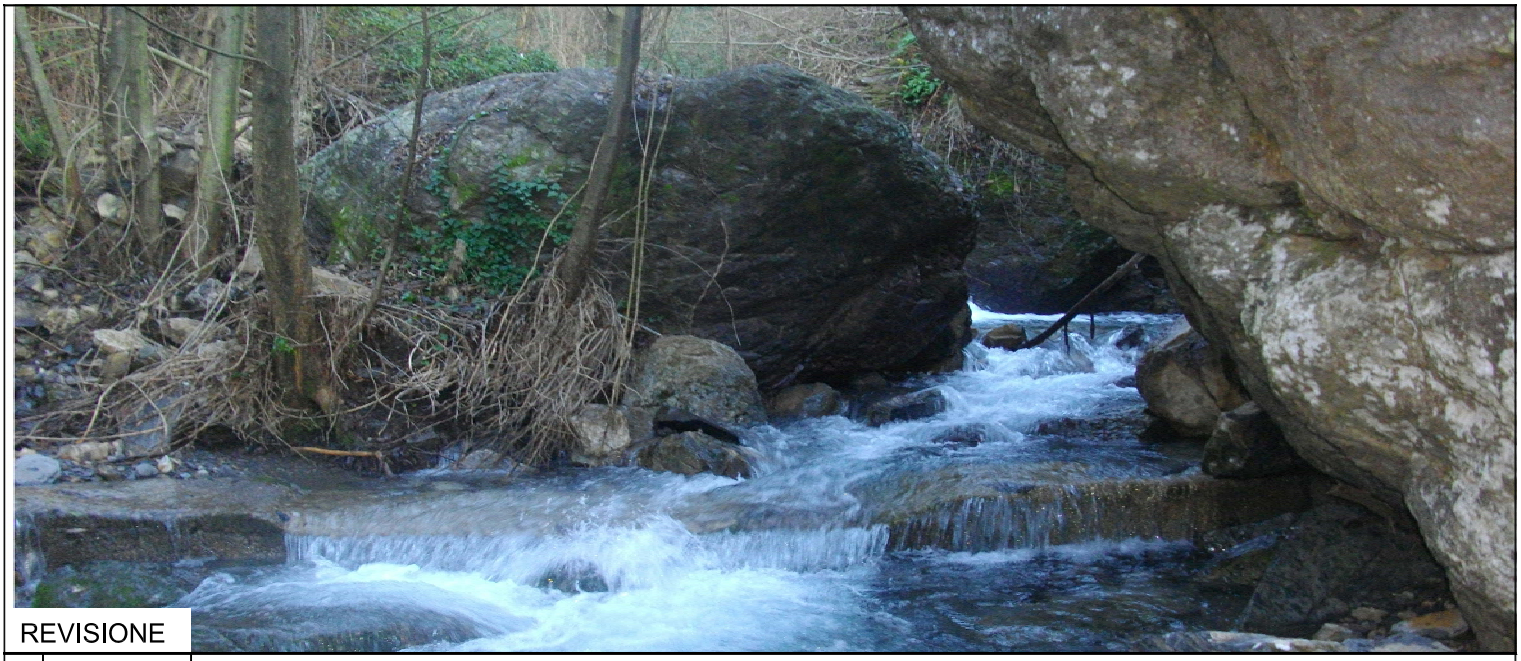


REVISIONE	DATA	NOTE
REV.1	2016-05	INTEGRAZIONI PROCEDURA SCREENING

NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "**STATALE**" SUL RIO STATALE

CITTA METROPOLITANA DI GENOVA
COMUNE DI NE

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:

ENERGIAVERDE S.r.l.

VIA VITTORIO VENETO 11 - 15076 OVADA (ALESSANDRIA)

N.

18

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA CON VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO

PROGETTAZIONE:

OVADAPROGETTI s.a.s.

ing. SERGIO COLOMBO
VIA VITTORIO VENETO 11 - 15076 OVADA (ALESSANDRIA)
tel/fax +39-0143-81293 - email sergio.colombo@ovadaprogetti.it

ORDINE INGEGNERI PROV. ALESSANDRIA
SETTORI CIVILE-AMB. INDUSTR. INFORM.
COLOMBO SERGIO
INGEGNERE
N° A-1879
SEZIONE A

MAGGIO 2016

QUESTO DOCUMENTO E' DI PROPRIETA' DELLA SOCIETA' OVADAPROGETTI s.a.s. - OGNI RIPRODUZIONE DEVE ESSERE ESPRESSAMENTE AUTORIZZATA

COMUNE DI NE
(PROVINCIA DI GENOVA)

IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "RIO STATALE" SUL RIO STATALE

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA CON VERIFICA DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO

INDICE

1. PREMESSA 2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 4
3. COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI BACINO (AMBITO 16) 5
4. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 14
5. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO 17
5.1 OPERE DI PRESA 17
5.2 VASCA DISSABBIATRICE E VASCA DI CARICO 18
5.3 PASSAGGIO DI RISALITA FAUNA ITTICA 19
5.4 CONDOTTA DI DERIVAZIONE 19
5.5 FABBRICATO DI CENTRALE 20
5.6 CANALE DI SCARICO 21
6. CARATTERISTICHE DEL BACINO INBRIFERO 21
7. EVENTI ALLUVIONALI STORICI 24
8. PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO 28
9. MODALITÁ DI DEFLUSSO IN PIENA 32
9.1 METODO DI CALCOLO 32
9.2 OPERA DI PRESA RIO STATALE 34
9.2.1 CONDIZIONI AL CONTORNO E COEFFICIENTI DI SCABREZZA 34
9.2.2 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO 36
9.2.3 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO ATTUALE 38
9.2.4 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO DI PROGETTO 52
9.3 OPERA DI PRESA RIO FOPPO 67
9.3.1 CONDIZIONI AL CONTORNO E COEFFICIENTI DI SCABREZZA 67
9.3.2 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO 69
9.3.3 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO ATTUALE 71
9.3.4 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO DI PROGETTO 83
9.4 FABBRICATO DI CENTRALE 95
9.4.1 CONDIZIONI AL CONTORNO E COEFFICIENTI DI SCABREZZA 95
9.4.2 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO 98
9.4.3 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO ATTUALE 98
9.4.4 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO DI PROGETTO 107
10. CONCLUSIONI 117

1. PREMESSA

La presente Relazione di Compatibilità Idraulica è relativa al progetto di realizzazione di un nuovo impianto idroelettrico, denominato "rio Statale", sull'omonimo torrente, localizzato nel comune di Ne in provincia di Genova.

Tale progetto prevede di derivare le acque superficiali del rio Statale e del rio Foppo, suo affluente, in comune di Ne, mediante la realizzazione di due piccoli manufatti di presa, ubicati appena a monte della confluenza dei due corsi d'acqua, e la realizzazione di un nuovo fabbricato di centrale ubicato immediatamente a monte del ponte della Strada Provinciale Reppia-Carasco.

L'acqua derivata all'opera di presa verrà convogliata al fabbricato di centrale mediante una condotta forzata di lunghezza 2.390 metri circa, completamente interrata, per la maggior parte del tracciato (1.765 m) al di sotto della strada comunale Cassagna -Statale e per la restante parte in aree private (365 m) e a bordo alveo (260 m). Dopo essere stata turbinata l'acqua verrà restituita al rio Statale appena a monte della confluenza col torrente Reppia, con le medesime caratteristiche chimico fisiche possedute all'opera di presa prima della captazione.

Il salto idraulico sfruttato è di circa 299 m.

All'interno del fabbricato di centrale avverrà la trasformazione dell'energia potenziale dell'acqua ad energia meccanica ed elettrica mediante un gruppo turbina Pelton e generatore elettrico.

Uno schema sommario delle opere previste viene riportato nel seguente elenco:

- opera di presa del rio Statale, a quota 554,90 m s.l.m, 100 m circa a monte della confluenza con il rio Foppo, in corrispondenza di una soglia esistente, e relativa vasca dissabbiatrice e di carico immediatamente a valle del manufatto di captazione
- opera di presa del rio Foppo, a quota 561,91 m s.l.m., 100 m circa a monte della confluenza con il rio Statale, in corrispondenza della briglia esistente, e relativa vasca dissabbiatrice e di carico immediatamente a valle del manufatto di captazione
- condotta forzata metallica interrata di diametro 450 mm, dalla vasca di carico del rio Statale al fabbricato di centrale, di lunghezza 2.390 m circa
- fabbricato di centrale ubicato 30 metri circa a monte del ponte sulla Strada Provinciale Reppia-Carasco, il più possibile interrato nel versante, ad una distanza superiore a 10 metri dal rio Statale.
- condotta di scarico nel canale di adduzione in disuso per restituzione delle acque nel rio Statale.

Il progetto in esame prevede la produzione di 1.235.000 kWh/anno circa di energia elettrica, in grado di soddisfare mediamente i consumi energetici di circa 500 famiglie.

I principali dati tecnici dell'impianto idroelettrico proposto sono:

- salto idraulico lordo 299 m circa
- portata massima dell'impianto 0,230 m^3/s
- portata media annua derivabile 0,057 m^3/s
- massima potenza effettiva 554 kW

Con riferimento alle leggi 9/91 e 10/91 relative al Piano Energetico e relative Norme di attuazione, l'**opera in oggetto costituisce un'opera di pubblico interesse e di pubblica utilità ai sensi del comma 4, art. 1 della Legge 10/91**, che cita: *"l'utilizzazione delle fonti di energia rinnovabile, tra cui l'idroelettrica, è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità, e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche"*, **ed ai sensi del decreto legislativo 29.12.2003 n° 387**, che, all'art. 12, comma 1, cita: *le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti*.

La Legge Regionale 16 del 2008 "Disciplina dell'attività edilizia", all'art. 29 dettaglia le modalità per l'Autorizzazione unica di produzione di energia alimentati da fonti rinnovabili. Ai sensi del comma 12 "*il provvedimento finale a conclusione della conferenza dei servizi comporta* […] *l'approvazione delle varianti alla vigente disciplina urbanistico-edilizia e territoriale"* (lettera b) *ed il rilascio di ogni altra autorizzazione, concessione, approvazione, parere e nulla osta necessari alla realizzazione ed all'esercizio delle infrastrutture energetiche"*. Inoltre ai sensi del comma 14 *"gli impianti sono da considerarsi ammissibili sotto il profilo urbanistico nelle zone classificate agricole".*

Si evidenzia che la costruzione del nuovo impianto idroelettrico ***costituisce un'opera di pubblica utilità, indifferibile ed urgente, ai sensi del D. Lgs 387/2003, art. 12, comma 1***, in quanto trattasi di un impianto per la produzione di energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili.

La presente relazione riporta i risultati dello studio idraulico effettuato al fine di valutare la compatibilità idraulica delle opere in progetto e le loro possibili interferenze, ed è stata redatta in conformità all'*allegato 3 – Indirizzi tecnici per la redazione di studi idraulici* delle **Norme di Attuazione dei piani di bacino stralcio per la tutela dal rischio idraulico – ambito regionale 16 ,** approvate con D.G.P. n. 171 del 22/11/2011 e successive modifiche.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Al fine di verificare la compatibilità idraulica delle opere in progetto con il deflusso delle portate di piena di riferimento, la presente *Relazione Idrologica e Idraulica* contiene il calcolo della portata di piena in corrispondenza delle opere in progetto, e la verifica idraulica in moto permanente in corrispondenza delle stesse, sia nelle condizioni di stato attuale dei luoghi che in quello di stato di progetto.

Per la definizione dei criteri di valutazione si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle seguenti documentazioni:

- **PIANI DI BACINO STRALCIO per la tutela dal rischio idrogeologico - ambito regionale di bacino 16**.
- Il Piano di Bacino è stata approvato in data 29 gennaio 2003 con DCP n.3 e successive modifiche fino alla Deliberazione del Commissario Straordinario con i poteri della Giunta Provinciale n. 124 del 22 settembre 2014.

  Esso è stato sviluppato utilizzando i dati forniti dall'Amministrazione Provinciale di Genova relativi agli studi propedeutici ai piani di bacino stralcio redatti da personale interno dell'Ente al fine di individuare le caratteristiche idrauliche e geologiche di base del territorio in esame ed arrivare ad una valutazione del rischio idraulico e geomorfologico.

- **Regolamento regionale n°3 del 14 luglio 2011 (regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua);**

  Tale regolamento all'art.5 disciplina gli interventi nelle fasce di inedificabilità assoluta, ammettendo in tali aree la posa in opera di tubi o condotte di servizio (lettera e) e la realizzazione di impianti tecnologici o similari.

- **Linee guida per l'autorizzazione, la valutazione ambientale, la realizzazione e la gestione degli impianti per lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili in recepimento delle Linee Guida Nazionali di cui al D.M. 10 settembre 2010, approvate con delibera 1122/2012.**

  Tali linee guida contengono i criteri di ammissibilità territoriale, paesistica e ambientale, e i contenuti progettuali necessari per lo svolgimento delle prescritte valutazioni ambientali e di livello autorizzativo, a recepimento delle Linee Guida Nazionali di cui al DM 10 settembre 2010.

Per quanto riguarda lo studio di compatibilità delle opere in progetto con le aree di dissesto si rimanda alla Relazione Geologica e Geomorfologica.

3. COMPATIBILITÀ CON IL PIANO DI BACINO (AMBITO 16)

Il Piano di bacino per l'ambito regionale di bacino n. 16 è stato redatto quale piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico in adempimento all'art.1, comma1, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, nella legge 3 agosto 1998 n 267 e costituisce parte del piano di bacino stralcio per la difesa idrogeologica, nonché del piano di bacino completo, di cui alla legge 18 maggio 1989, n.183 e sue modificazioni ed integrazioni.

Il quadro di riferimento generale per la formazione del Piano di bacino è rappresentato dalle norme contenute nella Legge Quadro 18 maggio 1989, n. 183 e dalla Legge 4 dicembre 1993, n.493, che all'art.12 integra l'art. 17 della L. 183/89 con il comma 6 ter che introduce la possibilità di redigere ed approvare i piani di bacino anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali.

Per gli aspetti connessi alla pianificazione di bacino regionale si deve far riferimento alla legge regionale 28 gennaio 1993, n.9, che in sostanza recepisce la L. 183/89, regionalizzandone i contenuti e istituendo l'Autorità di Bacino Regionale. Le procedure di approvazione dei piani di bacino sono state in parte modificate dalla legge regionale 21 giugno 1999, n.18.

Un ulteriore impulso alla pianificazione di bacino è stato fornito dal Decreto Legge 11 giugno 1998 n.180, finalizzato ad accelerare gli adempimenti contenuti nella L. 183/89, soprattutto in merito all'individuazione ed alla perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (inteso come inondazione e frana).

Il territorio preso in considerazione in questo studio di piano comprende i seguenti bacini: Entella-Sturla, Graveglia, Rupinaro ed aree scolanti ovest, aree scolanti Est (comprende le aree scolanti tra Entella ed Ambito 17" ed i corpi idrici principali sono costituiti dal Rio Fravega ed il Rio Barassi).

L'area in esame rientra nel bacino del torrente Graveglia di cui il rio Statale ed il rio Foppo sono affluenti di testata.

Come si può dedurre dall'estratto della Carta della "Suscettività ai dissesti" (franosità, movimenti gravitativi) riportata di seguito, l'area d'intervento è perimetrata, rispettivamente, in zona a rischio da lieve o trascurabile (R0) a moderato (R1), con suscettività al dissesto da molto bassa (Pg0), come nel caso del sedime d'imposta del fabbricato di centrale, ad elevata (Pg3b), come per parte della condotta di derivazione, passando per una suscettività media (Pg2) (opere di presa e parte del tracciato della condotta) e bassa (Pg1) (parte del tracciato della condotta).

Si precisa, in riferimento a quanto sopra riportato, che con "Pg3b", in particolare, vengono indicate aree prive, al momento, di movimenti gravitativi attivi e quiescenti, in cui sono presenti indicatori indiretti di elevata suscettività, valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo. Sono comprese in tali aree le frane stabilizzate e relitte

(paleofrane) e le zone a franosità diffusa inattive (Art. 12/Comma 2/Num. 2/punto 2.2 delle Norme di Attuazione del PdB – Ambito 16).

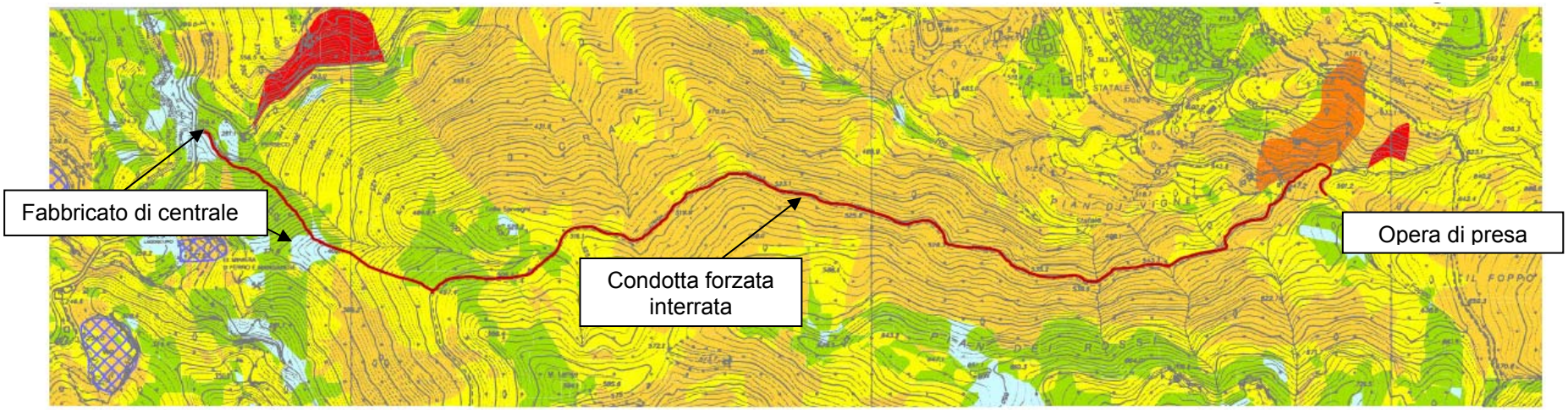
Nelle aree individuate come Pg3b nella "Carta della suscettività al dissesto", è consentita anche la nuova edificazione e l'esecuzione di opere infrastrutturali purché tali interventi siano previsti dallo strumento urbanistico comunale adeguato al Piano di Bacino (Art. 16/Comma 3 ter delle Norme di Attuazione del PdB – Ambito 16), o comunque, a fronte del parere vincolante della Provincia espresso sulla base di un esame di maggior dettaglio presentato dal Comune.

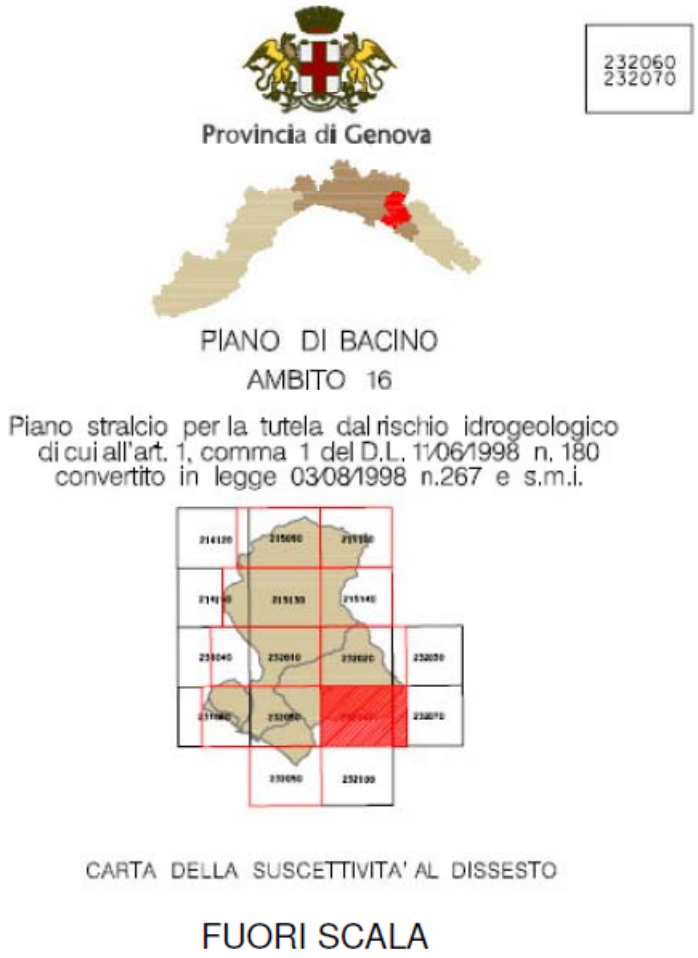
Le indagine svolte a corredo del progetto definitivo volta a definire gli elementi che determinano il livello di pericolosità e ad individuare le modalità tecnico-esecutive dell'intervento, attesta che la realizzazione delle opere in progetto non aggraverà le condizioni di stabilità del versante e non arrecherà modifiche di carattere negativo alla regimazione delle acque ed alla copertura vegetale.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione Geologica e Geomorfologica redatta dal Dott. Geol. Stefano Bruzzone.

In merito alle fasce fluviali dall'estratto della "Carta delle fasce fluviali" riportato di seguito si desume che nell'area di intervento non è presente la loro perimetrazione.

CARTA DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO





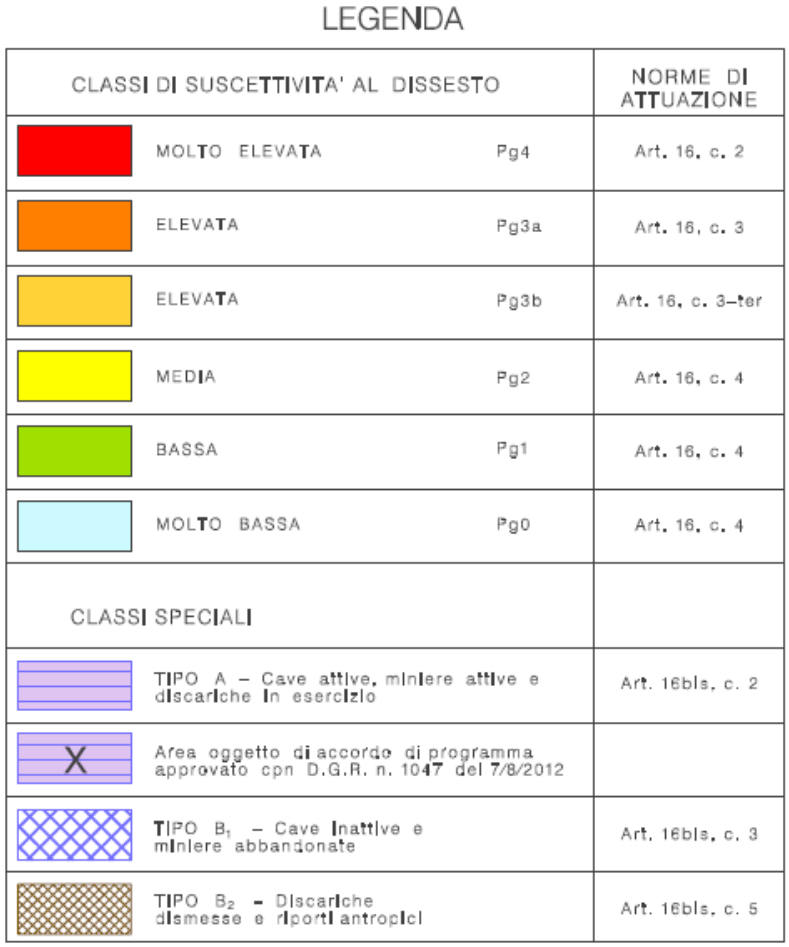
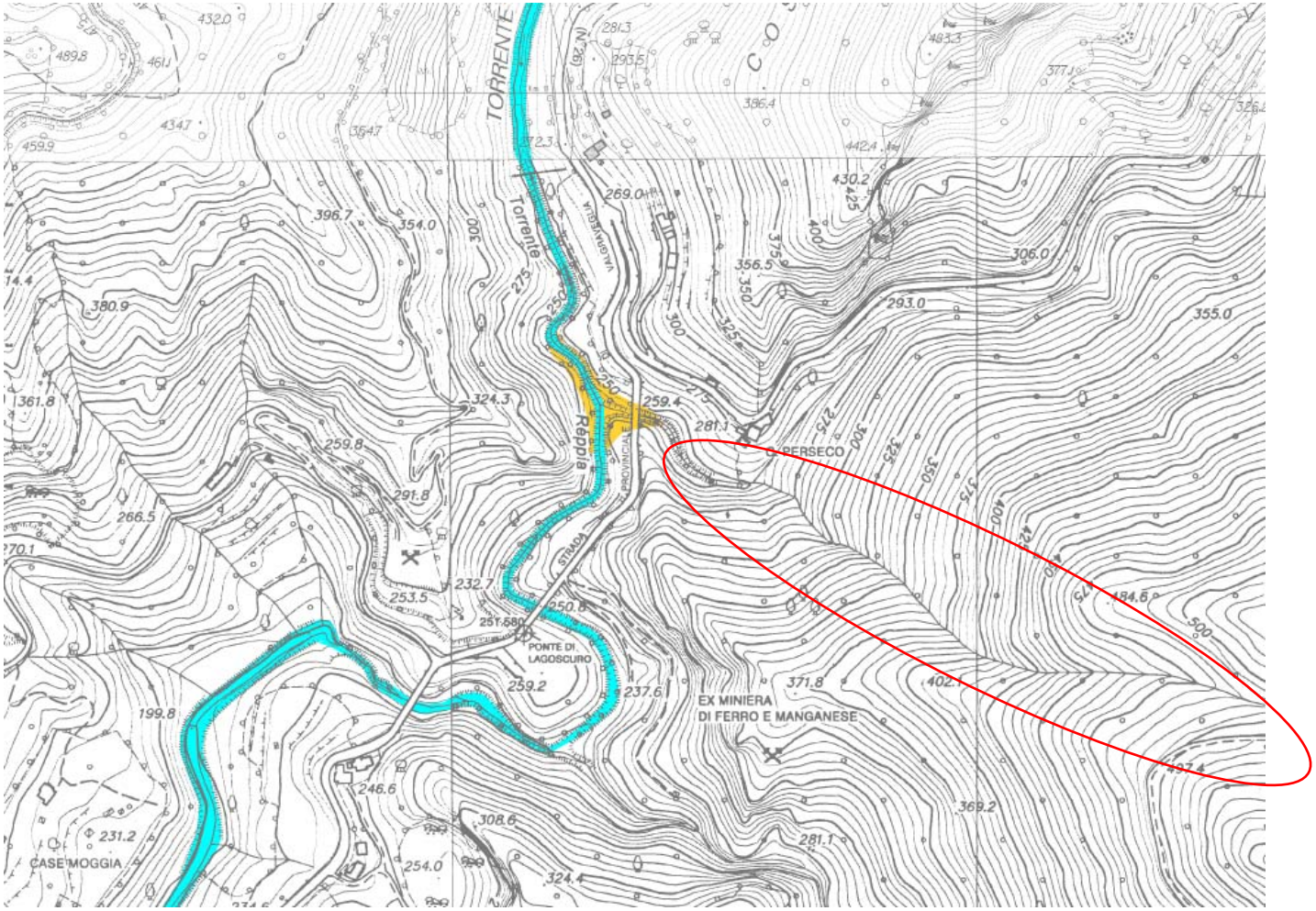


Figura 1: Estratto della carta della suscettività al dissesto del Piano di bacino Ambito 16

CARTA DELLE FASCE FLUVIALI



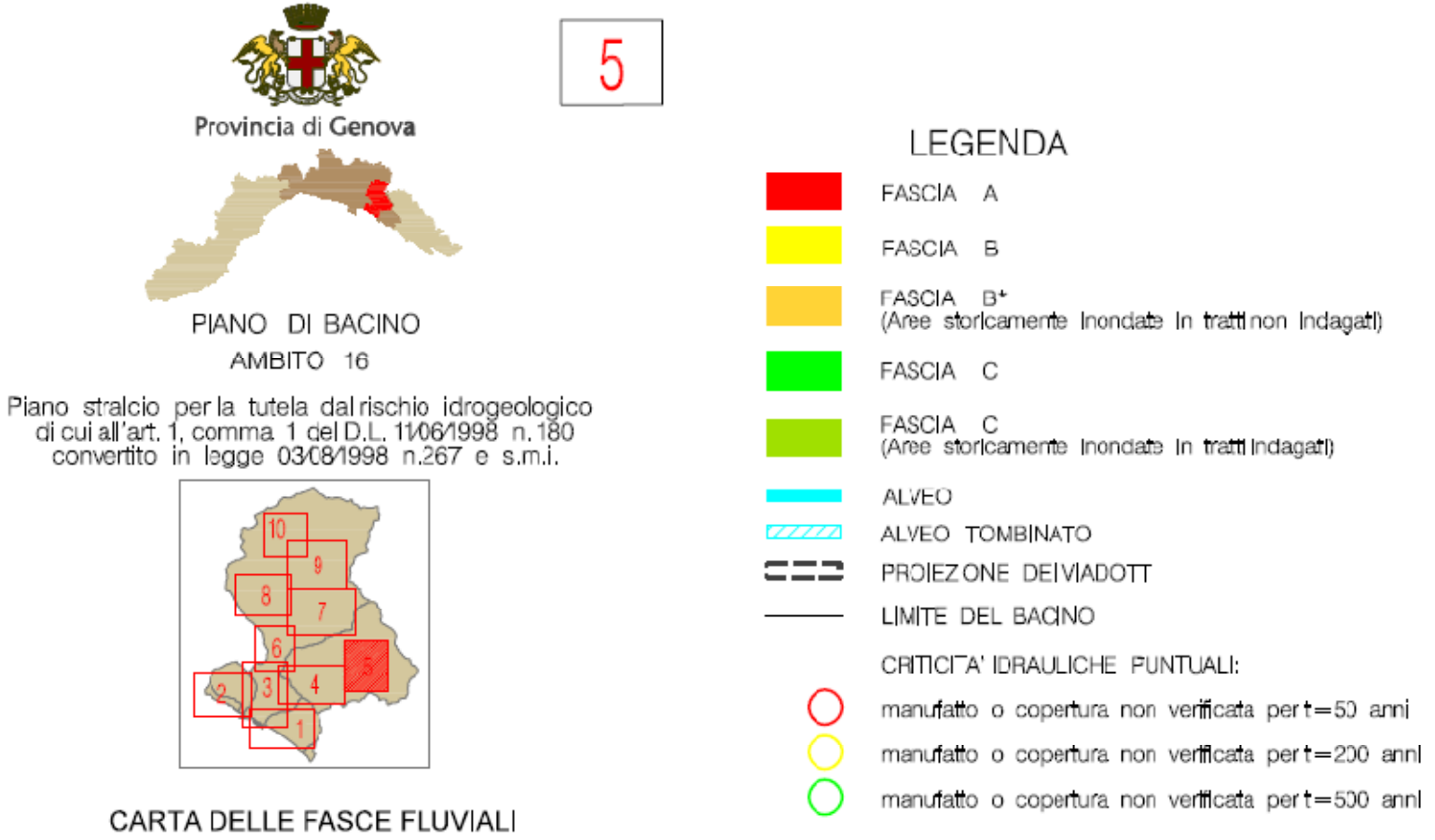


Figura 2: Carta delle fasce fluviali

CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO



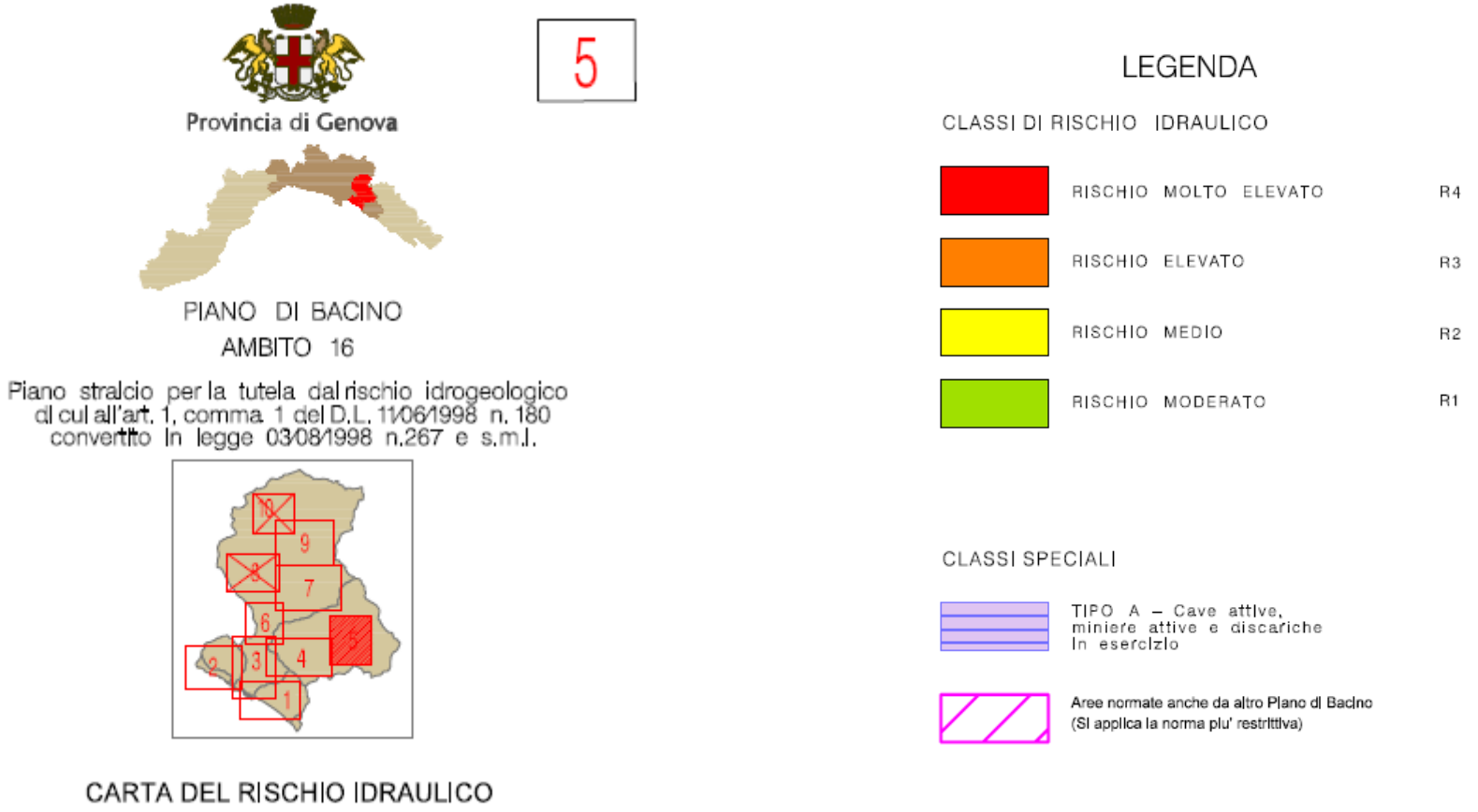


Figura 3: Carta del rischio idraulico

CARTA DEL RISCHIO GEOLOGICO

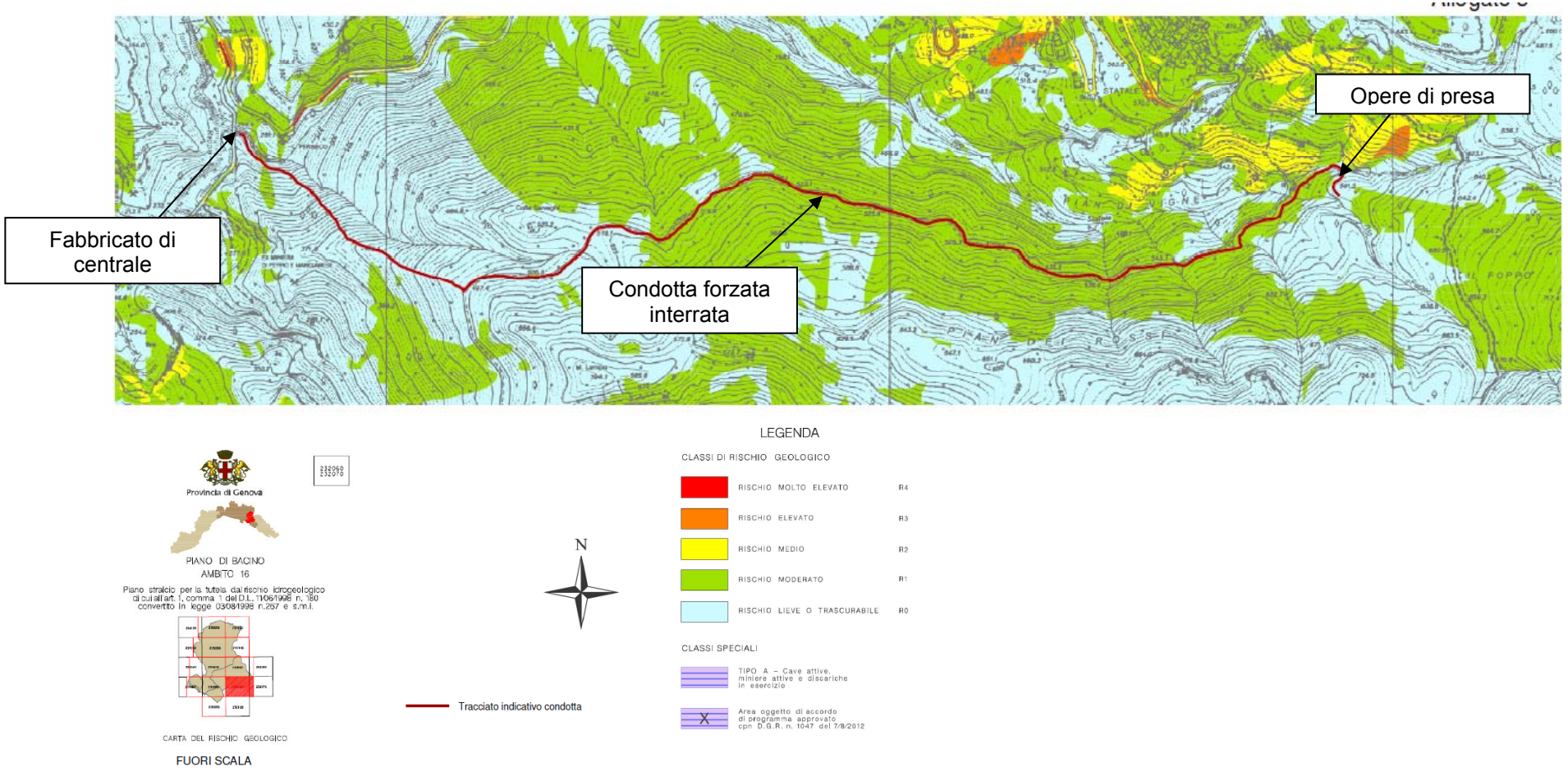


Figura 4: Carta del rischio geologico

4. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto idroelettrico che sfrutta le acque del rio Statale e del suo affluente il rio Foppo, in prossimità della confluenza dei due corsi d'acqua, ubicata pochi metri a valle del ponte della strada comunale Statale-Cassagna.

Sul rio Statale, e sul rio Foppo sono presenti due briglie di proprietà della cooperativa agricola di Statale Srl, che si prevedono di utilizzare per le derivazioni in progetto, previo accordo di couso con i proprietari.

La briglia sul rio Statale si trova 100 metri circa a monte della confluenza con il rio Foppo. Essa è realizzata in calcestruzzo, è ancorata sia in destra che in sinistra al versante in roccia e si trova in un buono stato di conservazione. Tale manufatto presenta una gaveta centrale, di larghezza 2 metri circa, ribassata di circa 0,25 m, rispetto alle due ali laterali, ha una larghezza totale di circa 5,5 metri ed un'altezza di 0,40 m circa. Il tratto del rio Statale a valle della briglia, è caratterizzato dalla presenza di alcune rapide.



Figura 5: Briglia esistente sul rio Statale che si intende utilizzare. Si nota la presenza della gaveta centrale ribassata (vista da valle verso monte).

La briglia sul rio Foppo, ubicata poco a monte della confluenza con il rio Statale, è realizzata in calcestruzzo, presenta una gaveta centrale e si trova in un buono stato di conservazione.

L'area delle due opere di presa è accessibile dalla strada comunale Statale-Cassagna, mediante due sentieri esistenti che risalgono i corsi d'acqua.

Il rio Foppo appena a monte della confluenza, presenta caratteristiche tipicamente torrentizie, con alveo stretto ed incassato, e la presenza di salti naturali.

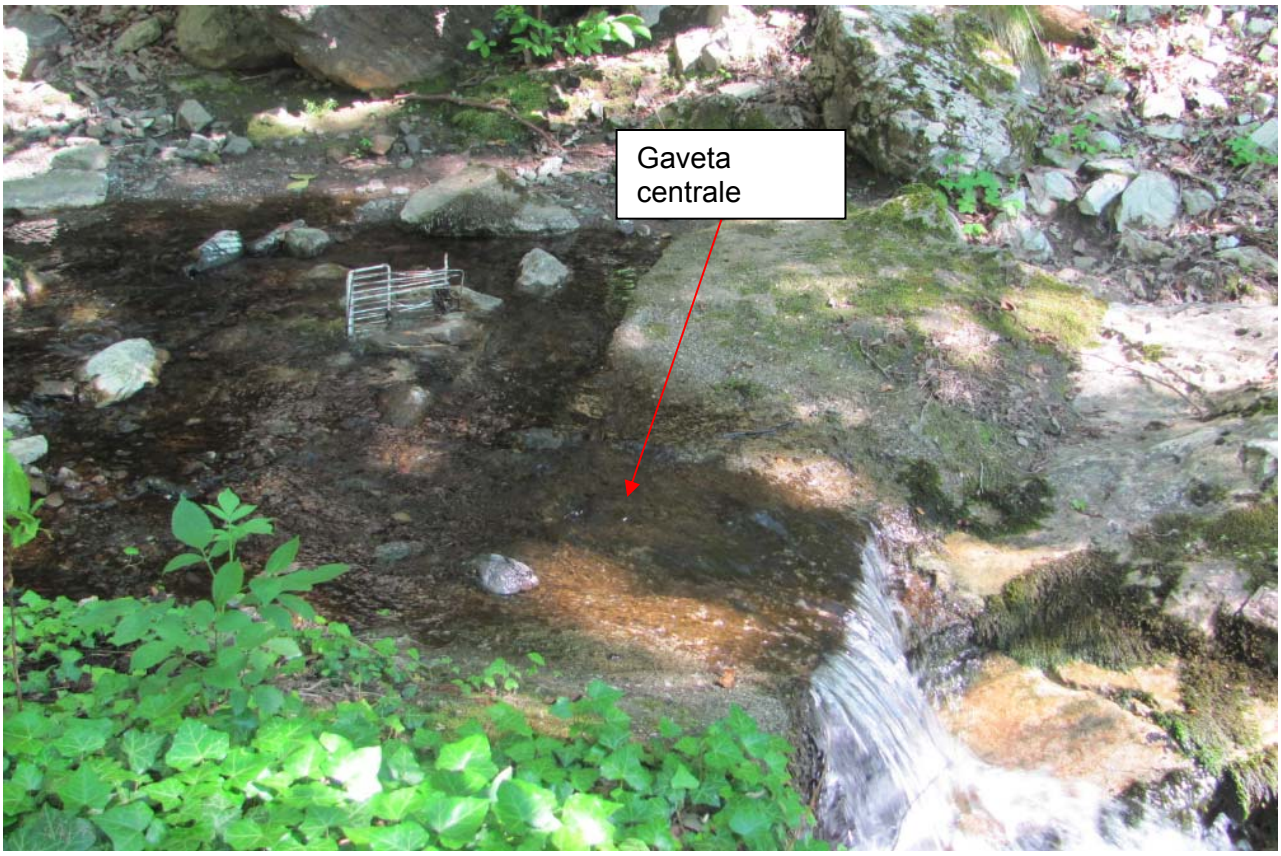
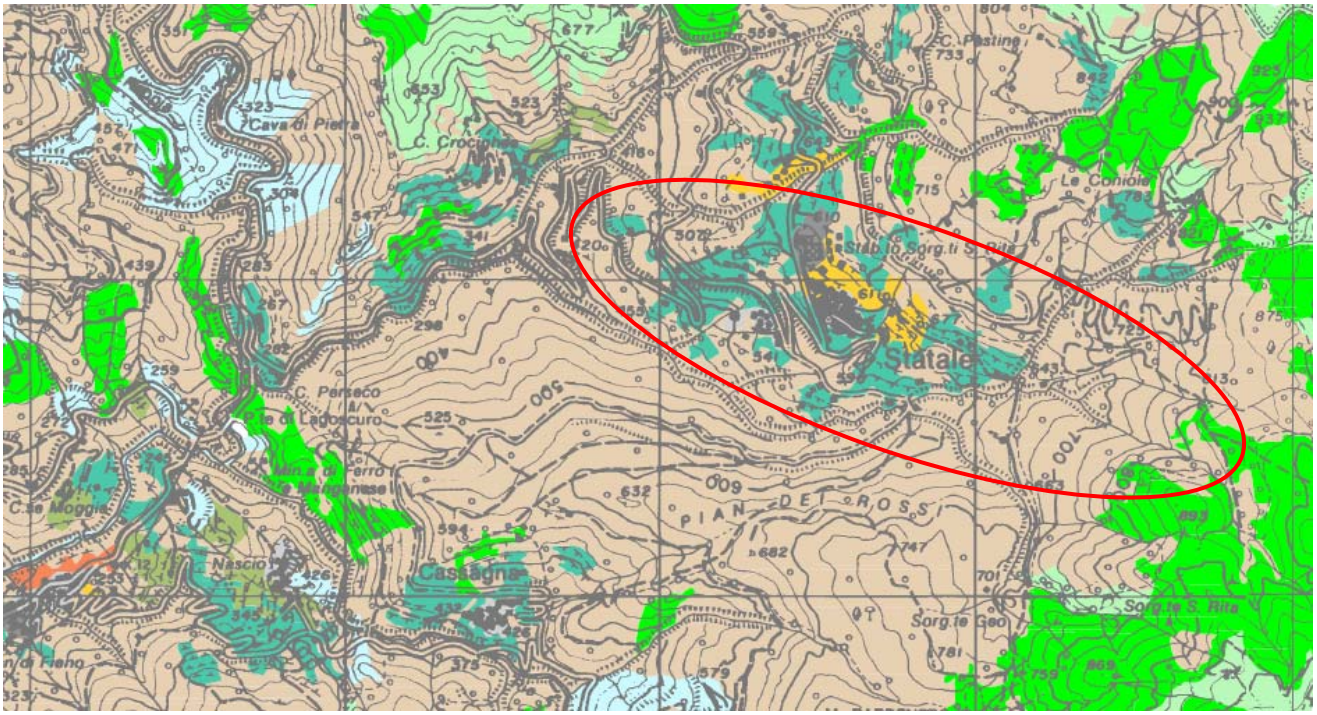


Figura 6: Briglia esistente sul rio Foppo, a monte della confluenza nel rio Statale, che si intende utilizzare. Si nota la presenza della gaveta centrale ribassata.

Il rio Statale ed il rio Foppo, suo affluente di sinistra, nascono nell'entroterra della Liguria orientale, in provincia di Genova. Tali corsi d'acqua appartengono al bacino idrografico del fiume Entella di cui sono affluenti, di secondo ordine il rio Statale e di terzo ordine il rio Foppo.

Essi presentano proprietà tipicamente torrentizie, ovvero sono caratterizzati da pendenze significative e portate limitate con andamento molto influenzato dalle precipitazioni stagionali.



LEGENDA

Simbolo	Tipo		Descrizione
1	Residenziale	1.1	Zone Urbanizzate
2	Industriale	1.2	Zone industriali Commerciali e reti di comunicazione
		1.3.2	Discariche
3	Servizio Urbano	1.4	Zone Verdi Artificiali non Agricole
4	Vegetazione Arborea	3.2	Zone Boscate
5	Vegetazione Arbustiva	2.5	Ex Coltivi
		3.3	Zone Caratterizzate da Vegetazione Arbustiva
6	Vegetazione Erbacee	2.3	Prati e Pascoli
		3.1	Praterie
7	Colture Speciali	2.2	Colture Permanenti Arboree
		2.2.2	Frutteti
8	Oliveto	2.2.3	Oliveti
9	Vigneto	2.2.1	Vigneti
10	Seminativo	2.1	Seminativi
		2.4	Zone Agricole Eterogenee
11	Area non Vegetata	3.4	Zone con Vegetazione rada o assente
		5.1	Corsi d'acqua, canali largh. minima alveo m 10
		1.3.1	aree estrattive
	Aree appartenenti al bacino esterne ai confini provinciali e/o regionali		

1.4.1. Aree verdi urbane
1.4.2. Aree sportive e ricreative
2.1. Seminativi
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue
2.1.2. Seminativi in aree irrigue
2.1.2.1. Seminativi, vival, colture ortofloricole in piena aria
2.1.2.2. Seminativi, vival, colture ortofloricole in serra
2.2. Colture permanenti arboree
2.2.1. Vigneti (a); vigneti terrazzati (b)
2.2.2. Frutteti (a); frutteti terrazzati (b)
2.2.3. Oliveti (a); oliveti terrazzati (b)
2.3. Prati e pascoli
2.4. Zone agricole eterogenee
2.5. Ex coltivi (a); ex coltivi terrazzati (b)
3.1. Praterie
3.2. Zone boscate
3.3. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva (a); zone caratterizzate da vegetazione arbustiva terrazzate (b)
3.4. Zone con vegetazione rada o assente
3.4.1. Spiagge, dune
3.4.2. Rocce nude
3.4.3. Aree con vegetazione rada
3.4.4. Aree incendi recenti inf. 2 anni
4.1. Zone umide interne

Figura 7: Estratto della carta di uso del suolo provincia di Genova

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto in esame prevede la captazione di parte delle acque del rio Statale e del rio Foppo, suo affluente, appena a monte della confluenza dei due corsi d'acqua, ed il rilascio completo delle stesse appena a monte della confluenza col torrente Reppia, con le medesime caratteristiche chimico fisiche possedute all'opera di presa prima della captazione. Il salto idraulico netto che verrebbe sfruttato è pari a 299 m circa.

Lo sfruttamento di una soglia esistente sul rio Statale consente di finalizzare a scopo idroelettrico il potenziale di una risorsa energetica altrimenti inutilizzata. L'area di intervento ricade interamente sul territorio del Comune di Ne.

I principali dati tecnici dell'impianto idroelettrico proposto sono:

- salto idraulico lordo: 299 m circa
- portata massima dell'impianto: 0,230 m^3/s (0,180 m^3/s sul rio Statale e 0,050 sul rio Foppo)
- portata media annua derivabile: 0,057 m^3/s (0,046 m^3/s sul rio Statale e 0,011 sul rio Foppo)
- produzione energetica media annua: 1.235.000 kWh

Si riporta nei sottocapitoli seguenti una descrizione di ciascuna parte costituente l'impianto.

5.1 OPERE DI PRESA

Al fine di limitare al massimo l'impatto ambientale delle opere di presa si prevede una captazione del tipo ad acqua fluente senza bacino di regolazione. L'opera di presa sul rio Statale è localizzata 100 m circa a monte della confluenza con il rio Foppo, in corrispondenza di una soglia esistente, in un tratto in cui l'alveo del rio Statale presenta una larghezza di alveo inciso pari a circa 3 m.

La captazione dell'acqua avverrà mediante la realizzazione di una trappola, costituita da un'apertura lungo la gaveta esistente ortogonalmente alla corrente, larga 2,5 metri, collegata mediante condotta di diametro 0,800 m alle vasche dissabbiatrici e di carico laterali, e chiusa superiormente da una serie di profilati metallici tra i quali l'acqua cade e viene captata.

Sulla parte orografica destra a lato della captazione, e separata da questa da un muretto, si la soglia del passaggio ittiofauna, posta alla quota 554,84 m s.l.m, 6 cm più bassa della soglia di captazione pari a 554,90 m s.l.m., in modo da far transitare sempre almeno la portata di funzionamento pari a 0,016 m^3/s (16 l/s), prima che avvenga la captazione in concessione. Da questa si origina il passaggio di risalita dell'ittiofauna in massi cementati.

L'opera di presa sul rio Foppo è localizzata 100 m circa a monte della confluenza con il rio Statale, in corrispondenza della briglia esistente, in un tratto in cui il rio presenta una larghezza di alveo inciso pari a circa 2,5 m.

La captazione dell'acqua avverrà mediante la realizzazione di una trappola, costituita da un'apertura lungo la soglia ortogonalmente alla corrente larga 1,5 metri e chiusa superiormente da una serie di profilati metallici tra i quali l'acqua cade e viene captata.

L'acqua captata viene raccolta in una piccola vasca dotata di paratoia dissabbiatrice, chiusa superiormente da una griglia metallica, dalla quale si origina una condotta interrata di diametro 0,200 m e lunghezza 60 metri circa, che la convoglia alla vasca di carico ubicata a valle dell'opera di presa sul rio Statale.

Dalla vasca di carico parte inoltre una condotta di diametro 100 mm che convoglia l'acqua alla vasca di raccolta del consorzio irriguo esistente, ubicata poco più a valle, in sponda destra. Tale derivazione sarà prioritaria rispetto alla derivazione idroelettrica.

Sulla parte orografica sinistra a lato della captazione, e separata da questa da un muretto, si colloca la soglia del passaggio ittiofauna, posta alla quota 561,88 m s.l.m, 3 cm più bassa della soglia di captazione pari a 561,91 m s.l.m., in modo da far transitare sempre almeno la portata di funzionamento pari a 0,006 m3/s (6 l/s), prima che avvenga la captazione in concessione. Da questa si origina il passaggio di risalita dell'ittiofauna in massi cementati.

5.2 VASCA DISSABBIATRICE E VASCA DI CARICO

Le vasche dissabbiatrici e di carico sono collocate appena a valle della soglia di presa sul rio Statale, in sponda orografica sinistra del rio, al piede del versante roccioso esistente.

A partire dalla presa a trappola in alveo, l'acqua derivata passa nella vasca dissabbiatrice avente larghezza interna 1,50 m, lunghezza 4,60 m ed altezza interna variabile tra 1,60 m e 2,00 m, e da questa, superato lo sgrigliatore metallico ed un piccolo setto verticale di separazione, raggiunge la vasca di carico. Nella vasca di carico viene anche convogliata l'acqua derivata dal rio Foppo, mediante una condotta interrata di diametro 0,200 m.

La vasca di carico costituisce un semplice prolungamento della vasca dissabbiatrice, mantenendone la stessa larghezza e quota di estradosso (554,95 m s.l.m.), con soltanto una maggiore altezza interna realizzata in scavo. Le geometrie interne sono larghezza interna 1,50 m, lunghezza 2,5 m ed altezza interna 2,20 m.

In adiacenza alla parete di valle della vasca di carico è posizionato il locale valvola e controllo, dove risulta ubicato l'imbocco della condotta di derivazione forzata, regolabile da una valvola di sovravelocità, alloggiata in apposita camera interrata. Il locale valvola e controllo ha larghezza interna di 2,20 m, lunghezza 3 m ed altezza interna 4,10 m, ed è dotato di una botola metallica per il calo

della valvola. Dalla vasca di carico parte infine una condotta di diametro 100 mm per la derivazione esistente del consorzio irriguo, che sarà prioritaria rispetto alla derivazione idroelettrica.

Le vasche si prevedono realizzate in cemento armato gettato in opera, con solaio e pareti interrati, mentre sarà realizzata fuori terra parte del locale valvola e controllo, le cui pareti a vista saranno rivestite in pietra locale.

5.3 PASSAGGIO DI RISALITA FAUNA ITTICA

I passaggi di risalita della fauna ittica hanno lo scopo di garantire una continuità di passaggio dell'ittiofauna, tra valle e monte di opere di sbarramento artificiali, per spostamenti periodici dettati da esigenze riproduttive, o giornalieri per la ricerca di cibo.

Si consideri che la continuità longitudinale lungo lo Statale al momento è già interrotta dalla briglia esistente, pertanto le scale di risalita di fatto, costituiscono una sostanziale mitigazione degli impatti causati ed una miglioria alle condizioni attuali di percorribilità longitudinale.

- **Rio Statale:**

La scala sul rio Statale sarà costituita da 4 bacini con salti non superiori ai 20 cm ciascuno. Questi si snoderanno lungo la sponda destra ed il loro fondo sarà reso naturaliforme mediante l'inserimento di massi cementati. La portata transitante sarà pari a 16 l/s.

- **Rio Foppo:**

La scala prevista sulla traversa al rio Foppo necessiterà di 4 bacini con salti non superiori ai 20 cm ciascuno, questi si snoderanno lungo la sponda destra ed il loro fondo sarà reso naturaliforme mediante l'inserimento di massi cementati. La portata transitante sarà pari a 6 l/s.

I criteri di dimensionamento dei due passaggi di risalita in questione sono dettagliatamente illustrati all'interno della specifica *Relazione ittiologica* predisposta in fase di progetto.

5.4 CONDOTTA DI DERIVAZIONE

La condotta di derivazione interrata in progetto collega la vasca di carico posta in corrispondenza dell'opera di presa del rio Statale a quota 554,10 m s.l.m., con il fabbricato centrale dove è alloggiata la turbina Pelton, il cui asse è posto a quota 254,63 m s.l.m. con uno sviluppo totale di 2.390 m, ed un dislivello totale di circa 299 m.

La condotta, completamente interrata, si prevede in acciaio, bitumata esternamente e rivestita con resine epossidiche internamente, con un diametro interno pari a 450 mm.

In uscita dalla vasca di carico la condotta percorre un primo breve tratto di 85 m su aree private, con una pendenza pressoché costante che segue quella dell'alveo del rio Statale, fino a raggiungere la strada comunale Cassagna-Statale sterrata, a quota 551 m s.l.m. circa.

A questo punto il tracciato della condotta si snoda sempre interrato sul lato di monte della strada comunale fino a raggiungere la quota 485 m s.l.m. circa in prossimità della miniera di ferro e manganese, con un tratto di circa 1.765 m di lunghezza.

Raggiunta tale quota la condotta abbandona la strada comunale che prosegue in direzione dell'abitato di Cassagna e prosegue, con una pendenza maggiore, su aree private per 270 m circa, fino a raggiungere un sentiero esistente. A questo punto il tracciato segue il sentiero per un tratto di circa 260 m, per poi abbandonarlo e proseguire lungo gli ultimi 10 metri di tracciato su aree private fino ad arrivare al fabbricato di centrale, ubicato appena a monte del ponte della Strada Provinciale Reppia-Carasco.

5.5 FABBRICATO DI CENTRALE

Il fabbricato di centrale è collocato in comune di Ne, circa 30 metri a monte del ponte sulla Strada Provinciale Reppia-Carasco.

Il fabbricato è previsto il più possibile interrato nel versante, ad una distanza superiore a 10 metri dal rio Statale.

Strutturalmente si prevede realizzato in cemento armato gettato in opera, con tamponamenti in muratura e rivestimento in pietra locale delle pareti a vista e con copertura piana in ardesia.

Nel fabbricato di centrale, di dimensioni esterne in pianta di 9,80 per 6,10 m ed altezza esterna di 4,5 m circa, a partire dalla quota del piazzale di accesso, sono contenute le apparecchiature elettromeccaniche, costituite dalla turbina di tipo Pelton ad asse orizzontale con generatore, il trasformatore, ed i quadri elettrici di gestione e controllo.

L'accesso all'interno del fabbricato avverrà dal piazzale mediante un portone d'ingresso di larghezza 2 m.

Sopra al fabbricato di centrale si prevede la realizzazione di un locale chiuso con accesso indipendente dall'esterno per l'ENEL e di un contiguo locale misure. Il primo locale presenterà dimensioni interne pari a 3,00 x 4,05 metri, il secondo pari a 3,00 x 1,25 metri. Analogamente al fabbricato di centrale, i due locali si prevedono parzialmente interrati nel versante, con copertura piana in ardesia e rivestimento in pietra locale delle pareti a vista.

Il collegamento del locale ENEL alla rete elettrica MT esistente sarà realizzato mediante un cavidotto interrato di lunghezza pari a circa 40 m che si svilupperà in corrispondenza della pista sterrata di accesso alla centrale ed in adiacenza alla Strada Provinciale sino al palo MT esistente.

5.6 CANALE DI SCARICO

Al di sotto della turbina si prevede una vasca di scarico di lunghezza pari a quella dell'edificio sovrastante, larghezza interna 1,50 m, ed altezza 1,80 m, confluente nella condotta di scarico. La condotta di scarico si prevede realizzata mediante la posa di un tubo in acciaio di diametro 600 mm, completamente interrato per una lunghezza complessiva di circa 10 m.

Al fine di evitare fenomeni erosivi locali in alveo in prospicenza dello scarico, si prevede venga realizzata in corrispondenza dello stesso una sistemazione locale della sponda di valle e del fondo alveo del torrente con massi di grandi dimensioni.

6. CARATTERISTICHE DEL BACINO INBRIFERO

Il rio Statale ed il rio Foppo, suo affluente di sinistra, nascono nell'entroterra della Liguria orientale, in provincia di Genova. Tali corsi d'acqua appartengono al bacino idrografico del fiume Entella di cui sono affluenti, di secondo ordine il rio Statale e di terzo ordine il rio Foppo.

Il rio Statale è un affluente di testata del torrente Graveglia, dove confluisce a valle del ponte sulla strada provinciale Carasco-Reppia.

Nonostante l'altezza ridotta delle aree abitate, la linea spartiacque che delimita il bacino idrografico del rio Statale e del rio Foppo è costituita da rilievi elevati mediamente da 800-900 m s.l.m. a 1200-1300 m s.l.m., che a partire dalla sorgente del rio Statale in senso orario sono così distinguibili: M.te Biscia (989 m s.l.m.), M.te Porcile che rappresenta la massima quota (1289 m s.l.m.), M.te Capra (1058 m s.l.m.), M.te Ricasola (776 m s.l.m.).

Il bacino del rio Statale ha un'estensione di circa 7,7 km2 ed uno sviluppo areale che segue una direttrice circa NE-SW distante 10 km dal litorale. La lunghezza dell'asta principale è di circa 4,4 km.

Il bacino del rio Foppo ha un'estensione di 0,7 km2 ed uno sviluppo areale che segue una direttrice circa SE-NW distante 10 km dal litorale. La lunghezza dell'asta principale è di circa 1,2 km.

I bacini idrografici limitrofi sono rappresentati a Sud dal rio Novelli, a Nord-Ovest dal torrente Reppia ed a Nord-Est dal fiume Vara.

La presenza del paese di Statale, di numerose miniere e l'ubicazione del passo del Biscia, che comunica agevolmente con la val di Vara, sono alla base di un reticolo stradale e di una presenza antropica mediamente più alta degli altri bacini. Nella parte alta del bacino, fino agli 800 m circa, si riscontrano fitti boschi, seppure non in ottimali condizioni.

Al fine di inquadrare geologicamente il bacino idrografico in esame, occorre richiamare il domino Piemontese - Ligure, cui appartengono sia i calcescisti ofiolitiferi di pertinenza alpina, sia le unità ofiolitifere liguridi di pertinenza appenninica.

La serie stratigrafia presente nel bacino può essere sostanzialmente divisa in due parti:

- ofioliti alla base;
- copertura sedimentaria soprastante.

I complessi ofiolitici della Liguria orientale sono costituiti da un substrato di Rocce ultrafemiche, cioè estremamente povere in SiO_2 e ricche in Fe e Mg (peridotiti) e femiche (gabbri) di origine profonda e da una copertura vulcano-sedimentaria.

Le serpentiniti affiorano estesamente entro una ampia area delimitata ad W dall'allineamento costituito dal M.te Carmona, dal M.te Bossea e dal M.te Domenico e ad E dalla linea delle spartiacque che separa il bacino della Val Graveglia dalla Val di Vara. In tutte le località la formazione delle Serpentiniti ha generalmente mantenuto gli originari rapporti stratigrafici con i termini ad essa sovrastanti, nella successione dei termini ofiolitici (brecce ofiolitiche, basalti, Diaspri del M.te Alpe), anche se localmente si possono essere verificati limitati movimenti lungo superfici tettoniche di importanza secondaria.

La copertura vulcano-sedimentaria è invece rappresentata da intercalazioni di brecce sedimentarie composte prevalentemente da elementi di natura ofiolitica, da effusioni basaltiche, da sedimenti fini silicei (Diaspri) e successivi sedimenti calcarei (Calcari a Calpionella) che verso l'alto si arricchiscono progressivamente in frazione argillosa di origine detritica (Argille a Palombini).

Detta copertura vulcano-sedimentaria affiora in rapporti sostanzialmente indisturbati con l'originario substrato ofiolitico. La copertura vulcano-sedimentaria affiora estesamente nel settore mediano ed orientale della Val Graveglia, disposta in corpi allungati circa N-S, ed a contatto con i termini ofiolitici, sia sovrastanti che sottostanti; in queste località la successione stratigrafica appare completa e ben conservata.

La copertura vulcano-sedimentaria inizia generalmente con delle brecce sedimentarie (bc BVG) costituite da frammenti di varie rocce ofiolitiche, specialmente serpentiniti e gabbri.

Si possono distinguere in particolare tre tipi di brecce sedimentarie:

- oficalciti (giurassico sup.)
- brecce di M.te Capra (giurassico sup.)
- brecce poligeniche indifferenziate (giurassico sup.)

Le brecce di M.te Capra sono composte da clasti provenienti da rocce gabbriche a cui si associano, divenendo localmente preponderanti, clasti di basalti filoniani, serpentiniti e plagiograniti; i

clasti sono immersi in una abbondante matrice della stessa composizione degli elementi maggiori oppure di natura cloritica.

Le brecce di M.te Capra affiorano estesamente in una zona compresa tra M.te Scrava, M.te Ricasola e l'abitato di Arzeno, presso il M.te Chiappozzo lungo la dorsale che scende verso la località di Case Soprane, nonchè verso il M.te Capra dove si presentano con le caratteristiche tipo.

In corrispondenza del versante meridionale del M.te Ricasola affiora in modo continuo una formazione dei diaspri.

A partire dal M.te Carmona verso Sud, attraverso il M.te Comarello, il M.te Ricasola fino a Statale si sviluppa il più significativo affioramento di calcari a Calpionella (c CAL) che sono calcari micritici per lo più bianchi, spesso selciferi, stratificati, talvolta in eteropia con le argille a palombini (Berriasiano-Valangiano). Tali formazioni rappresentano quindi sedimenti calcarei molto fini contenenti percentuali di silice e sottili intercalazioni argillose.

Tra il M.te Chiappozzo ed il passo del Biscia, presso Statale, è inoltre presente un importante affioramento delle argille a palombini del lago di Giacopiane (ag GIC), che sono argilloscisti scuri con intercalazioni di calcari per lo più silicei e straterelli di arenarie siltose (Neocomiano-Cenomaniano).

Le formazioni che caratterizzano i bacini oggetto di studi ricadono per lo più nelle formazioni permeabili per fessurazione, fratturazione o carsismo (i Calcari a Calpionella, i Diaspri di M. Alpe, i differenti tipi di brecce ofiolitiche (Brecce di M. Capra, Brecce Indifferenziate), le Serpentiniti).

L'estensione del bacino imbrifero del rio Statale e del rio Foppo alla chiusura alle opere di presa in esame è stata determinata planimetrando l'area di impluvio del bacino a monte della sezione di chiusura stessa ed è risultata rispettivamente pari a 2,5 km^2 e 0,7 km^2.

Alle chiusure in esame i bacini dei corsi d'acqua no le seguenti caratteristiche:

PUNTO DI PRESA 1:

- corso d'acqua sotteso: Rio Statale
- ubicazione: comune di Ne
- area bacino imbrifero alla chiusura opera di presa: 2,5 km^2
- quota massima: 1.289 m s.l.m. (Monte Porcile)
- quota sezione di chiusura opera di presa: 554,90 m s.l.m.
- lunghezza asta principale del torrente alla chiusura opera di presa: 1,8 km
- coordinate Gauss-Boaga: N 4910457 m ; E 1538809 m

PUNTO DI PRESA 2:

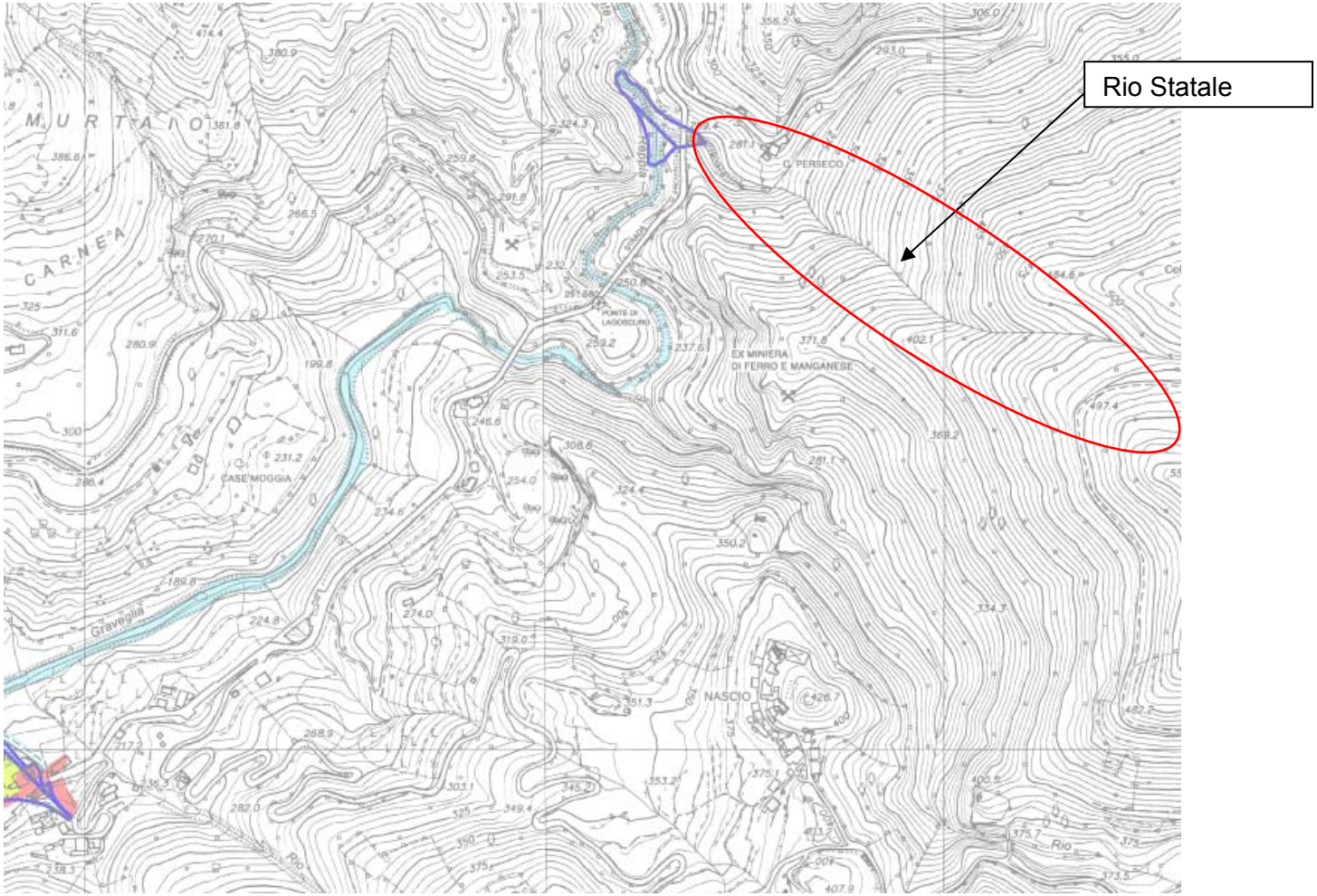
- corso d'acqua sotteso: Rio Foppo
- ubicazione: comune di Ne
- area bacino imbrifero alla chiusura opera di presa: 0,7 km^2
- quota massima: 1.058 m s.l.m. (Monte Capra)
- quota sezione di chiusura opera di presa: 561,91 m s.l.m.
- lunghezza asta principale del torrente alla chiusura opera di presa: 1,1 km
- coordinate Gauss-Boaga: N 4910399 m ; E 1538804 m

PUNTO DI RESTITUZIONE:

- corso d'acqua sotteso: rio Statale
- ubicazione: comune di Ne
- area bacino imbrifero alla chiusura locale centrale: 7,7 km^2
- quota massima: 1.289 m s.l.m. (Monte Porcile)
- quota sezione di chiusura alla restituzione: 241 m s.l.m.
- lunghezza asta principale del torrente alla chiusura al punto di restituzione: 4,4 km
- coordinate Gauss-Boaga: N 4910506 m ; E 1536663 m

7. EVENTI ALLUVIONALI STORICI

In merito alle zone interessate in passato da fenomeni di esondazione ed alle aree attualmente a rischio alluvioni ricadenti nelle aree genovesi, si è fatto riferimento alla "Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate" del Piano di Bacino, aggiornata con D.G.P. n. 124 del 22 settembre 2014 ed alla carta "Rischio alluvioni" del Piano Provinciale di Protezione Civile.


Rio Statale
MURTAIO
CARNEA
CASE MOGGIA
EX MINIERA DI FERRO E MANGANESE
NASCIO
Gravegna
Rio

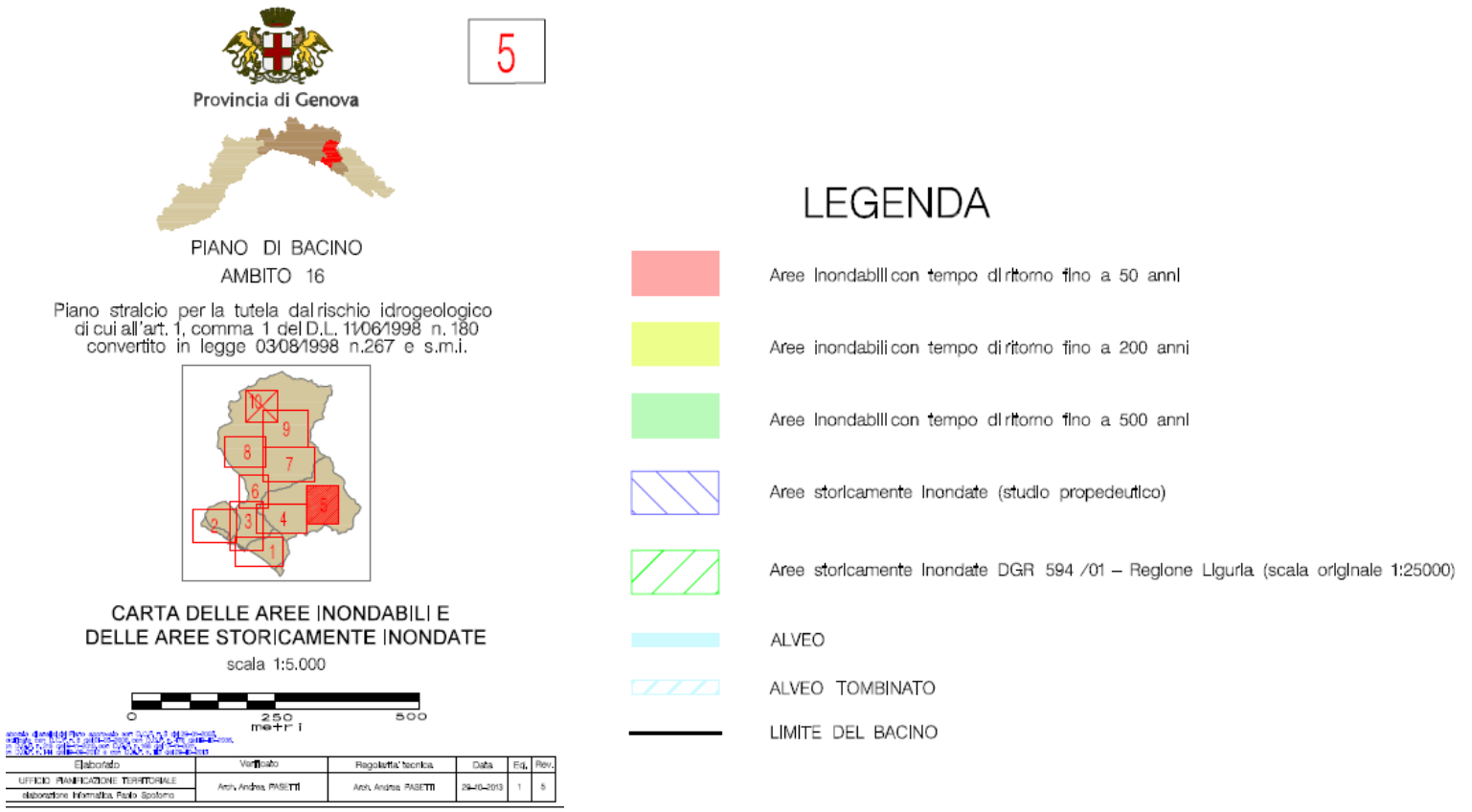


Figura 8: estratto della Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate del Piano di bacino

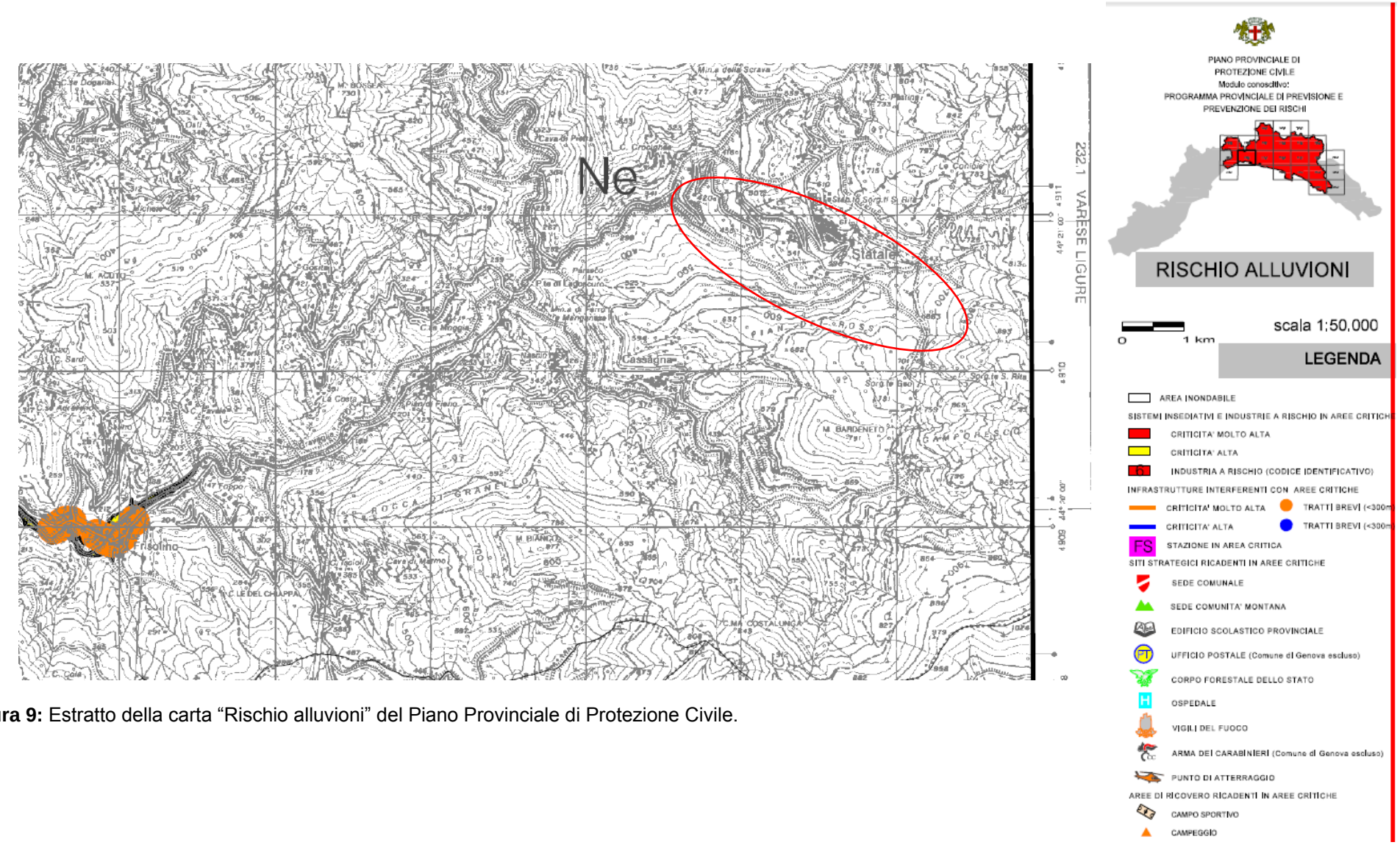


Figura 9: Estratto della carta "Rischio alluvioni" del Piano Provinciale di Protezione Civile.

8. PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO

Nell'allegato 2 "Portate di piena" delle Norme di attuazione del Piano di bacino sono dettagliate le modalità per la stima delle portate di piena di riferimento da utilizzare per la verifica idraulica.

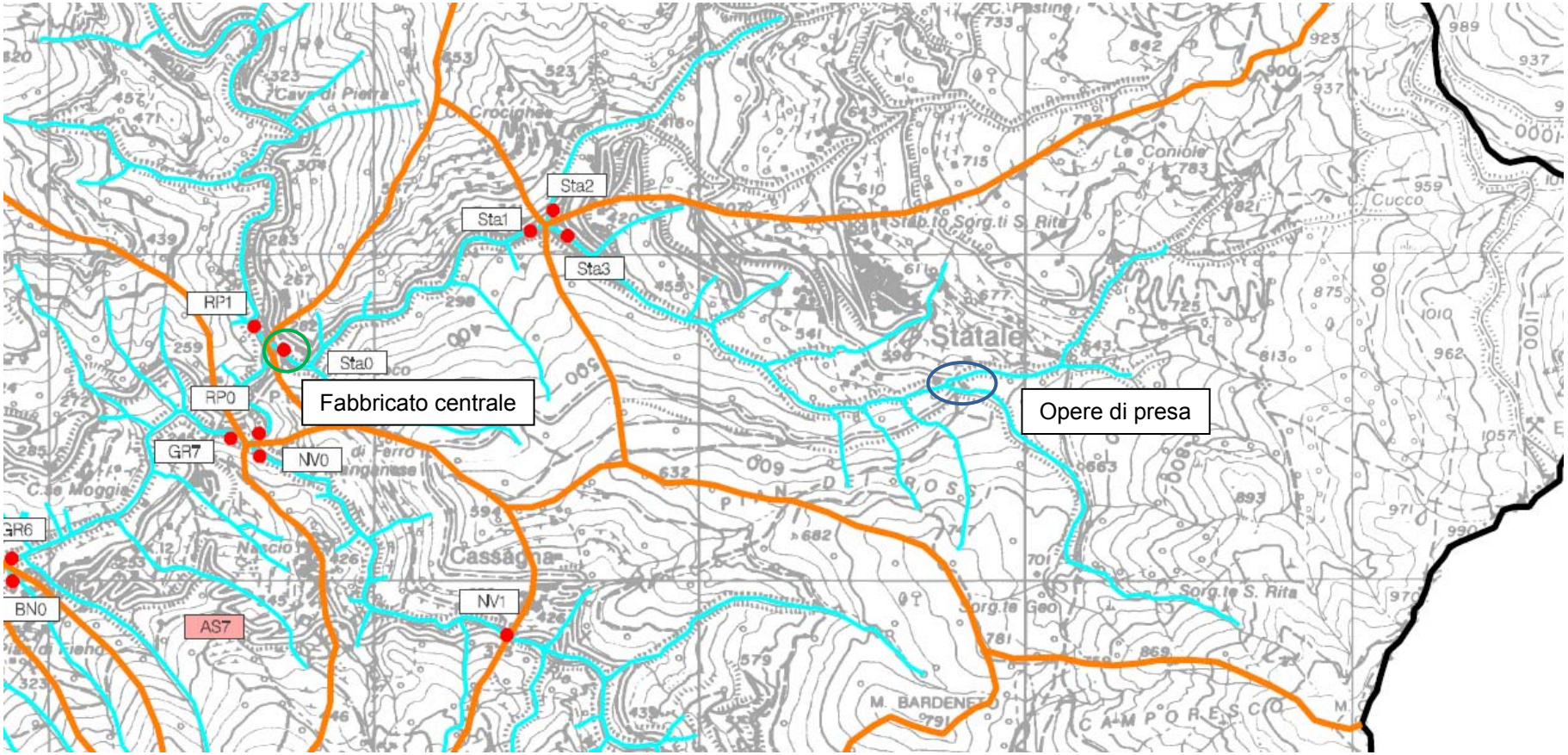
"*I valori di portata al colmo di piena per tempi di ritorno duecentennali ed altri tempi di ritorno rilevanti nei bacini (T=50, 200 e 500 anni) sono sinteticamente riportati nelle "carte dei sottobacini e di ubicazione delle sezioni di chiusura" o nelle Relazioni generali.*

Nelle sezioni dei corsi d'acqua ove i Piani non indicano il valore della portata di piena duecentennale, si applica il valore individuato nella prima sezione immediatamente a valle di quella considerata lungo lo stesso tratto di asta fluviale ovvero, nei casi in cui tali sezioni risultino troppo distanziate, il valore derivato per interpolazione lineare tra i valori relativi alle sezioni immediatamente a monte e a valle di quella considerata.

Per i corsi d'acqua minori nonché per gli affluenti dei torrenti principali con bacino inferiore a 2 km^2, salvo diversa indicazione prevista nei presenti Piani, si assume una portata massima ottenuta utilizzando un contributo unitario pari a 40 m^3/s per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso.

Nella "*Carta dei sottobacini e di ubicazione delle sezioni dio chiusura*" del Piano Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico – Ambito 16 della provincia di Genova, sono definite le portate di piena in quattro sezioni significative del rio Statale, come riportato nella tabella e nella cartografia di seguito. Sul rio Foppo invece non sono presenti sezioni di riferimento.

		Sezione di chiusura	Sottobacino	Superficie sottesa alla sez. di chiusura (Km²)	Portate di piena al colmo (m³/s)		
					T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
GRAVEGLIA	ASTA PRINCIPALE	GR0	Gravegila	62,410	803,1	809,1	909,9
		GR1	Gravegila	57,720	649,6	801,6	901,3
		GR2	Gravegila	53,020	631,2	779,8	876,8
		GR3	Gravegila	40,620	556,7	684,4	768,3
		GR4	Gravegila	35,580	532,7	654,2	733,6
		GR5	Gravegila	31,820	507,2	623,0	698,7
		GR6	Gravegila	29,460	489,8	601,9	675,2
		GR7	Gravegila	27,930	472,9	581,3	652,2
	AFFLUENTI DI DESTRA	AD1	AS Dx Gravegila	0,271	10,9	11,3	16,6
		PG0	Paggi	1,182	36,1	47,1	54,4
		AD2	AS Dx Gravegila	0,392	15,2	19,7	22,8
		NE0	Ne'	3,326	76,1	93,3	112,9
		AD3	AS Dx Gravegila	0,386	15,8	20,6	23,8
		CH0	Chiesanuova	10,301	163,0	208,1	237,7
		CH1	Chiesanuova	7,980	146,7	188,1	215,4
		CH2	Chiesanuova	5,075	113,1	145,6	167,1
		CH3	Chiesanuova	1,502	45,1	59,1	68,4
		CH4	Chiesanuova	3,573	88,9	114,6	131,6
		AD4	AS Dx Gravegila	2,926	75,9	99,0	114,3
		CL0	Ccila	1,102	34,9	44,1	50,2
		AD5	AS Dx Gravegila	1,187	46,5	59,0	67,3
		RP0	Reppla	22,189	397,3	488,7	548,5
		RP1	Reppla	14,514	283,2	348,8	391,8
		RP2	Reppla	11,606	246,2	303,4	340,9
		RP3	Reppla	6,002	158,6	196,0	220,6
		RP4	Reppla	2,452	80,5	100,1	113,0
		RP5	Reppla	3,550	104,2	129,2	145,8
		Sta0	Stacale	7,611	184,2	228,8	258,0
		Sta1	Stacale	6,885	173,2	215,2	242,7
		Sta2	Stacale	2,632	84,9	106,1	120,0
		Sta3	Stacale	4,253	118,7	148,1	167,4
		NV0	Novella	5,744	145,2	180,7	204,0
		NV1	Novella	5,002	126,2	156,8	176,8
		NV2	Novella	1,957	67,8	84,7	95,9


Sta2
Sta1
Sta3
RP1
Sta0
RP0
GR7
NV0
GR6
BN0
AS7
NV1
Fabbricato centrale
Opere di presa
Statale
Cassagna
Stab.to Sorg.ti S. Rita
Sorg.te S. Rita
M. BARDENETO
CAMPORESCO

In merito all'opera di presa sul rio Statale nel tratto di monte non sono presenti sezioni di riferimento. A valle invece la sezione più prossima risulta la sezione STA3, ubicata a circa 1,5 Km di distanza dalla presa ed avente un bacino sotteso pari a 4,2 km^2.

Tale sezione risulta parecchio distanziata dalla sezione in esame pertanto le portate al colmo di piena alla presa sul rio Statale per i vari tempi di ritorno sono state derivate per confronto tra i bacini imbriferi (presa Statale 2,5 km^2, STA3 4,2 km^2) , assumendo lo stesso contributo unitario per ogni km^2 di superficie del bacino sotteso.

		T=50 anni		T=200 anni		T=500 anni	
	Bacino [Kmq]	Q [mc/s]	Q areale	Q [mc/s]	Q areale	Q [mc/s]	Q areale
STA 3	4.25	118.7	27.9	148.1	34.8	167.4	39.4

Il rio Foppo presenta caratteristiche simili al rio Statale pertanto in mancanza di sezioni di riferimento per tale corso d'acqua le portate di riferimento alla presa sul rio Foppo sono state stimate a partire dai dati della sezione STA3, per confronto tra i bacini imbriferi (presa Foppo 0,7 km^2, STA3 4,2 km^2), assumendo lo stesso contributo unitario per ogni km^2 di superficie del bacino sotteso.

I bacini sottesi all'opera di presa sul rio Statale e sul rio Foppo sono rispettivamente pari a 2,5 km^2 e 0,7 km^2, pertanto le portate di piena di riferimento sono le seguenti:

		T=50 anni		T=200 anni		T=500 anni	
Statale	2.5	69.8	27.9	87.1	34.8	98.4	39.4
Foppo	0.7	19.5	27.9	24.4	34.8	27.6	39.4

Si evidenzia che il contributo unitario relativo alla portata di piena con tempo di ritorno 200 anni risulta pari a 39,4 km^2, uguale a quello che andrebbe assunto per la presa sul rio Foppo avente un bacino inferiore a 2 km^2.

La sezione più prossima al fabbricato di centrale risulta la STA0, ubicata a monte della confluenza nel torrente Reppia, caratterizzate dalle seguenti portate di piena di riferimento (da Piano di Bacino Ambito 16).

		T=50 anni		T=200 anni		T=500 anni	
	Bacino [Kmq]	Q [mc/s]	Q areale	Q [mc/s]	Q areale	Q [mc/s]	Q areale
STA 0	7.61	184.2	24.2	228.8	30.1	258	33.9

Le portate di piena di riferimento utilizzate nel presente studio sono riassunte nella tabella seguente.

	Portate di riferimento		
Tempo di Ritorno	**Presa Rio Statale**	**Presa Rio Foppo**	**Fabbricato centrale**
50 anni	70 m^3/s	19,5 m^3/s	184 m^3/s
200 anni	87 m^3/s	24,4 m^3/s	229 m^3/s
500 anni	98 m^3/s	27,6 m^3/s	258 m^3/s

Tabella 1: Portate di progetto alla presa sul rio Statale, alla presa sul rio Foppo ed al fabbricato di centrale in progetto

9. MODALITÁ DI DEFLUSSO IN PIENA

9.1 METODO DI CALCOLO

Per valutare la compatibilità idraulica delle opere in progetto è stata effettuata la simulazione del deflusso delle portate naturali in caso di eventi di piena.

Tale simulazione è stata effettuata mediante il programma di calcolo HEC-RAS (codice di calcolo HEC 3.1.3, versione HEC-RAS), come viene illustrato di seguito.

Il modello integra l'equazione della corrente a pelo libero in ***moto stazionario gradualmente variato*** e definisce in modo automatico i tratti di corrente lenta e veloce, nonché la posizione dei risalti.

Il fenomeno idraulico fuori e dentro l'alveo è stato simulato considerando l'alveo stesso trasversalmente come un'unica sezione (piano golenale più alveo inciso), in considerazione del fatto che tale ipotesi è l'unica valida nel contesto della modellistica fluviale qualora si ricorra alla simulazione degli alvei composti tramite i modelli monodimensionali (pelo libero orizzontale e linea dell'energia parallela al pelo libero).

L'equazione del moto è:

$d/d_s *(Y_m+Q^2/2gA^2) = -J-E_B$ *(1)*

ove

- A = area bagnata [m^2]
- Q = portata [m^3/s]
- s = coordinata lungo l'asse dell'alveo [m]
- Y_m = quota media del pelo libero nella sezione [m s.l.m]

Le perdite di carico considerate sono:

a) Perdita di carico continua espressa da

$$\mathbf{J} = Q^2/K^2 \qquad (2)$$

ove la capacità di deflusso idraulico vale, per sezione semplice

- $\mathbf{K} = A*R^{2/3} / n$ (2a)
- **n** = coefficiente di Manning
- **R** = raggio idraulico.

Per sezione composta da N sottosezioni e munita di variazioni di scabrezza lungo il perimetro bagnato si ha:

- $K = \Sigma_{i=1,N} (A_i*R_i^{2/3} / n_i)$ (2b)

b) Perdite di carico concentrate sul tronco elementare Δs che valgono

$$E_B = C/\Delta s * | \alpha_2 V_2^2/2g - \alpha V_1^2/2g | \qquad (3)$$

dove:

- C = coefficiente tipo Borda (allargamento e restringimento brusco o graduale)
- V = velocità della corrente nell'i-esima sezione
- α = coefficiente di ragguaglio di Coriolis

Le perdite di carico complessive sono

$H_{f\,1-2} = L\,J + C* | \alpha_2 V_2^2/2g - \alpha V_1^2/2g |$ (4)

dove:

$$L = (L_1Q_1 + L_2Q_2 + L_3Q_3)/ (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

- L = distanza pesata con le portate tra due sezioni consecutive, *i-i+1*
- $L_{i=1-3}$ = distanza parziale tra le sezioni *i-i+1* nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra
- $Q_{i=1-3}$ = portata transitante nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra tra due sezioni consecutive (*i* ed *i+1*)

Il sistema di equazioni (1), (2) e (3) è integrato alle differenze finite col metodo "standard step".

La risoluzione del sistema richiede la conoscenza di opportune condizioni al contorno: il valore di portata Q e il valore del tirante h nella sezione di monte e di valle del tratto in esame, se la corrente è veloce o lenta rispettivamente.

9.2 OPERA DI PRESA RIO STATALE

9.2.1 CONDIZIONI AL CONTORNO E COEFFICIENTI DI SCABREZZA

Il tratto di torrente preso in esame per la modellazione risulta individuato da una sezione di monte (sezione 10), collocata 150 m circa a monte della traversa esistente e da una sezione di valle (sezione 1) ubicata 100 m circa a valle dell'opera di presa in progetto, per una lunghezza complessiva di circa 250 m.

Il modello idraulico è stato elaborato e calibrato mediante l'inserimento dei dati geometrici che caratterizzano il sistema fluviale e la conseguente definizione delle condizioni al contorno del problema. Sono stati pertanto introdotti i seguenti parametri ed elementi:

- coefficiente di scabrezza (indice di Manning): le norme di attuazione dei Piani di bacino AMBITO 16 all'allegato 3 *"Indirizzi tecnici per la redazione di studi idraulici"* definiscono i coefficienti di scabrezza da assumere nella modellazione idraulica del moto monodimensionale di un tratto di corso d'acqua naturale.

Descrizione corso d'acqua	Coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler K_s ($m^{1/3}s^{-1}$)
Tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25-30
Corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30-35
Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35-40
Corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubi, cavi, ecc.) o discontinuità interferenti con le acque	40-45

Nel tratto in esame il rio Statale presenta salti e sporadica vegetazione in alveo, pertanto nella modellazione in esame è stato cautelativamente utilizzato un coefficiente di scabrezza di Manning pari a:

- 0.066 $m^{1/3}s^{-1}$ *per l'alveo inciso (*K_s*=15)*
- 0.1 $m^{1/3}s^{-1}$ *per le aree di golena (*K_s*=10*

- geometria delle sezioni (geometria dell' alveo inciso e delle aree golenali), ricavata da un rilievo topografico di dettaglio effettuato in corrispondenza del tratto in esame nel mese di febbraio 2015;

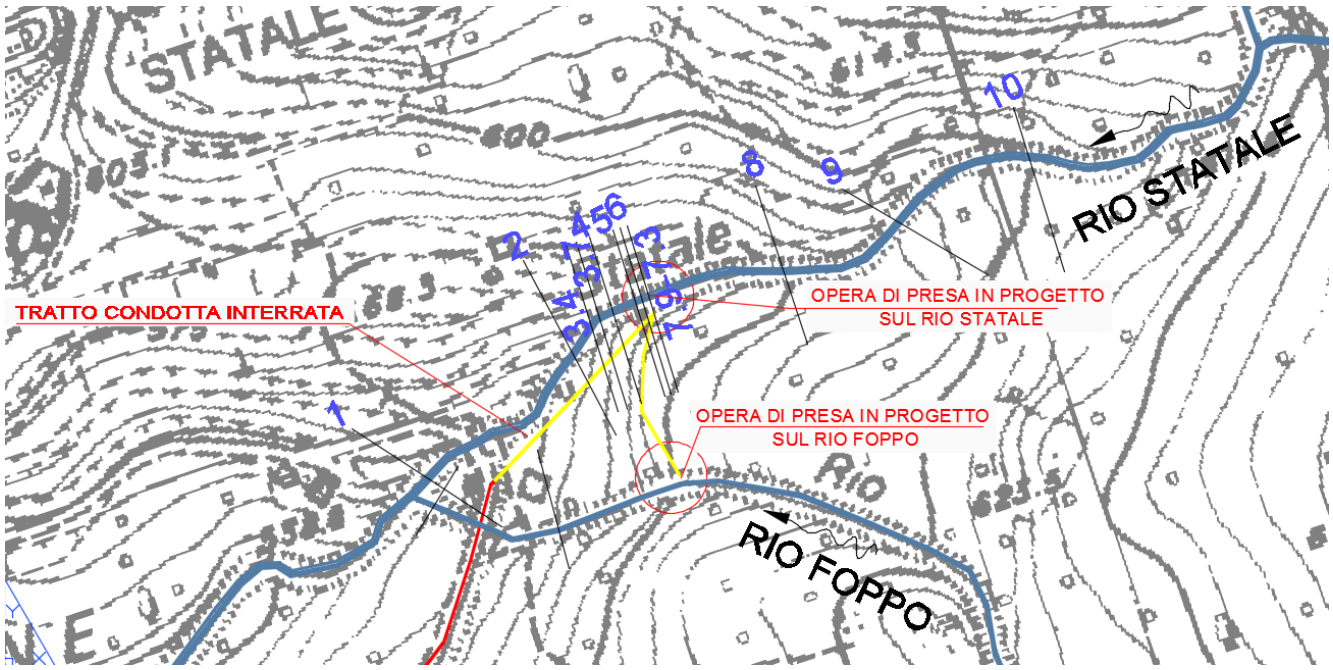
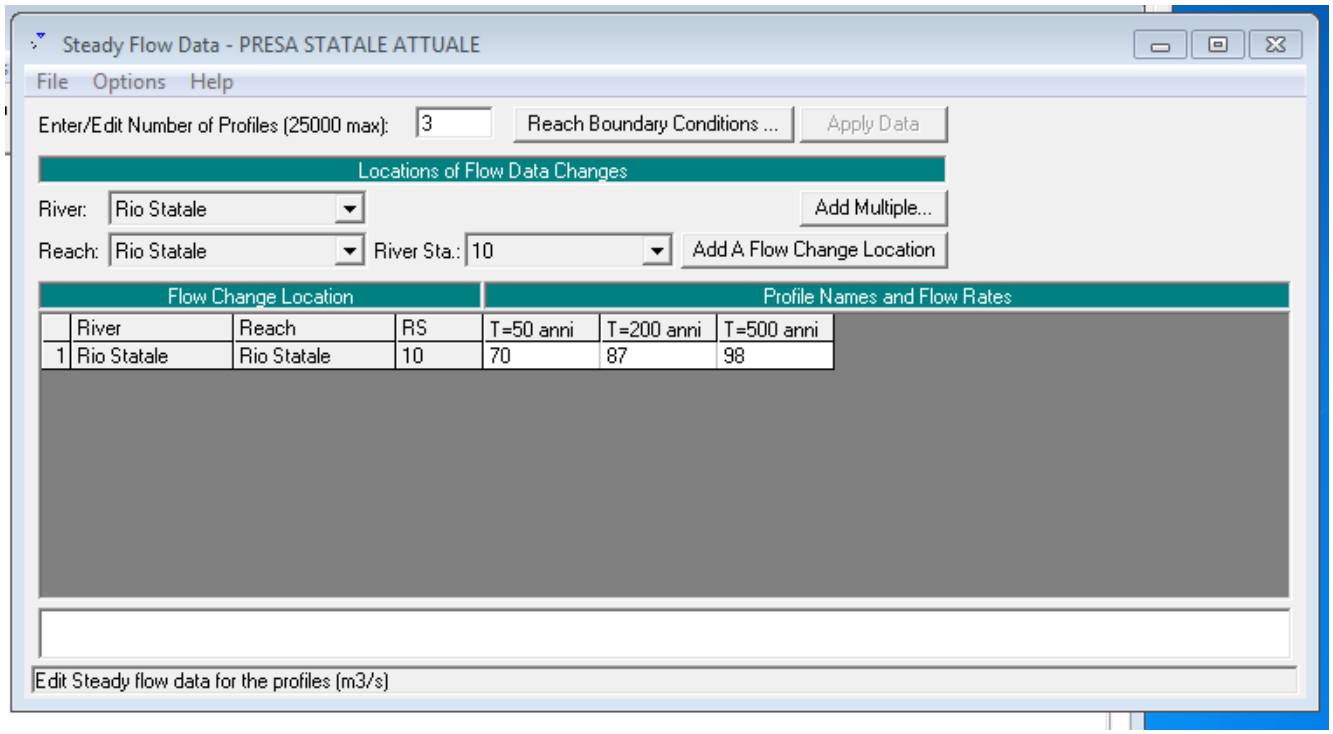


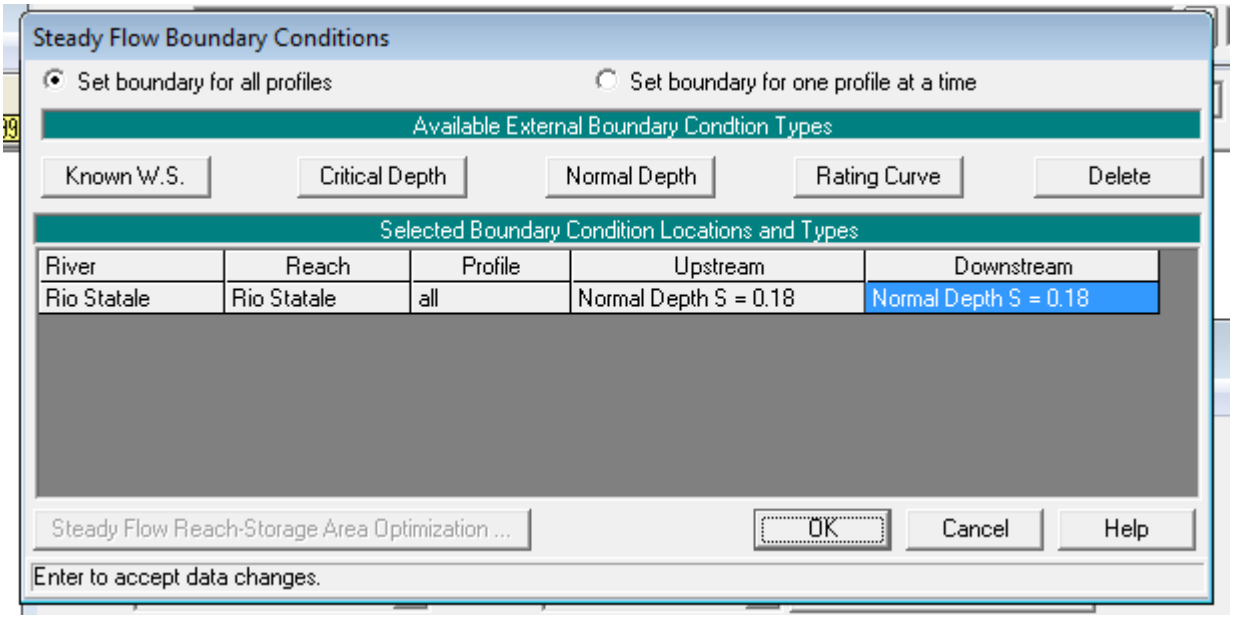
Figura 10:localizzazione sezioni del modellino idraulico.

- portate in ingresso pari a 70, 87, 98 m^3/s, corrispondenti ai tempi di ritorno rispettivamente di: 50, 200 e 500 anni.



- condizioni al contorno, definite per le sezioni di monte e di valle del sistema fluviale nell'ipotesi di *regime di flusso misto* per il calcolo dei profili di corrente. In particolare, nella sezione indisturbata

di monte (sezione 10) e di valle (sezione 1) è stata fissata una quota del pelo libero corrispondente alla pendenza di moto uniforme (stimata in 18%).



9.2.2 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso sono stati condotti con riferimento alle seguenti condizioni fisiche del corso d'acqua:

- **Stato attuale**, in assenza dell'opera in progetto.
- **Stato di progetto,** si inserisce la griglia di captazione (sezione 7.1), la vasca di carico (sezioni 3.7-3.5), il locale valvola (sezioni 3.4-3.3).

La briglia esistente ed il relativo salto e la griglia di captazione in progetto, sono stati rappresentati utilizzando l'apposita funzione di Hec-Ras *"Inline Structure",* che consente di modellare briglie o traverse disposte trasversalmente al corso d'acqua.

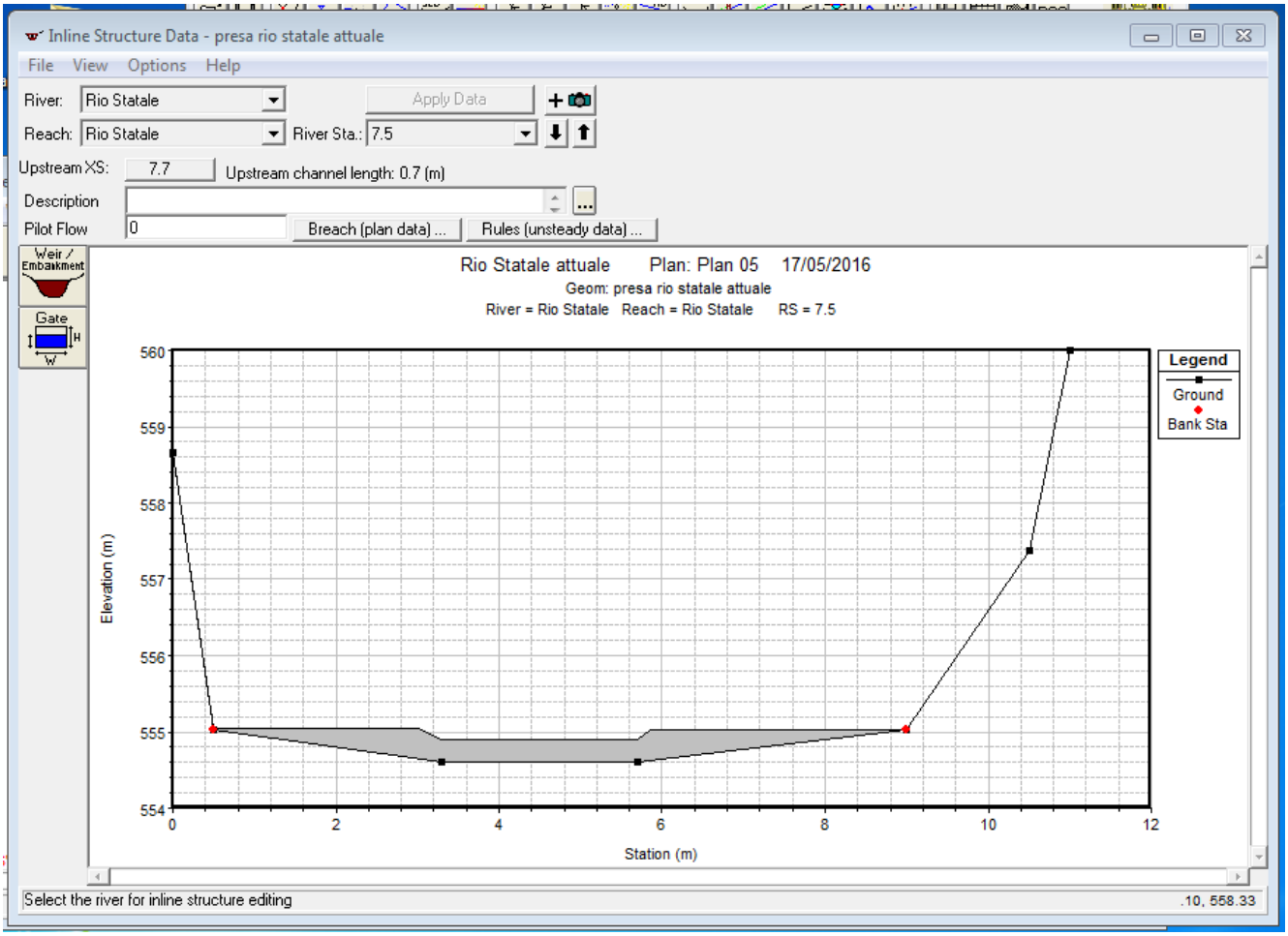


Figura 11: sezione della briglia.

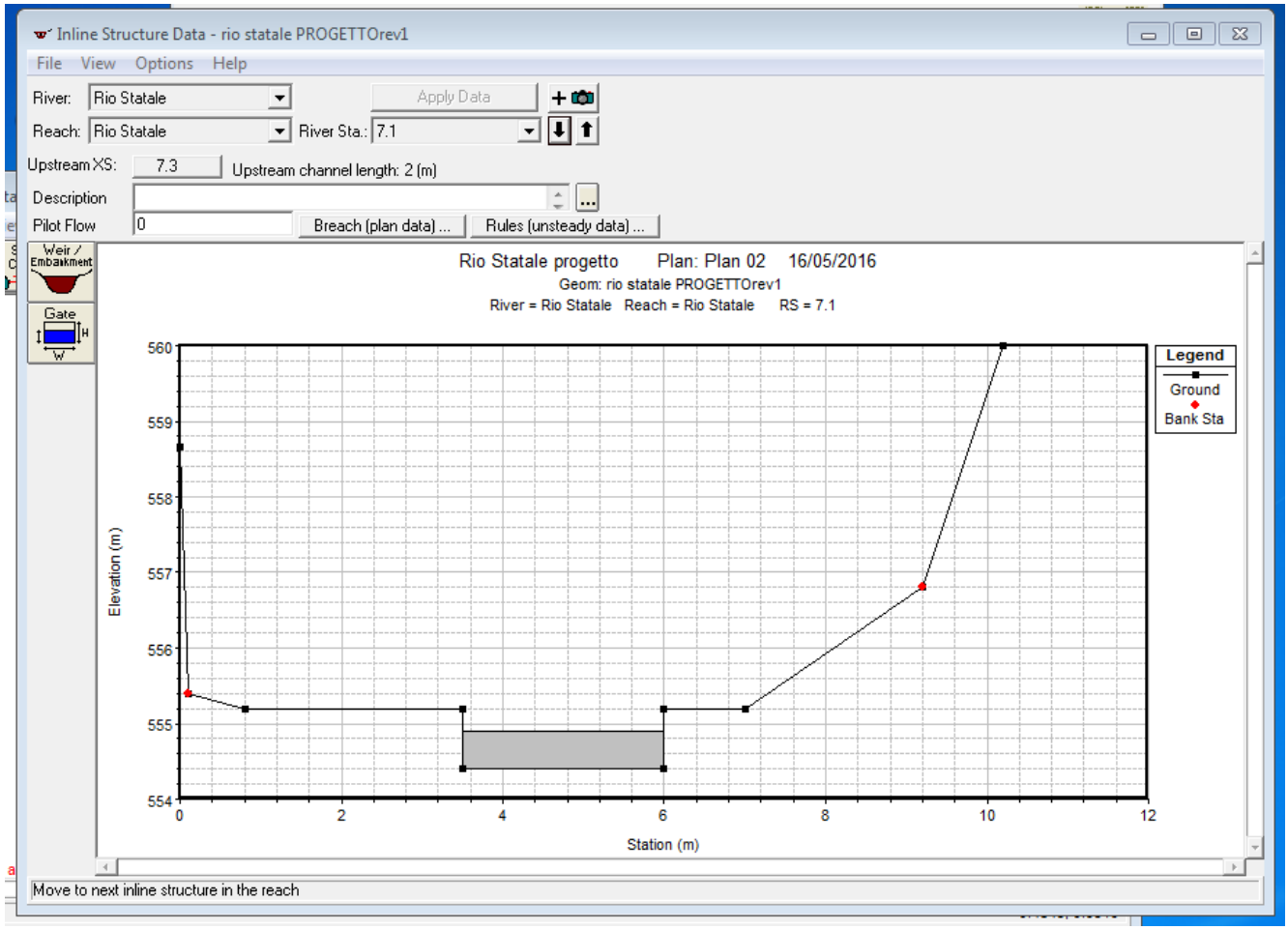


Figura 12: sezione griglia di presa

9.2.3 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO ATTUALE

La simulazione numerica del deflusso della corrente di piena relativa allo stato attuale fornisce i parametri idraulici rappresentativi del moto, quali la velocità della corrente ed i livelli idrici, che permetteranno di valutare l'influenza dei nuovi manufatti in progetto sul deflusso della portata di piena.

Si riportano di seguito in tabella i risultati della modellazione idraulica monodimensionale, per la portata di progetto con tempo di ritorno 50, 200 e 500 anni.

Da questi si osserva che la corrente è tendenzialmente veloce con numeri di Froude variabili da 1,44 a 2,32.

La corrente risulta influenzata dalla traversa esistente, passando per la profondità critica 20 metri circa a monte della stessa e trasformandosi in una corrente lenta con numero di Froude variabile tra 0,37 e 0,97. A valle della traversa la corrente ritorna poi veloce.

Tali comportamenti si osservano per tutte le portate di riferimento considerate (T= 100, 200, 500 anni).

In corrispondenza della traversa esistente (sezione 7.5) la quota della portata di piena con tempo di ritorno 200 anni, assunta pari a 87 m^3/s, è uguale a 558,90 m s.l.m., con un battente idraulico di 4 m circa.

Alla sezione 3.7, dove si prevede di realizzare la vasca dissabbiatrice e di carico, la quota del pelo libero per la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni è uguale a 553,94 m s.l.m..

Alla sezione 3.4, dove si prevede di realizzare il locale valvole, la quota del pelo libero per la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni è uguale a 553,46 m s.l.m..

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata.

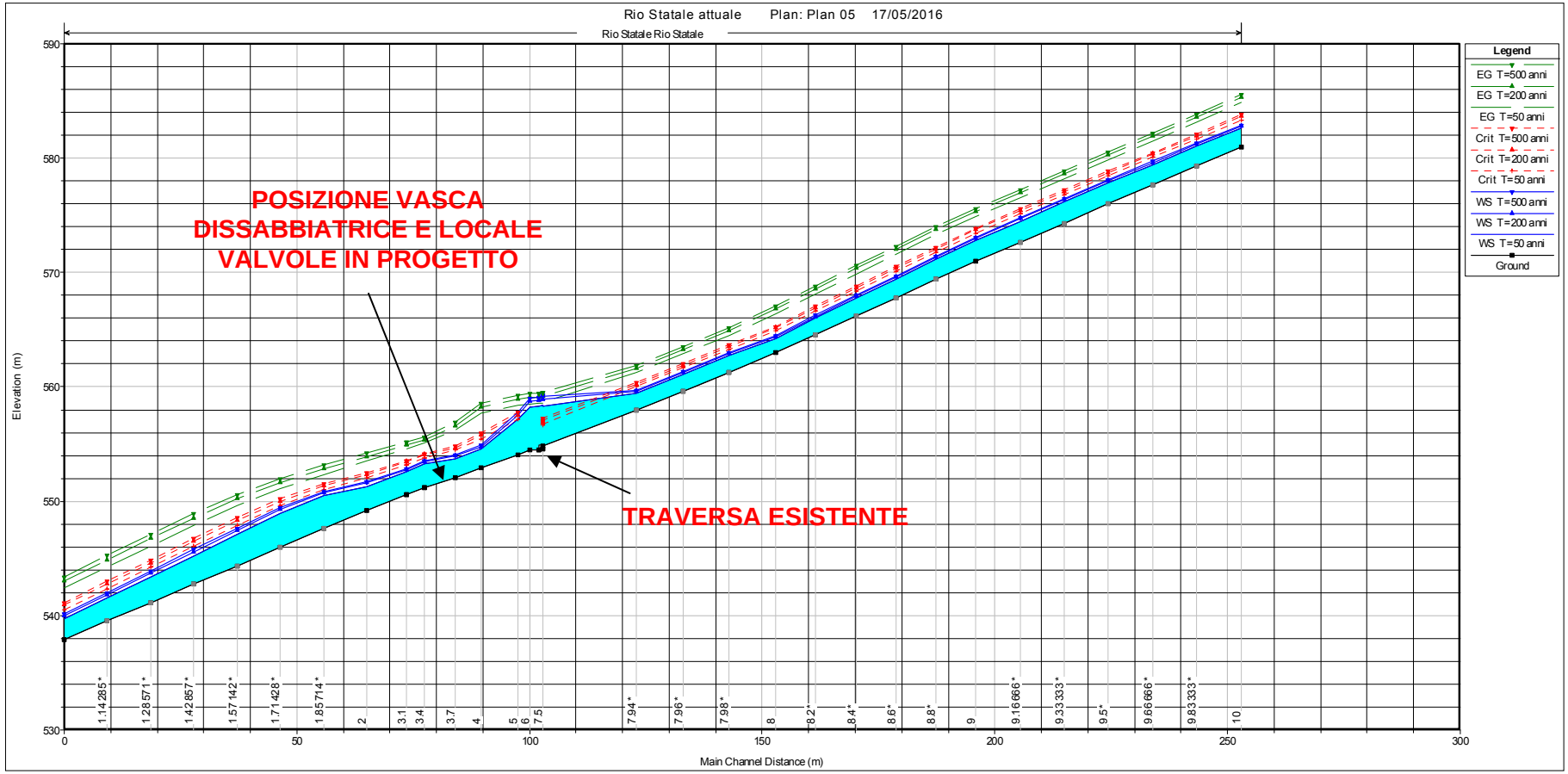


Figura 13: Profilo longitudinale della corrente del rio Statale all'opera di presa nel tratto in esame per le diverse portate di progetto nella condizione di stato attuale.

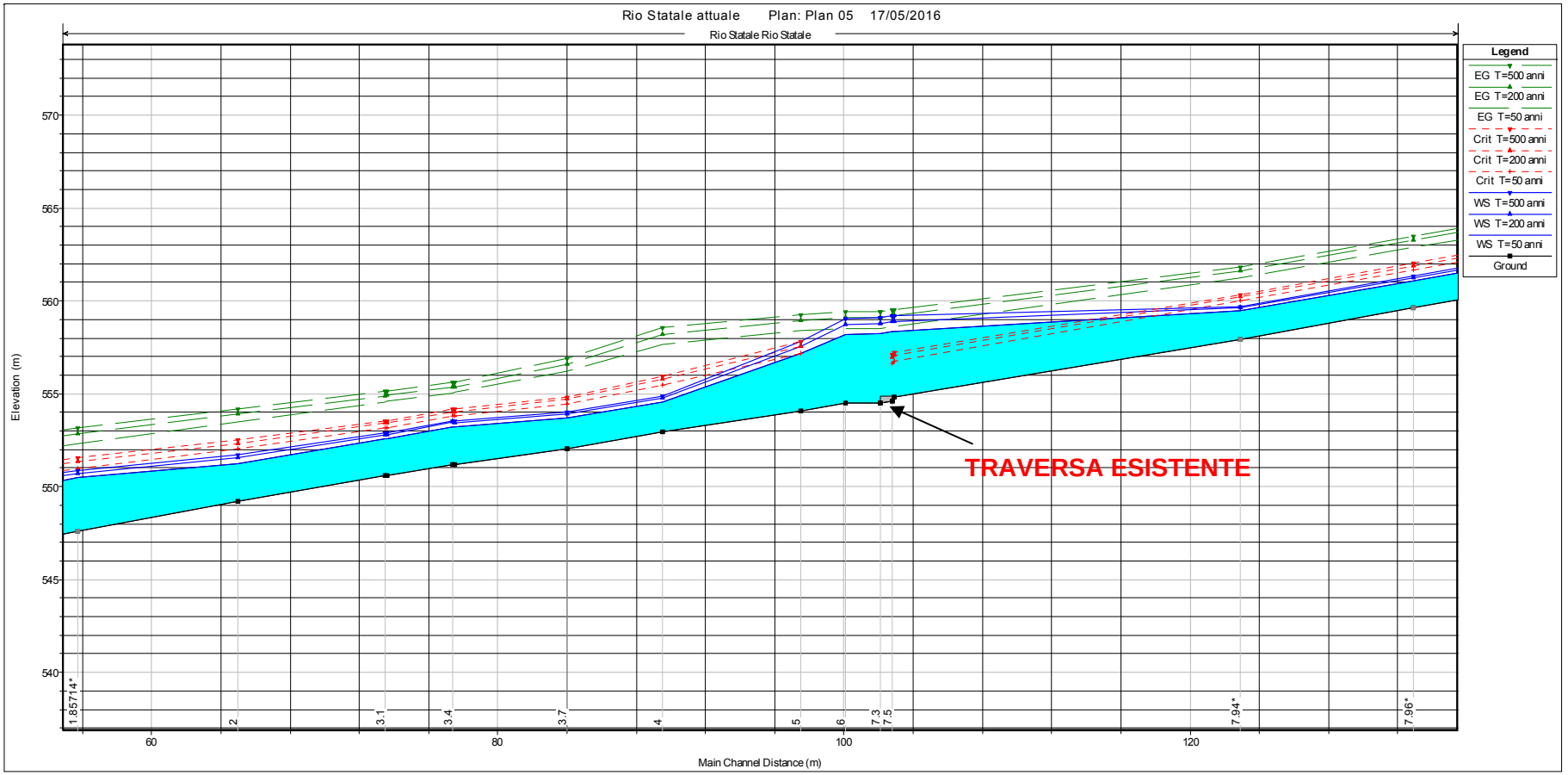


Figura 14: Profilo longitudinale della corrente del rio Statale all'opera di presa nel tratto in esame per le diverse portate di progetto nella condizione di stato attuale, particolare area presa.

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: Rio Statale Reach: Rio Statale Profile: T=50 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Statale	10	T=50 anni	70.00	580.98	582.60	583.33	584.85	0.180164	6.65	10.53	9.07	1.97
Rio Statale	9	T=50 anni	70.00	571.00	572.78	573.45	574.88	0.177621	6.41	10.92	9.49	1.91
Rio Statale	8	T=50 anni	70.00	562.97	564.24	564.88	566.36	0.207096	6.46	10.84	11.37	2.11
Rio Statale	7.9	T=50 anni	70.00	554.80	558.35	556.77	558.61	0.004407	2.30	33.54	10.64	0.39
Rio Statale	7.7	T=50 anni	70.00	554.60	558.36	556.64	558.61	0.003897	2.21	34.77	10.65	0.37
Rio Statale	7.5		Inl Struct									
Rio Statale	7.3	T=50 anni	70.00	554.50	558.27		558.53	0.005248	2.25	31.54	9.65	0.39
Rio Statale	6	T=50 anni	70.00	554.50	558.18		558.51	0.007298	2.54	27.88	9.62	0.47
Rio Statale	5	T=50 anni	70.00	554.05	557.15	557.15	558.38	0.030503	5.19	17.12	7.95	0.97
Rio Statale	4	T=50 anni	70.00	552.96	554.57	555.45	557.66	0.270965	7.78	8.99	8.00	2.34
Rio Statale	3.7	T=50 anni	70.00	552.06	553.71	554.46	556.21	0.197803	7.02	9.98	7.76	1.98
Rio Statale	3.5	T=50 anni	70.00	551.20	553.23	553.80	555.07	0.111764	6.16	13.40	15.47	1.47
Rio Statale	3.4	T=50 anni	70.00	551.20	553.24	553.80	555.06	0.110715	6.14	13.46	15.48	1.46
Rio Statale	3.3	T=50 anni	70.00	550.60	552.57	553.19	554.59	0.125529	6.41	12.52	15.41	1.54
Rio Statale	3.1	T=50 anni	70.00	550.60	552.57	553.19	554.58	0.124340	6.39	12.59	15.42	1.54
Rio Statale	2	T=50 anni	70.00	549.20	551.25	552.03	553.51	0.120582	6.67	10.68	6.93	1.71
Rio Statale	1	T=50 anni	70.00	537.90	539.72	540.53	542.38	0.198947	7.23	9.68	5.96	1.81

Tabella 2: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 50 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice e dal locale valvole in progetto

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: Rio Statale Reach: Rio Statale Profile: T=200 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Statale	10	T=200 anni	87.00	580.98	582.79	583.64	585.33	0.180352	7.06	12.33	9.68	2.00
Rio Statale	9	T=200 anni	87.00	571.00	572.98	573.72	575.32	0.177366	6.78	12.84	10.22	1.93
Rio Statale	8	T=200 anni	87.00	562.97	564.39	565.13	566.80	0.207015	6.88	12.65	12.04	2.14
Rio Statale	7.9	T=200 anni	87.00	554.80	558.89	557.06	559.19	0.004171	2.47	39.35	10.79	0.39
Rio Statale	7.7	T=200 anni	87.00	554.60	558.90	556.94	559.18	0.003754	2.39	40.58	10.79	0.37
Rio Statale	7.5		Inl Struct									
Rio Statale	7.3	T=200 anni	87.00	554.50	558.80		559.10	0.005000	2.42	36.70	9.82	0.39
Rio Statale	6	T=200 anni	87.00	554.50	558.71		559.08	0.006534	2.68	33.07	9.80	0.45
Rio Statale	5	T=200 anni	87.00	554.05	557.56	557.56	558.95	0.029249	5.55	20.49	8.52	0.97
Rio Statale	4	T=200 anni	87.00	552.96	554.77	555.78	558.21	0.260955	8.23	10.57	8.27	2.32
Rio Statale	3.7	T=200 anni	87.00	552.06	553.94	554.69	556.57	0.248035	7.19	12.19	13.54	2.21
Rio Statale	3.5	T=200 anni	87.00	551.20	553.45	554.03	555.36	0.104177	6.43	16.86	15.67	1.44
Rio Statale	3.4	T=200 anni	87.00	551.20	553.46	554.03	555.35	0.103290	6.41	16.92	15.67	1.44
Rio Statale	3.3	T=200 anni	87.00	550.60	552.78	553.42	554.90	0.118606	6.72	15.84	15.60	1.53
Rio Statale	3.1	T=200 anni	87.00	550.60	552.78	553.42	554.89	0.117617	6.70	15.90	15.61	1.52
Rio Statale	2	T=200 anni	87.00	549.20	551.58	552.33	553.92	0.105781	6.79	13.07	7.91	1.63
Rio Statale	1	T=200 anni	87.00	537.90	539.99	540.91	543.01	0.200286	7.71	11.29	6.10	1.81

Tabella 3: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 200 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice e dal locale valvole in progetto

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: Rio Statale Reach: Rio Statale Profile: T=500 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Statale	10	T=500 anni	98.00	580.98	582.91	583.82	585.61	0.180154	7.29	13.45	10.04	2.01
Rio Statale	9	T=500 anni	98.00	571.00	573.09	573.88	575.57	0.176895	6.98	14.04	10.65	1.94
Rio Statale	8	T=500 anni	98.00	562.97	564.48	565.27	567.06	0.206962	7.11	13.78	12.43	2.16
Rio Statale	7.9	T=500 anni	98.00	554.80	559.21	557.24	559.54	0.004084	2.57	42.82	10.85	0.39
Rio Statale	7.7	T=500 anni	98.00	554.60	559.22	557.11	559.53	0.003706	2.49	44.05	10.85	0.38
Rio Statale	7.5		Inl Struct									
Rio Statale	7.3	T=500 anni	98.00	554.50	559.11		559.44	0.004906	2.52	39.81	9.92	0.39
Rio Statale	6	T=500 anni	98.00	554.50	559.03		559.42	0.006232	2.77	36.18	9.90	0.45
Rio Statale	5	T=500 anni	98.00	554.05	557.82	557.82	559.28	0.028393	5.74	22.70	8.88	0.97
Rio Statale	4	T=500 anni	98.00	552.96	554.88	555.95	558.54	0.255543	8.48	11.56	8.43	2.31
Rio Statale	3.7	T=500 anni	98.00	552.06	554.01	554.81	556.91	0.253460	7.56	13.26	15.28	2.26
Rio Statale	3.5	T=500 anni	98.00	551.20	553.54	554.16	555.64	0.110825	6.81	18.16	15.74	1.50
Rio Statale	3.4	T=500 anni	98.00	551.20	553.54	554.16	555.63	0.109926	6.79	18.22	15.75	1.49
Rio Statale	3.3	T=500 anni	98.00	550.60	552.87	553.56	555.17	0.122898	7.06	17.31	15.69	1.57
Rio Statale	3.1	T=500 anni	98.00	550.60	552.88	553.56	555.15	0.121932	7.04	17.36	15.69	1.56
Rio Statale	2	T=500 anni	98.00	549.20	551.75	552.50	554.20	0.098758	6.97	14.76	11.96	1.60
Rio Statale	1	T=500 anni	98.00	537.90	540.15	541.14	543.39	0.200978	7.98	12.29	6.19	1.81

Tabella 4: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 500 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice e dal locale valvole in progetto

Di seguito si riportano le sezioni per lo <u>stato attuale</u> con il livello raggiunto dalla portata pari a 87 m^3/s, corrispondente alla portata avente tempo di ritorno di 200 anni.

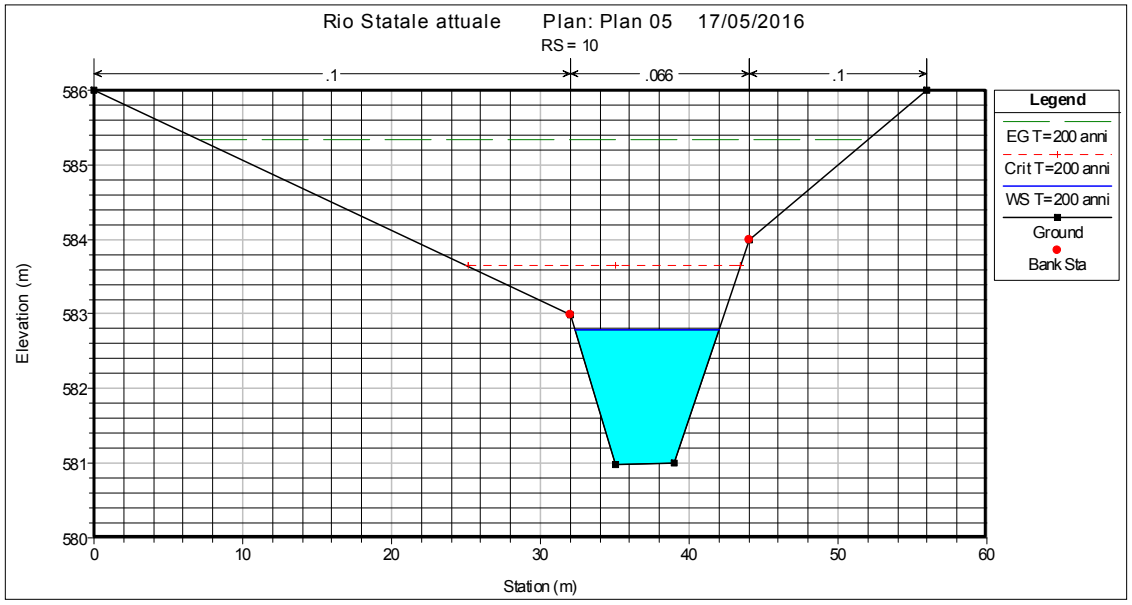


Figura 15: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

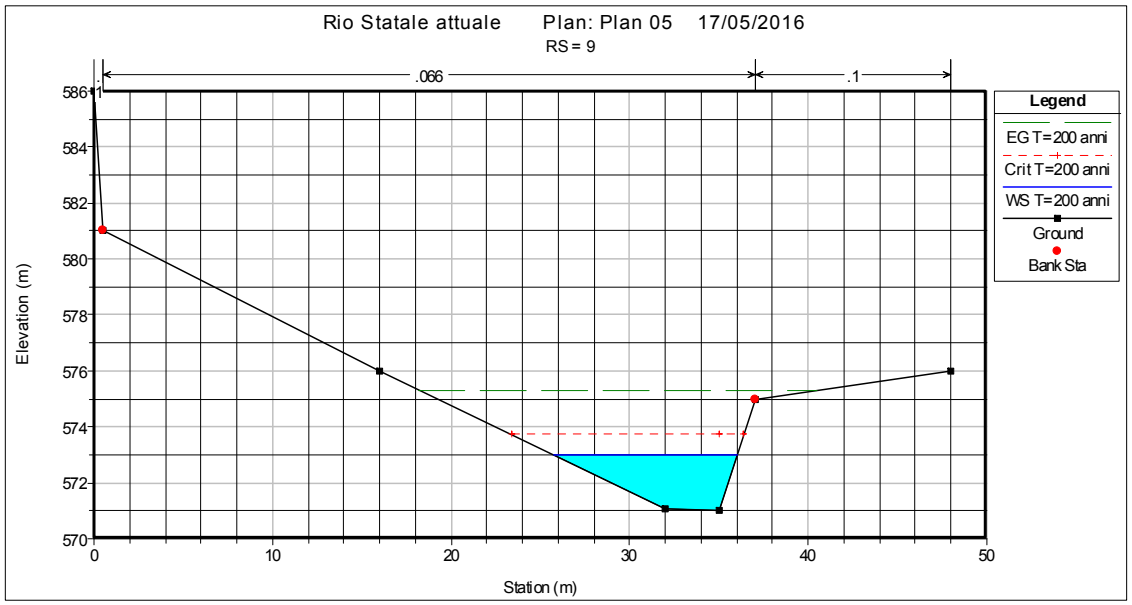


Figura 16: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

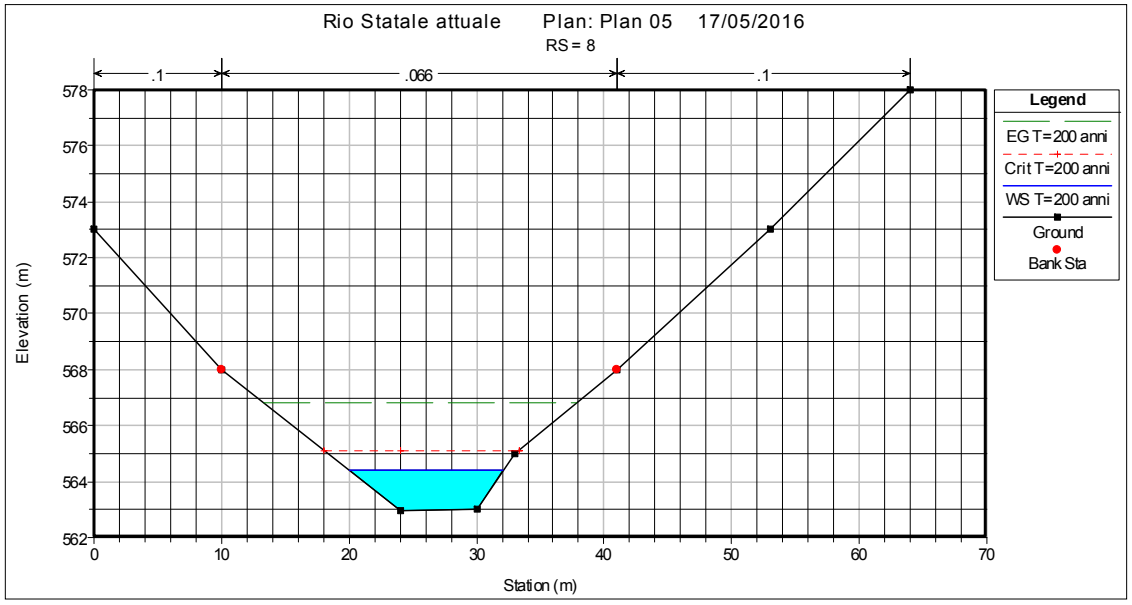


Figura 17: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

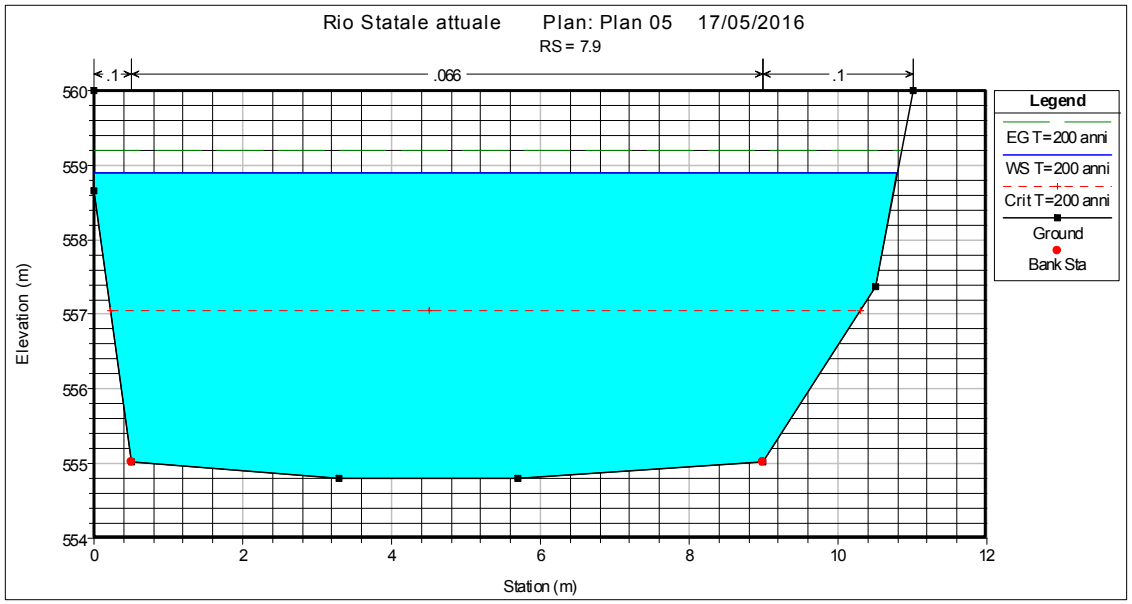


Figura 18: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

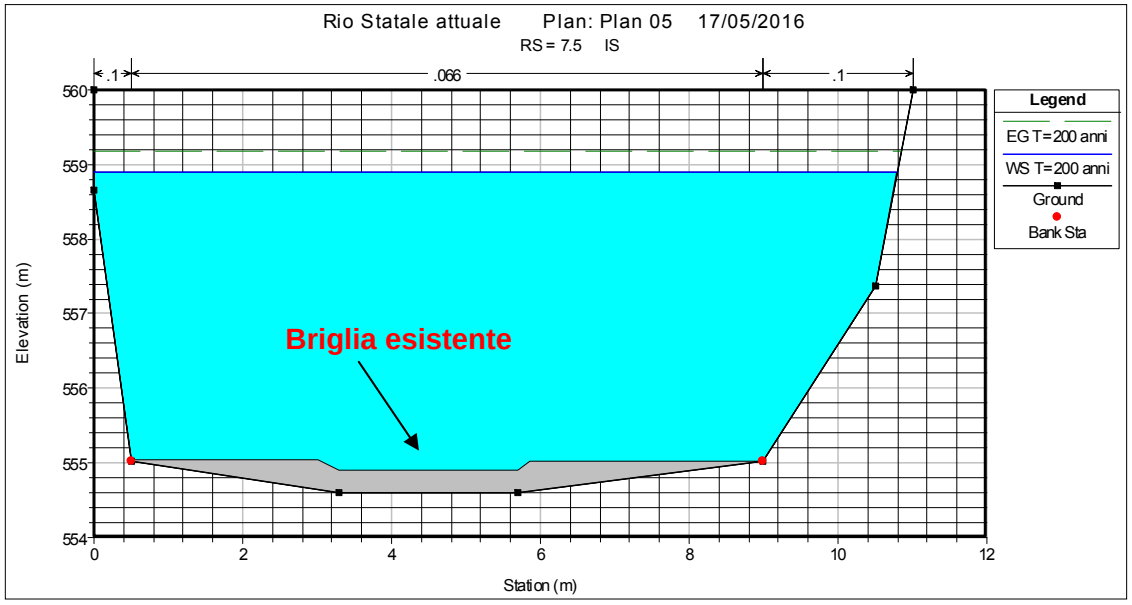


Figura 19: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni (traversa esistente)

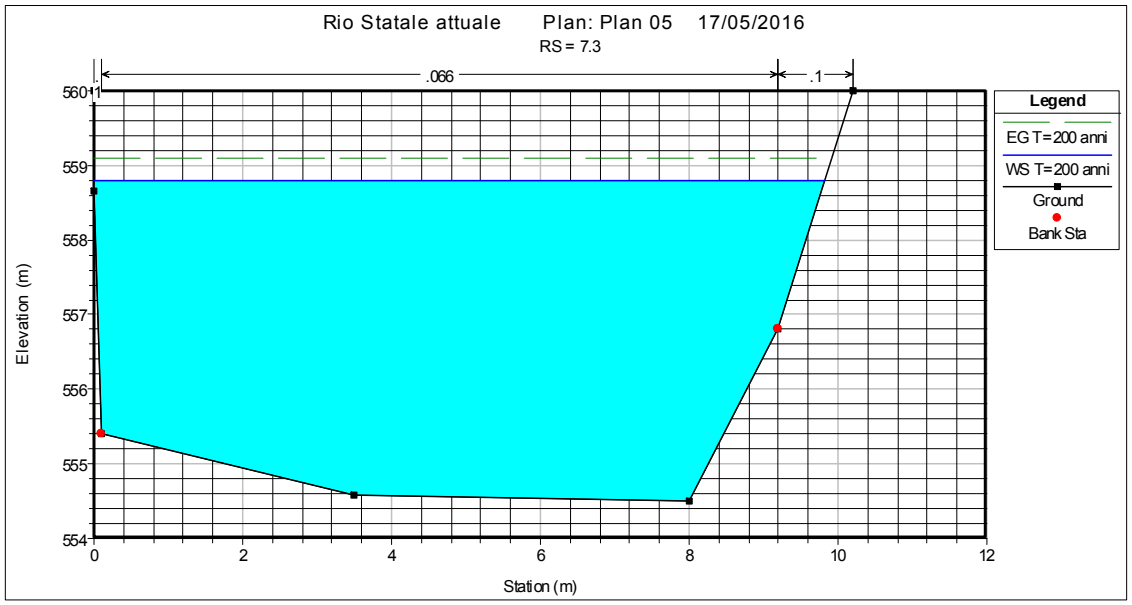


Figura 20: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

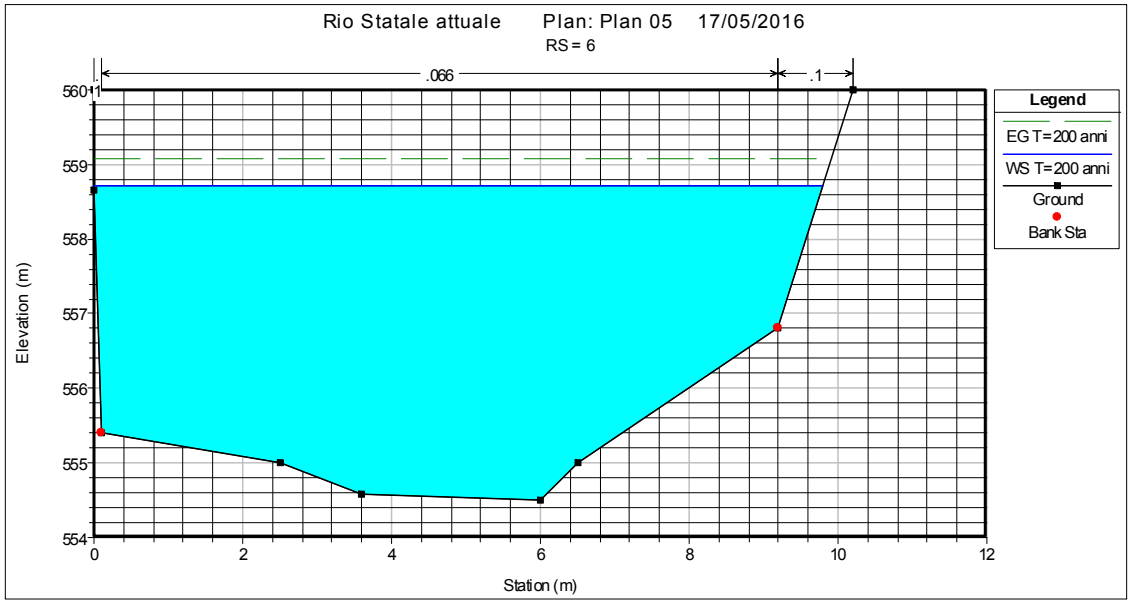


Figura 21: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

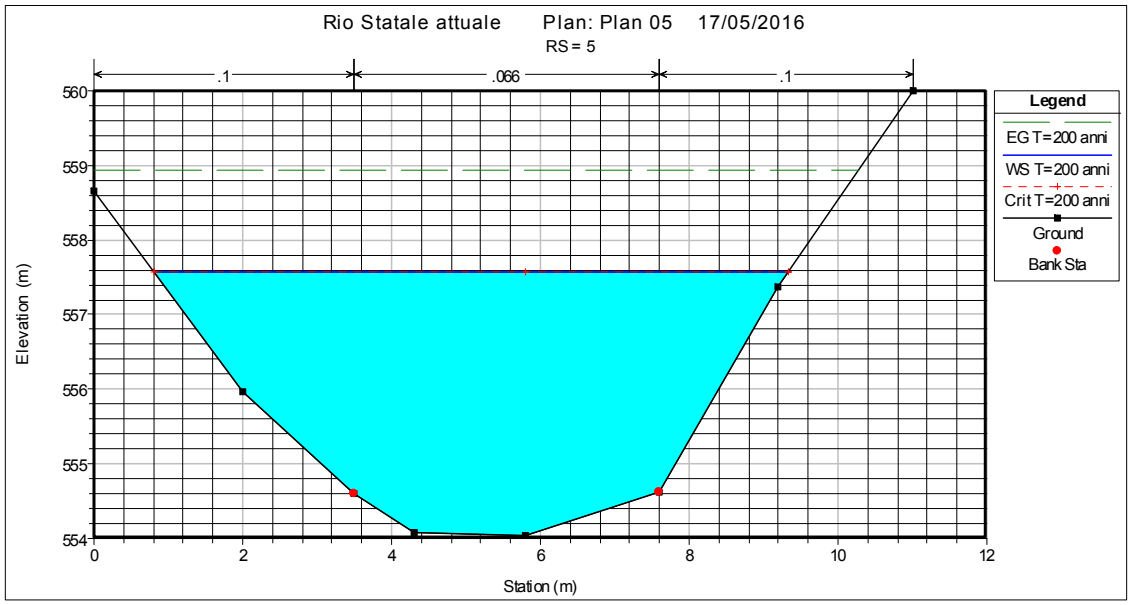


Figura 22: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

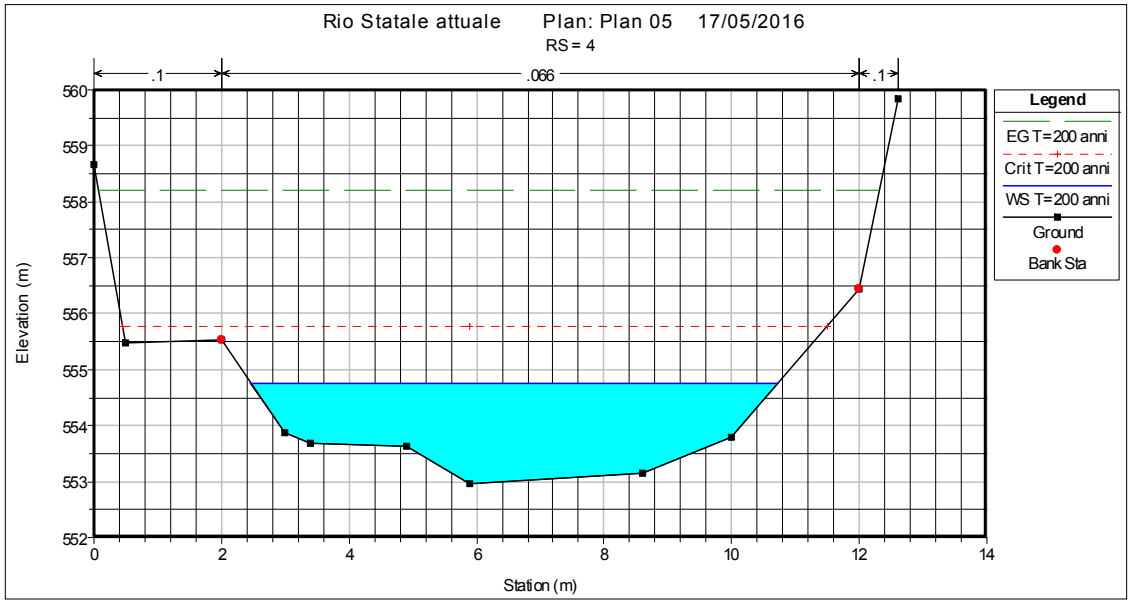


Figura 23: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

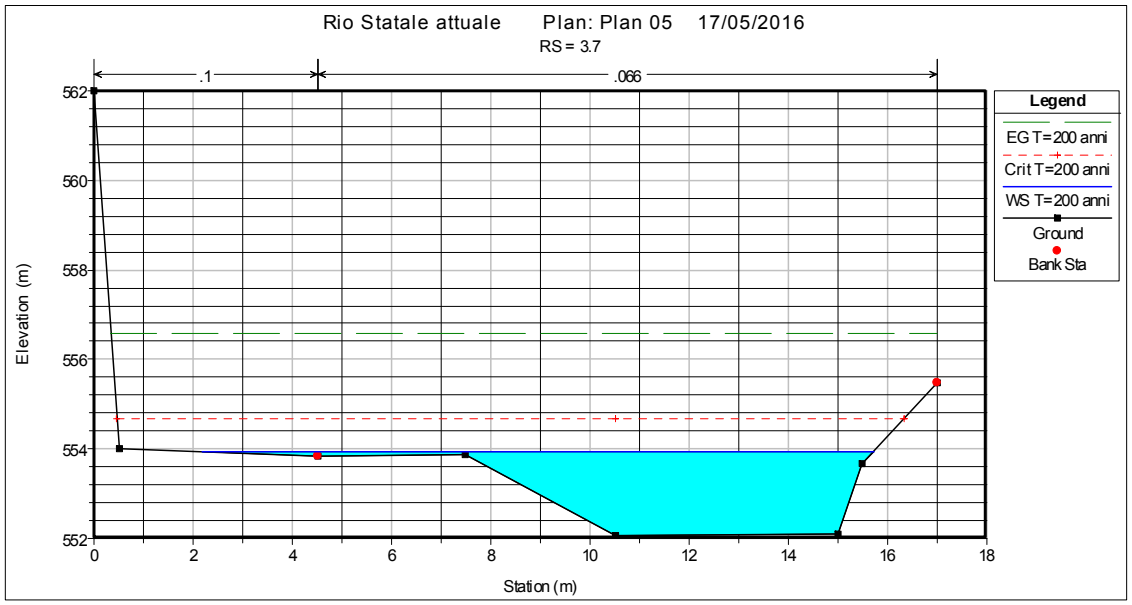


Figura 24: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

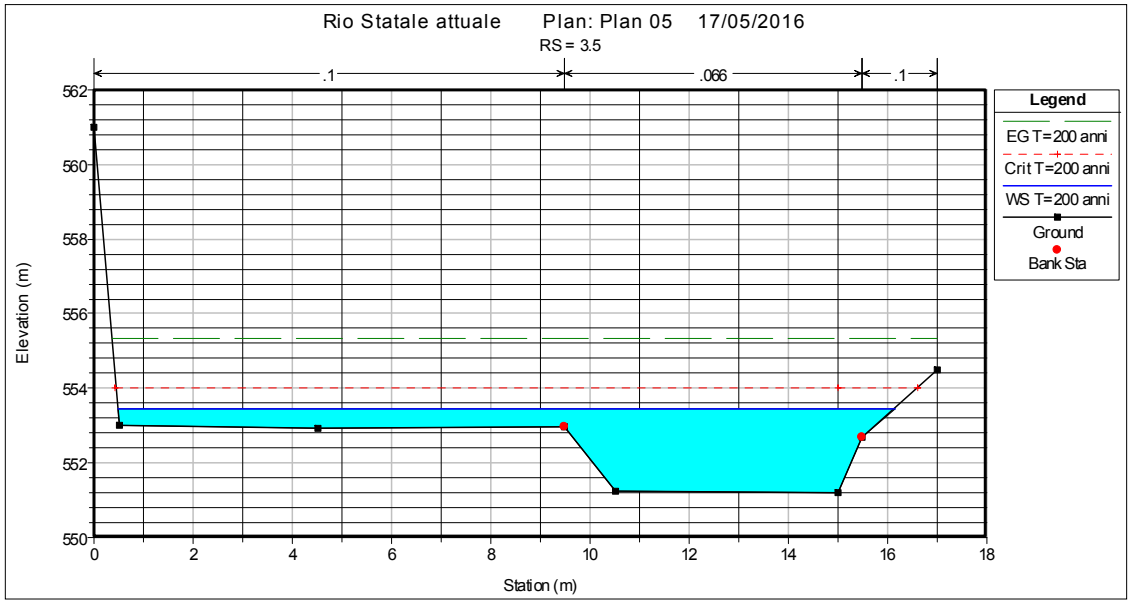


Figura 25: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

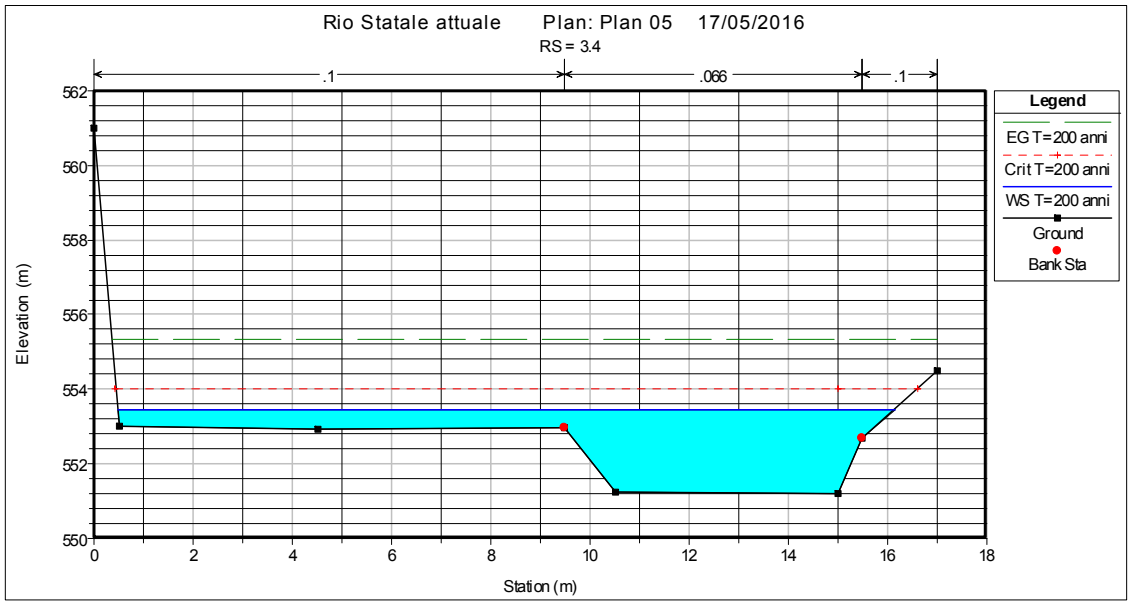


Figura 26: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

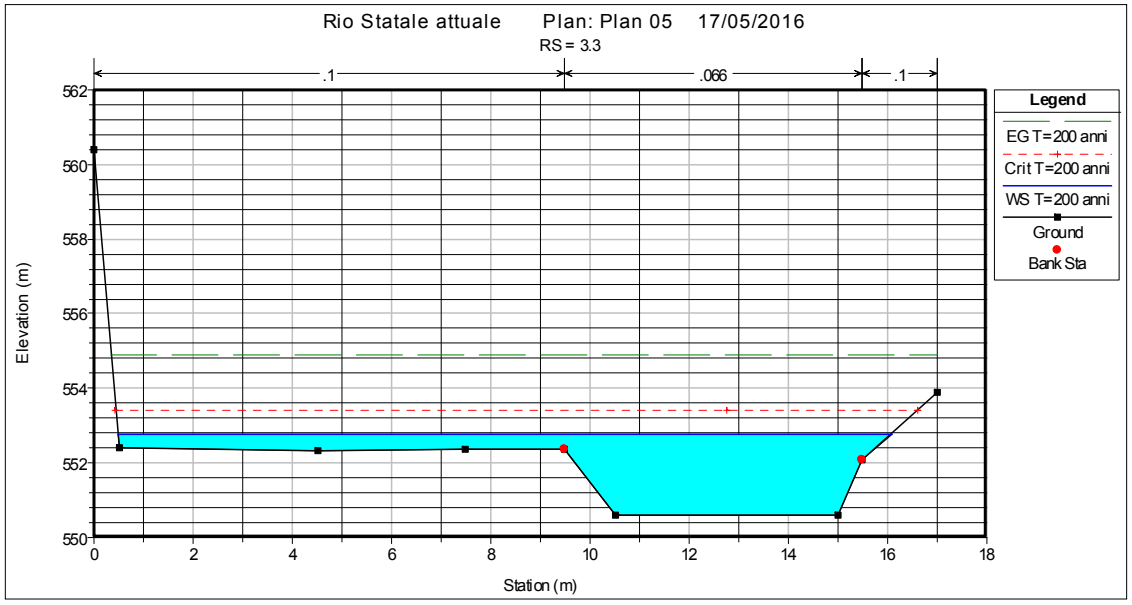


Figura 27: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

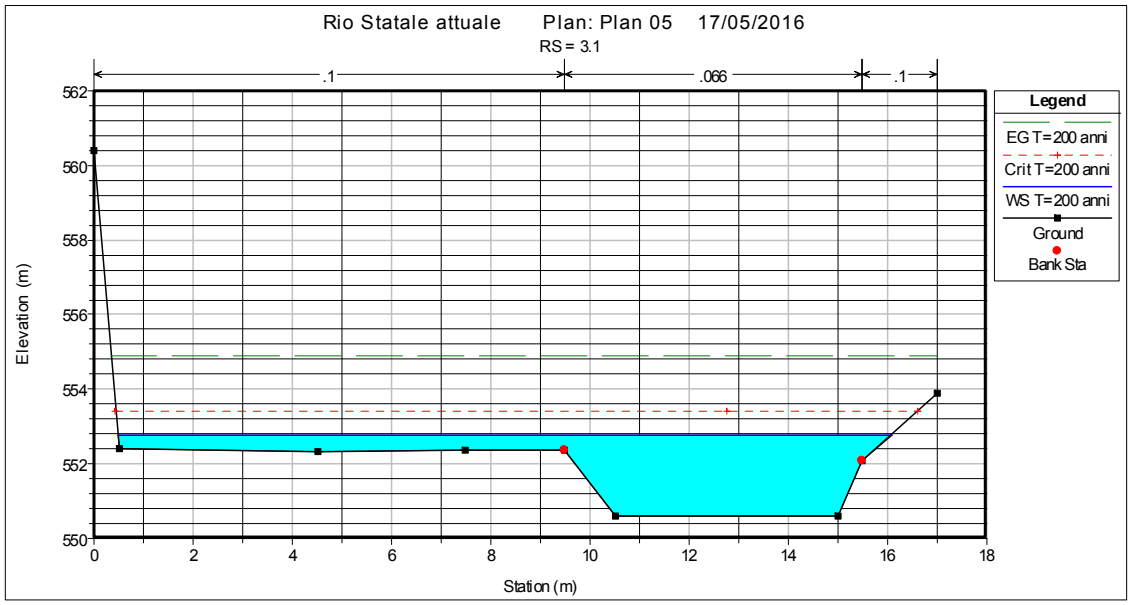


Figura 28: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

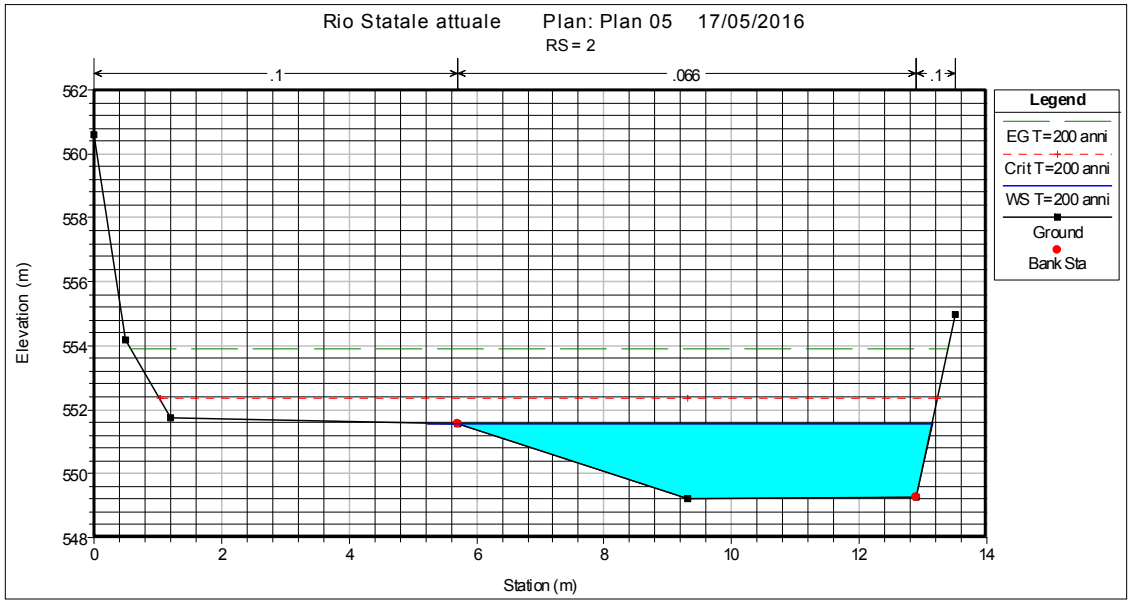


Figura 29: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

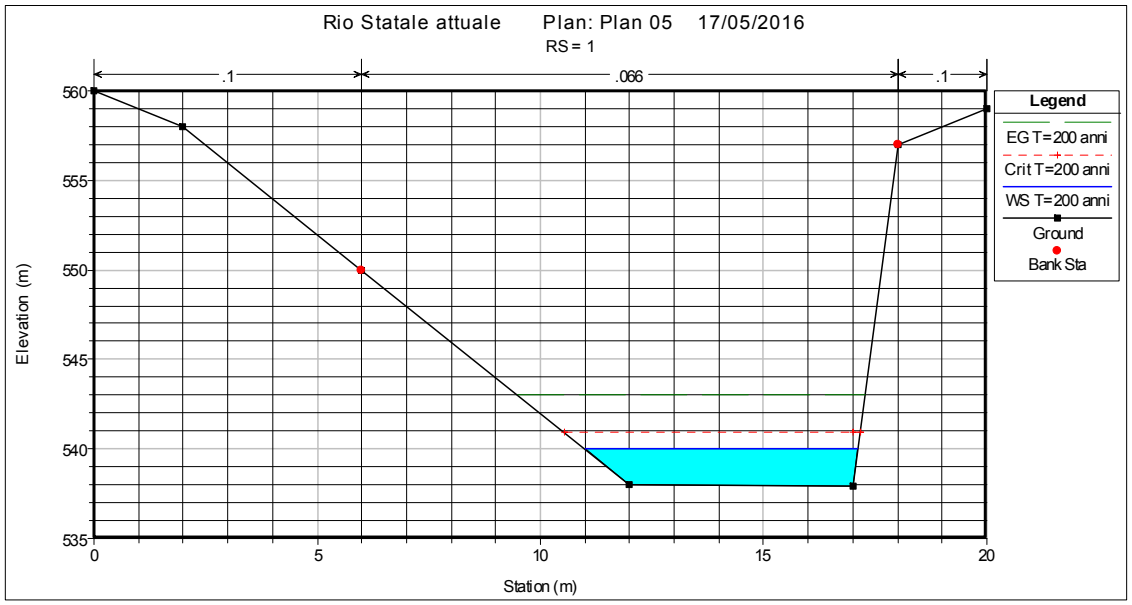


Figura 30: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

9.2.4 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO DI PROGETTO

Al fine di valutare l'influenza dell'impianto proposto sul deflusso della portata di piena, è stata eseguita la simulazione numerica del moto della corrente di piena considerando la presenza delle opere in progetto. I manufatti in progetto sono costituiti dalla griglia di captazione a valle della traversa esistente, dalla vasca dissabbiatrice e dal locale valvola.

Si riportano di seguito in tabella i risultati della modellazione idraulica monodimensionale, per la portata di progetto con tempo di ritorno 50, 200 e 500 anni.

Da questi si osserva che la corrente è tendenzialmente veloce con numeri di Froude variabili da 1,49 a 2,29.

La corrente risulta influenzata dalla traversa esistente, passando per la profondità critica 20 metri circa a monte della stessa e trasformandosi in una corrente lenta con numero di Froude variabile tra 0,41 e 0,98. A valle della traversa la corrente ritorna poi veloce.

Tali comportamenti si osservano per tutte le portate di riferimento considerate (T= 100, 200, 500 anni).

In corrispondenza della traversa esistente (sezione 7.5) la quota della portata di piena con tempo di ritorno 200 anni, assunta pari a 87 m^3/s, è uguale a 558,96 m s.l.m., con un battente idraulico di 4,06 m circa.

Alla sezione 3.7, dove si prevede di realizzare la vasca dissabbiatrice e di carico, la quota del pelo libero per la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni è uguale a 553,96 m s.l.m..

Alla sezione 3.4, dove si prevede di realizzare il locale valvole, la quota del pelo libero per la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni è uguale a 553,49 m s.l.m..

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata.

Confrontando i valori numerici dei livelli idrici corrispondenti alle varie portate di riferimento si può osservare che le variazioni del pelo libero dovute alla presenza delle opere in progetto sono dell'ordine della precisione del modello idraulico utilizzato (5-6 cm in corrispondenza della griglia di captazione e 2-3 cm in prossimità della vasca dissabbiatrice ed il locale valvola).

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata.

Si osserva che il locale tecnico fuori terra della vasca dissabbiatrice e carico è collocato al di fuori dell'area di esondazione per tempo di ritorno 200 anni.

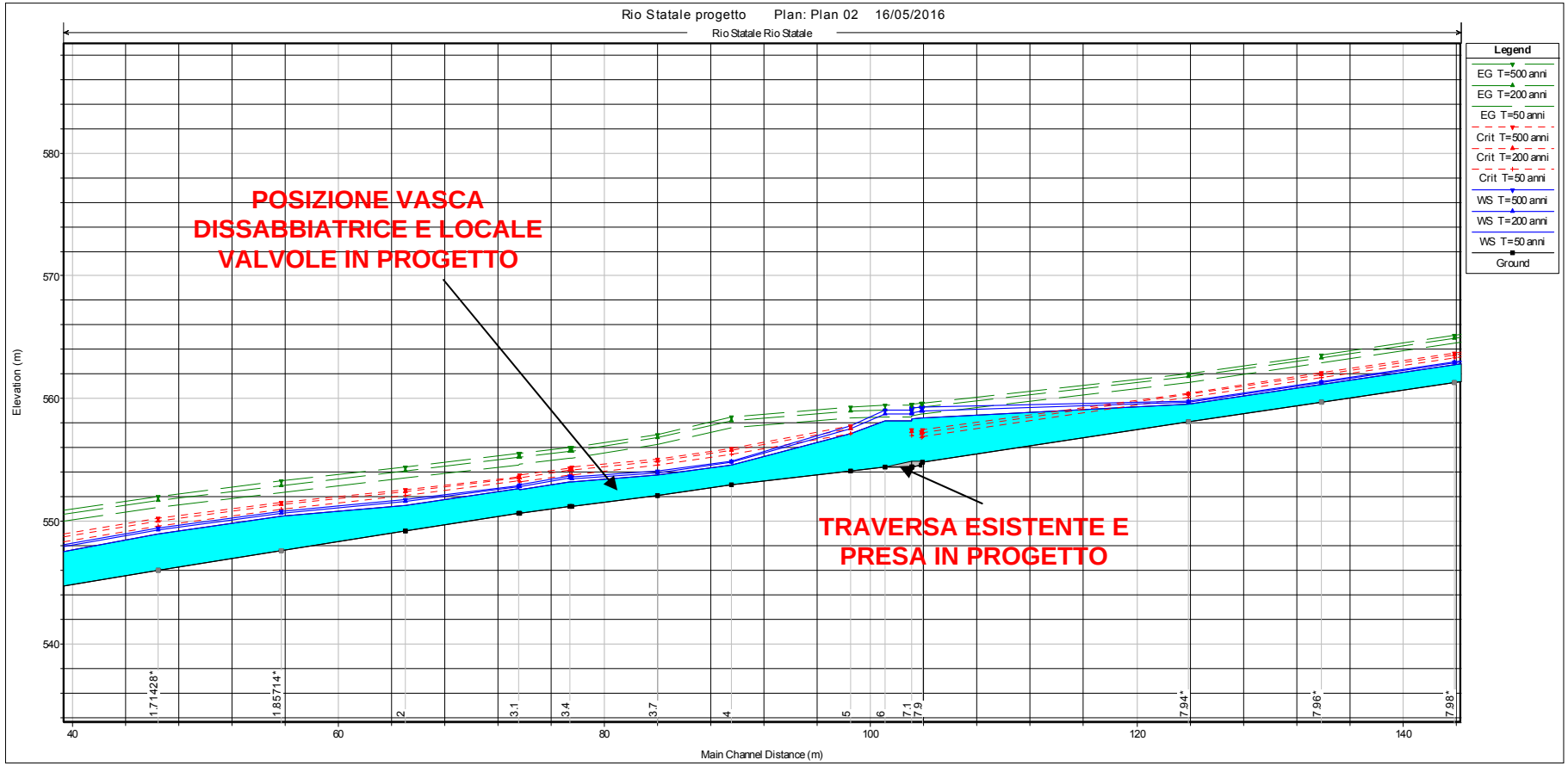


Figura 31: Profilo longitudinale della corrente del rio Statale all'opera di presa nel tratto in esame per le diverse portate di progetto nella condizione di stato progetto.

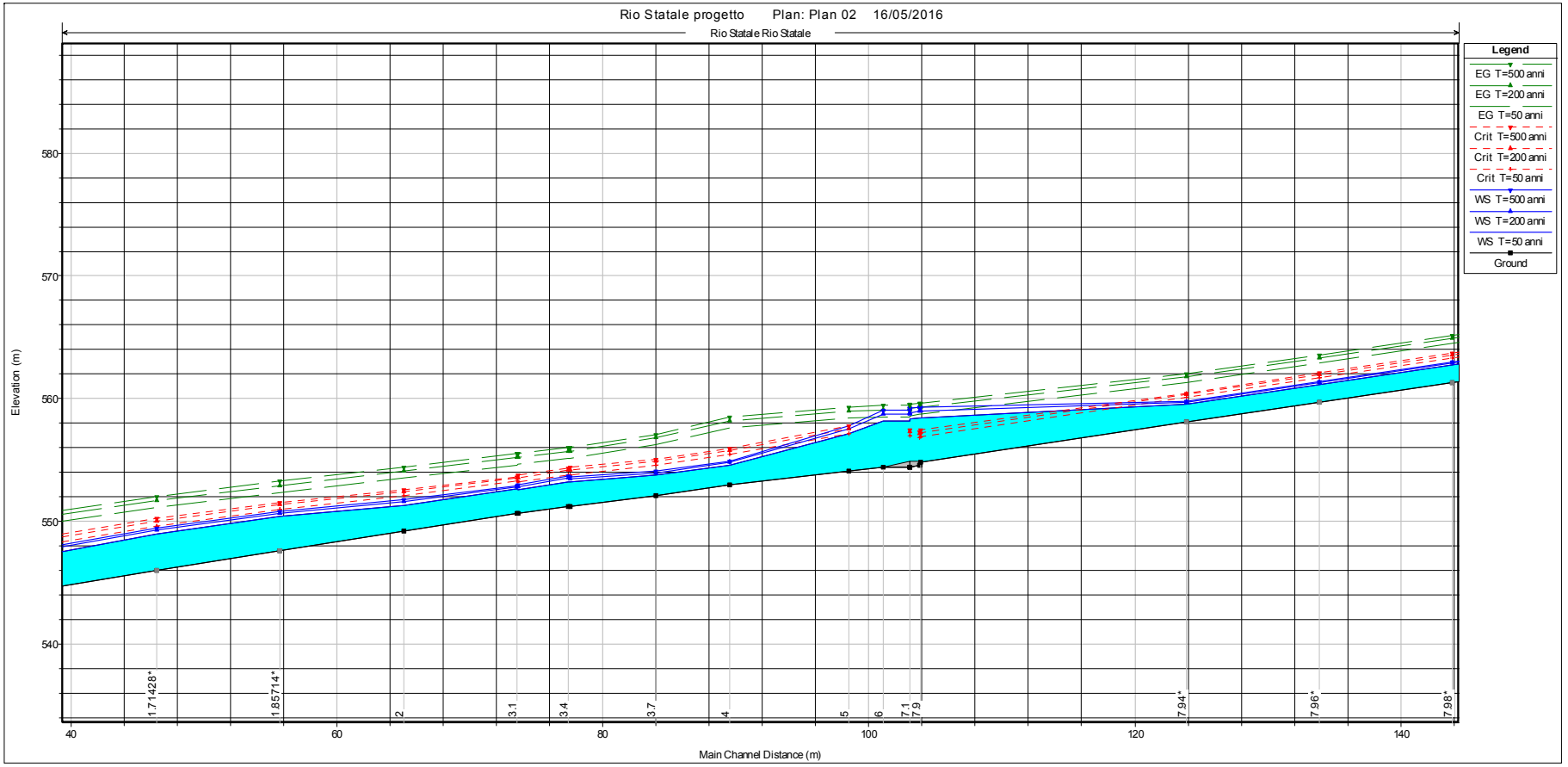
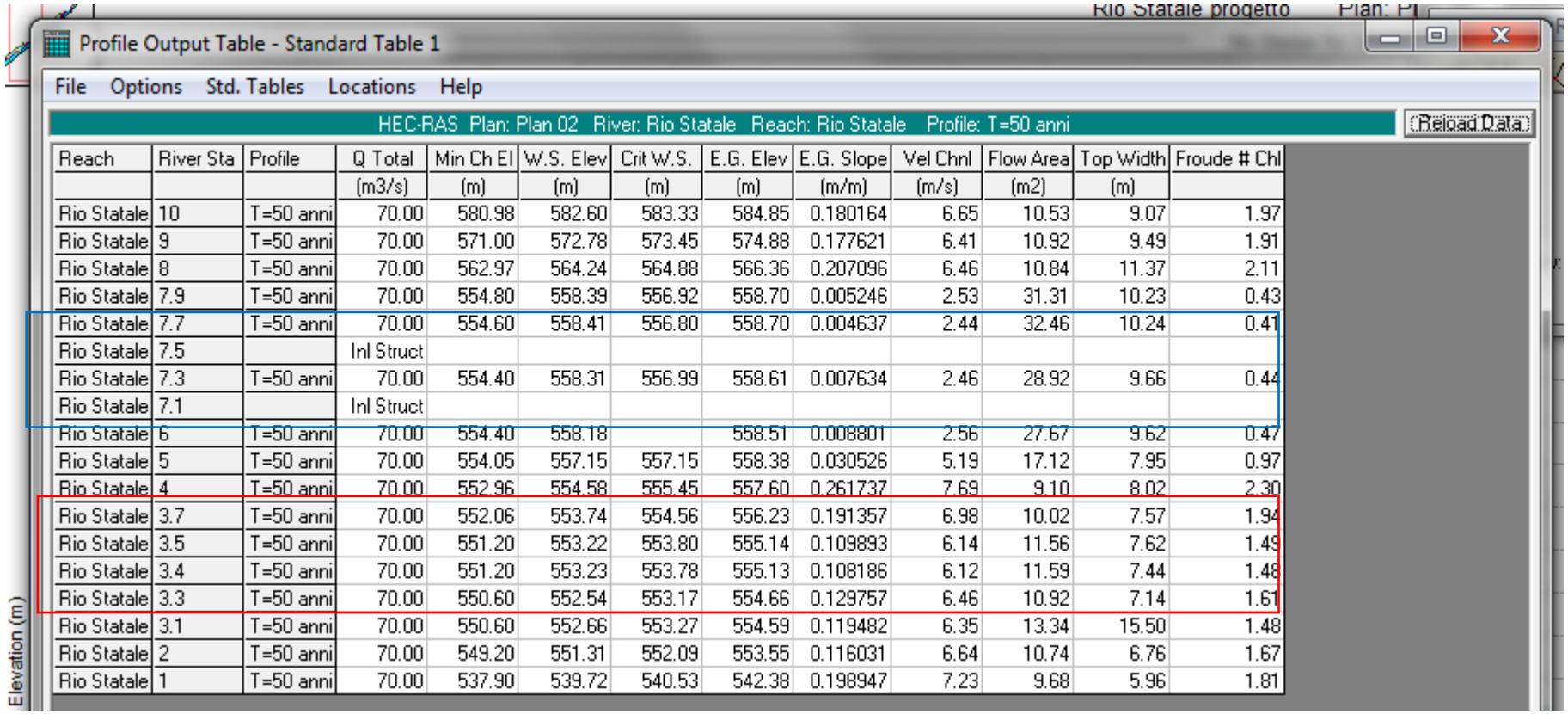


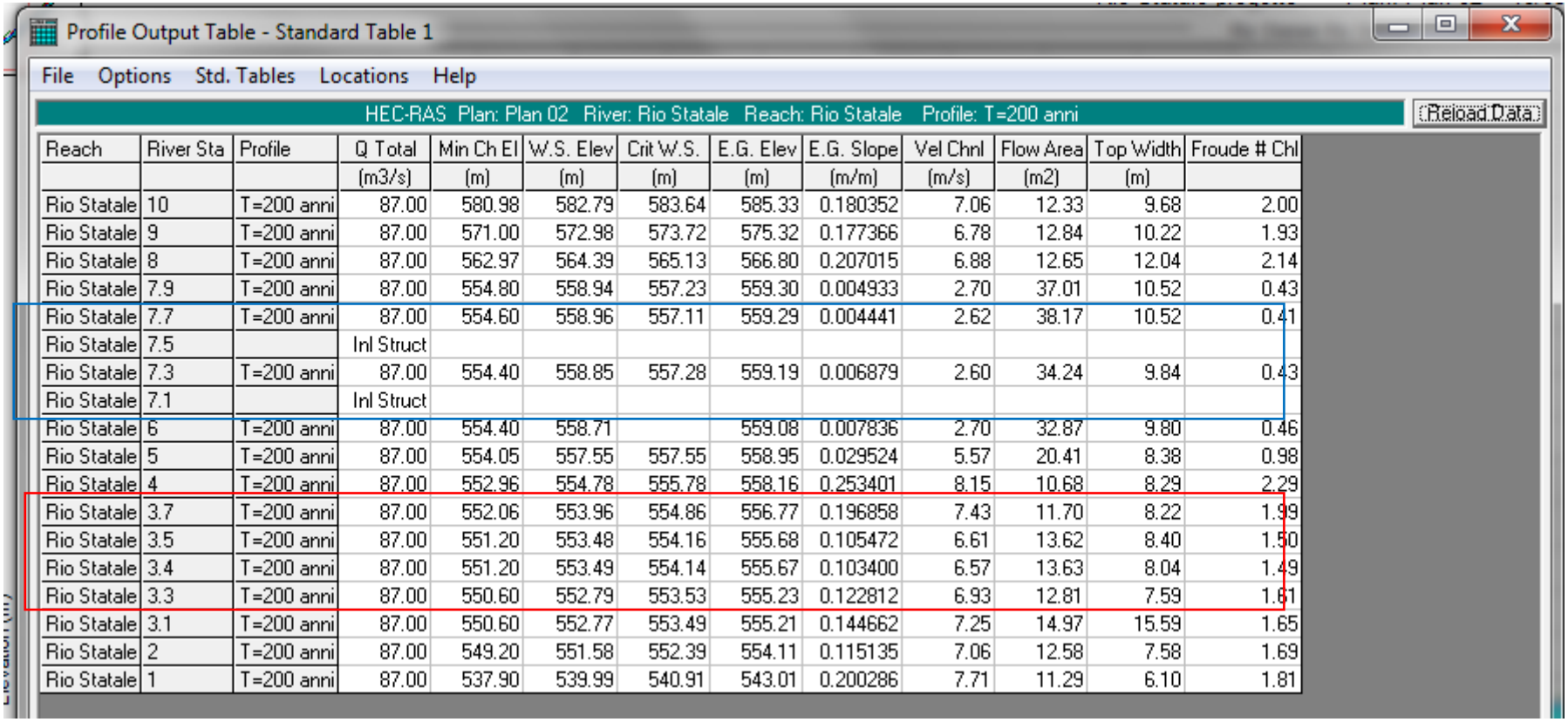
Figura 32: Profilo longitudinale della corrente del rio Statale all'opera di presa nel tratto in esame per le diverse portate di progetto nella condizione di stato progetto, particolare area presa.



Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Statale	10	T=50 anni	70.00	580.98	582.60	583.33	584.85	0.180164	6.65	10.53	9.07	1.97
Rio Statale	9	T=50 anni	70.00	571.00	572.78	573.45	574.88	0.177621	6.41	10.92	9.49	1.91
Rio Statale	8	T=50 anni	70.00	562.97	564.24	564.88	566.36	0.207096	6.46	10.84	11.37	2.11
Rio Statale	7.9	T=50 anni	70.00	554.80	558.39	556.92	558.70	0.005246	2.53	31.31	10.23	0.43
Rio Statale	7.7	T=50 anni	70.00	554.60	558.41	556.80	558.70	0.004637	2.44	32.46	10.24	0.41
Rio Statale	7.5		Inl Struct									
Rio Statale	7.3	T=50 anni	70.00	554.40	558.31	556.99	558.61	0.007634	2.46	28.92	9.66	0.44
Rio Statale	7.1		Inl Struct									
Rio Statale	6	T=50 anni	70.00	554.40	558.18		558.51	0.008801	2.56	27.67	9.62	0.47
Rio Statale	5	T=50 anni	70.00	554.05	557.15	557.15	558.38	0.030526	5.19	17.12	7.95	0.97
Rio Statale	4	T=50 anni	70.00	552.96	554.58	555.45	557.60	0.261737	7.69	9.10	8.02	2.30
Rio Statale	3.7	T=50 anni	70.00	552.06	553.74	554.56	556.23	0.191357	6.98	10.02	7.57	1.94
Rio Statale	3.5	T=50 anni	70.00	551.20	553.22	553.80	555.14	0.109893	6.14	11.56	7.62	1.49
Rio Statale	3.4	T=50 anni	70.00	551.20	553.23	553.78	555.13	0.108186	6.12	11.59	7.44	1.48
Rio Statale	3.3	T=50 anni	70.00	550.60	552.54	553.17	554.66	0.129757	6.46	10.92	7.14	1.61
Rio Statale	3.1	T=50 anni	70.00	550.60	552.66	553.27	554.59	0.119482	6.35	13.34	15.50	1.48
Rio Statale	2	T=50 anni	70.00	549.20	551.31	552.09	553.55	0.116031	6.64	10.74	6.76	1.67
Rio Statale	1	T=50 anni	70.00	537.90	539.72	540.53	542.38	0.198947	7.23	9.68	5.96	1.81

Tabella 5: Risultati della modellazione idraulica nello stato progetto per la portata avente tempo di ritorno 50 anni.

In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice e dal locale valvole in progetto



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Rio Statale Reach: Rio Statale Profile: T=200 anni

Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Statale	10	T=200 anni	87.00	580.98	582.79	583.64	585.33	0.180352	7.06	12.33	9.68	2.00
Rio Statale	9	T=200 anni	87.00	571.00	572.98	573.72	575.32	0.177366	6.78	12.84	10.22	1.93
Rio Statale	8	T=200 anni	87.00	562.97	564.39	565.13	566.80	0.207015	6.88	12.65	12.04	2.14
Rio Statale	7.9	T=200 anni	87.00	554.80	558.94	557.23	559.30	0.004933	2.70	37.01	10.52	0.43
Rio Statale	7.7	T=200 anni	87.00	554.60	558.96	557.11	559.29	0.004441	2.62	38.17	10.52	0.41
Rio Statale	7.5		Inl Struct									
Rio Statale	7.3	T=200 anni	87.00	554.40	558.85	557.28	559.19	0.006879	2.60	34.24	9.84	0.43
Rio Statale	7.1		Inl Struct									
Rio Statale	6	T=200 anni	87.00	554.40	558.71		559.08	0.007836	2.70	32.87	9.80	0.46
Rio Statale	5	T=200 anni	87.00	554.05	557.55	557.55	558.95	0.029524	5.57	20.41	8.38	0.98
Rio Statale	4	T=200 anni	87.00	552.96	554.78	555.78	558.16	0.253401	8.15	10.68	8.29	2.29
Rio Statale	3.7	T=200 anni	87.00	552.06	553.96	554.86	556.77	0.196858	7.43	11.70	8.22	1.99
Rio Statale	3.5	T=200 anni	87.00	551.20	553.48	554.16	555.68	0.105472	6.61	13.62	8.40	1.50
Rio Statale	3.4	T=200 anni	87.00	551.20	553.49	554.14	555.67	0.103400	6.57	13.63	8.04	1.49
Rio Statale	3.3	T=200 anni	87.00	550.60	552.79	553.53	555.23	0.122812	6.93	12.81	7.59	1.61
Rio Statale	3.1	T=200 anni	87.00	550.60	552.77	553.49	555.21	0.144662	7.25	14.97	15.59	1.65
Rio Statale	2	T=200 anni	87.00	549.20	551.58	552.39	554.11	0.115135	7.06	12.58	7.58	1.69
Rio Statale	1	T=200 anni	87.00	537.90	539.99	540.91	543.01	0.200286	7.71	11.29	6.10	1.81

Tabella 6: Risultati della modellazione idraulica nello stato progetto per la portata avente tempo di ritorno 200 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice e dal locale valvole in progetto

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Rio Statale Reach: Rio Statale Profile: T=500 anni — Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Statale	10	T=500 anni	98.00	580.98	582.91	583.82	585.61	0.180154	7.29	13.45	10.04	2.01
Rio Statale	9	T=500 anni	98.00	571.00	573.09	573.88	575.57	0.176895	6.98	14.04	10.65	1.94
Rio Statale	8	T=500 anni	98.00	562.97	564.48	565.27	567.06	0.206962	7.11	13.78	12.43	2.16
Rio Statale	7.9	T=500 anni	98.00	554.80	559.27	557.42	559.65	0.004798	2.81	40.49	10.67	0.43
Rio Statale	7.7	T=500 anni	98.00	554.60	559.28	557.30	559.64	0.004358	2.72	41.64	10.67	0.41
Rio Statale	7.5		Inl Struct									
Rio Statale	7.3	T=500 anni	98.00	554.40	559.18	557.45	559.55	0.006550	2.68	37.49	9.94	0.43
Rio Statale	7.1		Inl Struct									
Rio Statale	6	T=500 anni	98.00	554.40	559.04		559.43	0.007414	2.78	36.05	9.90	0.45
Rio Statale	5	T=500 anni	98.00	554.05	557.79	557.79	559.29	0.029100	5.79	22.44	8.56	0.98
Rio Statale	4	T=500 anni	98.00	552.96	554.90	555.95	558.50	0.249706	8.41	11.66	8.44	2.28
Rio Statale	3.7	T=500 anni	98.00	552.06	554.08	555.08	557.09	0.201714	7.69	12.75	8.69	2.03
Rio Statale	3.5	T=500 anni	98.00	551.20	553.64	554.38	555.99	0.101285	6.83	15.05	8.91	1.49
Rio Statale	3.4	T=500 anni	98.00	551.20	553.67	554.36	555.97	0.097465	6.76	15.11	8.45	1.46
Rio Statale	3.3	T=500 anni	98.00	550.60	552.96	553.75	555.54	0.116328	7.14	14.13	7.89	1.59
Rio Statale	3.1	T=500 anni	98.00	550.60	552.85	553.63	555.52	0.152885	7.65	16.24	15.67	1.70
Rio Statale	2	T=500 anni	98.00	549.20	551.73	552.57	554.42	0.109695	7.29	14.11	11.96	1.67
Rio Statale	1	T=500 anni	98.00	537.90	540.15	541.14	543.39	0.200978	7.98	12.29	6.19	1.81

Tabella 7: Risultati della modellazione idraulica nello stato progetto per la portata avente tempo di ritorno 500 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice e dal locale valvole in progetto

Di seguito si riportano le sezioni per lo stato progetto con il livello raggiunto dalla portata pari a 87 m^3/s, corrispondente alla portata avente tempo di ritorno di 200 anni.

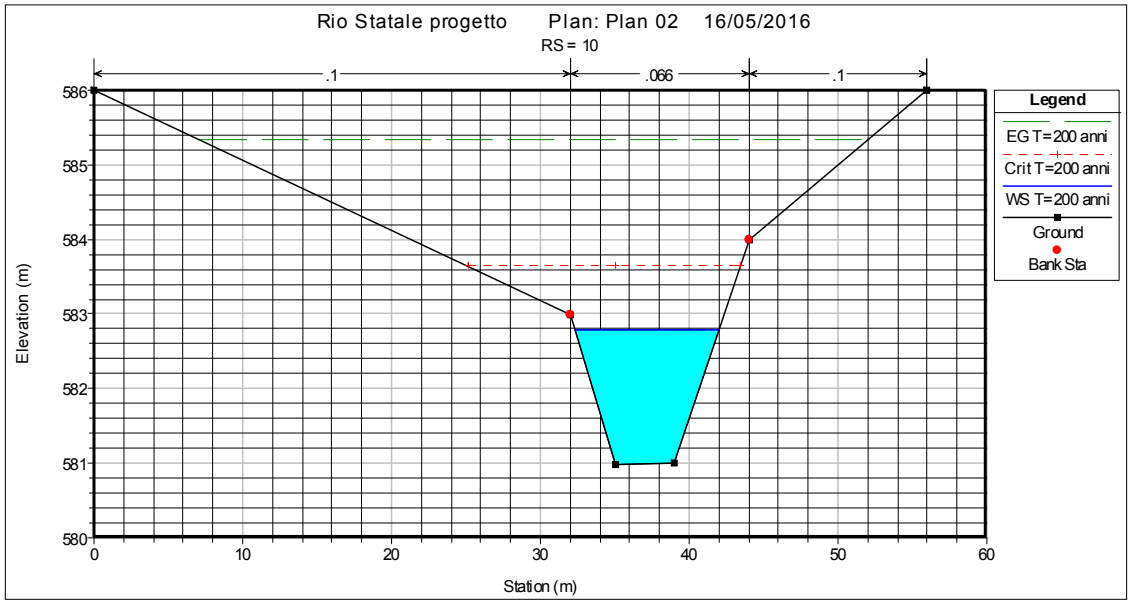


Figura 33: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

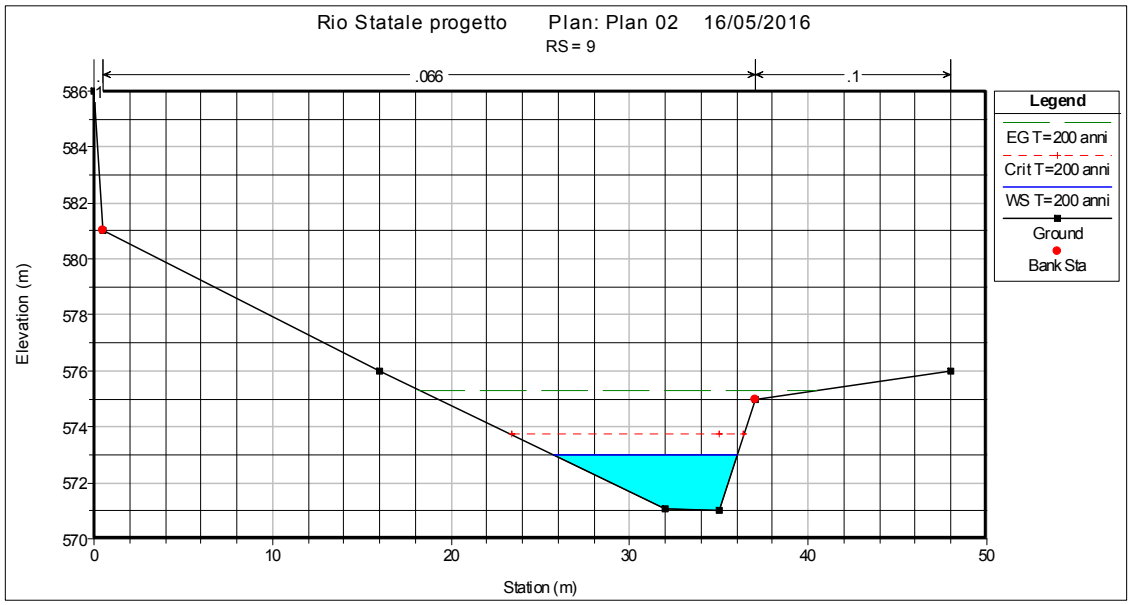


Figura 34: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

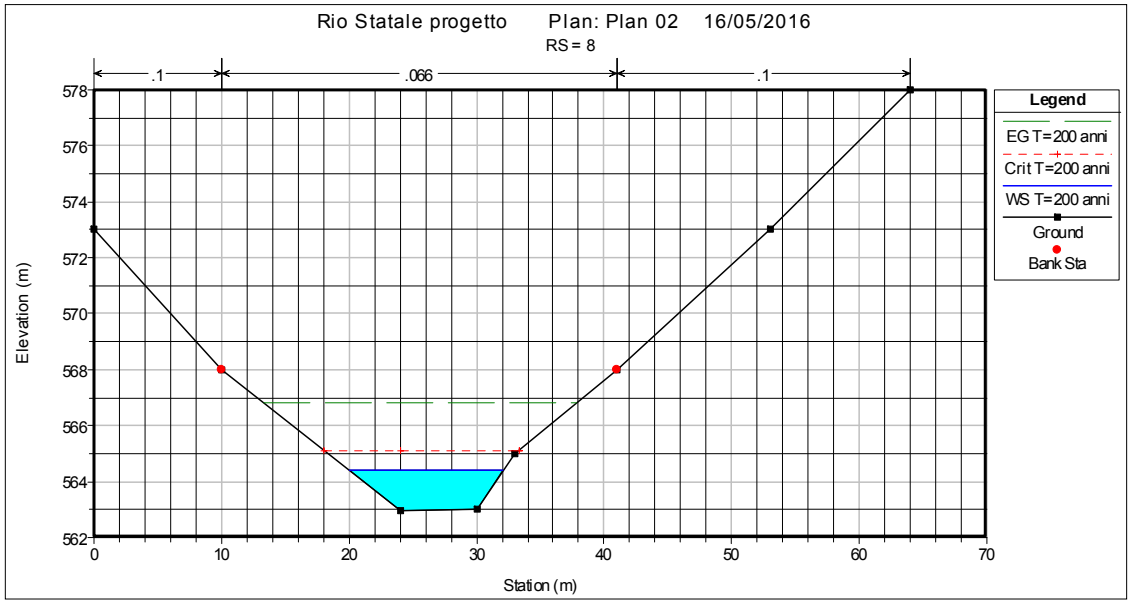


Figura 35: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

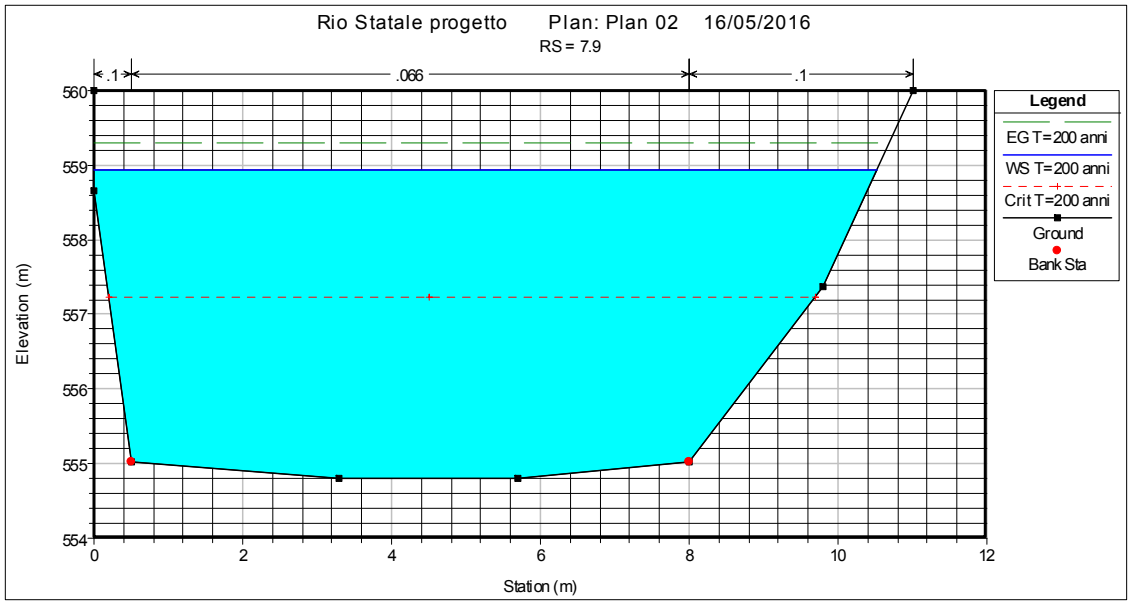


Figura 36: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

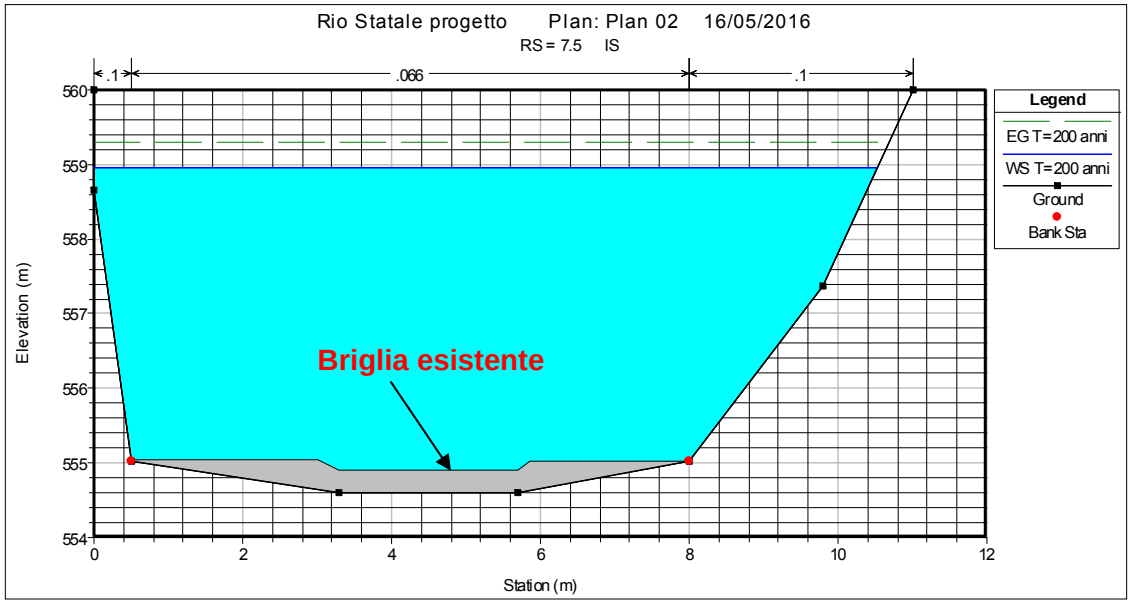


Figura 37: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni (traversa esistente)

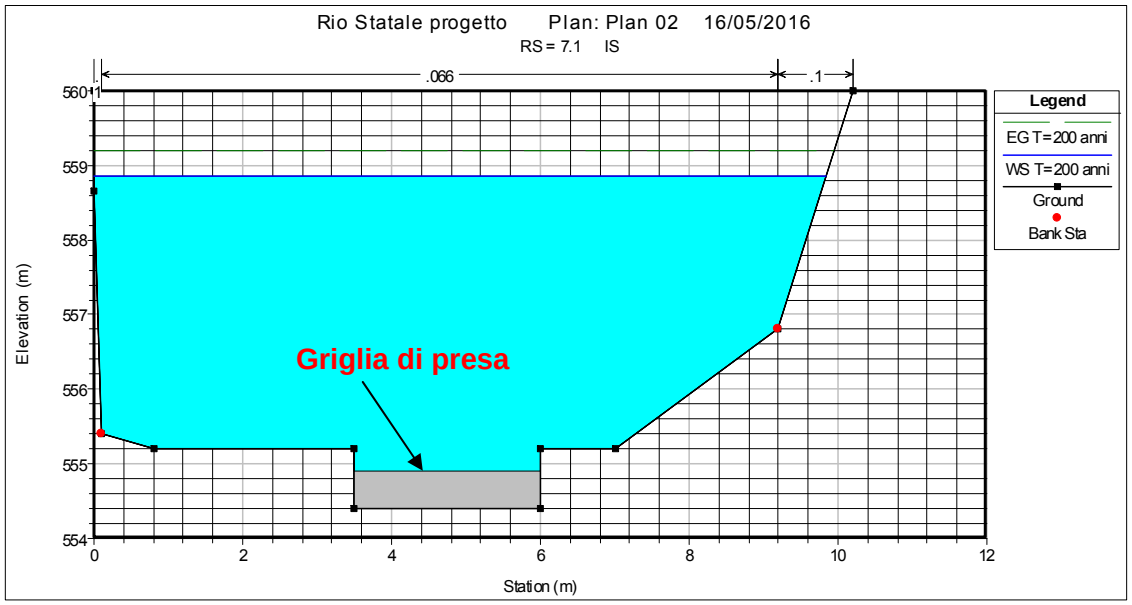


Figura 38: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

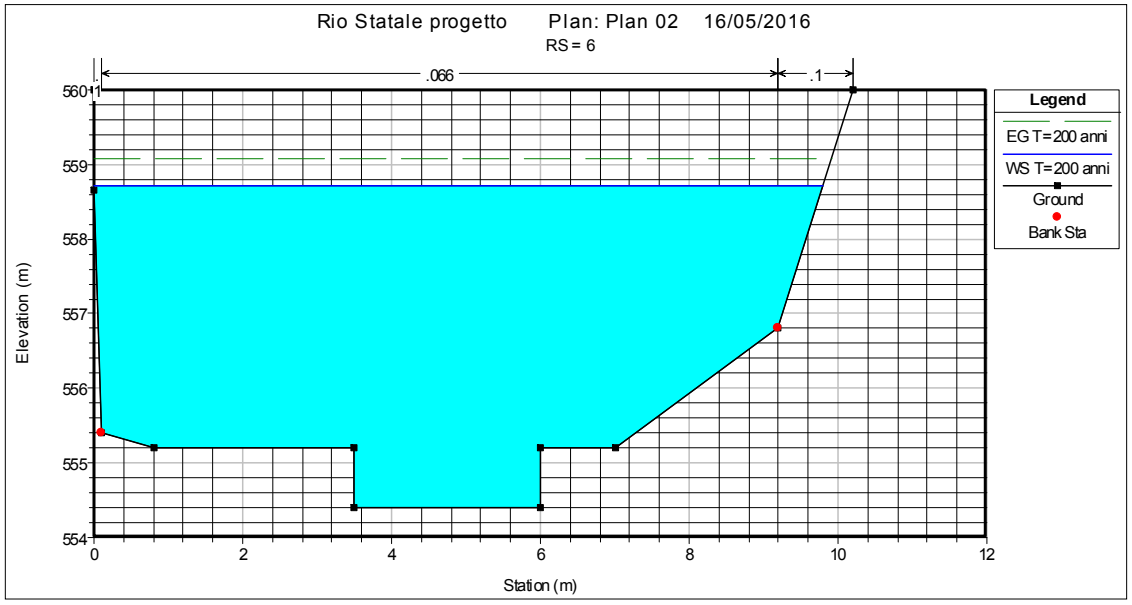


Figura 39: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

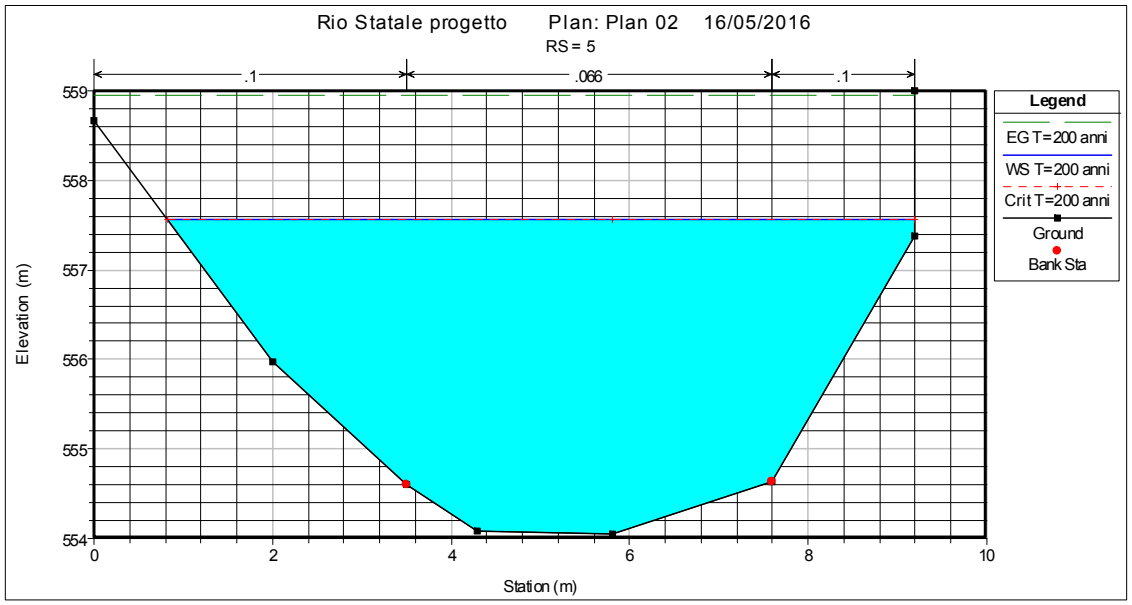


Figura 40: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

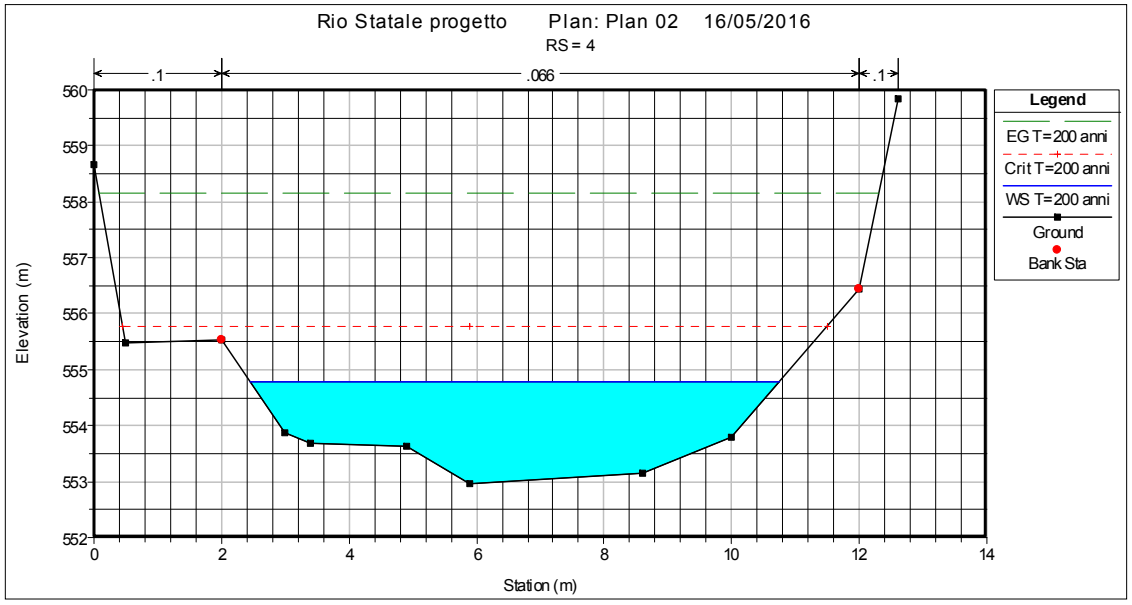


Figura 41: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

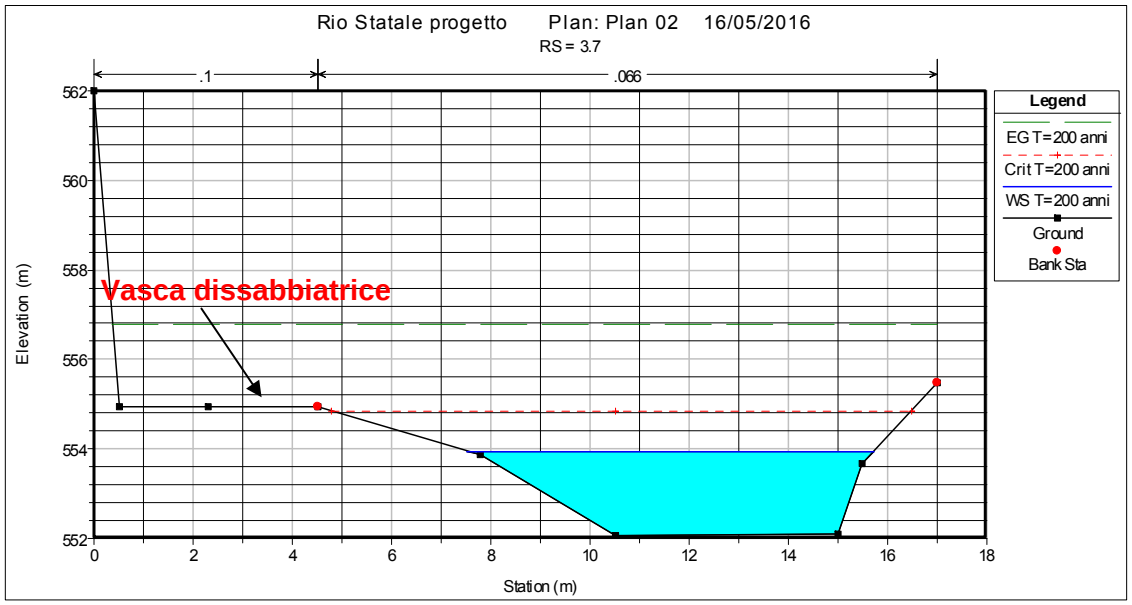


Figura 42: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

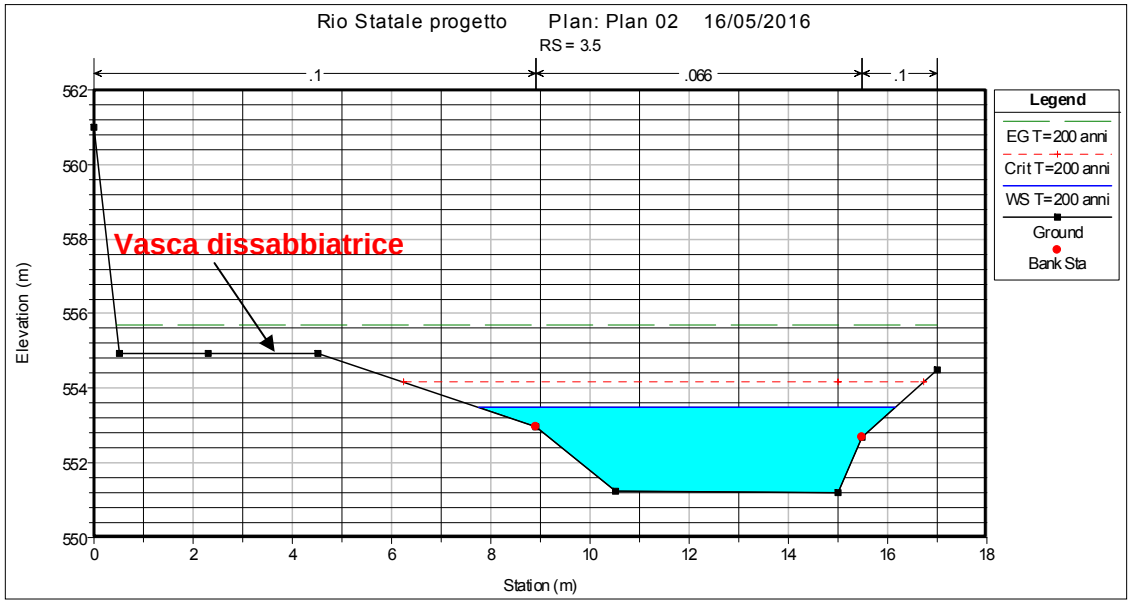


Figura 43: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

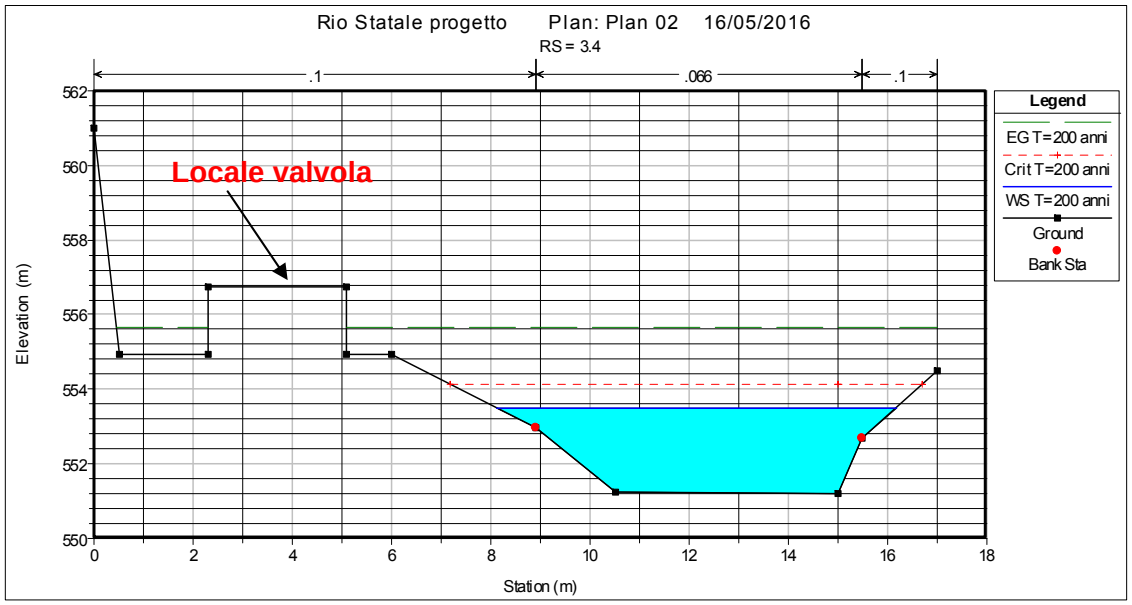


Figura 44: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

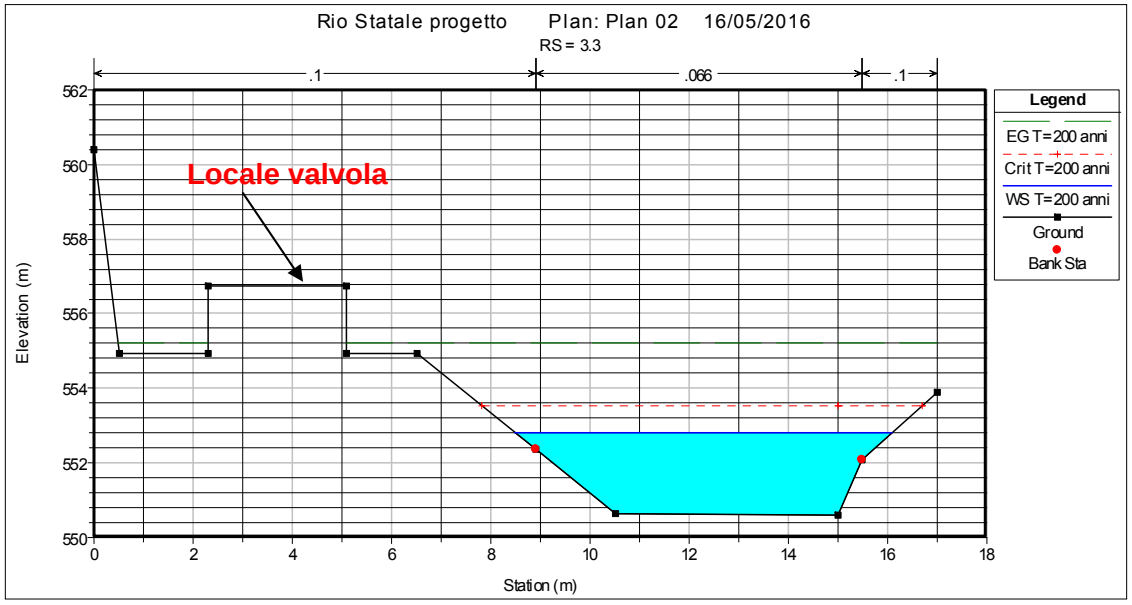


Figura 45: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

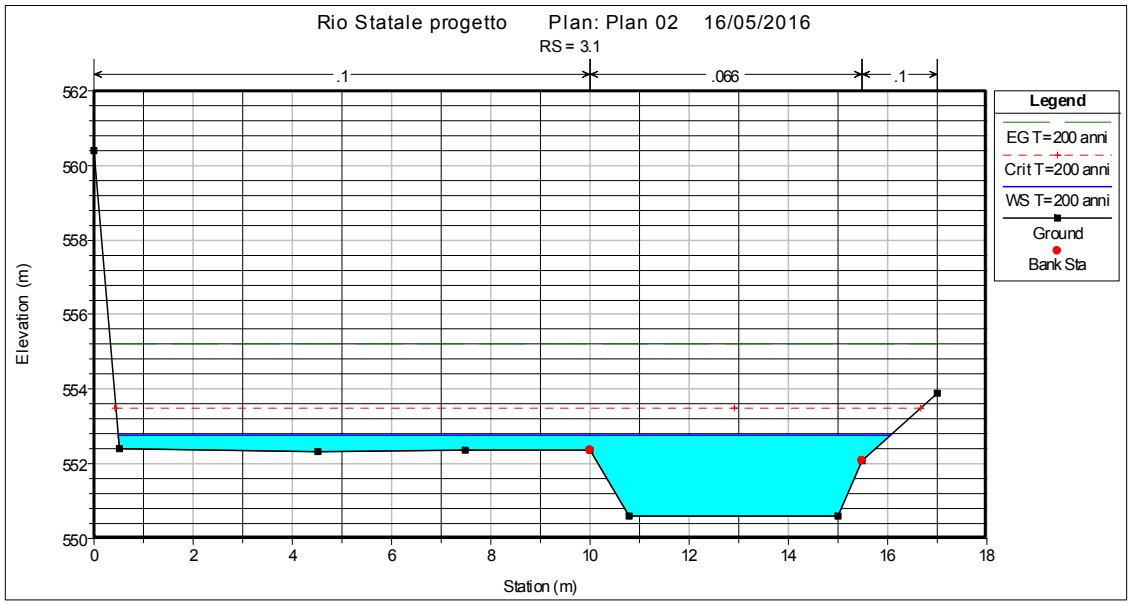


Figura 46: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

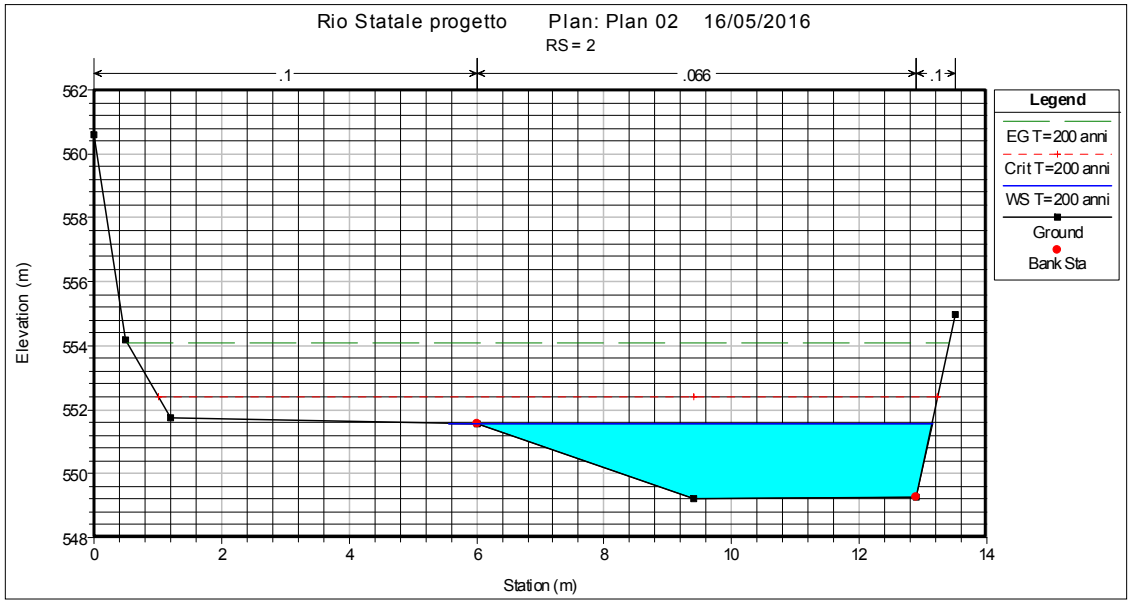


Figura 47: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

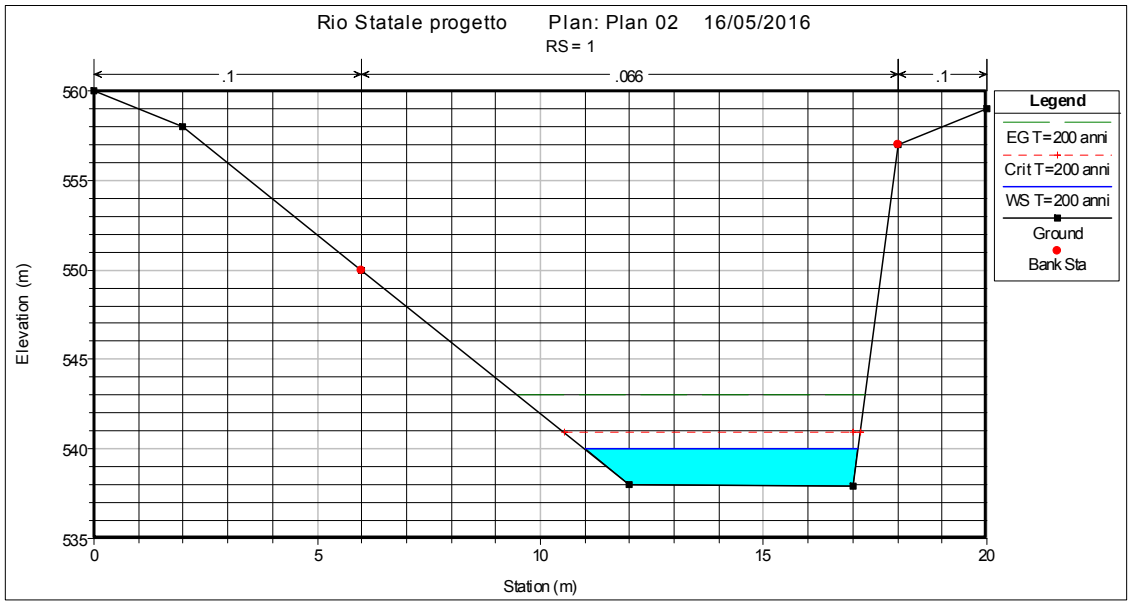


Figura 48: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

9.3 OPERA DI PRESA RIO FOPPO

9.3.1 CONDIZIONI AL CONTORNO E COEFFICIENTI DI SCABREZZA

Il tratto di torrente preso in esame per la modellazione risulta individuato da una sezione di monte (sezione 9), collocata 100 m circa a monte della traversa esistente e da una sezione di valle (sezione 1) ubicata 50 m circa a valle dell'opera di presa in progetto, per una lunghezza complessiva di circa 150 m.

Il modello idraulico è stato elaborato e calibrato mediante l'inserimento dei dati geometrici che caratterizzano il sistema fluviale e la conseguente definizione delle condizioni al contorno del problema. Sono stati pertanto introdotti i seguenti parametri ed elementi:

- coefficiente di scabrezza (indice di Manning): le norme di attuazione dei Piani di bacino AMBITO 16 all'allegato 3 *"Indirizzi tecnici per la redazione di studi idraulici"* definiscono i coefficienti di scabrezza da assumere nella modellazione idraulica del moto monodimensionale di un tratto di corso d'acqua naturale.

Descrizione corso d'acqua	Coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler K_s ($m^{1/3}s^{-1}$)
Tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25-30
Corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30-35
Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35-40
Corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubi, cavi, ecc.) o discontinuità interferenti con le acque	40-45

Nel tratto in esame il rio Statale presenta salti e sporadica vegetazione in alveo, pertanto nella modellazione in esame è stato cautelativamente utilizzato un coefficiente di scabrezza di Manning pari a:

  - 0.066 $m^{1/3}s^{-1}$ *per l'alveo inciso (*K_s*=15)*
  - 0.1 $m^{1/3}s^{-1}$ *per le aree di golena (*K_s*=10)*

- geometria delle sezioni (geometria dell' alveo inciso e delle aree golenali), ricavata da un rilievo topografico di dettaglio effettuato in corrispondenza del tratto in esame nel mese di febbraio 2015;

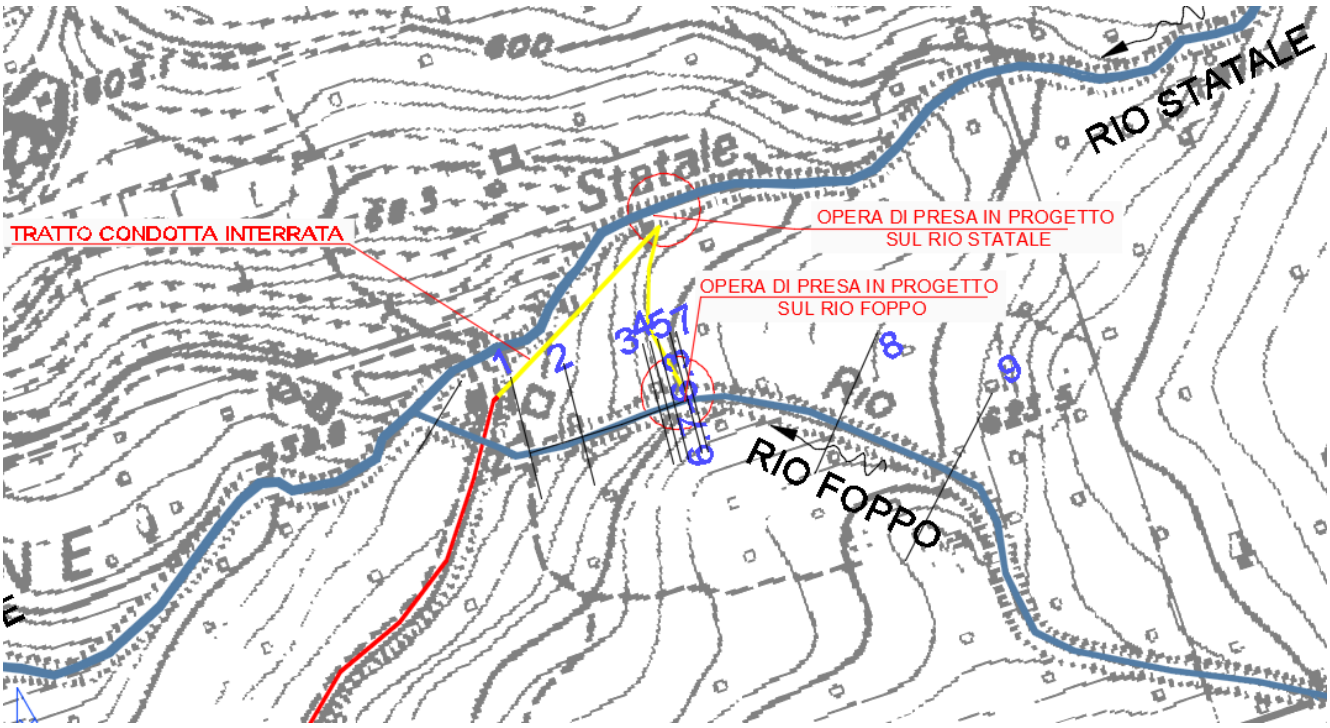
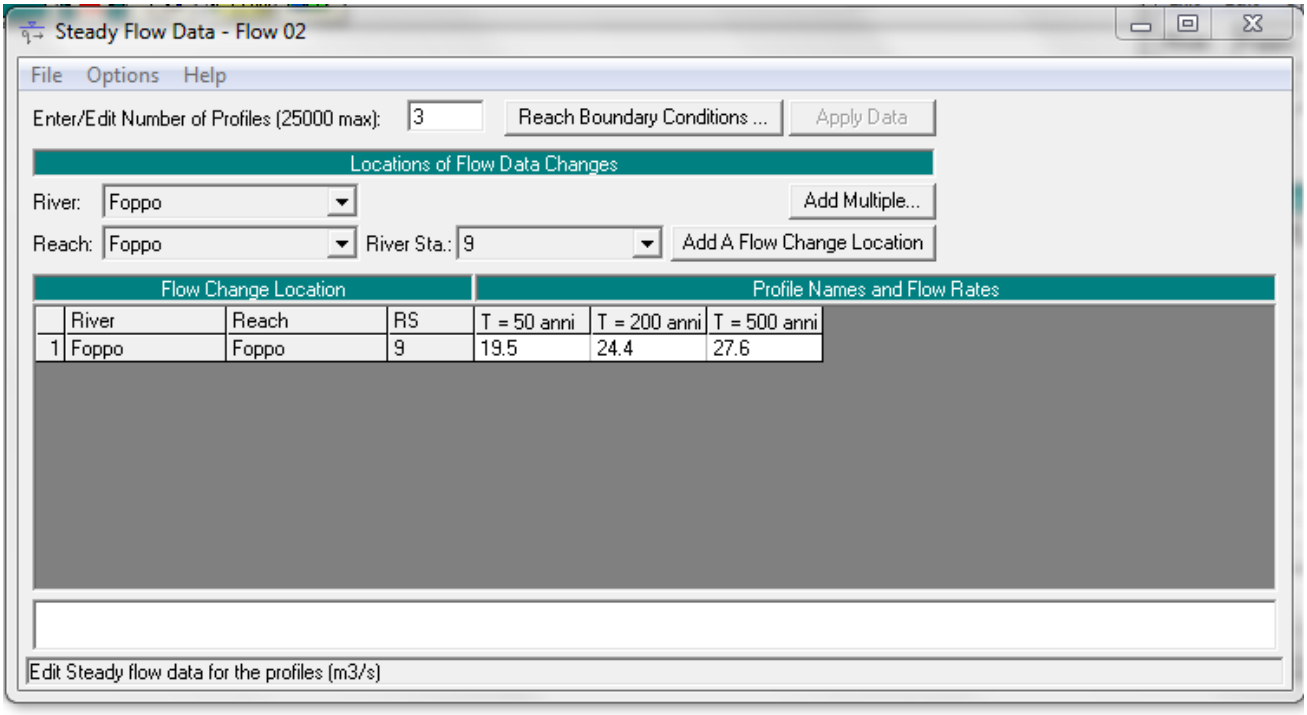
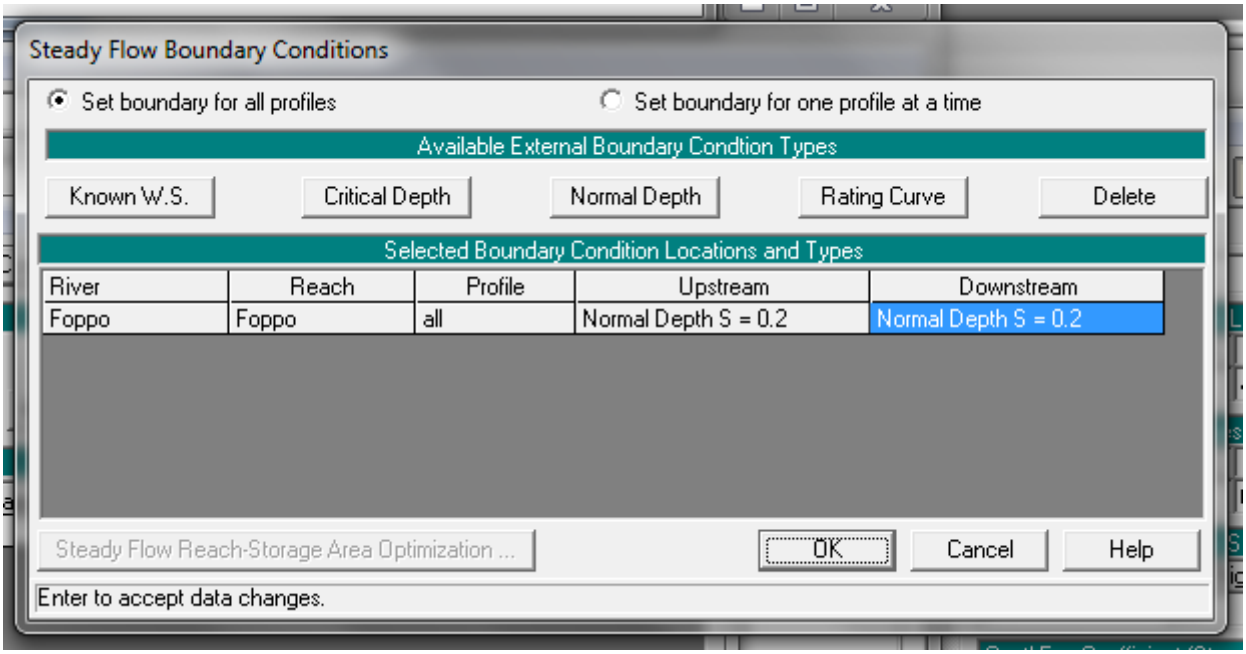


Figura 49: localizzazione sezioni del modellino idraulico.

- portate in ingresso pari a 19,5, 24,4, 27,6 m^3/s, corrispondenti ai tempi di ritorno rispettivamente di: 50, 200 e 500 anni.



- condizioni al contorno, definite per le sezioni di monte e di valle del sistema fluviale nell'ipotesi di *regime di flusso misto* per il calcolo dei profili di corrente. In particolare, nella sezione indisturbata di monte (sezione 9) e di valle (sezione 1) è stata fissata una quota del pelo libero corrispondente alla pendenza di moto uniforme (stimata in 20%).



9.3.2 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso sono stati condotti con riferimento alle seguenti condizioni fisiche del corso d'acqua:

- **Stato attuale**, in assenza dell'opera in progetto.
- **Stato di progetto,** si inserisce la griglia di captazione (sezioni 6.3-5.5) e la vasca di dissabbiatrice (sezioni 6.3-4.1).

La briglia esistente ed il relativo salto e la griglia di captazione in progetto, sono stati rappresentati utilizzando l'apposita funzione di Hec-Ras *"Inline Structure",* che consente di modellare briglie o traverse disposte trasversalmente al corso d'acqua.

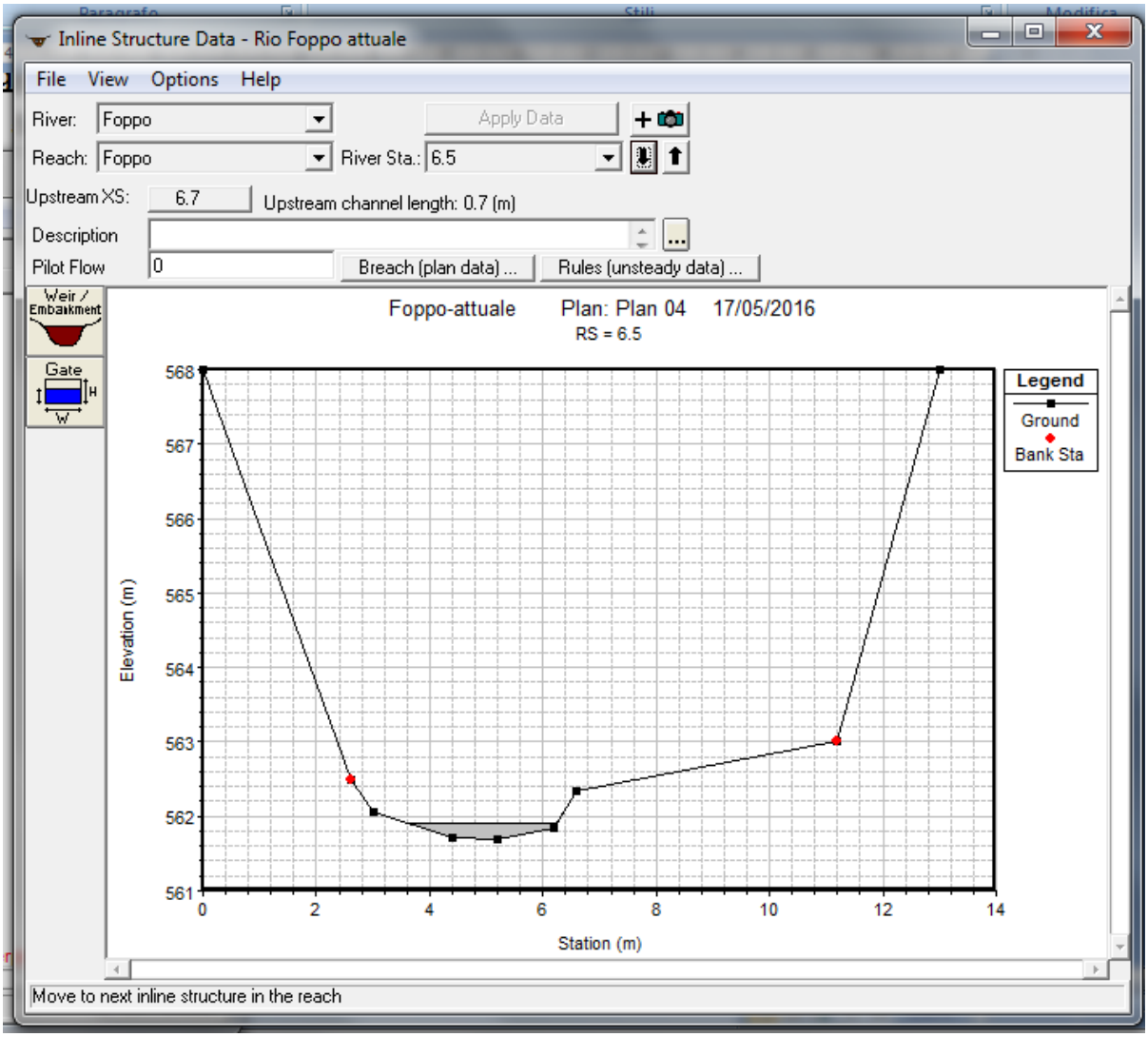


Figura 50:sezione della briglia.

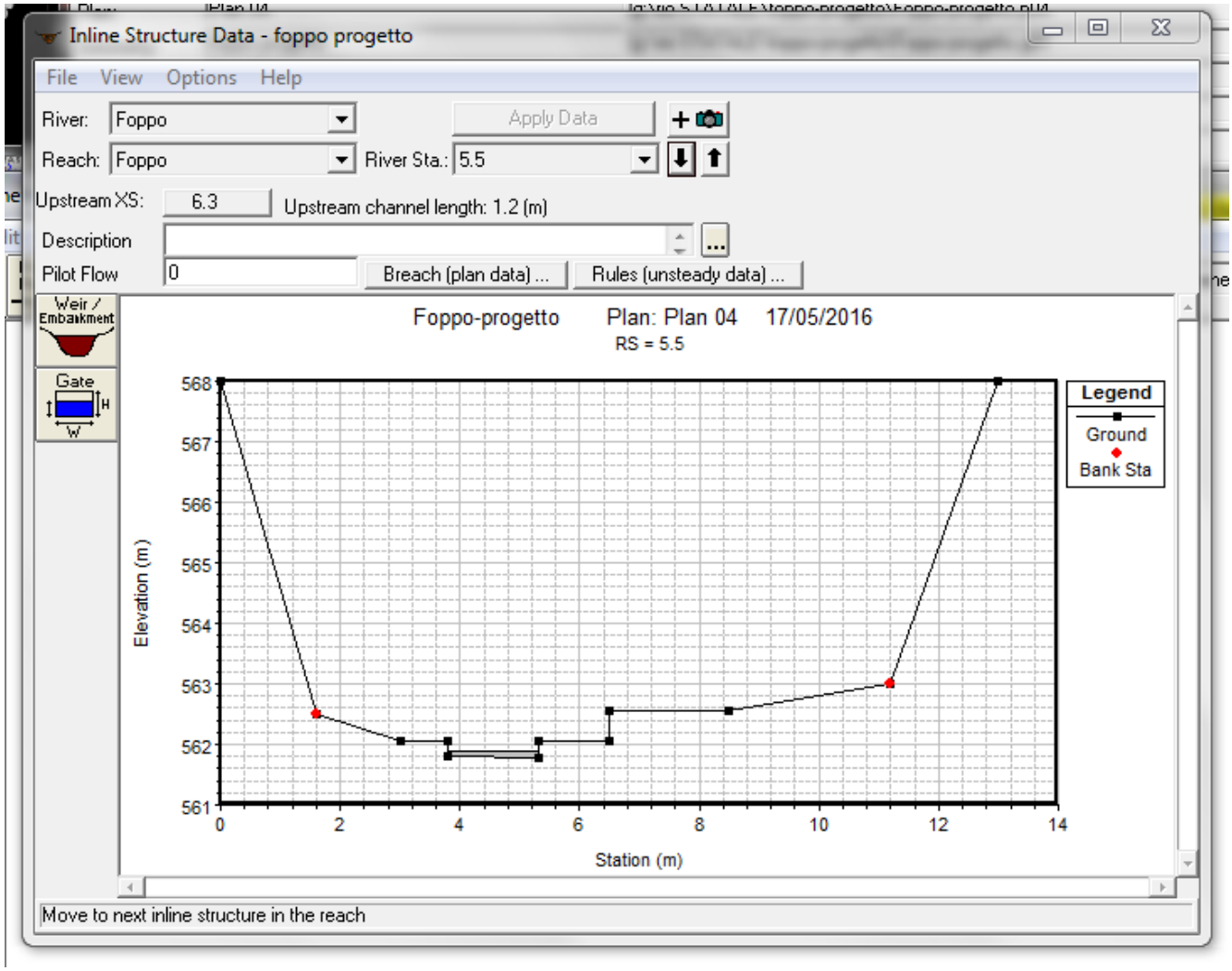


Figura 51: sezione griglia di presa

9.3.3 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO ATTUALE

La simulazione numerica del deflusso della corrente di piena relativa allo stato attuale fornisce i parametri idraulici rappresentativi del moto, quali la velocità della corrente ed i livelli idrici, che permetteranno di valutare l'influenza dei nuovi manufatti in progetto sul deflusso della portata di piena.

Si riportano di seguito in tabella i risultati della modellazione idraulica monodimensionale, per la portata di progetto con tempo di ritorno 50, 200 e 500 anni.

Da questi si osserva che la corrente è tendenzialmente veloce con numeri di Froude variabili da 1,6 a 3,04.

La corrente risulta influenzata dalla traversa esistente, passando per la profondità critica 2 metri circa a monte della stessa e trasformandosi in una corrente lenta con numero di Froude variabile tra 0,22 e 0,94. A valle della traversa la corrente ritorna poi veloce.

Tali comportamenti si osservano per tutte le portate di riferimento considerate (T= 50, 200, 500 anni).

In corrispondenza della traversa esistente (sezione 6.5) la quota della portata di piena con tempo di ritorno 200 anni, assunta pari a 24,4 m^3/s, è uguale a 564,40 m s.l.m., con un battente idraulico di 2,5 m circa.

Alla sezione 5, dove si prevede di realizzare la vasca dissabbiatrice e di carico, la quota del pelo libero per la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni è uguale a 564,38 m s.l.m..

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata.

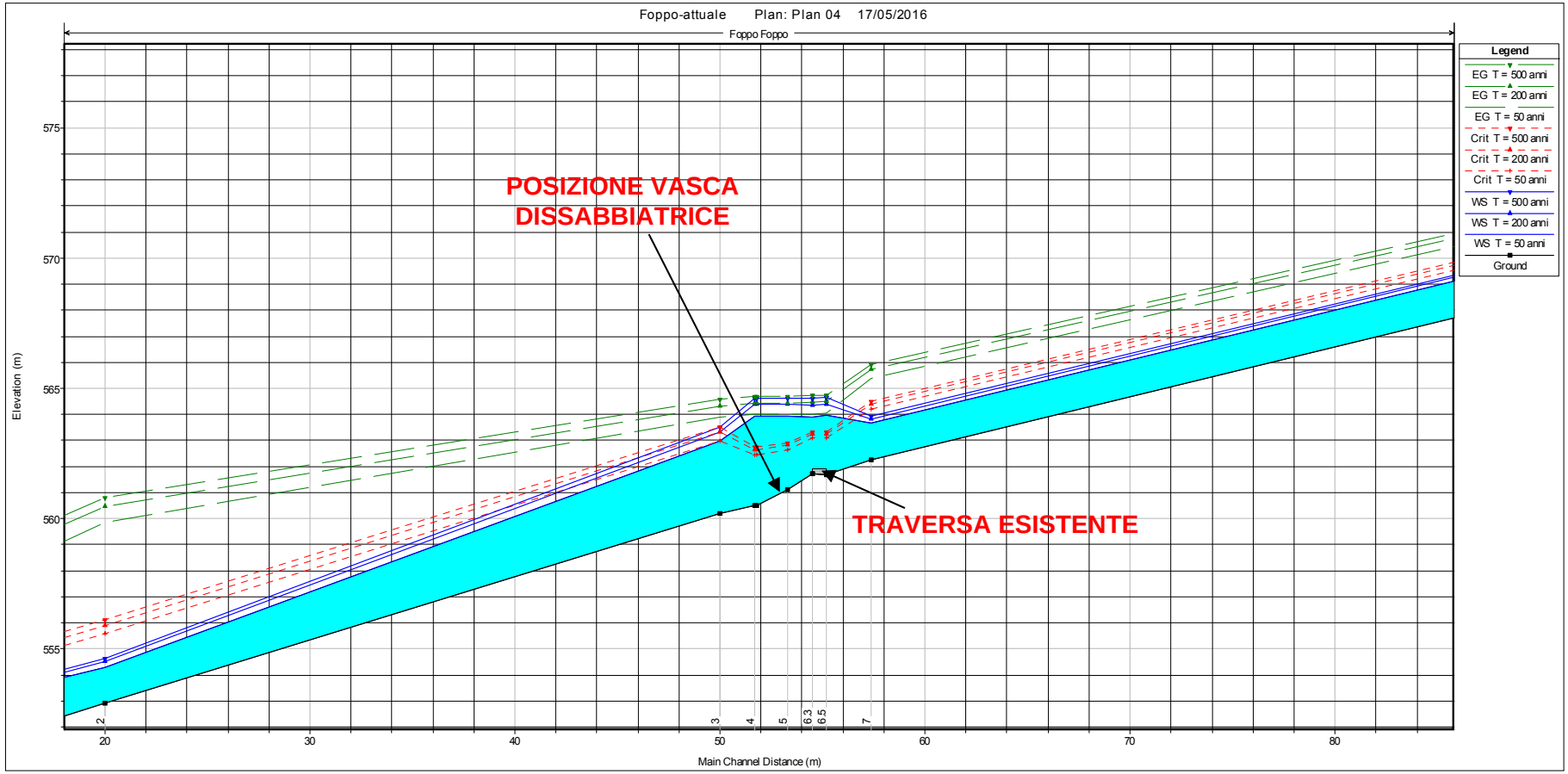


Figura 52: Profilo longitudinale della corrente del rio Foppo all'opera di presa nel tratto in esame per le diverse portate di progetto nella condizione di stato attuale.

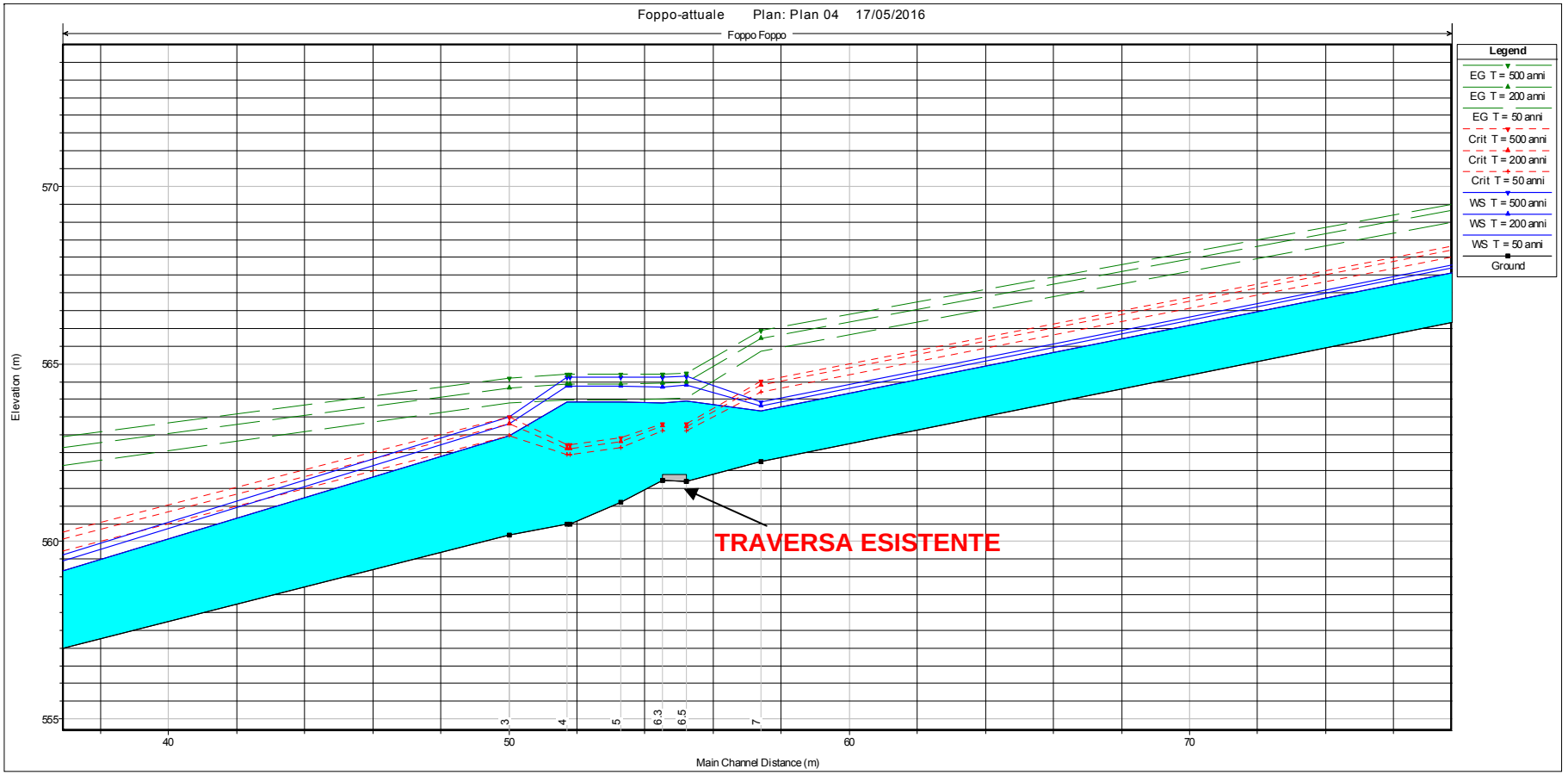


Figura 53: Profilo longitudinale della corrente del rio Foppo all'opera di presa nel tratto in esame per le diverse portate di progetto nella condizione di stato attuale, particolare area presa.

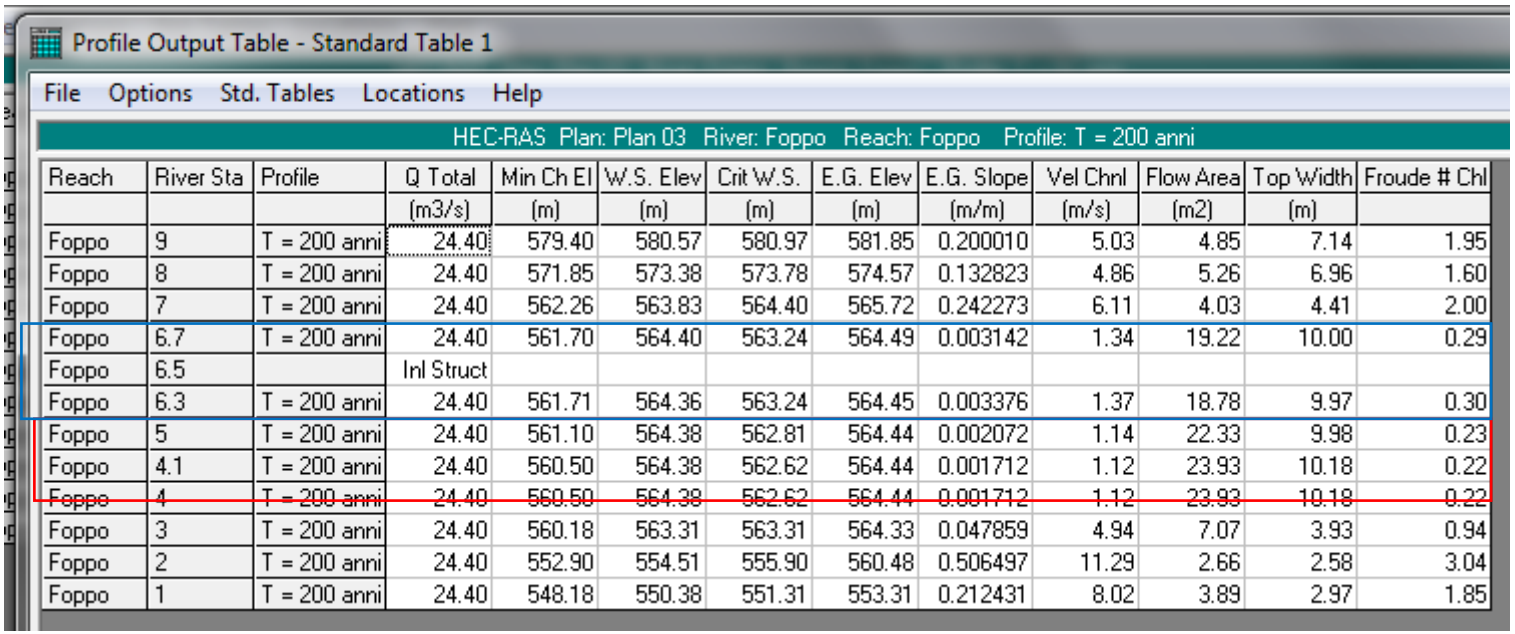
Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Foppo Reach: Foppo Profile: T = 50 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Foppo	9	T = 50 anni	19.50	579.40	580.46	580.82	581.59	0.199985	4.71	4.14	6.77	1.92
Foppo	8	T = 50 anni	19.50	571.85	573.25	573.59	574.29	0.133371	4.54	4.41	6.19	1.58
Foppo	7	T = 50 anni	19.50	562.26	563.68	564.20	565.37	0.246778	5.76	3.40	4.04	1.97
Foppo	6.7	T = 50 anni	19.50	561.70	563.96	563.11	564.05	0.004456	1.36	14.88	9.63	0.34
Foppo	6.5		Inl Struct									
Foppo	6.3	T = 50 anni	19.50	561.71	563.91	563.11	564.01	0.004929	1.40	14.42	9.60	0.35
Foppo	5	T = 50 anni	19.50	561.10	563.94	562.64	564.00	0.002579	1.12	18.01	9.61	0.25
Foppo	4.1	T = 50 anni	19.50	560.50	563.94	562.44	563.99	0.002032	1.08	19.53	9.76	0.23
Foppo	4	T = 50 anni	19.50	560.50	563.93	562.44	563.99	0.002033	1.08	19.53	9.76	0.23
Foppo	3	T = 50 anni	19.50	560.18	562.97	562.97	563.90	0.049745	4.63	5.81	3.58	0.93
Foppo	2	T = 50 anni	19.50	552.90	554.30	555.57	559.87	0.575786	10.81	2.14	2.37	3.15
Foppo	1	T = 50 anni	19.50	548.18	550.19	550.97	552.62	0.198786	7.24	3.35	2.77	1.76

Tabella 8: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 50 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice in progetto



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Foppo Reach: Foppo Profile: T = 200 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Foppo	9	T = 200 anni	24.40	579.40	580.57	580.97	581.85	0.200010	5.03	4.85	7.14	1.95
Foppo	8	T = 200 anni	24.40	571.85	573.38	573.78	574.57	0.132823	4.86	5.26	6.96	1.60
Foppo	7	T = 200 anni	24.40	562.26	563.83	564.40	565.72	0.242273	6.11	4.03	4.41	2.00
Foppo	6.7	T = 200 anni	24.40	561.70	564.40	563.24	564.49	0.003142	1.34	19.22	10.00	0.29
Foppo	6.5		Inl Struct									
Foppo	6.3	T = 200 anni	24.40	561.71	564.36	563.24	564.45	0.003376	1.37	18.78	9.97	0.30
Foppo	5	T = 200 anni	24.40	561.10	564.38	562.81	564.44	0.002072	1.14	22.33	9.98	0.23
Foppo	4.1	T = 200 anni	24.40	560.50	564.38	562.62	564.44	0.001712	1.12	23.93	10.18	0.22
Foppo	4	T = 200 anni	24.40	560.50	564.38	562.62	564.44	0.001712	1.12	23.93	10.18	0.22
Foppo	3	T = 200 anni	24.40	560.18	563.31	563.31	564.33	0.047859	4.94	7.07	3.93	0.94
Foppo	2	T = 200 anni	24.40	552.90	554.51	555.90	560.48	0.506497	11.29	2.66	2.58	3.04
Foppo	1	T = 200 anni	24.40	548.18	550.38	551.31	553.31	0.212431	8.02	3.89	2.97	1.85

Tabella 9: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 200 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice in progetto

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Foppo Reach: Foppo Profile: T = 500 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Foppo	9	T = 500 anni	27.60	579.40	580.63	581.06	582.01	0.200050	5.21	5.30	7.37	1.96
Foppo	8	T = 500 anni	27.60	571.85	573.45	573.88	574.72	0.132562	5.05	5.81	7.42	1.61
Foppo	7	T = 500 anni	27.60	562.26	563.92	564.51	565.93	0.239443	6.30	4.44	4.63	2.01
Foppo	6.7	T = 500 anni	27.60	561.70	564.66	563.31	564.75	0.002693	1.34	21.88	10.22	0.28
Foppo	6.5		Inl Struct									
Foppo	6.3	T = 500 anni	27.60	561.71	564.62	563.32	564.72	0.002873	1.37	21.43	10.19	0.29
Foppo	5	T = 500 anni	27.60	561.10	564.64	562.92	564.71	0.001884	1.16	24.97	10.20	0.23
Foppo	4.1	T = 500 anni	27.60	560.50	564.64	562.74	564.70	0.001588	1.15	26.62	10.42	0.22
Foppo	4	T = 500 anni	27.60	560.50	564.64	562.74	564.70	0.001588	1.15	26.62	10.42	0.22
Foppo	3	T = 500 anni	27.60	560.18	563.50	563.50	564.59	0.047239	5.14	7.86	4.14	0.94
Foppo	2	T = 500 anni	27.60	552.90	554.64	556.11	560.82	0.470509	11.55	3.01	2.72	2.97
Foppo	1	T = 500 anni	27.60	548.18	550.49	551.50	553.73	0.219909	8.47	4.23	3.09	1.90

Tabella 10: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 500 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice in progetto

Di seguito si riportano le sezioni per lo stato attuale con il livello raggiunto dalla portata pari a 24,4m^3/s, corrispondente alla portata avente tempo di ritorno di 200 anni.

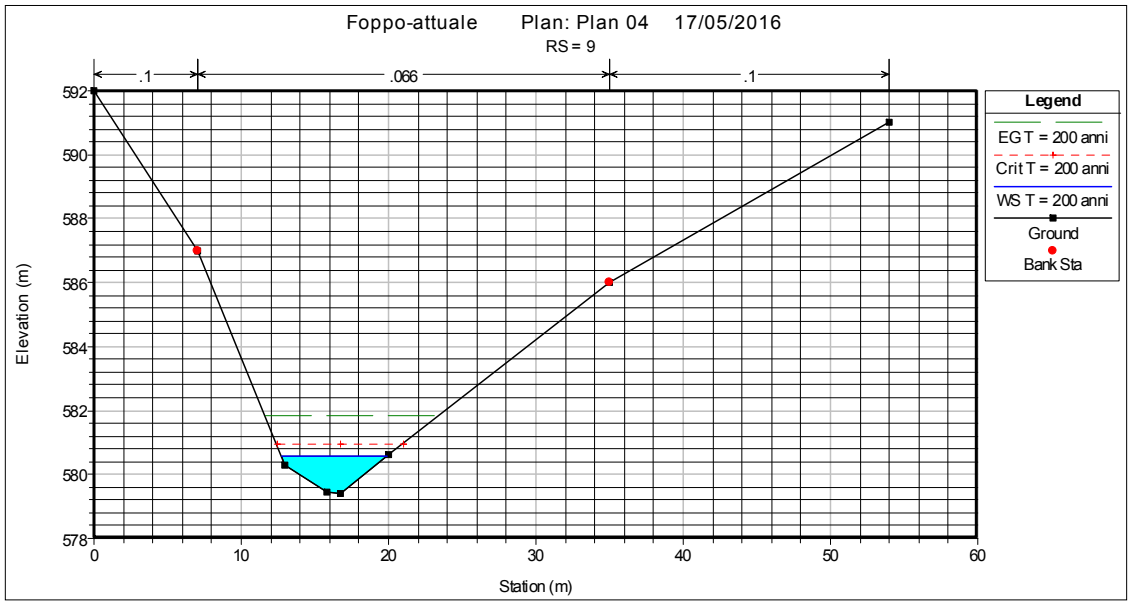


Figura 54: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

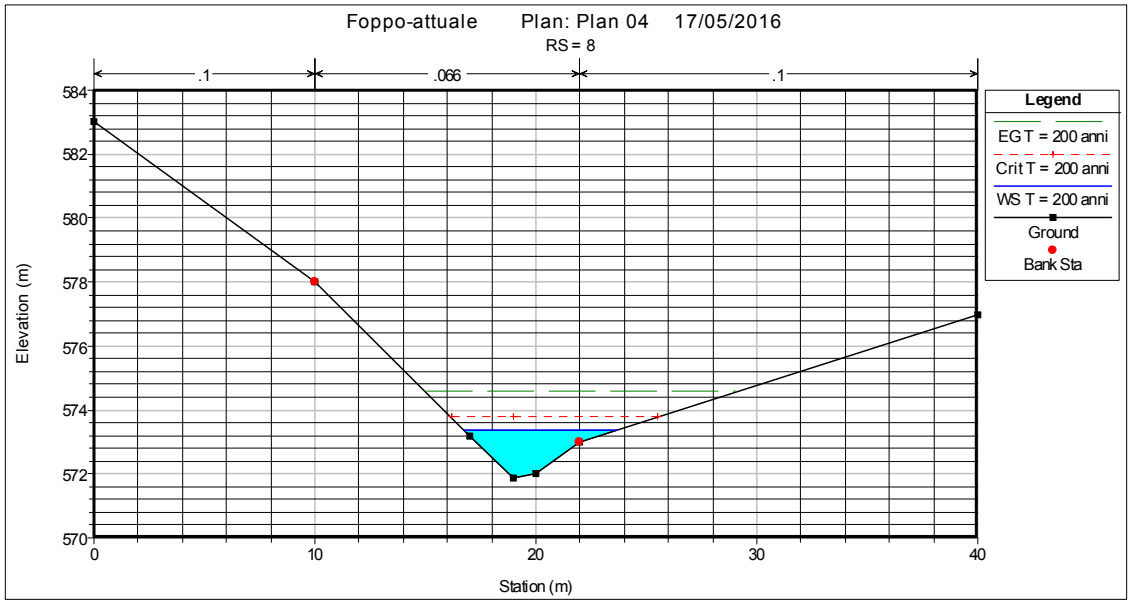


Figura 55: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

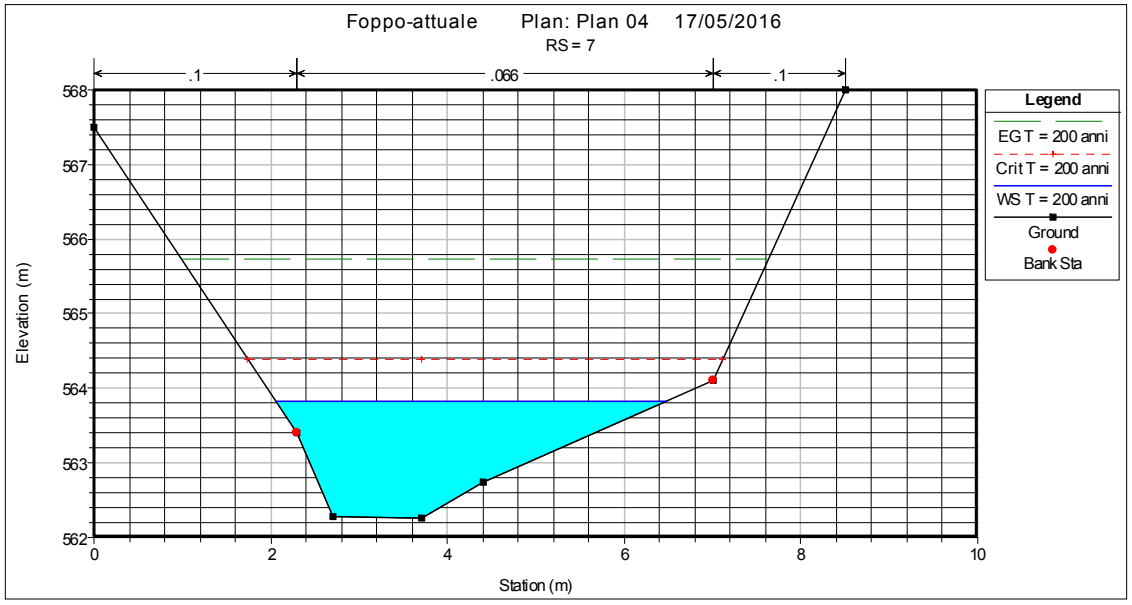


Figura 56: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

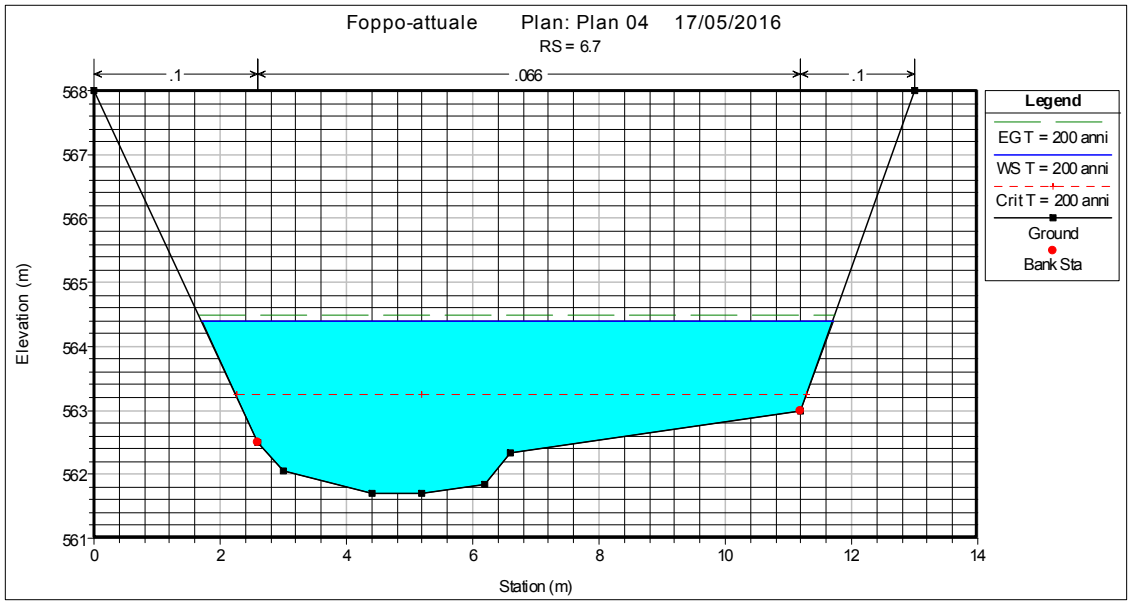


Figura 57: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

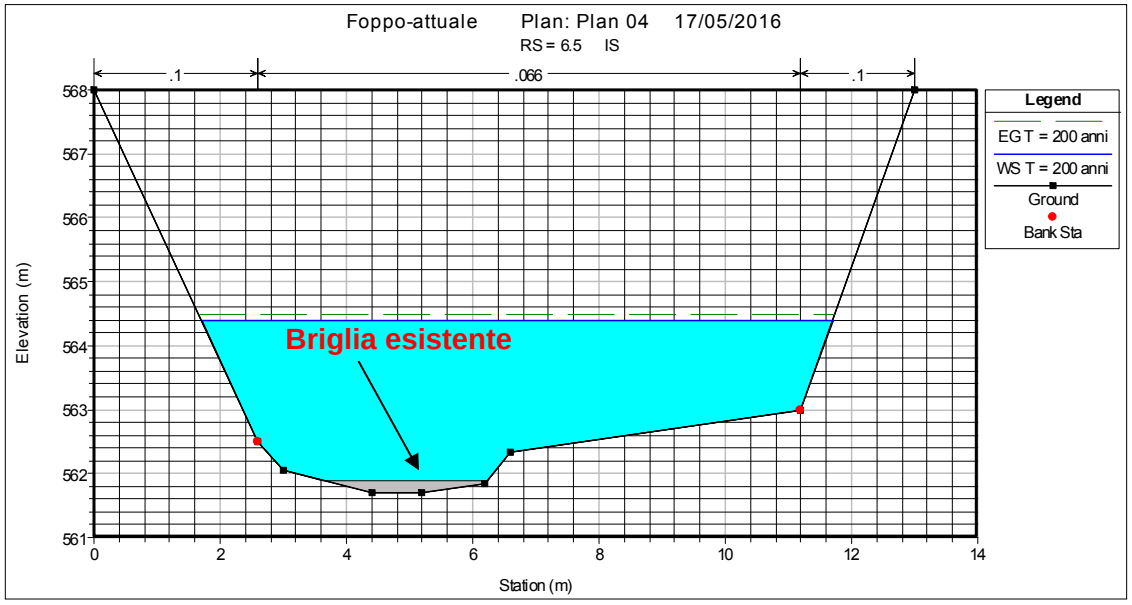


Figura 58: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni (traversa esistente)

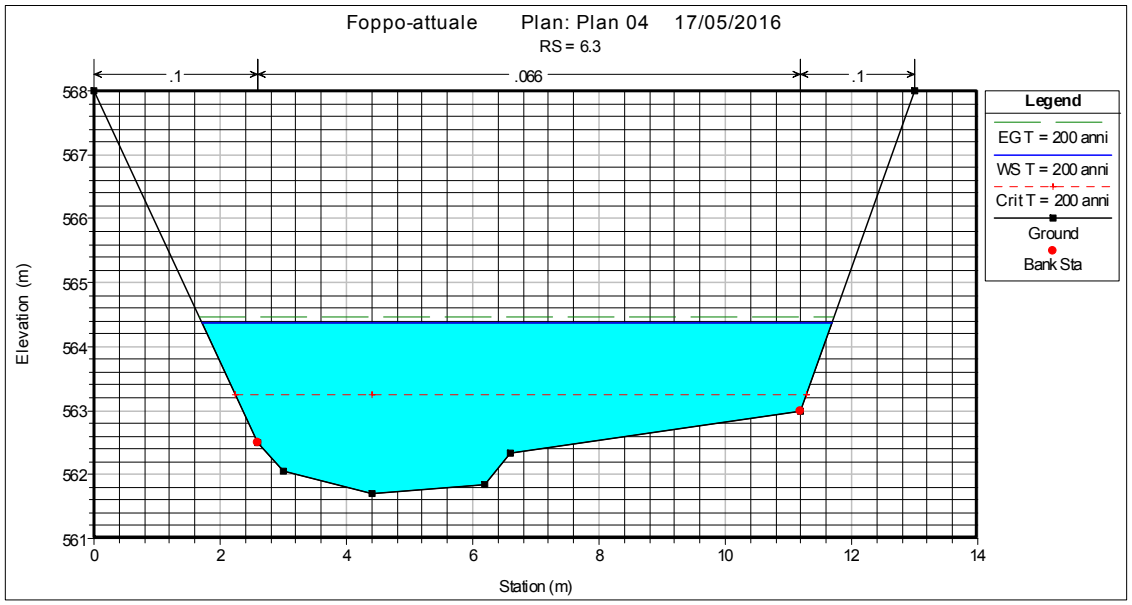


Figura 59: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

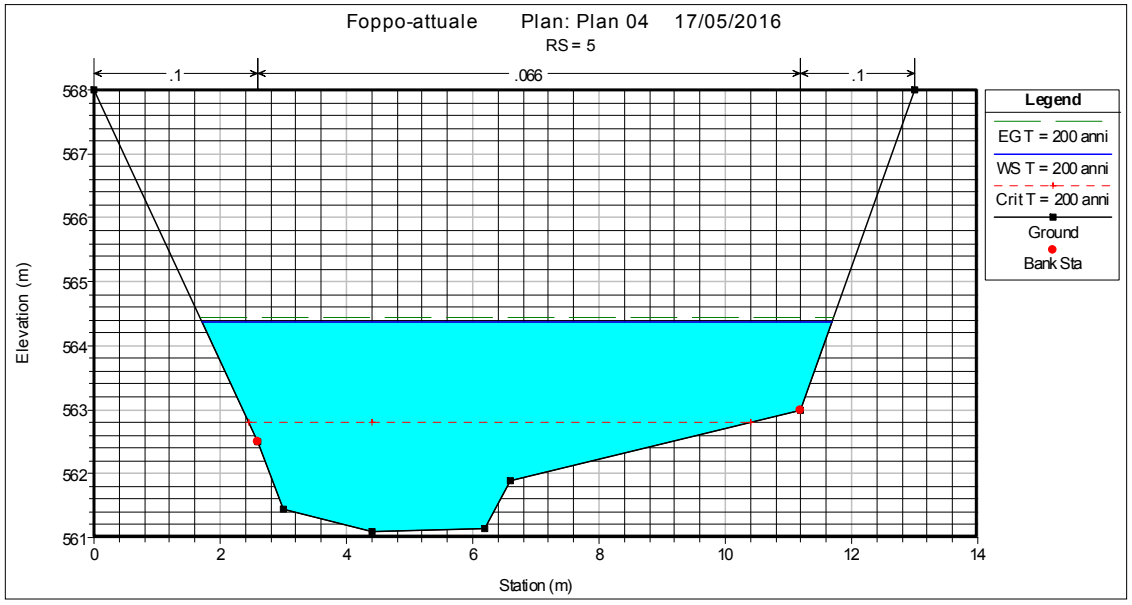


Figura 60: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

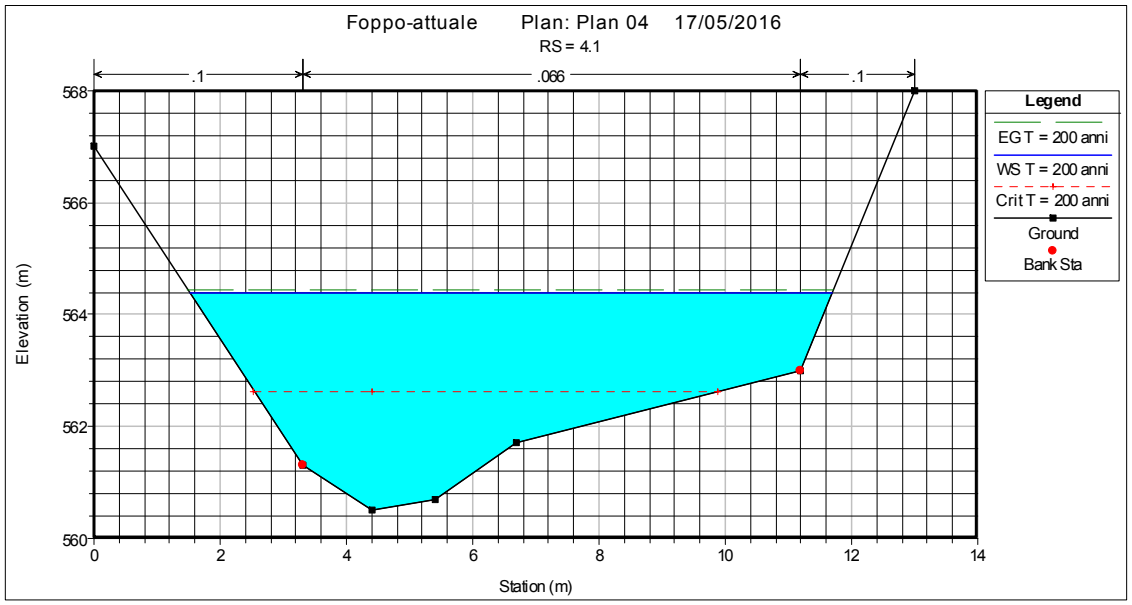


Figura 61: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

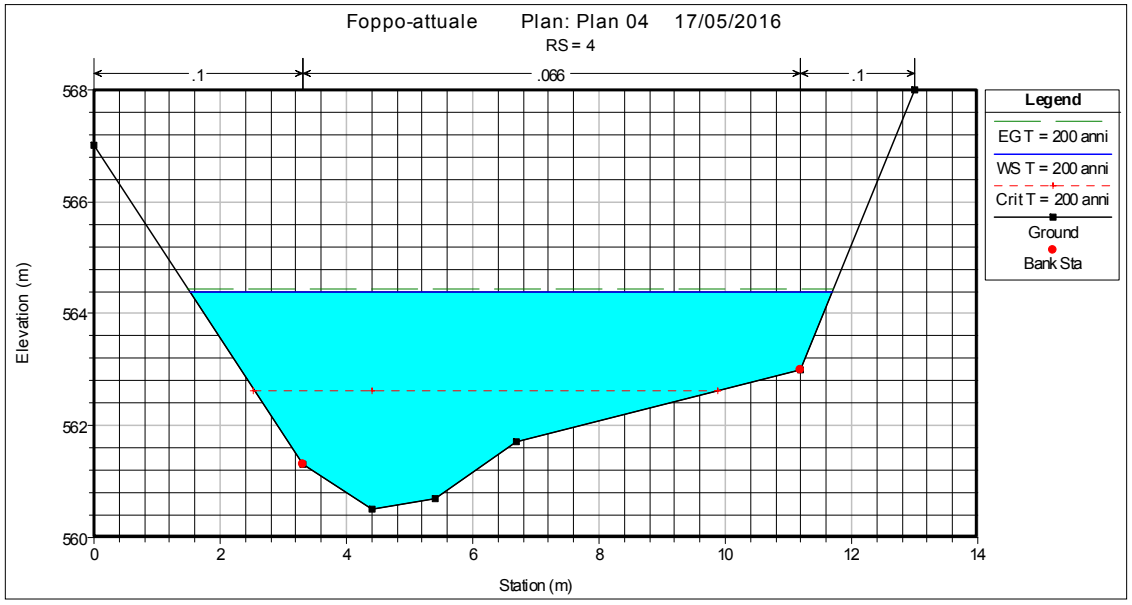


Figura 62: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

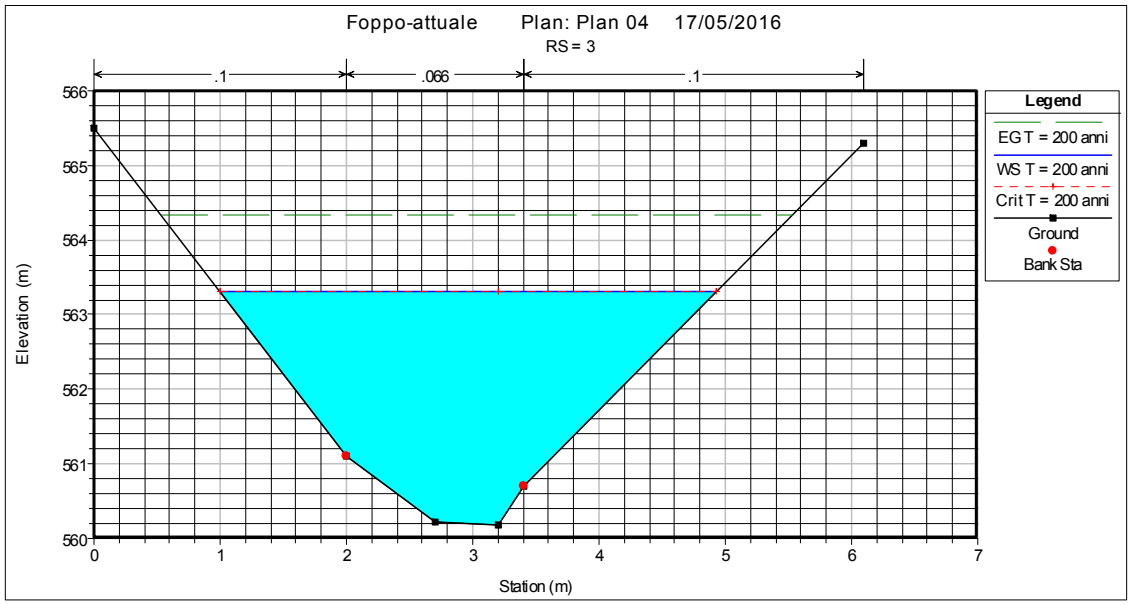


Figura 63: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

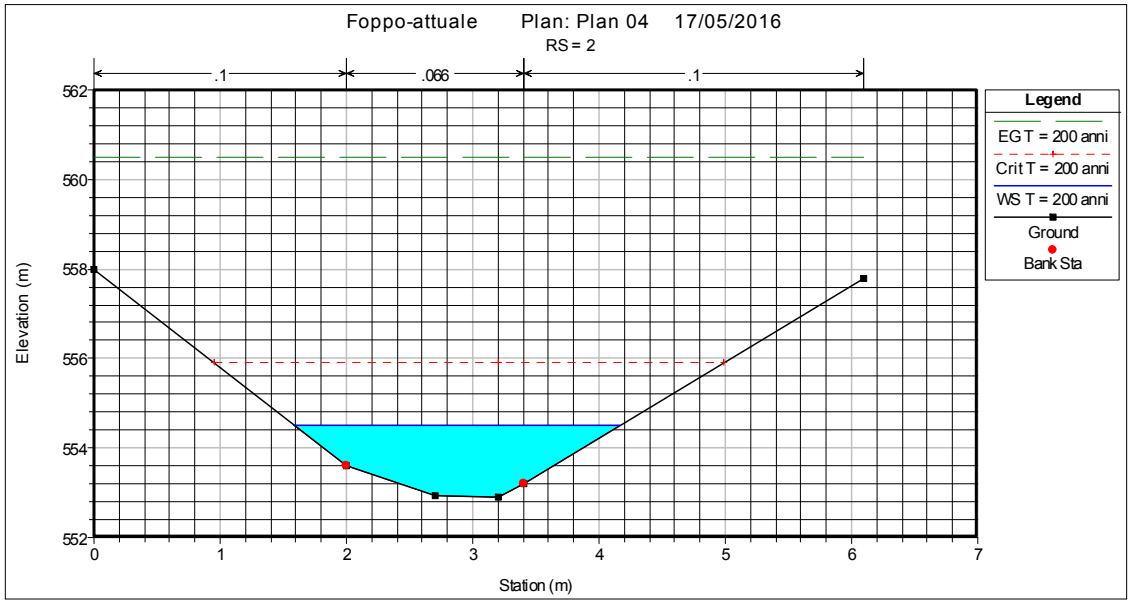


Figura 64: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

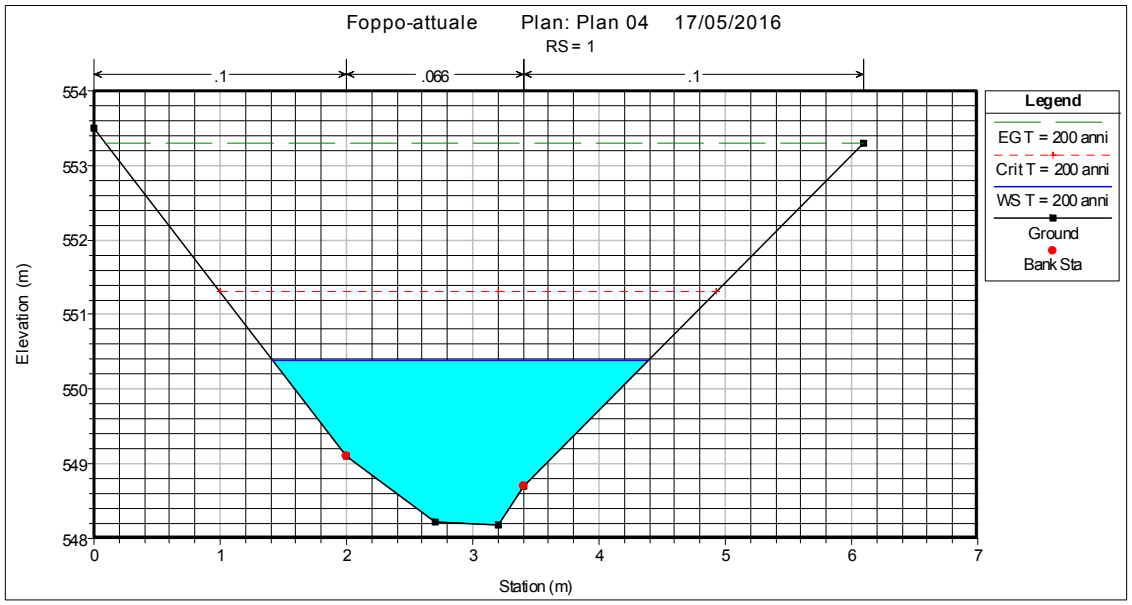


Figura 65: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

9.3.4 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO DI PROGETTO

Al fine di valutare l'influenza dell'impianto proposto sul deflusso della portata di piena, è stata eseguita la simulazione numerica del moto della corrente di piena considerando la presenza delle opere in progetto. I manufatti in progetto sono costituiti dalla griglia di captazione a valle della traversa esistente, e dalla vasca dissabbiatrice.

Si riportano di seguito in tabella i risultati della modellazione idraulica monodimensionale, per la portata di progetto con tempo di ritorno 50, 200 e 500 anni.

Da questi si osserva che la corrente è tendenzialmente veloce con numeri di Froude variabili da 1,6 a 3,04.

La corrente risulta influenzata dalla traversa esistente, passando per la profondità critica 2 metri circa a monte della stessa e trasformandosi in una corrente lenta con numero di Froude variabile tra 0,22 e 0,94. A valle della traversa la corrente ritorna poi veloce.

Tali comportamenti si osservano per tutte le portate di riferimento considerate (T= 50, 200, 500 anni).

In corrispondenza della traversa esistente (sezione 6.5) la quota della portata di piena con tempo di ritorno 200 anni, assunta pari a 24,4 m^3/s, è uguale a 564,43 m s.l.m., con un battente idraulico di 2,53 m circa.

Alla sezione 6.3, dove si prevede di realizzare la vasca dissabbiatrice e di carico, la quota del pelo libero per la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni è uguale a 564,40 m s.l.m..

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata

Confrontando i valori numerici dei livelli idrici corrispondenti alle varie portate di riferimento si può osservare che le variazioni del pelo libero dovute alla presenza delle opere in progetto sono dell'ordine della precisione del modello idraulico utilizzato (3-4 cm in corrispondenza della griglia di captazione e 0-4 cm in prossimità della vasca dissabbiatrice).

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata.

Si osserva che la nuova vasca dissabbiatrice in destra della traversa è completamente interrata e non modifica le condizioni di deflusso delle piene di riferimento.

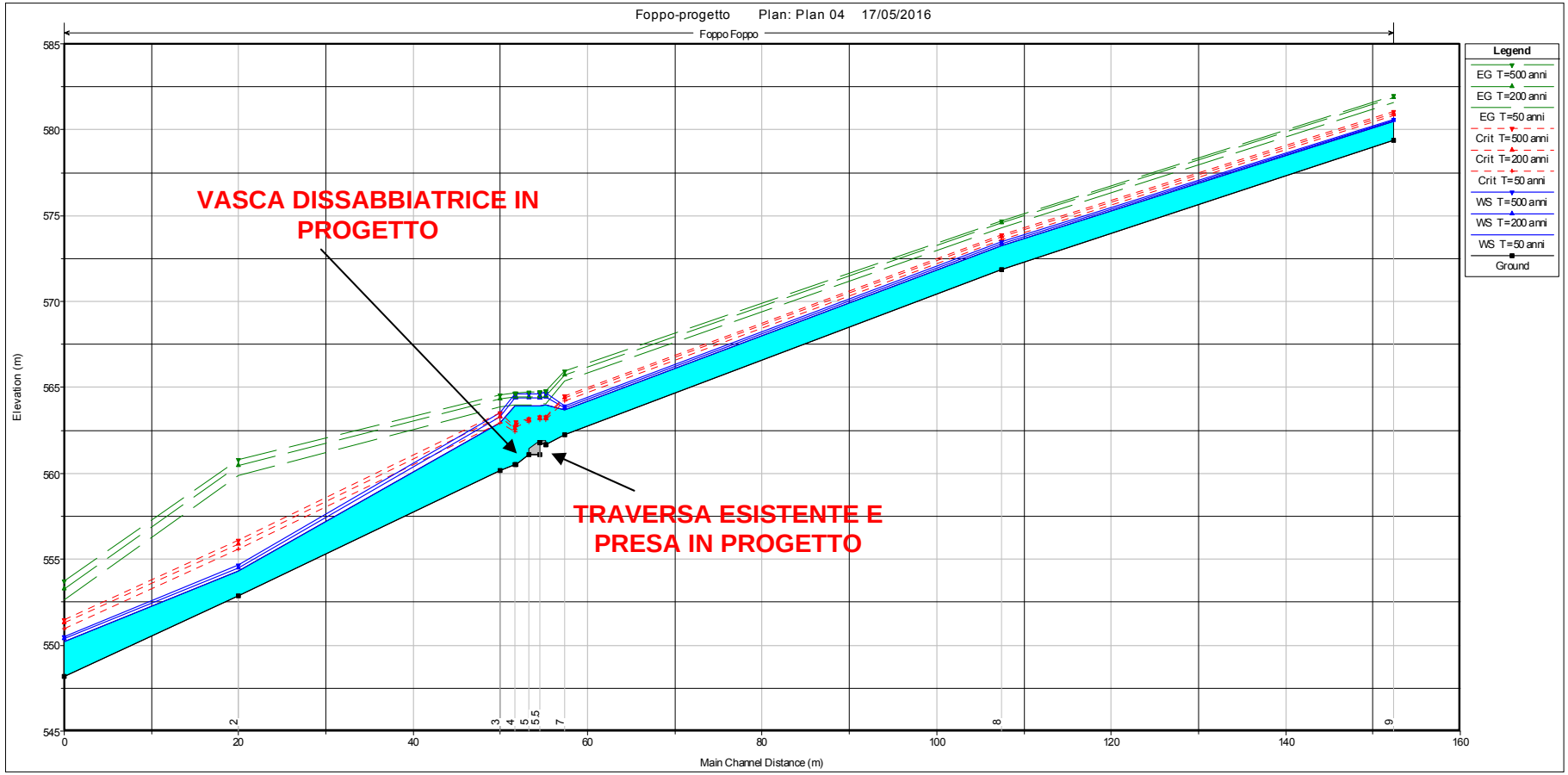


Figura 66: Profilo longitudinale della corrente del rio Foppo all'opera di presa nel tratto in esame per le diverse portate di progetto nella condizione di stato progetto.

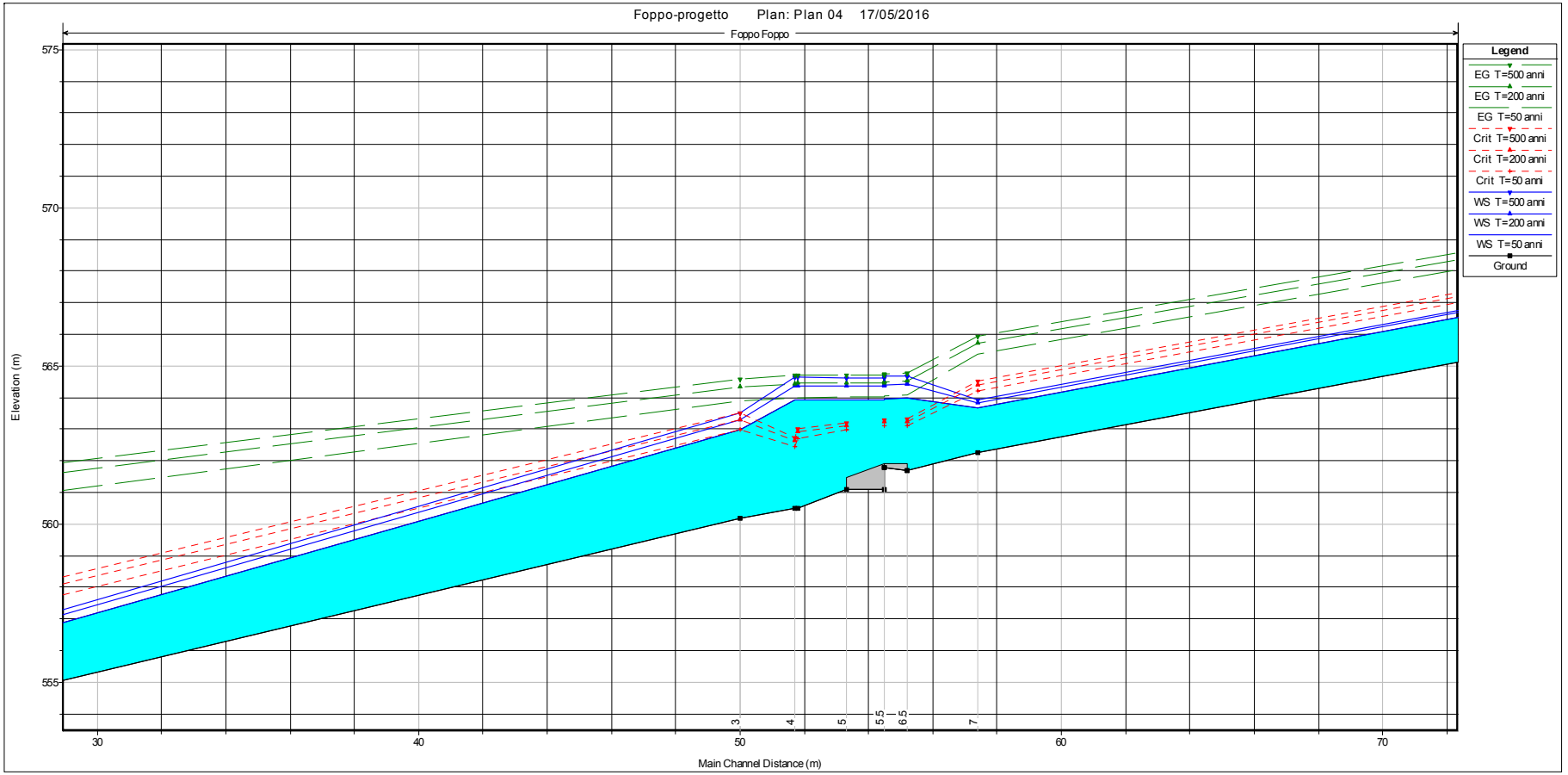
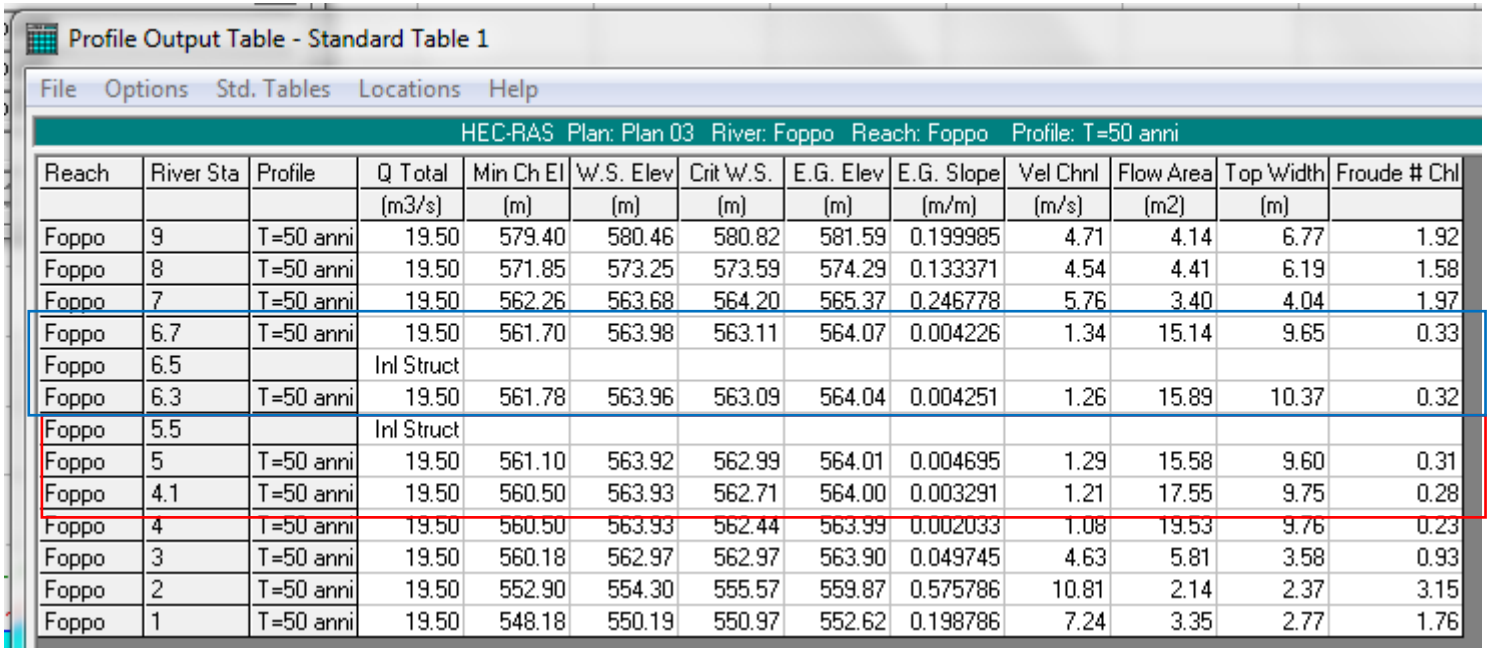


Figura 67: Profilo longitudinale della corrente del rio Foppo all'opera di presa nel tratto in esame per le diverse portate di progetto nella condizione di stato progetto, particolare area presa.



Profile Output Table - Standard Table 1

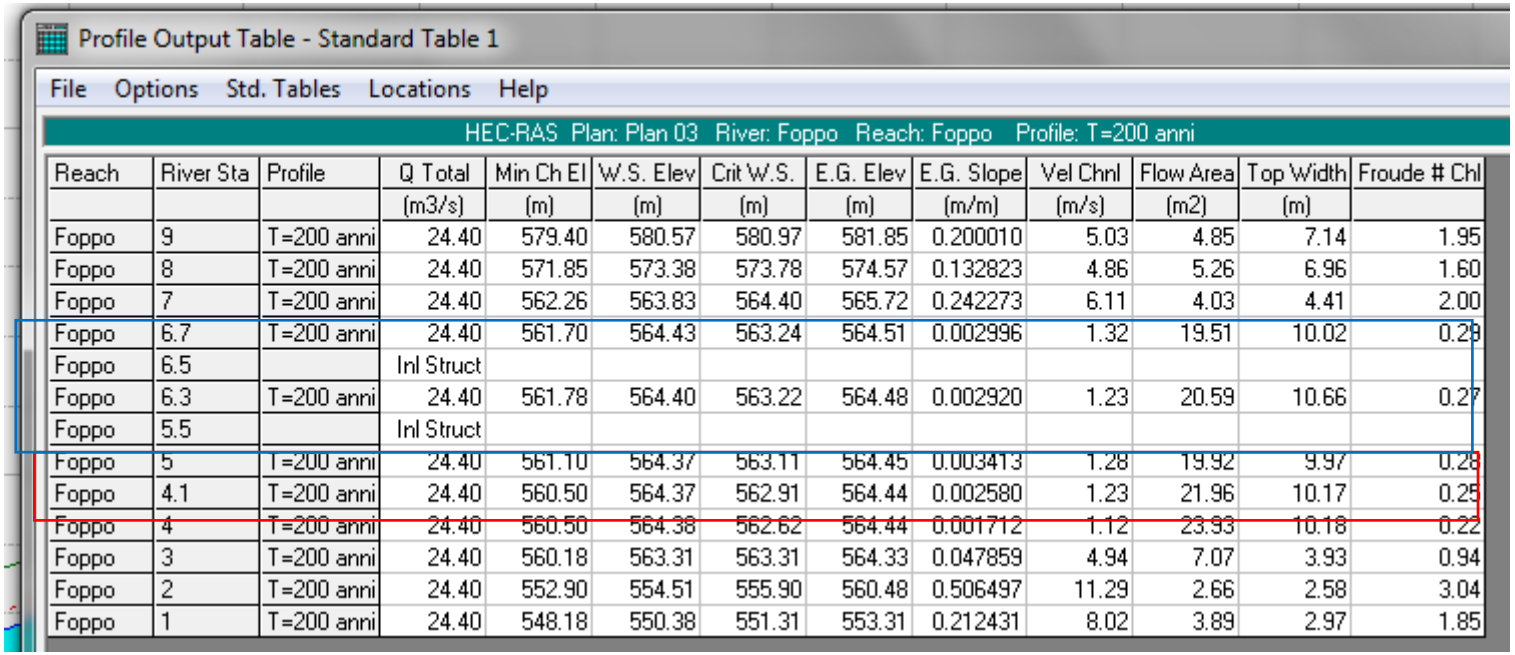
File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Foppo Reach: Foppo Profile: T=50 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Foppo	9	T=50 anni	19.50	579.40	580.46	580.82	581.59	0.199985	4.71	4.14	6.77	1.92
Foppo	8	T=50 anni	19.50	571.85	573.25	573.59	574.29	0.133371	4.54	4.41	6.19	1.58
Foppo	7	T=50 anni	19.50	562.26	563.68	564.20	565.37	0.246778	5.76	3.40	4.04	1.97
Foppo	6.7	T=50 anni	19.50	561.70	563.98	563.11	564.07	0.004226	1.34	15.14	9.65	0.33
Foppo	6.5		Inl Struct									
Foppo	6.3	T=50 anni	19.50	561.78	563.96	563.09	564.04	0.004251	1.26	15.89	10.37	0.32
Foppo	5.5		Inl Struct									
Foppo	5	T=50 anni	19.50	561.10	563.92	562.99	564.01	0.004695	1.29	15.58	9.60	0.31
Foppo	4.1	T=50 anni	19.50	560.50	563.93	562.71	564.00	0.003291	1.21	17.55	9.75	0.28
Foppo	4	T=50 anni	19.50	560.50	563.93	562.44	563.99	0.002033	1.08	19.53	9.76	0.23
Foppo	3	T=50 anni	19.50	560.18	562.97	562.97	563.90	0.049745	4.63	5.81	3.58	0.93
Foppo	2	T=50 anni	19.50	552.90	554.30	555.57	559.87	0.575786	10.81	2.14	2.37	3.15
Foppo	1	T=50 anni	19.50	548.18	550.19	550.97	552.62	0.198786	7.24	3.35	2.77	1.76

Tabella 11: Risultati della modellazione idraulica nello stato progetto per la portata avente tempo di ritorno 50 anni.

In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice in progetto



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Foppo Reach: Foppo Profile: T=200 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Foppo	9	T=200 anni	24.40	579.40	580.57	580.97	581.85	0.200010	5.03	4.85	7.14	1.95
Foppo	8	T=200 anni	24.40	571.85	573.38	573.78	574.57	0.132823	4.86	5.26	6.96	1.60
Foppo	7	T=200 anni	24.40	562.26	563.83	564.40	565.72	0.242273	6.11	4.03	4.41	2.00
Foppo	6.7	T=200 anni	24.40	561.70	564.43	563.24	564.51	0.002996	1.32	19.51	10.02	0.28
Foppo	6.5		Inl Struct									
Foppo	6.3	T=200 anni	24.40	561.78	564.40	563.22	564.48	0.002920	1.23	20.59	10.66	0.27
Foppo	5.5		Inl Struct									
Foppo	5	T=200 anni	24.40	561.10	564.37	563.11	564.45	0.003413	1.28	19.92	9.97	0.28
Foppo	4.1	T=200 anni	24.40	560.50	564.37	562.91	564.44	0.002580	1.23	21.96	10.17	0.25
Foppo	4	T=200 anni	24.40	560.50	564.38	562.62	564.44	0.001712	1.12	23.93	10.18	0.22
Foppo	3	T=200 anni	24.40	560.18	563.31	563.31	564.33	0.047859	4.94	7.07	3.93	0.94
Foppo	2	T=200 anni	24.40	552.90	554.51	555.90	560.48	0.506497	11.29	2.66	2.58	3.04
Foppo	1	T=200 anni	24.40	548.18	550.38	551.31	553.31	0.212431	8.02	3.89	2.97	1.85

Tabella 12: Risultati della modellazione idraulica nello stato progetto per la portata avente tempo di ritorno 200 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice in progetto

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Foppo Reach: Foppo Profile: T=500 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Foppo	9	T=500 anni	27.60	579.40	580.63	581.06	582.01	0.200050	5.21	5.30	7.37	1.96
Foppo	8	T=500 anni	27.60	571.85	573.45	573.88	574.72	0.132562	5.05	5.81	7.42	1.61
Foppo	7	T=500 anni	27.60	562.26	563.92	564.51	565.93	0.239443	6.30	4.44	4.63	2.01
Foppo	6.7	T=500 anni	27.60	561.70	564.69	563.31	564.78	0.002581	1.32	22.19	10.24	0.27
Foppo	6.5		Inl Struct									
Foppo	6.3	T=500 anni	27.60	561.78	564.67	563.29	564.74	0.002491	1.23	23.42	10.83	0.26
Foppo	5.5		Inl Struct									
Foppo	5	T=500 anni	27.60	561.10	564.63	563.20	564.71	0.002973	1.29	22.57	10.19	0.26
Foppo	4.1	T=500 anni	27.60	560.50	564.63	563.01	564.71	0.002319	1.25	24.66	10.42	0.24
Foppo	4	T=500 anni	27.60	560.50	564.64	562.74	564.70	0.001588	1.15	26.62	10.42	0.22
Foppo	3	T=500 anni	27.60	560.18	563.50	563.50	564.59	0.047239	5.14	7.86	4.14	0.94
Foppo	2	T=500 anni	27.60	552.90	554.64	556.11	560.82	0.470509	11.55	3.01	2.72	2.97
Foppo	1	T=500 anni	27.60	548.18	550.49	551.50	553.73	0.219909	8.47	4.23	3.09	1.90

Tabella 13: Risultati della modellazione idraulica nello stato progetto per la portata avente tempo di ritorno 500 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dall'opera di presa in progetto in corrispondenza della traversa esistente; in rosso sono indicate le sezioni nell'area interessata dalla vasca dissabbiatrice in progetto

Di seguito si riportano le sezioni per lo stato progetto con il livello raggiunto dalla portata pari a 24,4 m^3/s, corrispondente alla portata avente tempo di ritorno di 200 anni.

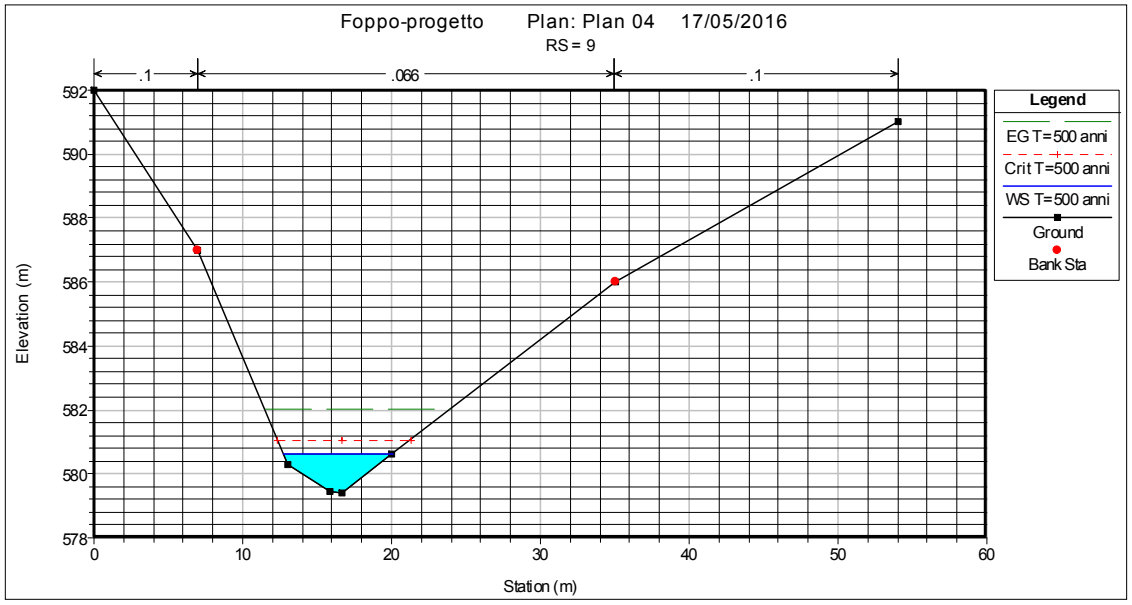


Figura 68: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

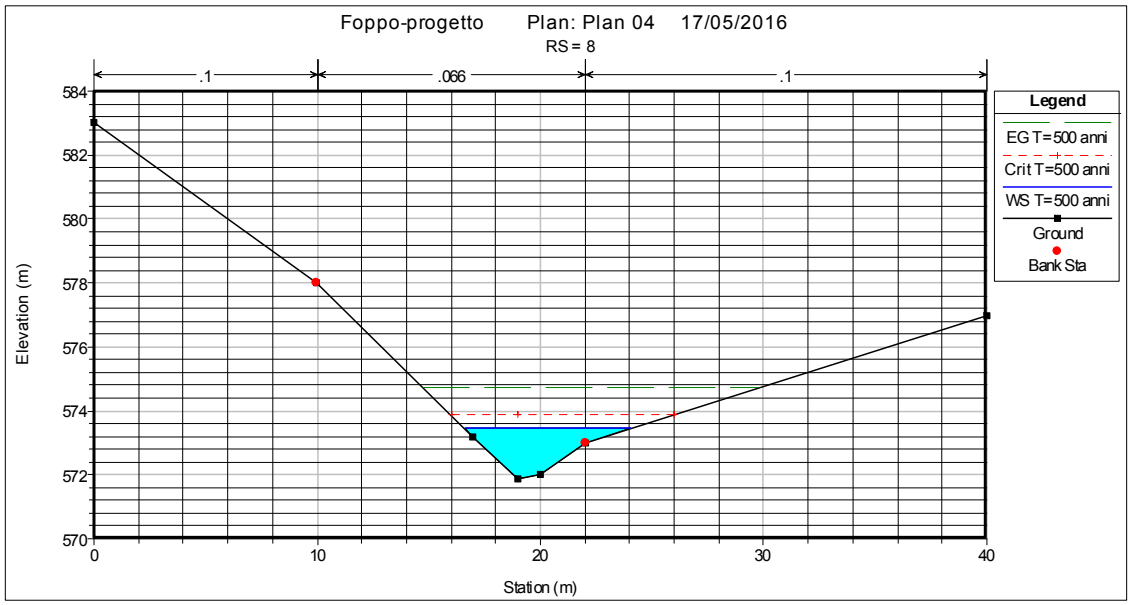


Figura 69: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

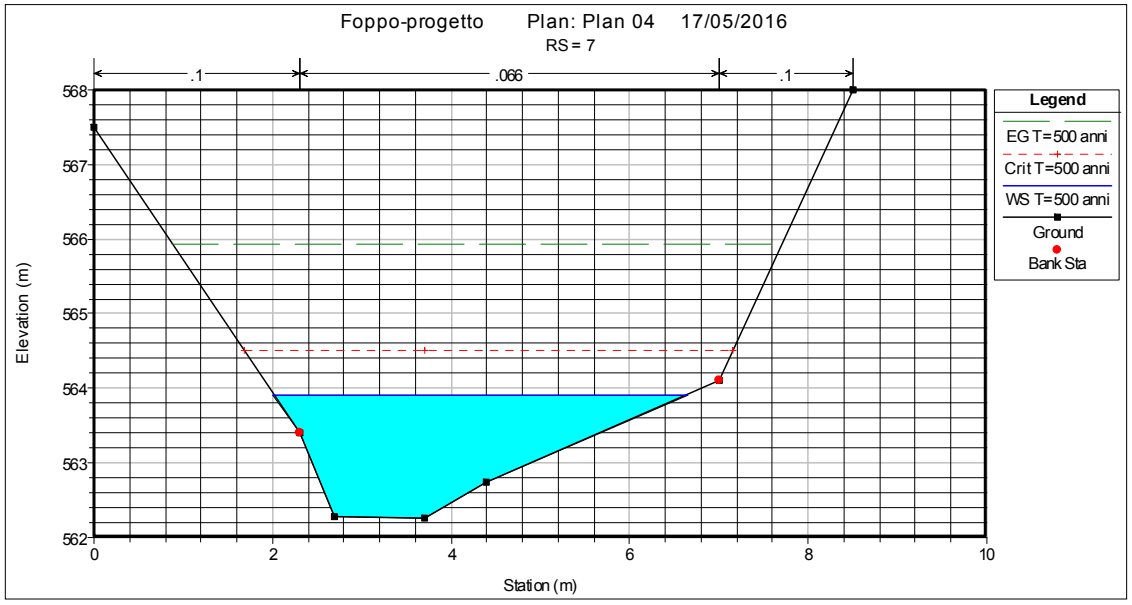


Figura 70: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

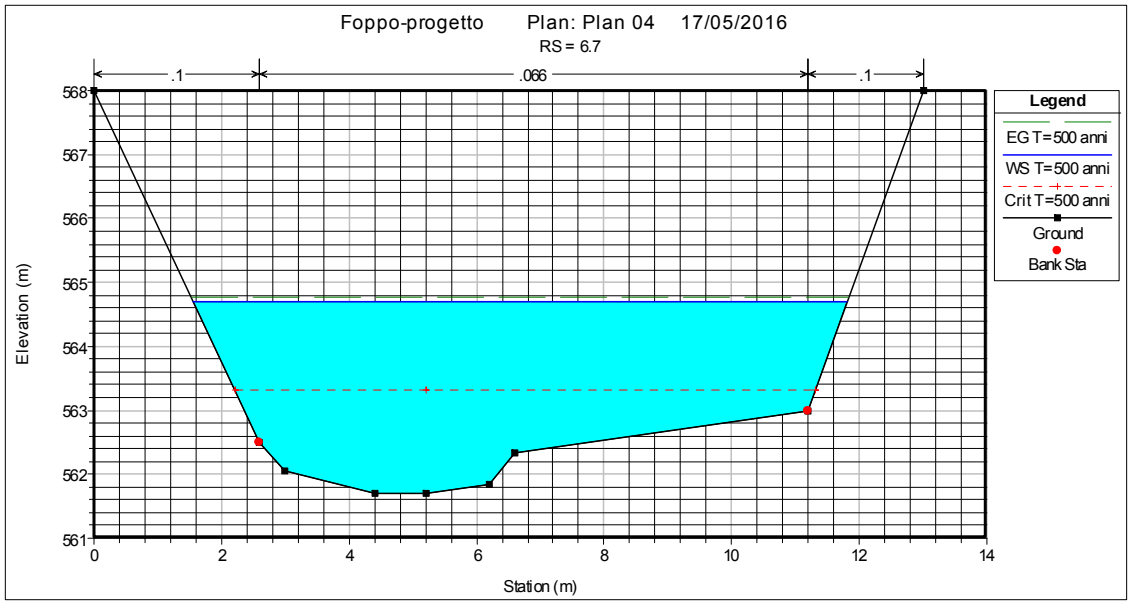


Figura 71: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

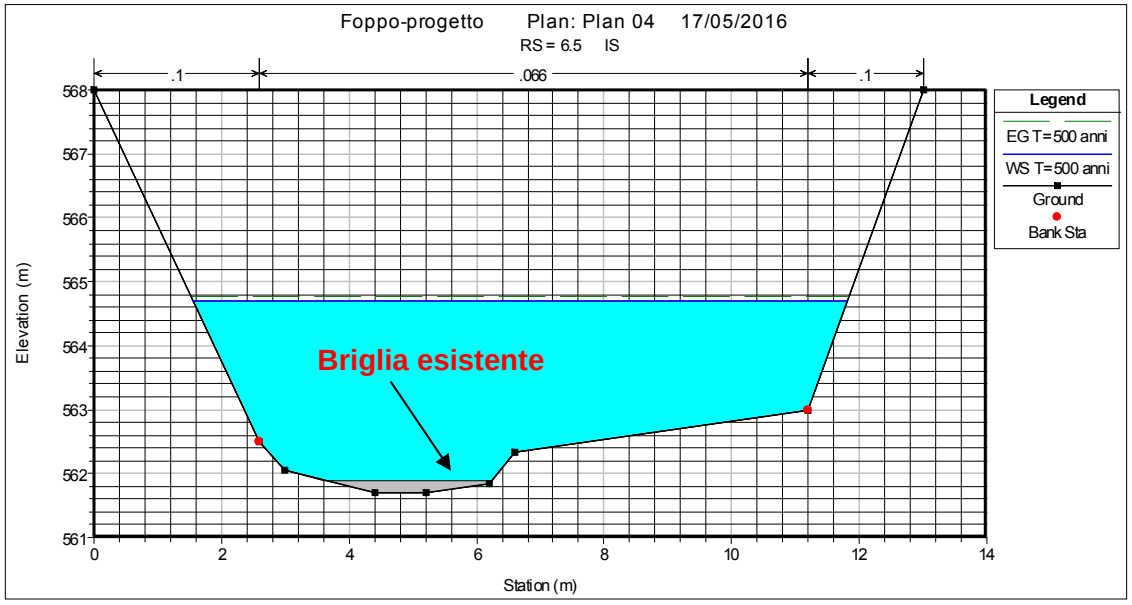


Figura 72: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni (traversa esistente)

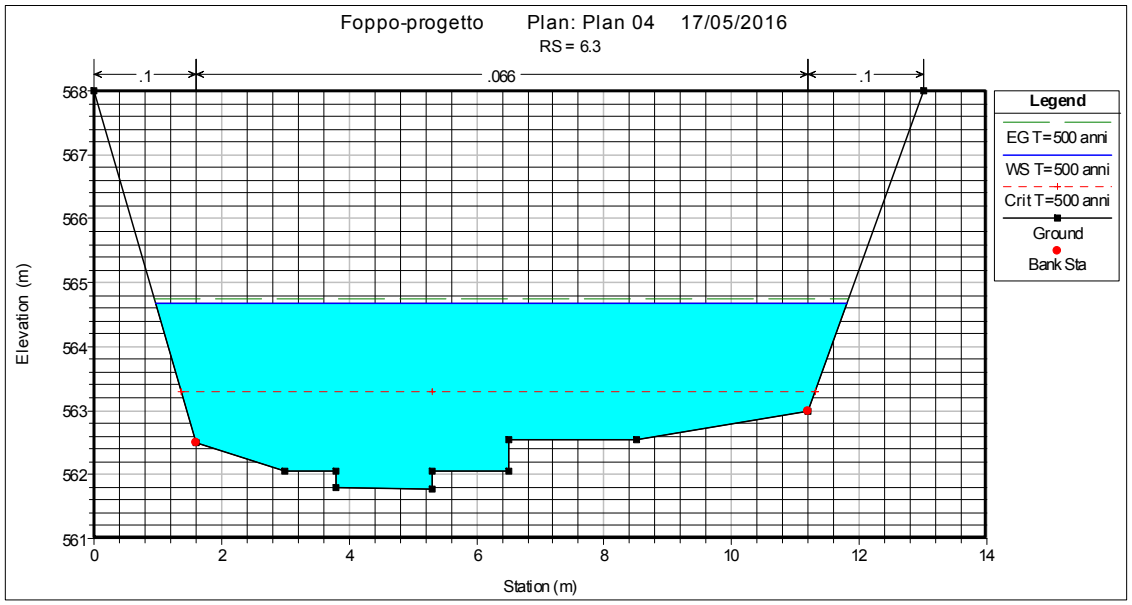


Figura 73: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

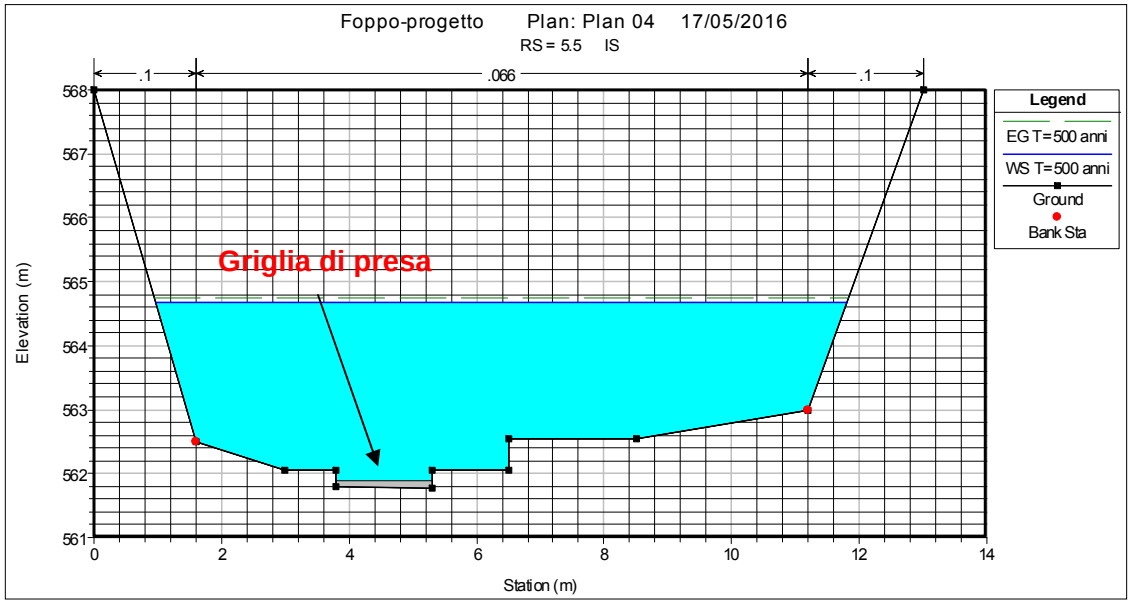


Figura 74: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

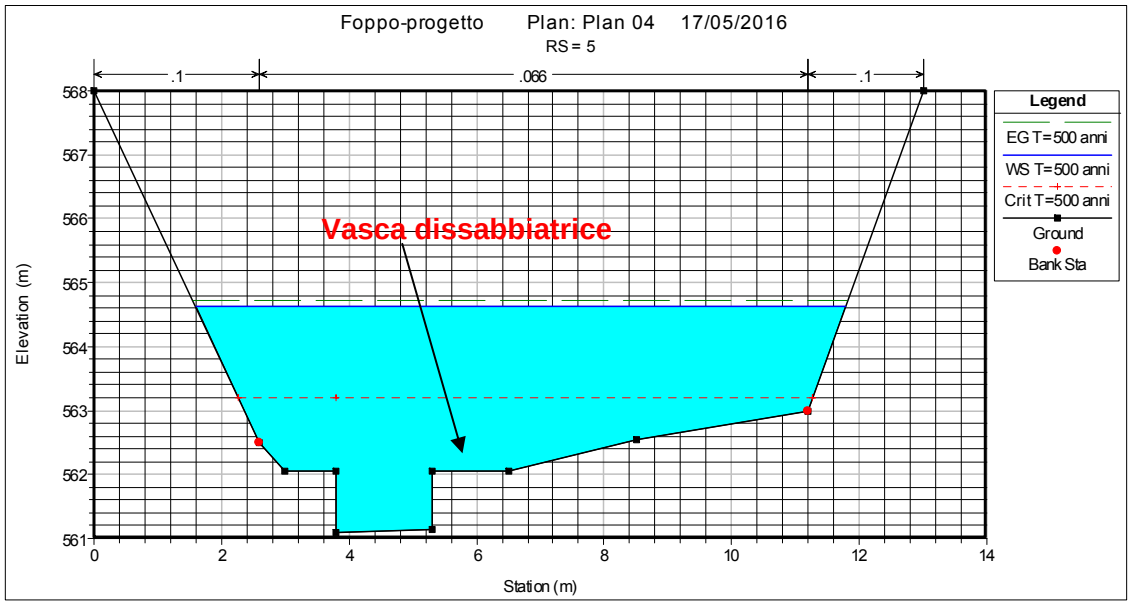


Figura 75: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

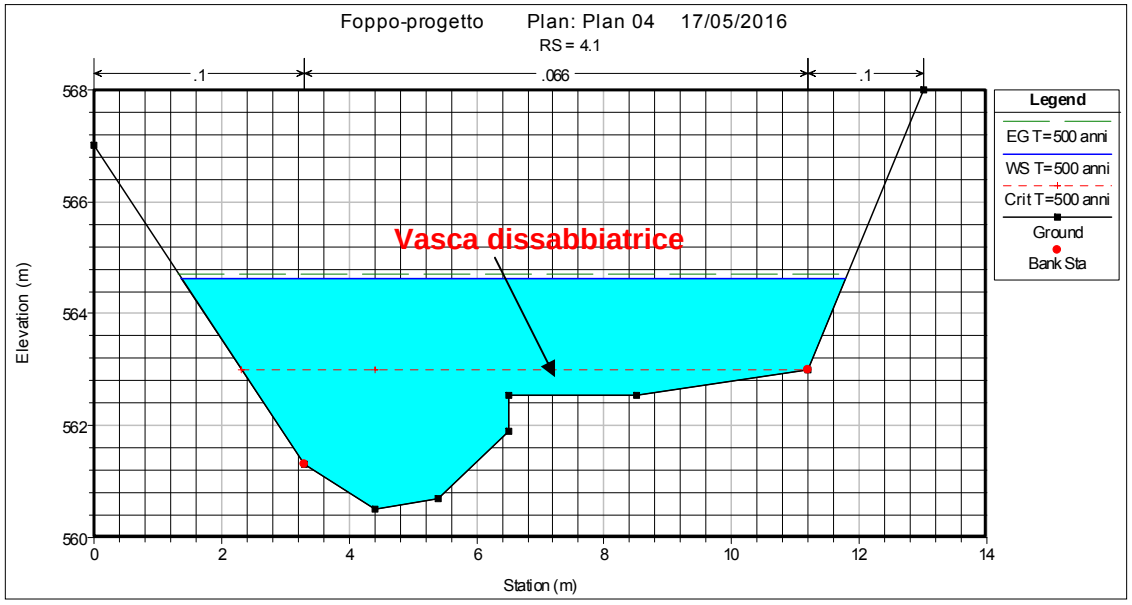


Figura 76: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

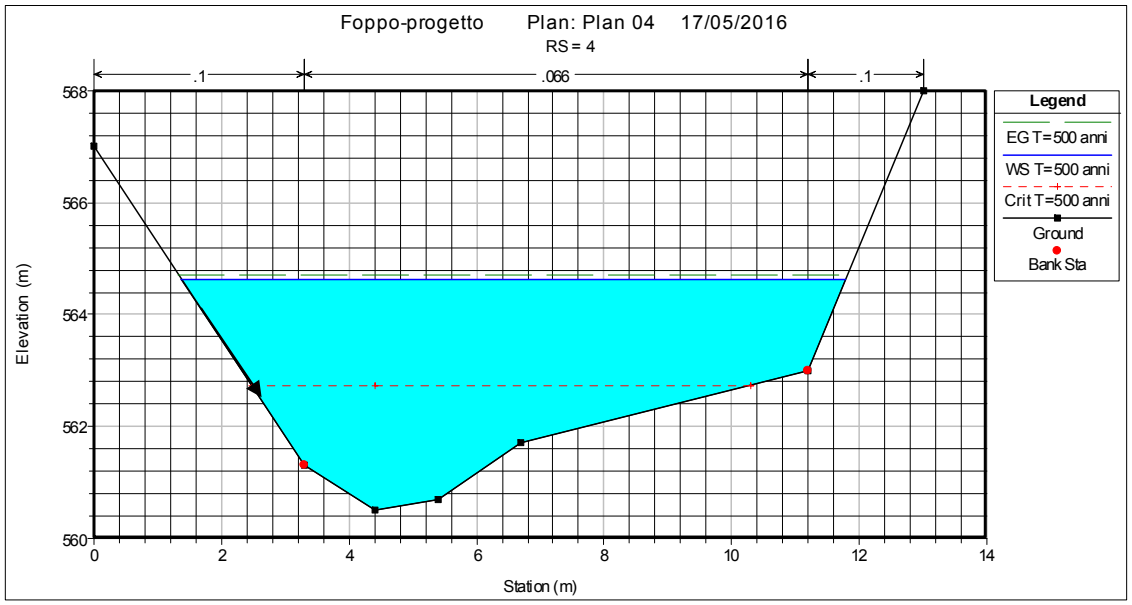


Figura 77: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

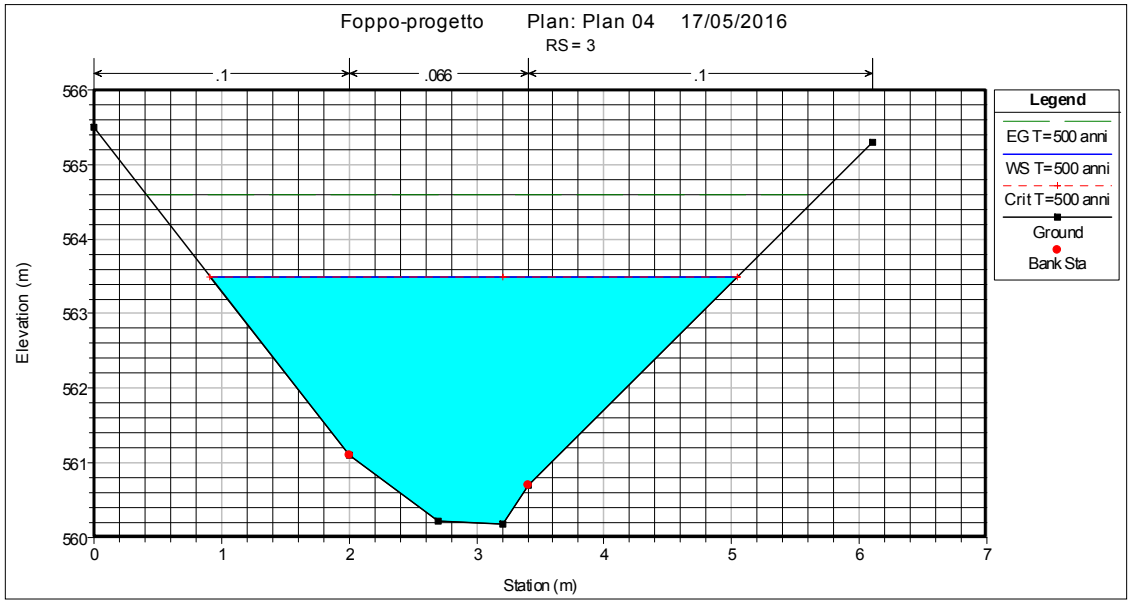


Figura 78: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

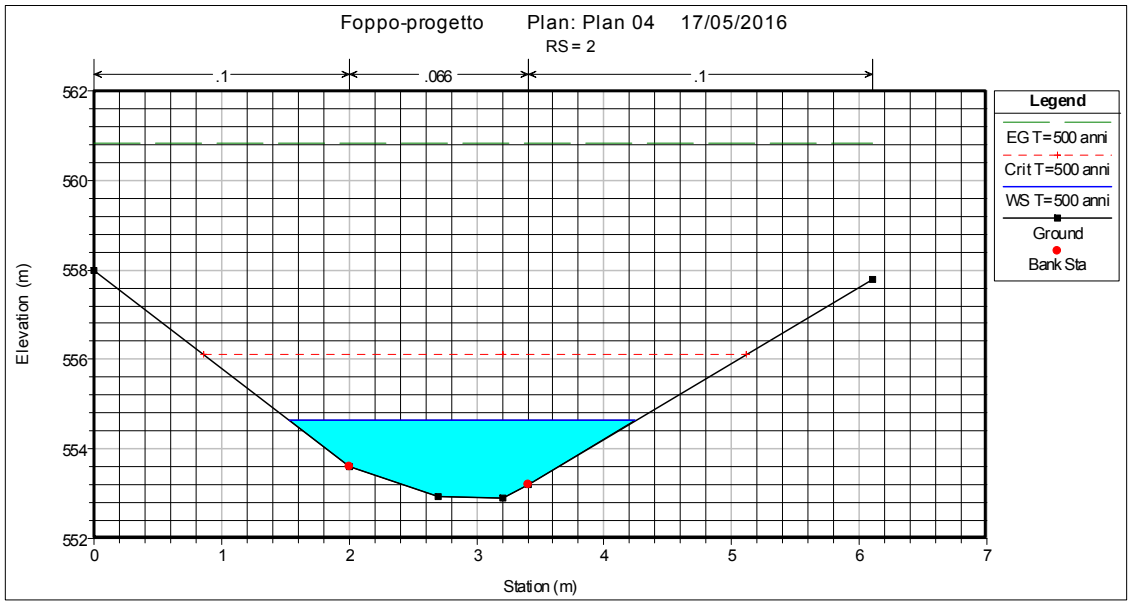


Figura 79: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

9.4 FABBRICATO DI CENTRALE

9.4.1 CONDIZIONI AL CONTORNO E COEFFICIENTI DI SCABREZZA

Il tratto di torrente preso in esame per la modellazione risulta individuato da una sezione di monte (sezione 7), collocata 150 m circa circa a monte del ponte sulla Strada Provinciale Reppia-Carasco, e da una sezione di valle (sezione 1) ubicata appena a monte della confluenza del rio Statale nel Torrente Reppia, per una lunghezza complessiva di circa 200 m.

Il modello idraulico è stato elaborato e calibrato mediante l'inserimento dei dati geometrici che caratterizzano il sistema fluviale e la conseguente definizione delle condizioni al contorno del problema. Sono stati pertanto introdotti i seguenti parametri ed elementi:

- coefficiente di scabrezza (indice di Manning): le norme di attuazione dei Piani di bacino AMBITO 16 all'allegato 3 *"Indirizzi tecnici per la redazione di studi idraulici"* definiscono i coefficienti di scabrezza da assumere nella modellazione idraulica del moto monodimensionale di un tratto di corso d'acqua naturale.

Descrizione corso d'acqua	Coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler K_s ($m^{1/3}s^{-1}$)
Tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25-30
Corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30-35
Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35-40
Corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubi, cavi, ecc.) o discontinuità interferenti con le acque	40-45

Nel tratto in esame il rio Statale presenta salti e sporadica vegetazione in alveo, pertanto nella modellazione in esame è stato cautelativamente utilizzato un coefficiente di scabrezza di Manning pari a:

  - 0.06 $m^{1/3}s^{-1}$ *per l'alveo inciso (*K_s*=15)*
  - 0.15 $m^{1/3}s^{-1}$ *per le aree di golena (*K_s*=7)*

- geometria delle sezioni (geometria dell' alveo inciso e delle aree golenali), ricavata da un rilievo topografico di dettaglio effettuato in corrispondenza del tratto in esame nel mese di febbraio 2015.
  Si precisa che il ponte della S.P. non è stato modellato come opera idraulica in quanto la distanza tra le pile è talmente ampia da non interagire con il deflusso delle piene.

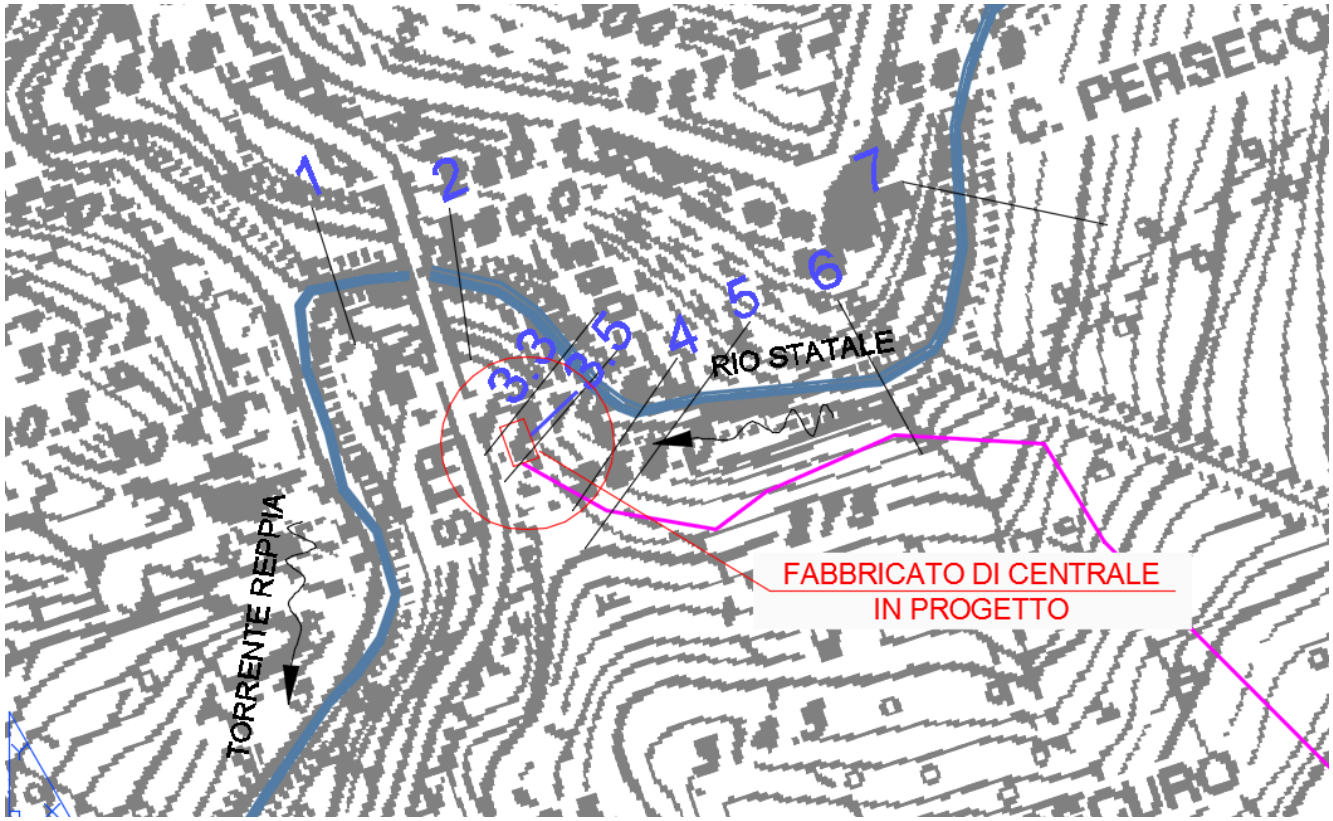
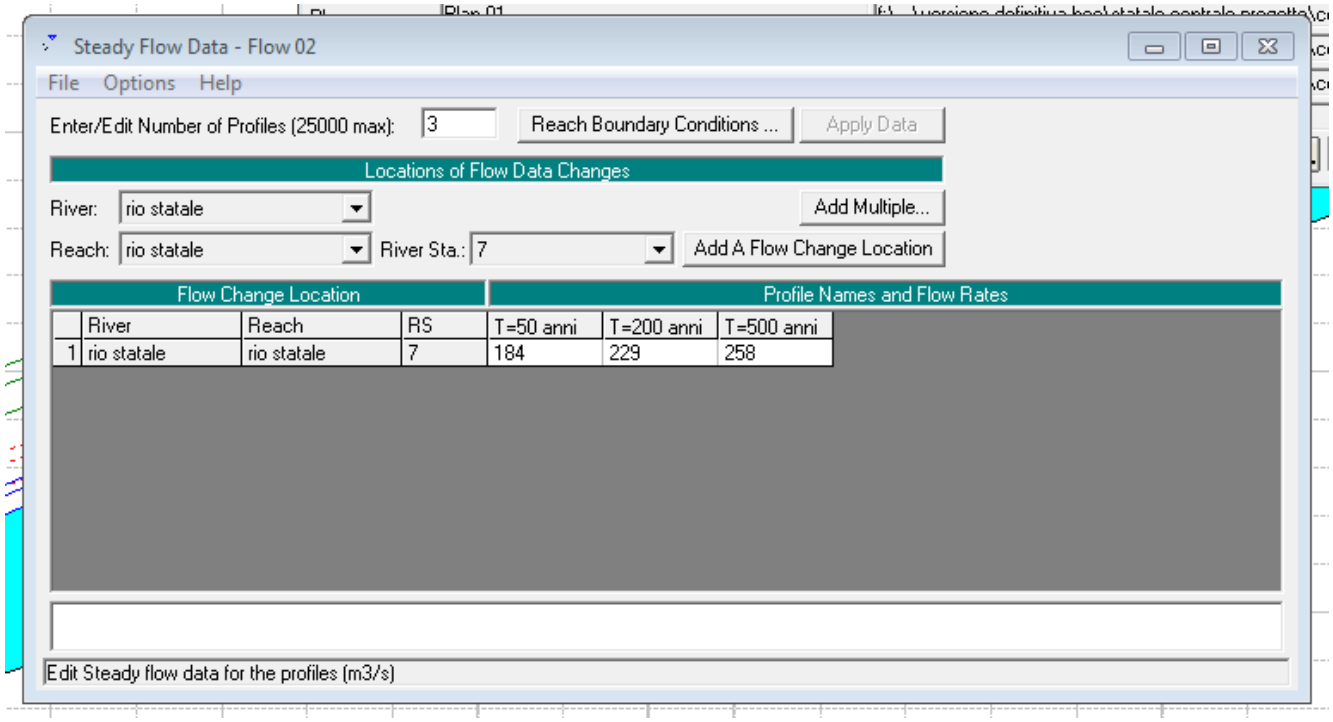
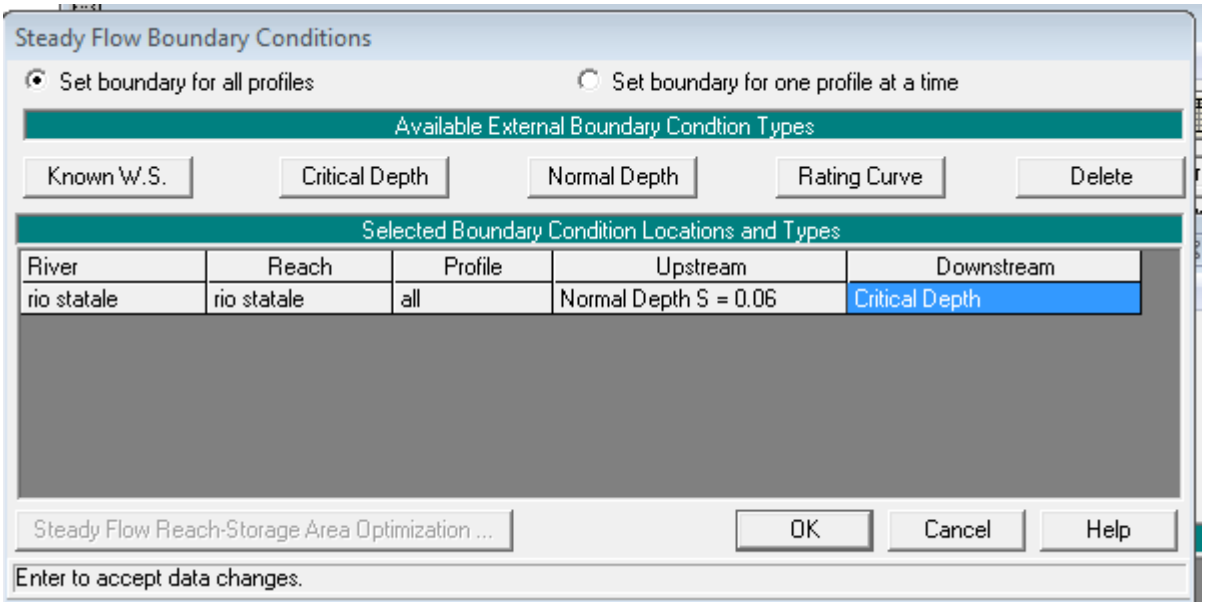


Figura 80:localizzazione sezioni del modellino idraulico.

- portate in ingresso pari a 184, 229, 258 m^3/s, corrispondenti ai tempi di ritorno rispettivamente di: 50, 200 e 500 anni.



- condizioni al contorno, definite per le sezioni di monte e di valle del sistema fluviale nell'ipotesi di *regime di flusso misto* per il calcolo dei profili di corrente. In particolare, nella sezione indisturbata di monte (sezione 7) è stata fissata una quota del pelo libero corrispondente alla pendenza di moto uniforme (stimata in 6%) e nella sezione indisturbata di valle è stata fissata una quota del pelo libero corrispondente alla profondità critica (sezione 1).



9.4.2 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso sono stati condotti con riferimento alle seguenti condizioni fisiche del corso d'acqua:

- **Stato attuale**, in assenza dell'opera in progetto.
- **Stato di progetto**, si inserisce i fabbricato di centrale, parzialmente interrato nel versante (sezioni 3.5-3.3)

9.4.3 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO ATTUALE

La simulazione numerica del deflusso della corrente di piena relativa allo stato attuale fornisce i parametri idraulici rappresentativi del moto, quali la velocità della corrente ed i livelli idrici, che permetteranno di valutare l'influenza dei nuovi manufatti in progetto sul deflusso della portata di piena.

Si riportano di seguito in tabella i risultati della modellazione idraulica monodimensionale, per la portata di progetto con tempo di ritorno 50, 200 e 500 anni.

Da questi si osserva che per tutte le portate di riferimento considerate (T= 50, 200, 500 anni) la corrente è tendenzialmente veloce con numeri di Froude variabili da 1,22 a 1,43.

Alla sezione 3.5, dove si prevede di realizzare il fabbricato di centrale, la quota del pelo libero per la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni è uguale a 245,76 m s.l.m..

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata.

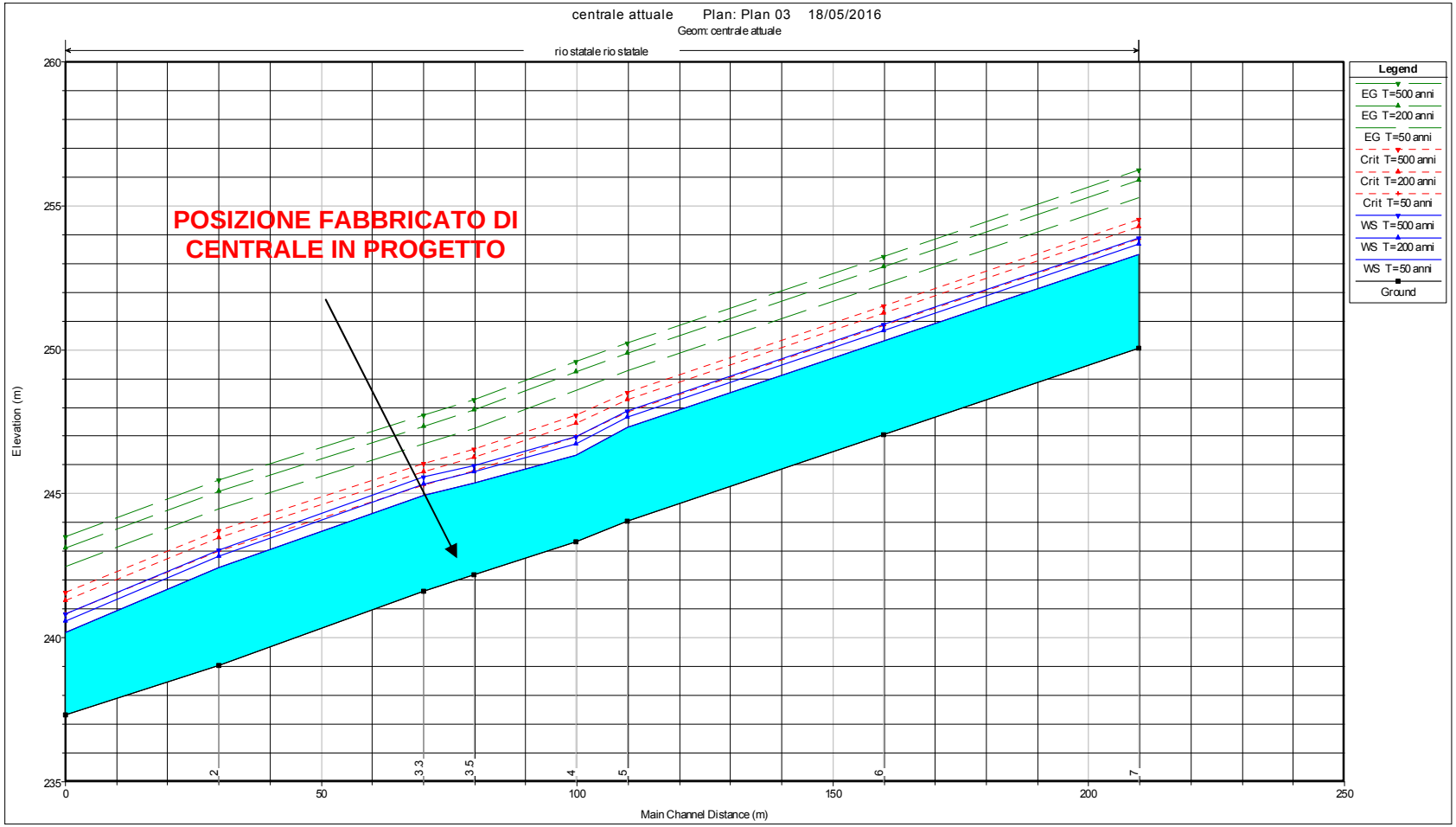
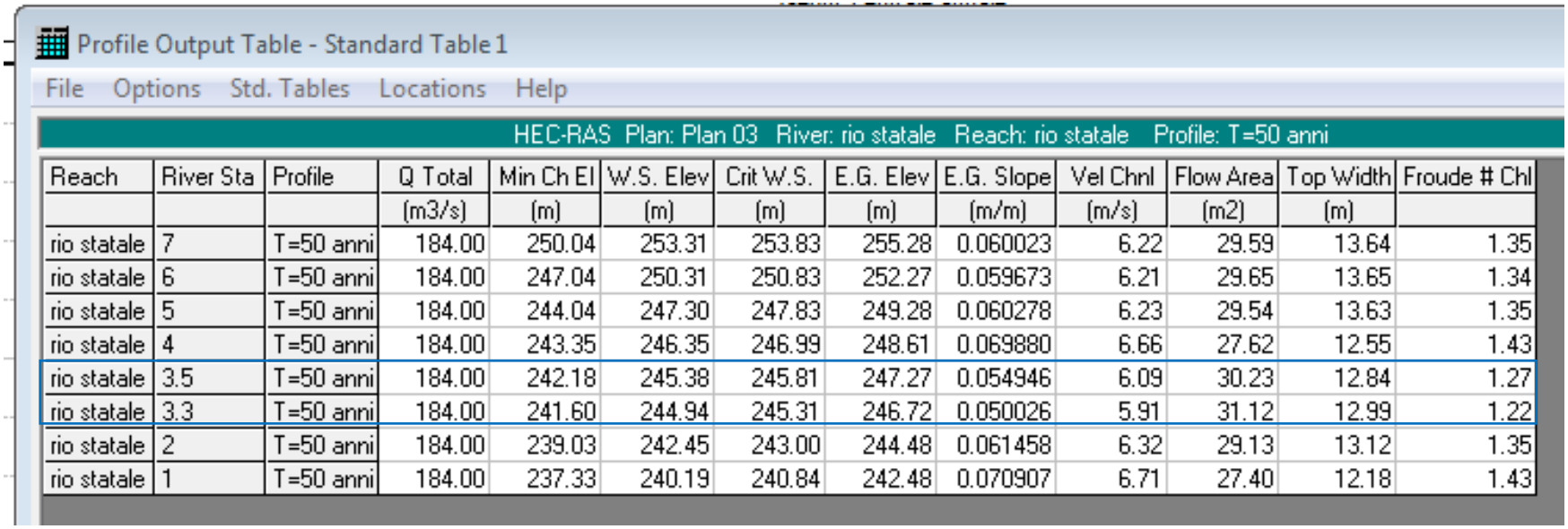


Figura 81:Profilo longitudinale della corrente del rio Statale al fabbricato di centrale per le diverse portate di progetto nella condizione di stato attuale.



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: rio statale Reach: rio statale Profile: T=50 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio statale	7	T=50 anni	184.00	250.04	253.31	253.83	255.28	0.060023	6.22	29.59	13.64	1.35
rio statale	6	T=50 anni	184.00	247.04	250.31	250.83	252.27	0.059673	6.21	29.65	13.65	1.34
rio statale	5	T=50 anni	184.00	244.04	247.30	247.83	249.28	0.060278	6.23	29.54	13.63	1.35
rio statale	4	T=50 anni	184.00	243.35	246.35	246.99	248.61	0.069880	6.66	27.62	12.55	1.43
rio statale	3.5	T=50 anni	184.00	242.18	245.38	245.81	247.27	0.054946	6.09	30.23	12.84	1.27
rio statale	3.3	T=50 anni	184.00	241.60	244.94	245.31	246.72	0.050026	5.91	31.12	12.99	1.22
rio statale	2	T=50 anni	184.00	239.03	242.45	243.00	244.48	0.061458	6.32	29.13	13.12	1.35
rio statale	1	T=50 anni	184.00	237.33	240.19	240.84	242.48	0.070907	6.71	27.40	12.18	1.43

Tabella 14: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 50 anni.

In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dal fabbricato di centrale in progetto.

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: rio statale Reach: rio statale Profile: T=200 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio statale	7	T=200 anni	229.00	250.04	253.67	254.28	255.88	0.060025	6.58	34.79	14.65	1.36
rio statale	6	T=200 anni	229.00	247.04	250.67	251.28	252.88	0.059987	6.58	34.80	14.66	1.36
rio statale	5	T=200 anni	229.00	244.04	247.67	248.28	249.88	0.059990	6.58	34.80	14.66	1.36
rio statale	4	T=200 anni	229.00	243.35	246.75	247.46	249.23	0.067405	6.98	32.83	13.41	1.42
rio statale	3.5	T=200 anni	229.00	242.18	245.76	246.28	247.91	0.055855	6.49	35.26	13.63	1.29
rio statale	3.3	T=200 anni	229.00	241.60	245.34	245.77	247.35	0.050320	6.28	36.47	13.86	1.24
rio statale	2	T=200 anni	229.00	239.03	242.83	243.47	245.10	0.061386	6.68	34.30	14.14	1.37
rio statale	1	T=200 anni	229.00	237.33	240.59	241.31	243.13	0.068698	7.06	32.45	12.91	1.42

Tabella 15: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 200 anni.

In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dal fabbricato di centrale in progetto.

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: rio statale Reach: rio statale Profile: T=500 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio statale	7	T=500 anni	258.00	250.04	253.89	254.54	256.24	0.060027	6.79	38.01	15.25	1.37
rio statale	6	T=500 anni	258.00	247.04	250.89	251.54	253.24	0.059989	6.79	38.02	15.25	1.37
rio statale	5	T=500 anni	258.00	244.04	247.89	248.54	250.24	0.059992	6.79	38.01	15.25	1.37
rio statale	4	T=500 anni	258.00	243.35	246.99	247.73	249.59	0.065765	7.14	36.15	13.93	1.41
rio statale	3.5	T=500 anni	258.00	242.18	245.98	246.55	248.29	0.056316	6.72	38.38	14.09	1.30
rio statale	3.3	T=500 anni	258.00	241.60	245.57	246.05	247.72	0.050633	6.49	39.74	14.36	1.25
rio statale	2	T=500 anni	258.00	239.03	243.05	243.74	245.46	0.061351	6.88	37.50	14.73	1.38
rio statale	1	T=500 anni	258.00	237.33	240.83	241.60	243.51	0.067533	7.25	35.61	13.34	1.42

Tabella 16: Risultati della modellazione idraulica nello stato attuale per la portata avente tempo di ritorno 500 anni.

In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dal fabbricato di centrale in progetto.

Di seguito si riportano le sezioni per lo stato attuale con il livello raggiunto dalla portata pari a 229 m^3/s, corrispondente alla portata avente tempo di ritorno di 200 anni.

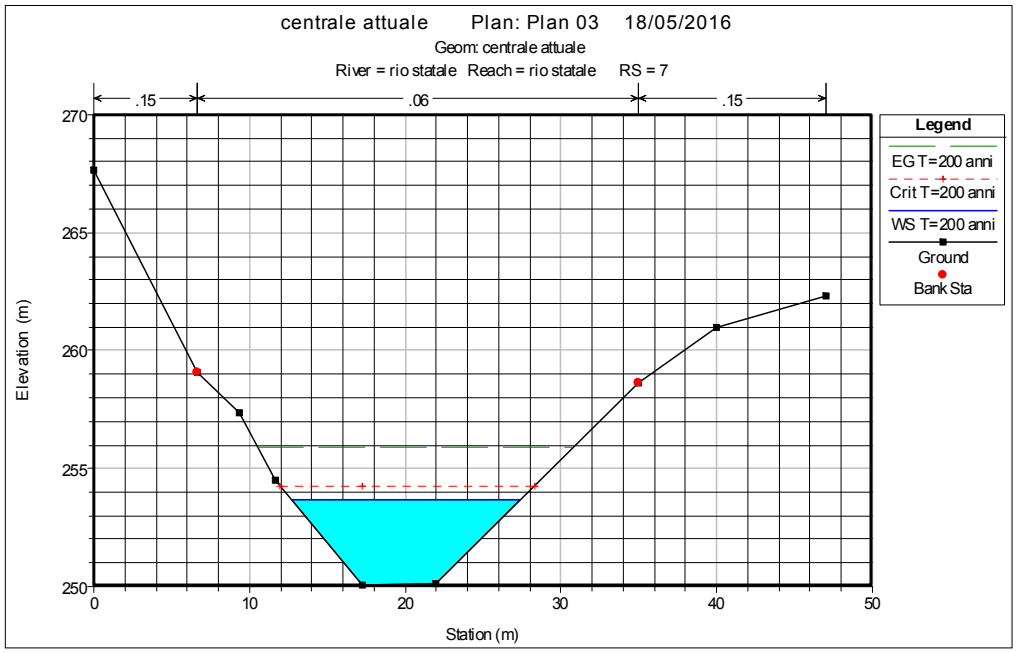


Figura 82: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

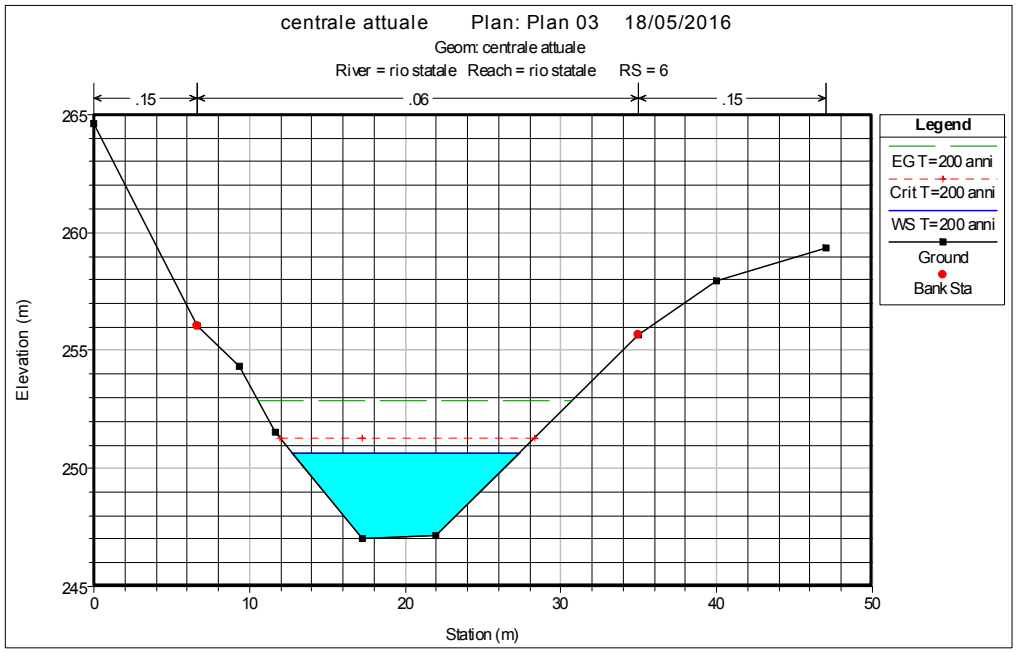


Figura 83: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

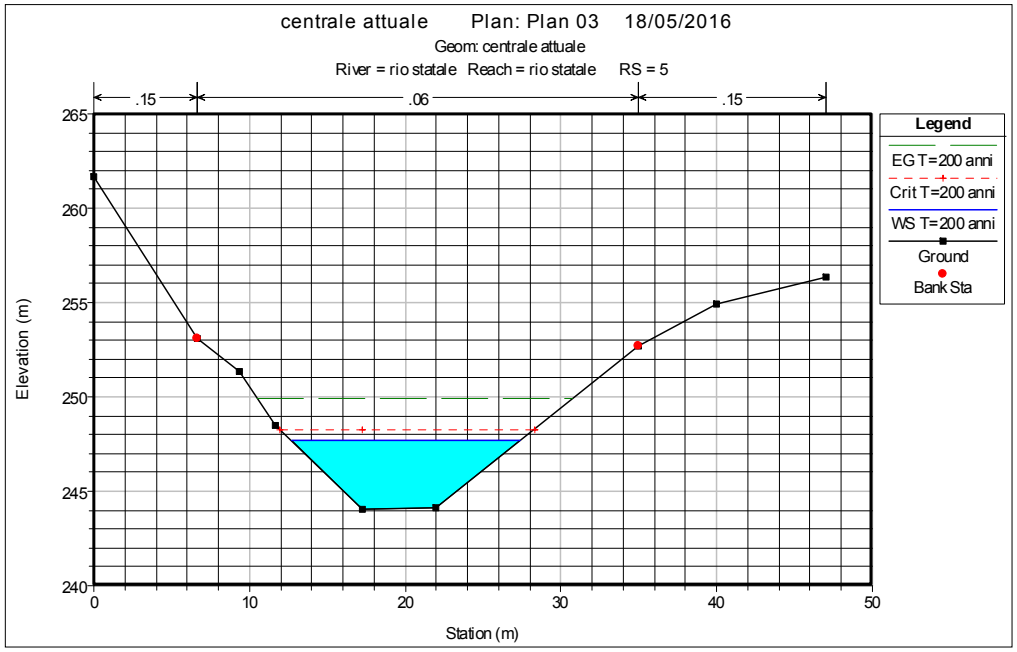


Figura 84: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

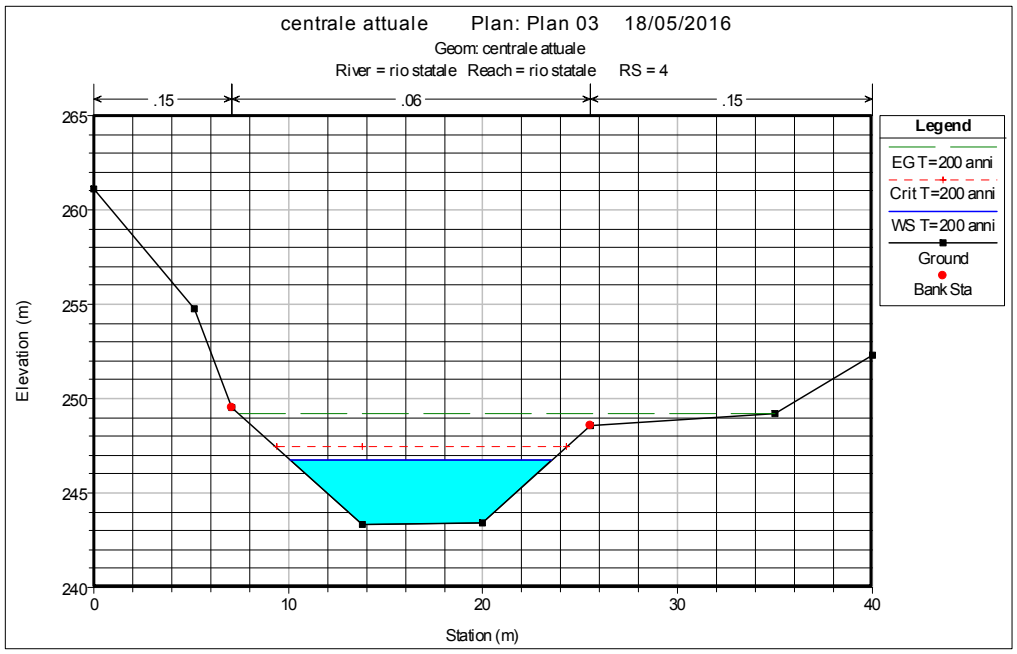


Figura 85: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

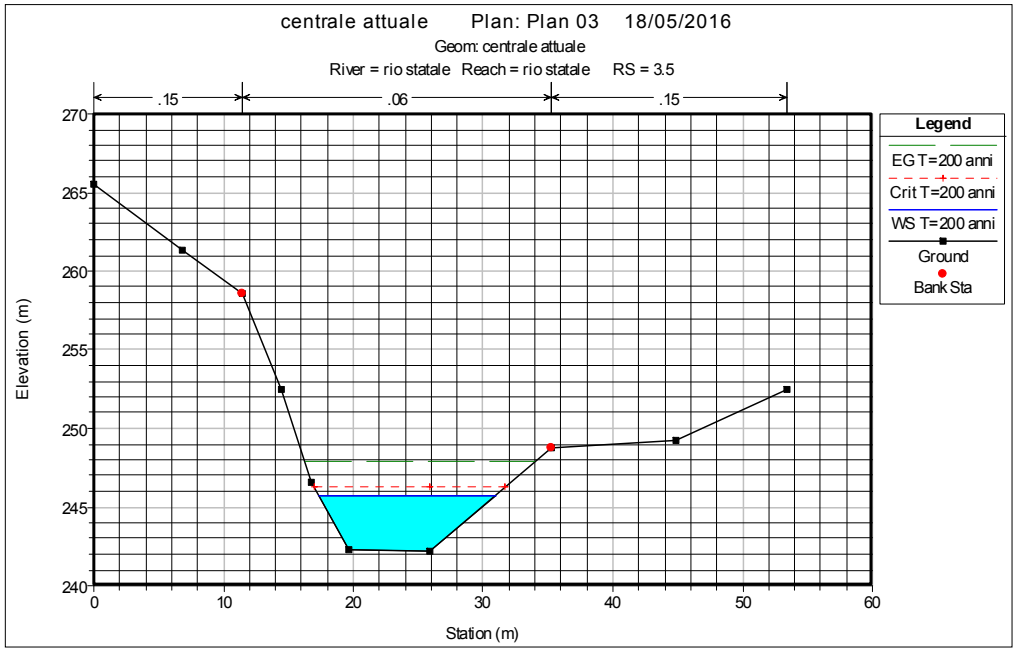


Figura 86: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni (sezione fabbricato in progetto)

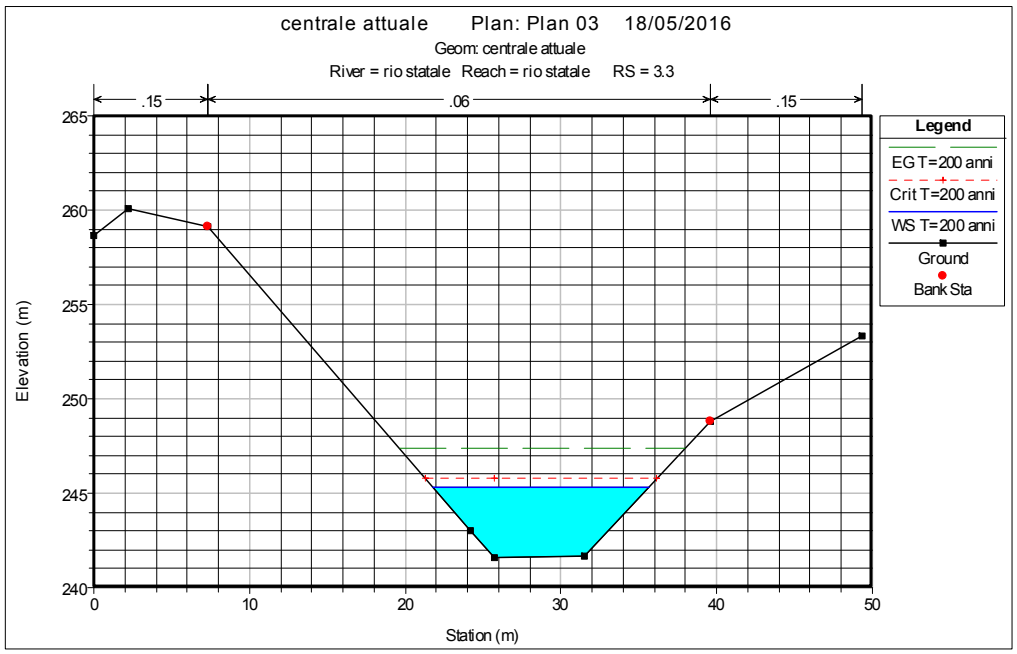


Figura 87: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

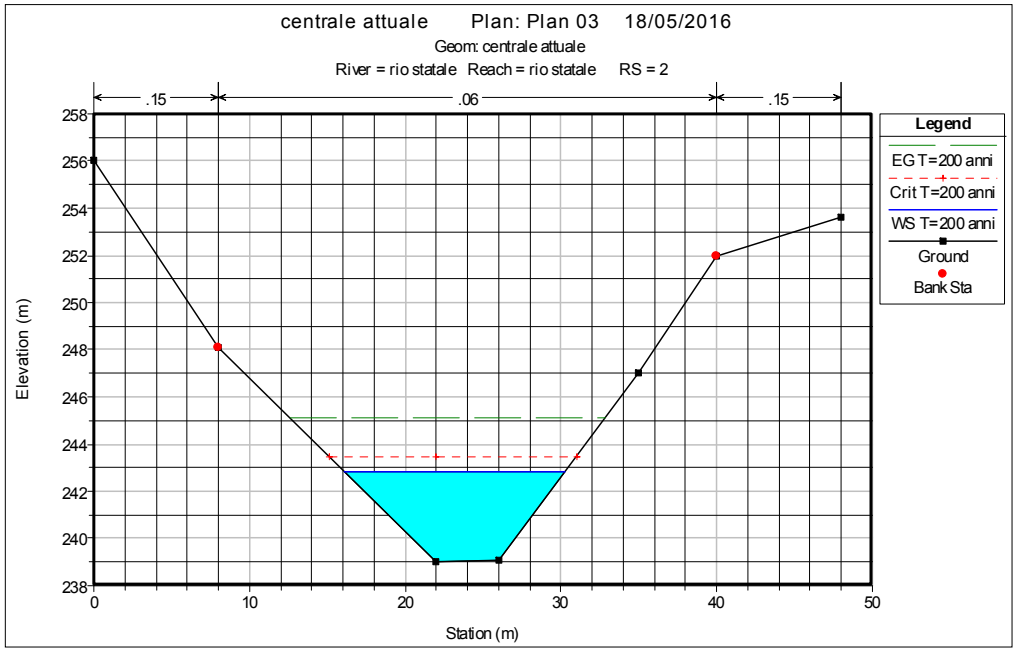


Figura 88: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

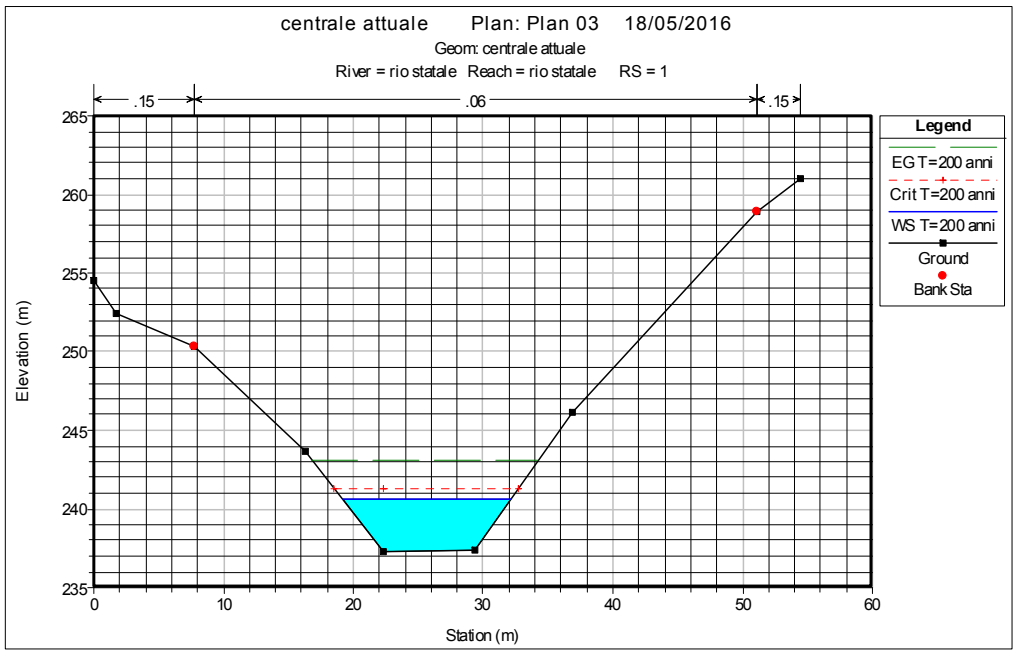


Figura 89: modello idraulico: stato attuale con portata tempo di ritorno 200 anni

9.4.4 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE PER LO STATO DI PROGETTO

Al fine di valutare l’influenza dell’impianto proposto sul deflusso della portata di piena, è stata eseguita la simulazione numerica del moto della corrente di piena considerando la presenza delle opere in progetto, costituite dal fabbricato di centrale.

Si riportano di seguito in tabella i risultati della modellazione idraulica monodimensionale, per la portata di progetto con tempo di ritorno 50, 200 e 500 anni.

Da questi si osserva che per tutte le portate di riferimento considerate (T= 50, 200, 500 anni) la corrente è tendenzialmente veloce con numeri di Froude variabili da 1,22 a 1,43.

Alla sezione 3.5, dove si prevede di realizzare il fabbricato di centrale, la quota del pelo libero per la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni è uguale a 245,76 m s.l.m..

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata.

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata

Confrontando i valori numerici dei livelli idrici corrispondenti alle varie portate di riferimento, si desume che la presenza del fabbricato di centrale non determinerà variazioni del pelo libero in quanto sarà collocato parzialmente interrato nel versante, ad una distanza dal rio Statale superiore a 10 metri.

Di seguito si riportano i profili della corrente ottenuti dalla modellazione per i diversi valori di portata.

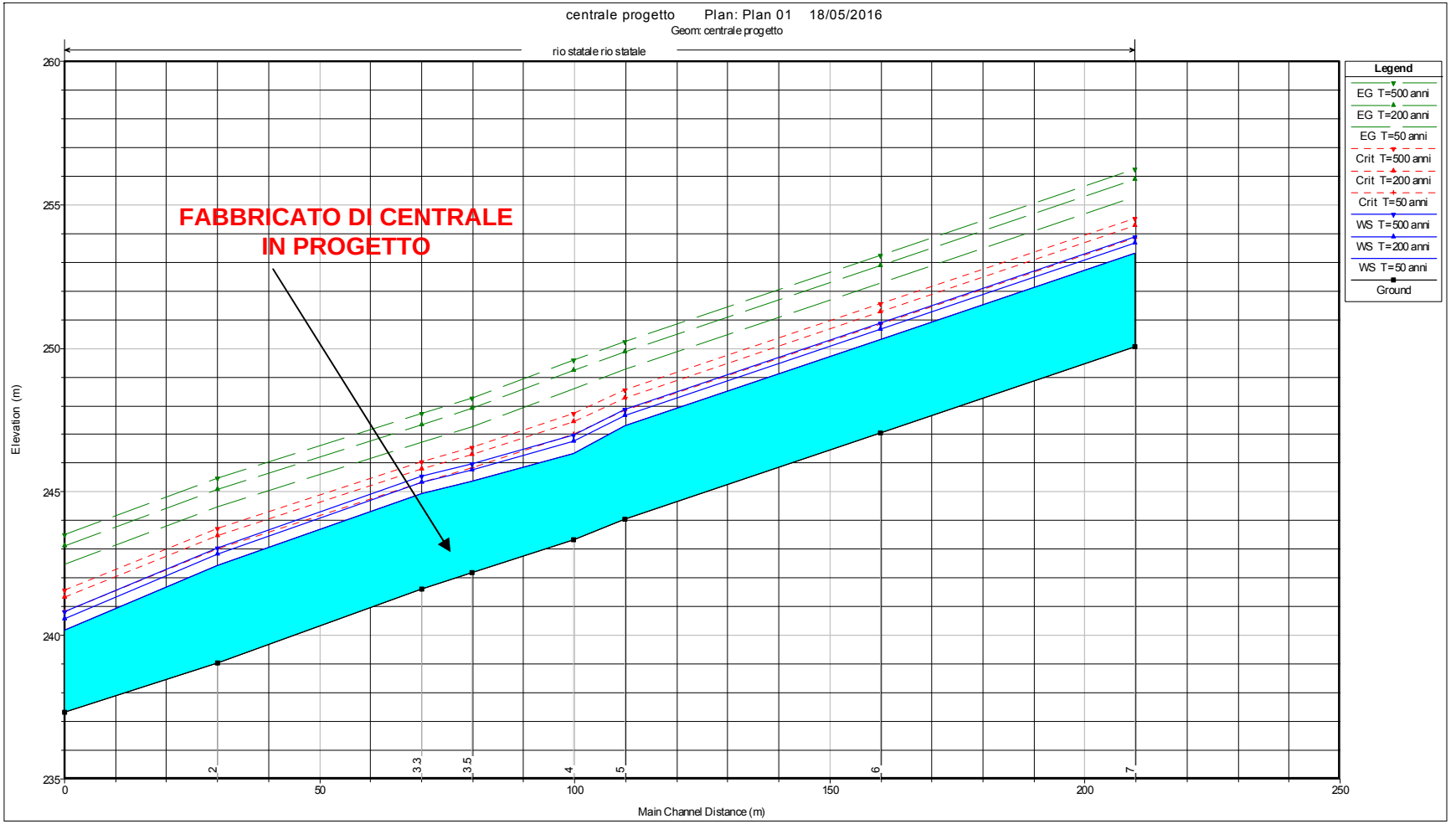

centrale progetto Plan: Plan 01 18/05/2016
Geom: centrale progetto
rio statale rio statale
FABBRICATO DI CENTRALE
IN PROGETTO
Legend
EG T=500 anni
EG T=200 anni
EG T=50 anni
Crit T=500 anni
Crit T=200 anni
Crit T=50 anni
WS T=500 anni
WS T=200 anni
WS T=50 anni
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
260
255
250
245
240
235
0
50
100
150
200
250
2
3.3
3.5
4
5
6
7

Figura 90: Profilo longitudinale della corrente del rio Statale al fabbricato di centrale per le diverse portate di progetto nella condizione di stato progetto.

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: rio statale Reach: rio statale Profile: T=50 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio statale	7	T=50 anni	184.00	250.04	253.31	253.84	255.28	0.060023	6.22	29.59	13.64	1.35
rio statale	6	T=50 anni	184.00	247.04	250.31	250.84	252.28	0.059984	6.22	29.60	13.64	1.35
rio statale	5	T=50 anni	184.00	244.04	247.31	247.84	249.28	0.059986	6.22	29.60	13.64	1.35
rio statale	4	T=50 anni	184.00	243.35	246.35	247.00	248.60	0.069551	6.65	27.67	12.55	1.43
rio statale	3.5	T=50 anni	184.00	242.18	245.38	245.82	247.26	0.054706	6.08	30.28	12.85	1.26
rio statale	3.3	T=50 anni	184.00	241.60	244.93	245.32	246.72	0.050331	5.92	31.06	13.00	1.22
rio statale	2	T=50 anni	184.00	239.03	242.45	243.01	244.48	0.061274	6.31	29.16	13.13	1.35
rio statale	1	T=50 anni	184.00	237.33	240.19	240.84	242.48	0.070708	6.71	27.43	12.19	1.43

Tabella 17: Risultati della modellazione idraulica nello stato progetto per la portata avente tempo di ritorno 50 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dal fabbricato di centrale in progetto.

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: rio statale Reach: rio statale Profile: T=200 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio statale	7	T=200 anni	229.00	250.04	253.67	254.29	255.88	0.060026	6.58	34.79	14.65	1.36
rio statale	6	T=200 anni	229.00	247.04	250.67	251.28	252.88	0.059987	6.58	34.80	14.66	1.36
rio statale	5	T=200 anni	229.00	244.04	247.67	248.28	249.88	0.059990	6.58	34.80	14.66	1.36
rio statale	4	T=200 anni	229.00	243.35	246.75	247.46	249.22	0.066967	6.96	32.91	13.42	1.42
rio statale	3.5	T=200 anni	229.00	242.18	245.76	246.29	247.91	0.055931	6.50	35.25	13.63	1.29
rio statale	3.3	T=200 anni	229.00	241.60	245.33	245.78	247.35	0.050583	6.29	36.42	13.87	1.24
rio statale	2	T=200 anni	229.00	239.03	242.83	243.46	245.10	0.061246	6.67	34.33	14.15	1.37
rio statale	1	T=200 anni	229.00	237.33	240.59	241.32	243.13	0.068699	7.06	32.45	12.91	1.42

Tabella 18: Risultati della modellazione idraulica nello stato progetto per la portata avente tempo di ritorno 200 anni.

In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dal fabbricato di centrale in progetto.

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: rio statale Reach: rio statale Profile: T=500 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
rio statale	7	T=500 anni	258.00	250.04	253.89	254.54	256.24	0.060028	6.79	38.01	15.25	1.37
rio statale	6	T=500 anni	258.00	247.04	250.89	251.54	253.24	0.059991	6.79	38.01	15.25	1.37
rio statale	5	T=500 anni	258.00	244.04	247.89	248.54	250.24	0.059993	6.79	38.01	15.25	1.37
rio statale	4	T=500 anni	258.00	243.35	246.99	247.74	249.59	0.065765	7.14	36.15	13.93	1.41
rio statale	3.5	T=500 anni	258.00	242.18	245.98	246.56	248.29	0.056316	6.72	38.38	14.09	1.30
rio statale	3.3	T=500 anni	258.00	241.60	245.56	246.06	247.72	0.050932	6.50	39.66	14.37	1.25
rio statale	2	T=500 anni	258.00	239.03	243.05	243.73	245.46	0.061309	6.88	37.51	14.74	1.38
rio statale	1	T=500 anni	258.00	237.33	240.83	241.59	243.51	0.067532	7.25	35.61	13.34	1.42

Tabella 19: Risultati della modellazione idraulica nello stato progetto per la portata avente tempo di ritorno 500 anni.
In blu sono indicate le sezioni nell'area interessata dal fabbricato di centrale in progetto.

Di seguito si riportano le sezioni per lo stato progetto con il livello raggiunto dalla portata pari a 229 m^3/s, corrispondente alla portata avente tempo di ritorno di 200 anni.

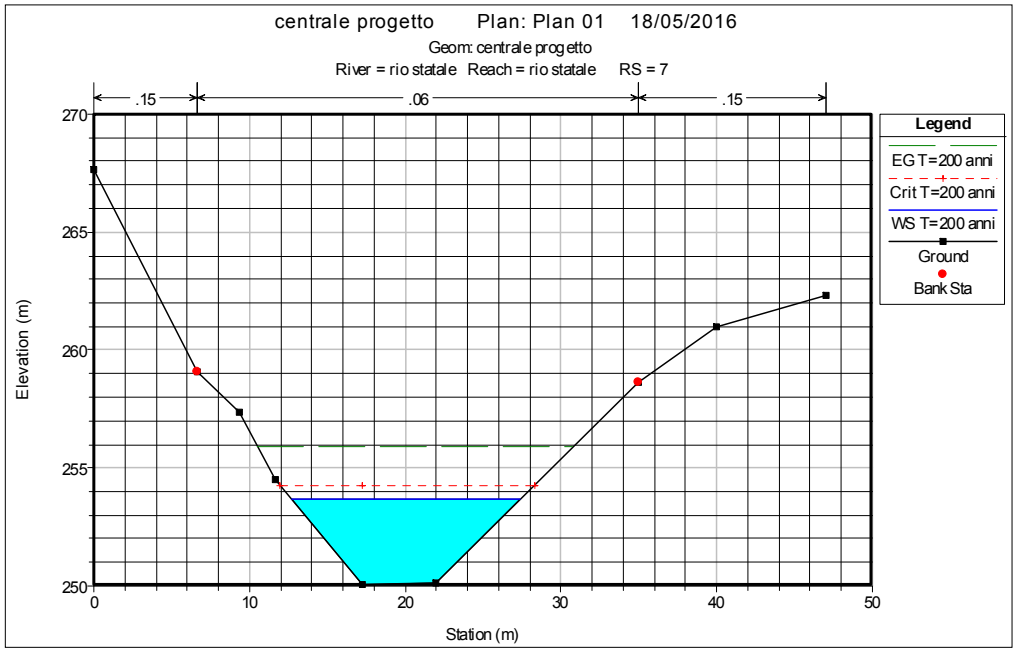


Figura 91: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

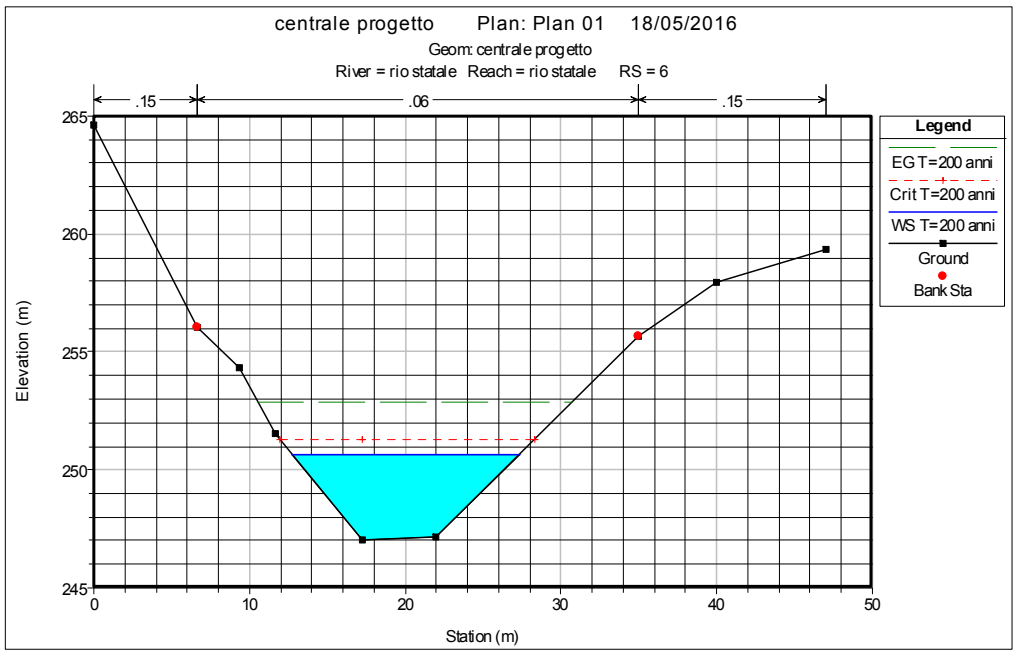


Figura 92: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

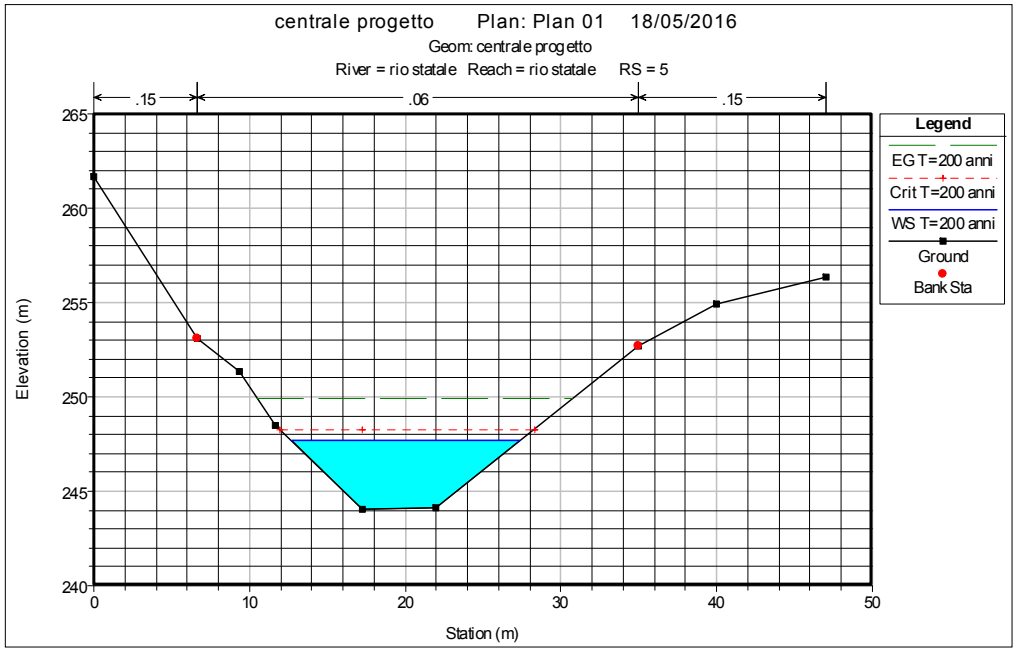


Figura 93: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

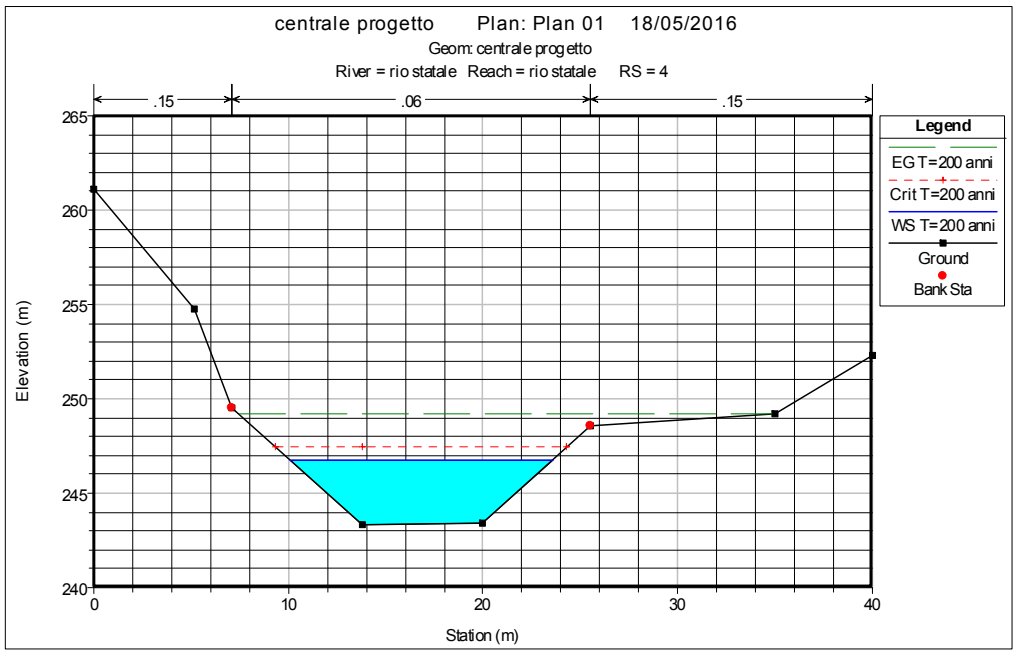


Figura 94: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

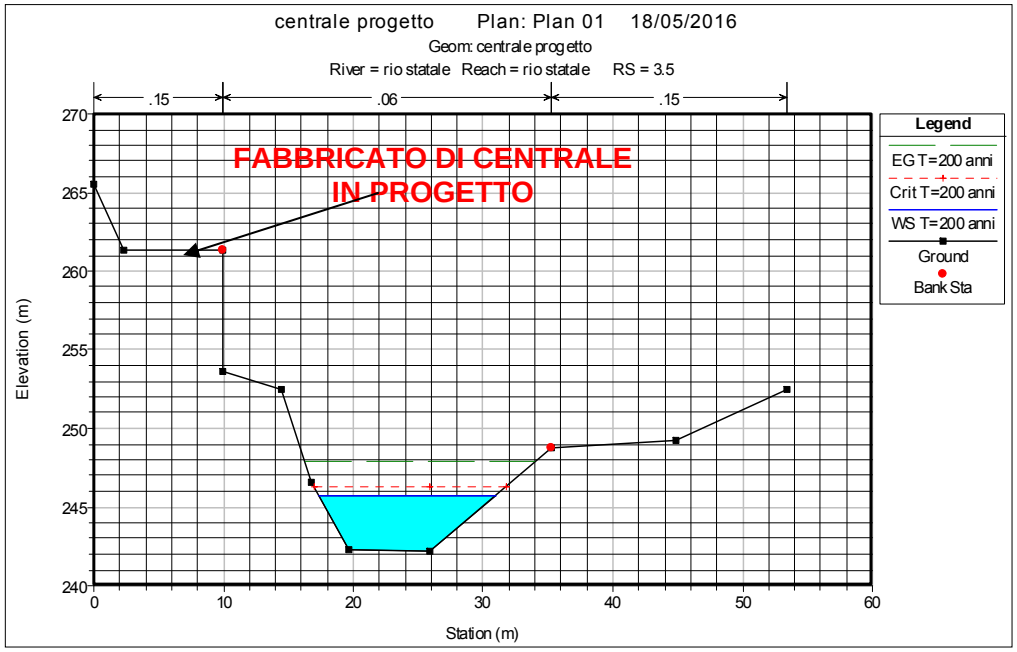


Figura 95: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni (fabbricato in progetto)

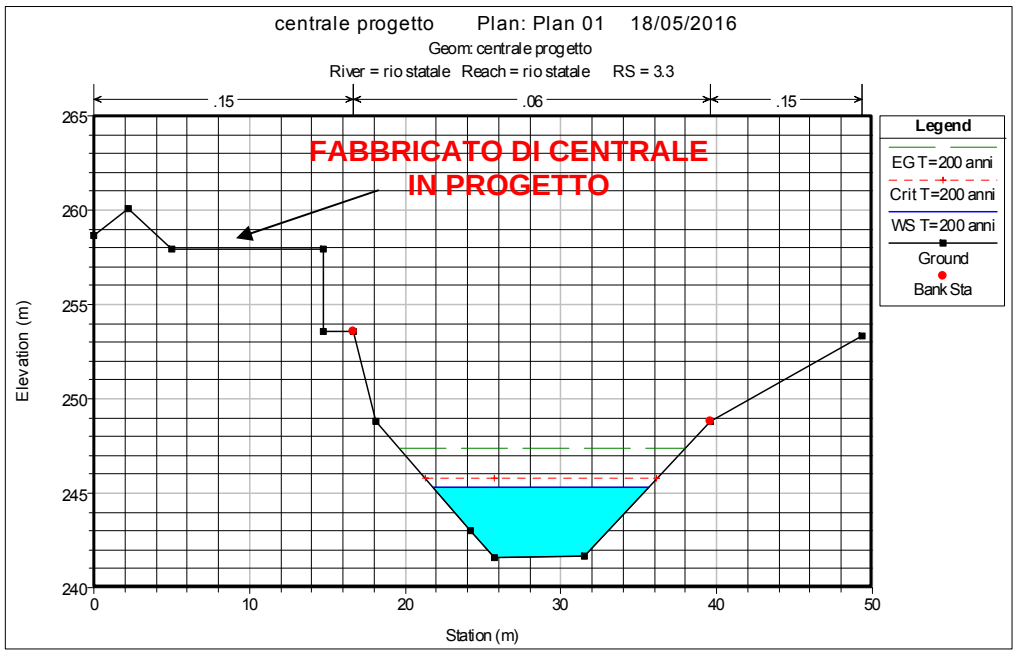


Figura 96: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni (fabbricato in progetto)

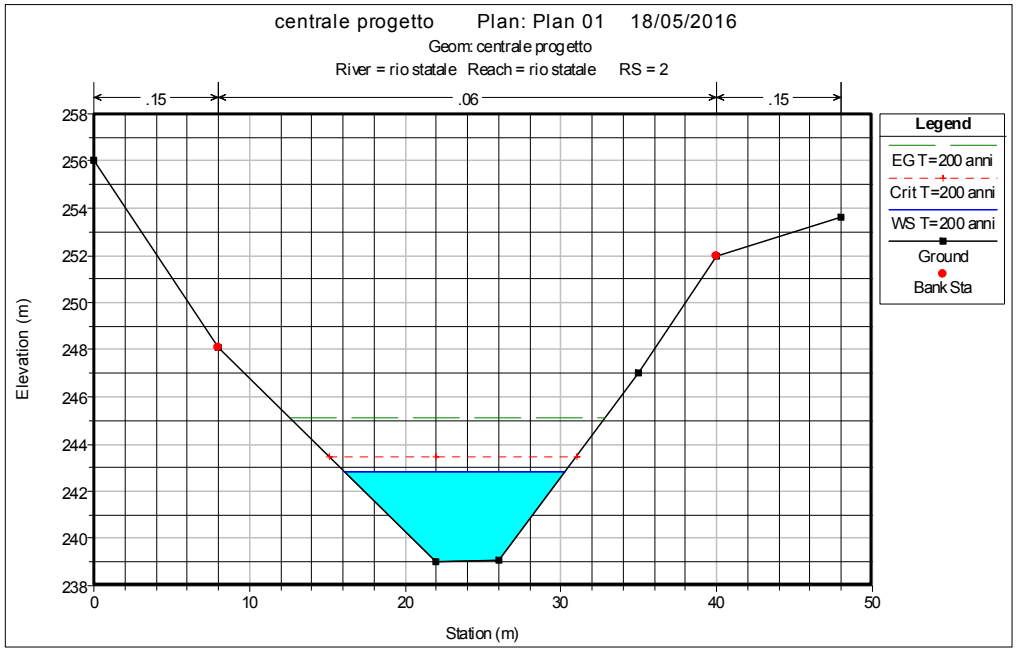


Figura 97: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

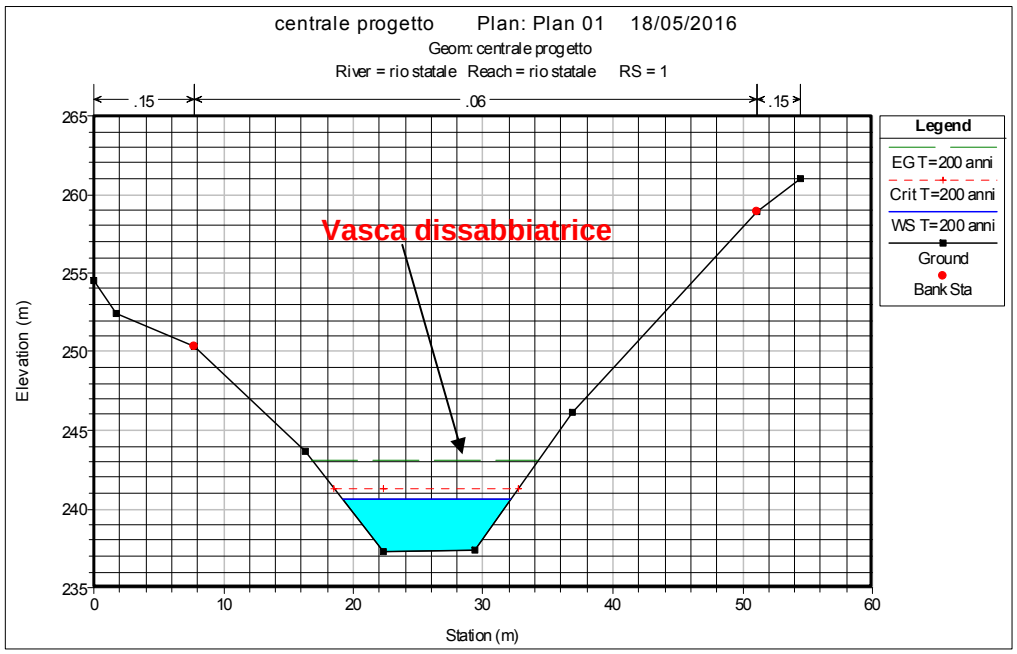


Figura 98: modello idraulico: stato progetto con portata tempo di ritorno 200 anni

10. CONCLUSIONI

La presente relazione ha verificato la compatibilità idraulica degli interventi previsti per la realizzazione dell'impianto idroelettrico, denominato "Statale", sul rio omonimo, in comune di Ne in Provincia di Genova, per la produzione di energia elettrica rinnovabile pulita.

Tale progetto prevede l'utilizzo di due briglie esistenti (una sul rio Statale e una sul rio Foppo).

L'acqua derivata alle due opere di presa verrà convogliata al fabbricato di centrale mediante una condotta forzata di lunghezza 2.390 metri circa, completamente interrata, per la maggior parte del tracciato (1.765 m) al di sotto della strada comunale Cassagna -Statale e per la restante parte in aree private (365 m) e su sentiero (260 m). Dopo essere stata turbinata l'acqua verrà restituita al rio Statale appena a monte della confluenza col torrente Reppia, con le medesime caratteristiche chimico fisiche possedute all'opera di presa prima della captazione.

Il salto idraulico sfruttato è di circa 299 m.

Scopo della presente relazione è stato quello di verificare la compatibilità dal punto di vista idraulico dell'opera di presa da realizzare, in relazione alla sua eventuale interferenze con la propagazione delle piene di progetto.

Le portate di piena di progetto dedotte dalla "*Carta dei sottobacini e di ubicazione delle sezioni dio chiusura*" del Piano Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico – Ambito 16 della Provincia di Genova per confronto tra le superfici dei bacini, sono riassunte nella tabella di seguito.

	Portate di riferimento		
Tempo di Ritorno	**Presa Rio Statale**	**Presa Rio Foppo**	**Fabbricato centrale**
50 anni	70 m^3/s	19,5 m^3/s	184 m^3/s
200 anni	87 m^3/s	24,4 m^3/s	229 m^3/s
500 anni	98 m^3/s	27,6 m^3/s	258 m^3/s

Tabella 20: Portate di progetto alla presa sul rio Statale, alla presa sul rio Foppo ed al fabbricato di centrale in progetto

Confrontando i risultati ottenuti per lo stato attuale e quello di progetto si può constatare che a seguito delle opere in progetto (opera di presa sul rio Statale, opera di presa sul rio Foppo, vasche dissabbiatrici e di carico e fabbricato di centrale) non si evidenzia alcuna particolare modifica sull'inviluppo dei profili di piena di progetto, che mantengono la stessa forma in entrambe le situazioni.

In particolare si segnala che la variazione dei livelli idrici corrispondenti alle varie portate di riferimento dovute alla presenza delle opere in progetto sono dell'ordine della precisione del modello idraulico utilizzato (con valori massimi di circa 4-5 cm).

Si precisa che la vasca di carico a valle della presa sul rio statale è al di fuori dell'area di esondazione della piena duecentennale e che le traverse esistenti non vengono alzate.

In merito alla compatibilità idraulica del fabbricato di centrale, la quota del livello di riferimento della piena duecentennale in corrispondenza del nuovo manufatto (sezione 3.5) risulterà pari a 245,76 m s.l.m. inferiore alla quota di ingresso al fabbricato di centrale, pari a 253,60 m s.l.m.. Ne consegue che il fabbricato di centrale in progetto sarà in condizioni di sicurezza rispetto agli eventi di piena duecentennale del rio Statale, e non costituirà un ostacolo alla propagazione della piena stessa.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei valori delle quote del pelo libero (in m s.l.m.) per la portata avente tempo di ritorno di 200 anni nelle diverse sezioni di deflusso sia nella configurazione attuale che in quella di progetto.

OPERA DI PRESA RIO STATALE – LIVELLI IDRICI DUECENTENNALI				
N° SEZIONE	**NOTE POSIZIONE**	**STATO ATTUALE**	**STATO DI PROGETTO**	**VARIAZIONE LIVELLO IDRICO**
10		582.79	582.79	0
9		572.98	572.98	0
8		564.39	564.39	0
7.9		558.89	558.94	+0.05
7.7	Filo monte traversa	558.9	558.96	+0.06
7.3	Filo valle traversa esistente- filo monte griglia di captazione	558.8	558.85	+0,05
6		558.71	558.71	
5		557.56	557.55	-0.01
4		554.77	554.78	+0,01
3.7	filo monte vasca di carico	553.94	553.96	+0,02
3.5	filo valle vasca di carico	553.45	553.48	+0,03
3.4	filo monte locale valvole	553.46	553.49	+0.03
3.3	filo valle locale valvole	552.78	552.79	+0.01
3.1		552.78	552.77	-0.01
2		551.58	551.58	0
1		539.99	539.99	0

OPERA DI PRESA RIO FOPPO – LIVELLI IDRICI DUECENTENNALI				
N° SEZIONE	**NOTE POSIZIONE**	**STATO ATTUALE**	**STATO DI PROGETTO**	**VARIAZIONE LIVELLO IDRICO**
9		580.57	580.57	0
8		573.38	573.38	0
7		563.83	563.83	0
6.7	Filo monte traversa esistente	564.4	564.43	+0.03
6.3	Filo valle traversa esistente- filo monte griglia di captazione	564.36	564.40	+0,04
5	Filo valle griglia di captazione	564.38	564.37	-0.01
4.1	Vasca dissabbiatrice	564.38	564.37	-0.01
4		564.38	564.38	0
3		563.31	563.31	0
2		554.51	554.51	0
1		550.38	550.38	0

FABBRICATO DI CENTRALE – LIVELLI IDRICI DUECENTENNALI				
N° SEZIONE	**NOTE POSIZIONE**	**STATO ATTUALE**	**STATO DI PROGETTO**	**VARIAZIONE LIVELLO IDRICO**
7		253.67	253.67	0
6		250.67	250.67	0
5		247.67	247.67	0
4		246.75	246.75	0
3.5	Filo monte fabbricato centrale	245.76	245.76	0
3.3	Filo valle fabbricato centrale	245.34	245.34	0
2		242.83	242.83	0
1		240.59	240.59	0

OVADAPROGETTI s.a.s.
Ing. Sergio Colombo
Via Vittorio Veneto 11 - 15076 OVADA (AL) - Tel. (+39) 0143 81293 - Fax (+39) 0143 81293
E-mail: sergio.colombo@ovadaprogetti.it