $Q_{274}$ tra la condizione <i>post operam</i> e quella <i>ante operam</i> vi è una riduzione del volume defluito maggiore del 10%	
volumi naturali	21,703,640	volumi naturali da $Q_{274}$	1,676,720
volumi derivati	5,389,783	volumi rilasciati da $Q_{274}$	1,676,720
volumi rilasciati	12,736,715	volumi derivati da $Q_{274}$	0
volumi non utilizzati	3,577,142	volumi non utilizzati da $Q_{274}$	0
volumi presenti in alveo	16,313,857	volumi presenti in alveo da $Q_{274}$	1,676,720
<b>rapporto volumi in alveo ante/post</b>	<b>24.83%</b>	<b>rapporto volumi in alveo ante/post</b>	<b>0.00%</b>

Il valore indicato per le portate inferiori a  $Q_{274}$  risulta invariato in quanto la 3° proposta prevede un incremento dei rilasci, per cui l'impianto, sull'anno medio potrà funzionare per 185 giorni.

Questo, in conseguenza, ha comportato una variazione dei parametri di concessione richiesti così come indicati nella tabella seguente:

	D.P.G.R.n.8/R del 17/07/2007 All.A - C.	1° PROPOSTA	2° PROPOSTA	3° PROPOSTA
<b>Rilascio medio annuo DMV base adottato</b>	87,17 l/s	150,00 l/s	<b>175,00 l/s</b>	<b>335,00 l/s</b>
<b>Rilascio medio annuo DMV modulato</b>	60,00 l/s (10%)	82,00 l/s (10%)	<b>113,00 l/s (22%)</b>	<b>70,00 l/s</b>
<b>Rilasci totali medi annui</b>	147,17 l/s	232,00 l/s	<b>287,00 l/s</b>	<b>405,00 l/s</b>
<b>Portata media derivata</b>	406,00 l/s	375,00 l/s	<b>342,00 l/s</b>	<b>171,00 l/s</b>
<b>Portata massima derivata</b>	1.400,00 l/s	1.400,00 l/s	<b>1.400,00 l/s</b>	<b>600,00 l/s</b>
<b>Potenza media nominale (salto nominale)</b>	609 kW	497 kW	<b>453 kW</b>	<b>226 kW</b>
<b>Potenza massima nominale</b>	1540 kW	1540 kW	<b>1540 kW</b>	<b>738 kW</b>
<b>Produzione media annua</b>	4.300.000 kW/anno	3.600.000 kWh/anno	<b>3.300.000 kWh/anno</b>	<b>1.650.000 kWh/anno</b>

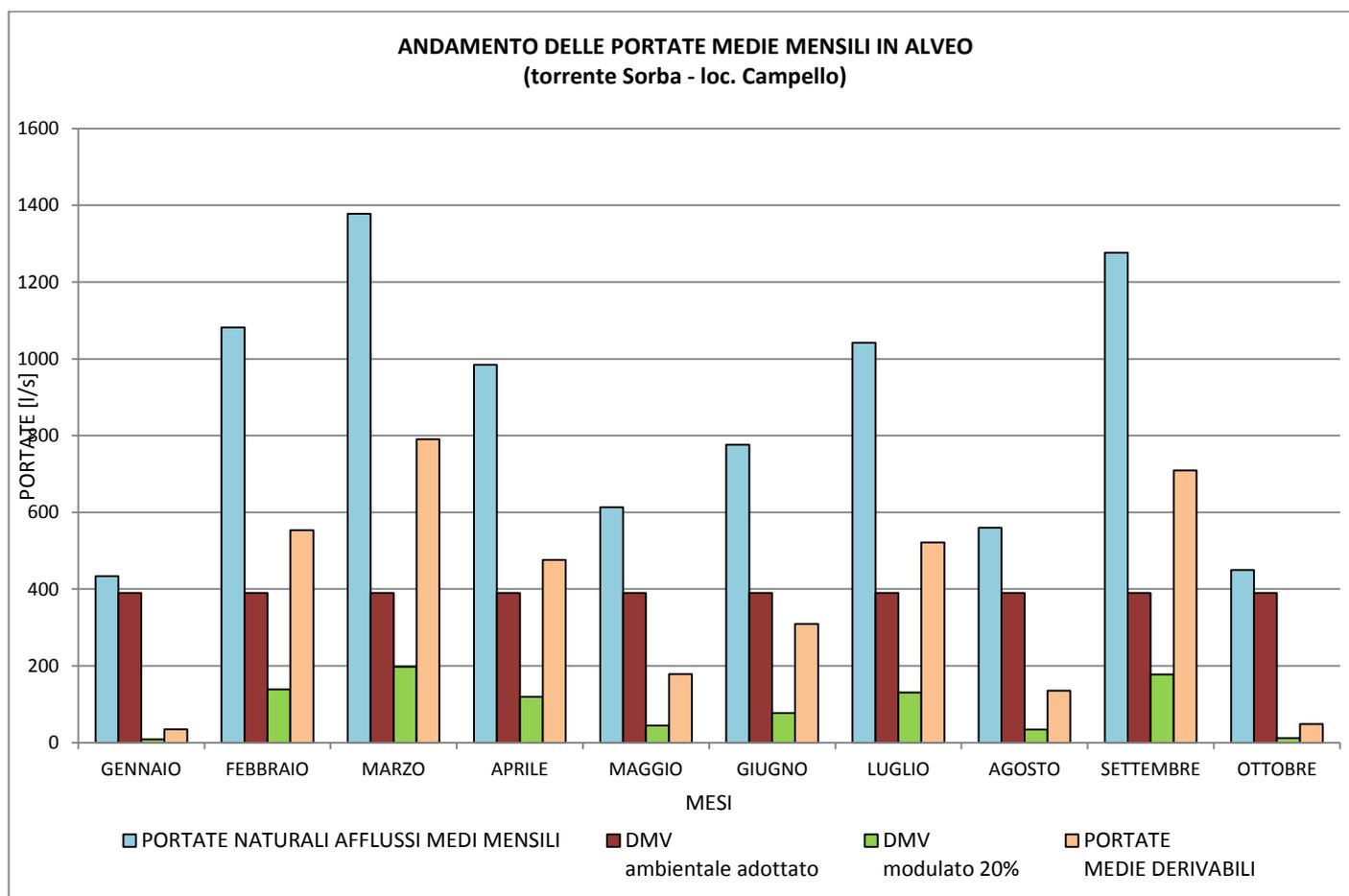
### CURVE DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO SORBA



## CALCOLO DELLE PORTATE UTILIZZABILI

Nelle tabella sotto riportata è indicato il bilancio idrico nella sezione dell'opera di presa e sono determinate le portate medie utilizzabili nel corso d'acqua, in funzione dei rilasci descritti nei paragrafi precedenti.

	Portate medie mensili naturali	DMV <sub>base</sub>	DMV <sub>modulato</sub>	Portate utilizzabili medie mensili
	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
GENNAIO	177.15	390.00	-42.57	-
FEBBRAIO	166.92	390.00	-44.62	-
MARZO	433.89	390.00	8.78	35.11
APRILE	1081.79	390.00	138.36	553.43
MAGGIO	1377.91	390.00	197.58	790.33
GIUGNO	984.81	390.00	118.96	475.85
LUGLIO	613.22	390.00	44.64	178.57
AGOSTO	776.36	390.00	77.27	309.09
SETTEMBRE	1041.64	390.00	130.33	521.31
OTTOBRE	559.61	390.00	33.92	135.69
NOVEMBRE	1276.80	390.00	177.36	709.44
DICEMBRE	449.92	390.00	11.98	47.94



Nelle tabelle sotto riportate sono indicati i valori delle portate naturali, derivate, derivabili, derivate ed i relativi volumi.

GIORNO	PORTATE NATURALI DEFLUENTI	PORTATE DMV AMBIENTALE	PORTATE DMV MODULATO	PORTATE DMV TOTALE ambientale+ modulato	VOLUMI NATURALI DEFLUENTI	Volumi naturali cumulati	VOLUMI AMBIENTALE DMV	VOLUMI DMV MODULATO	VOLUMI DMV TOTALE ambientale+ modulato	PORTATE DERIVABILI	PORTATE DERIVATE	VOLUMI DERIVATI
-	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]		[l/s]	[m <sup>3</sup> ]
1	7.108	0.390	1.344	1.734	614108	614108	33696	116082	149778	5.374	0.600	51840
2	5.497	0.390	1.021	1.411	474972	1089080	33696	88255	121951	4.086	0.600	51840
3	4.690	0.390	0.860	1.250	405225	1494304	33696	74306	108002	3.440	0.600	51840
4	4.172	0.390	0.756	1.146	360468	1854772	33696	65354	99050	3.026	0.600	51840
5	3.800	0.390	0.682	1.072	328285	2183057	33696	58918	92614	2.728	0.600	51840
6	3.513	0.390	0.625	1.015	303552	2486609	33696	53971	87667	2.499	0.600	51840
7	3.283	0.390	0.579	0.969	283694	2770303	33696	50000	83696	2.315	0.600	51840
8	3.093	0.390	0.541	0.931	262745	3037549	33696	46710	80406	2.162	0.600	51840
9	2.932	0.390	0.508	0.898	253300	3290849	33696	43921	77617	2.033	0.600	51840
10	2.792	0.390	0.480	0.870	241261	3532109	33696	41513	75209	1.922	0.600	51840
11	2.670	0.390	0.456	0.846	230716	3762826	33696	39404	73100	1.824	0.600	51840
12	2.562	0.390	0.434	0.824	221371	3984197	33696	37535	71231	1.738	0.600	51840
13	2.465	0.390	0.415	0.805	213006	4197203	33696	35862	69558	1.660	0.600	51840
14	2.378	0.390	0.398	0.788	205456	4402659	33696	34352	68048	1.590	0.600	51840
15	2.299	0.390	0.382	0.772	198592	4601251	33696	32979	66675	1.527	0.600	51840
16	2.226	0.390	0.367	0.757	192314	4793565	33696	31724	65420	1.469	0.600	51840
17	2.159	0.390	0.354	0.744	186540	4980105	33696	30569	64265	1.415	0.600	51840
18	2.097	0.390	0.341	0.731	181203	5161309	33696	29501	63197	1.366	0.600	51840
19	2.040	0.390	0.330	0.720	176251	5337559	33696	28511	62207	1.320	0.600	51840
20	1.987	0.390	0.319	0.709	171636	5509196	33696	27588	61284	1.277	0.600	51840
21	1.937	0.390	0.309	0.699	167322	5676518	33696	26725	60421	1.237	0.600	51840
22	1.890	0.390	0.300	0.690	163277	5839795	33696	25916	59612	1.200	0.600	51840
23	1.846	0.390	0.291	0.681	159472	5999267	33696	25155	58851	1.165	0.600	51840
24	1.804	0.390	0.283	0.673	155884	6155151	33696	24438	58134	1.131	0.600	51840
25	1.765	0.390	0.275	0.665	152493	6307644	33696	23759	57455	1.100	0.600	51840
26	1.728	0.390	0.268	0.658	149281	6456926	33696	23117	56813	1.070	0.600	51840
27	1.693	0.390	0.261	0.651	146233	6603158	33696	22507	56203	1.042	0.600	51840
28	1.659	0.390	0.254	0.644	143333	6746492	33696	21927	55623	1.015	0.600	51840
29	1.627	0.390	0.247	0.637	140571	6887063	33696	21375	55071	0.990	0.600	51840
30	1.596	0.390	0.241	0.631	137936	7024999	33696	20848	54544	0.965	0.600	51840
31	1.567	0.390	0.235	0.625	135418	7160417	33696	20344	54040	0.942	0.600	51840
32	1.539	0.390	0.230	0.620	133008	7293426	33696	19862	53558	0.920	0.600	51840
33	1.513	0.390	0.225	0.615	130699	7424215	33696	19401	53097	0.898	0.600	51840
34	1.487	0.390	0.219	0.609	128484	7552608	33696	18958	52654	0.878	0.600	51840
35	1.462	0.390	0.214	0.604	126355	7678964	33696	18532	52228	0.858	0.600	51840
36	1.439	0.390	0.210	0.600	124309	7803273	33696	18123	51819	0.839	0.600	51840
37	1.416	0.390	0.205	0.595	122339	7925611	33696	17729	51425	0.821	0.600	51840
38	1.394	0.390	0.201	0.591	120440	8046052	33696	17349	51045	0.803	0.600	51840
39	1.373	0.390	0.197	0.587	118609	8164661	33696	16983	50679	0.786	0.600	51840
40	1.352	0.390	0.192	0.582	116842	8281503	33696	16629	50325	0.770	0.600	51840
41	1.333	0.390	0.189	0.579	115134	8396636	33696	16288	49984	0.754	0.600	51840
42	1.313	0.390	0.185	0.575	113482	8511018	33696	15957	49653	0.739	0.600	51840
43	1.295	0.390	0.181	0.571	111884	8622002	33696	15638	49334	0.724	0.600	51840
44	1.277	0.390	0.177	0.567	110336	8732338	33696	15328	49024	0.710	0.600	51840
45	1.260	0.390	0.174	0.564	108836	8841174	33696	15028	48724	0.696	0.600	51840
46	1.243	0.390	0.171	0.561	107381	8948555	33696	14737	48433	0.682	0.600	51840
47	1.226	0.390	0.167	0.557	105969	9054524	33696	14455	48151	0.669	0.600	51840
48	1.211	0.390	0.164	0.554	104598	9159122	33696	14180	47876	0.657	0.600	51840
49	1.195	0.390	0.161	0.551	103266	9262389	33696	13914	47610	0.644	0.600	51840
50	1.180	0.390	0.158	0.548	101972	9364361	33696	13655	47351	0.632	0.600	51840
51	1.166	0.390	0.155	0.545	100712	9465073	33696	13403	47099	0.621	0.600	51840
52	1.151	0.390	0.152	0.542	99487	9564560	33696	13158	46854	0.609	0.600	51840
53	1.138	0.390	0.150	0.540	98293	9662853	33696	12919	46615	0.598	0.598	51678
54	1.124	0.390	0.147	0.537	97131	9759984	33696	12687	46383	0.587	0.587	50748
55	1.111	0.390	0.144	0.534	95998	9855982	33696	12460	46156	0.577	0.577	49841
56	1.098	0.390	0.142	0.532	94893	9950875	33696	12239	45935	0.567	0.567	48958
57	1.086	0.390	0.139	0.529	93816	10044690	33696	12024	45720	0.557	0.557	48096
58	1.074	0.390	0.137	0.527	92764	10137454	33696	11814	45510	0.547	0.547	47254
59	1.062	0.390	0.134	0.524	91737	10229192	33696	11608	45304	0.537	0.537	46433
60	1.050	0.390	0.132	0.522	90735	10319926	33696	11408	45104	0.528	0.528	45631
61	1.039	0.390	0.130	0.520	89755	10409681	33696	11212	44908	0.519	0.519	44847
62	1.028	0.390	0.128	0.518	88797	10498479	33696	11020	44716	0.510	0.510	44081
63	1.017	0.390	0.125	0.515	87861	10586340	33696	10833	44529	0.502	0.502	43332
64	1.006	0.390	0.123	0.513	86946	10673285	33696	10650	44346	0.493	0.493	42600
65	0.996	0.390	0.121	0.511	86050	10759335	33696	10471	44167	0.485	0.485	41883
66	0.986	0.390	0.119	0.509	85173	10844508	33696	10295	43991	0.477	0.477	41182
67	0.976	0.390	0.117	0.507	84314	10928823	33696	10124	43820	0.469	0.469	40495
68	0.966	0.390	0.115	0.505	83474	11012296	33696	9956	43652	0.461	0.461	39822
69	0.957	0.390	0.113	0.503	82650	11094947	33696	9791	43487	0.453	0.453	39163
70	0.947	0.390	0.111	0.501	81843	11176790	33696	9629	43325	0.446	0.446	38518
71	0.938	0.390	0.110	0.500	81052	11257842	33696	9471	43167	0.438	0.438	37885
72	0.929	0.390	0.108	0.498	80277	11338119	33696	9316	43012	0.431	0.431	37265
73	0.920	0.390	0.106	0.496	79516	11417635	33696	9164	42860	0.424	0.424	36656
74	0.912	0.390	0.104	0.494	78770	11496406	33696	9015	42711	0.417	0.417	36059
75	0.903	0.390	0.103	0.493	78038	11574444	33696	8868	42564	0.411	0.411	35474
76	0.895	0.390	0.101	0.491	77320	11651764	33696	8725	42421	0.404	0.404	34899
77	0.887	0.390	0.099	0.489	76615	11728378	33696	8584	42280	0.397	0.397	34335
78	0.879	0.390	0.098	0.488	75922	11804300	33696	8445	42141	0.391	0.391	33781
79	0.871	0.390	0.096	0.486	75242	11879542	33696	8309	42005	0.385	0.385	33237
80	0.863	0.390	0.095	0.485	74574	11954116	33696	8176	41872	0.378	0.378	32702
81	0.856	0.390	0.093	0.483	73917	12028034	33696	8044	41740	0.372	0.372	32177
82	0.848	0.390	0.092	0.482	73272	12101306	33696	7915	41611	0.366	0.366	31661
83	0.841	0.390	0.090	0.480	72638	12173944	33696	7788	41484	0.361	0.361	31154
84	0.834	0.390	0.089	0.479	72015	12245959	33696	7664	41360	0.355	0.355	30655
85	0.826	0.390	0.087	0.477	71402	12317361	33696	7541	41237	0.349	0.349	30165
86	0.819	0.390	0.086	0.476	70799	12388159	33696	7421	41117	0.344	0.344	29682
87	0.813	0.390	0.085	0.475	70206	12458365	33696	7302	40998	0.338	0.338	29208
88	0.806	0.390	0.083	0.473	69622	12527977	33696	7185	40881	0.333	0.333	28741
89	0.799	0.390	0.082	0.472	69048	12597035	33696	7070	4			

GIORNO	PORTATE NATURALI DEFLUENTI	PORTATE DMV AMBIENTALE	PORTATE DMV MODULATO	PORTATE DMV TOTALE ambientale+ modulato	VOLUMI NATURALI DEFLUENTI	Volumi naturali cumulati	VOLUMI AMBIENTALE DMV	VOLUMI DMV MODULATO	VOLUMI DMV TOTALE ambientale+ modulato	PORTATE DERIVABILI	PORTATE DERIVATE	VOLUMI DERIVATI
-	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[l/s]	[l/s]	[m <sup>3</sup> ]
99	0.738	0.390	0.070	0.460	63766	13257807	33696	6014	39710	0.278	0.278	24056
100	0.732	0.390	0.068	0.458	63280	13321087	33696	5917	39613	0.274	0.274	23667
101	0.727	0.390	0.067	0.457	62800	13383887	33696	5821	39517	0.269	0.269	23283
102	0.721	0.390	0.066	0.456	62327	13446214	33696	5726	39422	0.265	0.265	22905
103	0.716	0.390	0.065	0.455	61861	13508075	33696	5633	39329	0.261	0.261	22532
104	0.711	0.390	0.064	0.454	61401	13569475	33696	5541	39237	0.257	0.257	22164
105	0.705	0.390	0.063	0.453	60947	13630422	33696	5450	39146	0.252	0.252	21801
106	0.700	0.390	0.062	0.452	60499	13690921	33696	5361	39057	0.248	0.248	21443
107	0.695	0.390	0.061	0.451	60057	13750979	33696	5272	38968	0.244	0.244	21089
108	0.690	0.390	0.060	0.450	59622	13810600	33696	5185	38881	0.240	0.240	20740
109	0.685	0.390	0.059	0.449	59191	13869791	33696	5099	38795	0.236	0.236	20396
110	0.680	0.390	0.058	0.448	58767	13928558	33696	5014	38710	0.232	0.232	20057
111	0.675	0.390	0.057	0.447	58347	13986906	33696	4930	38626	0.228	0.228	19721
112	0.671	0.390	0.056	0.446	57934	14044839	33696	4848	38544	0.224	0.224	19390
113	0.666	0.390	0.055	0.445	57525	14102364	33696	4766	38462	0.221	0.221	19063
114	0.661	0.390	0.054	0.444	57122	14159486	33696	4685	38381	0.217	0.217	18740
115	0.657	0.390	0.053	0.443	56723	14216209	33696	4605	38301	0.213	0.213	18422
116	0.652	0.390	0.052	0.442	56329	14272538	33696	4527	38223	0.210	0.210	18107
117	0.647	0.390	0.051	0.441	55941	14328479	33696	4449	38145	0.206	0.206	17796
118	0.643	0.390	0.051	0.441	55557	14384036	33696	4372	38068	0.202	0.202	17488
119	0.639	0.390	0.050	0.440	55177	14439213	33696	4296	37992	0.199	0.199	17185
120	0.634	0.390	0.049	0.439	54802	14494015	33696	4221	37917	0.195	0.195	16885
121	0.630	0.390	0.048	0.438	54432	14548447	33696	4147	37843	0.192	0.192	16589
122	0.626	0.390	0.047	0.437	54065	14602512	33696	4074	37770	0.189	0.189	16296
123	0.622	0.390	0.046	0.436	53704	14656216	33696	4002	37698	0.185	0.185	16006
124	0.617	0.390	0.045	0.435	53346	14709561	33696	3930	37626	0.182	0.182	15720
125	0.613	0.390	0.045	0.435	52992	14762553	33696	3859	37555	0.179	0.179	15437
126	0.609	0.390	0.044	0.434	52642	14815196	33696	3789	37485	0.175	0.175	15157
127	0.605	0.390	0.043	0.433	52297	14867492	33696	3720	37416	0.172	0.172	14881
128	0.601	0.390	0.042	0.432	51955	14919447	33696	3652	37348	0.169	0.169	14607
129	0.597	0.390	0.041	0.431	51617	14971064	33696	3584	37280	0.166	0.166	14337
130	0.594	0.390	0.041	0.431	51282	15022346	33696	3517	37213	0.163	0.163	14069
131	0.590	0.390	0.040	0.430	50952	15073298	33696	3451	37147	0.160	0.160	13804
132	0.586	0.390	0.039	0.429	50624	15123922	33696	3386	37082	0.157	0.157	13543
133	0.582	0.390	0.038	0.428	50301	15174223	33696	3321	37017	0.154	0.154	13284
134	0.578	0.390	0.038	0.428	49981	15224204	33696	3257	36953	0.151	0.151	13028
135	0.575	0.390	0.037	0.427	49664	15273868	33696	3194	36890	0.148	0.148	12774
136	0.571	0.390	0.036	0.426	49350	15323218	33696	3131	36827	0.145	0.145	12524
137	0.568	0.390	0.036	0.426	49040	15372258	33696	3069	36765	0.142	0.142	12275
138	0.564	0.390	0.035	0.425	48733	15420991	33696	3007	36703	0.139	0.139	12030
139	0.561	0.390	0.034	0.424	48429	15469421	33696	2947	36643	0.136	0.136	11787
140	0.557	0.390	0.033	0.423	48129	15517550	33696	2887	36583	0.134	0.134	11546
141	0.554	0.390	0.033	0.423	47831	15565381	33696	2827	36523	0.131	0.131	11308
142	0.550	0.390	0.032	0.422	47536	15612917	33696	2768	36464	0.128	0.128	11072
143	0.547	0.390	0.031	0.421	47245	15660162	33696	2710	36406	0.125	0.125	10839
144	0.543	0.390	0.031	0.421	46956	15707118	33696	2652	36348	0.123	0.123	10608
145	0.540	0.390	0.030	0.420	46670	15753787	33696	2595	36291	0.120	0.120	10379
146	0.537	0.390	0.029	0.419	46387	15800174	33696	2538	36234	0.118	0.118	10153
147	0.534	0.390	0.029	0.419	46106	15846280	33696	2482	36178	0.115	0.115	9928
148	0.530	0.390	0.028	0.418	45829	15892109	33696	2427	36123	0.112	0.112	9706
149	0.527	0.390	0.027	0.417	45553	15937662	33696	2371	36067	0.110	0.110	9486
150	0.524	0.390	0.027	0.417	45281	15982943	33696	2317	36013	0.107	0.107	9268
151	0.521	0.390	0.026	0.416	45011	16027955	33696	2263	35959	0.105	0.105	9052
152	0.518	0.390	0.026	0.416	44744	16072698	33696	2210	35906	0.102	0.102	8838
153	0.515	0.390	0.025	0.415	44479	16117177	33696	2157	35853	0.100	0.100	8626
154	0.512	0.390	0.024	0.414	44217	16161394	33696	2104	35800	0.097	0.097	8416
155	0.509	0.390	0.024	0.414	43957	16205351	33696	2052	35748	0.095	0.095	8208
156	0.506	0.390	0.023	0.413	43699	16249050	33696	2001	35697	0.093	0.093	8002
157	0.503	0.390	0.023	0.413	43444	16292493	33696	1950	35646	0.090	0.090	7798
158	0.500	0.390	0.022	0.412	43191	16335684	33696	1899	35595	0.088	0.088	7596
159	0.497	0.390	0.021	0.411	42940	16378624	33696	1849	35545	0.086	0.086	7395
160	0.494	0.390	0.021	0.411	42692	16421316	33696	1799	35495	0.083	0.083	7197
161	0.491	0.390	0.020	0.410	42445	16463761	33696	1750	35446	0.081	0.081	7000
162	0.488	0.390	0.020	0.410	42201	16505963	33696	1701	35397	0.079	0.079	6804
163	0.486	0.390	0.019	0.409	41959	16547922	33696	1653	35349	0.077	0.077	6611
164	0.483	0.390	0.019	0.409	41720	16589642	33696	1605	35301	0.074	0.074	6419
165	0.480	0.390	0.018	0.408	41482	16631124	33696	1557	35253	0.072	0.072	6229
166	0.477	0.390	0.017	0.407	41246	16672370	33696	1510	35206	0.070	0.070	6040
167	0.475	0.390	0.017	0.407	41012	16713382	33696	1463	35159	0.068	0.068	5853
168	0.472	0.390	0.016	0.406	40781	16754162	33696	1417	35113	0.066	0.066	5668
169	0.469	0.390	0.016	0.406	40551	16794713	33696	1371	35067	0.063	0.063	5484
170	0.467	0.390	0.015	0.405	40323	16835036	33696	1325	35021	0.061	0.061	5301
171	0.464	0.390	0.015	0.405	40097	16875133	33696	1280	34976	0.059	0.059	5121
172	0.461	0.390	0.014	0.404	39873	16915005	33696	1235	34931	0.057	0.057	4941
173	0.459	0.390	0.014	0.404	39650	16954656	33696	1191	34887	0.055	0.055	4764
174	0.456	0.390	0.013	0.403	39430	16994086	33696	1147	34843	0.053	0.053	4587
175	0.454	0.390	0.013	0.403	39211	17033297	33696	1103	34799	0.051	0.051	4412
176	0.451	0.390	0.012	0.402	38994	17072291	33696	1060	34756	0.049	0.049	4239
177	0.449	0.390	0.012	0.402	38779	17111070	33696	1017	34713	0.047	0.047	4066
178	0.446	0.390	0.011	0.401	38566	17149636	33696	974	34670	0.045	0.045	3896
179	0.444	0.390	0.011	0.401	38354	17187990	33696	932	34628	0.043	0.043	3726
180	0.441	0.390	0.010	0.400	38144	17226133	33696	890	34586	0.041	0.041	3558
181	0.439	0.390	0.010	0.400	37935	17264068	33696	848	34544	0.039	0.039	3391
182	0.437	0.390	0.009	0.399	37728	17301797	33696	806	34502	0.037	0.037	3226
183	0.434	0.390	0.009	0.399	37523	17339320	33696	765	34461	0.035	0.035	3062
184	0.432	0.390	0.008	0.398	37319	17376639	33696	725	34421	0.034	0.034	2899
185	0.430	0.390	0.008	0.398	37117	17413756	33696	684	34380	0.032	0.032	2737
186	0.427	0.390	0.007	0.397	36916	17450673	33696	644	34340	0.030	0.030	0
187	0.425	0.390	0.007	0.397	36717	17487390	33696	604	34300	0.028		

GIORNO	PORTATE NATURALI DEFLUENTI	PORTATE DMV AMBIENTALE	PORTATE DMV MODULATO	PORTATE DMV TOTALE ambientale+ modulato	VOLUMI NATURALI DEFLUENTI	Volumi naturali cumulati	VOLUMI AMBIENTALE DMV	VOLUMI DMV MODULATO	VOLUMI DMV TOTALE ambientale+ modulato	PORTATE DERIVABILI	PORTATE DERIVATE	VOLUMI DERIVATI
-	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]		[l/s]	[m <sup>3</sup> ]
197	0.403	0.390	0.003	0.393	34805	17843930	33696	222	33918	0.010	0.000	0
198	0.401	0.390	0.002	0.392	34621	17878551	33696	185	33881	0.009	0.000	0
199	0.399	0.390	0.002	0.392	34439	17912989	33696	149	33845	0.007	0.000	0
200	0.396	0.390	0.001	0.391	34257	17947247	33696	112	33808	0.005	0.000	0
201	0.394	0.390	0.001	0.391	34077	17981324	33696	76	33772	0.004	0.000	0
202	0.392	0.390	0.000	0.390	33899	18015223	33696	41	33737	0.002	0.000	0
203	0.390	0.390	0.000	0.390	33721	18048944	33696	5	33701	0.000	0.000	0
204	0.388	0.388	0.000	0.388	33545	18082489	33545	0	33545	0.000	0.000	0
205	0.386	0.386	0.000	0.386	33370	18115858	33370	0	33370	0.000	0.000	0
206	0.384	0.384	0.000	0.384	33196	18149054	33196	0	33196	0.000	0.000	0
207	0.382	0.382	0.000	0.382	33023	18182077	33023	0	33023	0.000	0.000	0
208	0.380	0.380	0.000	0.380	32851	18214928	32851	0	32851	0.000	0.000	0
209	0.378	0.378	0.000	0.378	32681	18247609	32681	0	32681	0.000	0.000	0
210	0.376	0.376	0.000	0.376	32511	18280120	32511	0	32511	0.000	0.000	0
211	0.374	0.374	0.000	0.374	32343	18312464	32343	0	32343	0.000	0.000	0
212	0.372	0.372	0.000	0.372	32176	18344639	32176	0	32176	0.000	0.000	0
213	0.370	0.370	0.000	0.370	32010	18376649	32010	0	32010	0.000	0.000	0
214	0.369	0.369	0.000	0.369	31845	18408494	31845	0	31845	0.000	0.000	0
215	0.367	0.367	0.000	0.367	31681	18440175	31681	0	31681	0.000	0.000	0
216	0.365	0.365	0.000	0.365	31518	18471692	31518	0	31518	0.000	0.000	0
217	0.363	0.363	0.000	0.363	31356	18503048	31356	0	31356	0.000	0.000	0
218	0.361	0.361	0.000	0.361	31195	18534243	31195	0	31195	0.000	0.000	0
219	0.359	0.359	0.000	0.359	31035	18565278	31035	0	31035	0.000	0.000	0
220	0.357	0.357	0.000	0.357	30876	18596154	30876	0	30876	0.000	0.000	0
221	0.356	0.356	0.000	0.356	30718	18626872	30718	0	30718	0.000	0.000	0
222	0.354	0.354	0.000	0.354	30561	18657432	30561	0	30561	0.000	0.000	0
223	0.352	0.352	0.000	0.352	30405	18687837	30405	0	30405	0.000	0.000	0
224	0.350	0.350	0.000	0.350	30250	18718087	30250	0	30250	0.000	0.000	0
225	0.348	0.348	0.000	0.348	30095	18748182	30095	0	30095	0.000	0.000	0
226	0.347	0.347	0.000	0.347	29942	18778124	29942	0	29942	0.000	0.000	0
227	0.345	0.345	0.000	0.345	29790	18807914	29790	0	29790	0.000	0.000	0
228	0.343	0.343	0.000	0.343	29638	18837552	29638	0	29638	0.000	0.000	0
229	0.341	0.341	0.000	0.341	29487	18867039	29487	0	29487	0.000	0.000	0
230	0.340	0.340	0.000	0.340	29338	18896377	29338	0	29338	0.000	0.000	0
231	0.338	0.338	0.000	0.338	29189	18925566	29189	0	29189	0.000	0.000	0
232	0.336	0.336	0.000	0.336	29041	18954606	29041	0	29041	0.000	0.000	0
233	0.334	0.334	0.000	0.334	28893	18983500	28893	0	28893	0.000	0.000	0
234	0.333	0.333	0.000	0.333	28747	19012247	28747	0	28747	0.000	0.000	0
235	0.331	0.331	0.000	0.331	28601	19040848	28601	0	28601	0.000	0.000	0
236	0.329	0.329	0.000	0.329	28457	19069305	28457	0	28457	0.000	0.000	0
237	0.328	0.328	0.000	0.328	28313	19097618	28313	0	28313	0.000	0.000	0
238	0.326	0.326	0.000	0.326	28169	19125787	28169	0	28169	0.000	0.000	0
239	0.324	0.324	0.000	0.324	28027	19153814	28027	0	28027	0.000	0.000	0
240	0.323	0.323	0.000	0.323	27885	19181700	27885	0	27885	0.000	0.000	0
241	0.321	0.321	0.000	0.321	27744	19209444	27744	0	27744	0.000	0.000	0
242	0.319	0.319	0.000	0.319	27604	19237049	27604	0	27604	0.000	0.000	0
243	0.318	0.318	0.000	0.318	27465	19264513	27465	0	27465	0.000	0.000	0
244	0.316	0.316	0.000	0.316	27326	19291840	27326	0	27326	0.000	0.000	0
245	0.315	0.315	0.000	0.315	27188	19319028	27188	0	27188	0.000	0.000	0
246	0.313	0.313	0.000	0.313	27051	19346079	27051	0	27051	0.000	0.000	0
247	0.312	0.312	0.000	0.312	26914	19372993	26914	0	26914	0.000	0.000	0
248	0.310	0.310	0.000	0.310	26779	19399772	26779	0	26779	0.000	0.000	0
249	0.308	0.308	0.000	0.308	26643	19426415	26643	0	26643	0.000	0.000	0
250	0.307	0.307	0.000	0.307	26509	19452924	26509	0	26509	0.000	0.000	0
251	0.305	0.305	0.000	0.305	26375	19479299	26375	0	26375	0.000	0.000	0
252	0.304	0.304	0.000	0.304	26242	19505541	26242	0	26242	0.000	0.000	0
253	0.302	0.302	0.000	0.302	26109	19531650	26109	0	26109	0.000	0.000	0
254	0.301	0.301	0.000	0.301	25977	19557627	25977	0	25977	0.000	0.000	0
255	0.299	0.299	0.000	0.299	25846	19583473	25846	0	25846	0.000	0.000	0
256	0.298	0.298	0.000	0.298	25715	19609188	25715	0	25715	0.000	0.000	0
257	0.296	0.296	0.000	0.296	25585	19634774	25585	0	25585	0.000	0.000	0
258	0.295	0.295	0.000	0.295	25456	19660230	25456	0	25456	0.000	0.000	0
259	0.293	0.293	0.000	0.293	25327	19685557	25327	0	25327	0.000	0.000	0
260	0.292	0.292	0.000	0.292	25199	19710755	25199	0	25199	0.000	0.000	0
261	0.290	0.290	0.000	0.290	25071	19735826	25071	0	25071	0.000	0.000	0
262	0.289	0.289	0.000	0.289	24944	19760770	24944	0	24944	0.000	0.000	0
263	0.287	0.287	0.000	0.287	24817	19785588	24817	0	24817	0.000	0.000	0
264	0.286	0.286	0.000	0.286	24691	19810279	24691	0	24691	0.000	0.000	0
265	0.284	0.284	0.000	0.284	24566	19834845	24566	0	24566	0.000	0.000	0
266	0.283	0.283	0.000	0.283	24441	19859286	24441	0	24441	0.000	0.000	0
267	0.281	0.281	0.000	0.281	24317	19883603	24317	0	24317	0.000	0.000	0
268	0.280	0.280	0.000	0.280	24193	19907796	24193	0	24193	0.000	0.000	0
269	0.279	0.279	0.000	0.279	24069	19931865	24069	0	24069	0.000	0.000	0
270	0.277	0.277	0.000	0.277	23947	19955812	23947	0	23947	0.000	0.000	0
271	0.276	0.276	0.000	0.276	23824	19979636	23824	0	23824	0.000	0.000	0
272	0.274	0.274	0.000	0.274	23702	20003339	23702	0	23702	0.000	0.000	0
273	0.273	0.273	0.000	0.273	23581	20026920	23581	0	23581	0.000	0.000	0
274	0.272	0.272	0.000	0.272	23460	20050380	23460	0	23460	0.000	0.000	0
275	0.270	0.270	0.000	0.270	23340	20073720	23340	0	23340	0.000	0.000	0
276	0.269	0.269	0.000	0.269	23220	20096940	23220	0	23220	0.000	0.000	0
277	0.267	0.267	0.000	0.267	23100	20120040	23100	0	23100	0.000	0.000	0
278	0.266	0.266	0.000	0.266	22981	20143021	22981	0	22981	0.000	0.000	0
279	0.265	0.265	0.000	0.265	22863	20165884	22863	0	22863	0.000	0.000	0
280	0.263	0.263	0.000	0.263	22744	20188628	22744	0	22744	0.000	0.000	0
281	0.262	0.262	0.000	0.262	22627	20211255	22627	0	22627	0.000	0.000	0
282	0.261	0.261	0.000	0.261	22509	20233764	22509	0	22509	0.000	0.000	0
283	0.259	0.259	0.000	0.259	22392	20256156	22392	0	22392	0.000	0.000	0
284	0.258	0.258	0.000	0.258	22276	20278432	22276	0	22276	0.000	0.000	0
285	0.256	0.256	0.000	0.256	22159	20300591	22159	0	22159	0.000	0.000	0
286	0.255	0.255	0.000	0.255	22044	20322635	22044	0	22044	0.000	0.000	0
287	0.254	0.254	0.000	0.254	21928	20344563	21928	0	21928	0.000	0.000	0
288	0.252	0.252	0.000	0.252	21813	20366376	21813	0	21813	0.000	0.000	0
289	0.251	0.251	0.000	0.251	21698	20388074	21698	0	21698	0.000	0.000	0
290	0.250	0.250</										

GIORNO	PORTATE NATURALI DEFLUENTI	PORTATE DMV AMBIENTALE	PORTATE DMV MODULATO	PORTATE DMV TOTALE ambientale+ modulato	VOLUMI NATURALI DEFLUENTI	Volumi naturali cumulati	VOLUMI DMV AMBIENTALE	VOLUMI DMV MODULATO	VOLUMI DMV TOTALE ambientale+ modulato	PORTATE DERIVABILI	PORTATE DERIVATE	VOLUMI DERIVATI
-	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]		[l/s]	[m³]
295	0.243	0.243	0.000	0.243	21016	20515871	21016	0	21016	0.000	0.000	0
296	0.242	0.242	0.000	0.242	20904	20536775	20904	0	20904	0.000	0.000	0
297	0.241	0.241	0.000	0.241	20792	20557567	20792	0	20792	0.000	0.000	0
298	0.239	0.239	0.000	0.239	20680	20578246	20680	0	20680	0.000	0.000	0
299	0.238	0.238	0.000	0.238	20568	20598814	20568	0	20568	0.000	0.000	0
300	0.237	0.237	0.000	0.237	20456	20619270	20456	0	20456	0.000	0.000	0
301	0.235	0.235	0.000	0.235	20345	20639615	20345	0	20345	0.000	0.000	0
302	0.234	0.234	0.000	0.234	20234	20659849	20234	0	20234	0.000	0.000	0
303	0.233	0.233	0.000	0.233	20123	20679972	20123	0	20123	0.000	0.000	0
304	0.232	0.232	0.000	0.232	20012	20699984	20012	0	20012	0.000	0.000	0
305	0.230	0.230	0.000	0.230	19902	20719886	19902	0	19902	0.000	0.000	0
306	0.229	0.229	0.000	0.229	19792	20739678	19792	0	19792	0.000	0.000	0
307	0.228	0.228	0.000	0.228	19682	20759360	19682	0	19682	0.000	0.000	0
308	0.227	0.227	0.000	0.227	19572	20778931	19572	0	19572	0.000	0.000	0
309	0.225	0.225	0.000	0.225	19462	20798393	19462	0	19462	0.000	0.000	0
310	0.224	0.224	0.000	0.224	19352	20817745	19352	0	19352	0.000	0.000	0
311	0.223	0.223	0.000	0.223	19242	20836987	19242	0	19242	0.000	0.000	0
312	0.221	0.221	0.000	0.221	19133	20856120	19133	0	19133	0.000	0.000	0
313	0.220	0.220	0.000	0.220	19024	20875144	19024	0	19024	0.000	0.000	0
314	0.219	0.219	0.000	0.219	18914	20894058	18914	0	18914	0.000	0.000	0
315	0.218	0.218	0.000	0.218	18805	20912863	18805	0	18805	0.000	0.000	0
316	0.216	0.216	0.000	0.216	18696	20931559	18696	0	18696	0.000	0.000	0
317	0.215	0.215	0.000	0.215	18587	20950146	18587	0	18587	0.000	0.000	0
318	0.214	0.214	0.000	0.214	18477	20968623	18477	0	18477	0.000	0.000	0
319	0.213	0.213	0.000	0.213	18368	20986992	18368	0	18368	0.000	0.000	0
320	0.211	0.211	0.000	0.211	18259	21005251	18259	0	18259	0.000	0.000	0
321	0.210	0.210	0.000	0.210	18150	21023400	18150	0	18150	0.000	0.000	0
322	0.209	0.209	0.000	0.209	18040	21041441	18040	0	18040	0.000	0.000	0
323	0.208	0.208	0.000	0.208	17931	21059372	17931	0	17931	0.000	0.000	0
324	0.206	0.206	0.000	0.206	17821	21077193	17821	0	17821	0.000	0.000	0
325	0.205	0.205	0.000	0.205	17712	21094905	17712	0	17712	0.000	0.000	0
326	0.204	0.204	0.000	0.204	17602	21112507	17602	0	17602	0.000	0.000	0
327	0.202	0.202	0.000	0.202	17492	21129999	17492	0	17492	0.000	0.000	0
328	0.201	0.201	0.000	0.201	17382	21147380	17382	0	17382	0.000	0.000	0
329	0.200	0.200	0.000	0.200	17271	21164651	17271	0	17271	0.000	0.000	0
330	0.199	0.199	0.000	0.199	17160	21181811	17160	0	17160	0.000	0.000	0
331	0.197	0.197	0.000	0.197	17049	21198860	17049	0	17049	0.000	0.000	0
332	0.196	0.196	0.000	0.196	16937	21215798	16937	0	16937	0.000	0.000	0
333	0.195	0.195	0.000	0.195	16826	21232623	16826	0	16826	0.000	0.000	0
334	0.193	0.193	0.000	0.193	16713	21249336	16713	0	16713	0.000	0.000	0
335	0.192	0.192	0.000	0.192	16600	21265937	16600	0	16600	0.000	0.000	0
336	0.191	0.191	0.000	0.191	16487	21282424	16487	0	16487	0.000	0.000	0
337	0.190	0.190	0.000	0.190	16373	21298796	16373	0	16373	0.000	0.000	0
338	0.188	0.188	0.000	0.188	16258	21315054	16258	0	16258	0.000	0.000	0
339	0.187	0.187	0.000	0.187	16143	21331197	16143	0	16143	0.000	0.000	0
340	0.185	0.185	0.000	0.185	16027	21347224	16027	0	16027	0.000	0.000	0
341	0.184	0.184	0.000	0.184	15909	21363133	15909	0	15909	0.000	0.000	0
342	0.183	0.183	0.000	0.183	15791	21378925	15791	0	15791	0.000	0.000	0
343	0.181	0.181	0.000	0.181	15672	21394597	15672	0	15672	0.000	0.000	0
344	0.180	0.180	0.000	0.180	15552	21410149	15552	0	15552	0.000	0.000	0
345	0.179	0.179	0.000	0.179	15430	21425579	15430	0	15430	0.000	0.000	0
346	0.177	0.177	0.000	0.177	15307	21440887	15307	0	15307	0.000	0.000	0
347	0.176	0.176	0.000	0.176	15183	21456069	15183	0	15183	0.000	0.000	0
348	0.174	0.174	0.000	0.174	15056	21471126	15056	0	15056	0.000	0.000	0
349	0.173	0.173	0.000	0.173	14928	21486054	14928	0	14928	0.000	0.000	0
350	0.171	0.171	0.000	0.171	14797	21500851	14797	0	14797	0.000	0.000	0
351	0.170	0.170	0.000	0.170	14664	21515515	14664	0	14664	0.000	0.000	0
352	0.168	0.168	0.000	0.168	14528	21530043	14528	0	14528	0.000	0.000	0
353	0.167	0.167	0.000	0.167	14389	21544432	14389	0	14389	0.000	0.000	0
354	0.165	0.165	0.000	0.165	14246	21558677	14246	0	14246	0.000	0.000	0
355	0.163	0.163	0.000	0.163	14098	21572775	14098	0	14098	0.000	0.000	0
356	0.161	0.161	0.000	0.161	13945	21586721	13945	0	13945	0.000	0.000	0
357	0.160	0.160	0.000	0.160	13786	21600507	13786	0	13786	0.000	0.000	0
358	0.158	0.158	0.000	0.158	13620	21614127	13620	0	13620	0.000	0.000	0
359	0.156	0.156	0.000	0.156	13444	21627571	13444	0	13444	0.000	0.000	0
360	0.153	0.153	0.000	0.153	13255	21640826	13255	0	13255	0.000	0.000	0
361	0.151	0.151	0.000	0.151	13050	21653875	13050	0	13050	0.000	0.000	0
362	0.148	0.148	0.000	0.148	12820	21666695	12820	0	12820	0.000	0.000	0
363	0.145	0.145	0.000	0.145	12550	21679245	12550	0	12550	0.000	0.000	0
364	0.141	0.141	0.000	0.141	12198	21691443	12198	0	12198	0.000	0.000	0
365	0.141	0.141	0.000	0.141	12197	21703640	12197	0	12197	0.000	0.000	0

## STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO RELATIVO ALLA COMPATIBILITA' DELLE OPERE

Il presente capitolo descrive le modalità di verifica delle opere che devono essere realizzate sia nell'alveo del Torrente Sorba, sia in prossimità del medesimo, rispetto agli eventi pluviometrici di carattere eccezionale, affinché esse siano compatibili con le condizioni di deflusso esistenti in alveo in tali situazioni e non comportino alterazioni al deflusso.

### BACINI IDROGRAFICI E SEZIONI DI CHIUSURA

I bacini idrografici considerati per l'analisi idrologica dei deflussi sono stati determinati considerando due sezioni di chiusura:

- in corrispondenza dell'opera di presa - loc. Campello
- in corrispondenza del ponte a monte dell'abitato di Rassa dove, a valle, sarà posizionato il fabbricato della centrale di produzione;
- in corrispondenza del ponte ad arco nel concentrico dell'abitato di Rassa dove, a valle, sarà posizionato il fabbricato della centrale di produzione

Le caratteristiche del bacino idrografico sotteso sono riportate nel capitolo precedente, mentre in questa parte si riportano, esclusivamente in forma tabellare, i parametri geomorfologici che caratterizzano i bacini rispetto alle sezioni di chiusura suddette.

Quota max bacino	[m s.l.m.]	2700.00	
Quota sez. chiusura	[ m s.l.m.]	1060.00	
Superficie bacino	[km <sup>2</sup> ]	18.90	
Quota media bacino	[m s.l.m.]	1835.33	
Lunghezza asta	[km]	9.20	
Pendenza media asta	%	12.26	
Pendenza media versanti	-	0.688	

Quota max bacino	[m s.l.m.]	2700.00	
Quota sez. chiusura	[ m s.l.m.]	930.00	
Superficie bacino	[km <sup>2</sup> ]	21.04	
Quota media bacino	[m s.l.m.]	1786.83	
Lunghezza asta	[km]	10.40	
Pendenza media asta	%	11.69	
Pendenza media versanti	-	0.686	

Quota max bacino	[m s.l.m.]	2700.00	
Quota sez. chiusura	[ m s.l.m.]	930.00	
Superficie bacino	[km <sup>2</sup> ]	21.30	
Quota media bacino	[m s.l.m.]	1838.59	
Lunghezza asta	[km]	7.70	
Pendenza media asta	%	18.70	
Pendenza media versanti	-	0.812	

## CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI MASSIME

Il calcolo delle massime precipitazioni è eseguito attraverso la determinazione delle Curve di Massima Possibilità Pluviometrica ottenuta mediante l'analisi statistica dei dati contenuti negli Annali Idrologici, riferiti alle registrazioni delle altezze pluviometriche di un generico evento di pioggia che si verifica in un assegnato intervallo temporale.

Se, per un generico pluviografo, si dispone di un periodo sufficientemente lungo di osservazioni, generalmente non inferiore ad un numero di  $N$  anni pari a  $20 \div 30$  anni, per ciascuna delle durate (1, 3, 6, 12 e 24 ore) si riportano i valori su un diagramma, ordinati in modo decrescente e la curva interpolatrice dei punti più alti, cioè dei massimi valori riscontrati è denominata *curva dei primi casi critici*.

Questa curva è rappresentativa degli eventi di pioggia che possono essere raggiunti o superati una sola volta in un periodo di durata pari a quello a cui si riferiscono le osservazioni.

Dagli studi effettuati e noti in letteratura tecnica si deduce che queste curve, denominate *Curve di Possibilità Climatica*, possono essere rappresentate in maniera adeguata mediante l'equazione espressa in forma potenziale:  $h = a \cdot t^n$  in cui i coefficienti  $a$  e  $n$  sono due parametri caratteristici della stazione in esame ed il cui valore numerico è determinabile con il metodo dei minimi quadrati.

Applicando i logaritmi ad entrambi i membri dell'equazione si ottiene:

$\log h(t) = \log a + n \cdot \log t$  che ponendo  $y = \lg h$  e  $x = \log t$  si riduce ad un modello lineare del tipo:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x \quad \text{in cui} \quad b_0 = \log a; \quad b_1 = n$$

I risultati cui si perviene con tale metodo hanno però scarso significato rispetto ad un'analisi di tipo probabilistico poiché nel periodo di osservazione di  $N$  anni si possono essere verificati degli eventi eccezionali, ai quali si attribuirebbe una frequenza di raggiungimento o superamento sensibilmente maggiore di quella reale; cioè gli eventi eccezionali sarebbero considerati meno rari rispetto alla situazione reale.

E' necessario, pertanto, procedere ad un'analisi in termini probabilistici: la teoria dei valori estremi sviluppata da Gumbel negli anni '20 stabilisce che, se la variabile  $x$  è il massimo di  $N$  valori  $x_i$  tra loro indipendenti ed identicamente distribuiti, allora, per valori sufficientemente grandi di  $N$  la distribuzione di probabilità di  $x$  tende ad una delle tre distribuzioni limite denominate rispettivamente *EV1* o *Gumbel*, *EV2* o *Frechet* e *EV3*.

Quindi la determinazione dei coefficienti caratteristici della *Curva di Massima Possibilità Pluviometrica*, che mette in relazione i tempi di pioggia con le altezze di pioggia al variare del tempo di ritorno, è stata condotta con la "*prima legge del valore estremo o legge di Gumbel*".

Le curve sono costruite in modo tale da valutare l'andamento critico della pioggia, ovvero i valori massimi di altezza di pioggia che la medesima può assumere nei successivi intervalli di tempo.

Da ciò la denominazione di "pioggia critica" per un particolare evento di nota durata che porta in condizioni critiche una rete idraulica, ovvero quando la massa d'acqua invasata e del volume scaricato in un dato intervallo di tempo supera il volume che affluisce alla rete nello stesso tempo.

I parametri della legge di distribuzione utilizzata (in funzione della media e dello scarto quadratico medio del campione) sono:

*Gumbel*: parametri della distribuzione:  $\alpha_t, \varepsilon_t$

funzione di probabilità:  $P(h_t) = \exp[-\exp(-\alpha_t \cdot (h_t - \varepsilon_t))]$

$$\alpha_t = \frac{1.283}{\sigma(h_t)}; \quad \varepsilon_t = \mu(h_t) - \frac{0.5772}{\alpha_t} = \mu(h_t) - 0.45 \cdot \sigma(h_t); \quad CV_t = \frac{0.5572}{\log \Lambda_t + 0.251}$$

in cui

$P(h_t)$ : probabilità di non superamento della variabile idrologica  $h_t$

$\mu(h_t)$ : media;  $\sigma(h_t)$ : scarto quadratico medio della variabile  $h_t$ ;  $CV_t$ : coeff. di variazione.

Determinati i parametri della distribuzione è possibile calcolare l'altezza di pioggia  $h_{t,T}$  il cui valore posto sul grafico in corrispondenza del tempo  $t$  individua uno dei punti necessari per la costruzione della curva di possibilità pluviometrica relativa ad un tempo di ritorno  $TR$ .

Le rilevazioni utilizzate nella presente relazione forniscono le altezze di pioggia relative ad eventi di durata rispettivamente di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive e le curve sono state determinate per tempi di ritorno corrispondenti a 20, 100, 200 e 500 anni.

Nella presente relazione, per i coefficienti  $a$  e  $n$  della Curva di Massima Possibilità Pluviometrica sono stati impiegati i valori indicati dall'*Autorità di Bacino del Fiume Po* riferiti al *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti - 7. Norme di Attuazione le cui celle sono riferite alla zona del bacino esaminato*.

Griglia 2 km	a				n			
	20	100	200	500	20	100	200	500
BH67	38.30	48.77	53.25	59.18	0.557	0.555	0.555	0.554
BH68	40.49	51.43	56.12	62.32	0.562	0.561	0.562	0.562
BI67	41.05	52.30	57.11	63.48	0.549	0.546	0.546	0.544
BI68	43.34	55.05	60.08	66.72	0.548	0.547	0.547	0.546
BJ67	43.60	55.60	60.74	67.54	0.538	0.535	0.534	0.533
BJ68	45.90	58.36	63.70	70.76	0.534	0.531	0.531	0.530
BG67	35.50	45.17	49.32	54.79	0.565	0.563	0.563	0.562
BG68	37.62	47.79	52.16	57.92	0.575	0.576	0.577	0.577
	<b>40.73</b>	<b>51.81</b>	<b>56.56</b>	<b>62.84</b>	<b>0.554</b>	<b>0.552</b>	<b>0.552</b>	<b>0.551</b>

VALORI ASSUNTI CORRELATI AL BACINO – SEZIONE DI CHIUSURA OPERA DI PRESA							
<b>40.37</b>	<b>51.36</b>	<b>56.07</b>	<b>62.30</b>	<b>0.557</b>	<b>0.555</b>	<b>0.555</b>	<b>0.554</b>

VALORI ASSUNTI CORRELATI AL BACINO – SEZIONE DI CHIUSURA OPERA DI PRESA							
<b>40.33</b>	<b>51.31</b>	<b>56.02</b>	<b>62.24</b>	<b>0.557</b>	<b>0.555</b>	<b>0.556</b>	<b>0.555</b>

## CALCOLO DELLE PORTATE AL COLMO PER ASSEGNATO TR

Il metodo cinematico o metodo razionale è generalmente applicato a bacini di relativamente limitata estensione e si basa sul concetto di tempo di corrivazione, cioè il tempo che una particella d'acqua, posizionata nel punto più alto del bacino, impiega a raggiungere la sezione di chiusura.

Considerata una sezione del corso d'acqua, le portate defluenti sono funzione delle caratteristiche geomorfologiche del bacino sotteso (*superficie in corrispondenza della sezione di chiusura, pendenza del corso d'acqua, lunghezza dell'asta del torrente, altitudine media del bacino*), del tipo e della durata dell'evento pluviometrico.

Quest'ultimo aspetto è strettamente legato alla formazione del deflusso: infatti, schematizzando il fenomeno, per una precipitazione d'altezza  $h$  ed intensità  $j = h/t$  estesa a tutto il bacino, la portata massima nella sezione considerata si raggiunge quando si aggiungono i contributi di tutte le parti costituenti il bacino stesso. Questo intervallo di tempo è definito *tempo di corrivazione* ed è assunto quale elemento caratteristico del bacino stesso.

Con il medesimo criterio, anche la durata del processo di esaurimento, valutata a partire dalla cessazione della pioggia, è pari al tempo di corrivazione.

Questo parametro può essere calcolato impiegando diverse formule, ciascuna espressa in funzione delle caratteristiche geomorfologiche del bacino in esame:

- formula di Giandotti: 
$$t_c = \frac{a \cdot \sqrt{S} + b \cdot L}{c \cdot \sqrt{H}}$$
- formula di Ventura: 
$$t_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$
- formula di Kirpich: 
$$t_c = 0.066 \cdot L^{0.77} \cdot \left( 10^{-3} \cdot \frac{L}{H_{\max} - H_{\text{sez.}}} \right)^{-0.385}$$
- formula di Pasini: 
$$t_c = 0.108 \cdot \frac{(S \cdot L)^{1/3}}{\sqrt{i}}$$
- formula di Pezzoli: 
$$t_c = 0.055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$
- formula di Turrazza: 
$$t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$
- formula di Tournon: 
$$t_c = \frac{0.396 \cdot L}{\sqrt{i_a}} \cdot \left( \frac{S \cdot \sqrt{i_a}}{L^2 \cdot \sqrt{i_v}} \right)$$
- formula di Ruggiero: 
$$t_c = 17.28 \cdot \frac{S^{1/3}}{60}$$

### FORMULA RAZIONALE

Ipotizzando che la pioggia sia di intensità costante per tutta la durata dell'evento, la portata alla sezione di chiusura del bacino è data dalla seguente espressione empirica (*formula razionale*):

$$Q = \Phi \cdot A \cdot i_c / 360$$

dove:  $\Phi$ : coefficiente di deflusso;  $i_c$ : intensità della pioggia riferita al tempo di corrivazione;  $A$ : superficie del bacino;  $Q$ : portata.

Il coefficiente di deflusso deriva dall'analisi del processo idrologico nella sua globalità.

Esso è definito dal rapporto tra il volume affluito nel corso d'acqua e quello defluito durante l'evento meteorico ed è funzione dell'intensità di pioggia, della capacità di infiltrazione e dei caratteri geologici e morfologici del bacino.

La determinazione del coefficiente di deflusso può essere determinata attraverso l'impiego della formula:

$$\varphi = \frac{\sum_{A_i} \varphi_s \cdot \varphi_i \cdot \varphi_p \cdot \varphi_c \cdot \varphi_e \cdot A_i}{A}$$

dove:

$\varphi_s$ : coefficiente funzione dell'estensione dell'area e del tempo di corrivazione;

$\varphi_i$ : coefficiente funzione della pendenza del terreno;

$\varphi_p$ : coefficiente funzione della permeabilità del suolo;

$\varphi_c$ : coefficiente funzione della copertura del suolo;

$\varphi_e$ : coefficiente funzione dell'evapotraspirazione.

SEZIONE DI CHIUSURA: OPERA DI PRESA – LOC. CAMPELLO						
CALCOLO TEMPO DI CORRIVAZIONE [ore]						
GIANDOTTI	VENTURA	KIRPICH	PASINI	TURRAZZA	TOURNON	RUGGIERO
1.400	0.667	2.582	0.727	1.887	1.143	0.766
CALCOLO DELLA MASSIMA PORTATA AL COLMO						
TEMPO DI CORRIVAZIONE	ore	GIANDOTTI			1.40	
TEMPO DI RITORNO	-	20	100	200	500	
COEFF. a	-	40.37	51.36	56.07	62.30	
COEFF n	-	0.557	0.555	0.555	0.554	
ALTEZZE DI PIOGGIA	mm	48.69	61.91	67.59	75.07	
FORMULA RAZIONALE	m <sup>3</sup> /s	125.16	159.13	173.73	192.95	

SEZIONE DI CHIUSURA: CENTRALE DI PRODUZIONE – PONTE MONTE RASSA CONCENTRICO						
CALCOLO TEMPO DI CORRIVAZIONE [ore]						
GIANDOTTI	VENTURA	KIRPICH	PASINI	TURRAZZA	TOURNON	RUGGIERO
1.410	0.704	2.779	0.786	1.991	1.228	0.794
CALCOLO DELLA MASSIMA PORTATA AL COLMO						
TEMPO DI CORRIVAZIONE	ore	GIANDOTTI			1.41	
TEMPO DI RITORNO	-	20	100	200	500	
COEFF. a	-	40.33	51.31	56.02	62.24	
COEFF n	-	0.557	0.555	0.556	0.555	
ALTEZZE DI PIOGGIA	mm	48.85	62.10	67.80	75.30	
FORMULA RAZIONALE	m <sup>3</sup> /s	137.47	174.77	190.81	211.93	

SEZIONE DI CHIUSURA: CENTRALE DI PRODUZIONE – PONTE ARCO RASSA CONCENTRICO						
CALCOLO TEMPO DI CORRIVAZIONE [ore]						
GIANDOTTI	VENTURA	KIRPICH	PASINI	TURRAZZA	TOURNON	RUGGIERO
1.247	0.652	2.494	0.656	0.098	2.003	1.198
CALCOLO DELLA MASSIMA PORTATA AL COLMO						
TEMPO DI CORRIVAZIONE	ore	GIANDOTTI			1.247	
TEMPO DI RITORNO	-	20	100	200	500	
COEFF. a	-	40.31	51.28	55.98	62.20	
COEFF n	-	0.557	0.555	0.556	0.555	
ALTEZZE DI PIOGGIA	mm	45.58	57.97	63.28	70.30	
FORMULA RAZIONALE	m <sup>3</sup> /s	140.73	178.96	195.38	217.03	

Il contributo in termini di portata liquida è assunto pari a:

TORRENTE SORBA	OPERA DI PRESA LOC. CAMPELLO	173 m <sup>3</sup> /s
	CENTRALE DI PRODUZIONE – PONTE MONTE RASSA CONCENTRICO	192 m <sup>2</sup> /s
TORRENTE GRONDA	CENTRALE DI PRODUZIONE – PONTE ARCO RASSA CONCENTRICO	195 m <sup>2</sup> /s

## RILIEVI IN CAMPO PER LA VALUTAZIONE DEL MATERIALE LITOIDE IN ALVEO

Alla base delle analisi suddette è lo studio per la valutazione del materiale presente in alveo, eseguito mediante campagne di rilievo nei siti di intervento. Questi dati sono di fondamentale importanza in quanto permettono di ricostruire, con maggior dettaglio, uno dei fenomeni che maggiormente caratterizza il comportamento dei corsi d'acqua: il trasporto solido al fondo.

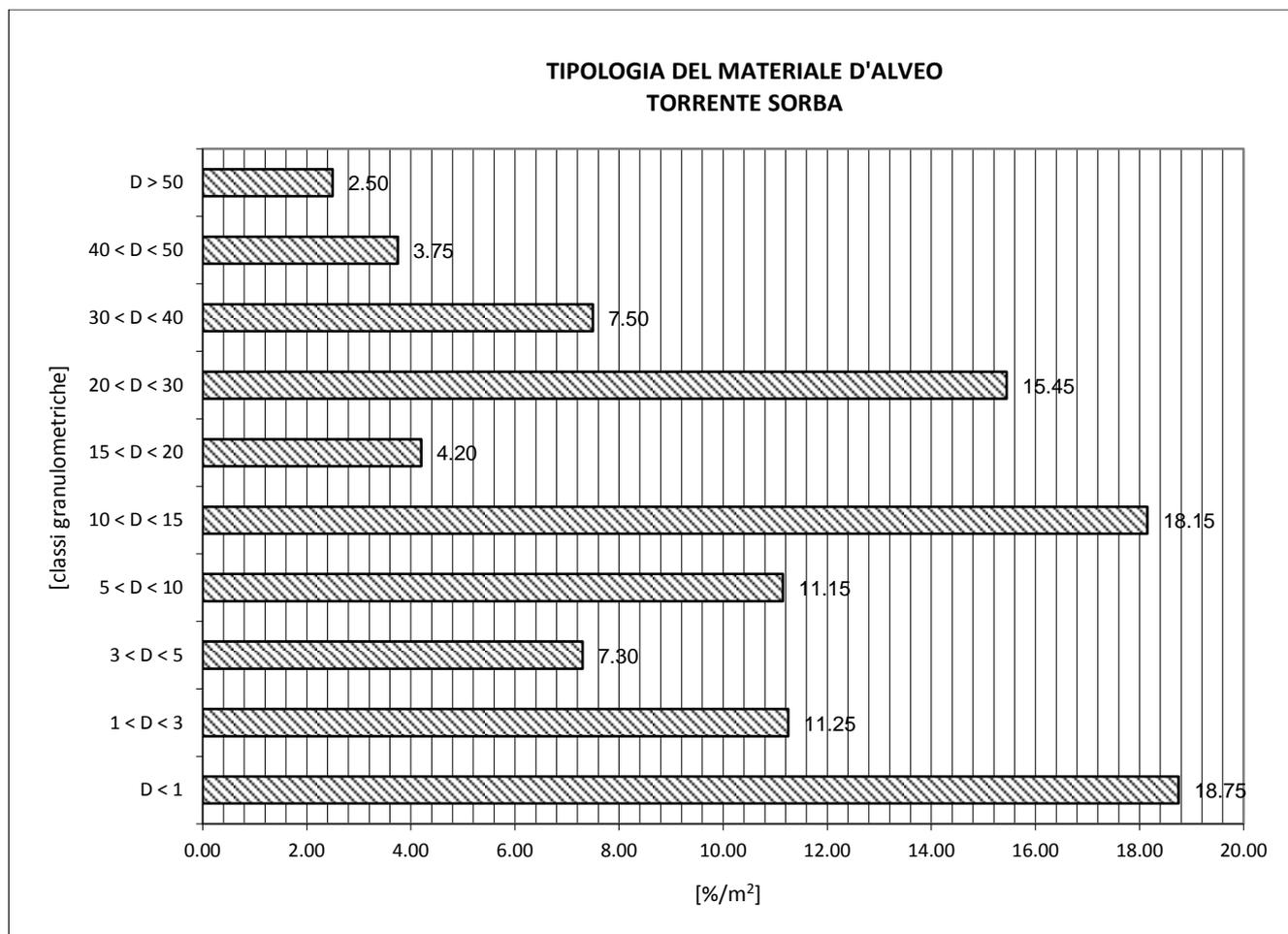
Eventi pluviometrici di elevata intensità, ovvero di lunga durata, sono tali da produrre portate liquide in grado di innescare la mobilitazione di grandi quantità di materiale d'alveo: gli effetti di tale fenomeno si traducono in erosioni di estensione variabile in funzione sia delle caratteristiche morfologiche del letto del torrente, sia delle opere, trasversali e/o longitudinali, eventualmente, esistenti.

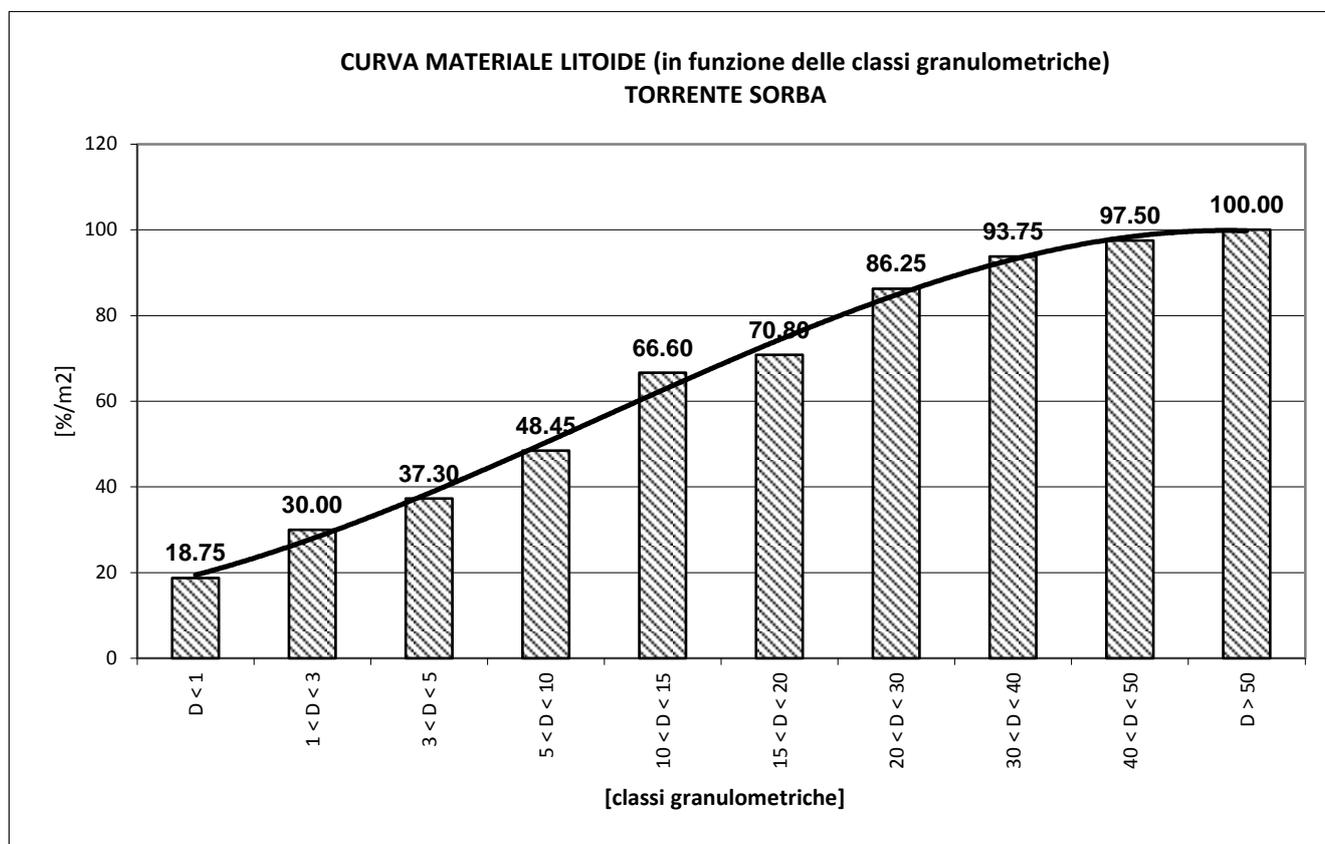
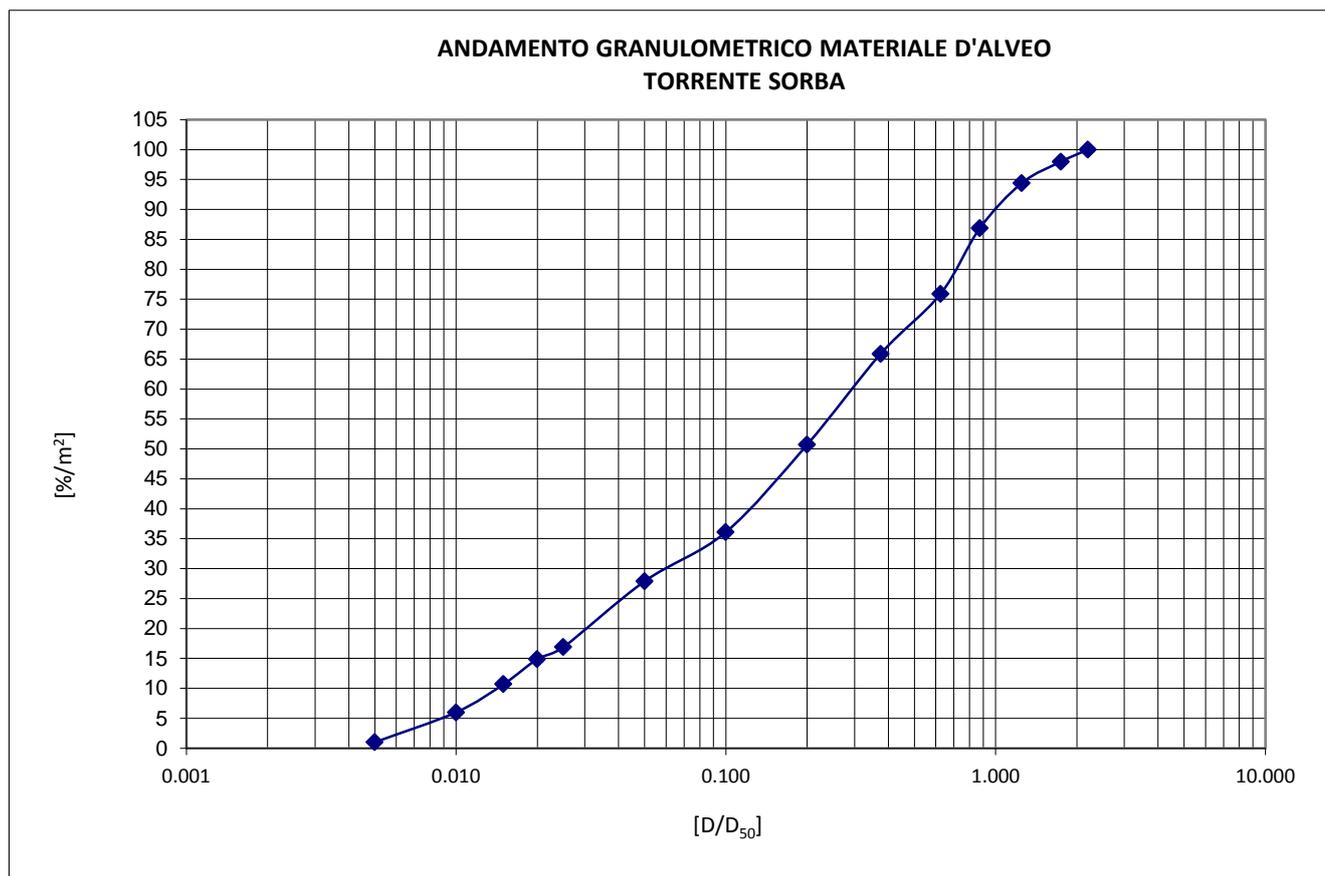
Dai rilievi eseguiti è stato dedotto un andamento della granulometria del materiale presente in alveo ed una classificazione dello stesso al fine di poter valutare, con successivi studi, la dimensione equivalente rappresentativa per la definizione degli interventi in progetto.

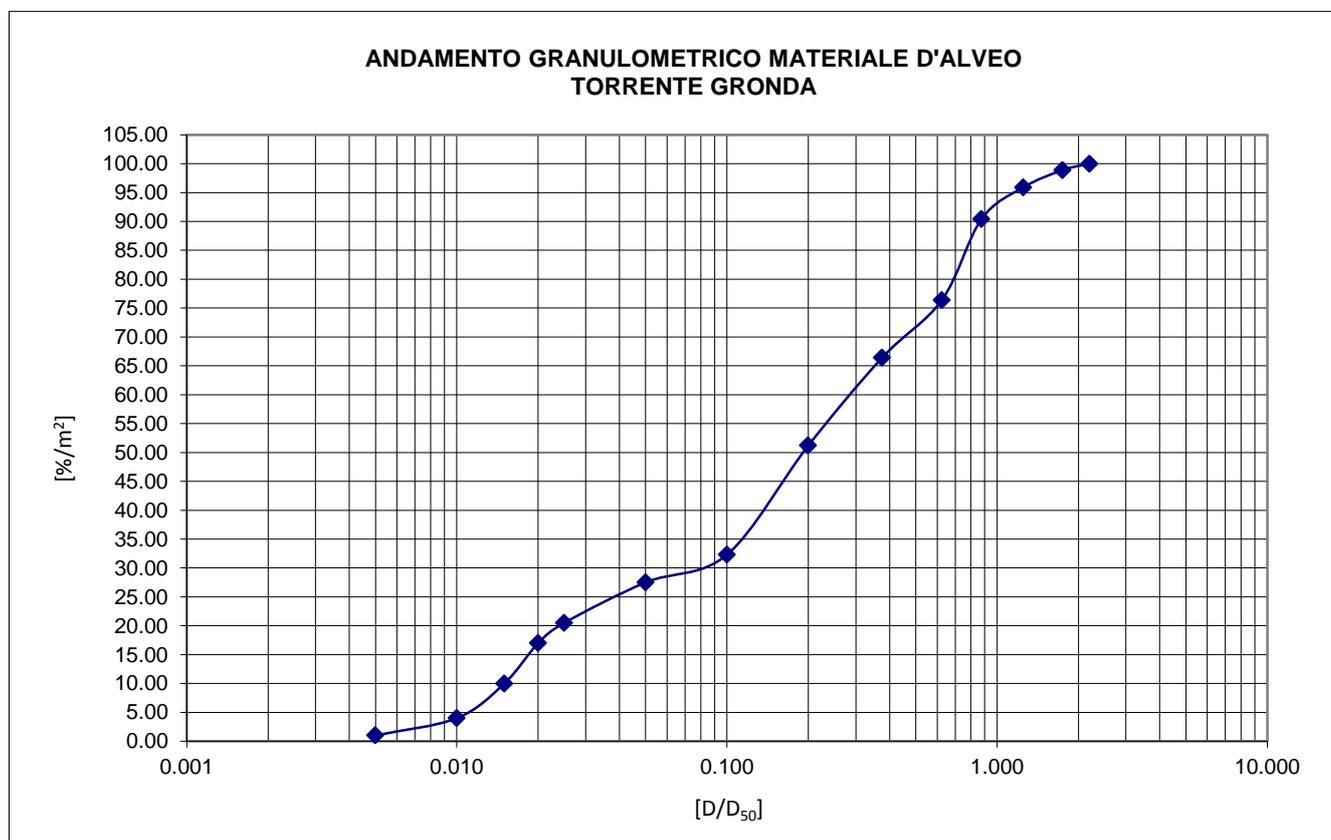
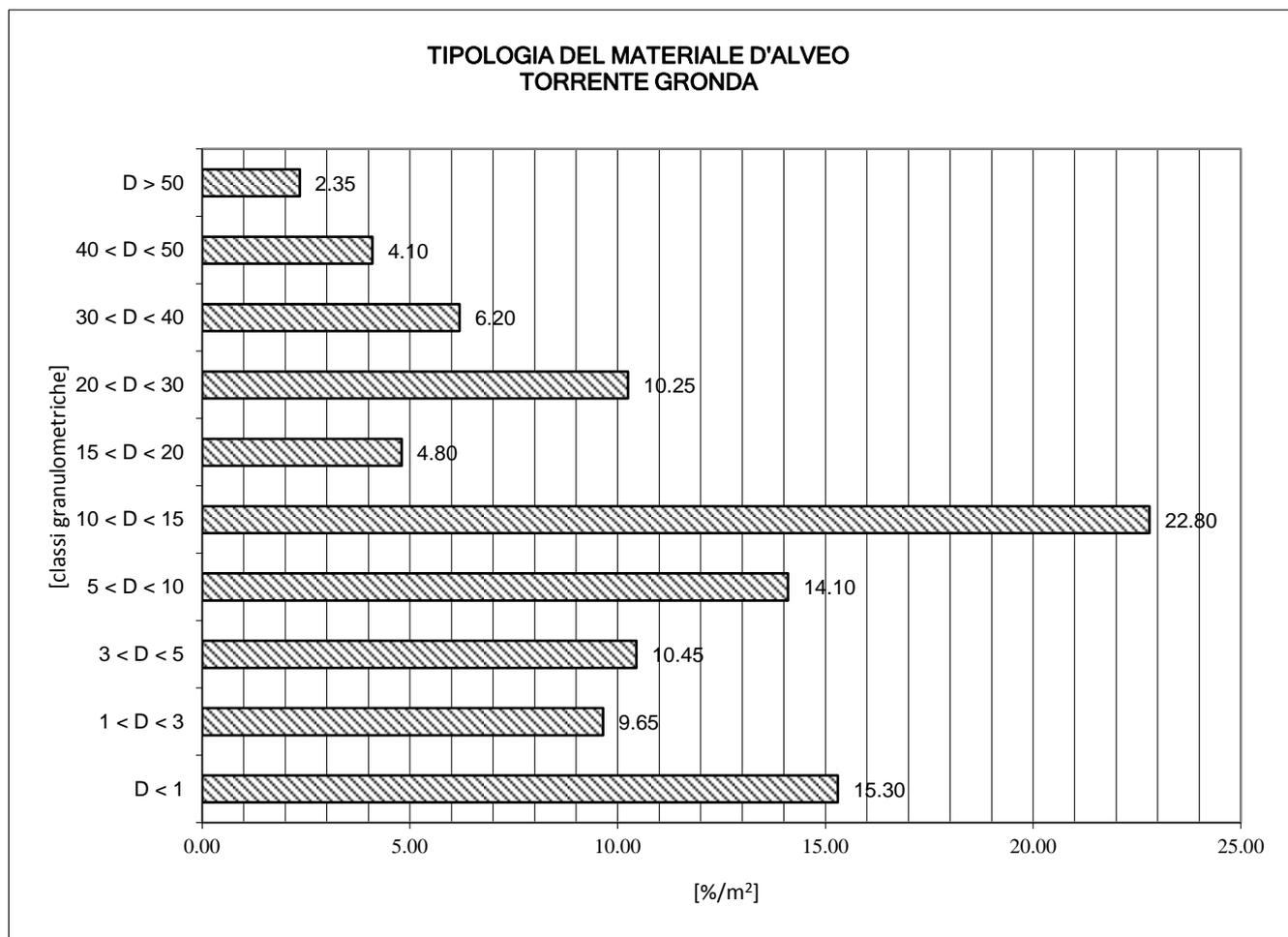
La predominanza delle granulometrie rilevate dimostra una considerevole capacità di trasporto, nonostante la larghezza della sezione non sia trascurabile e tale da indurre un deflusso regolare soprattutto in condizioni di regime ordinario.

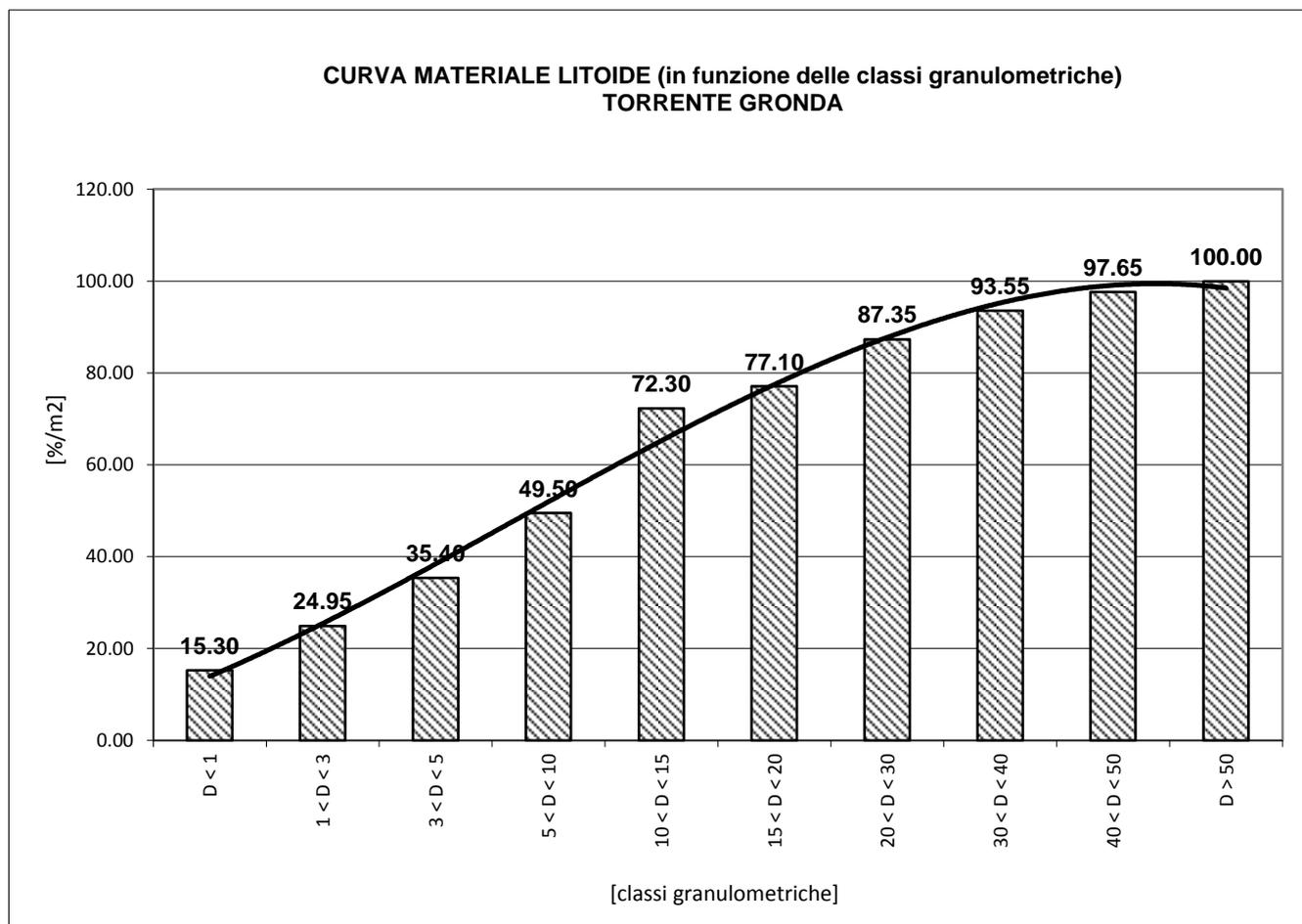
Il fondo alveo presenta l'alternanza di tratti ad elevata pendenza, in cui è evidente la roccia imposta ed aree a minor pendenza, normalmente in corrispondenza di tratti terminale di conoidi e piccoli impluvi laterali, dove il materiale litoide si deposita per poi essere asportato e trasportato in seno alla corrente durante gli eventi di forte intensità.

I grafici relativi alle indagini svolte mostrano che in tali zone sono presenti da ciottoli la cui dimensione prevalente appartiene ai seguenti intervalli granulometrici: 5.0 cm ÷ 10.0 cm e 25.0 cm ÷ 30.0 cm, legati da una componente ghiaiosa grossolana tra cui si alternano anche massi di dimensioni variabili con prevalenza tra 0.50÷1.00 m di dimensione equivalente.









## STUDIO DEL TRASPORTO SOLIDO AL FONDO

Sulla base dei sopralluoghi effettuati lungo l'asta e dall'analisi delle caratteristiche del bacino idrografico è stata riscontrata una considerevole attività di trasporto di materiale litoide nel tratto d'alveo interessato dagli interventi.

L'intensa attività di trasporto solido, caratteristica della maggior parte dei torrenti montani, comporta fenomeni di erosione e ripascimento lungo l'asta, che causano l'evoluzione della pendenza del fondo dell'alveo e la continua variazione delle sezioni trasversali di deflusso della corrente, in funzione dell'intensità dell'evento di piena.

Al fine di considerare questo fenomeno, che comporta una notevole variazione delle condizioni di deflusso della corrente, è stato valutato un plausibile contributo di portata solida in relazione alla situazione riscontrata in sito, il cui valore è stato quindi convertito in termini di portata liquida, per considerare l'incremento dell'energia della corrente alla mobilitazione del materiale in alveo, ed è stato aumentato il coefficiente di scabrezza, per simulare un eventuale rilascio di materiale di media pezzatura nelle sezioni trasversali dell'alveo interessate dal deflusso durante l'evento di piena.

Tradizionalmente lo studio del movimento del materiale che costituisce il fondo d'alveo di un corso d'acqua, fondato sulla teoria della turbolenza accoppiata all'analisi dimensionale, conduce ad esprimere in condizioni di microscabrezza e per un alveo a fon-

do pressoché orizzontale, la condizione critica di inizio moto tramite il legame funzionale:  $Y_c = \varphi\left(\beta, \frac{u_* d}{\nu}\right)$  che, solo in presenza

di materiale monogranulare di forma praticamente sferica, si può ricondurre alla curva di Shields la cui formulazione è:  $\theta_c = f(\text{Re}_*)$ . Rappresentata in un diagramma, tale relazione, separa il piano in due zone: una soprastante la curva in cui le particelle sono in moto, una sottostante in cui particelle sono ferme. Infatti, nella zona soprastante, la corrente è in grado di mobilitare il materiale presente sul fondo dell'alveo in quanto  $\mathcal{G} > \mathcal{G}_c$ , viceversa, nella zona sottostante risulta  $\mathcal{G} \leq \mathcal{G}_c$ .

Il diagramma può essere suddiviso in tre aree di  $\text{Re}_*$ :

- nel primo tratto ( $\text{Re}_* < 2$ ) la velocità critica delle particelle è indipendente dal diametro delle stesse, mentre dipende dalla viscosità del fluido (regime laminare). Per  $\text{Re}_* \rightarrow 0$  si può avere il movimento delle particelle solo per diametri molto piccoli: in tali condizioni il fondo dell'alveo tende ad essere ricoperto da materiale inerte molto fine, dove il singolo grano perde la propria individualità;
- nel tratto intermedio ( $2 \leq \text{Re}_* \leq 200$ ) la condizione di mobilità dipende sia dalla dimensione del grano, sia dalla viscosità del liquido; in questa zona la curva presenta il valore minimo ( $\theta_{\min} \approx 0.02 \div 0.03$  per  $\text{Re}_* \approx 8 \div 10$ );
- nel terzo tratto ( $\text{Re}_* > 200$ ) il parametro di mobilità tende asintoticamente (per  $\text{Re}_* \rightarrow \infty$ ) ad un valore pressoché costante pari a 0.057; in questo caso le condizioni di mobilità del materiale sono indipendenti dalla viscosità del fluido ed il regime è di moto turbolento completamente sviluppato.

Si deve osservare che il diagramma di Shields essendo stato ricavato per via sperimentale impiegando particelle sferiche aventi la medesima dimensione e disposte su un letto quasi orizzontale, indubbiamente, può presentare notevoli limitazioni dovute sia alla varietà granulometrica del materiale presente in alveo sia alla variabile "pendenza del fondo" che non è assolutamente trascurabile nello studio di un alveo montano. Queste limitazioni possono essere superate adottando la legge di resistenza di Gauckler-Strickler: e considerando una scabrezza dovuta ad un letto monogranulare composto da materiale avente una dimensione pari al  $d_{90}$  della granulometria; quest'assunzione è importante in quanto considera indirettamente il fenomeno dell'armouring cioè del corazzamento dello strato superiore del fondo di materiale di grosse dimensioni. La formulazione di Strickler è valida in campo di moto turbolento completamente sviluppato, condizione che è ampiamente verificata nei corsi d'acqua montani.

Per considerare, invece, la variabile "pendenza del fondo" si può utilizzare la teoria di Armanini che permette di modificare il parametro di Shields in base alle pendenze ed al parametro di sommergenza riscontrabili nelle applicazioni pratiche mediante l'applicazione di due fattori correttivi.

Per la determinazione delle condizioni di moto incipiente, è necessario definire le caratteristiche del moto. Se si accetta l'ipotesi che nel corso d'acqua il deflusso possa essere considerato di tipo uniforme si può impiegare l'espressione della velocità di Gauckler-Strickler:  $u = k_{GS} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$  valida in regime turbolento completamente sviluppato. La stima delle caratteristiche idrodinamiche della corrente si effettua determinando il valore del tirante idrico da cui si può ricavare il parametro di mobilità critico di Shields modificato e calcolare, quindi, il diametro massimo presente in alveo mobilitabile dalla corrente:

La valutazione della capacità di trasporto della corrente è stata valutata con riferimento a *TR 200 anni* al fine di verificare il diverso comportamento del corso d'acqua durante un evento eccezionale.

Poiché l'analisi della capacità di trasporto si basa su relazioni empiriche che derivano da studi sperimentali condotti in laboratorio e fondati su determinate condizioni di partenza all'interno delle quali è valida l'applicazione della formula stessa, la capacità di trasporto del corso d'acqua in esame è stata valutata impiegando tre formule che, maggiormente si addicono a corsi d'acqua di tipo montano:

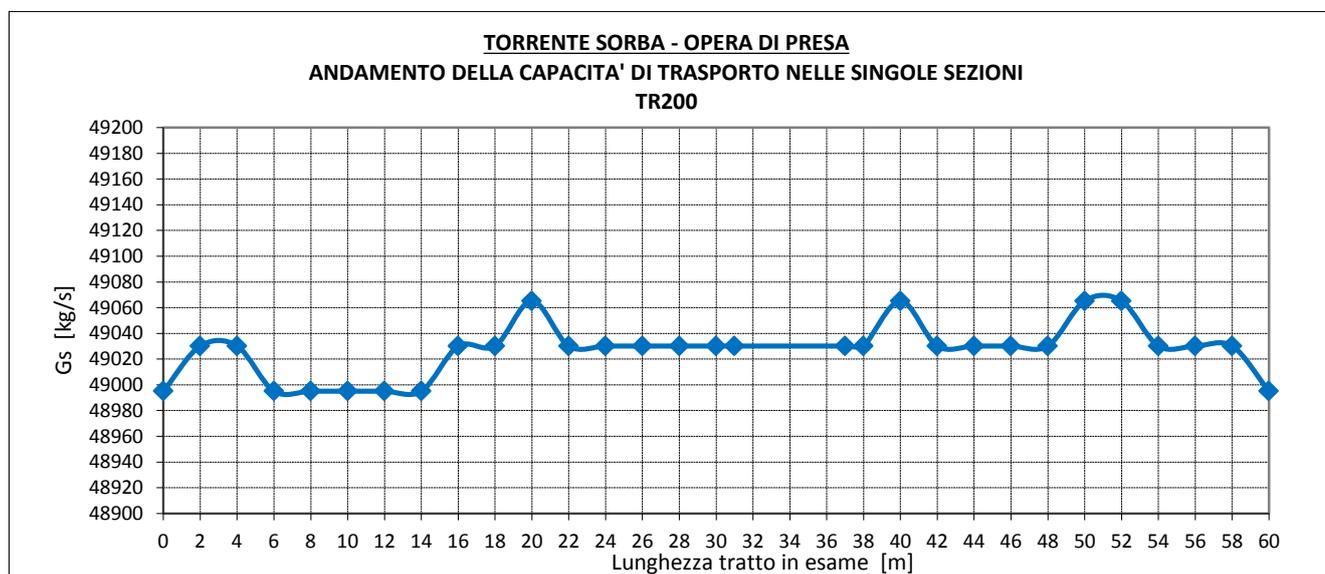
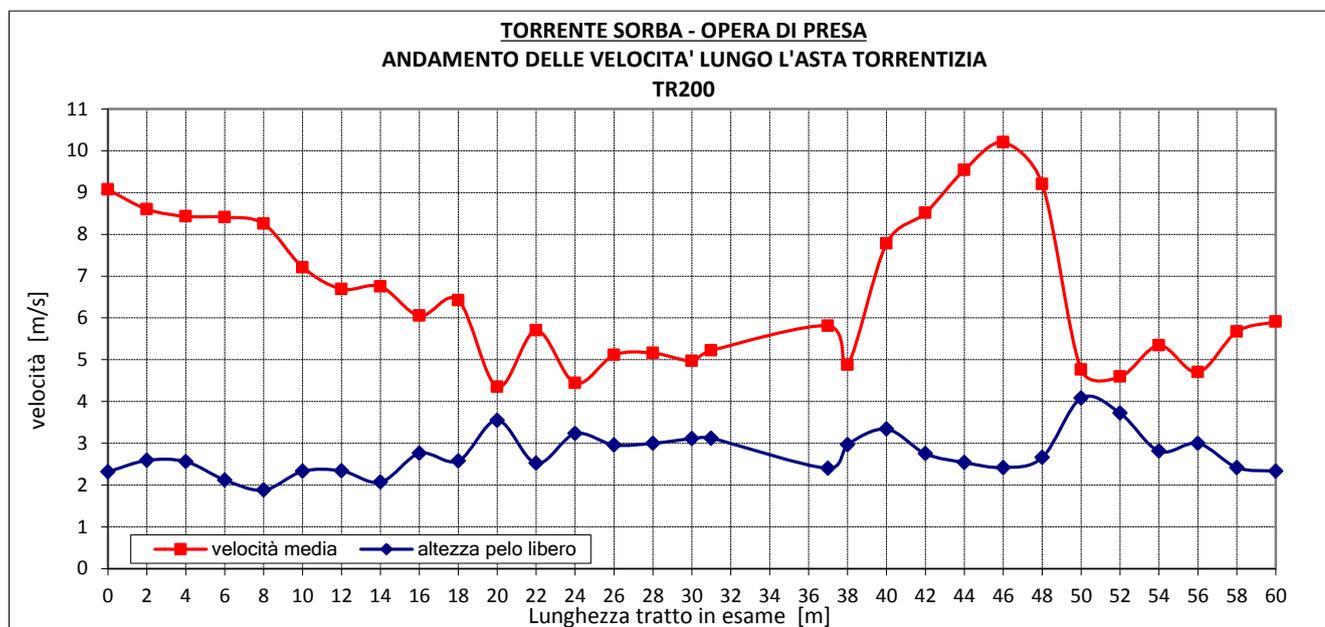
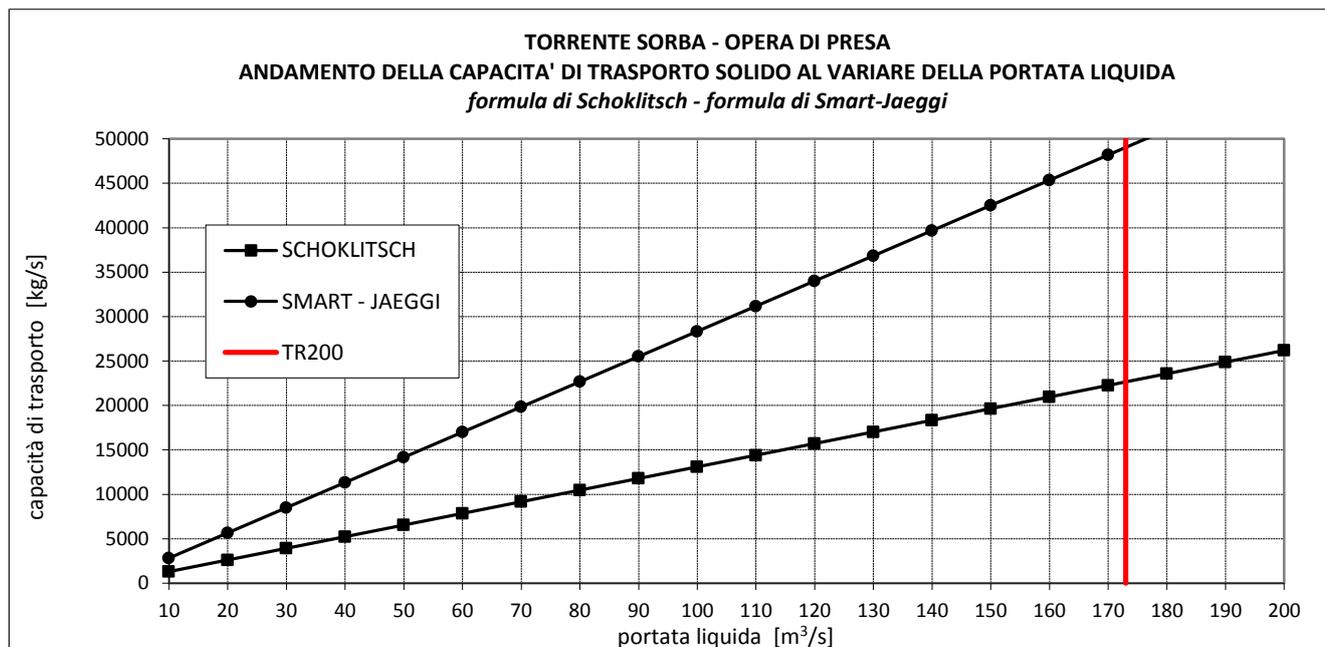
➤ Formula di Schoklitsch: 
$$q_s = 2500 \cdot i^{3/2} \cdot (q - q_c)$$

➤ Formula di Smart - Jaeggi 
$$q_s = 6600 \cdot q \cdot i^{0.6} \cdot (i - i_c)$$

Nella pagina seguente si riportano in formato tabellare e grafico i risultati delle analisi di calcolo eseguite.

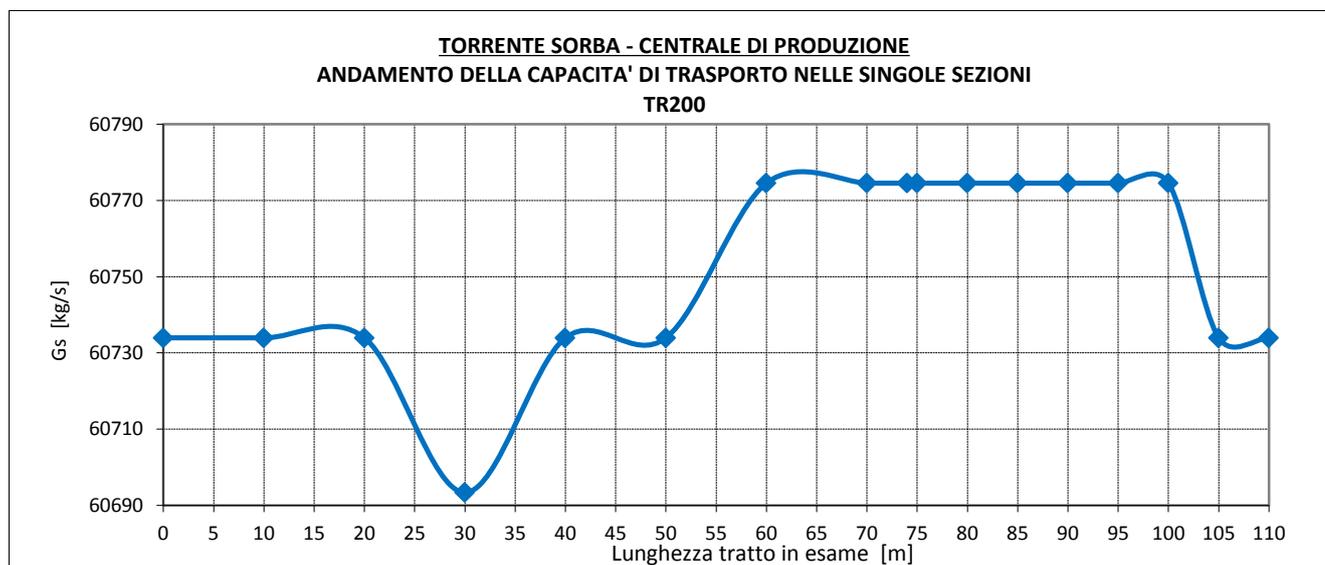
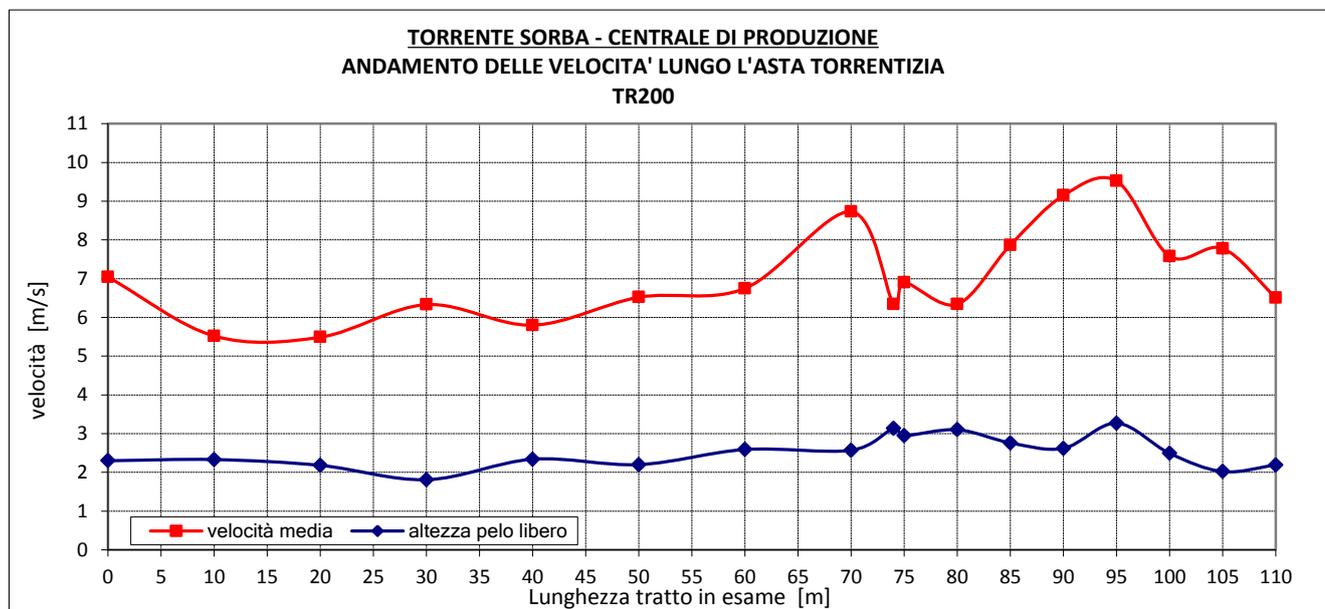
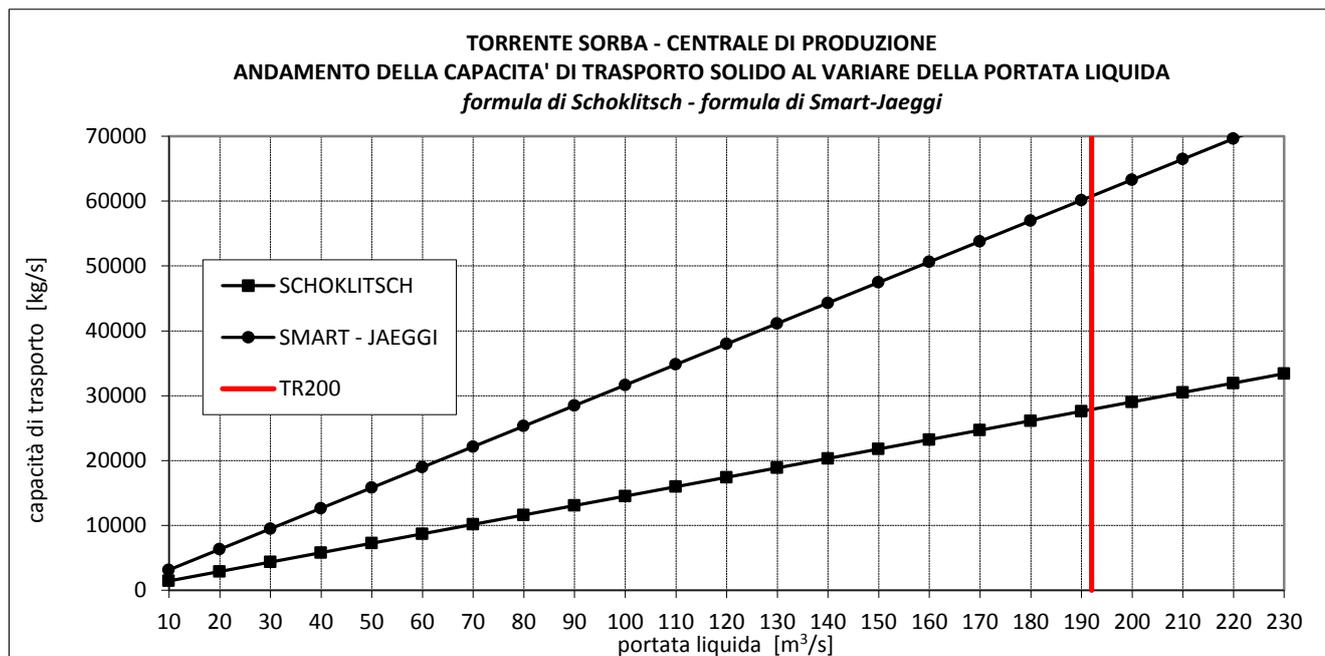
TORRENTE SORBA		
Sezione di chiusura: OPERA DI PRESA – loc. Campello		
PORTATA LIQUIDA	SCHOKLITSCH	SMART - JAECCI
[m <sup>3</sup> /s]	[kg/s]	[kg/s]
10	1308.97	2834.09
20	2618.55	5668.19
30	3928.13	8502.28
40	5237.71	11336.37
50	6547.29	14170.46
60	7856.87	17004.56
70	9166.45	19838.65
80	10476.03	22672.74
90	11785.61	25506.83
100	13095.19	28340.93
110	14404.77	31175.02
120	15714.35	34009.11
130	17023.93	36843.21
140	18333.51	39677.30
150	19643.09	42511.39
160	20952.67	45345.48
<b>170</b>	<b>22262.25</b>	<b>48179.58</b>
180	47996.73	100869.49
190	24881.41	53847.76
200	26190.99	56681.85
210	27500.57	59515.95
220	28810.15	62350.04
230	30119.73	65184.13
240	31429.31	68018.23
250	32738.89	70852.32

TORRENTE SORBA				
Sezione di chiusura: OPERA DI PRESA – loc. Campello				
FORMULA DI SMART - JAECCI				
PORTATA LIQUIDA - TR 200 Q = 173.00 m <sup>3</sup> /s				
SEZIONE	ALTEZZA PELO LIBERO	PENDENZA CRITICA	CAPACITA' DI TRASPORTO	PORTATA SOLIDA
	[m]	-	[kg/s]	[m <sup>3</sup> /s]
1	2.32	0.0004	48995.06	18.49
2	2.59	0.0003	49030.15	18.50
3	2.56	0.0003	49030.15	18.50
4	2.12	0.0004	48995.06	18.49
5	1.88	0.0004	48995.06	18.49
6	2.33	0.0004	48995.06	18.49
7	2.34	0.0004	48995.06	18.49
8	2.07	0.0004	48995.06	18.49
9	2.76	0.0003	49030.15	18.50
10	2.58	0.0003	49030.15	18.50
11	3.55	0.0002	49065.25	18.52
12	2.52	0.0003	49030.15	18.50
13	3.23	0.0003	49030.15	18.50
14	2.96	0.0003	49030.15	18.50
15	3.00	0.0003	49030.15	18.50
16	3.11	0.0003	49030.15	18.50
17	3.12	0.0003	49030.15	18.50
18	2.40	0.0003	49030.15	18.50
19	2.97	0.0003	49030.15	18.50
20	3.34	0.0002	49065.25	18.52
21	2.75	0.0003	49030.15	18.50
22	2.54	0.0003	49030.15	18.50
23	2.42	0.0003	49030.15	18.50
24	2.66	0.0003	49030.15	18.50
25	4.08	0.0002	49065.25	18.52
26	3.72	0.0002	49065.25	18.52
27	2.81	0.0003	49030.15	18.50
28	3.00	0.0003	49030.15	18.50
29	2.42	0.0003	49030.15	18.50
30	2.33	0.0004	48995.06	18.49
			<b>49026.64</b>	<b>18.50</b>



TORRENTE SORBA		
Sezione di chiusura: CENTRALE DI PRODUZIONE – Rassa concentrico		
PORTATA LIQUIDA	SCHOKLITSCH	SMART - JAEGGI
[m <sup>3</sup> /s]	[kg/s]	[kg/s]
10	1451.74	3164.75
20	2904.11	6329.50
30	4356.48	9494.25
40	5808.85	12659.00
50	7261.22	15823.74
60	8713.58	18988.49
70	10165.95	22153.24
80	11618.32	25317.99
90	13070.69	28482.74
100	14523.06	31647.49
110	15975.43	34812.24
120	17427.80	37976.99
130	18880.17	41141.74
140	20332.53	44306.48
150	21784.90	47471.23
160	23237.27	50635.98
170	24689.64	53800.73
180	26142.01	56965.48
<b>190</b>	<b>27594.38</b>	<b>60130.23</b>
200	29046.75	63294.98
210	30499.12	66459.73
220	31951.48	69624.48
230	33403.85	72789.22
240	34856.22	75953.97
250	36308.59	79118.72

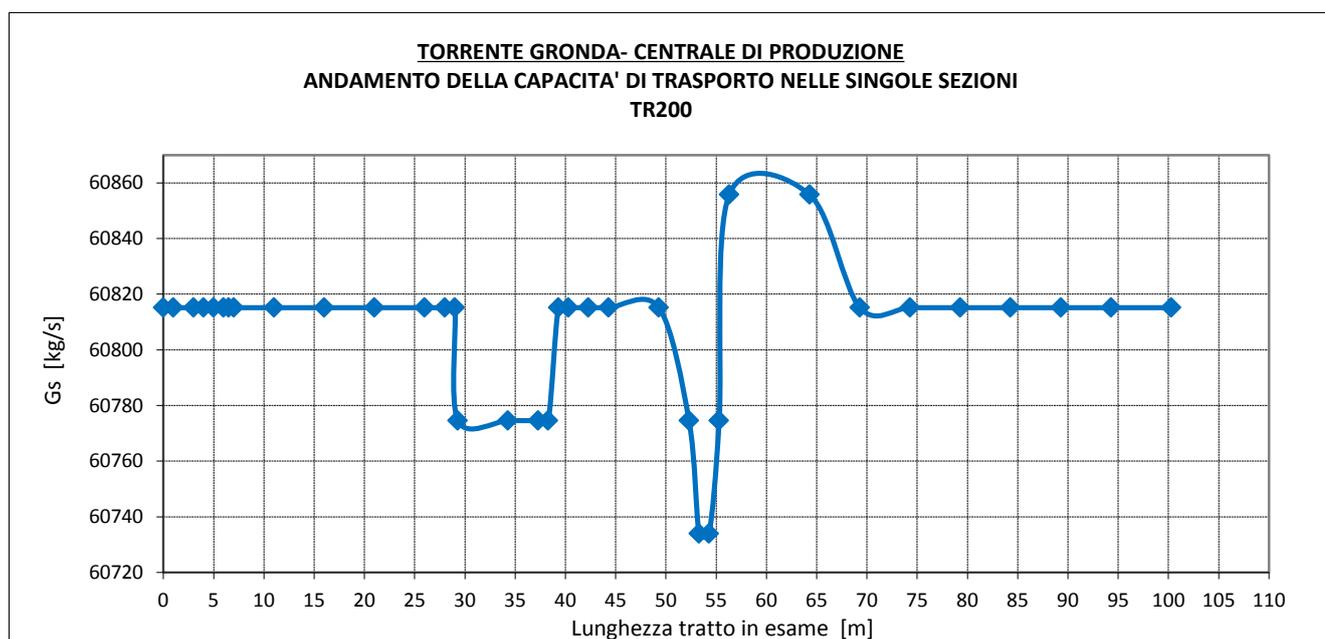
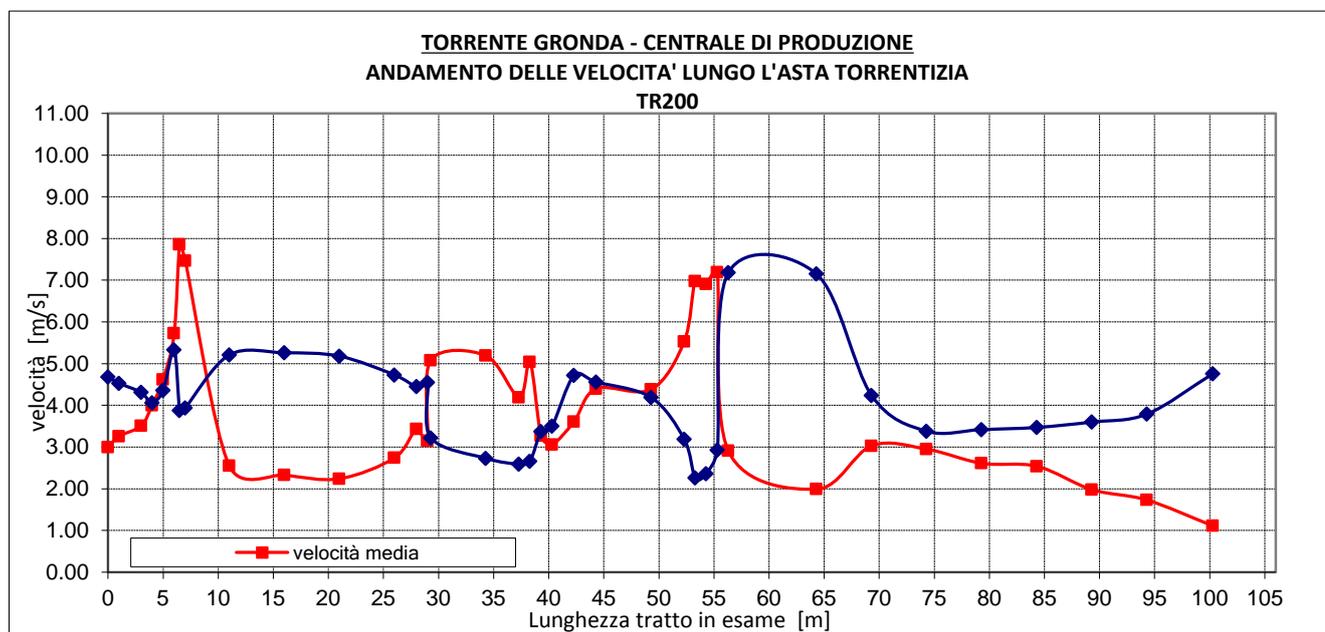
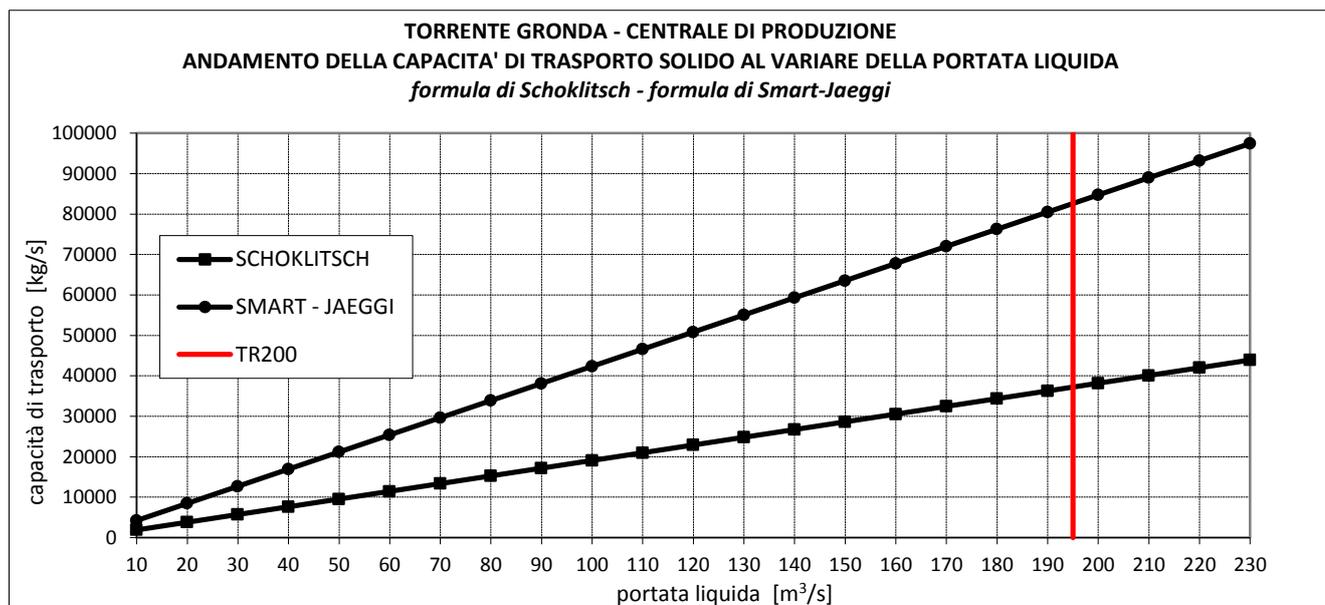
TORRENTE SORBA				
Sezione di chiusura: CENTRALE DI PRODUZIONE – Rassa concentrico				
FORMULA DI SMART - JAEGGI				
PORTATA LIQUIDA - TR 200 Q =190.00 m <sup>3</sup> /s				
SEZIONE	ALTEZZA PELO LIBERO	PENDENZA CRITICA	CAPACITA' DI TRASPORTO	PORTATA SOLIDA
	[m]	-	[kg/s]	[m <sup>3</sup> /s]
1	2.30	0.0004	60733.95	22.92
2	2.33	0.0004	60733.95	22.92
3	2.18	0.0004	60733.95	22.92
4	1.81	0.0005	60693.35	22.90
5	2.34	0.0004	60733.95	22.92
6	2.20	0.0004	60733.95	22.92
7	2.59	0.0003	60774.55	22.93
8.9	2.57	0.0003	60774.55	22.93
8.1	3.14	0.0003	60774.55	22.93
9	2.95	0.0003	60774.55	22.93
10	3.10	0.0003	60774.55	22.93
11	2.76	0.0003	60774.55	22.93
12	2.62	0.0003	60774.55	22.93
13	3.27	0.0003	60774.55	22.93
14	2.49	0.0003	60774.55	22.93
15	2.02	0.0004	60733.95	22.92
16	2.19	0.0004	60733.95	22.92
			<b>60753.06</b>	<b>22.93</b>

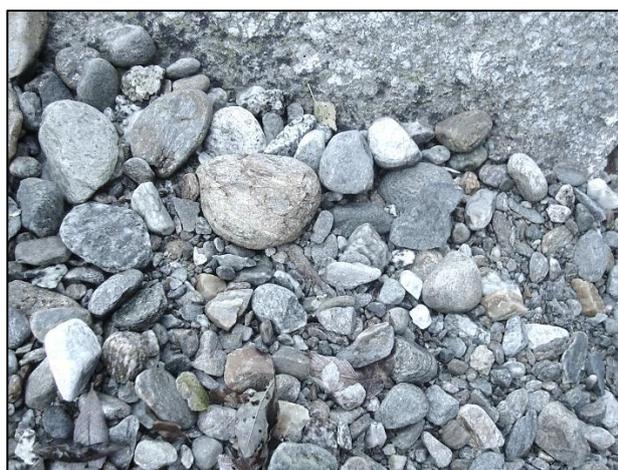
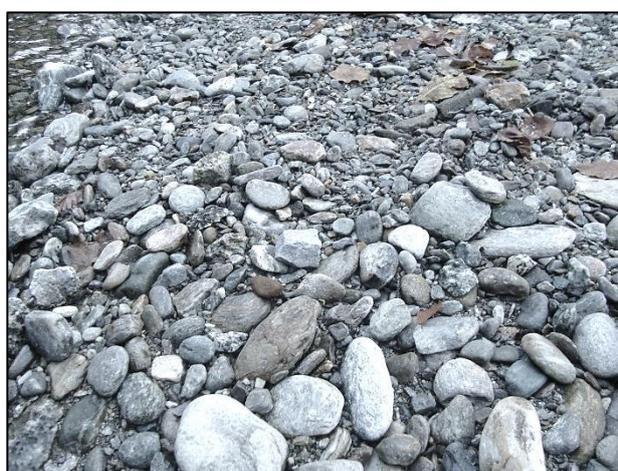
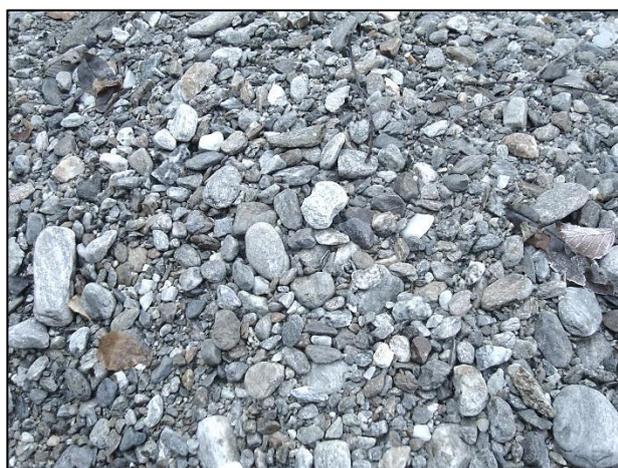


**TORRENTE GRONDA**  
**Sezione di chiusura: CENTRALE DI PRODUZIONE – Rassa concentrico**

PORTATA LIQUIDA	SCHOKLITSCH	SMART - JAEGGI
[m <sup>3</sup> /s]	[kg/s]	[kg/s]
10	1908.52	4236.40
20	3817.71	8472.80
30	5726.90	12709.20
40	7636.09	16945.60
50	9545.27	21181.99
60	11454.46	25418.39
70	13363.65	29654.79
80	15272.84	33891.19
90	17182.03	38127.59
100	19091.22	42363.99
110	21000.40	46600.39
120	22909.59	50836.79
130	24818.78	55073.19
140	26727.97	59309.58
150	28637.16	63545.98
160	30546.35	67782.38
170	32455.53	72018.78
180	34364.72	76255.18
<b>190</b>	<b>36273.91</b>	<b>80491.58</b>
200	38183.10	84727.98
210	40092.29	88964.38
220	42001.48	93200.78
230	43910.66	97437.17
240	45819.85	101673.57
250	47729.04	105909.97

TORRENTE GRONDA				
Sezione di chiusura: CENTRALE DI PRODUZIONE – Rassa concentrico				
FORMULA DI SMART - JAEGGI				
PORTATA LIQUIDA - TR 200				
Q =195.00 m <sup>3</sup> /s				
SEZIONE	ALTEZZA PELO LIBERO	PENDENZA CRITICA	CAPACITA' DI TRASPORTO	PORTATA SOLIDA
	[m]	-	[kg/s]	[m <sup>3</sup> /s]
1	2.30	0.0004	60733.95	22.92
2	2.33	0.0004	60733.95	22.92
3	2.18	0.0004	60733.95	22.92
4	1.81	0.0005	60693.35	22.90
5	2.34	0.0004	60733.95	22.92
6	2.20	0.0004	60733.95	22.92
7	2.59	0.0003	60774.55	22.93
8.9	2.57	0.0003	60774.55	22.93
8.1	3.14	0.0003	60774.55	22.93
9	2.95	0.0003	60774.55	22.93
10	3.10	0.0003	60774.55	22.93
11	2.76	0.0003	60774.55	22.93
12	2.62	0.0003	60774.55	22.93
13	3.27	0.0003	60774.55	22.93
14	2.49	0.0003	60774.55	22.93
15	2.02	0.0004	60733.95	22.92
16	2.19	0.0004	60733.95	22.92
			<b>60753.06</b>	<b>22.93</b>





**Granulometria media caratteristica dei corsi d'acqua esaminati.**

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Interventi sulla rete idrografica e sui versanti

Legge 18/05/1989, n. 183 art. 17, comma 6ter

Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n.18 in data 26 aprile 2001.

**NORME DI ATTUAZIONE** - Direttive di Piano.

**DIRETTIVA 4:** Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B".

## ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica, è stata così strutturata:

- studio del trasporto solido al fondo;
- definizione dei parametri idraulici;
- simulazione di calcolo.

## DEFINIZIONE DEI PARAMETRI IDRAULICI

Lo studio idraulico in moto uniforme è stato condotto impiegando la formula di Chezy applicando i seguenti parametri:

- i coefficienti  $a$  e  $n$  della Curva di Massima Possibilità Pluviometrica sono stati impiegati i valori indicati dall' *Autorità di Bacino del Fiume Po* riferiti al *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) -Regionalizzazione con griglia a 2km*, le cui celle sono riferite alla zona di *Rassa*.
- il Tempo di Corrivazione è stato valutato con la formula di Giandotti;
- il calcolo della portata al colmo è stato eseguito il Metodo Razionale il cui impiego garantisce una migliore valutazione delle caratteristiche geomorfologiche della zona in esame e sono state condotte le verifiche per *TR 20, 100, 200, 500 anni*.  
(Il valore di riferimento adottato corrisponde a TR 200 anni, secondo quanto indicato dalla vigente normativa in materia di rischio idraulico).

- il coefficiente di scabrezza è stato valutato in funzione del materiale costituente l'area di deflusso relativamente sia all'alveo inciso, sia alle zone in esondazione, e sono stati assunti i seguenti valori:

0.067 $m^{-1/3}s$	corrispondente a 14.9 $m^{1/3} s^{-1}$ coeff. di Strickler	fondo alveo con molti massi e ciottoli alla rinfusa e nei tratti in cui il corazzamento della sezione di deflusso è costituito da massi di dimensioni considerevoli
0.051 $m^{-1/3}s$	corrispondente a 19.6 $m^{1/3} s^{-1}$ coeff. di Strickler	fondo alveo con piccoli salti in massi e corazzamento naturale
0.043 $m^{-1/3}s$	corrispondente a 23.2 $m^{1/3} s^{-1}$ coeff. di Strickler	sponde e zone limitrofe con massi, sassi e ciottoli, piante
0.033 $m^{-1/3}s$	corrispondente a 30.3 $m^{1/3} s^{-1}$ coeff. di Strickler	sponde e zone limitrofe con bassa vegetazione
0.022 $m^{-1/3}s$	corrispondente a 45.0 $m^{1/3} s^{-1}$ coeff. di Strickler	regimazione in massi disposti a secco, corazzamento fondo alveo, sistemazioni anti-erosione, roccia affiorante
0.020 $m^{-1/3}s$	corrispondente a 50.0 $m^{1/3} s^{-1}$ coeff. di Strickler	regimazione in calcestruzzo esistente, con materiale in scarse condizioni di manutenzione

- quali condizioni al contorno necessarie per il calcolo dell'altezza del pelo libero sono state assunte le pendenze del fondo alveo nel sito di verifica;
- la geometria delle sezioni utilizzate deriva dal rilievo plano-altimetrico di dettaglio eseguito con stazione totale sull'intera area interessata dallo studio idraulico;
- il passo di analisi è stato scelto pari a 2.0 m per l'opera di presa e 10.0 m nel sito della centrale di produzione. 10.0 m; il passo è stato infittito rispettivamente a 1.0 m e 5.0 m nei punti di interesse particolare, al fine di consentire una modellazione accurata
- la portata di verifica è stata assunta pari a:

TORRENTE SORBA			
Sezione di chiusura: OPERA DI PRESA – loc. Campello			
CONTRIBUTO DI BACINO	TRASPORTO SOLIDO	PORTATA DI VERIFICA	PORTATA DI VERIFICA ADOTTATA

	$m^3/s$	$m^3/s$	$m^3/s$	$m^3/s$
<b>TR200</b>	<b>173.73</b>	<b>18.50</b>	<b>192.23</b>	<b>192.00</b>

<b>TORRENTE SORBA</b>				
<b>Sezione di chiusura: CENTRALE DI PRODUZIONE – Rassa concentrico</b>				
	<b>CONTRIBUTO DI BACINO</b>	<b>TRASPORTO SOLIDO</b>	<b>PORTATA DI VERIFICA</b>	<b>PORTATA DI VERIFICA ADOTTATA</b>
	$m^3/s$	$m^3/s$	$m^3/s$	$m^3/s$
<b>TR200</b>	<b>190.81</b>	<b>22.93</b>	<b>213.74</b>	<b>215.00</b>

<b>TORRENTE GRONDA</b>				
<b>Sezione di chiusura: CENTRALE DI PRODUZIONE – Rassa concentrico</b>				
	<b>CONTRIBUTO DI BACINO</b>	<b>TRASPORTO SOLIDO</b>	<b>PORTATA DI VERIFICA</b>	<b>PORTATA DI VERIFICA ADOTTATA</b>
	$m^3/s$	$m^3/s$	$m^3/s$	$m^3/s$
<b>TR200</b>	<b>195.38</b>	<b>22.95</b>	<b>218.33</b>	<b>218.00</b>

➤ condizioni di verifica:

- opera di presa: situazione esistente e situazione di progetto
- centrale di produzione: situazione esistente ((la situazione di progetto non è stata implementata in quanto non sono previsti interventi in alveo).

Per tarare il modello numerico sono stati utilizzati alcuni riferimenti in sito, relativi all'altezza di deflusso durante gli eventi alluvionali del 1993 e del 2000 dedotti da informazioni reperite in direttamente sui luoghi esaminati.

Si è scelto di posizionare le sezioni trasversali a distanza ridotta, al fine di ottenere una migliore modellazione idraulica: infatti, poiché il torrente è caratterizzato da sezioni di deflusso non regolari a causa della presenza di roccia imposta, salti di fondo e massi di considerevoli dimensioni distribuite in modo discontinuo lungo il tracciato che condizionano il deflusso, è necessario un grado di precisione maggiore al fine di considerare qualsiasi variazione esistente ed ottenere un calcolo idraulico il più possibile aderente al comportamento reale della corrente.

Negli allegati sono riportati i risultati delle analisi di calcolo eseguite.

## CODICE DI CALCOLO PER LE VERIFICHE IDRAULICHE

Il programma HEC-RAS consente di calcolare il profilo idraulico di moto stazionario, in alveo non prismatico a fondo fisso, per una qualsiasi rete idrografica a pelo libero, nell'ipotesi di flusso omogeneo e monodimensionale.

L'algoritmo di calcolo è basato sulla soluzione dell'equazione di bilancio energetico tra sezioni contigue. Le perdite di carico sono valutate in base alla scabrezza (*coefficiente di Manning*), e ad un fattore di contrazione ed espansione che considera la variazione della sezione di deflusso.

Gli effetti localizzati che determinano rapide variazioni del profilo idraulico quali fenomeni di risalto idraulico, confluenze, ponti, etc. sono simulati mediante l'applicazione dell'equazione di conservazione della quantità di moto.

Per ogni sezione di calcolo il programma determina il valore di numerose grandezze tra cui le principali sono:

- portata defluente [m<sup>3</sup>/s];
- livello idrico [m s.m.];
- livello idrico in condizioni di corrente critica [m s.m.];
- velocità della corrente in alveo [m/s];
- carico cinetico [m];
- area della sezione di deflusso [m<sup>2</sup>];
- larghezza pelo libero [m];
- profondità media della corrente [m];
- velocità media della corrente [m/s];
- sviluppo del contorno bagnato [m];
- numero di Froude.

L'**input dei dati** è organizzato secondo una struttura a moduli:

- geometria della rete idrografica;
- dati di portata e condizioni al contorno;
- metodo di calcolo.

La geometria del sistema idrografico è definita attraverso lo schema planimetrico della rete idrografica necessaria per lo studio della sezione di verifica, le caratteristiche geometriche delle sezioni trasversali, le scabrezze espresse tramite il coefficiente di Manning e dalla presenza di strutture:

Definiti il valore della portata di progetto e delle portate per cui effettuare ulteriori simulazioni, si definiscono le condizioni al contorno che regolano il comportamento del sistema in funzione delle variabili note:

- altezza idrica;
- condizione critica di deflusso;
- altezza di moto uniforme;
- pendenza fondo alveo;
- curva altezze/portate.

Il programma simula condizioni di corrente lenta, veloce e regimi misti purchè siano conosciute le condizioni di monte e di valle che governano il comportamento della corrente;

I **risultati delle simulazioni** sono restituiti mediante tabella di output del programma di calcolo, mentre per la rappresentazione grafica sono stati inseriti i livelli del pelo libero direttamente nelle tavole grafiche del progetto definitivo, suddivise per sito esaminato al fine di avere una rappresentazione in scala corretta dei risultati ottenuti dalle simulazioni.

## VERIFICA MOBILITAZIONE MASSI

Per calcolare le dimensioni minime da utilizzare per la regolarizzazione dell'alveo nell'interno della traversa di derivazione in progetto, occorre determinare la capacità della corrente da innescare il moto e di movimentare i blocchi lapidei durante l'evento di piena.

Per il calcolo suddetto si utilizza la relazione ricavata da Shields studiando l'equilibrio tra le forze che favoriscono la mobilitazione delle masse costituenti il fondo e le pareti dell'alveo e quelle che tendono ad opporsi a questo movimento.

Secondo la teoria di Shields, la singola particella non coesiva risulta sottoposta alle seguenti forze:

T: risultante delle azioni esercitate dalla corrente;      G: peso immerso della particella

$$\frac{\gamma \cdot R \cdot i}{(\rho - \rho_s) \cdot g \cdot d} \leq l_{crit}$$

dove  $\gamma = \rho \cdot g$

R: raggio idraulico della sezione dell'alveo oggetto di calcolo;

i: pendenza media dell'alveo nella zona di verifica;

$\rho$ : densità dell'acqua;

$\rho_s$ : densità del materiale oggetto di trascinamento;

d: diametro della particella oggetto di trascinamento;

$l_{crit}$ : valore che il rapporto tra le azioni destabilizzanti della corrente ed il peso immerso delle particelle per unità di volume assume all'inizio del movimento. Tale parametro dipende dal n° di Reynolds della corrente e nel caso di moto completamente turbolento assume secondo Shields un valore praticamente costante.

Il numero di Reynolds, supponendo un diametro minimo dei massi pari a  $0.75 \text{ m}$  è pari a :  $2.72 \cdot 10^6 > 1.00 \cdot 10^6$  quindi il moto è di tipo turbolento.

La formula di Shields, pertanto, diventa:  $\frac{\gamma \cdot R \cdot i}{(\rho - \rho_s) \cdot g \cdot d} \leq 0.057$ .

Considerando una densità del materiale inerte pari a  $2700 \text{ kg/m}^3$  e risolvendo l'equazione rispetto a "d" si ottiene la dimensione lineare minima che deve essere posseduta dai blocchi impiegati per la costruzione della scogliera in progetto:

$$d > \frac{\rho \cdot R \cdot i}{0.057 \cdot (\rho_s - \rho)} = \frac{1080 \cdot R \cdot i}{0.057 \cdot (2700 - 1080)}$$

PORTATA TR200	DIAMETRO EQUIVALENTE	RAGGIO IDRAULICO	VELOCITA' MEDIA	PENDENZA
[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[m/s]	[-]
192.00	0.48	2.41	4.46	0.015

Poiché il valore del diametro equivalente comporterebbe risulta estremamente ridotto si ritiene di dover assumere quale dimensione dei massi per le opere in progetto:

**0.50 mc e 13.5 q.li.**

## RISULTATI DELL'ANALISI IDRAULICA

### OPERA DI PRESA

Le simulazioni eseguite nel sito dell'opera di presa sono relative alla valutazione della possibile interferenza tra la traversa di derivazione e le condizioni dell'alveo in riferimento al livello del pelo libero della corrente defluente nell'alveo del torrente Sorba in condizioni di un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a TR 200 anni.

Le simulazioni idrauliche sono state condotte su un tratto d'alveo di lunghezza pari a circa 60.0 m in modo tale da poter garantire l'applicabilità del modello.

La situazione esistente evidenzia che il deflusso in presenza di un evento pluviometrico corrispondente ad un tempo di ritorno TR 200 anni è assolutamente perturbato, con velocità elevate il cui valore medio è pari a 5.80 m/s. La corrente è tipicamente di tipo veloce con numero di Froude superiore all'unità ed elevate tensioni tangenziali sul fondo alveo.

I livelli idrometrici si attestano su un valore medio pari a circa 2.90 m e sono contenuti ampiamente nelle sezioni di deflusso in quanto il sito esaminato è situato in un tratto d'alveo molto inciso.

Nella sezione in cui sarà localizzata la soglia della traversa di derivazione l'altezza del pelo libero è pari a circa 3.0 m rispetto al punto più depresso del fondo alveo.

Nella situazione di progetto le condizioni di deflusso risultano influenzate dalla presenza della struttura in alveo in quanto si verifica un rallentamento della corrente nel tratto a monte del manufatto con un profilo di rigurgito che si estende per circa 10 m. Quindi in corrispondenza della traversa si evidenzia un risalto idraulico con passaggio della corrente per lo stato critico ed il minimo di energia. Questo denota che l'opera non è rigurgitata e, pertanto, caratterizza, nonostante l'elevata portata di studio, il comportamento della corrente, rendendolo controllabile: la presenza del risalto idraulico infatti, connota chiaramente questo aspetto.

Si ritiene, pertanto, che la presenza del manufatto così come progettato non comporti alcun effetto negativo al deflusso della corrente sia in condizioni di regime ordinario, sia di carattere eccezionale.

Per quanto concerne l'opera di presa, si evidenzia che è stata arretrata all'esterno del limite demaniale per una distanza superiore a 10 m e pertanto, risulta conforme a quanto previsto nell'art.96 lett.f del R.D.523/1904.

### CENTRALE DI PRODUZIONE

La simulazione eseguita nel sito della centrale di produzione sono relative alla valutazione della possibile interferenza tra la portata del canale di scarico ed il livello del pelo libero della corrente defluente nell'alveo del torrente Sorba in condizioni di un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a TR 200 anni.

La simulazione idraulica è stata condotta su un tratto d'alveo di lunghezza pari a circa 110.0 m, poiché per considerare la presenza del ponte della strada comunale posto poco a monte del punto di scarico era necessario considerare un tratto d'alveo a monte tale da poter garantire l'applicabilità del modello.

I risultati dell'analisi evidenziano che il deflusso è assolutamente perturbato, con un livello idrico medio di circa 2.50 m anche in corrispondenza del manufatto di attraversamento, garantendo un franco all'intradosso dell'impalcato pari a 6.55 m

Nella sezione di restituzione la quota del fondo scarico è pari a 928 m s.l.m., mentre la quota del pelo libero è pari a 926.85 m s.l.m.: il dislivello che costituisce uno pseudo franco di sicurezza è pari a 1.15 m.

Questo valore si ritiene accettabile ed evidenzia che il manufatto di scarico non interferisce e non comporta alcun effetto negativo al deflusso della corrente sia in condizioni di regime ordinario, sia di carattere eccezionale.

Per quanto concerne l'integrazione dello studio idraulico in merito al comportamento idraulico del punto di confluenza dei torrenti Sorba e Gronda, si evidenzia che è presente un profilo di rigurgito indotto dal punto di confluenza nell'alveo del torrente Sorba che si esaurisce a circa 7 m a valle del punto di scarico della centrale di produzione. Si precisa, comunque, che in caso di evento pluviometrico corrispondente a TR200 anni, ovvero simile ad una così gravosa entità, l'impianto non sarebbe in funzione.

Lo studio idraulico della confluenza non evidenzia alcuna criticità relativa al rischio idraulico rispetto al posizionamento del manufatto della centrale di produzione. L'innalzamento dei livelli idrici, infatti, non è tale da interessare la struttura.

## COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLA TRAVERSA DI DERIVAZIONE

La compatibilità della traversa di derivazione deve essere valutata in riferimento alla *Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce fluviali* relativa al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico quale Allegato alla Deliberazione n.8 del 21 dicembre 2010.

*“L'ambito di applicazione della presente Direttiva riguarda i territori compresi nelle fasce fluviali A e B del PAI e si estende al reticolo idrografico naturale nel quale le opere in progetto possano interferire con la dinamica evolutiva del corso d'acqua ed il trasporto solido.*

*Nelle fasce fluviali, ai sensi dell'art.38 delle NA del PAI è consentita la realizzazione di nuove opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che:*

- *non modificano i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono avere luogo nelle fasce;*
- *non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso;*
- *non concorrano ad incrementare il carico insediativo.”*

### CRITERI PER LA SCELTA DELLA LOCALIZZAZIONE

Lungo il corso d'acqua del torrente Sorba a monte dell'abitato di Rassa, allo stato attuale, non sono presenti opere di derivazione esistenti; perciò la scelta del sito sono stati analizzati degli aspetti che si sono ritenuti vincolanti quali:

- non presenza di dissesti classificati;
- stabilità dell'alveo, sia del fondo, sia delle sponde senza presenza di zone di erosione
- ridotta pendenza del fondo alveo e delle sponde per l'accesso;
- adeguate condizioni geomorfologiche e buone caratteristiche litologiche del terreno di imposta dell'opera trasversale;
- assenza di corsi d'acqua tributari, ovvero conoidi, in prossimità dei manufatti;
- ridotto basculamento del fondo per alternanza di asporto e deposito durante il regime di deflusso ordinario (eventi di morbida);
- eventuale presenza di vecchi sedimenti che indicano la presenza di attività pregresse che impiegavano l'acqua del torrente per le lavorazioni.

Il sito proposto presenta tutti questi aspetti e, in particolare, sulla sommità della sponda destra dove è posizionata la traversa di derivazione sono ancora visibili i resti di una vecchia segheria, della medesima tipologia di quella recuperata dal Comune nel concentrico dell'abitato di Rassa: essa era di dimensioni lievemente inferiori a quest'ultima e prelevava l'acqua circa 40 m a monte che, attraverso un piccolo canale di derivazione in roccia, era portata fino alla segheria per le lavorazioni.

### CRITERI PER LA SCELTA DELLA TIPOLOGIA

Per la definizione della compatibilità della tipologia dell'opera sono stati valutati i criteri di cui al punto 4 della Direttiva di cui si riportano le considerazioni in forma tabellare.

E1 -Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena	La soluzione progettuale proposta induce un profilo di rigurgito che si sviluppa per circa 10 m a monte del manufatto trasversale, con un incremento medio dei livelli idrici pari a circa 1.0 m per un TR200 anni: esso è ampiamente contenuto all'interno delle sommità spondali e non comporta un incremento di rischio delle condizioni idrauliche circostanti.  In particolare non comporta la variazione della delimitazione della fascia B e non induce alcun maggior rischio relativamente ad abitazioni ed infrastrutture che, non sono presenti, nel territorio in cui è posizionata l'opera.
E2 - Riduzione della capacità di invaso	L'opera di derivazione non comporta la riduzione della capacità di invaso per la piena di riferimento, in quanto l'incremento dei livelli idrici è contenuto all'interno dell'avelo esistente.
E3 - Interazioni con le opere idrauliche	L'area in cui è posizionata la traversa di derivazione non presenta opere di difesa spondale, ovvero di regimazione dei deflussi.  La traversa di derivazione è ridotta all'essenziale indispensabile per poter derivare l'acqua: infatti è costituita da un canale in calcestruzzo cementizio armato

	<p>la cui parte sommitale di monte si configura come uno stramazzo a larga soglia su cui l'acqua in arrivo da monte deve essere richiamata. La dimensione longitudinale contenuta in circa 3.0 m e la griglia di derivazione costituisce meno dei 2/3 dell'effettiva larghezza della sezione trasversale dell'alveo.</p> <p>In sponda destra è ancorata in roccia, mentre in sponda sinistra, ove si sviluppa il canale di derivazione, quest'ultimo costituisce l'ancoraggio del manufatto.</p> <p>L'opera è completamente tracimabile, così come gli estremi di intestazione, in quanto non vi sono elementi strutturali che emergono oltre la quota della soglia di derivazione.</p>
<p>E4 - Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento</p>	<p>La traversa di derivazione è disposta in una sezione trasversale dell'alveo in cui è presente una ridotta zona incisa di altezza variabile 1.10 ÷ 1.50 m che si estende verso monte per circa 7.0 ÷ 8.0 m ed a valle per 2.0 m.</p> <p>Al fine di regolarizzare il fondo alveo, si propone di posizionare dei massi di dimensione variabile per complessivamente un volume di circa 50 mc.</p> <p>Non si prevede nessun altro intervento di sistemazione idraulica in quanto l'opera non altera le condizioni morfologiche del sito in cui è inserita.</p>
<p>E5 - Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo inciso e di piena</p>	<p>La traversa di derivazione scelta è del tipo "a trappola" in cui è previsto il posizionamento di una griglia a maglia fine.</p> <p>L'acqua in arrivo sulla soglia della traversa è intercettata dalla griglia, precipita nel canale sottostante, il cui fondo è posto ad una quota pari a 85 cm, ed è convogliata nel canale di derivazione in sponda sinistra, fino alla paratoia di intercettazione, localizzata a 3.0 m dalla traversa di derivazione.</p> <p>Quest'ultima, in funzione del livello misurato nel tratto di canale di derivazione, regola l'apertura per il transito della portata di concessione, mentre, l'eventuale portata in esubero è immediatamente sfiorata e restituita in alveo.</p> <p>Le caratteristiche del corso d'acqua e le analisi di trasporto solido al fondo evidenziano che il fuso granulometrico del materiale trasportato presenta una maggiore percentuale nel campo delle ghiaie fini, mentre la parte sabbiosa fine, che costituisce in trasporto torbido in sospensione si verifica soltanto negli eventi di piena particolarmente gravosi.</p> <p>La traversa, non è in grado di intercettare tutta l'acqua in arrivo sulla sezione trasversale, in quanto la griglia di derivazione presenta una dimensione trasversale minore ed inoltre la dimensione delle maglie è tale da garantire il transito della maggior parte del fuso granulometrico caratteristico rilevato: perciò, l'acqua non risulta chiarificata a valle della traversa, non comportando così una maggiore capacità di asporto ed erosione.</p> <p>Si consideri, comunque, che il fondo alveo, a valle del manufatto, oltre alla presenza di trovanti eterometrici, è pressoché in roccia affiorante e, pertanto, presenta una naturale stabilità.</p>
<p>E6 - Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale</p>	<p>La traversa di derivazione è localizzata in un punto scarsamente visibile: infatti è situata in una zona del corso d'acqua incassato tra le pareti spondali in un punto in cui l'alveo presenta una riduzione della sezione trasversale.</p> <p>La presenza di numerosi massi di dimensione considerevoli (anche eterometrici), mascherano il sito di posizionamento.</p> <p>L'opera si inserirà a livello paesaggistico come una soglia tipica delle opere di regimazione trasversale, in quanto l'elemento strutturale in calcestruzzo cementizio armato sarà completamente rivestito in pietrame. La parte del canale di derivazione, di lunghezza pari a 3.0 m, anch'essa sarà totalmente rivestita così come lo sfioratore.</p> <p>Oltre la paratoia di intercettazione, le opere saranno completamente interrato ed il versante sarà ripristinato, al termine della costruzione, secondo lo stato</p>

	<p>attuale.</p> <p>A livello naturalistico-ambientale, le caratteristiche del prelievo sono state studiate con attenzione rispetto alle componenti idrobiologica caratteristica del corso d'acqua e della fauna presente.</p> <p>Infatti, è proposto il rilascio di un DMV di base pari a quasi il doppio del valore di base calcolato per legge, incrementato ulteriormente del valore modulato al 10%. Questo, pur penalizzando la resa dell'impianto che potrebbe essere dimensionato in riferimento a prelievi superiori, consente di mitigare gli effetti del prelievo, determinando un equilibrio tra sfruttamento della risorsa e rispetto ambientale.</p>
<p>E7 - Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena</p>	<p>La traversa di derivazione è posizionata in scavo a sezione obbligata all'interno del substrato roccioso e, pertanto, non risulta soggetta a fenomeni di sifonamento. Non emergendo oltre il piano di fondo alveo, non è soggetta a carichi indotti sul paramento di monte e non risulta oggetto di fenomeni di erosione.</p> <p>Il primo tratto del canale di derivazione è anch'esso inserito in sezione obbligata nella sponda e costituisce un unico elemento strutturale con il canale di derivazione interrato di lunghezza pari a circa 16 m a valle della paratoia di intercettazione.</p> <p>Pertanto, non sussistono criticità relativi alla sicurezza delle opere rispetto ai livelli di piena di progetto a TR200 anni studiati nel presente progetto e non sono necessarie opere idrauliche integrative per la stabilità delle opere previste.</p>

## DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE OPERE

### TRAVERSA E CANALE DI DERIVAZIONE

La **traversa di derivazione** è costituita da un manufatto in calcestruzzo cementizio armato disposto trasversalmente alla corrente del tipo "a trappola".

Esso, idraulicamente, è uno stramazzo a larga soglia, dove sul profilo di sfioro è posizionata una griglia per l'intercettazione della portata defluente. Sottostante la griglia è realizzato un canale di derivazione a sezione rettangolare, in cui fondo è sagomato con forma semicircolare al fine di consentire la raccolta del materiale ghiaioso che, insieme all'acqua, può oltrepassare lo spazio previsto tra le lame della griglia.

Si è scelto il tipo di stramazzo a larga soglia in quanto si vuole che la corrente in arrivo alla traversa defluisca il più possibile in condizioni stabili ed uniformi in modo tale che, in corrispondenza della soglia stessa, la corrente transiti per lo stato critico, ovvero con il minimo di energia, svincolandosi dalle condizioni di monte e di valle, così da defluire in condizioni di equilibrio.

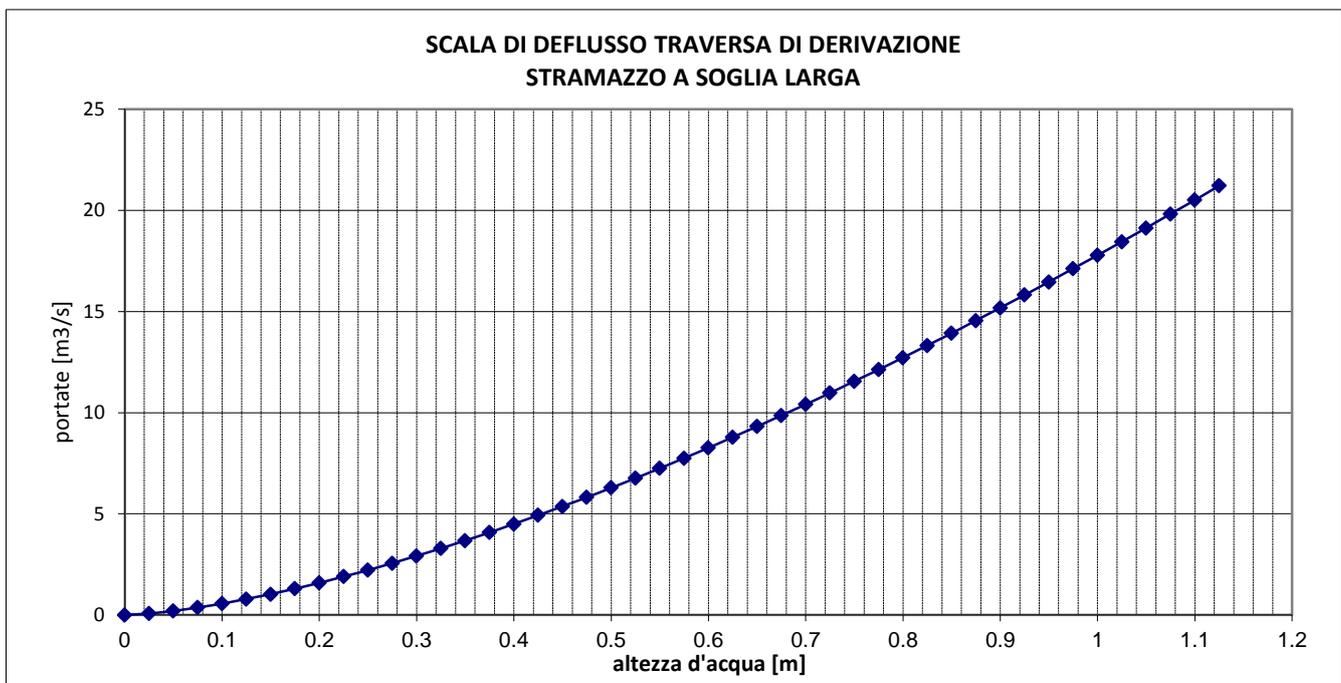
Tale dispositivo è, perciò, oltre che una traversa di derivazione, un misuratore di portata di tipo fisso.

La larghezza della soglia è di 0.80 m.

La legge idraulica che regola il deflusso sulla traversa è:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

in cui:  $\mu$  : coefficiente di efflusso (da determinarsi in funzione della larghezza della soglia)



Il piede di valle della traversa sarà intestato nella roccia affiorante sul fondo alveo, pertanto, non si potranno verificare fenomeni di scalzamento a valle del manufatto, cosicché non è necessaria la costruzione di alcuna protezione anti-erosione.

Il **canale di derivazione** presenta una sezione di deflusso tale da poter immagazzinare una portata superiore rispetto alla massima derivabile in quanto è previsto, nel tempo, una percentuale di intasamento della griglia di captazione pari a circa il 22% ed un riempimento della sezione del canale stesso per una percentuale del 26%. Questo è dovuto, primariamente, alla ridotta pendenza del canale, pari a 0.80%, causata dalla scarsa altezza della traversa.

La portata captata in esubero sarà immediatamente rilasciata in alveo, a valle del canale di derivazione, in corrispondenza del canale dissabbiatore, dove è previsto il posizionamento di uno sfioratore laterale, il cui dimensionamento è riportato nel paragrafo successivo.

Il canale di derivazione è calcolato impiegando la relazione di Chézy per correnti a pelo libero in moto uniforme:

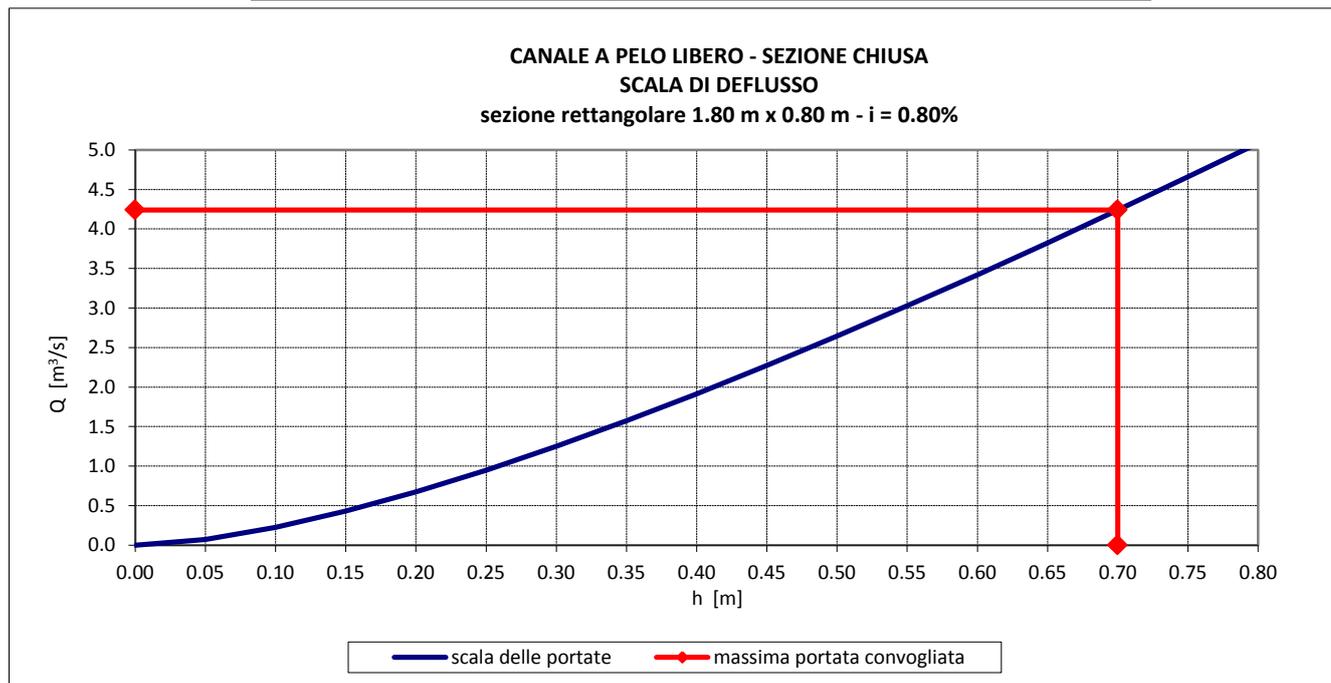
$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Il valore di portata massima convogliato nel canale è pari a 4.24 m<sup>3</sup>/s oltre la quale la portata sfiora totalmente sulla traversa: considerando le perdite per intasamento della griglia e del fondo canale tale portata si riduce a circa 2.03 m<sup>3</sup>/s.

sezione massima di deflusso	$\Omega$	[m <sup>2</sup> ]	1.260
-----------------------------	----------	-------------------	-------

pendenza del fondo	$i$	[-]	0.008
raggio idraulico	$\mathfrak{R}$	[m]	0.394
scabrezza	$\chi$	[m <sup>1/2</sup> /s]	70
portata massima convogliata	$Q$	[m <sup>3</sup> /s]	4.24
velocità	$v$	[m/s]	3.36
altezza pelo libero	$h$	[m]	0.70

SCALA DI DEFLUSSO				
$h$	$\Omega$	$\mathfrak{R}$	$Q$	$v$
[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]
0.00	0.000	0.000	0.00	-
0.05	0.090	0.047	0.07	0.82
0.10	0.180	0.090	0.23	1.26
0.15	0.270	0.129	0.43	1.59
0.20	0.360	0.164	0.67	1.87
0.25	0.450	0.196	0.95	2.11
0.30	0.540	0.225	1.25	2.32
0.35	0.630	0.252	1.57	2.50
0.40	0.720	0.277	1.92	2.66
0.45	0.810	0.300	2.27	2.81
0.50	0.900	0.321	2.64	2.94
0.55	0.990	0.341	3.03	3.06
0.60	1.080	0.360	3.42	3.17
0.65	1.170	0.377	3.83	3.27
<b>0.70</b>	<b>1.260</b>	<b>0.394</b>	<b>4.24</b>	<b>3.36</b>
0.75	1.350	0.409	4.66	3.45
0.80	1.440	0.424	5.08	3.53



## SEZIONE DI RILASCIO DEL DMV

Il calcolo del deflusso è:  $Q = \mu \cdot [L - (0.20 \cdot h)] \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$  per stramazzo rettangolare a larga soglia, in cui la larghezza della soglia assunta è pari a 70 cm e  $\mu$  il coefficiente di efflusso in funzione della larghezza della soglia.

Inoltre, la sezione di rilascio è stata riposizionata nella parte centrale della traversa, così come richiesto dall'ARPA-Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Est-Attività di Produzione Nord Est

Nella pagina seguente, si riporta il grafico e la scala di deflusso delle portate della sezione di rilascio che sarà inserita nella taratura del dispositivo di misurazione.

## CANALE SGHIAIATORE/DISSABBIATORE

Il canale sghiaiatore/dissabbiatore ha la funzione di eliminare i grani solidi che, trasportati in sospensione, danneggerebbero le pale delle turbine dell'impianto.

Nel caso di turbine Pelton si tende ad eliminare i grani solidi aventi diametro superiore od uguale a 0,2 mm.

La velocità media nel dissabbiatore deve essere compresa tra 0,1 e 0,5 m/s e la sua lunghezza  $L$  risulta funzione del diametro  $d$  dei grani, della velocità suddetta, nonché della altezza  $h$  della corrente.

In base a queste considerazioni la lunghezza del canale risulta:  $L \geq f(h, v, \lambda, \omega)$

in cui  $\lambda$  : velocità di decantazione dei grani di diametro  $d$  in acqua ferma

$\omega$  : componente verticale della velocità di agitazione in seno ad una corrente con velocità di traslazione secondo (Eghiazaroff)

essendo  $\lambda - \omega$  la velocità di decantazione nella corrente di velocità .

Il valore di  $\lambda$  è ricavabile dal diagramma di Sudry ed è pari a 0.07 m/s.

VALORI DI CALCOLO	altezza d'acqua	$h$	[m]	1.10
	Portata massima derivata	$Q$	[m <sup>3</sup> /s]	0.60
	velocità della corrente	$v$	[m/s]	0.12
	componente verticale della velocità di agitazione	$\omega$	[m/s]	0.0164
	tempo di ritenzione	$T$	[s]	59.15.
	Volume necessario	$V$	[m <sup>3</sup> ]	14.0
	lunghezza del canale dissabbiatore	$L$	[m]	7.98
VALORI DI PROGETTO	SEZIONE UTILE	$A$	[m <sup>2</sup> ]	1.75
	VOLUME UTILE	$V$	[m <sup>3</sup> ]	18.0
	LUNGHEZZA DI PROGETTO	$L$	[m]	10.0

La sezione del dissabbiatore è trapezoidale e presenta al centro un canale di scarico della portata solida di larghezza 1.00 m e pendenza pari al 0.10%.

Al termine del canale è presente uno sfioratore per il passaggio della portata all'interno della camera di imbocco della condotta forzata, ed avente funzione anche di trattenere il materiale depositato al fondo.

## CONDOTTA FORZATA

### CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO

Per il calcolo delle perdite di carico in condotta è stata impiegata la relazione:  $h_n = H_g - \left( \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5} \cdot L + \sum \xi_i \frac{u^2}{2 \cdot g} \right)$

Dalla relazione sopra riportata si evidenzia che le perdite di carico in una corrente in pressione sono dovute a due contributi:

- le *perdite di carico distribuite* lungo il tracciato della condotta: dovute all'attrito prodotto dalla viscosità del fluido; per valutarne l'entità è necessario determinare il valore del coefficiente di resistenza espresso in funzione del parametro  $\lambda$  determinato con la formula di Colebrook.
- le *perdite di carico concentrate* in alcuni punti singolari del tracciato della condotta dovute a brusche discontinuità nella stessa quali curve, raccordi, organi di chiusura, di misurazioni, di regolazione ecc..
- I coefficienti  $\xi$  necessari per la determinazione delle perdite localizzate sono stati valutati sulla base del profilo altimetrico e planimetrico della condotta:

### CALCOLO DELLE SOVRAPRESSIONI

Il moto vario si manifesta nelle condotte in seguito a manovre di chiusura o apertura degli organi di regolazione, ovvero per condizioni di malfunzionamento.

Il metodo di calcolo impiegato si basa sull'ipotesi di Allievi-Michaud che, mediante un sistema di equazioni concatenate, permette il calcolo delle sovrappressioni in ogni punto della tubazione in funzione del tempo di fase della condotta stessa.

Il calcolo è stato condotto considerando lo spessore della tubazione costante lungo tutto il tracciato, al fine di determinare lo spessore minimo necessario a verificare il comportamento dell'intera condotta.

Il calcolo ha portato alla definizione del tempo di chiusura minimo del distributore, che deve essere assolutamente rispettato al fine di non danneggiare la condotta.

#### **Calcolo del sovraccarico lungo il tracciato**

In caso di manovra lenta, per determinare il sovraccarico nelle diverse sezioni della tubazione si utilizzano le suddette equazioni di Allievi: essendo noto l'andamento dei sovraccarichi nella sezione di sbocco, con ottima approssimazione, è possibile calcolare la massima sovrappressione in una generica sezione di ascissa  $s$  con legge linearmente decrescente dalla sezione di sbocco fino ad annullarsi nella sezione di imbocco sulla base dell'ipotesi assunta di manovra lenta e lineare.

### CALCOLI STRUTTURALI

La condotta in esame è posizionata in trincea ed il tracciato si svolge, quasi esclusivamente su strada, ad eccezione di un primo tratto in uscita dall'opera di presa che si sviluppa in terreno naturale.

Le azioni agenti sulla tubazione e considerate nel presente calcolo sono:

- azione del terreno di ricoprimento;
- azione di un carico concentrato;
- azione della pressione interna ;
- azione del peso proprio della tubazione;
- azione del peso dell'acqua all'interno della tubazione;
- azione per effetto Poisson;
- azione per variazioni termiche.

#### **Azione del terreno di ricoprimento**

Il carico totale dovuto al terreno di ricoprimento è valutato impiegando la formula di Marston valida per un tratto di lunghezza unitaria della tubazione

#### **Azione di un carico concentrato**

L'azione dovuta alla presenza di un carico in superficie è valutata mediante il metodo di Boussinesq che esprime la pressione unitaria agente alla quota superiore della condotta e generata da un carico fisso in superficie in condizioni di terreno con comportamento elastico-omogeneo-isotropo.

#### **Azione della pressione interna**

L'azione della pressione interna sulla superficie della condotta si riconduce ai calcoli idraulici precedentemente illustrati: infatti, determinata la linea dei carichi piezometrici e della sovrappressione generata per una manovra lenta, si calcola la pressione esistente in ogni punto della condotta.

#### **Azione del peso proprio della tubazione**

Il peso proprio della tubazione è calcolato in funzione delle dimensioni geometriche della stessa, ovvero diametro e spessore, e del peso per unità di lunghezza del ferro.

**Azione del peso dell'acqua**

Il peso dell'acqua all'interno della tubazione è calcolato in funzione del diametro interno della stessa e del peso specifico dell'acqua.

**Azione per effetto Poisson**

Durante l'esercizio dell'impianto, la condotta può essere soggetta ad azioni che producono un accorciamento conseguente all'effetto della pressione interna che induce la dilatazione del tubo stesso e che possono essere calcolate con la relazione:

$$\sigma_v = +v \cdot \sigma_{circ}$$

in cui:  $v$  : coefficiente di Poisson  $\sigma_{circ}$  : tensione circonferenziale

$$\text{ovvero } \sigma_v = +v \cdot \sigma_{circ} \cdot f(R, s_i, l_i)$$

se il tratto di tubazione tra due blocchi di ancoraggio è a sezione variabile.

**Azione per variazioni termiche**

Durante l'esercizio dell'impianto, la condotta può essere soggetta ad azioni che producono effetti di dilatazione o contrazione sulla tubazione a causa dell'escursione termica e che possono essere calcolate con la relazione:

$$\sigma_{tp} = \pm c \cdot E \cdot \Delta t \cdot \text{ovvero } \sigma_{tp} = \pm c \cdot E \cdot \Delta t \cdot f(R, s_i, l_i)$$

se il tratto di tubazione tra due blocchi di ancoraggio è a sezione variabile.

In particolare, sono state assunte quali temperature di riferimento 0°C per tubazione vuota, 20°C per tubazione piena e 10°C per tubazione chiusa in esercizio.

**VERIFICA DELLA CONDOTTA**

La condotta presente una lunghezza complessiva di 1110 m che si sviluppano prevalentemente sotto sede stradale della strada comunale della Val Sorba, ad una profondità costante di 2.0 m.

Grazie alla linearità del tracciato, non è necessaria la realizzazione di alcun blocco di ancoraggio, ad esclusione del blocco di valle in corrispondenza dell'ingresso della condotta nell'edificio centrale e del blocco in corrispondenza dell'inizio del tratto di posa in trincea profonda sotto il parcheggio comunale a monte della centrale stessa.

Le verifiche sono state effettuate in condizioni di esercizio (sovrapressione massima pari a 15%) con riferimento a tre condizioni a cui sono stati associati i coefficienti di sicurezza sotto indicati:

- tubazione vuota  $f_s = 1.9$
- tubazione piena - non in pressione  $f_s = 1.5$
- tubazione piena - in pressione  $f_s = 1.9$

Nelle tabelle seguenti, sono riportati i risultati dei calcoli eseguiti per il dimensionamento della condotta forzata.

PERDITE DI CARICO					
DISLIVELLO GEODETICO			m	135.0	
PORTATA MASSIMA DERIVABILE			m <sup>3</sup> /s	0.60	
DIAMETRO NOMINALE			mm	700	
LUNGHEZZA CONDOTTA			m	1135	
QUOTA LIVELLO PELO LIBERO OPERA DI PRESA			m s.l.m.	1062.00	
QUOTA ORGANO DI CHIUSURA			m	931.30	
VELOCITA' MEDIA			m/s	1.56	
PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE			m	4.80	
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE			m	0.50	
TOTALE PERDITE DI CARICO			m	5.30	
SOVRAPRESSIONE					
SPESSORE			m	0.010	
CELERITA' DELL'ONDA DI PRESSIONE			m/s	1031.87	
SEZIONE			m <sup>2</sup>	0.385	
VELOCITA' MEDIA			m/s	1.56	
TEMPO DI FASE			s	2.20	
FASE DI CHIUSURA 6	13.20 sec	1	x	h <sub>1</sub>	h <sub>1</sub> -h <sub>0</sub>
parametro $\eta$		1.000	1.067	149.16	18.16
CALCOLI STRUTTURALI					
RICOPRIMENTO DI PROGETTO		H	m	1.4	1.90
RAPPORTO H/B		x	-	0.6	0.8
COEFFICIENTE DI MARSTON		c	-	1.37	0.91

CARICHI				
AZIONE DELTERRENO DI RICOPRIMENTO	$Q_t$	N/mm	75.406	50.087
CARICO TERRENO DI RICOPRIMENTO	$P_t$	N/mm <sup>2</sup>	0.095	0.063
CARICO CONCENTRATO	$P_c$	N/mm <sup>2</sup>	0.012	0.007
DEFORMAZIONI				
TERRENO DI RICOPRIMENTO	$\epsilon_r$	mm	14.814	96.190
PESO PROPRIO DELLA CONDOTTA	$\epsilon_{\tau\alpha\beta}$	mm	2.131	2.131
PESO ACQUA	$\epsilon_{\alpha\gamma\theta\nu\alpha}$	mm	9.505	9.505
CARICO CONCENTRATO	$\epsilon_\chi$	mm	18.514	10.052
DEFORMAZIONE TOTALE	$\epsilon_T$	mm	174.964	117.878
STATO TENSIONALE CONDOTTA VUOTA				
MOMENTO AGENTE	$M_v$	N*mm	1241.566	819.688
TENSIONE RISULTANTE	$\sigma_{\overline{\theta}}$	N/mm <sup>2</sup>	116.397	76.846
TENSIONE TEMPERATURA	$\sigma_{\tau\tau}$	N/mm <sup>2</sup>	-24.72	-24.72
TENSIONE TOTALE	$\sigma_T$	N/mm <sup>2</sup>	106.217	67.946
COEFFICIENTE DI SICUREZZA	$f_{vuota}$	-	3.3	5.2
COEFFICIENTE SICUREZZA MINIMO	$f_{vuota}$	-	1.9	1.9
STATO TENSIONALE CONDOTTA PIENA (non in pressione)				
MOMENTO AGENTE	$M_{piena-no\ press}$	N*mm	1395.660	973.782
TENSIONE RISULTANTE	$\sigma_{\overline{\theta}}$	N/mm <sup>2</sup>	130.843	91.292
TENSIONE TEMPERATURA	$\sigma_{\tau\tau}$	N/mm <sup>2</sup>	24.720	24.720
TENSIONE TOTALE	$\sigma_T$	N/mm <sup>2</sup>	144.794	105.840
COEFFICIENTE DI SICUREZZA	$f_{piena-no\ press}$	-	2.50	1.50
COEFFICIENTE SICUREZZA MINIMO	$f_{piena-no\ press}$	-	3.40	1.50
STATO TENSIONALE CONDOTTA PIENA (in pressione)				
COEFFICIENTE DI LAZARD	$\alpha_\Lambda$	-	0.658	0.646
MOMENTO AGENTE RIDOTTO	$M_{piena-r}$	N*mm	918.148	628.628
TENSIONE RADIALE RIDOTTA	$\sigma_{\overline{\theta-p}}$	N/mm <sup>2</sup>	86.076	58.934
TENSIONE CIRCONFERENZIALE	$\sigma_{\chi\theta\chi}$	N/mm <sup>2</sup>	5.667	5.982
TENSIONE RADIALE RISULTANTE	$\sigma_{\rho T}$	N/mm <sup>2</sup>	91.743	64.916
EFFETTO POISSON	$\sigma_{\overline{\theta}}$	N/mm <sup>2</sup>	-1.700	-1.795
TENSIONE TEMPERATURA	$\sigma_{\tau\tau}$	N/mm <sup>2</sup>	24.720	24.720
TENSIONE ASSIALE RISULTANTE	$\sigma_{\alpha T}$	N/mm <sup>2</sup>	23.020	22.925
TENSIONE TOTALE	$\sigma_T$	N/mm <sup>2</sup>	105.160	78.917
COEFFICIENTE DI SICUREZZA	$f_{piena-pres}$	-	3.4	1.9
COEFFICIENTE DI SICUREZZA MINIMO	$f_{piena-pres}$	-	4.5	1.9

## CANALE DI SCARICO

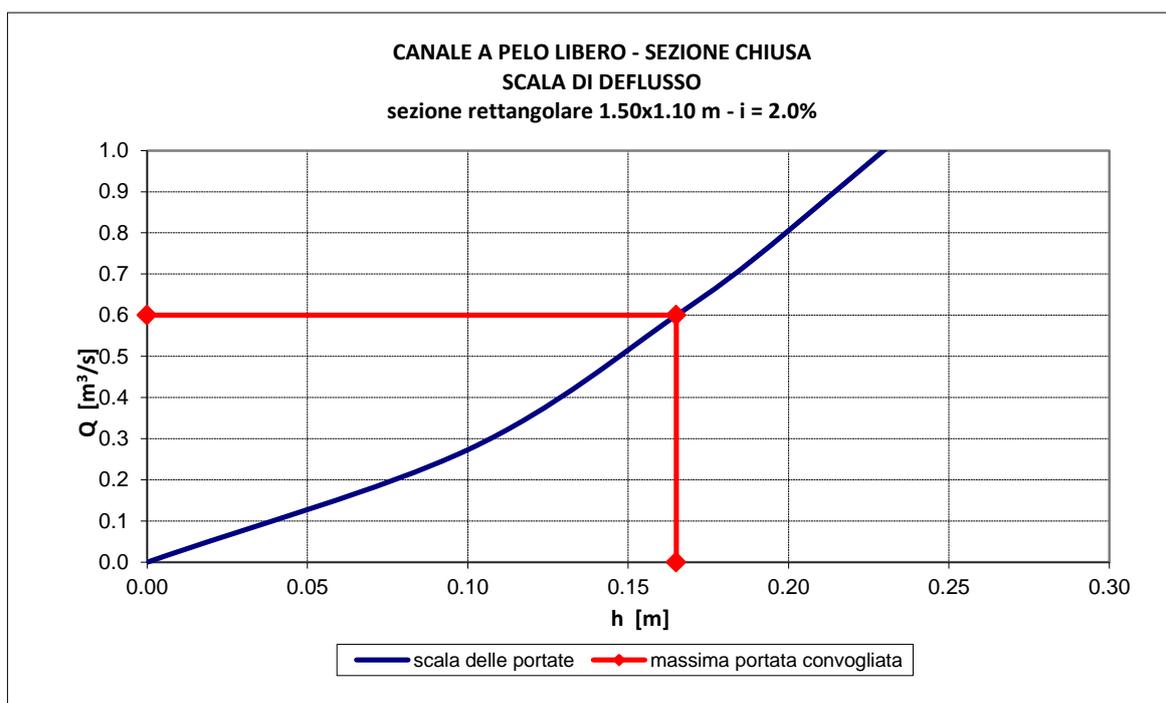
Il canale di scarico, convoglia la portata turbinata dall'edificio centrale nel Torrente Sorba. Esso avrà lunghezza complessiva di circa 26.0 m e convoglierà la portata in un tratto della sponda sinistra in cui è presente roccia affiorante raccordata naturalmente al fondo alveo.

La dimensione della sezione di deflusso è stata calcolata impiegando la relazione di Chézy per correnti a pelo libero in moto uniforme:  $Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R} \cdot i$ .

portata di progetto	$Q$	[m <sup>3</sup> /s]	0.60
pendenza del fondo	$i$	[-]	0.02
raggio idraulico	$R$	[m]	0.135
scabrezza	$\chi$	[m <sup>1/2</sup> /s]	65
sezione massima di deflusso	$\Omega$	[m <sup>2</sup> ]	0.248
velocità	$u$	[m/s]	2.42
altezza d'acqua	$h$	[m]	0.165

La sezione di deflusso che verifica le condizioni sopra riportate ed assunta per il canale di scarico avrà 2.0 m di larghezza e 1.10 m di altezza con un franco sulla sommità di sponda di 0.935 cm. Il canale sarà realizzato in calcestruzzo cementizio armato e sarà completamente interrato.

SCALA DI DEFLUSSO				
h	$\Omega$	$R_{idr}$	Q	U
[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]
0.00	0.000	0.00	0.00	-
0.10	0.150	0.088	0.27	1.82
<b>0.165</b>	<b>0.248</b>	<b>0.135</b>	<b>0.60</b>	<b>2.42</b>
0.20	0.300	0.158	0.81	2.69
0.30	0.450	0.214	1.48	3.29
0.40	0.600	0.261	2.25	3.75
0.50	0.750	0.300	3.09	4.12
0.60	0.900	0.333	3.98	4.42
0.70	1.050	0.362	4.90	4.67
0.80	1.200	0.387	5.86	4.88
0.90	1.350	0.409	6.84	5.07
1.00	1.500	0.429	7.84	5.23



**ALLEGATI**

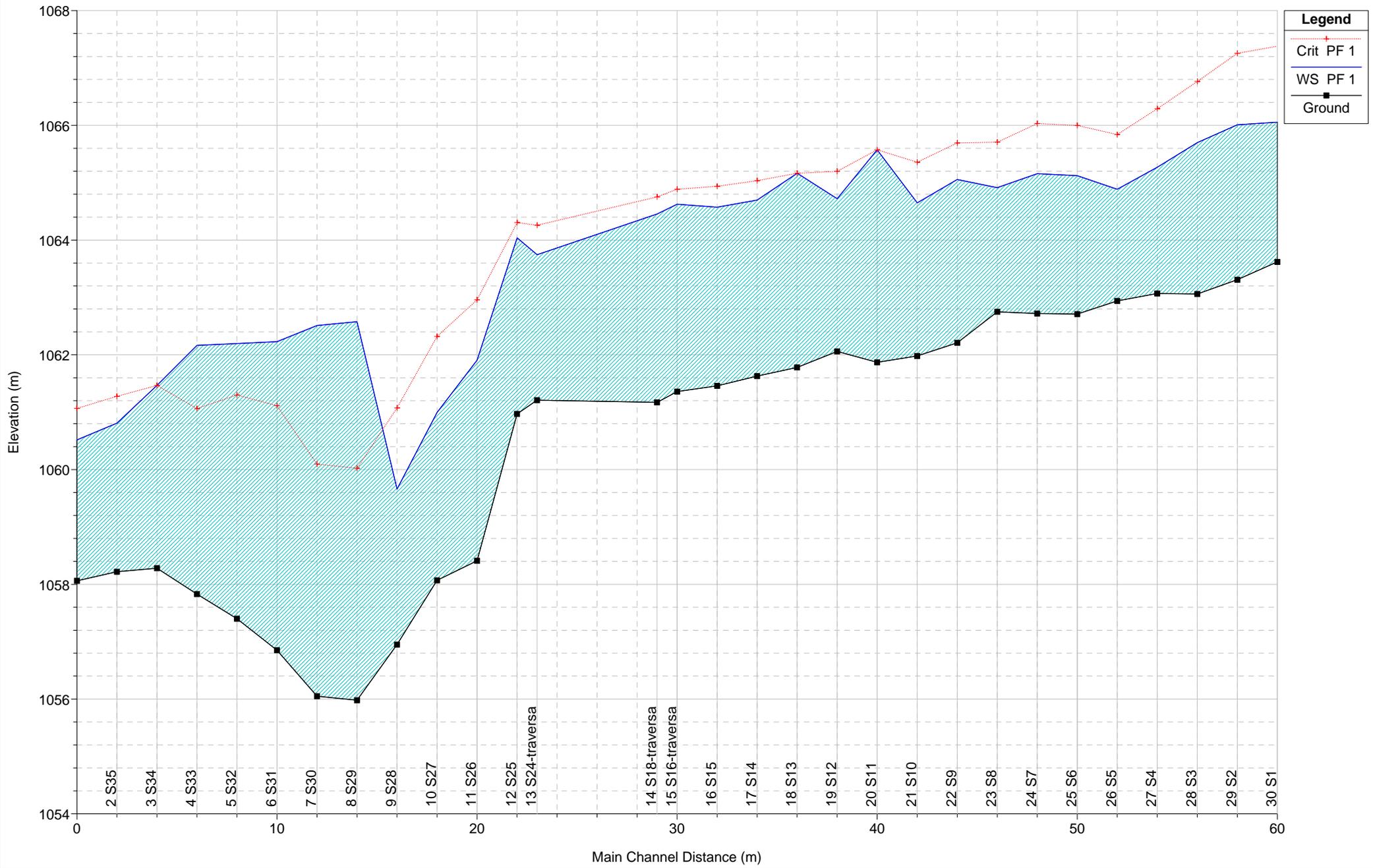
**OPERA DI PRESA - SITUAZIONE ESISTENTE**

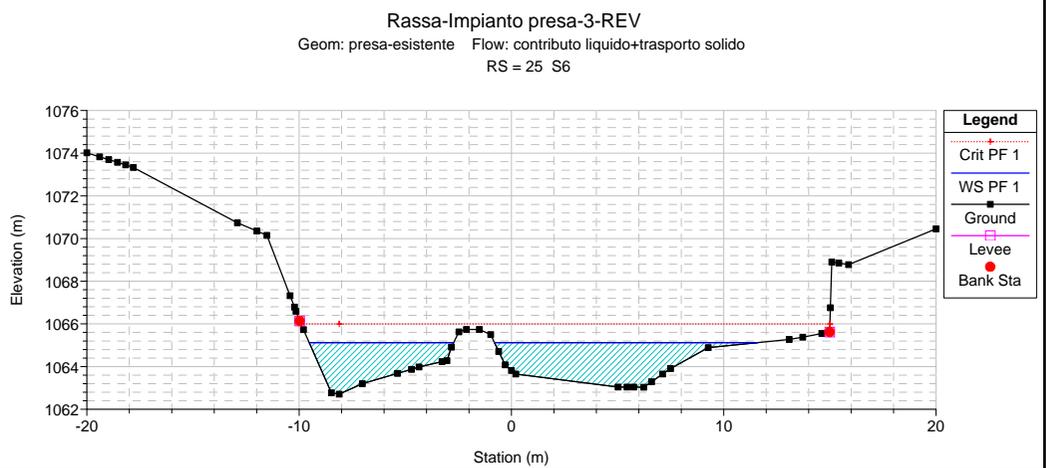
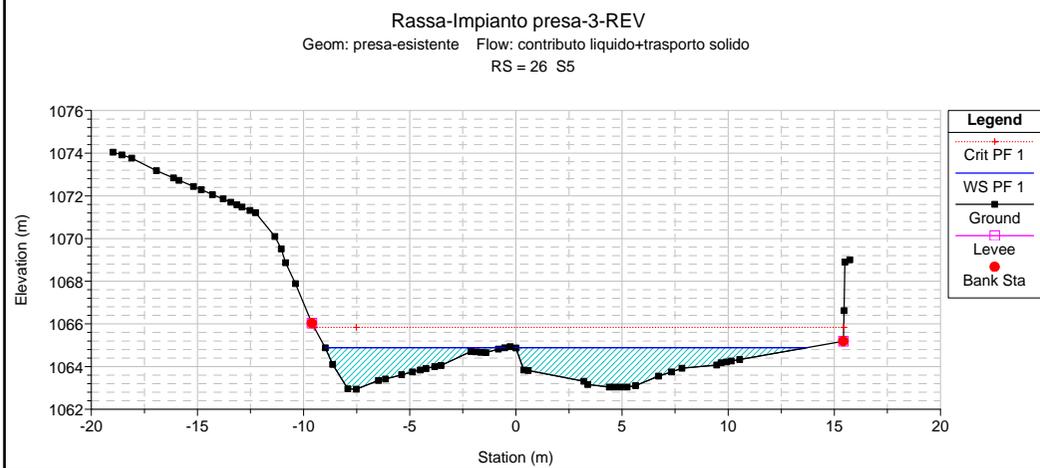
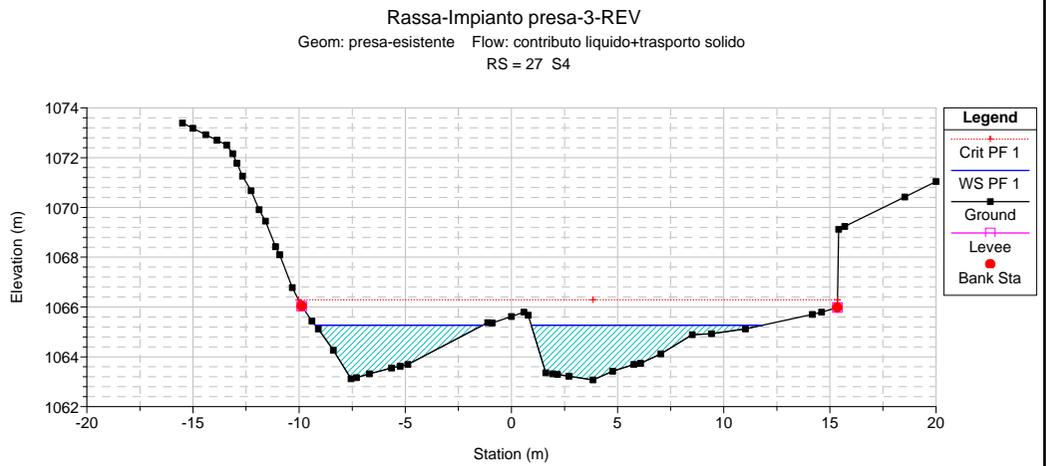
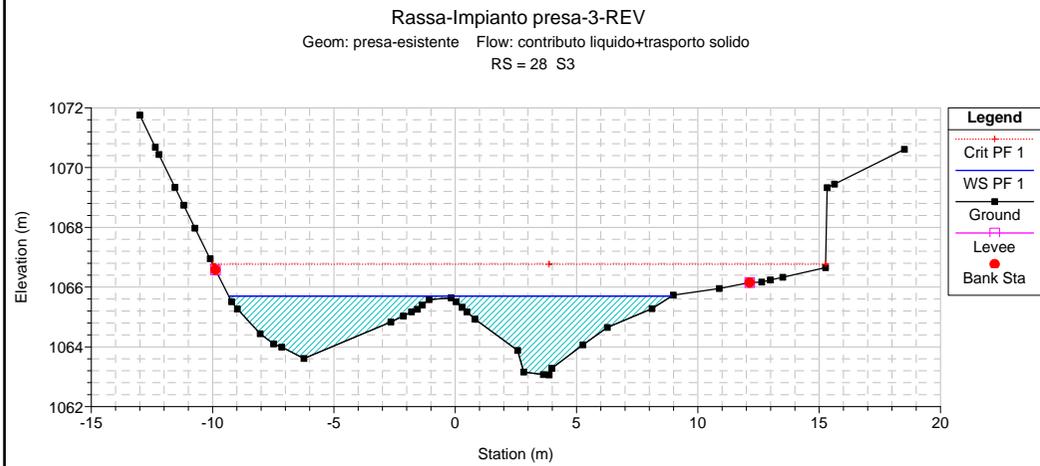
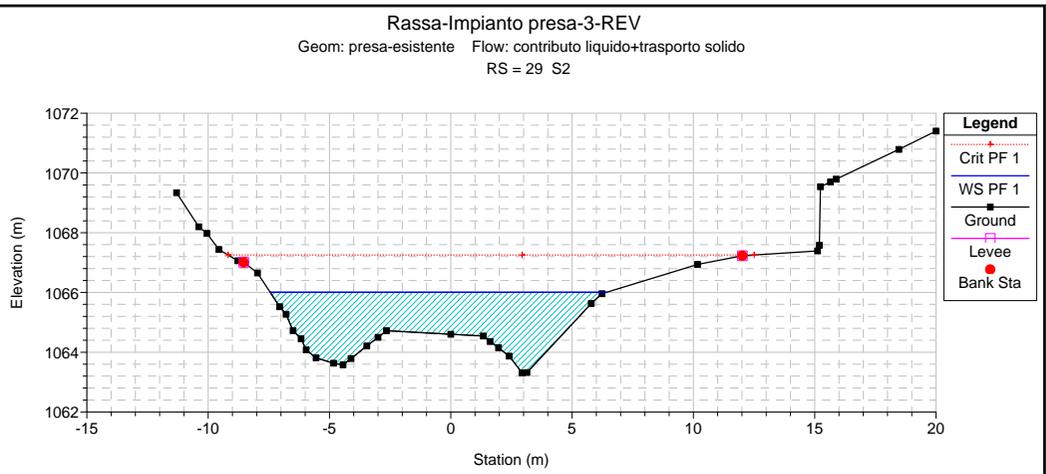
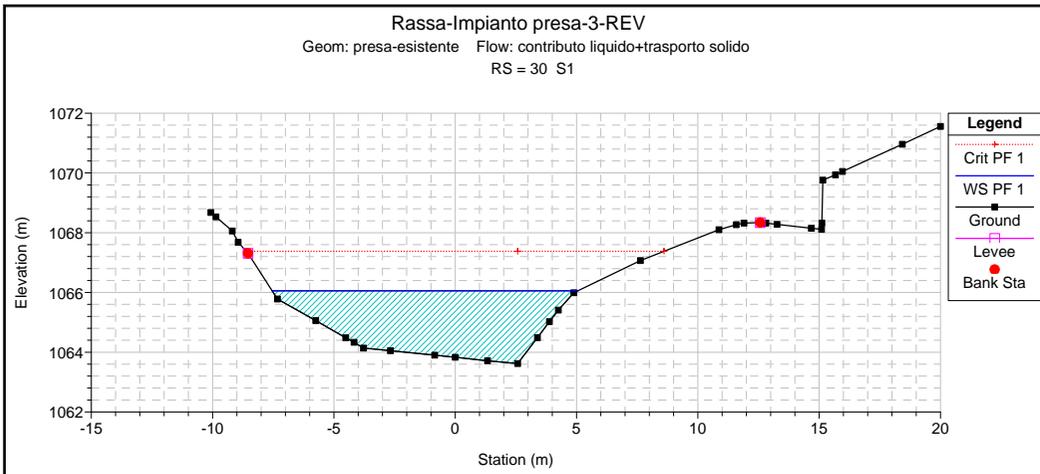
HEC-RAS Plan: Plan 11 River: torr. Sorba Reach: opera di presa Profile: PF 1

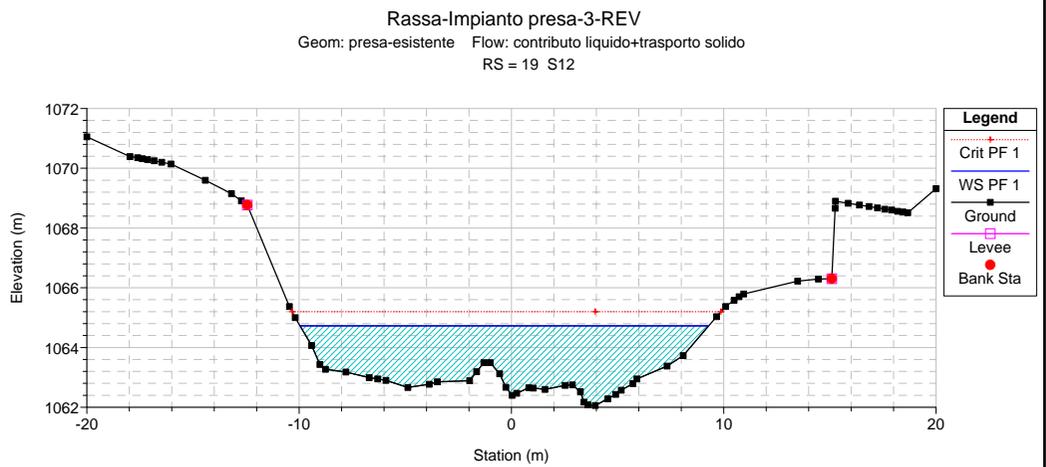
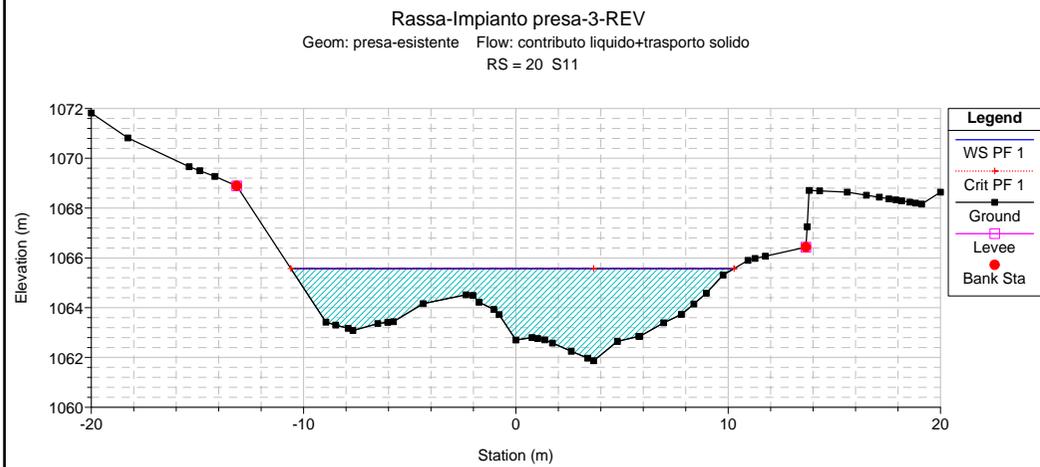
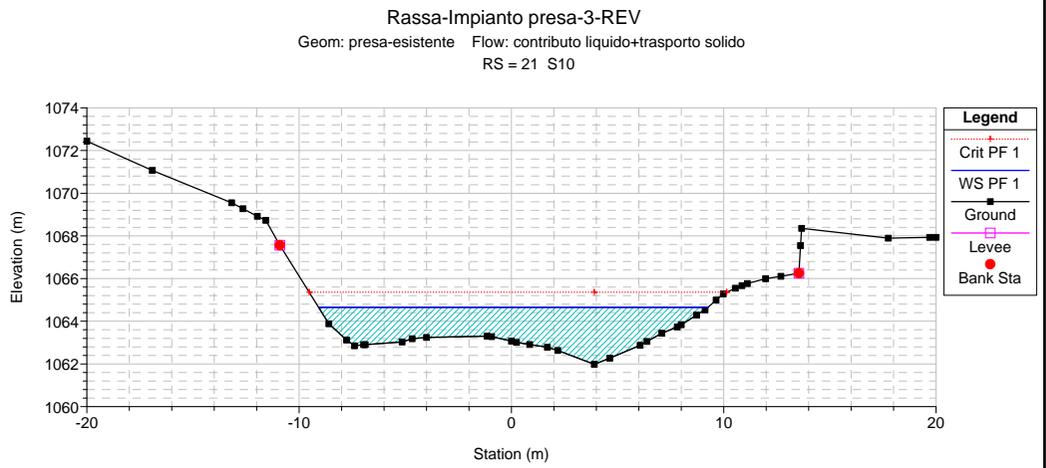
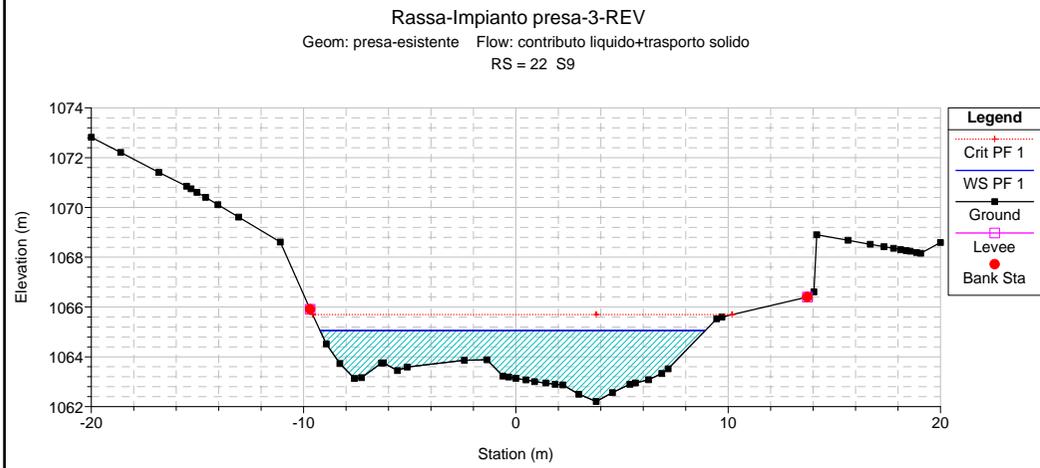
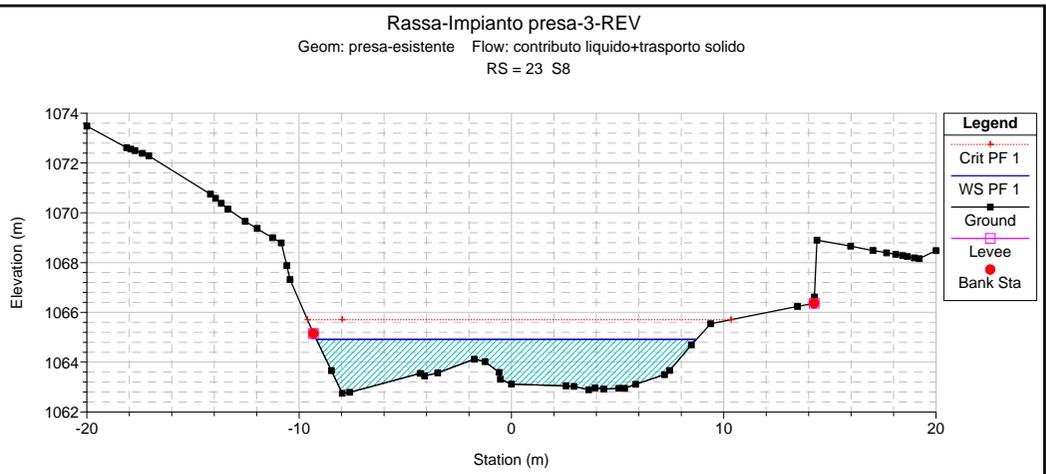
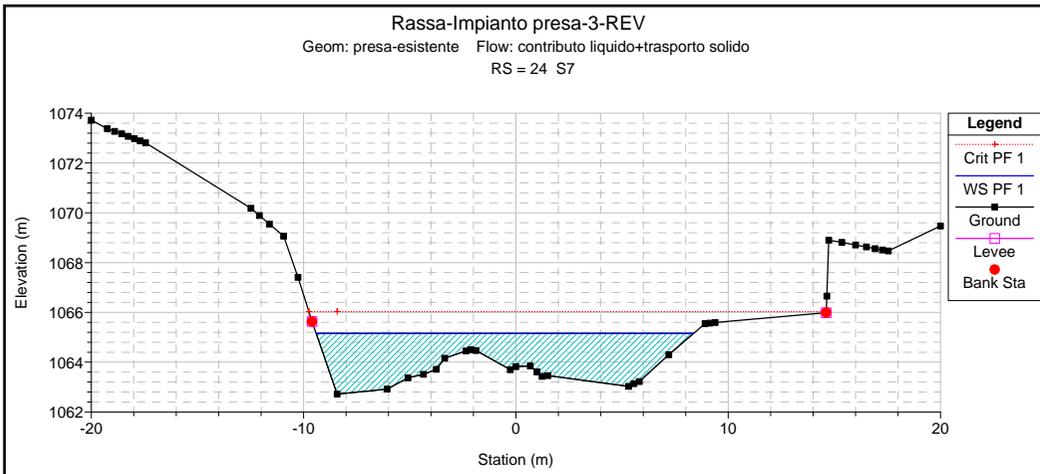
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
opera di presa	30	192.00	1063.62	1066.06	1067.38	1070.50	0.160128	9.34	20.56	12.61	2.33
opera di presa	29	192.00	1063.31	1066.01	1067.26	1070.05	0.170844	8.91	21.56	13.87	2.28
opera di presa	28	192.00	1063.06	1065.70	1066.77	1069.62	0.222389	8.78	21.87	18.26	2.56
opera di presa	27	192.00	1063.07	1065.27	1066.29	1069.16	0.231259	8.74	21.97	18.79	2.58
opera di presa	26	192.00	1062.94	1064.89	1065.84	1068.63	0.255019	8.57	22.40	22.27	2.73
opera di presa	25	192.00	1062.71	1065.12	1066.00	1067.99	0.147012	7.50	25.61	19.20	2.07
opera di presa	24	192.00	1062.72	1065.16	1066.03	1067.63	0.101403	6.97	27.56	17.78	1.79
opera di presa	23	192.00	1062.75	1064.91	1065.71	1067.42	0.101097	7.02	27.35	17.89	1.81
opera di presa	22	192.00	1062.21	1065.06	1065.69	1067.12	0.073682	6.37	30.16	18.14	1.58
opera di presa	21	192.00	1061.98	1064.65	1065.36	1066.94	0.084556	6.71	28.62	18.34	1.71
opera di presa	20	192.00	1061.87	1065.57	1065.57	1066.60	0.028376	4.48	42.85	20.88	1.00
opera di presa	19	192.00	1062.06	1064.72	1065.20	1066.45	0.058889	5.82	33.00	19.25	1.42
opera di presa	18	192.00	1061.78	1065.16	1065.16	1066.23	0.029154	4.58	41.90	19.53	1.00
opera di presa	17	192.00	1061.63	1064.70	1065.04	1066.13	0.046722	5.30	36.26	21.30	1.30
opera di presa	16	192.00	1061.46	1064.57	1064.94	1066.03	0.049145	5.34	35.95	21.67	1.32
opera di presa	15	192.00	1061.36	1064.63	1064.89	1065.92	0.041568	5.04	38.12	21.69	1.21
opera di presa	14	192.00	1061.17	1064.46	1064.75	1065.87	0.039689	5.27	36.81	20.37	1.21
opera di presa	13	192.00	1061.21	1063.75	1064.26	1065.53	0.063651	5.92	32.43	19.33	1.46
opera di presa	12	192.00	1060.97	1064.04	1064.31	1065.37	0.038162	5.12	37.51	20.02	1.19
opera di presa	11	192.00	1058.41	1061.91	1062.96	1065.06	0.124097	7.87	24.40	13.90	1.90
opera di presa	10	192.00	1058.07	1061.00	1062.32	1064.76	0.121539	8.59	22.35	12.03	2.01
opera di presa	9	192.00	1056.95	1059.66	1061.08	1064.39	0.154072	9.63	19.94	10.90	2.27
opera di presa	8	192.00	1055.98	1062.58	1060.02	1062.83	0.002853	2.23	87.22	23.48	0.35
opera di presa	7	192.00	1056.05	1062.51	1060.10	1062.82	0.003896	2.46	78.91	22.89	0.38
opera di presa	6	192.00	1056.85	1062.23	1061.11	1062.78	0.009472	3.29	58.27	18.16	0.59
opera di presa	5	192.00	1057.40	1062.20	1061.30	1062.76	0.010238	3.33	57.70	19.12	0.61
opera di presa	4	192.00	1057.83	1062.17	1061.06	1062.74	0.009726	3.36	57.14	17.35	0.59
opera di presa	3	192.00	1058.28	1061.47	1061.47	1062.65	0.028231	4.82	39.85	16.74	1.00
opera di presa	2	192.00	1058.22	1060.81	1061.28	1062.52	0.047265	5.80	33.16	17.21	1.28
opera di presa	1	192.00	1058.06	1060.52	1061.07	1062.40	0.056821	6.08	31.56	17.65	1.45

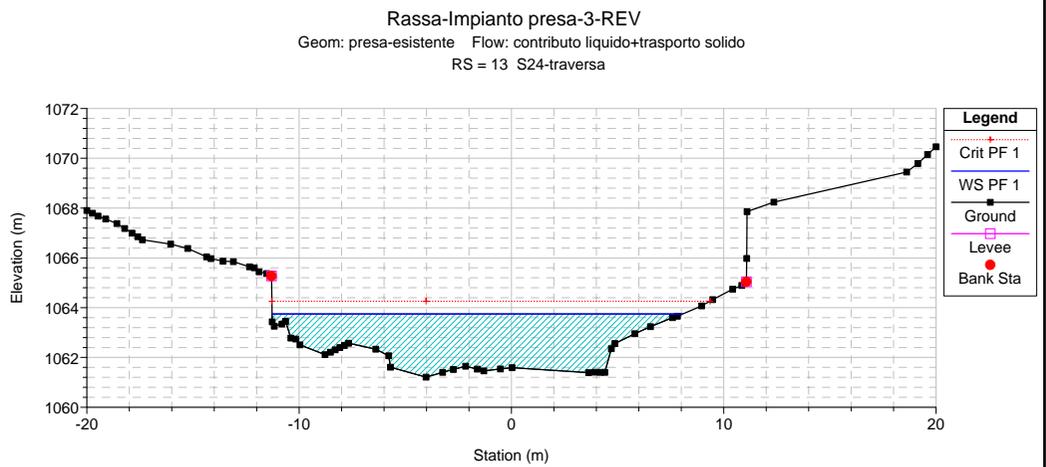
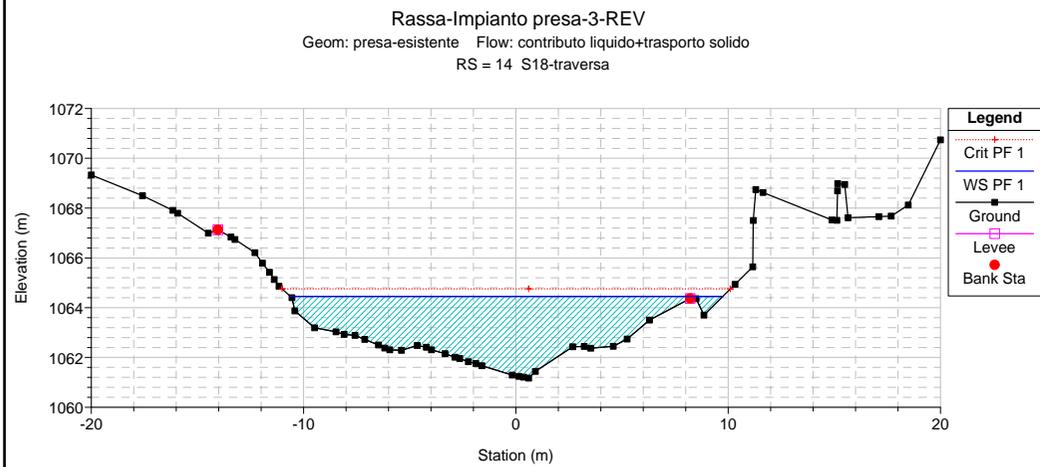
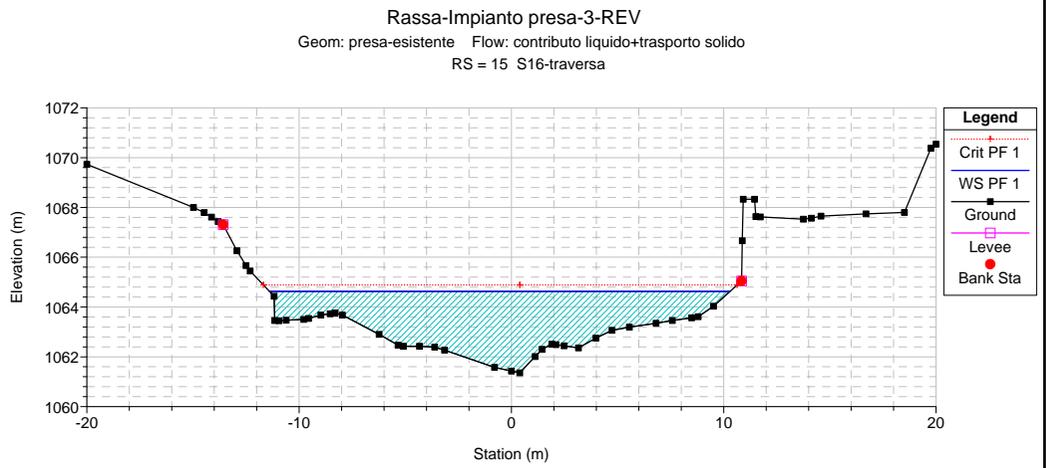
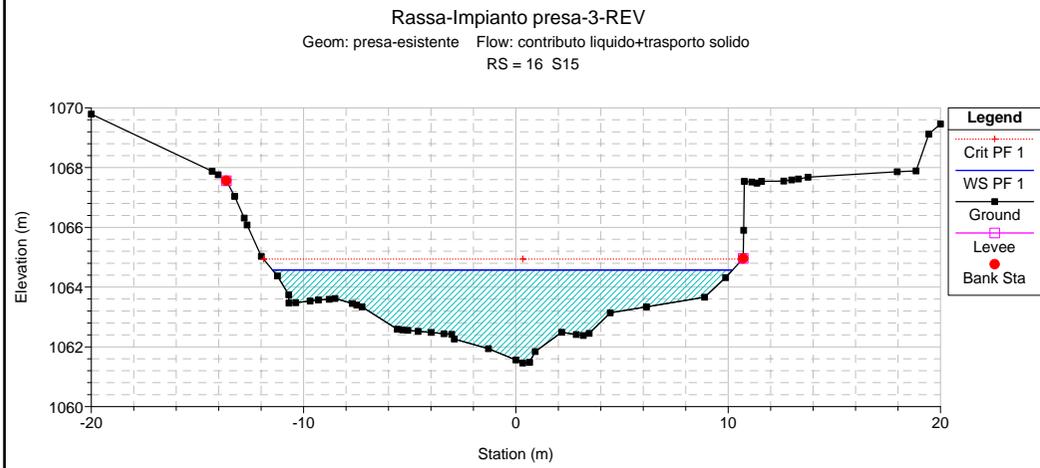
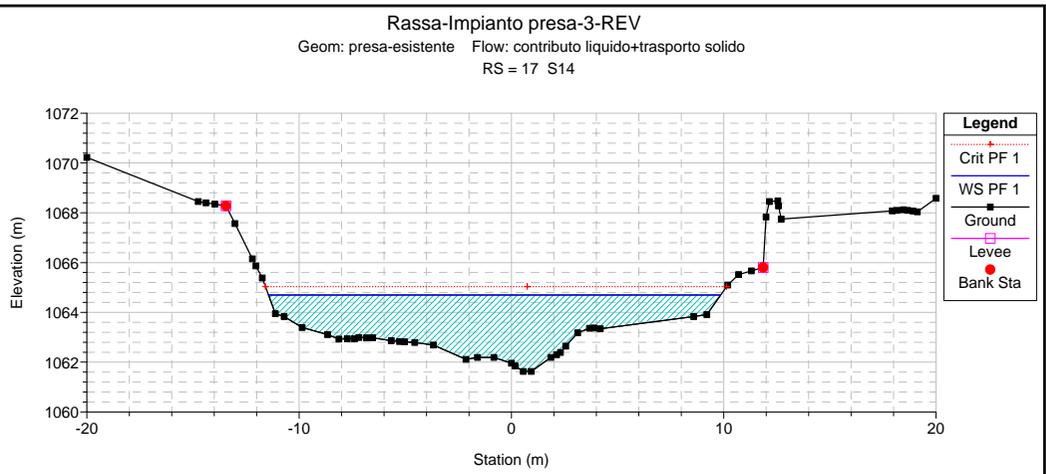
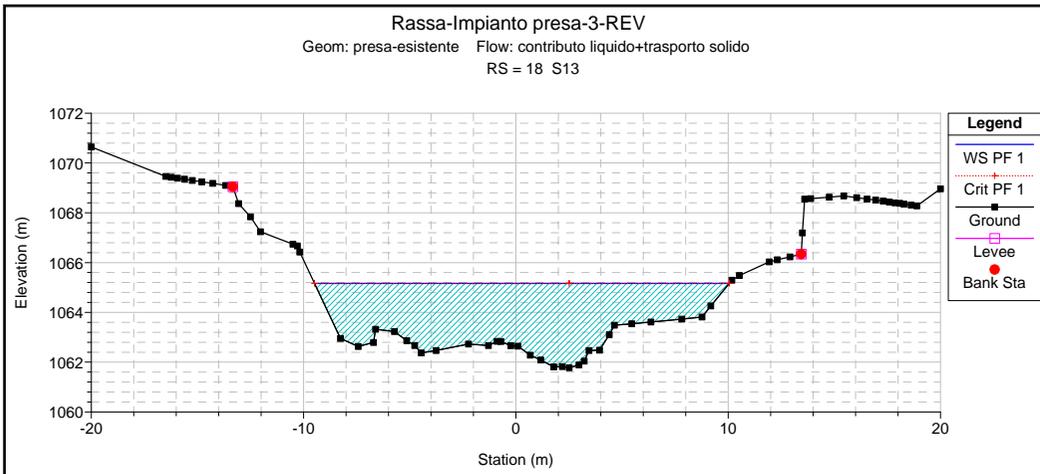
# Rassa-Impianto presa-3-REV

Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido

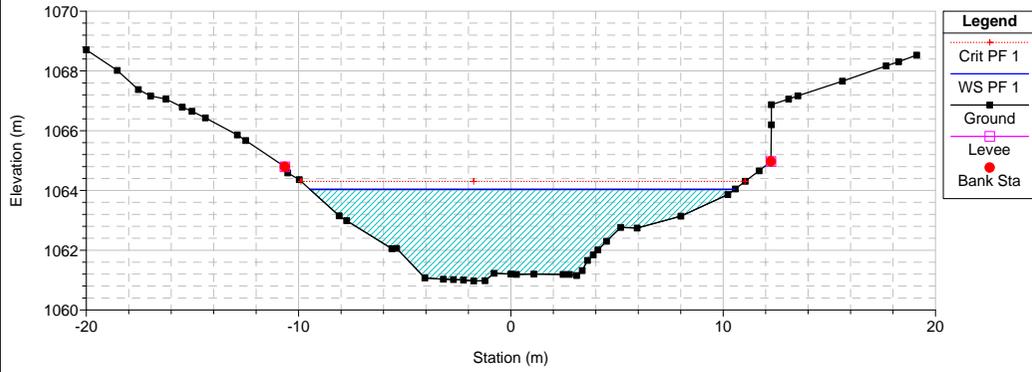




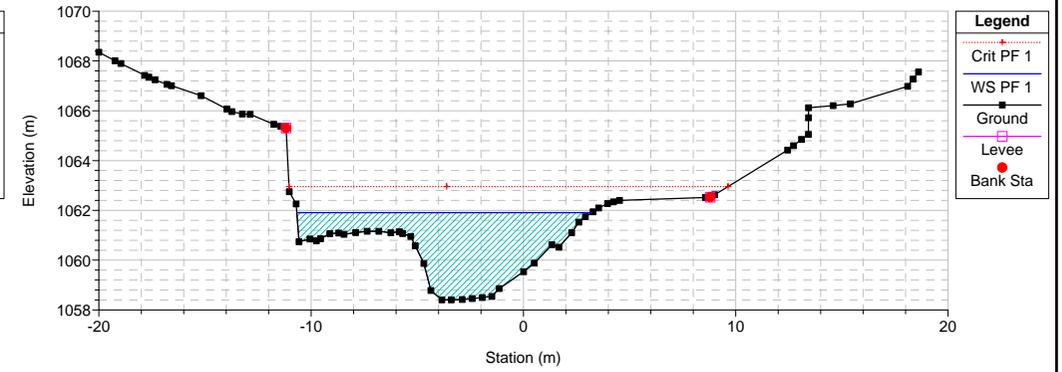




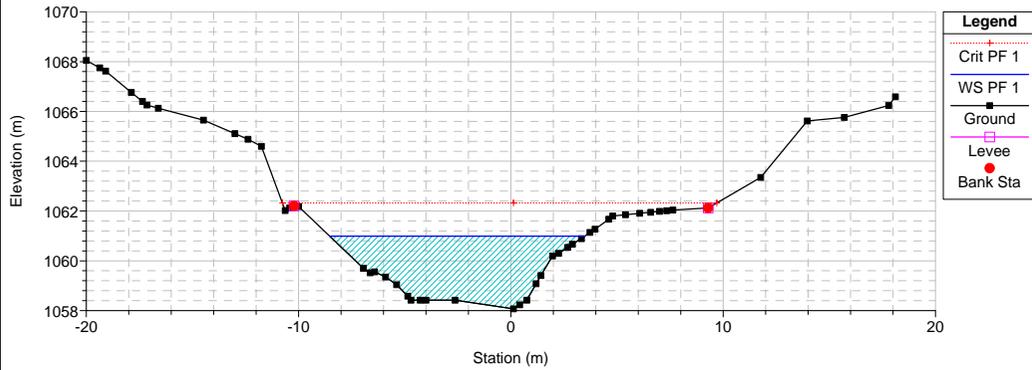
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 12 S25



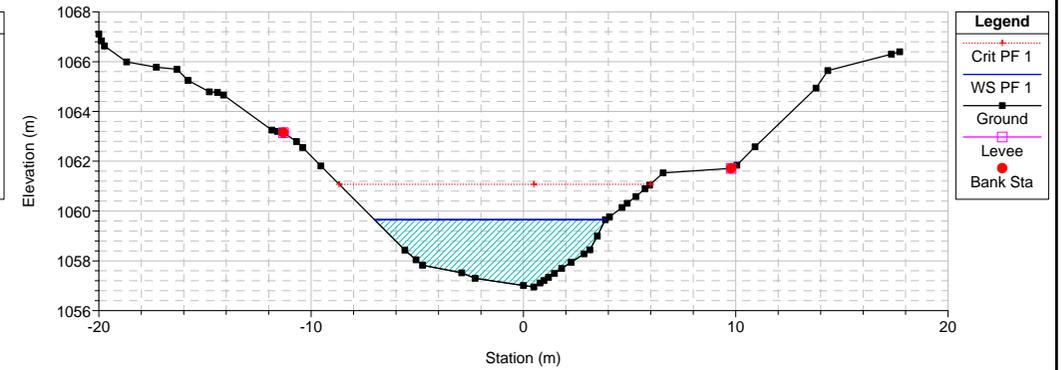
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 11 S26



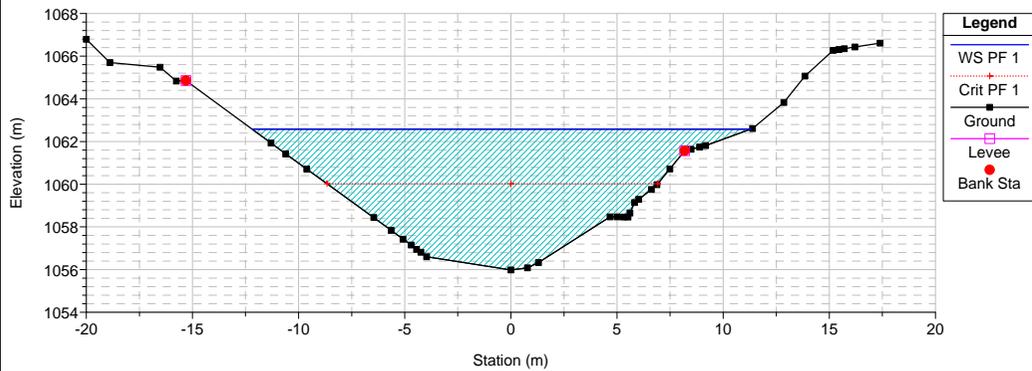
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 10 S27



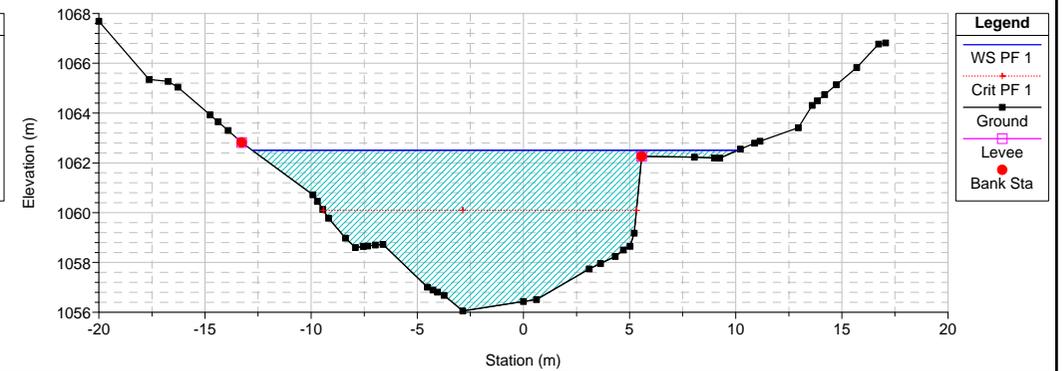
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 9 S28



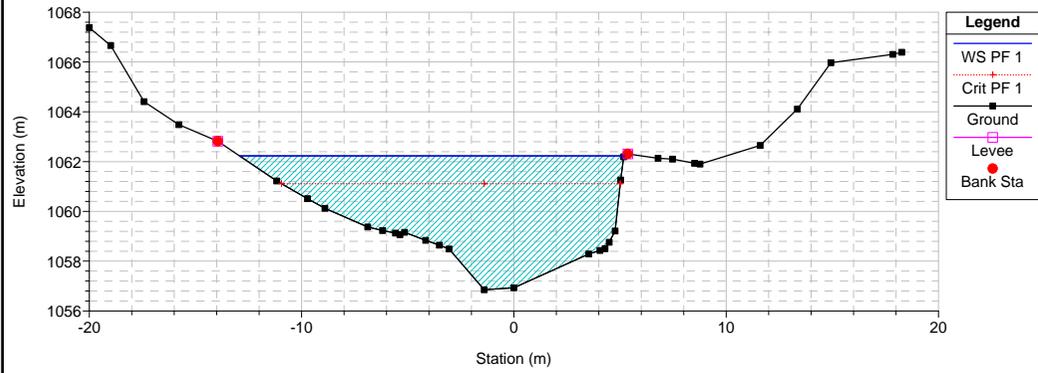
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 8 S29



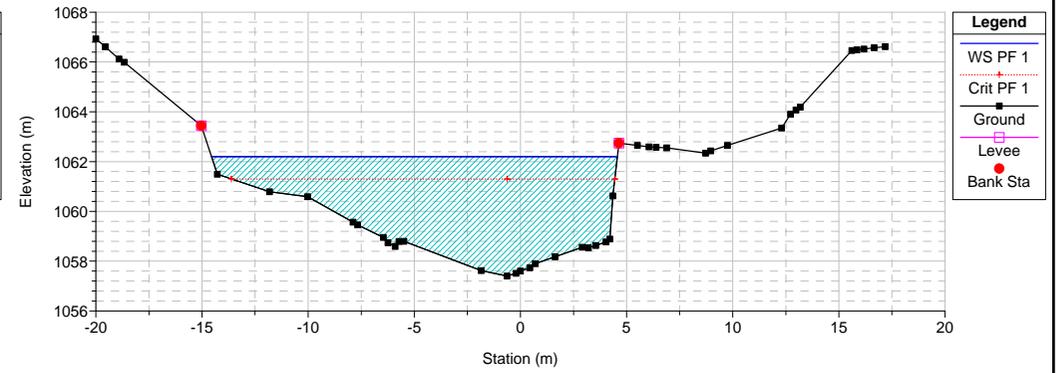
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 7 S30



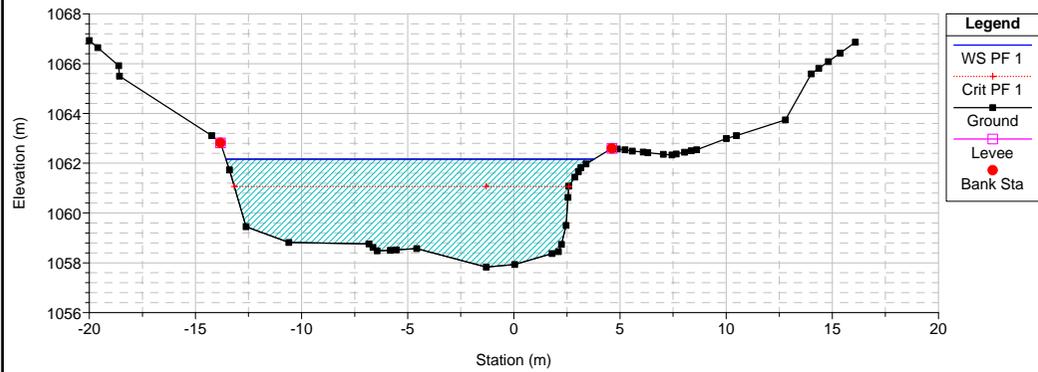
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 6 S31



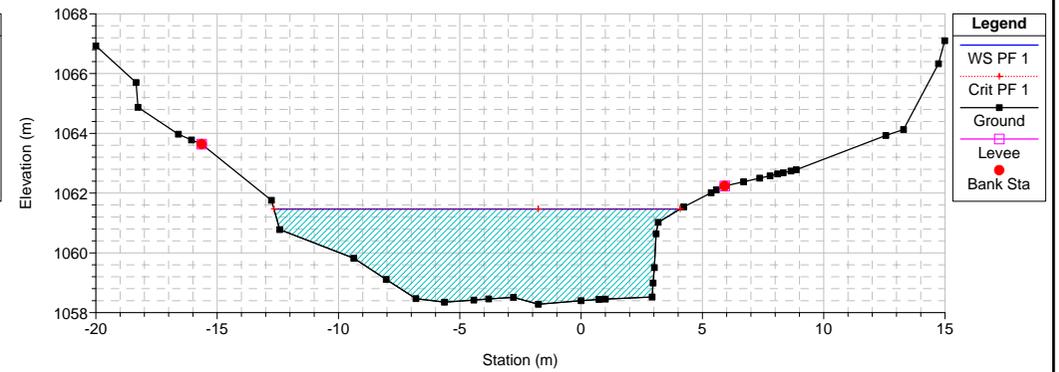
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 5 S32



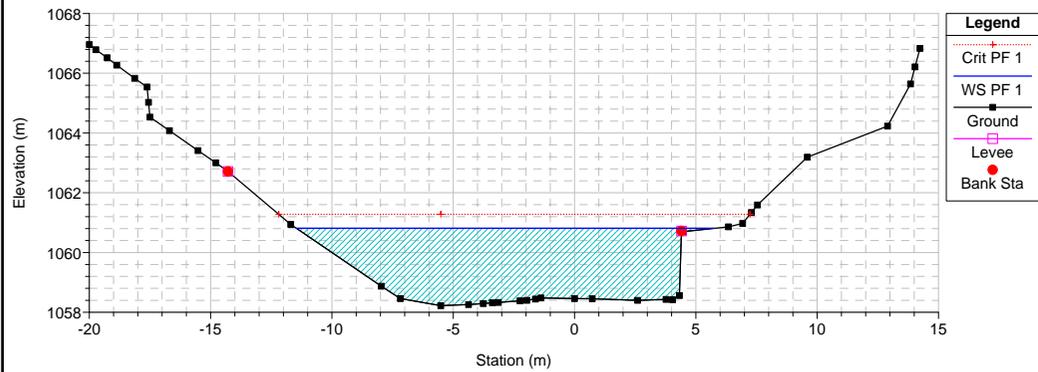
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 4 S33



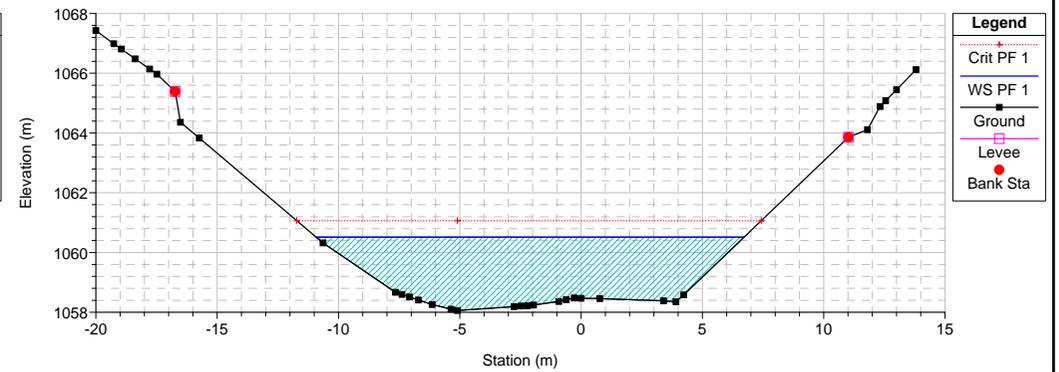
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 3 S34



Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 2 S35



Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-esistente Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 1 S36



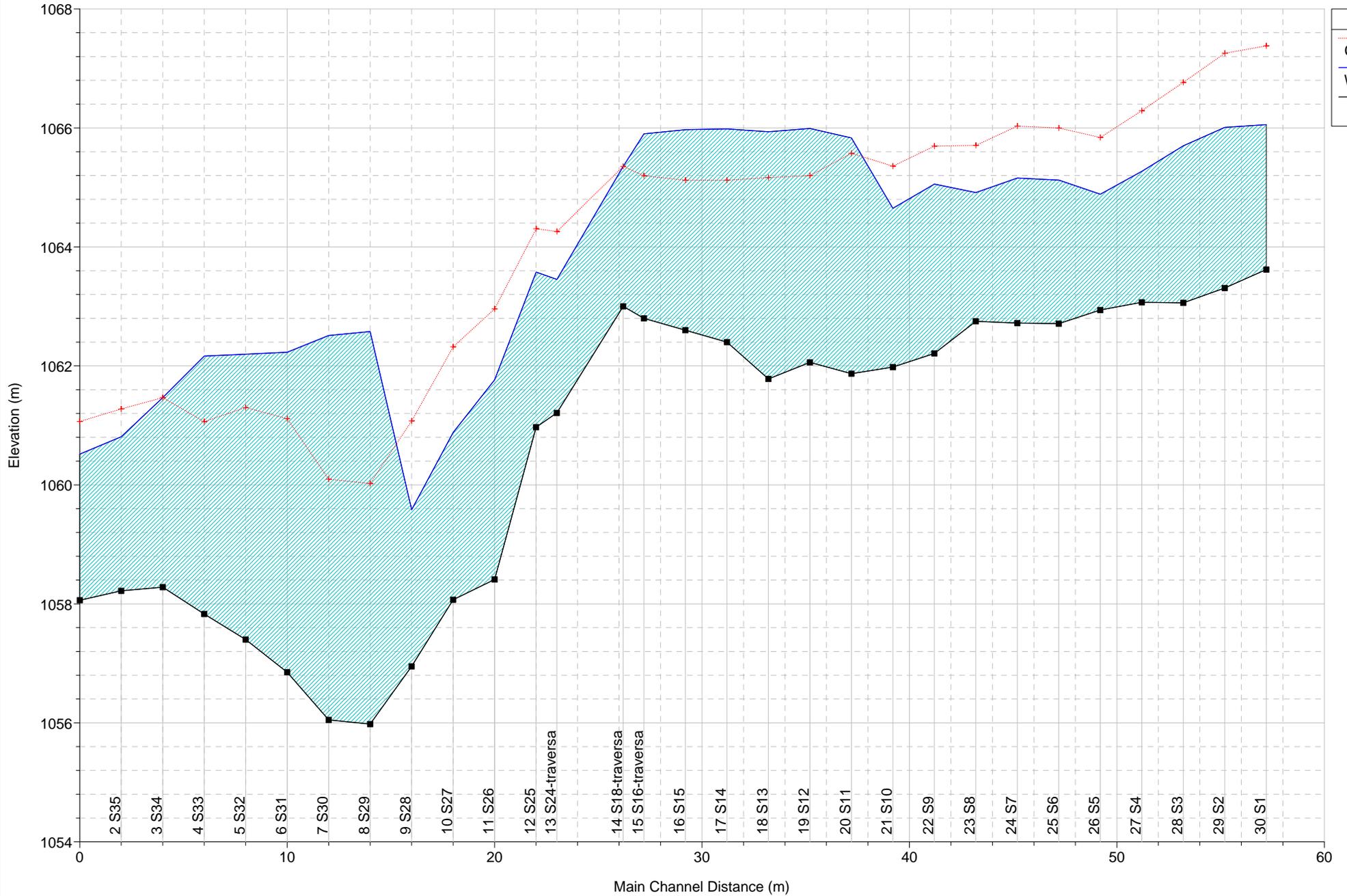
**OPERA DI PRESA - SITUAZIONE PROGETTO**

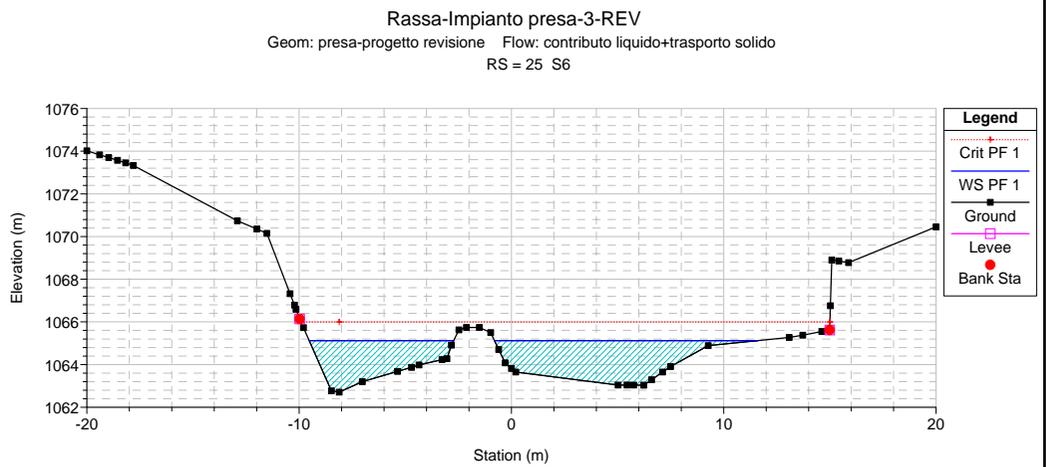
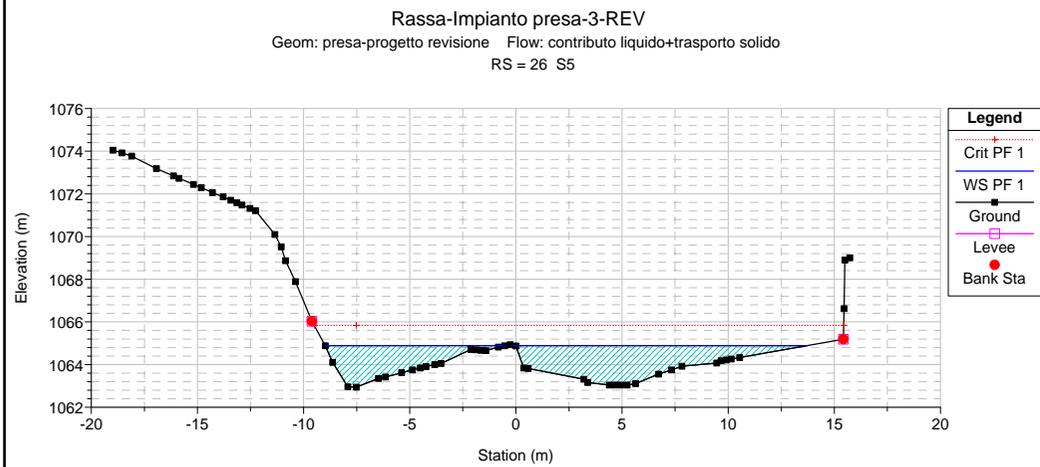
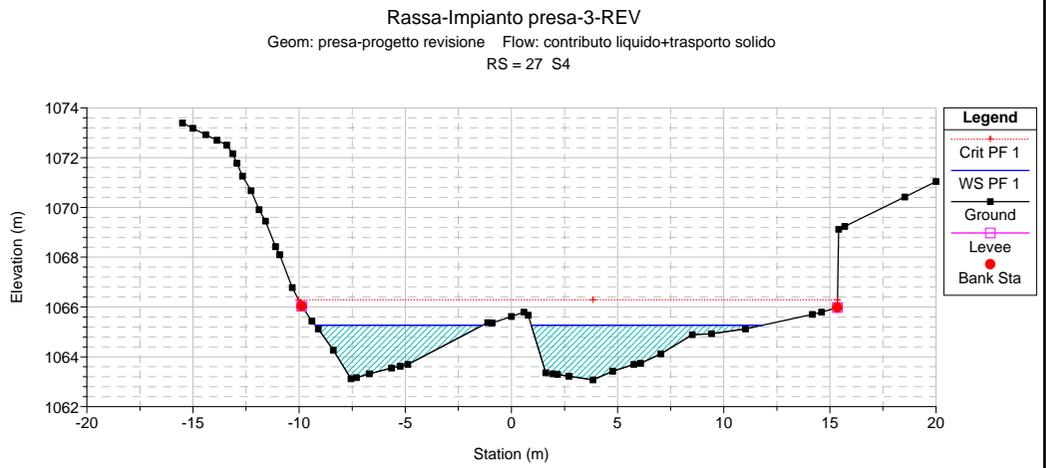
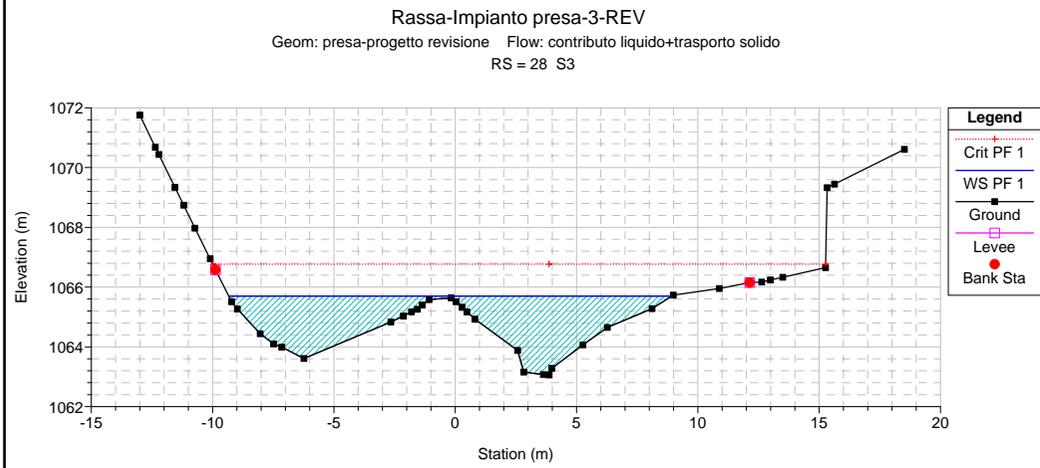
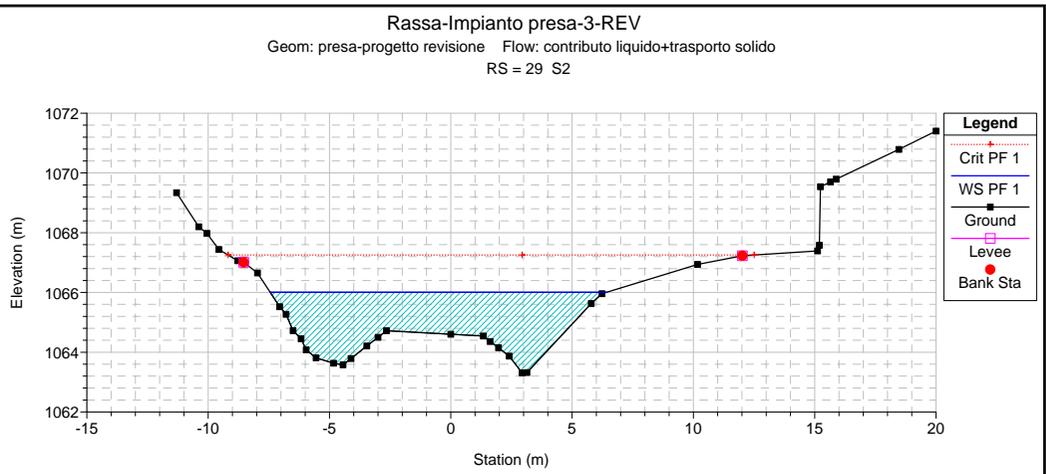
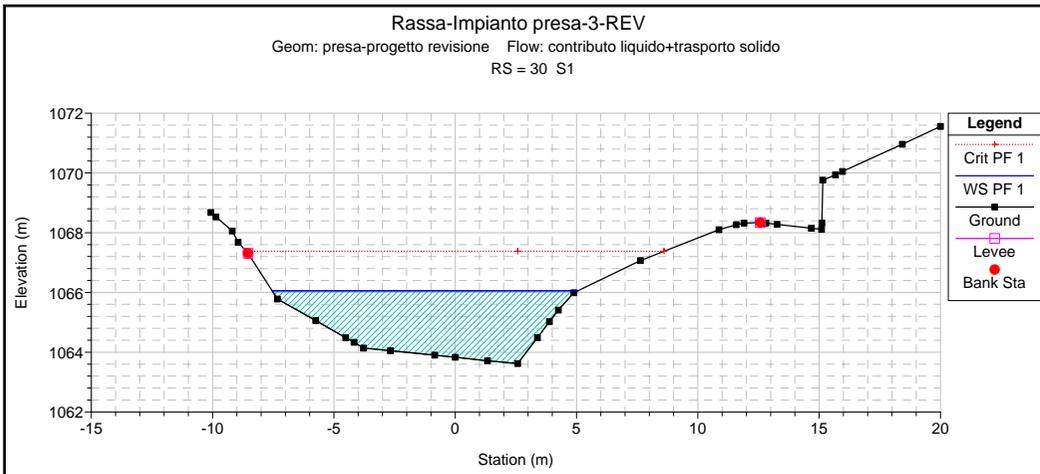
HEC-RAS Plan: Plan 11 River: torr. Sorba Reach: opera di presa Profile: PF 1

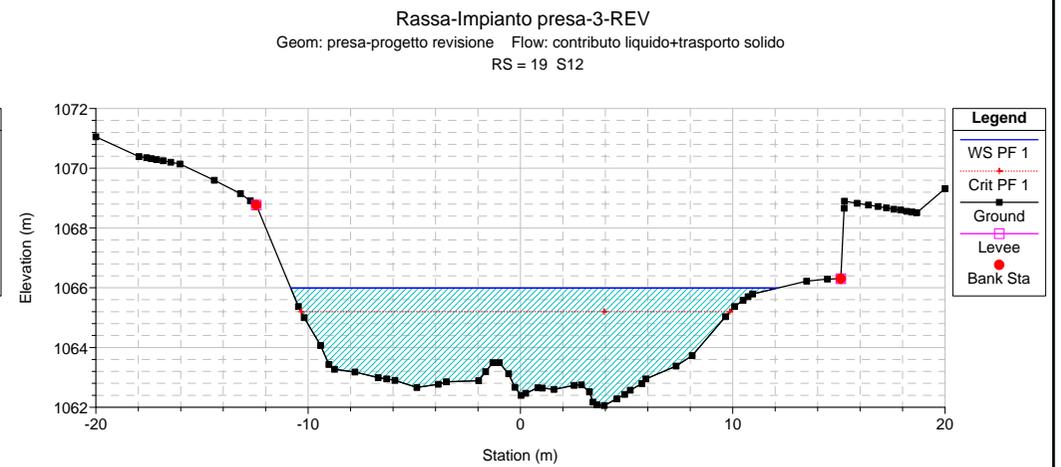
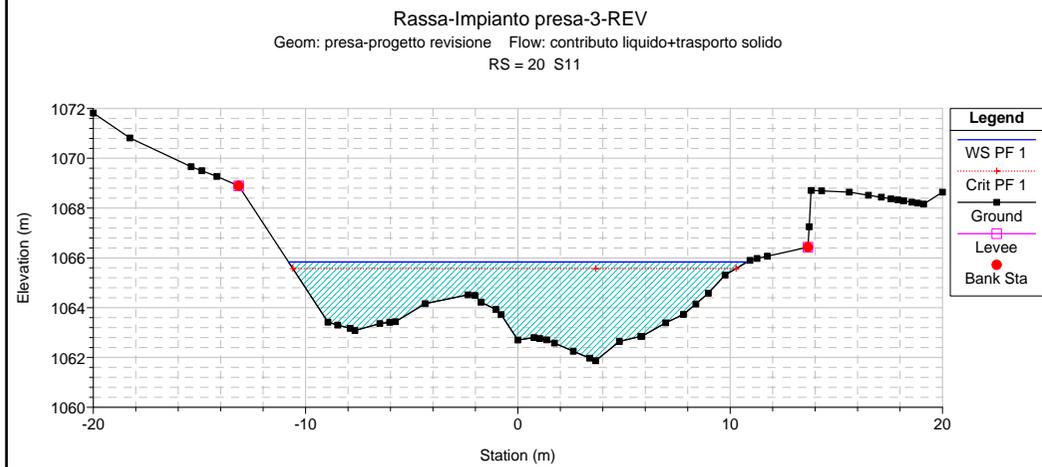
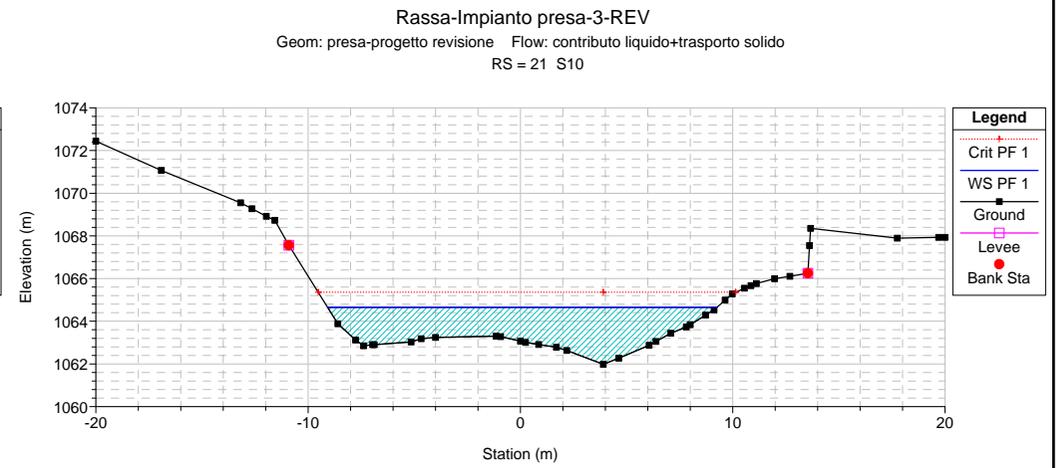
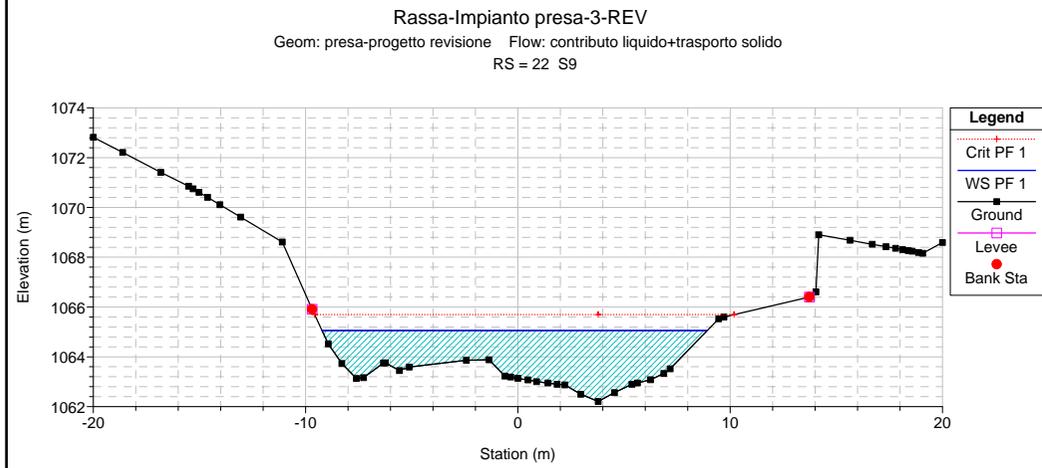
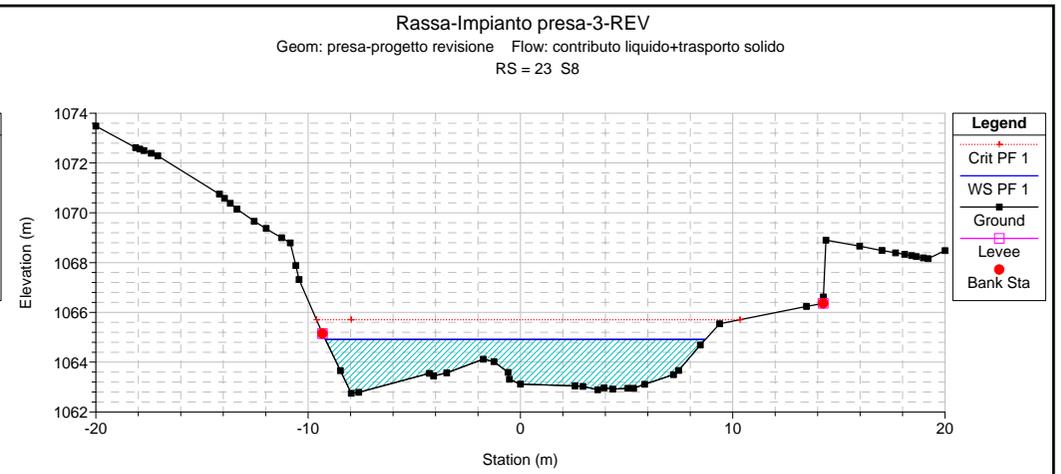
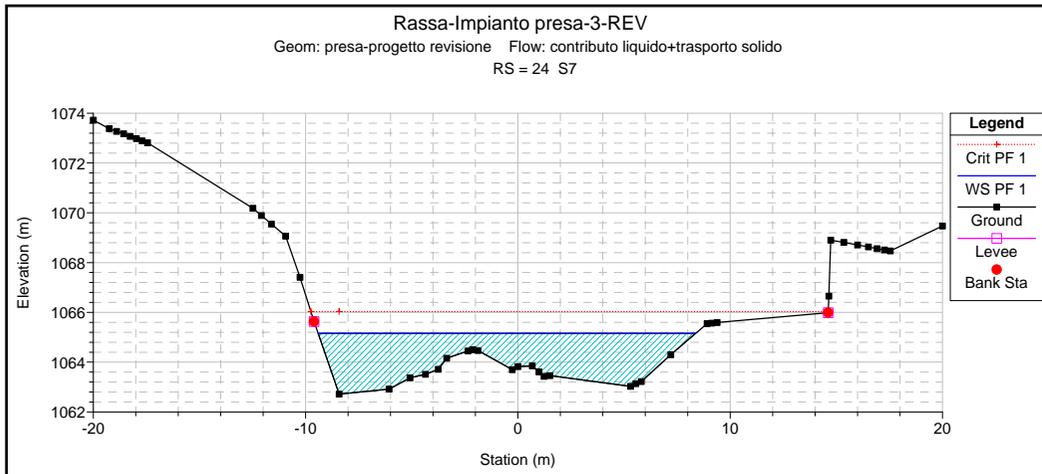
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
opera di presa	30	192.00	1063.62	1066.06	1067.38	1070.50	0.160128	9.34	20.56	12.61	2.33
opera di presa	29	192.00	1063.31	1066.01	1067.26	1070.05	0.170844	8.91	21.56	13.87	2.28
opera di presa	28	192.00	1063.06	1065.70	1066.77	1069.62	0.222389	8.78	21.87	18.26	2.56
opera di presa	27	192.00	1063.07	1065.27	1066.29	1069.16	0.231259	8.74	21.97	18.79	2.58
opera di presa	26	192.00	1062.94	1064.89	1065.84	1068.63	0.255019	8.57	22.40	22.27	2.73
opera di presa	25	192.00	1062.71	1065.12	1066.00	1067.99	0.147012	7.50	25.61	19.20	2.07
opera di presa	24	192.00	1062.72	1065.16	1066.03	1067.63	0.101403	6.97	27.56	17.78	1.79
opera di presa	23	192.00	1062.75	1064.91	1065.71	1067.42	0.101097	7.02	27.35	17.89	1.81
opera di presa	22	192.00	1062.21	1065.06	1065.69	1067.12	0.073682	6.37	30.16	18.14	1.58
opera di presa	21	192.00	1061.98	1064.65	1065.36	1066.94	0.084556	6.71	28.62	18.34	1.71
opera di presa	20	192.00	1061.87	1065.83	1065.57	1066.64	0.019905	3.97	48.36	21.60	0.85
opera di presa	19	192.00	1062.06	1065.99	1065.20	1066.53	0.010894	3.24	59.22	22.94	0.64
opera di presa	18	192.00	1061.78	1065.94	1065.16	1066.50	0.011618	3.33	57.70	21.60	0.65
opera di presa	17	192.00	1062.40	1065.98	1065.12	1066.45	0.008772	3.03	63.30	23.98	0.60
opera di presa	16	192.00	1062.60	1065.97	1065.12	1066.43	0.008046	3.01	63.75	23.32	0.58
opera di presa	15	192.00	1062.80	1065.90	1065.20	1066.41	0.009698	3.17	60.67	23.52	0.63
opera di presa	14	192.00	1063.00	1065.35	1065.35	1066.35	0.024165	4.46	44.26	22.37	0.98
opera di presa	13	192.00	1061.21	1063.45	1064.26	1066.04	0.109644	7.13	26.93	18.44	1.88
opera di presa	12	192.00	1060.97	1063.58	1064.31	1065.86	0.081155	6.69	28.70	18.11	1.70
opera di presa	11	192.00	1058.41	1061.77	1062.96	1065.49	0.158569	8.55	22.45	13.63	2.13
opera di presa	10	192.00	1058.07	1060.88	1062.32	1065.14	0.143886	9.14	21.01	11.71	2.18
opera di presa	9	192.00	1056.95	1059.58	1061.08	1064.73	0.173824	10.05	19.10	10.76	2.41
opera di presa	8	192.00	1055.98	1062.58	1060.02	1062.83	0.002853	2.23	87.22	23.48	0.35
opera di presa	7	192.00	1056.05	1062.51	1060.10	1062.82	0.003896	2.46	78.91	22.89	0.38
opera di presa	6	192.00	1056.85	1062.23	1061.11	1062.78	0.009472	3.29	58.27	18.16	0.59
opera di presa	5	192.00	1057.40	1062.20	1061.30	1062.76	0.010238	3.33	57.70	19.12	0.61
opera di presa	4	192.00	1057.83	1062.17	1061.06	1062.74	0.009726	3.36	57.14	17.35	0.59
opera di presa	3	192.00	1058.28	1061.47	1061.47	1062.65	0.028231	4.82	39.85	16.74	1.00
opera di presa	2	192.00	1058.22	1060.81	1061.28	1062.52	0.047265	5.80	33.16	17.21	1.28
opera di presa	1	192.00	1058.06	1060.52	1061.07	1062.40	0.056821	6.08	31.56	17.65	1.45

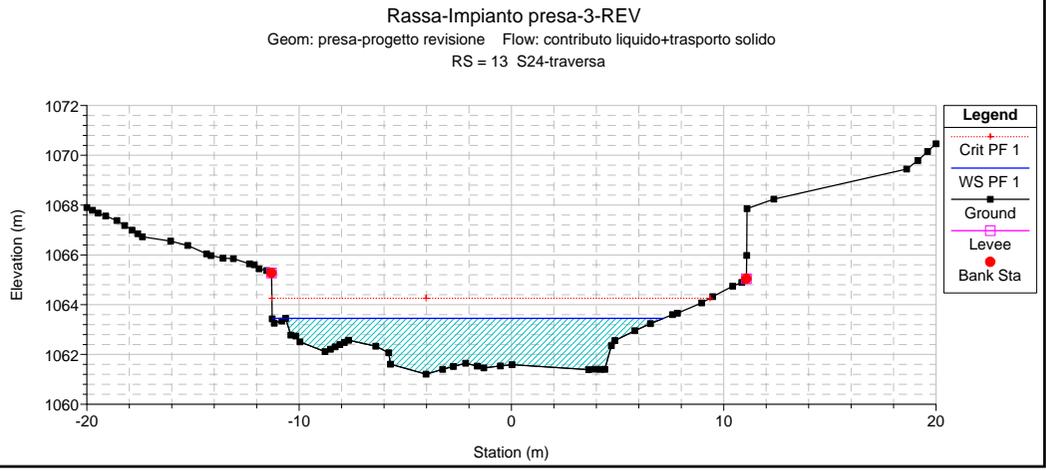
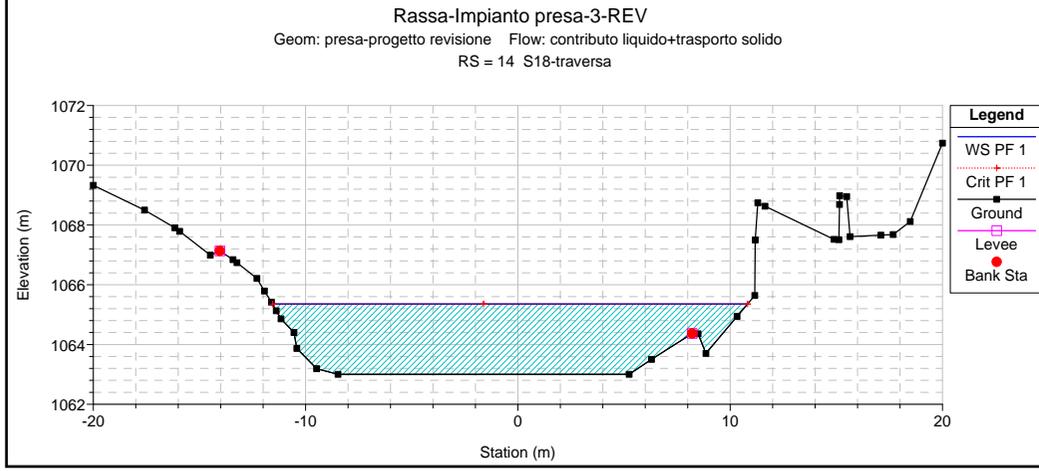
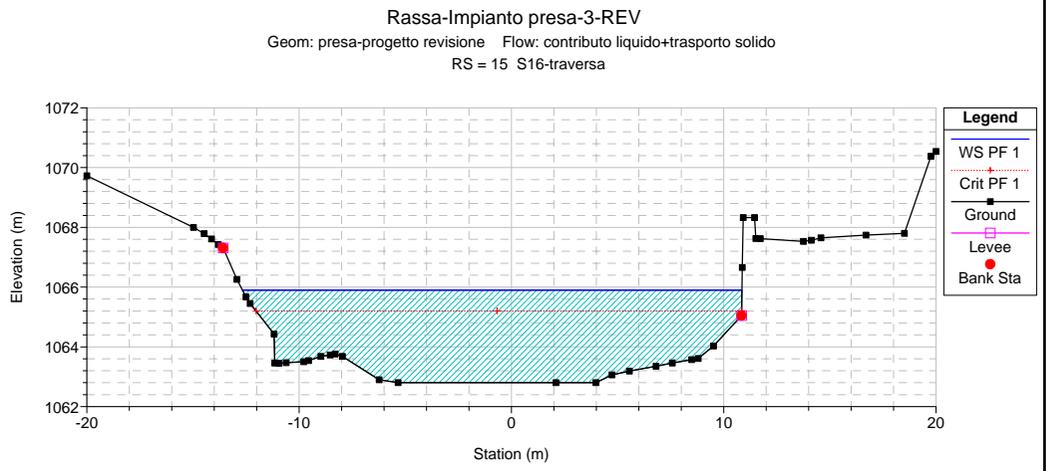
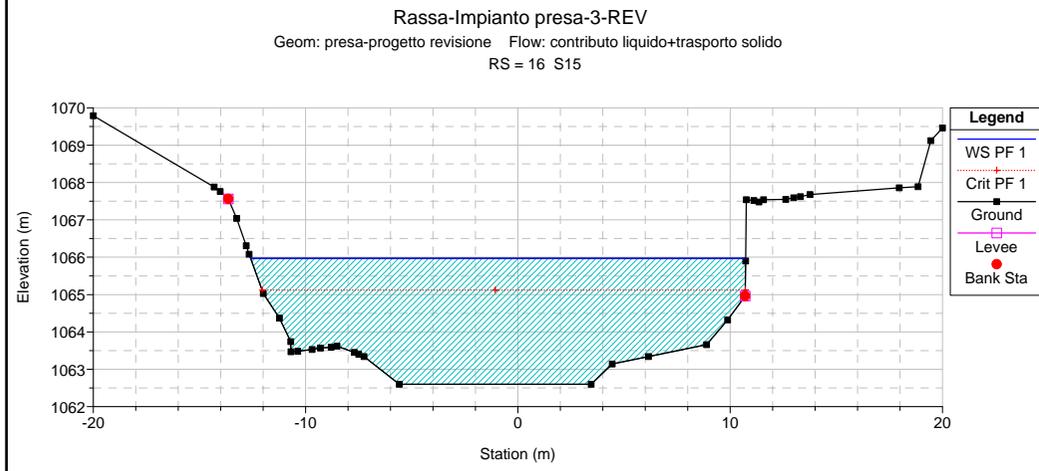
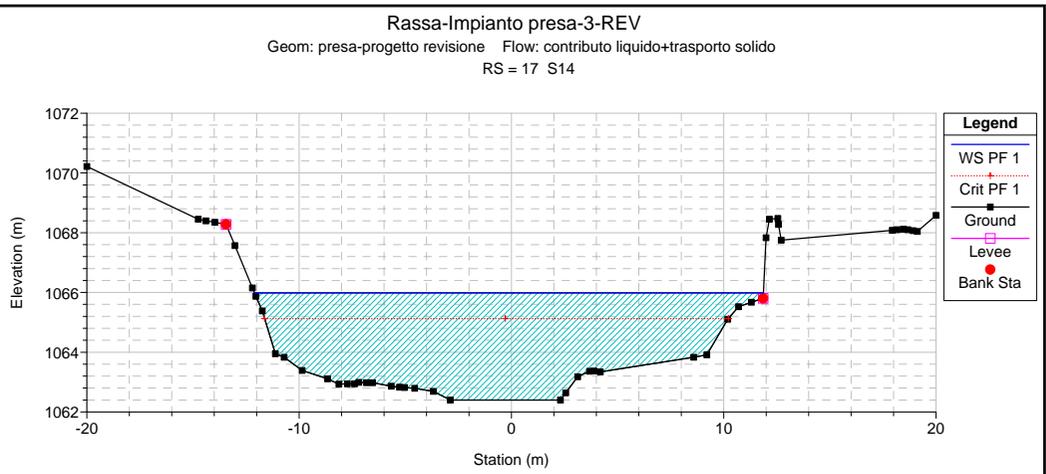
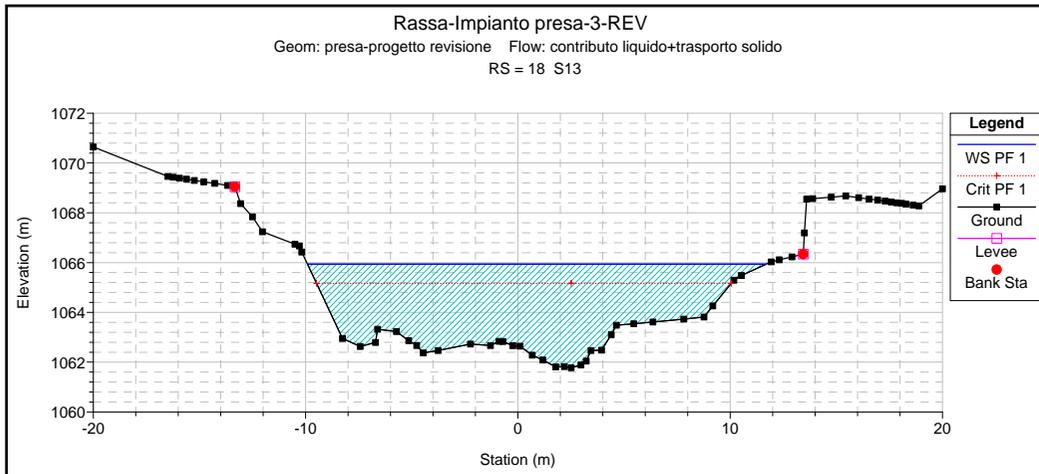
# Rassa-Impianto presa-3-REV

Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido

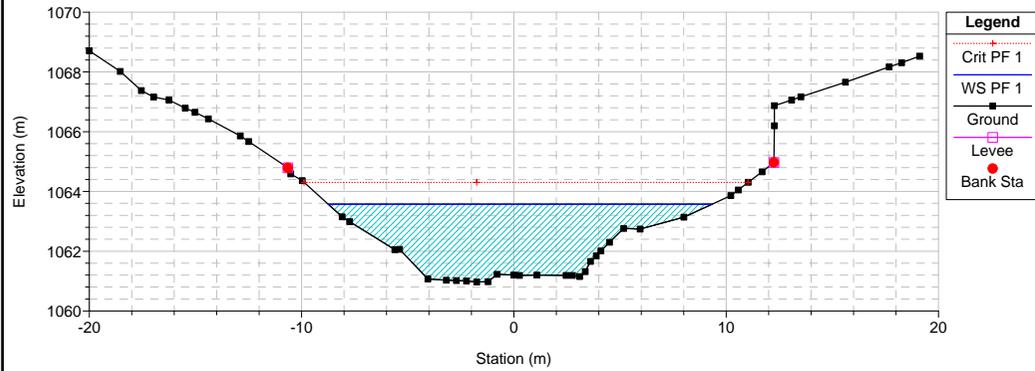




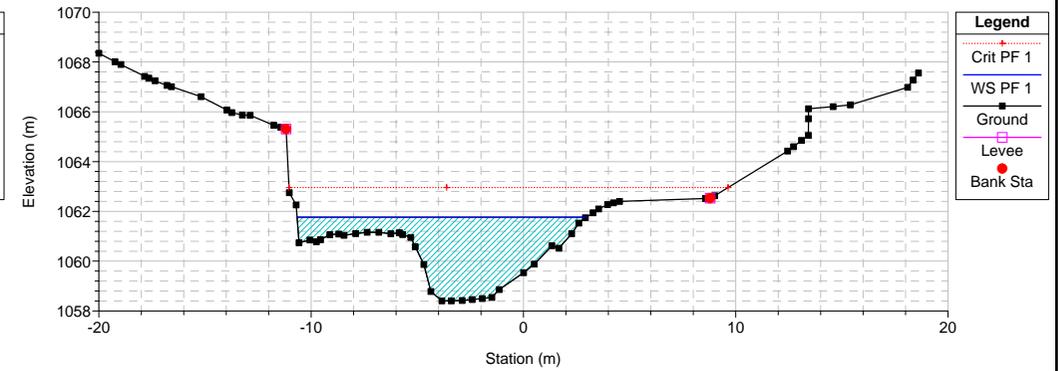




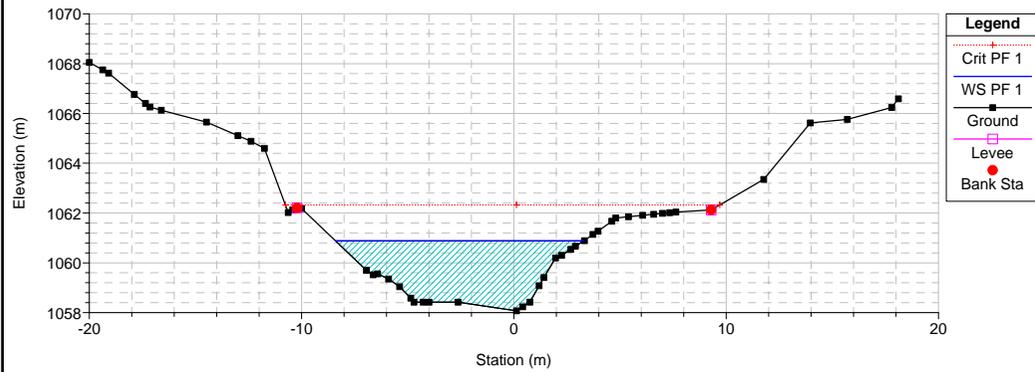
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 12 S25



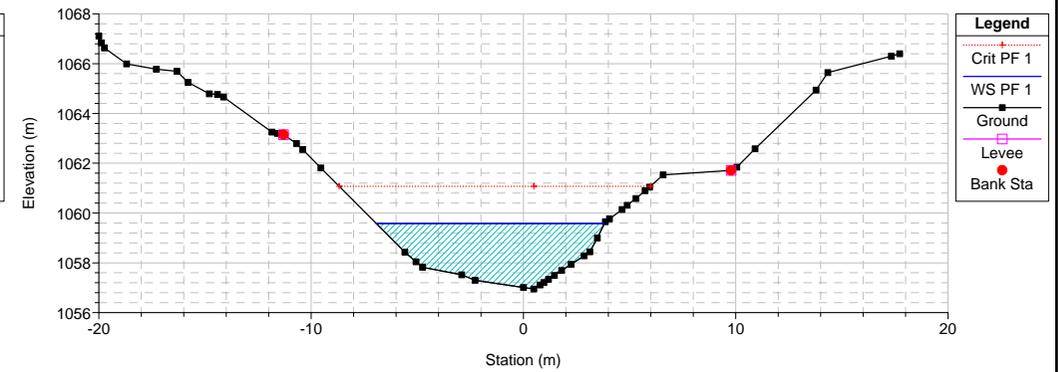
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 11 S26



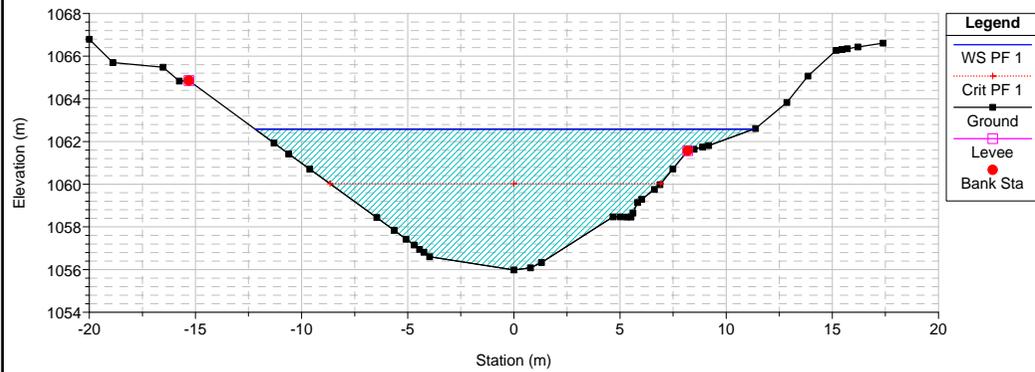
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 10 S27



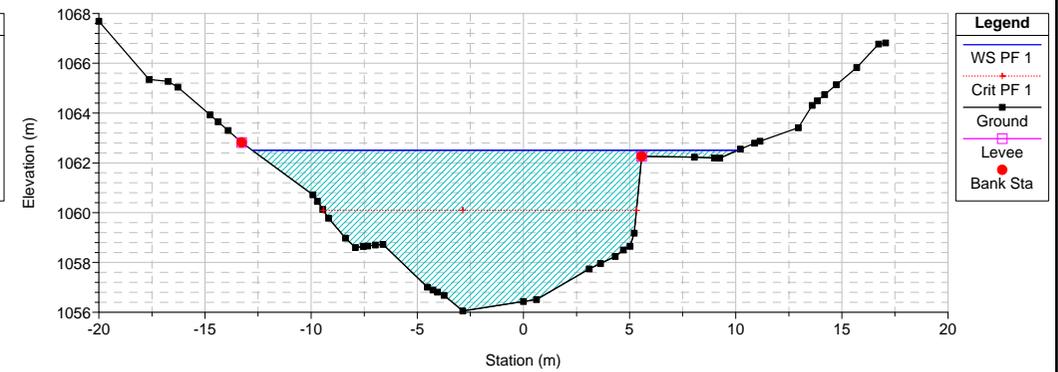
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 9 S28



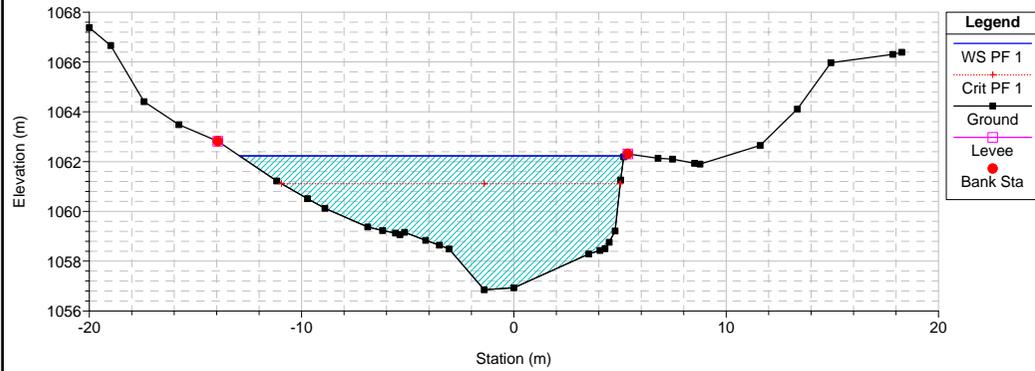
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 8 S29



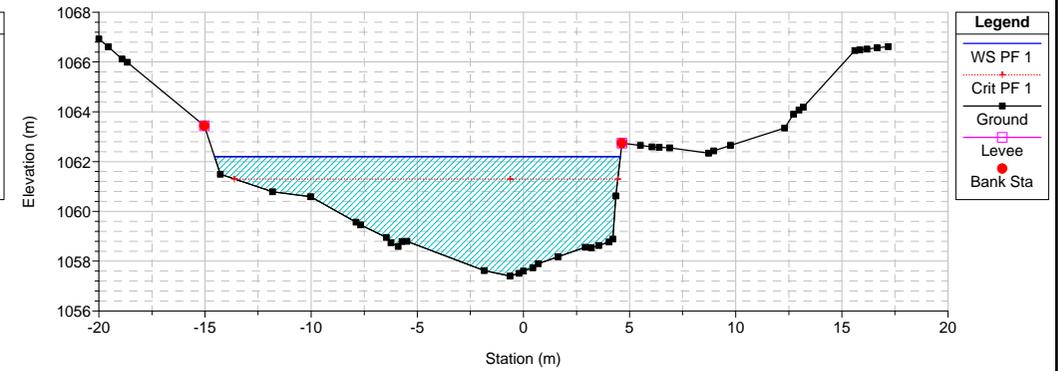
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 7 S30



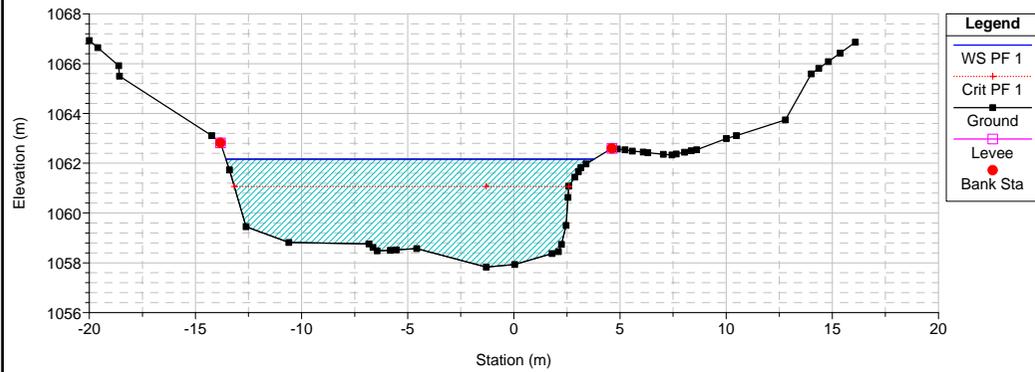
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 6 S31



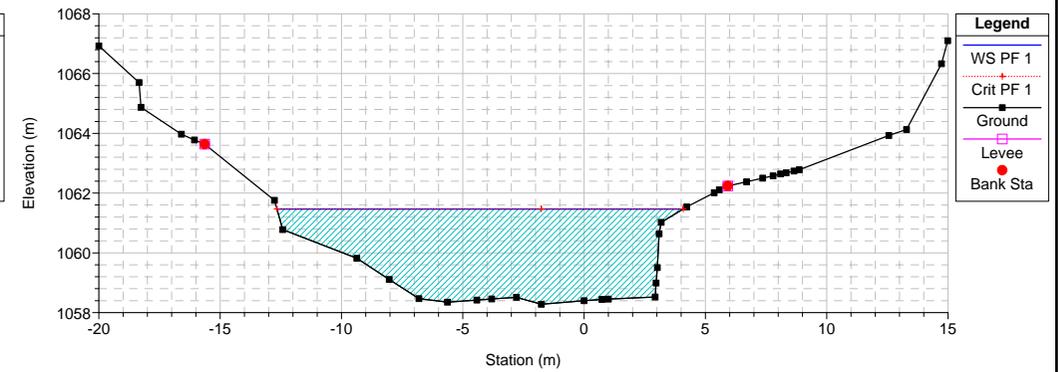
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 5 S32



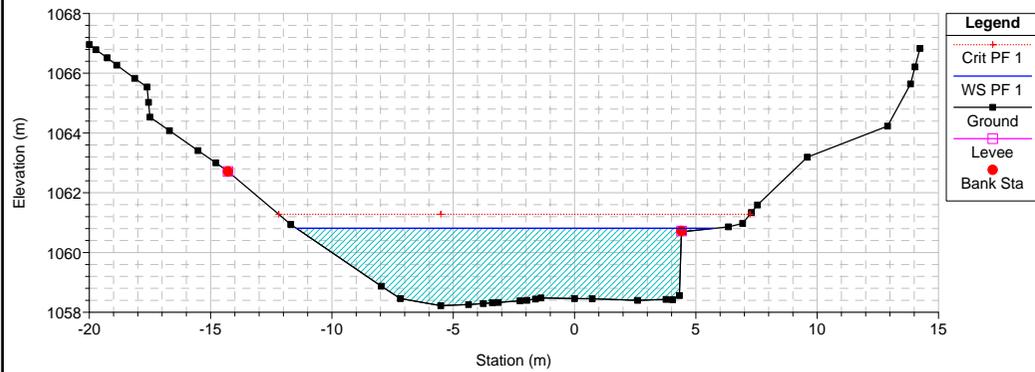
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 4 S33



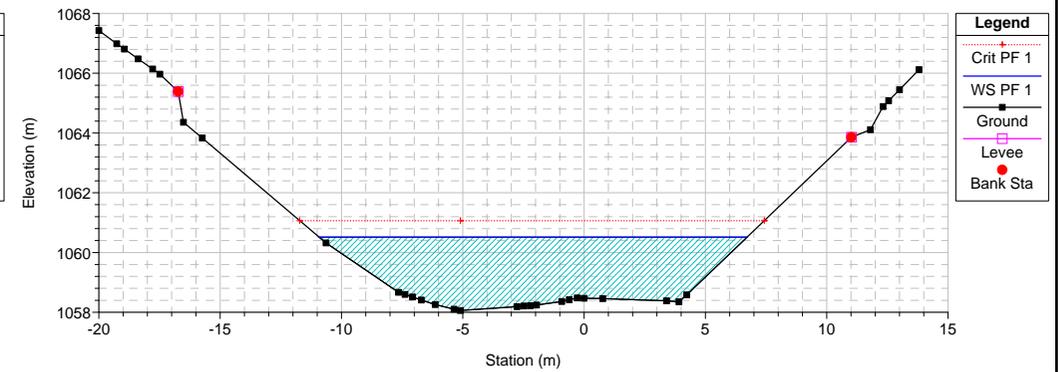
Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 3 S34



Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 2 S35



Rassa-Impianto presa-3-REV  
Geom: presa-progetto revisione Flow: contributo liquido+trasporto solido  
RS = 1 S36

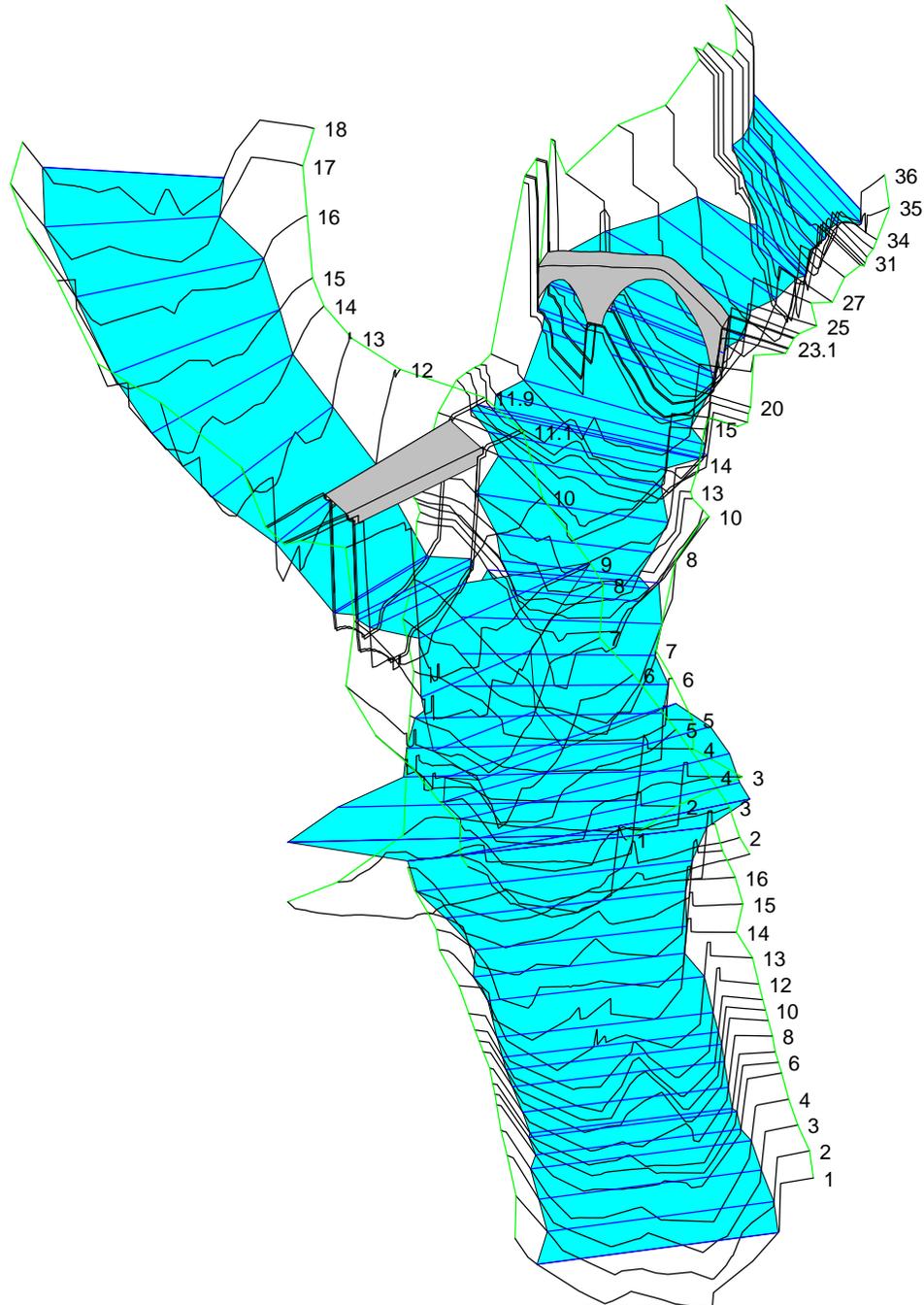


**CENTRALE DI PRODUZIONE - SITUAZIONE ESISTENTE  
STUDIO CONFLUENZA TORRENTI SORBA - GRONDA**

River	Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Sorba	monte confluenza	18	215.00	936.72	939.40	939.94	941.20	0.110081	5.94	36.19	24.82	1.57
Sorba	monte confluenza	17	215.00	936.51	939.36	939.45	940.45	0.043714	4.63	46.43	23.95	1.06
Sorba	monte confluenza	16	215.00	936.09	938.52	938.85	939.87	0.071014	5.15	41.76	26.76	1.32
Sorba	monte confluenza	15	215.00	935.10	937.14	937.69	938.95	0.110860	5.97	36.04	26.33	1.63
Sorba	monte confluenza	14	215.00	933.97	936.71	936.98	937.99	0.060309	5.01	42.90	25.06	1.22
Sorba	monte confluenza	13	215.00	932.78	935.22	935.80	937.12	0.114269	6.11	35.20	24.06	1.61
Sorba	monte confluenza	12	215.00	930.93	933.99	934.54	935.93	0.123199	6.17	34.86	21.12	1.53
Sorba	monte confluenza	11.9	215.00	927.93	930.75	931.78	934.21	0.205809	8.24	26.10	17.22	2.14
Sorba	monte confluenza	11.5	Bridge									
Sorba	monte confluenza	11.1	215.00	927.93	931.78	931.78	932.94	0.041275	4.76	45.14	19.35	1.00
Sorba	monte confluenza	10	215.00	927.73	931.26	931.48	932.85	0.065701	5.59	38.49	15.93	1.15
Sorba	monte confluenza	9	215.00	927.39	930.95	931.39	932.48	0.076622	5.91	42.13	27.98	1.11
Sorba	monte confluenza	8	215.00	925.92	928.93	929.87	931.83	0.144608	7.99	29.87	17.70	1.70
Sorba	monte confluenza	7	215.00	923.98	926.83	928.00	930.83	0.224967	8.86	24.27	16.05	2.30
Sorba	monte confluenza	6	215.00	921.92	925.60	926.91	929.73	0.212799	9.00	23.90	13.19	2.13
Sorba	monte confluenza	5	215.00	923.32	928.18	926.80	928.43	0.005802	2.28	99.55	34.90	0.42
Sorba	monte confluenza	4	215.00	923.14	928.23	926.27	928.38	0.002925	1.82	126.79	39.47	0.30
Sorba	monte confluenza	3	215.00	923.13	928.24	925.95	928.36	0.002087	1.62	141.88	38.98	0.26
Sorba	monte confluenza	2	215.00	923.09	928.24	925.94	928.34	0.001724	1.55	152.66	40.00	0.24
Sorba	monte confluenza	1	215.00	923.02	928.23		928.34	0.001549	1.51	155.80	40.00	0.23
Sorba	valle confluenza	18	433.00	923.08	927.75	926.58	928.29	0.010215	3.27	132.98	38.90	0.56
Sorba	valle confluenza	17	433.00	923.05	927.41	926.68	928.20	0.015953	3.94	110.70	35.84	0.69
Sorba	valle confluenza	16	433.00	922.92	927.19	926.48	928.10	0.018515	4.24	102.65	31.21	0.72
Sorba	valle confluenza	15	433.00	922.38	926.60	926.46	927.94	0.032578	5.13	84.41	27.51	0.93
Sorba	valle confluenza	14	433.00	921.98	926.59	926.15	927.75	0.025285	4.78	91.39	27.46	0.81
Sorba	valle confluenza	13	433.00	921.54	926.65	925.85	927.56	0.019192	4.22	102.61	28.15	0.71
Sorba	valle confluenza	12	433.00	921.88	925.94	925.94	927.37	0.037959	5.31	81.56	28.15	1.00
Sorba	valle confluenza	11	433.00	921.31	925.64	925.78	927.24	0.045634	5.61	77.15	28.11	1.08
Sorba	valle confluenza	10	433.00	921.47	925.49	925.69	927.14	0.047382	5.69	76.04	28.11	1.11
Sorba	valle confluenza	9	433.00	921.33	925.03	925.45	927.00	0.060086	6.23	69.49	27.62	1.25
Sorba	valle confluenza	8	433.00	920.98	924.33	924.99	926.75	0.078931	6.90	62.74	26.81	1.44
Sorba	valle confluenza	7	433.00	920.59	923.94	924.67	926.50	0.081091	7.08	61.14	26.37	1.48
Sorba	valle confluenza	6	433.00	920.61	924.39	924.71	926.23	0.049287	6.01	72.06	27.15	1.18
Sorba	valle confluenza	5	433.00	920.42	923.88	924.43	926.08	0.064213	6.58	65.85	26.78	1.34
Sorba	valle confluenza	4	433.00	919.74	924.76	924.04	925.69	0.017961	4.27	101.41	28.83	0.73
Sorba	valle confluenza	3	433.00	919.54	924.47	924.08	925.57	0.023568	4.65	93.04	29.08	0.83
Sorba	valle confluenza	2	433.00	919.45	924.02	924.02	925.40	0.034360	5.21	83.03	29.64	0.99
Sorba	valle confluenza	1	433.00	919.27	923.69	923.86	925.20	0.042400	5.44	79.62	31.52	1.09
Gronda	concentrico	36	218.00	933.23	938.14	937.10	938.61	0.037644	3.11	72.90	24.02	0.54
Gronda	concentrico	35	218.00	933.23	937.99	937.20	938.56	0.055761	3.33	65.40	24.11	0.65
Gronda	concentrico	34	218.00	933.24	937.75	937.05	938.43	0.062002	3.66	59.60	19.92	0.67
Gronda	concentrico	33	218.00	933.21	937.44	937.08	938.33	0.093302	4.19	52.08	19.19	0.81
Gronda	concentrico	32	218.00	932.49	937.03	937.03	938.18	0.150609	4.76	45.75	19.79	1.00
Gronda	concentrico	31	218.00	930.67	936.31	936.75	937.95	0.247482	5.69	38.35	14.59	1.12
Gronda	concentrico	30	218.00	930.33	934.49	935.51	937.64	0.430066	7.86	27.74	10.29	1.53
Gronda	concentrico	29	218.00	930.26	934.44	935.30	937.37	0.400347	7.58	28.78	11.19	1.51
Gronda	concentrico	28	218.00	930.42	935.87	933.76	936.24	0.023674	2.70	80.84	18.62	0.41
Gronda	concentrico	27	218.00	930.31	935.80	933.49	936.11	0.018738	2.46	88.52	20.25	0.38
Gronda	concentrico	26	218.00	930.32	935.73	933.56	936.02	0.017036	2.37	92.11	22.19	0.37
Gronda	concentrico	25	218.00	930.51	935.47	934.28	935.88	0.039541	2.82	77.19	26.22	0.53
Gronda	concentrico	24	218.00	930.45	935.14	934.49	935.76	0.067161	3.50	63.10	24.09	0.67
Gronda	concentrico	23.9	218.00	930.35	935.14	934.14	935.67	0.062632	3.23	67.60	24.12	0.61
Gronda	concentrico	23.5	Bridge									
Gronda	concentrico	23.1	218.00	930.35	934.14	934.14	935.30	0.169363	4.77	45.73	19.64	1.00
Gronda	concentrico	22	218.00	930.31	933.71	933.91	935.10	0.221815	5.21	41.87	19.02	1.12
Gronda	concentrico	21	218.00	929.61	932.47	932.81	933.96	0.229813	5.40	40.37	21.43	1.26
Gronda	concentrico	20	218.00	929.76	932.50	932.50	933.46	0.142484	4.33	50.37	26.21	1.00
Gronda	concentrico	19	218.00	929.07	931.86	932.19	933.23	0.243394	5.18	42.11	26.05	1.30
Gronda	concentrico	18	218.00	928.89	932.49	931.96	933.04	0.060544	3.28	66.46	28.64	0.69
Gronda	concentrico	17	218.00	928.74	932.48	931.75	932.97	0.049209	3.09	70.46	28.39	0.63
Gronda	concentrico	16	218.00	927.19	932.12	931.51	932.83	0.066640	3.73	58.49	22.03	0.72
Gronda	concentrico	15	218.00	926.82	931.53	931.45	932.62	0.122986	4.61	47.31	19.93	0.95
Gronda	concentrico	14	218.00	926.56	930.92	930.92	931.95	0.138012	4.50	48.45	23.30	1.00
Gronda	concentrico	13	218.00	926.38	929.76	930.14	931.37	0.218421	5.63	38.72	18.73	1.25
Gronda	concentrico	12	218.00	925.99	928.42	929.27	930.99	0.393388	7.10	30.72	16.48	1.66
Gronda	concentrico	11	218.00	925.51	928.01	928.81	930.60	0.403925	7.12	30.61	16.92	1.69
Gronda	concentrico	10	218.00	924.30	927.40	928.29	930.16	0.418990	7.37	29.58	15.33	1.69
Gronda	concentrico	9	218.00	921.60	929.04	927.25	929.50	0.039084	3.02	72.26	20.33	0.51
Gronda	concentrico	8	218.00	921.63	929.04	926.00	929.27	0.012627	2.10	103.95	23.79	0.32
Gronda	concentrico	7	218.00	924.15	928.65	927.57	929.14	0.039695	3.11	70.19	23.03	0.57
Gronda	concentrico	6	218.00	924.81	928.47	927.37	928.93	0.040659	2.99	72.92	25.26	0.56
Gronda	concentrico	5	218.00	924.67	928.38	927.07	928.73	0.026987	2.64	83.80	29.31	0.47
Gronda	concentrico	4	218.00	924.51	928.28	926.90	928.59	0.023102	2.57	89.63	27.92	0.43
Gronda	concentrico	3	218.00	924.36	928.27	926.51	928.47	0.013923	2.01	112.67	33.01	0.35
Gronda	concentrico	2	218.00	924.15	928.25	926.15	928.40	0.010575	1.76	129.62	35.27	0.29
Gronda	concentrico	1	218.00	923.19	928.26	925.16	928.34	0.004015	1.16	177.18	39.00	0.18

# Rassa-confluenza Sorba-Gronda

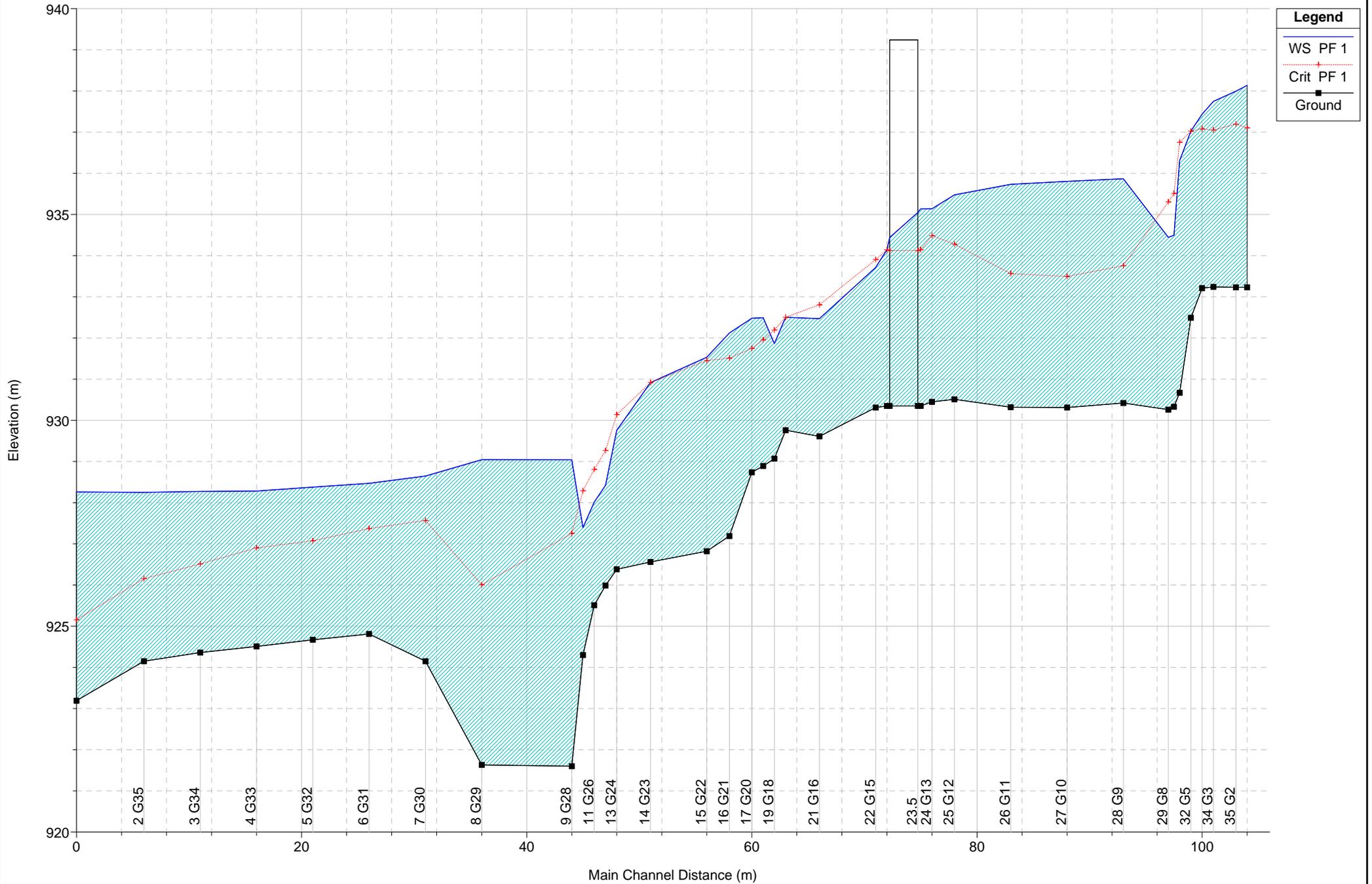
Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido



Legend	
	WS PF 1
	Ground
	Levee
	Bank Sta

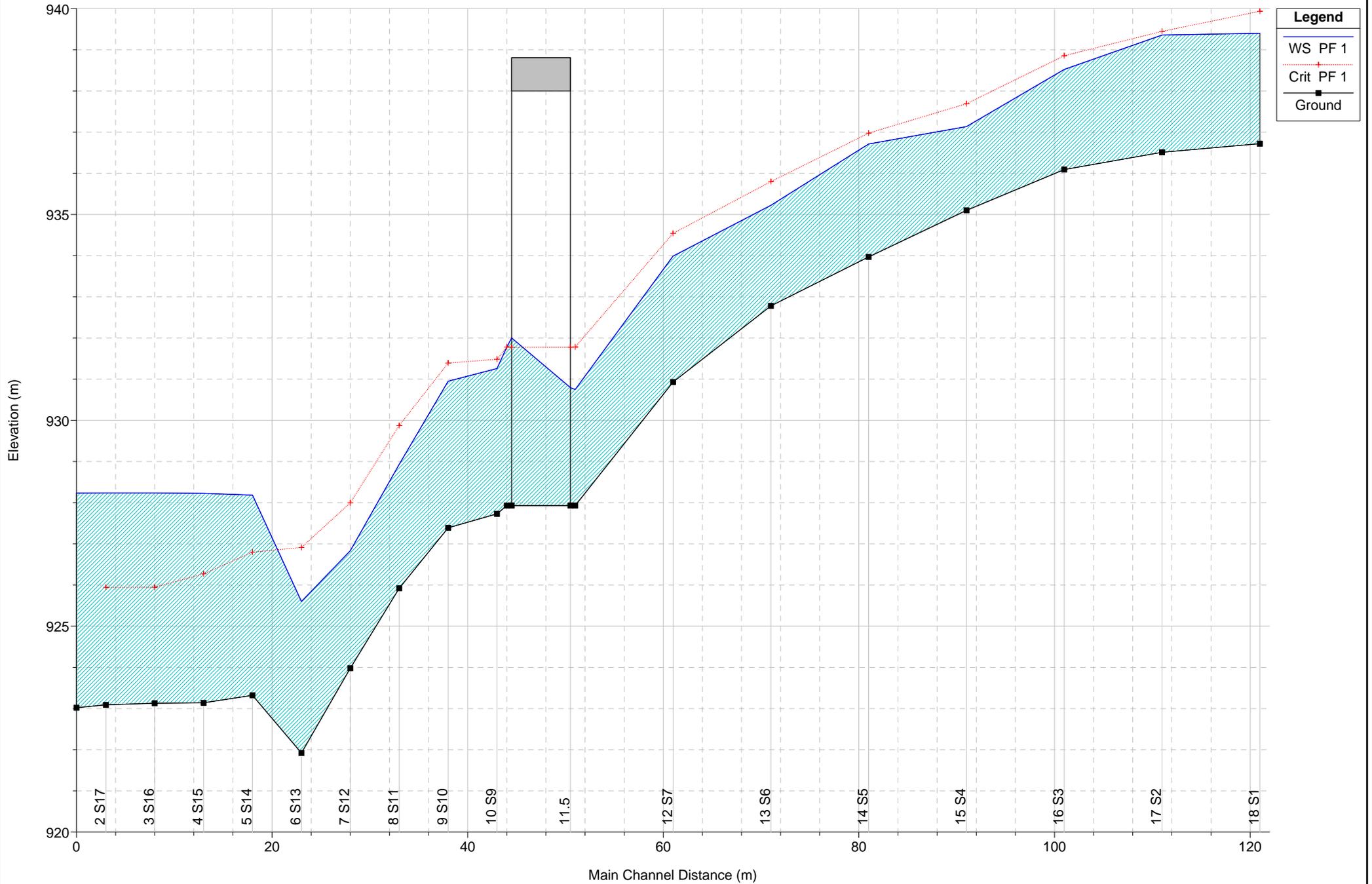
# Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido



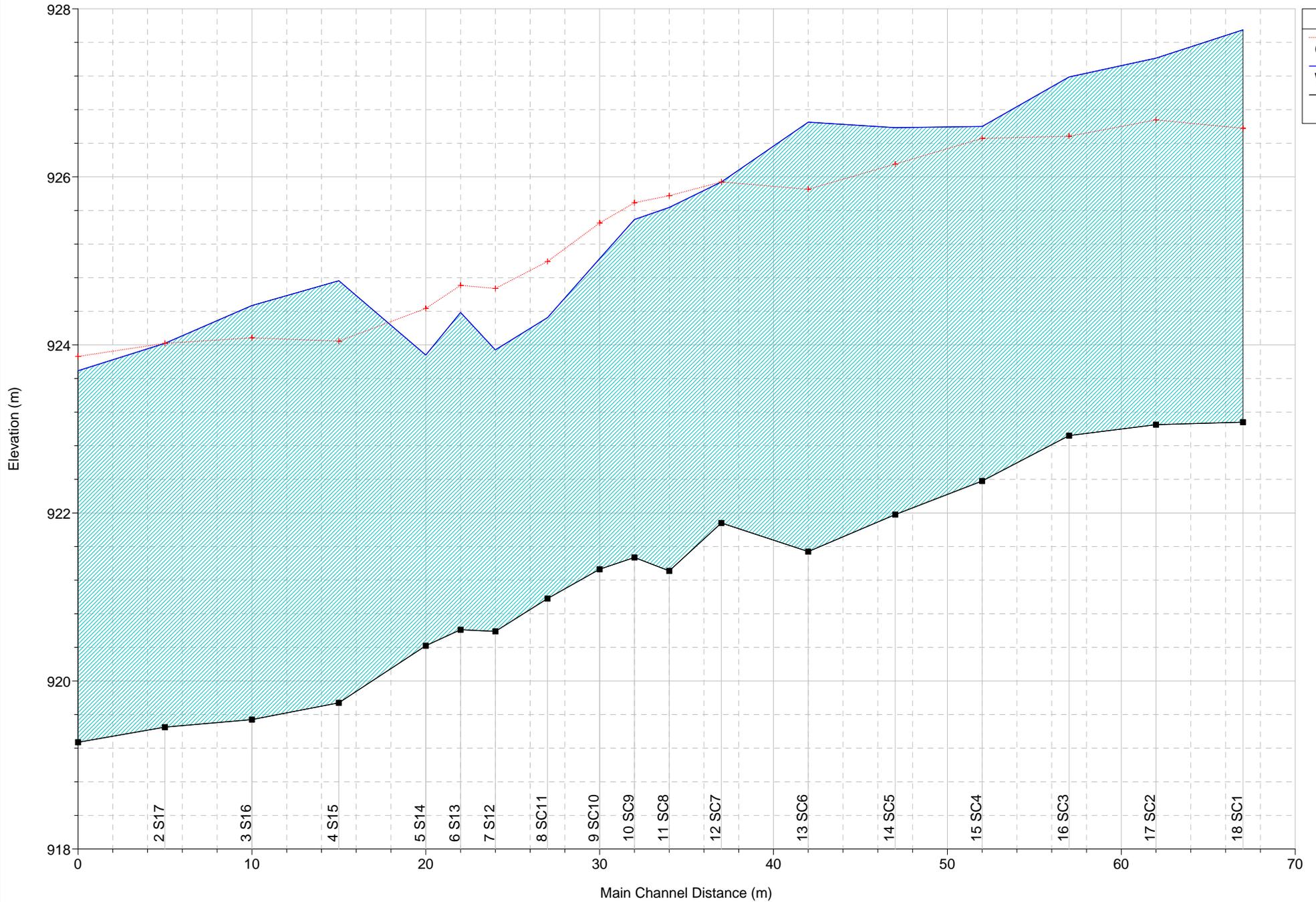
# Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido



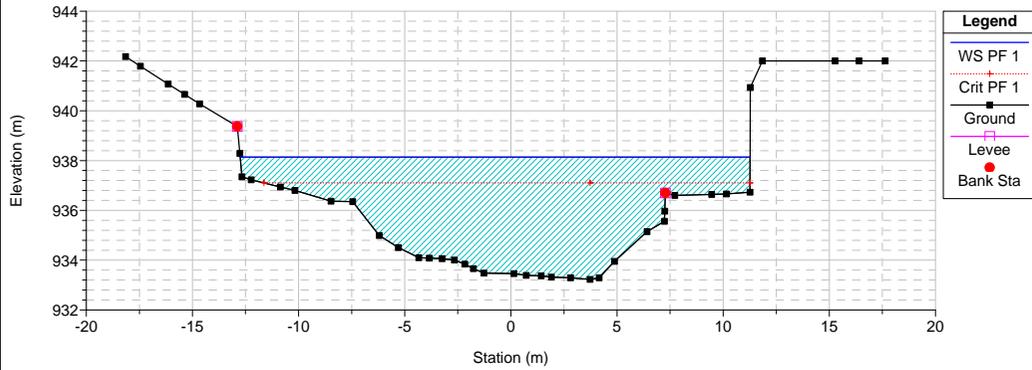
# Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido



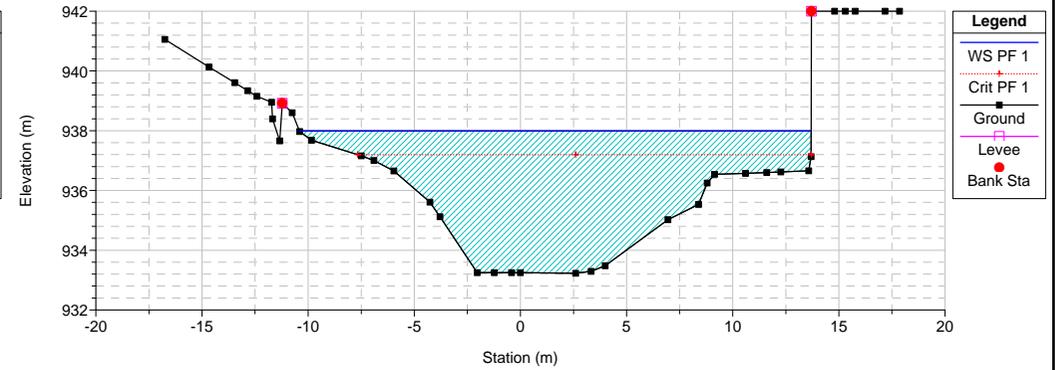
Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 36 G1



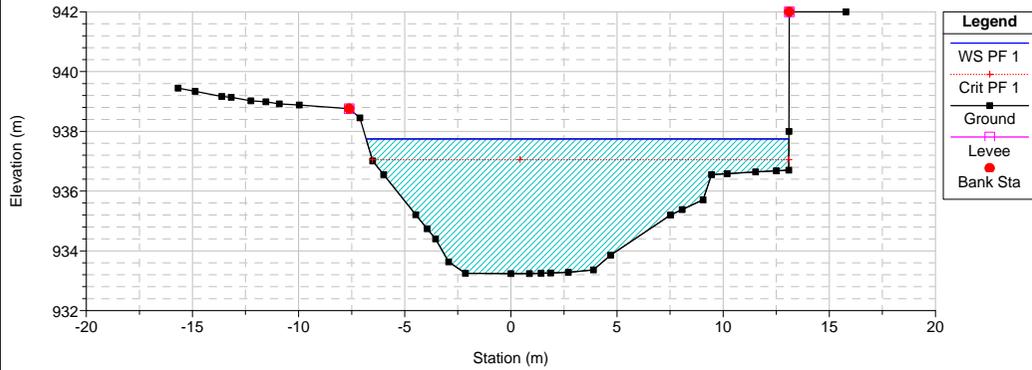
Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 35 G2



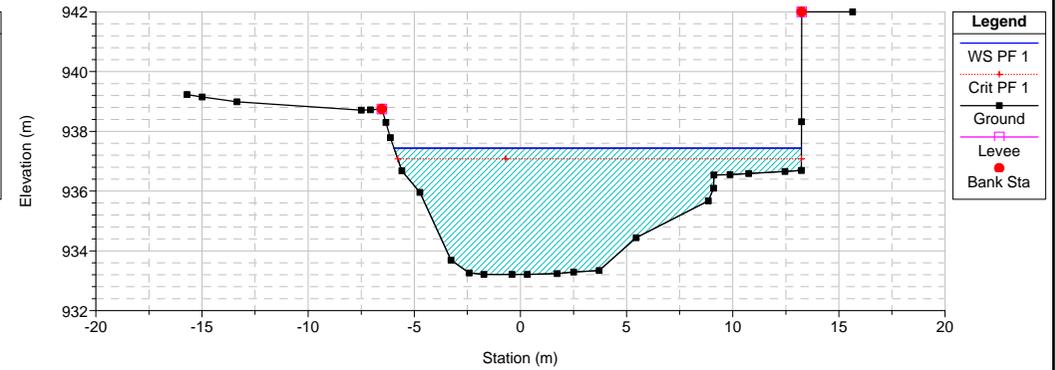
Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 34 G3



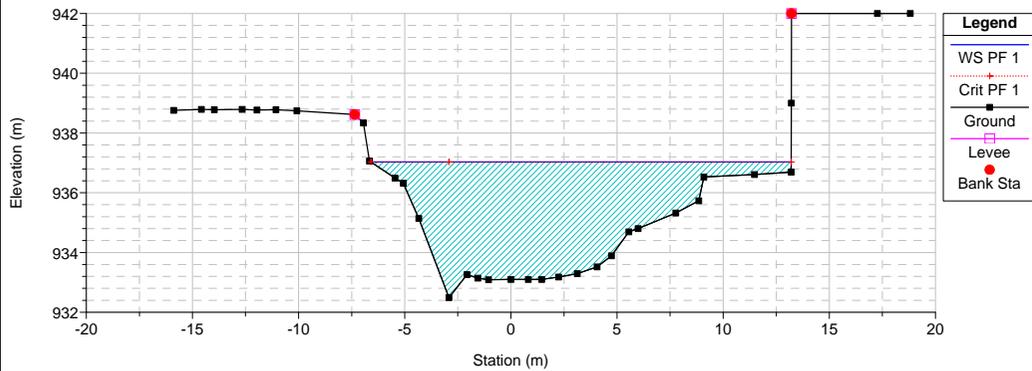
Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 33 G4



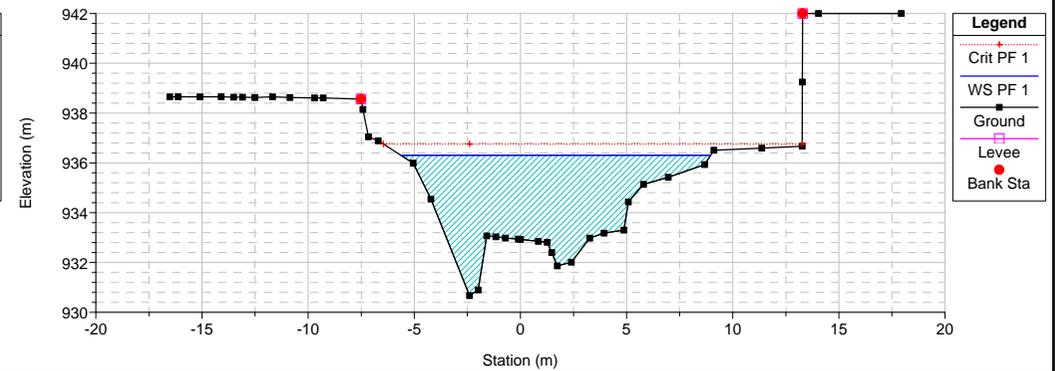
Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 32 G5



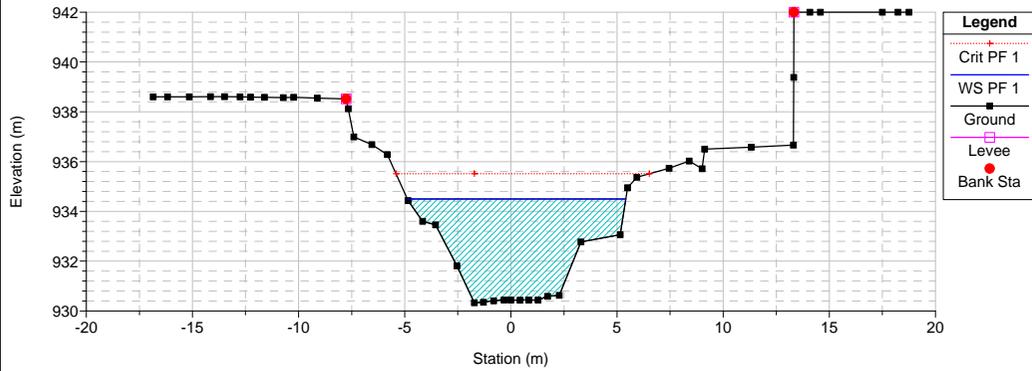
Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 31 G6



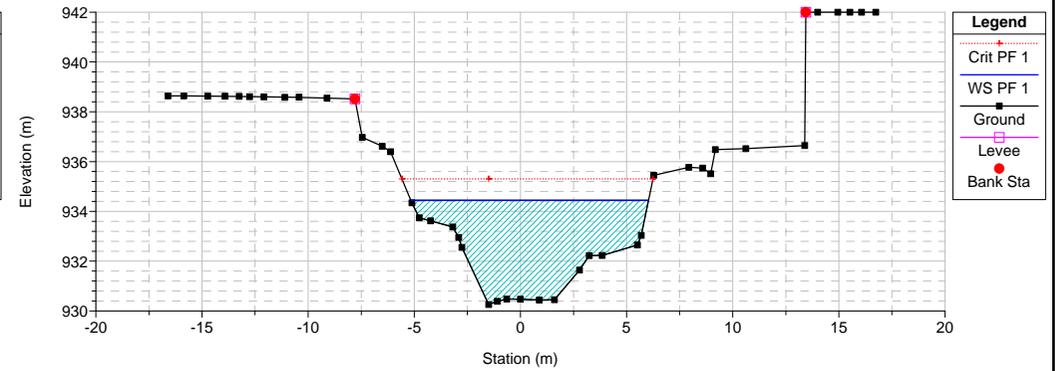
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 30 G7



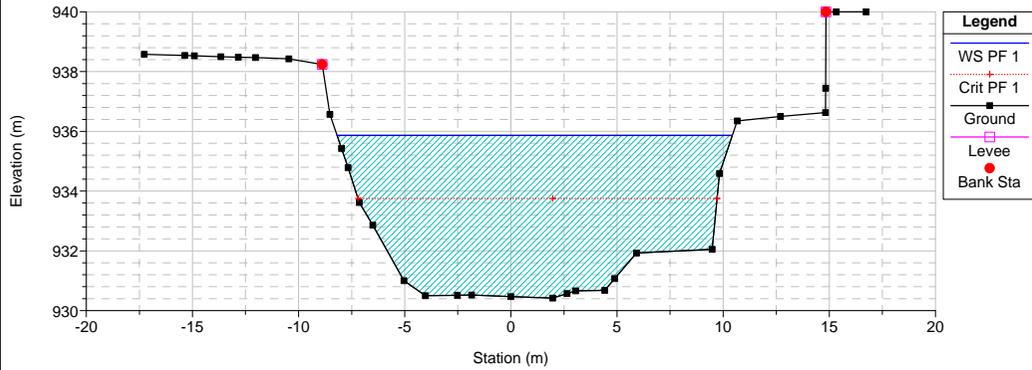
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 29 G8



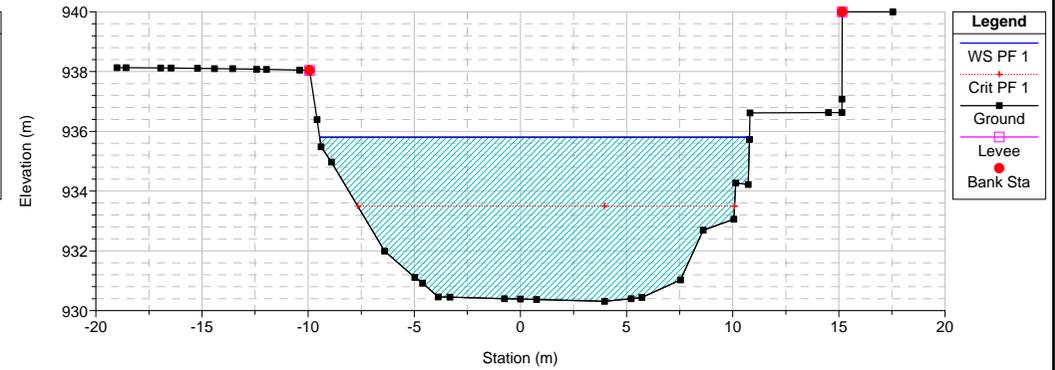
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 28 G9



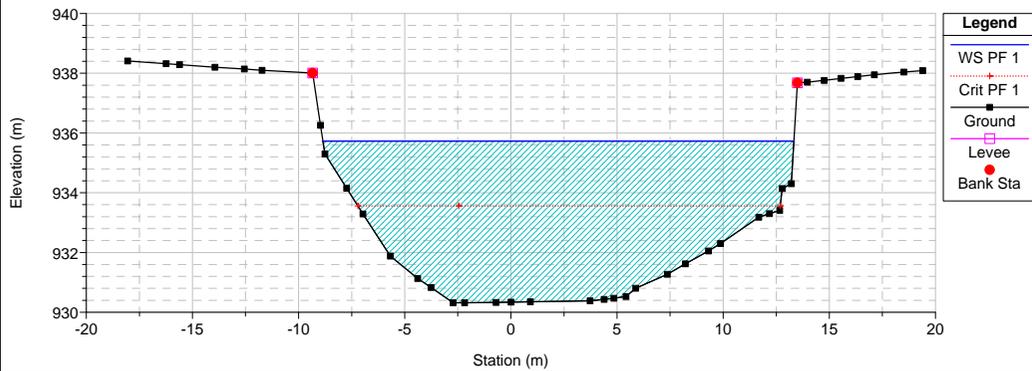
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 27 G10



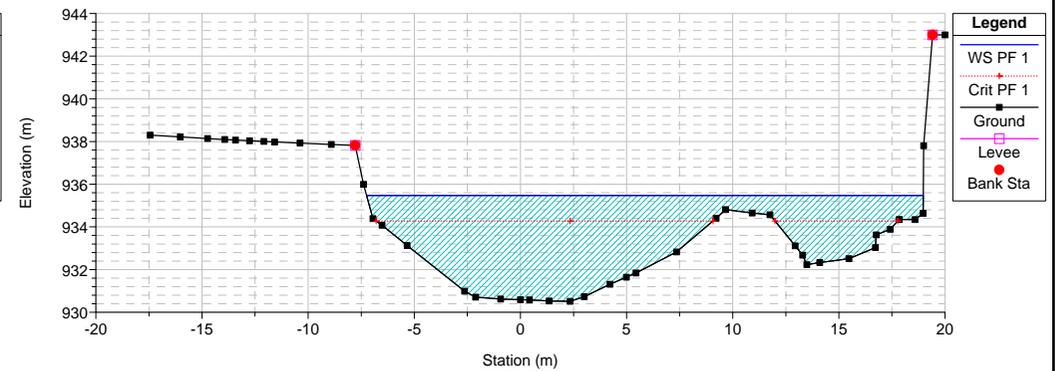
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 26 G11



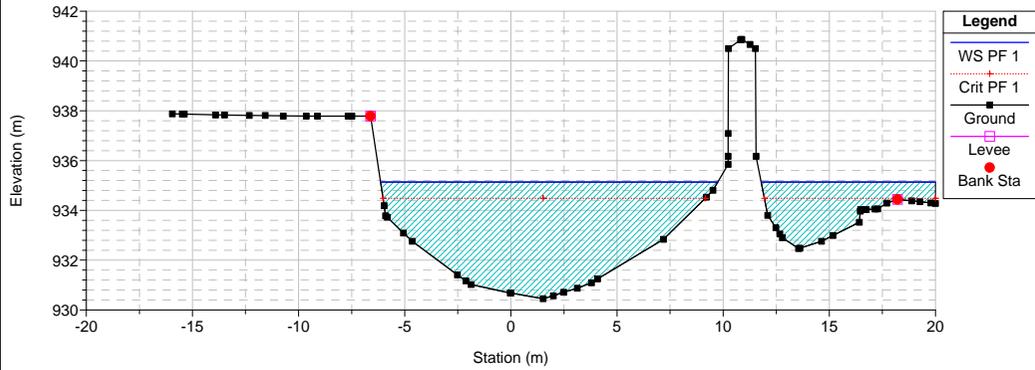
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 25 G12



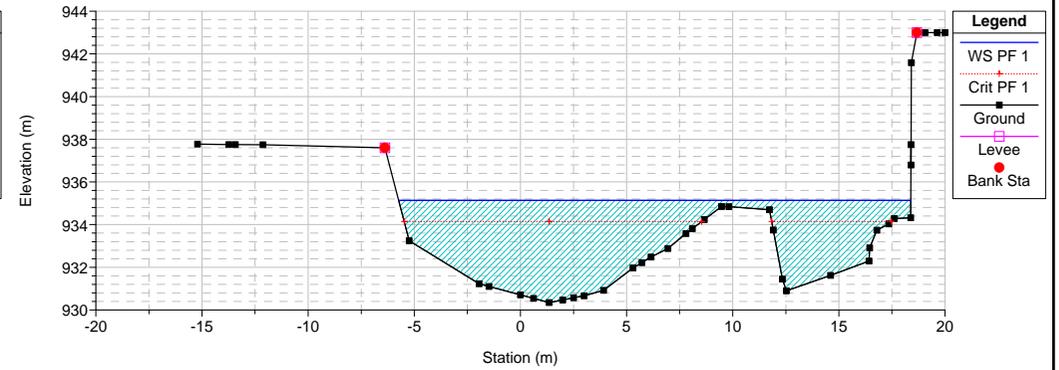
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 24 G13



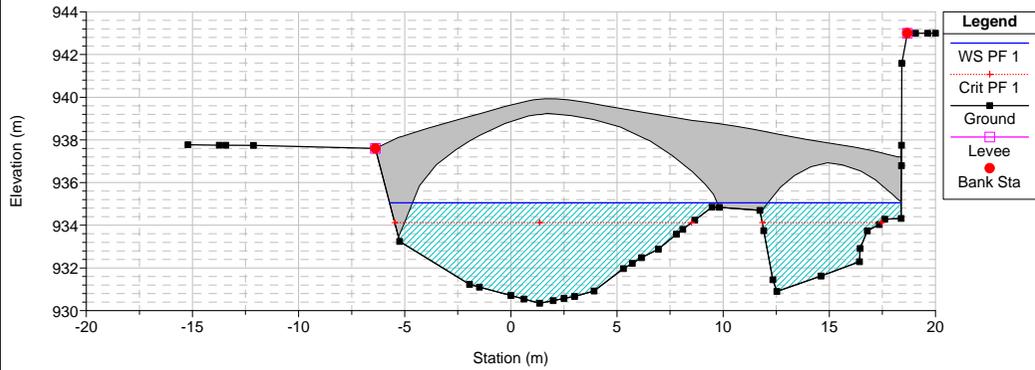
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 23.9 G14



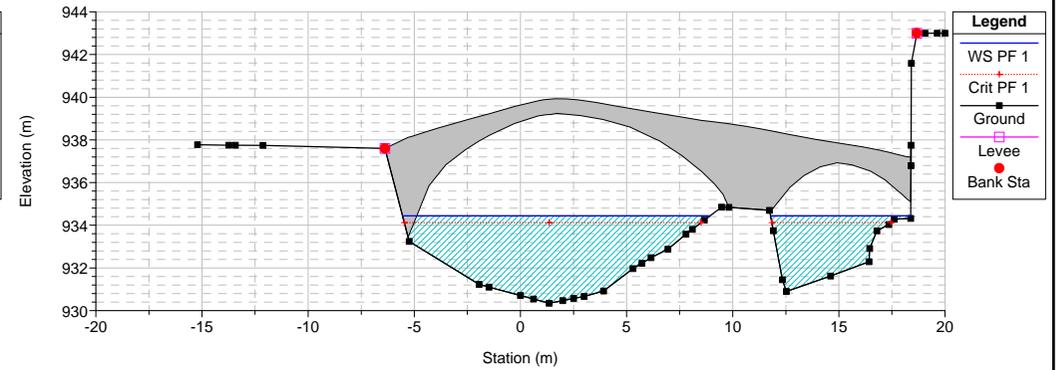
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 23.5 BR



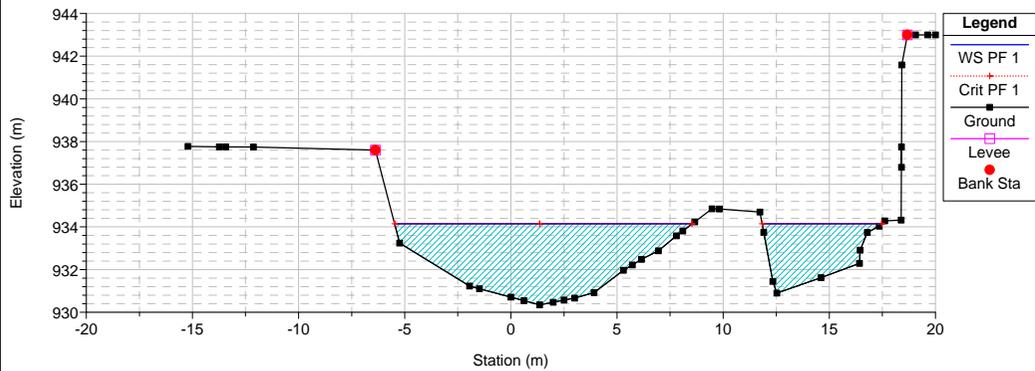
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 23.5 BR



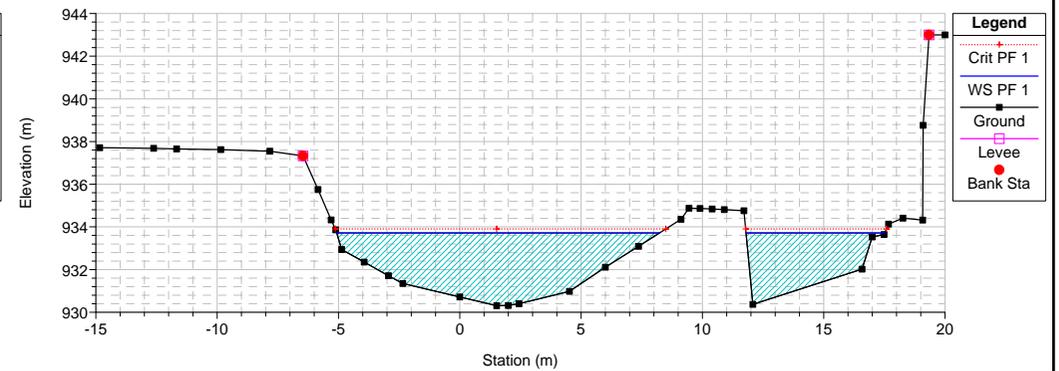
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 23.1 G14



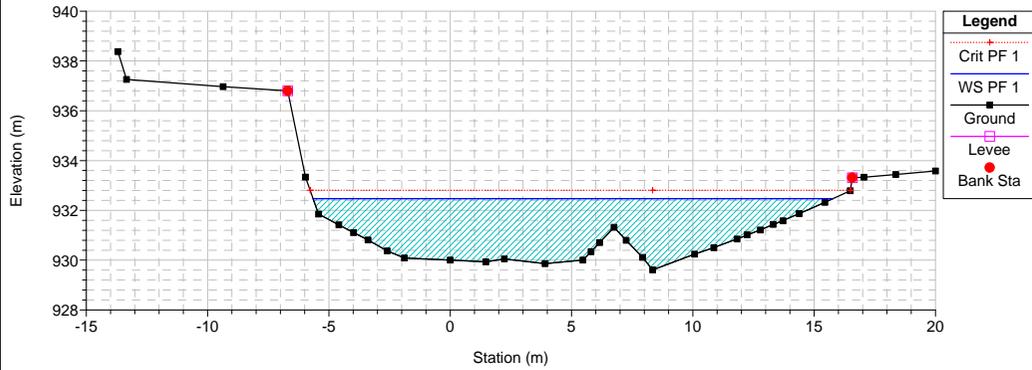
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 22 G15



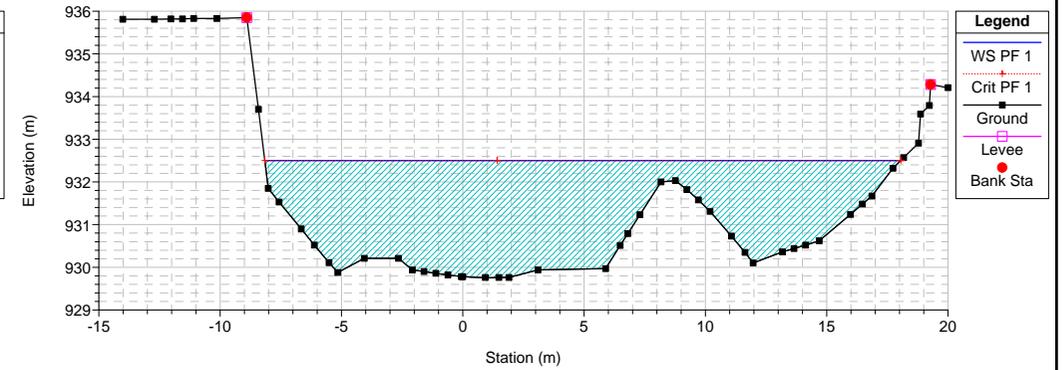
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 21 G16



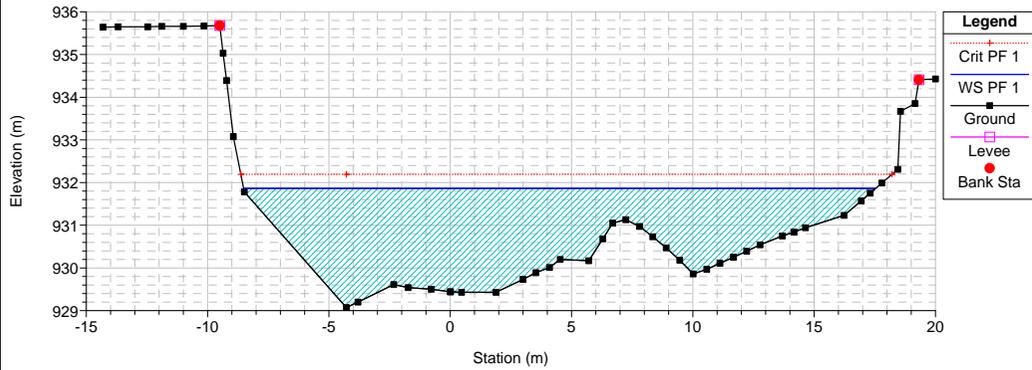
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 20 G17



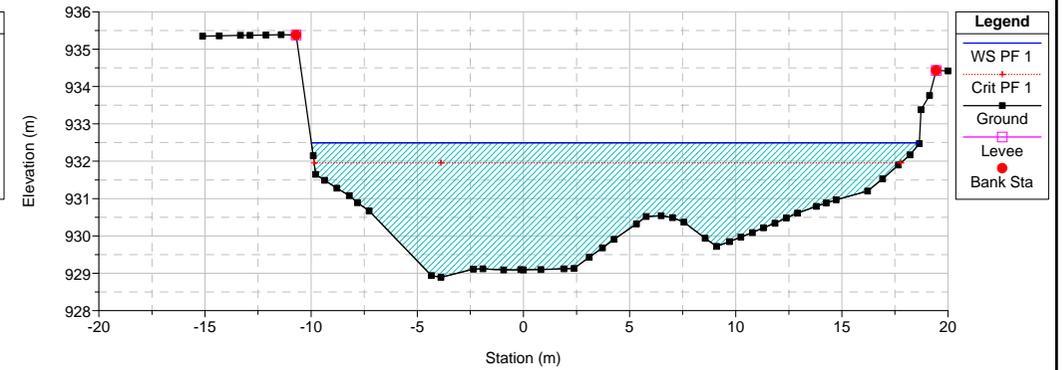
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 19 G18



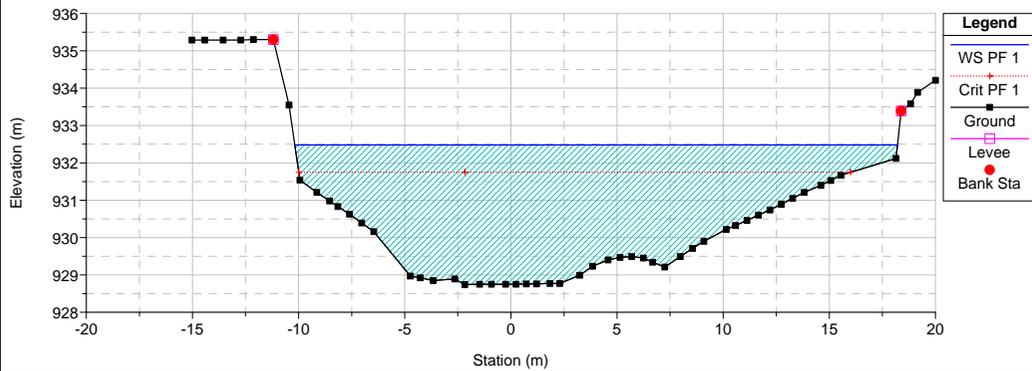
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 18 G19



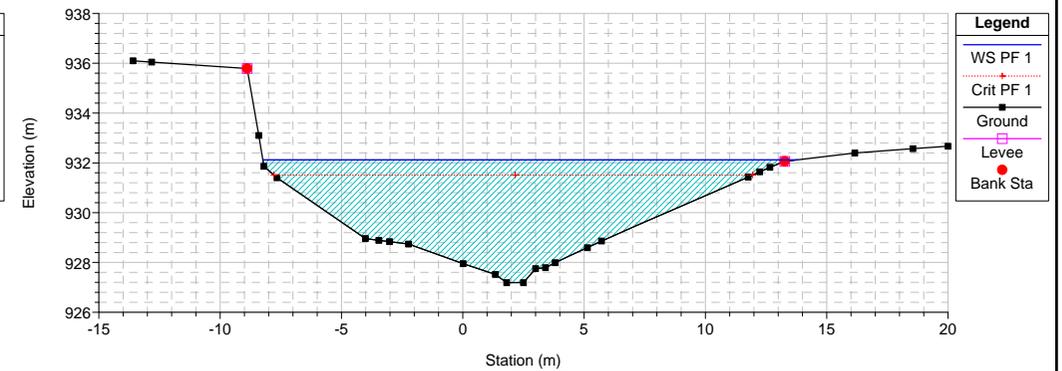
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 17 G20



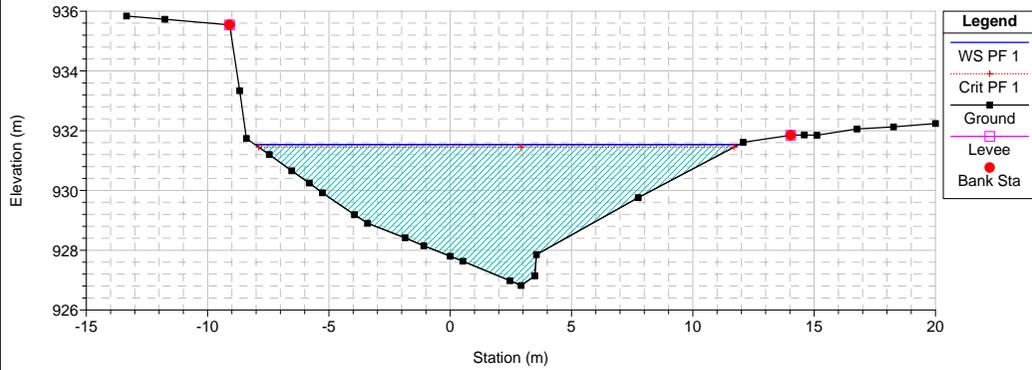
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 16 G21



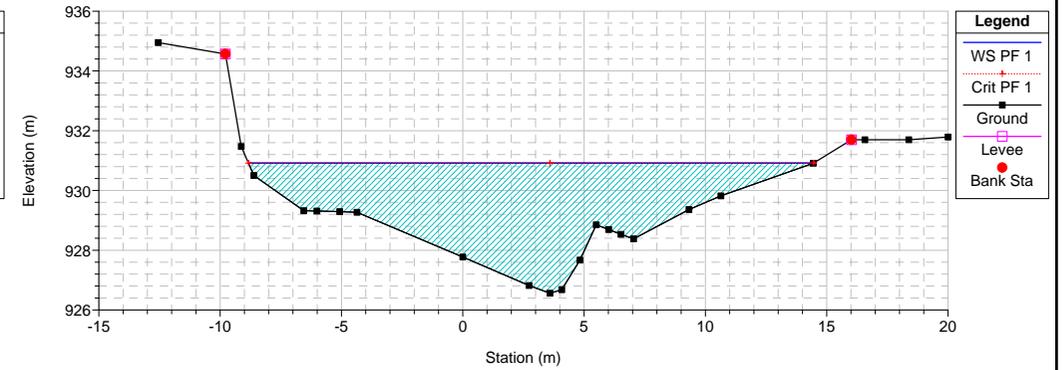
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 15 G22



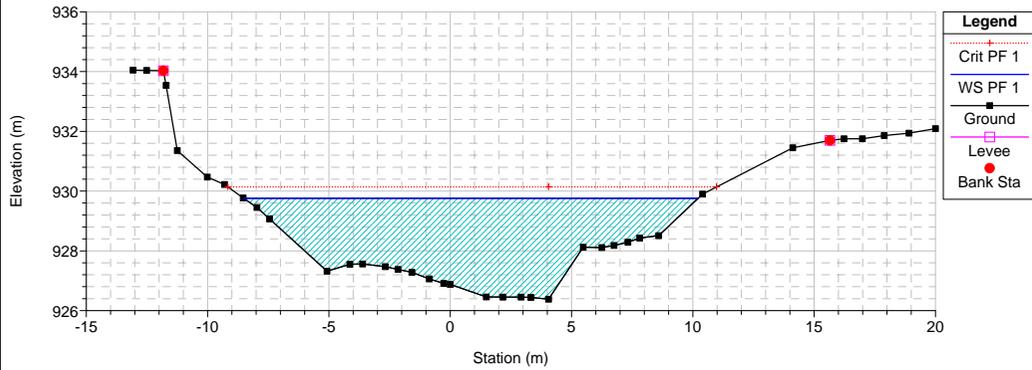
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 14 G23



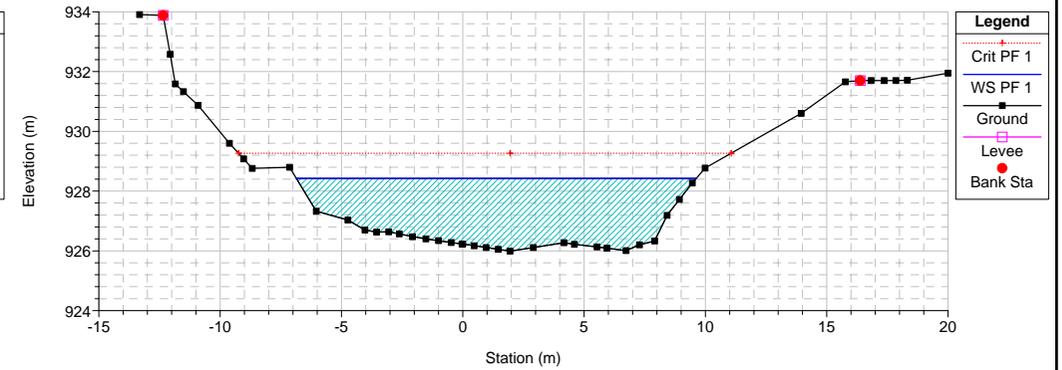
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 13 G24



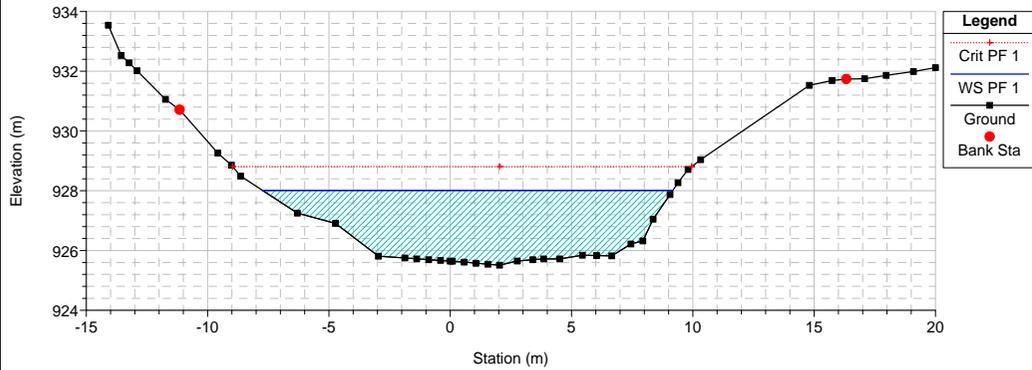
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 12 G25



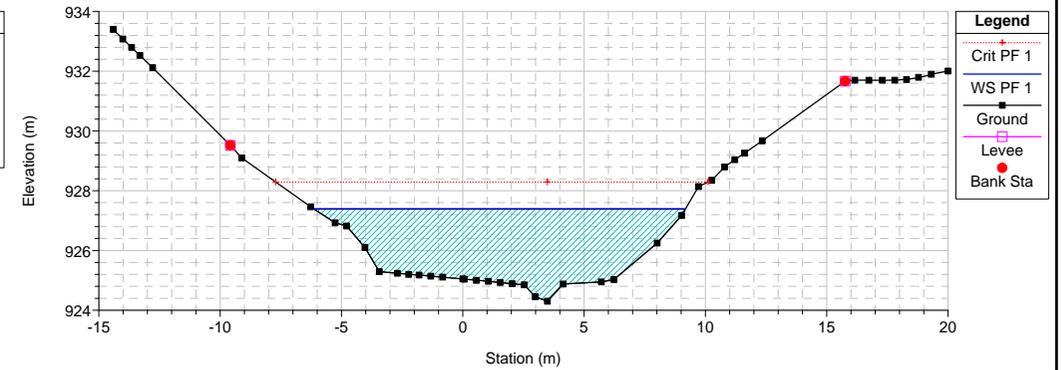
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 11 G26



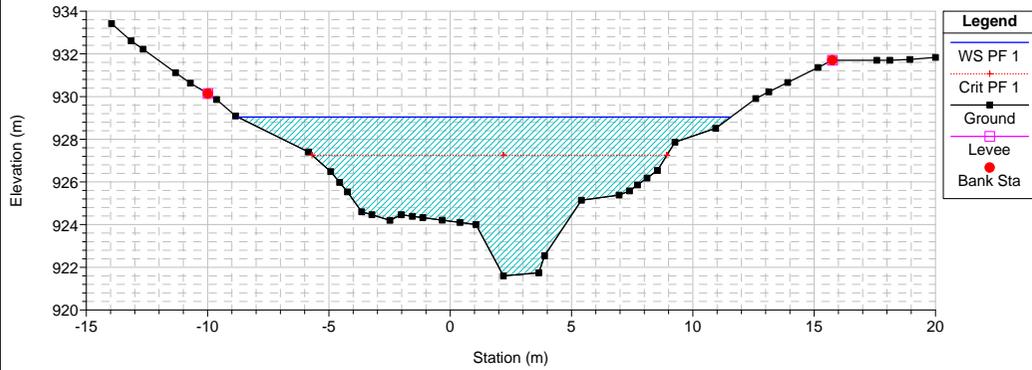
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 10 G27



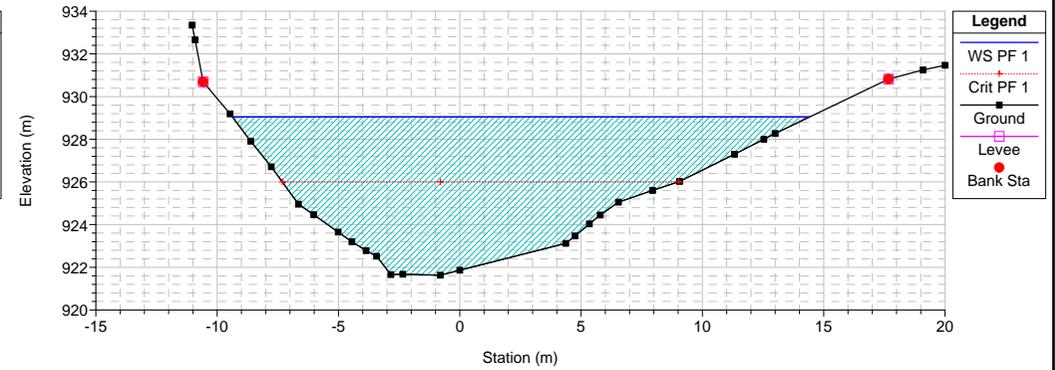
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 9 G28



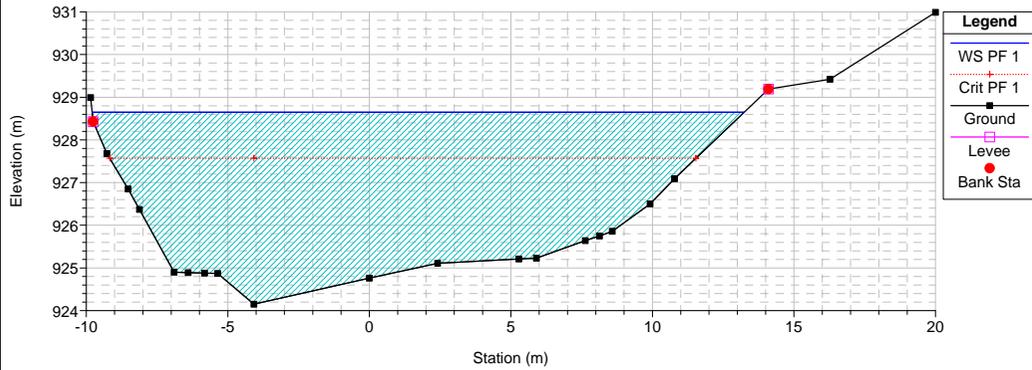
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 8 G29



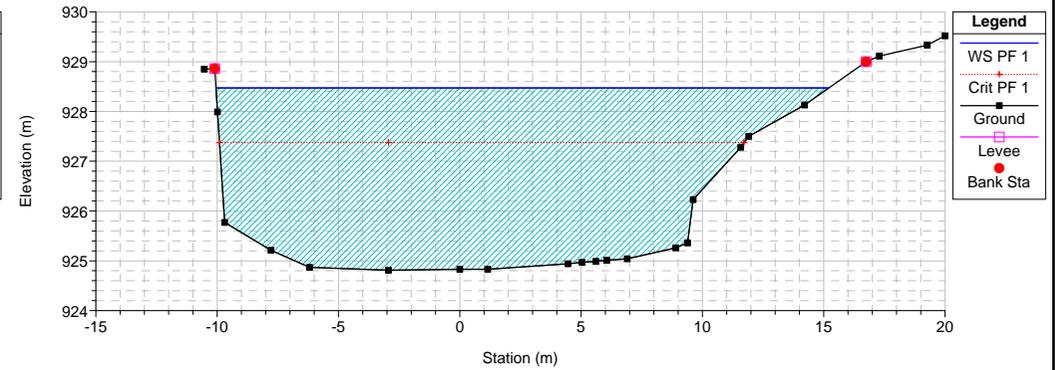
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 7 G30



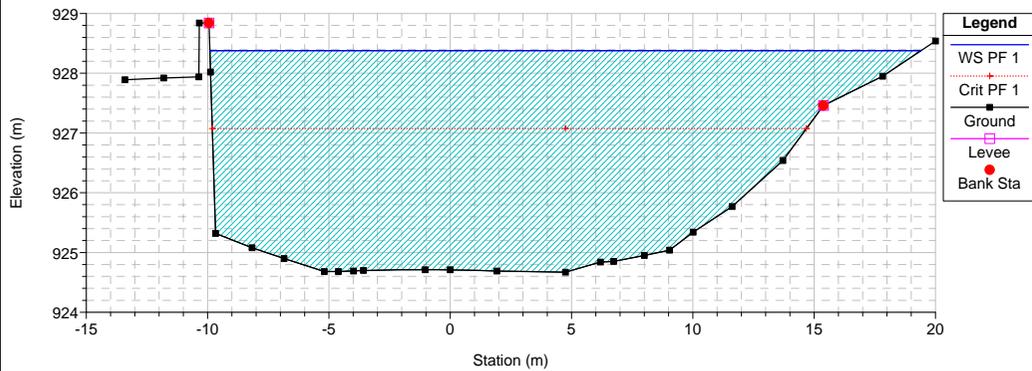
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 6 G31



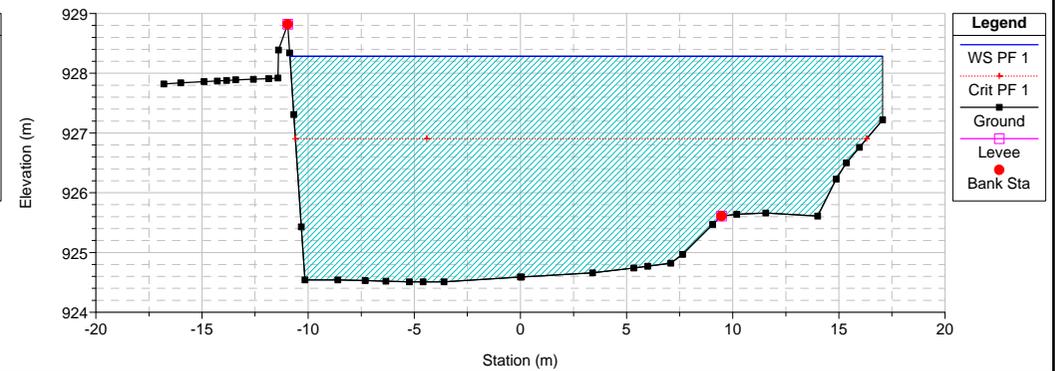
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 5 G32



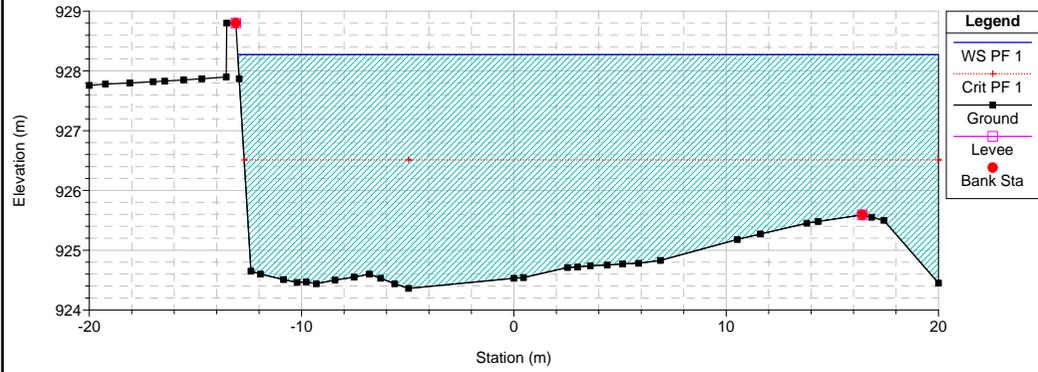
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 4 G33



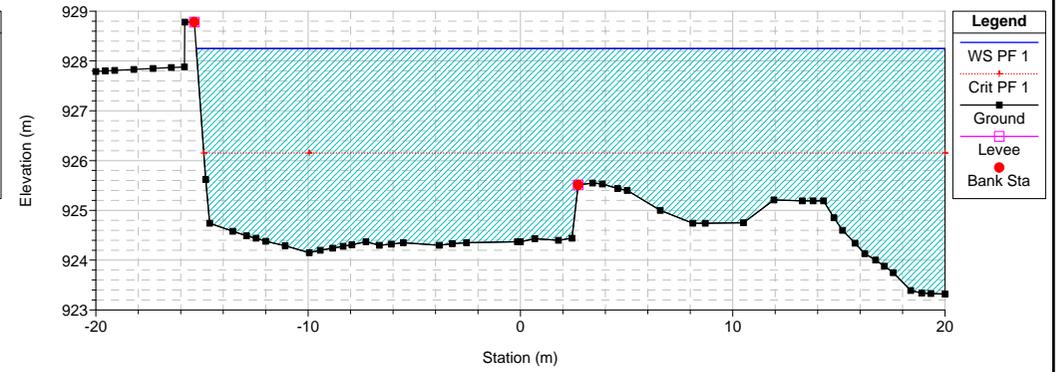
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 3 G34



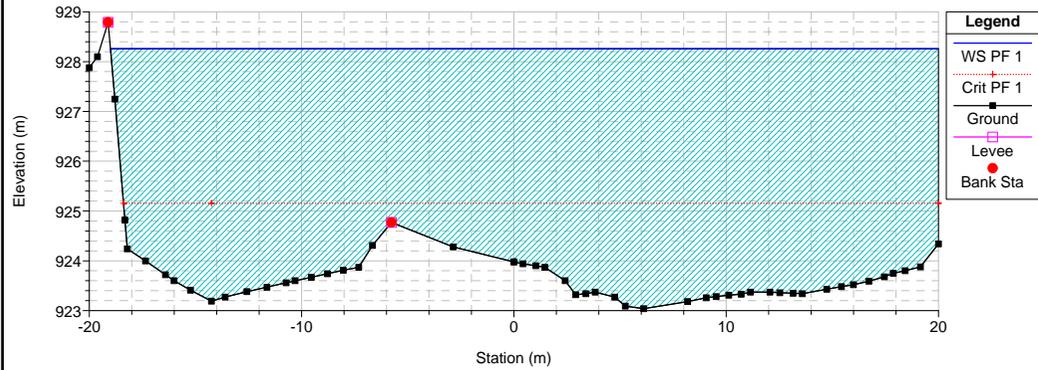
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 2 G35



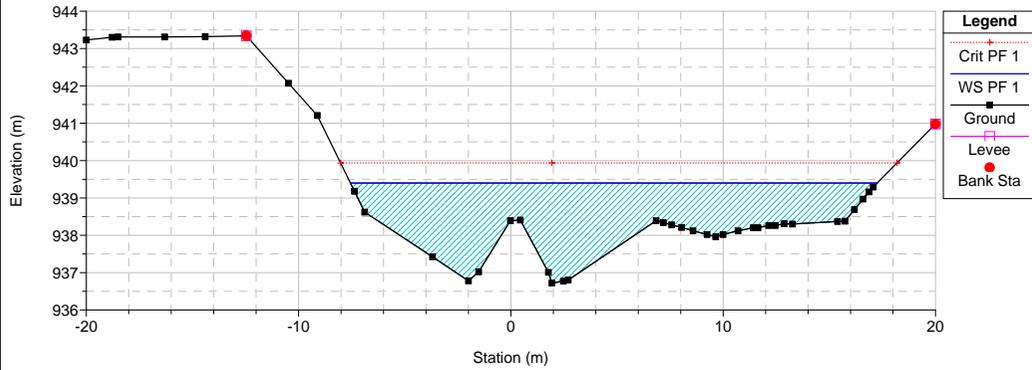
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 1 G36



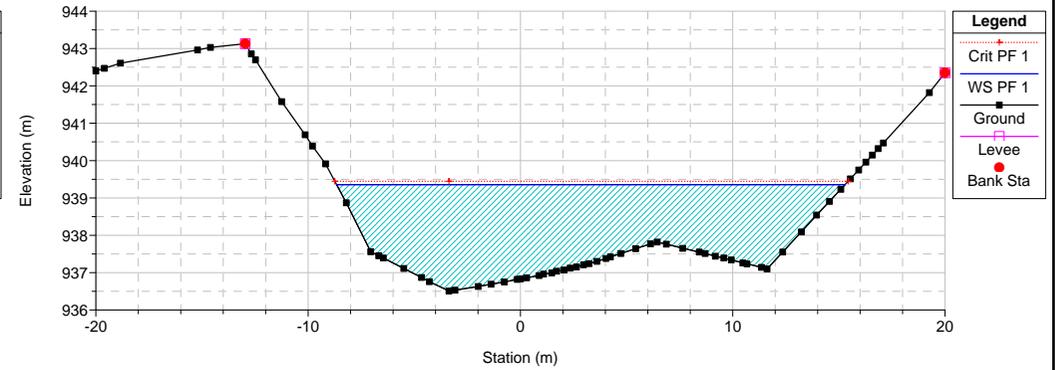
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 18 S1



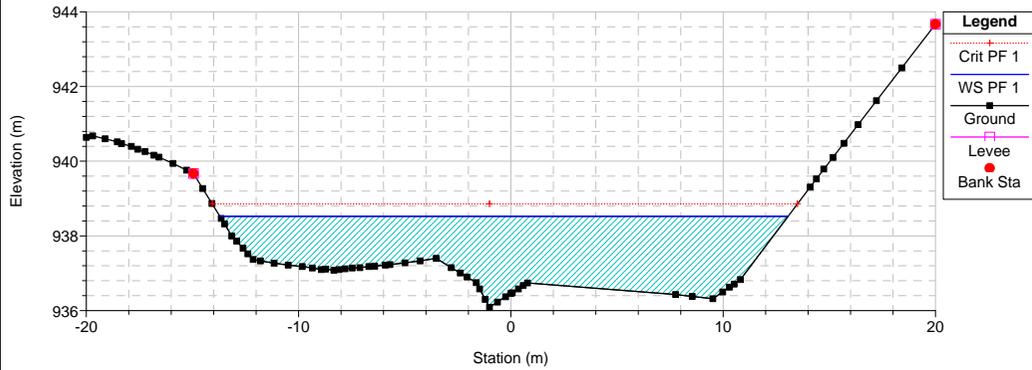
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 17 S2



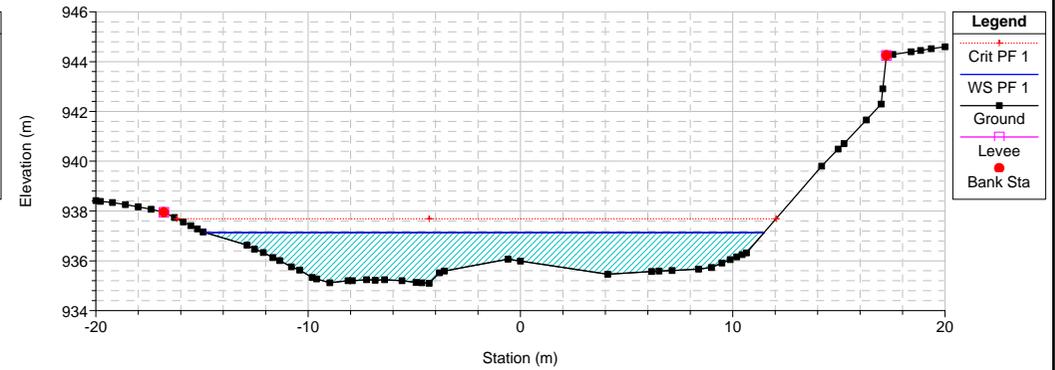
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 16 S3



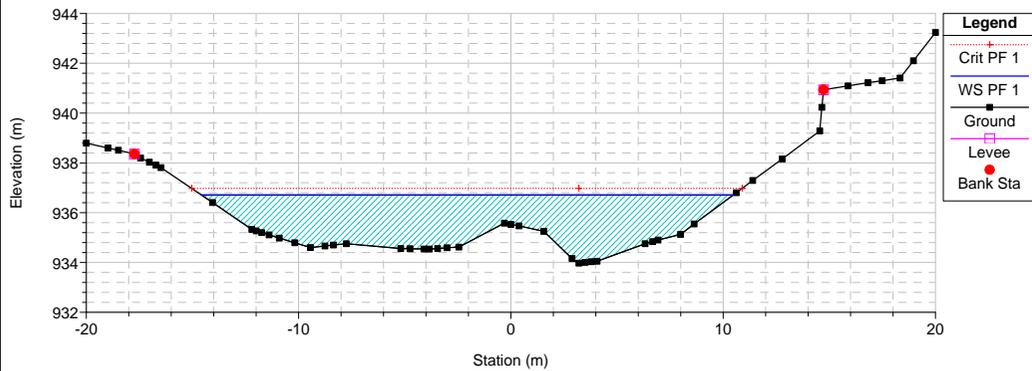
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 15 S4



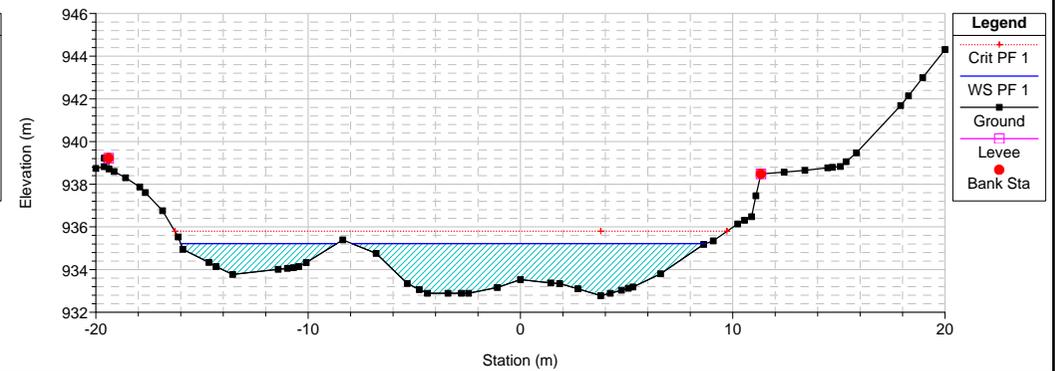
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 14 S5



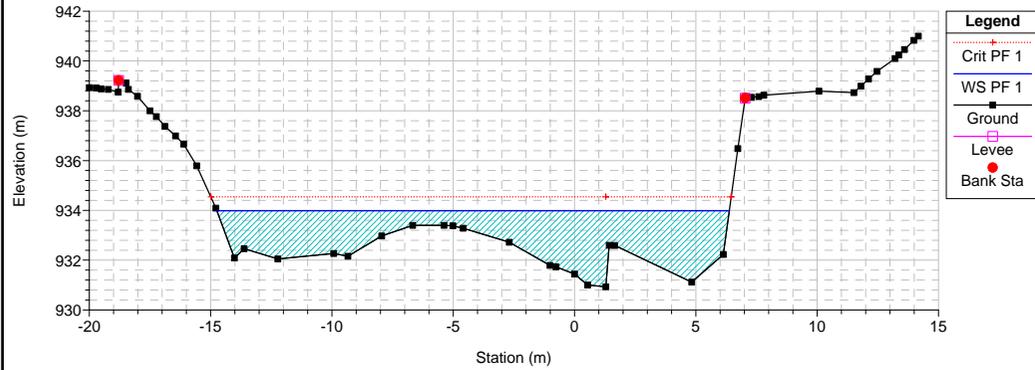
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 13 S6



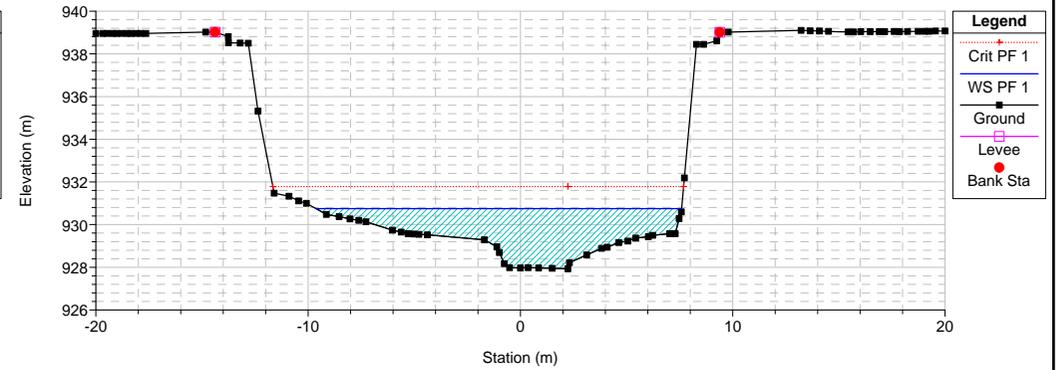
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 12 S7



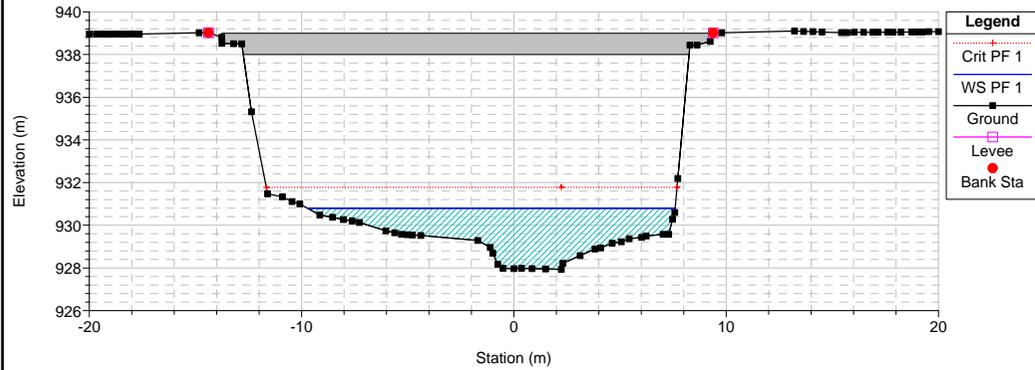
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 11.9 S8



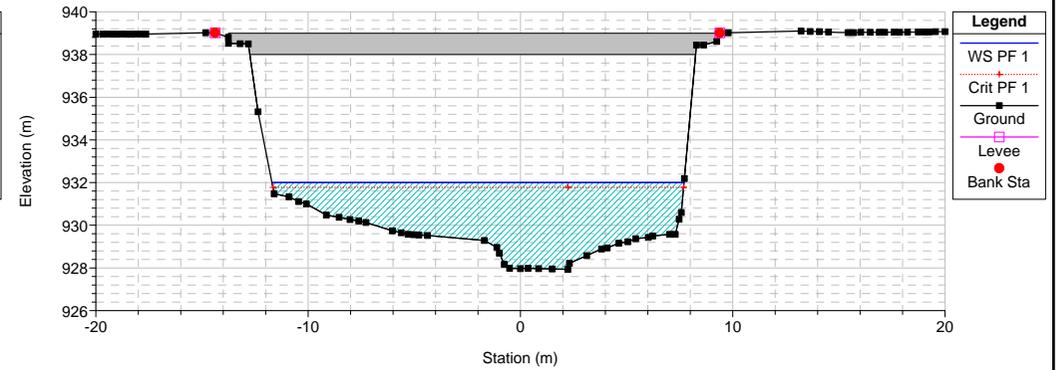
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 11.5 BR



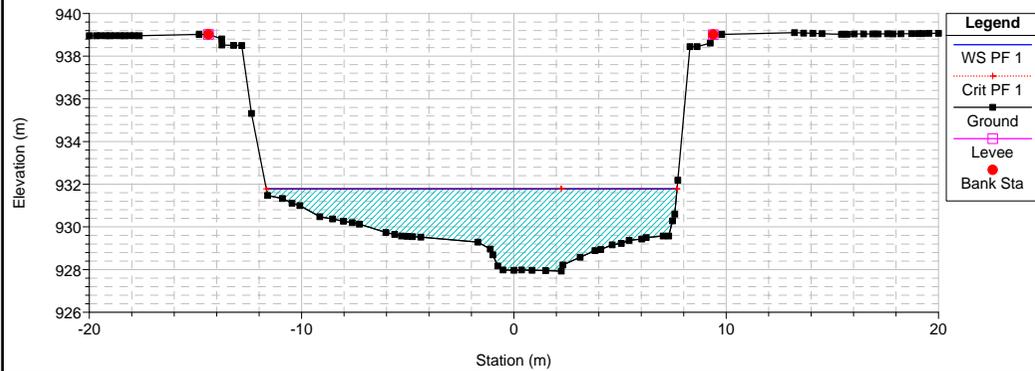
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 11.5 BR



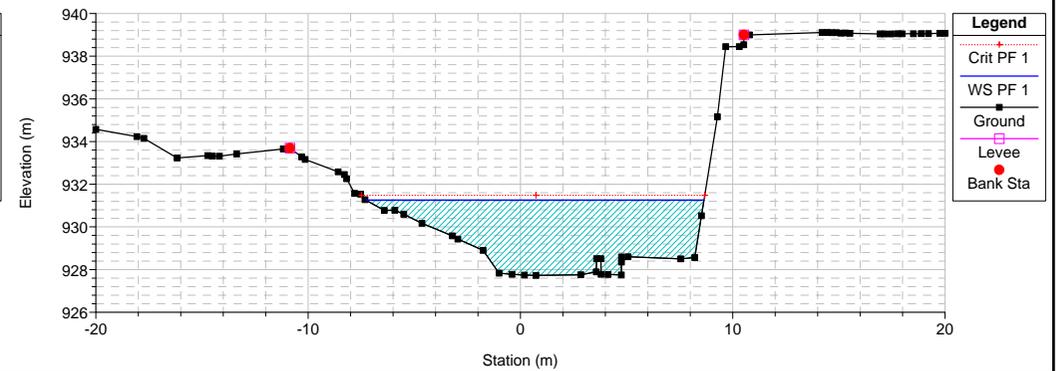
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 11.1 S8



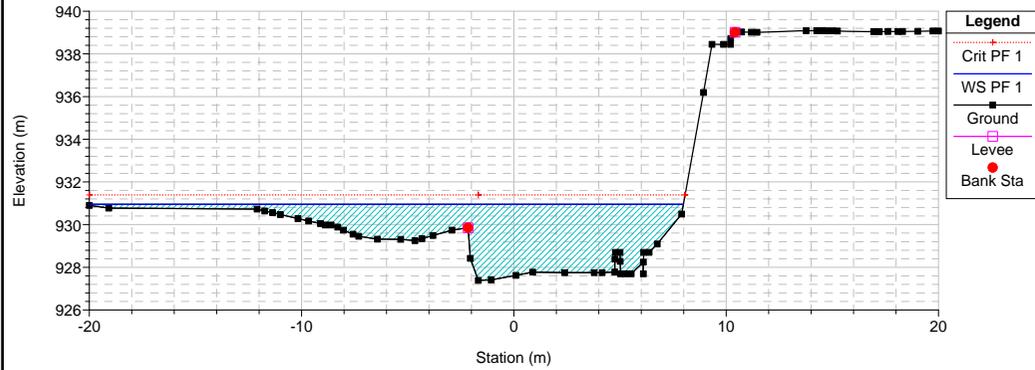
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 10 S9



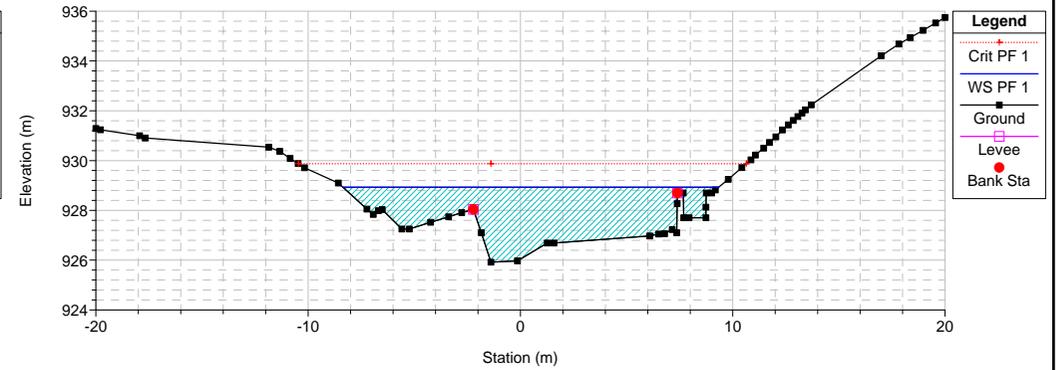
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 9 S10



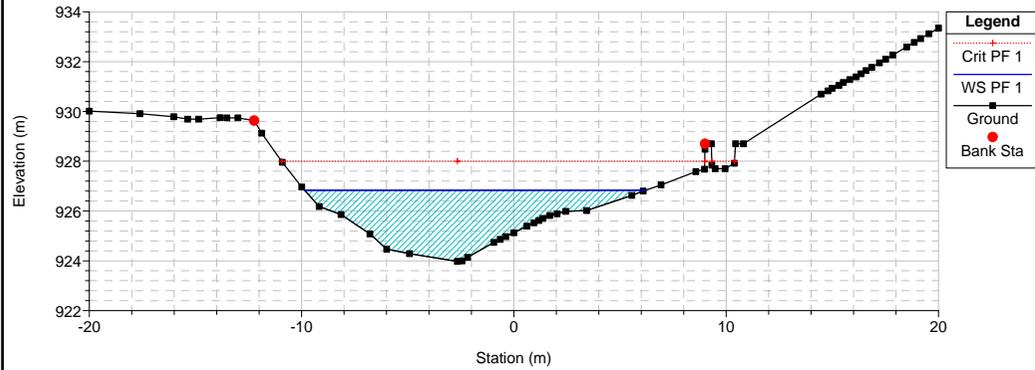
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 8 S11



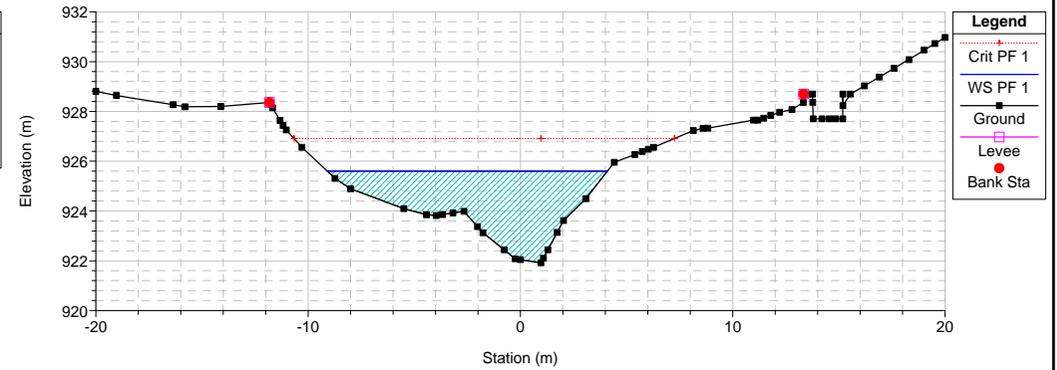
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 7 S12



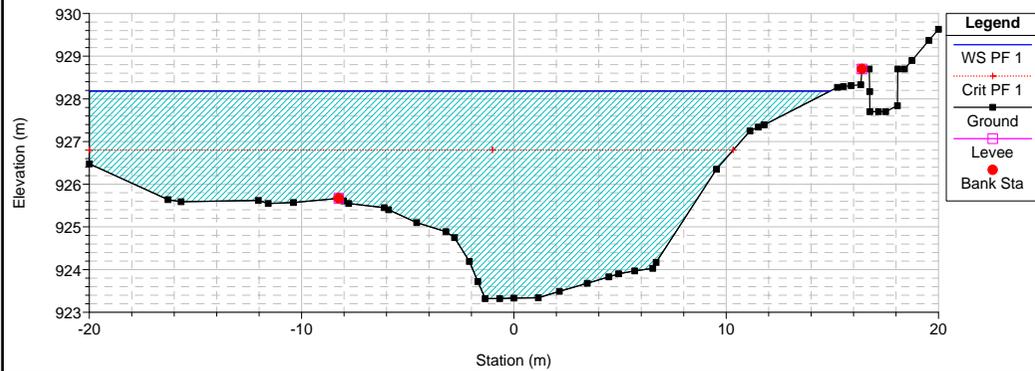
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 6 S13



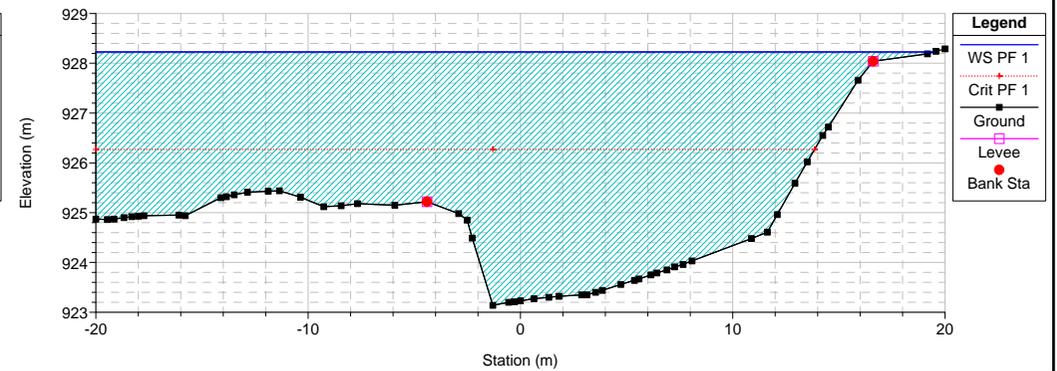
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 5 S14



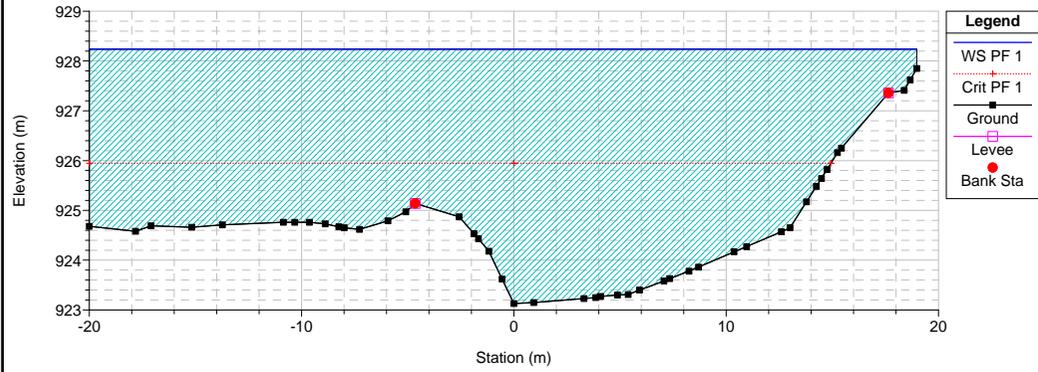
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 4 S15



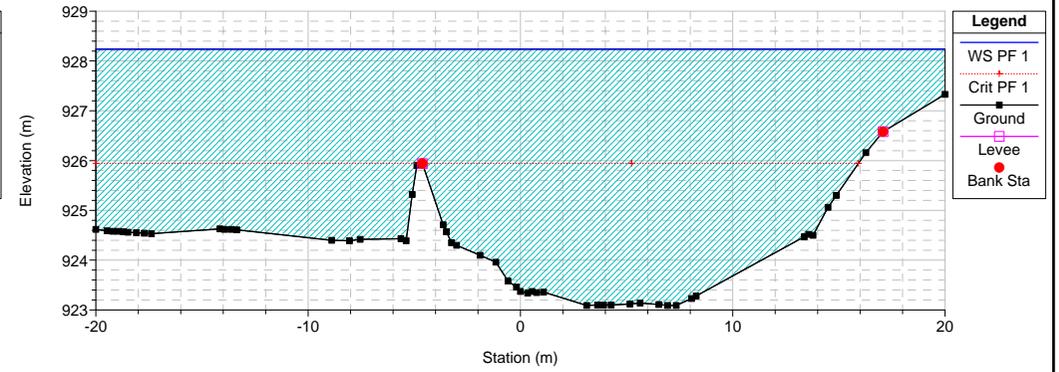
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 3 S16



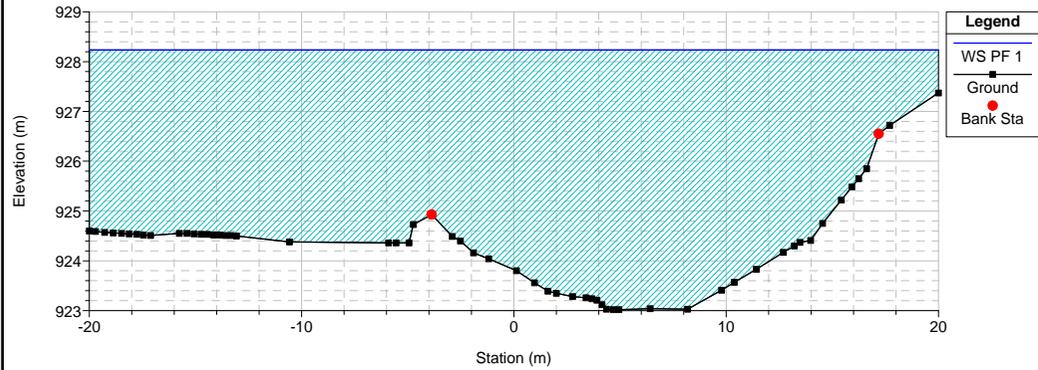
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 2 S17



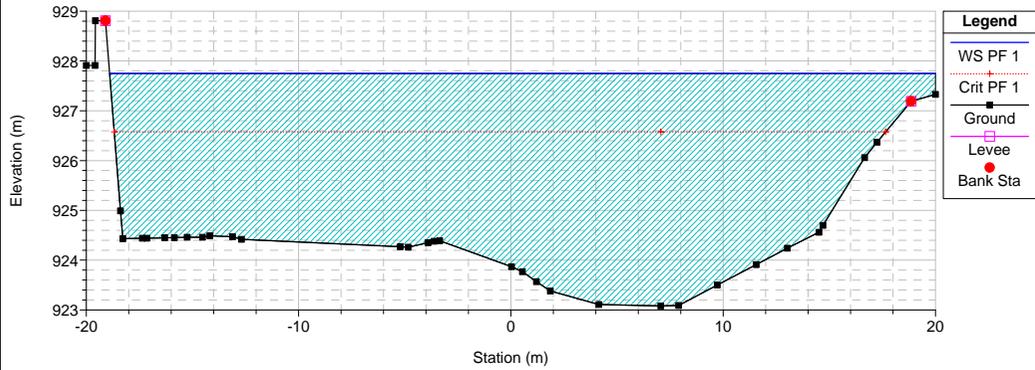
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 1 S18



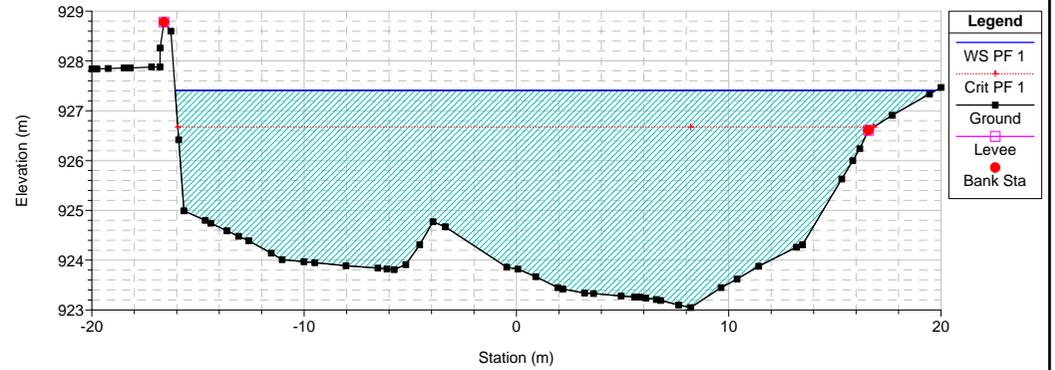
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 18 SC1



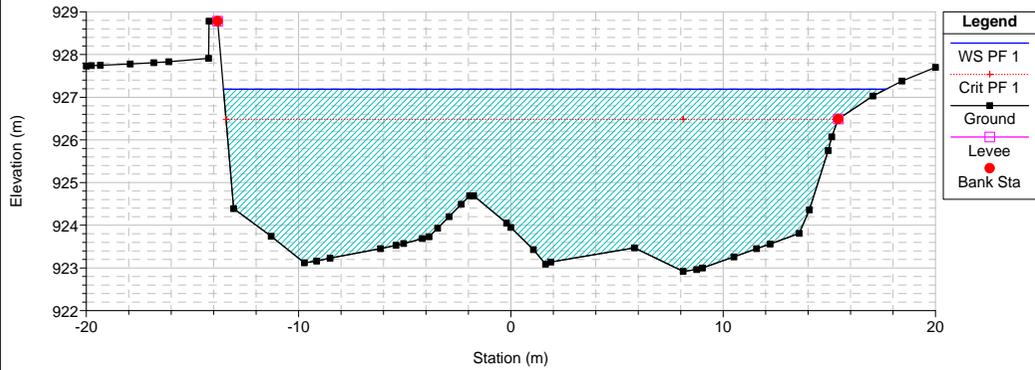
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 17 SC2



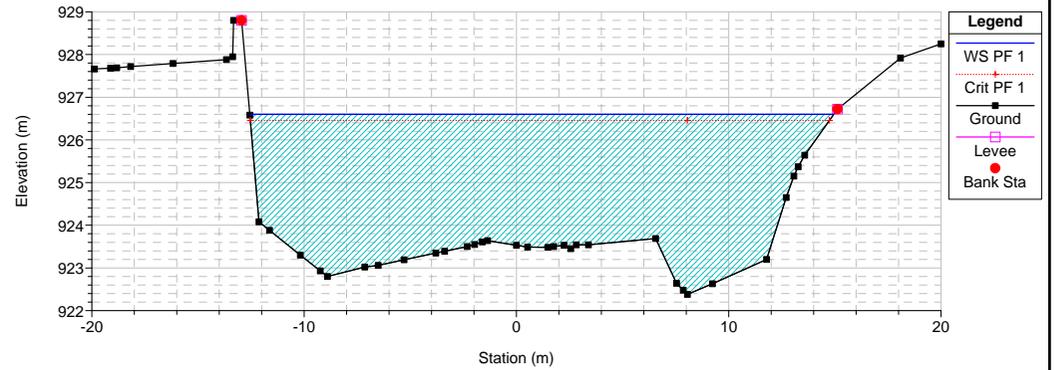
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 16 SC3



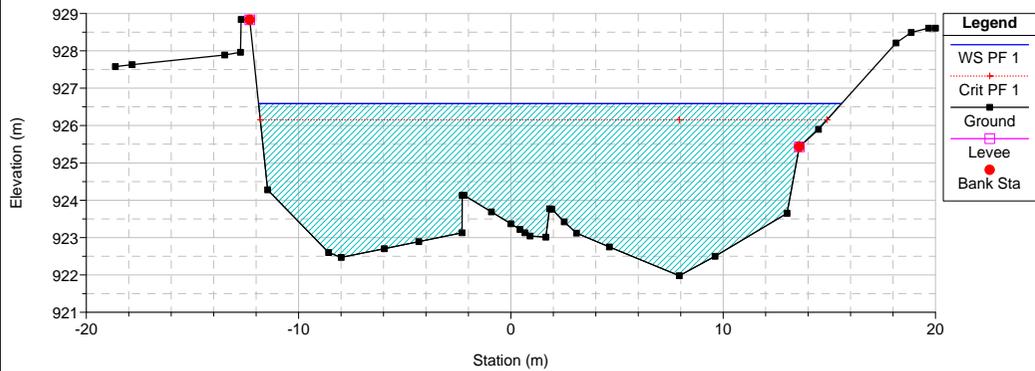
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 15 SC4



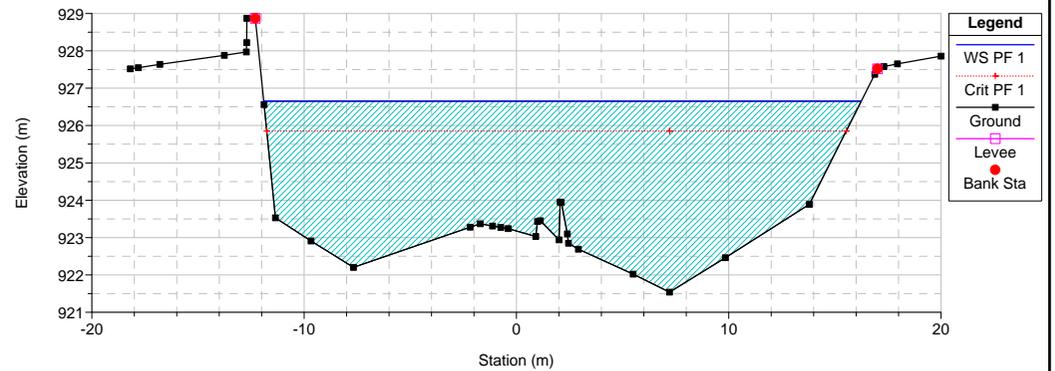
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 14 SC5



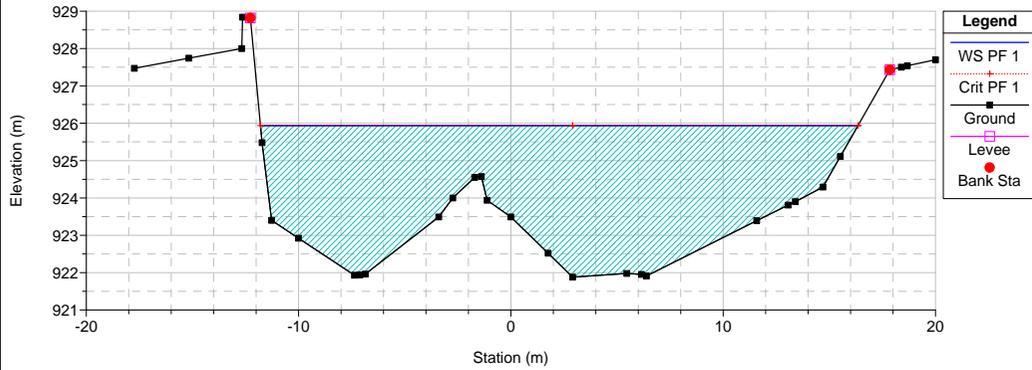
Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 13 SC6



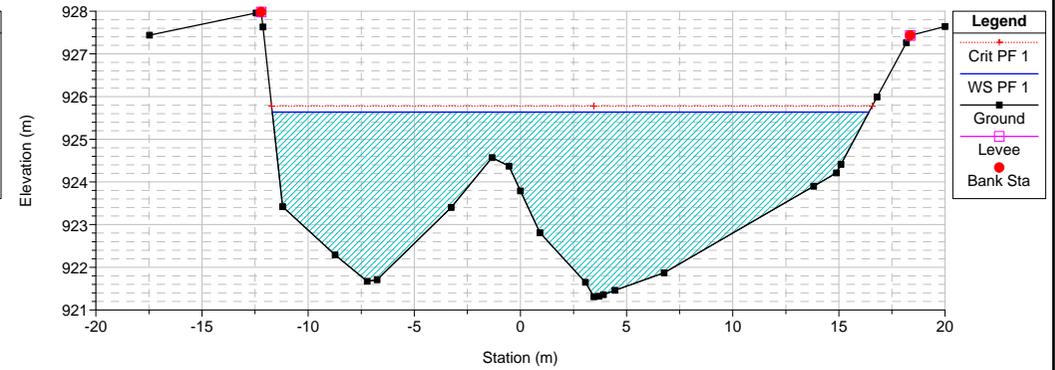
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 12 SC7



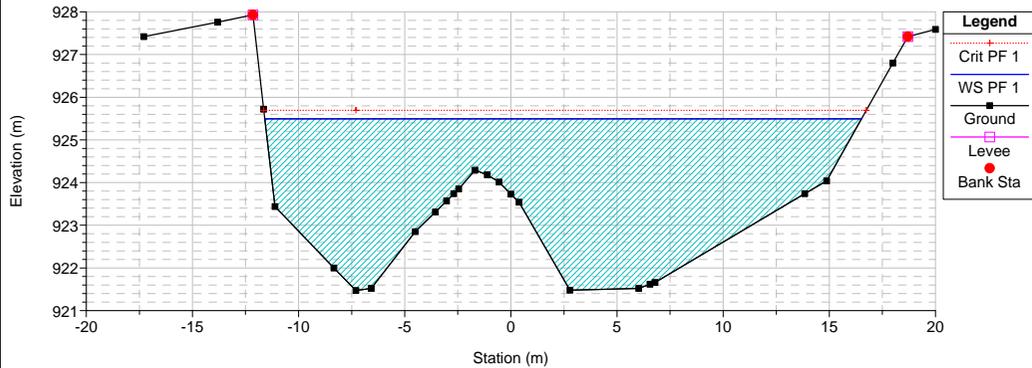
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 11 SC8



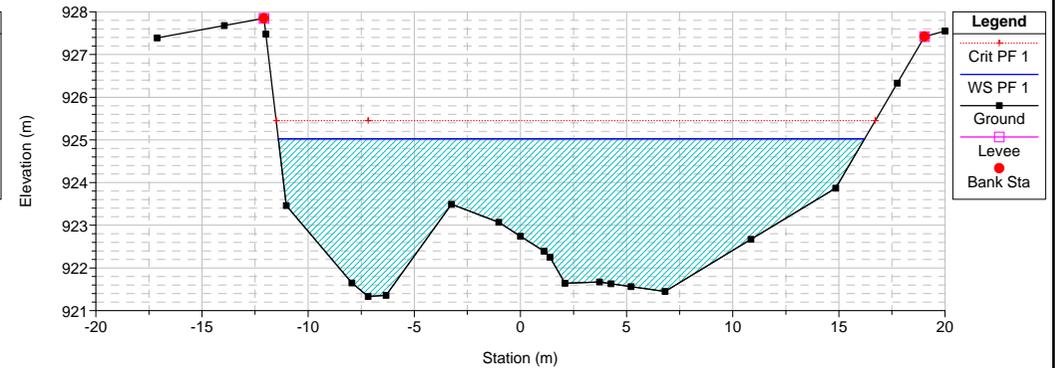
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 10 SC9



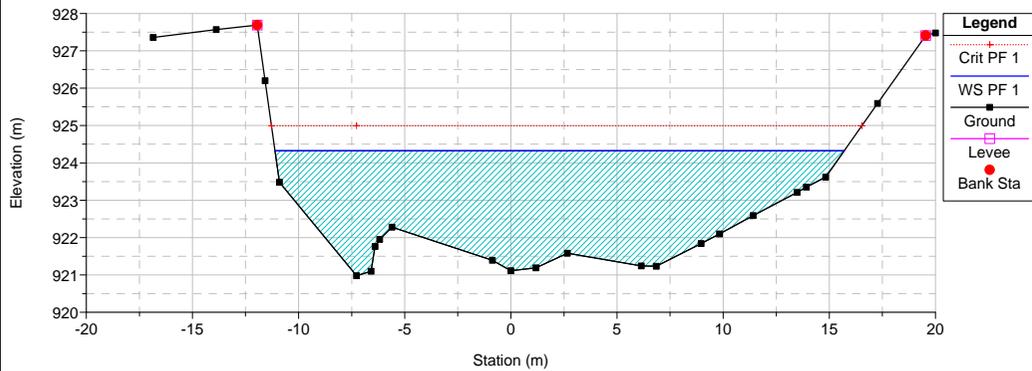
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 9 SC10



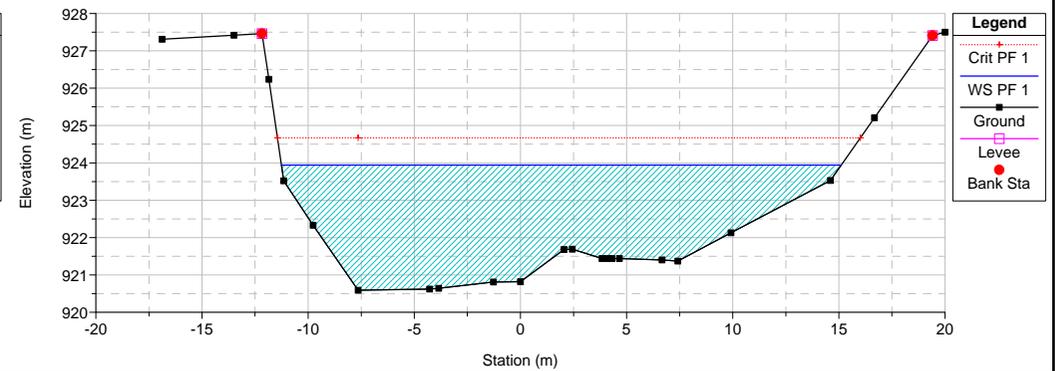
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 8 SC11



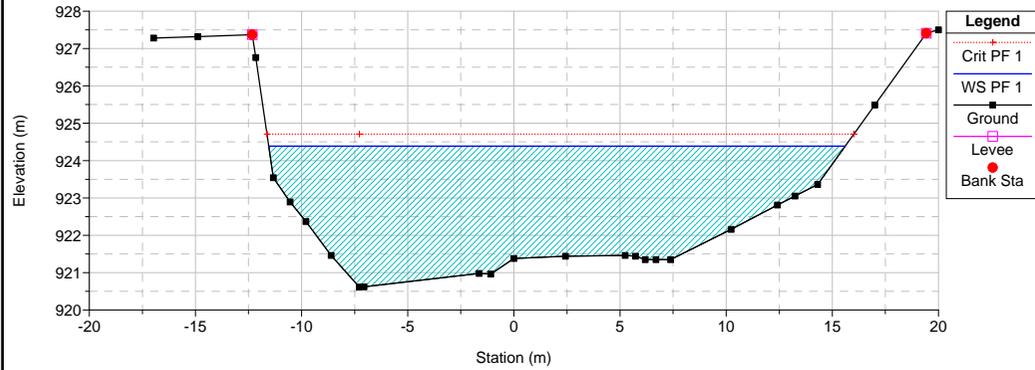
### Rassa-confluenza Sorba-Grona

Geom: confluenza Sorba-Grona-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 7 S12



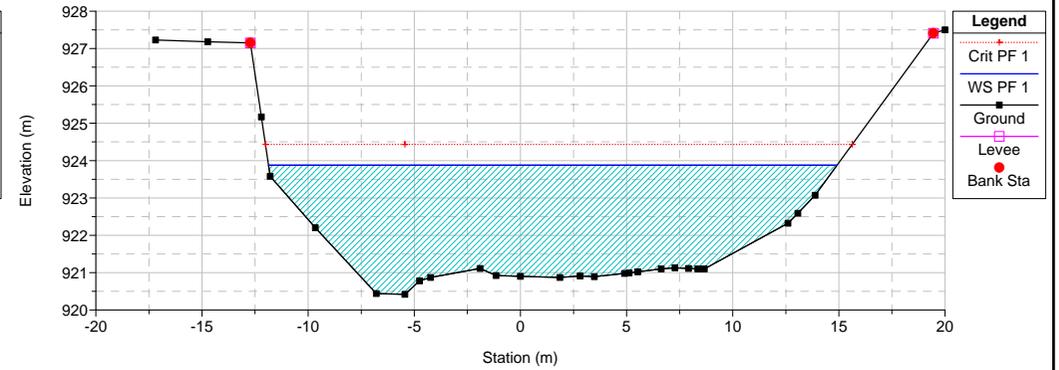
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 6 S13



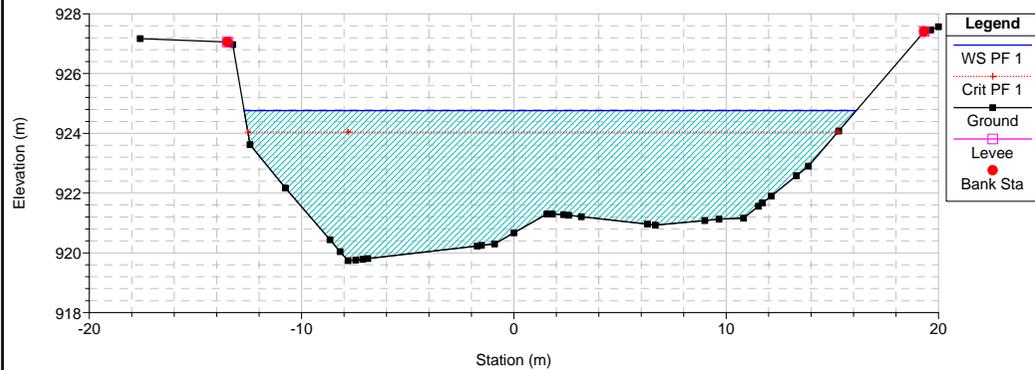
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 5 S14



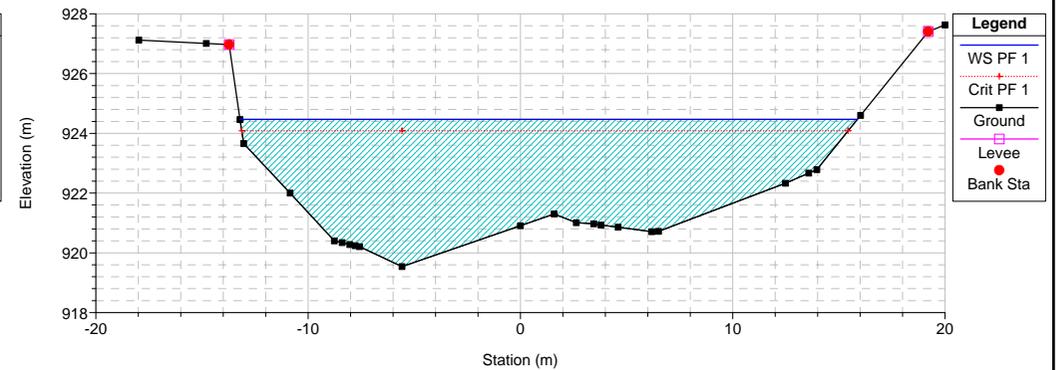
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 4 S15



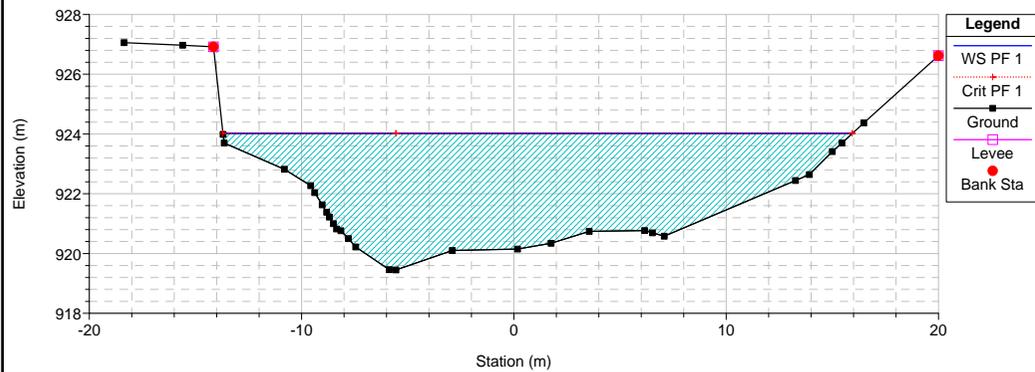
### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 3 S16



### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 2 S17



### Rassa-confluenza Sorba-Gronda

Geom: confluenza Sorba-Gronda-TR200-esistente Flow: TR200-contributo bacino+trasporto solido  
RS = 1 S18

