REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI LA SPEZIA
COMUNE DI BONASSOLA

STUDIO IDRAULICO
rev. 2022-08

OGGETTO: Rinnovo dell'autorizzazione regionale e contestuale variante al piano di coltivazione della cava denominata "Pian della Valle"

COMMITTENTE: QUEIROLO Roberto S.r.l.
Loc. Piè di Gallona
19015 LEVANTO (SP)
C.F. e P.IVA 01335000111

TECNICO: Ing. De Ferrari Daniel
Via De Gasperi 17/4
Moconesi (GE)
CF DFR DNL 74M04 E488 M

Moconesi, agosto 2022



DE FERRARI ING. DANIEL
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova al numero 7766A

STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFR DNL 74M04 E488 M

CONTATTI
Tel. +39.328.096.95.22
Fax +39.0185.183.50.10
e-mail info@ingegneriambiente.com
web www.ingegneriambiente.com

PAGINA INTENZIONALMENTE BIANCA

Sommario

1 INCARICO..... 3

2 PREMESSE..... 3

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE..... 4

4 SCHEMA IDROGRAFICO..... 4

5 DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE..... 7

6 PORTATE DI PIENA..... 8

6.1 Tratti R1, R2, R3..... 8

6.1.1 Rio Senza Nome 1 - Tratto R1..... 9

6.1.2 Rio Senza Nome 2 - Tratto R2..... 9

6.1.3 Rio Senza Nome 2 - Tratto R3..... 9

6.2 Tratti R4, R5..... 9

6.2.1 Rio Senza Nome 2 - Tratto R4..... 10

6.2.2 Fosso della Moggia - Tratto R5..... 10

7 METODI DI CALCOLO..... 10

7.1 *Verifiche in moto permanente*..... 10

7.2 *Verifiche in moto uniforme*..... 12

8 DESCRIZIONE DEI TRATTI DEI RII..... 13

8.1 Rio Senza nome 1 – Tratto R1..... 13

8.2 Rio Senza nome 2 – Tratto R2..... 14

8.3 Rio Senza nome 2 – Tratto R3..... 15

8.4 Rio Senza nome 2 e Fosso della Moggia – Tratti R4 ed R5..... 15

9 SCELTA DEI PARAMETRI DI CALCOLO E DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO.....16

10 CONDIZIONI DI DEFLUSSO – PROGETTO..... 17

10.1 Rio Senza Nome 1 - Tratto R1..... *17*



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

10.2 Rio Senza Nome 2 - Tratto R2 17
10.3 Rio Senza Nome 2 - Tratto R3 17
10.4 Rio Senza Nome 2 - Tratto R4 18
10.5 Fosso della Moggia - Tratto R5 19
10.6 Fosso della Moggia - Tratto tombinato 19
11 CONTROLLO E MANUTENZIONE DELLE OPERE IDRAULICHE 20
12 AZIONI IN CASO DI EVENTO ACCIDENTALE DI SVERSAMENTO 21
12.1 Gestione delle vasche di decantazione 21
12.2 Prevenzione dell'inquinamento durante la coltivazione della cava 22
12.3 Realizzazione nuova vasca di decantazione 23
13 CONCLUSIONI 23
14 ALLEGATI 23



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

1 Incarico

Il sottoscritto ing. De Ferrari Daniel, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova al n. 7766A, con studio professionale in Moconesi, Via De Gasperi 17/4, incaricato dal Sig. Queirolo Roberto, in qualità di legale rappresentante della società QUEIROLO Roberto S.r.l. Loc. Piè di Gallona 19015 Levanto (SP) C.F. e P.IVA 01335000111 - ha redatto la presente relazione idraulica revisione 2022-02, al fine di ottenere dagli organi preposti quanto in oggetto.

2 Premesse

La presente relazione costituisce revisione degli studi idraulici precedenti e recepisce sia le prescrizioni del decreto del Dirigente n° 2376 del 21 aprile 2021 del Settore Regionale Valutazione impatto ambientale e sviluppo sostenibile, sia le richieste del Servizio Cave ed Attività Estrattive, formalizzate con nota PG/2021/158284 del 29/04/2021 come di seguito riassunte:

- riduzione della pendenza del tratto R1;
- miglioramento dell'angolo della confluenza di R1 / R2 in R3;
- eliminazione del guado sul tratto R3;
- estensione dello studio sul tratto R3 fino all'esistente alveo naturale;
- estensione dello studio idraulico del tratto R5 a valle della strada comunale sottostante la cava di collegamento alla loc. San Giorgio, prevedendo la sostituzione dell'esistente tombinatura con una dimensione verificata dal punto di vista idraulico.

Su richiesta del committente, la presente relazione è stata integrata con il paragrafo "Azioni in caso di evento accidentale di sversamento" estratto dalla relazione "Relazione integrativa decantazione acque e manutenzione opere idrauliche" del gennaio 2021, relativo a:

- le azioni che dovranno essere messe in atto nel caso in cui dovesse verificarsi un evento accidentale di sversamento delle acque nel reticolo idrico superficiale a valle della cava
- la predisposizione di un sistema di controllo volto a verificare l'integrità e la funzionalità dell'intero sistema di canalizzazione e di un piano di manutenzione periodico.

I dati e le informazioni contenute nella presente relazione sono stati forniti dal Committente, che sottoscrivendola, ne attesta la veridicità.



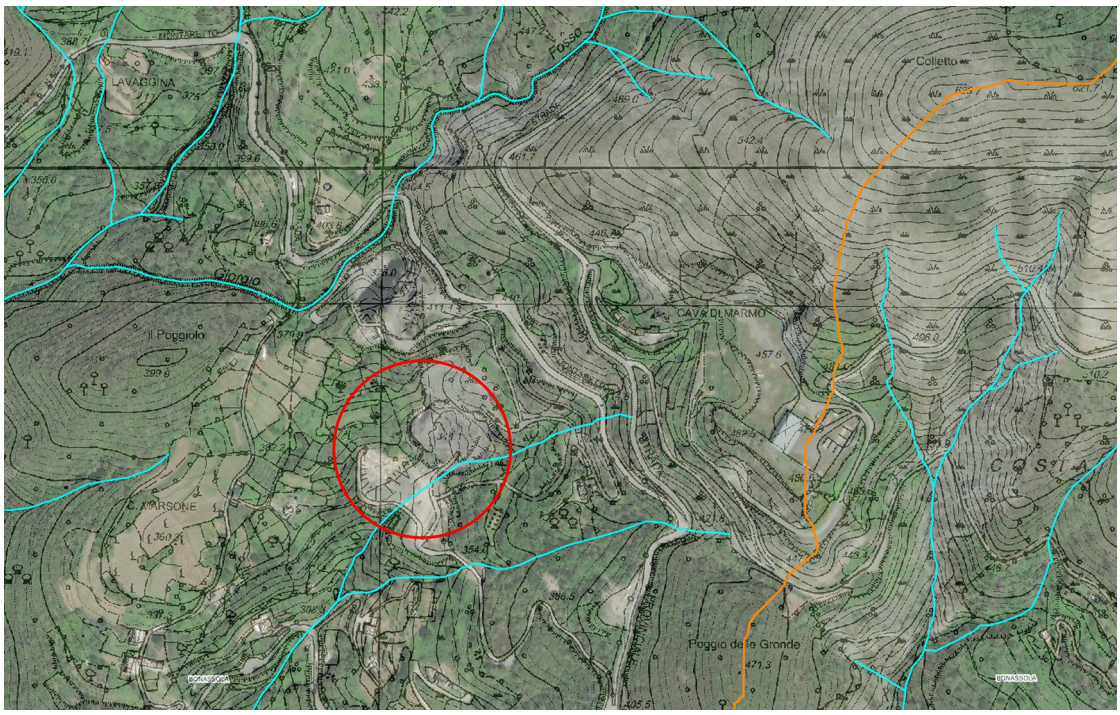
DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

3 Inquadramento territoriale

La cava "PIAN DELLA VALLE" è situata a "mezza costa" sul versante sud del Monte Guaitarola fra le località "S. Giorgio" e "Cava di Marmo", ed è raggiungibile dalla strada provinciale Levanto-Baracca, prendendo il bivio per Framura e quindi, dopo poche centinaia di metri, la prima strada sterrata che si diparte in direzione valle con la quale si raggiunge direttamente il piazzale di servizio della cava.



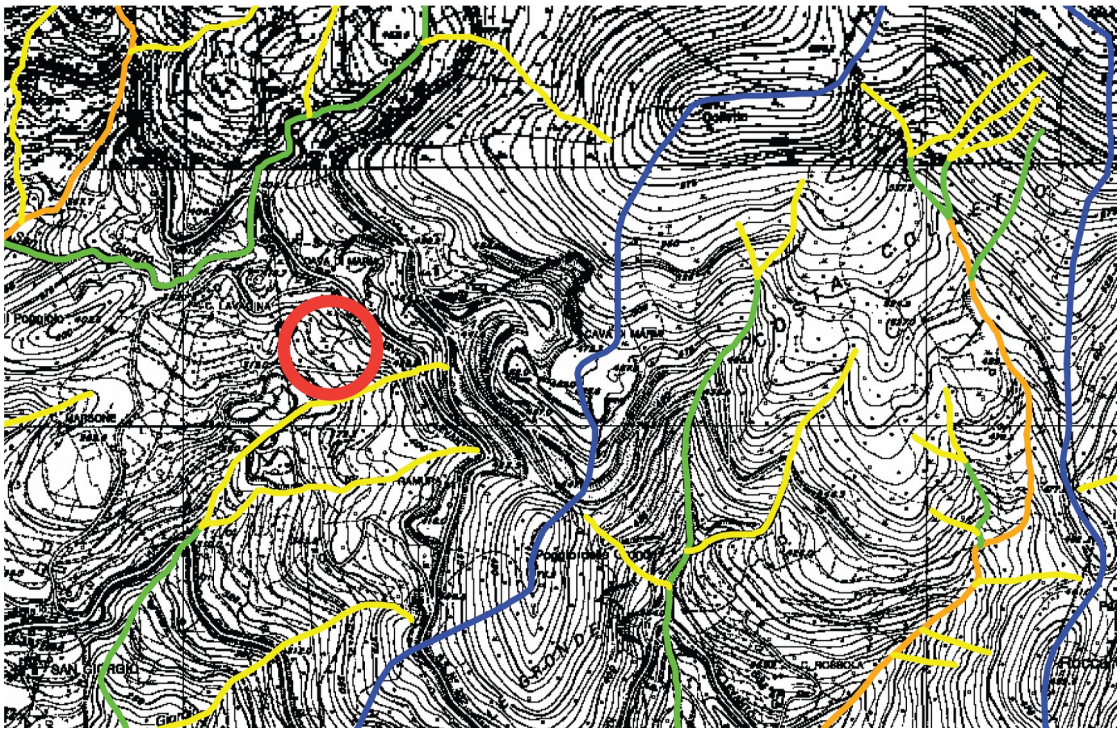
4 Schema idrografico

In estrema sintesi lo schema idrografico dell'area di cava può essere descritto come segue. Al lato ovest della cava scorre un Rio denominato convenzionalmente Senza Nome 1, tributario di un rio denominato convenzionalmente Senza Nome 2, che si

trova al lato est della cava. Il Rio Senza Nome 2 è a sua volta affluente del Fosso della Moggia e quindi del Rio San Giorgio.

Per quanto riguarda la descrizione dell'aspetto idrografico della zona si rimanda alla relazione illustrativa.

Di seguito si riporta stralcio della Tav.6 Carta del reticolo idrografico – Levanto, in scala 1:10.000. Su tale cartografia è evidenziato il Rio Senza Nome 2, classificato secondo metodologia di A. N. Strahler come asta fluviale di ordine 1. Il Fosso della Moggia, a valle della confluenza, è classificato secondo metodologia di A. N. Strahler come asta fluviale di ordine 2. Il Rio Senza Nome 1 non è rappresentato.



Ai fini della realizzazione del modello di calcolo sono stati quindi individuati 3 rami:

– R1, coincidente con il Rio Senza Nome 1 (dalla sezione 106 alla sezione 101);

	Limite bacino idrografico
	Limite sottobacino idrografico
	Asta fluviale di ordine 1
	Asta fluviale di ordine 2
	Asta fluviale di ordine 3
	Asta fluviale di ordine 4
	Localizzazione Intervento

– R2, come porzione del Rio Senza Nome 2 a monte della confluenza (dalla sezione 295 alla sezione 310);



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

- R3, come porzione del Rio Senza Nome 2 a valle della confluenza (dalla sezione 323 alla sezione 322);
- R4, come porzione del Rio Senza Nome 2 a valle del piazzale di cava, fino alla confluenza che origina il Fosso della Moggia (dalla sezione 321 alla sezione 309);
- R5, come porzione del Fosso della Moggia fino a valle della strada Comunale (dalla sezione 308 alla sezione 301).

Il seguente schema rappresenta quanto appena descritto.

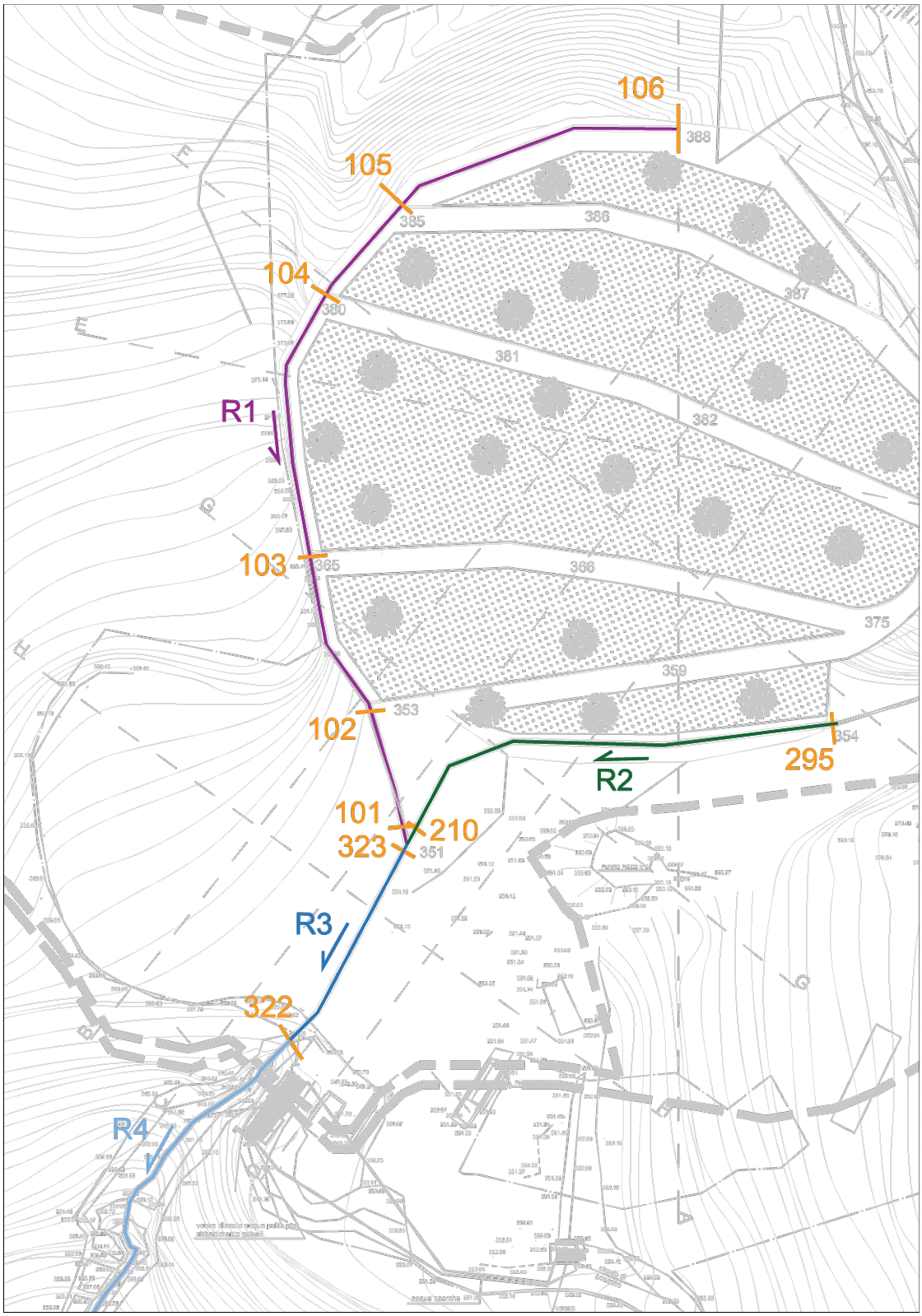


DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente



5 Descrizione delle opere da realizzare

S'intende realizzare una triplice canalizzazione, in corrispondenza dei rami R1, R2 ed R3, al fine di regimare le acque e garantirne il deflusso per la portata ducentennale. È stato eliminato il previsto guado sul tratto R3, precedentemente previsto a progetto.

I previsti canali saranno realizzati in cemento rivestito con pietra. Tale soluzione rappresenta, a nostro avviso, il miglior compromesso tra efficacia dell'opera, durata



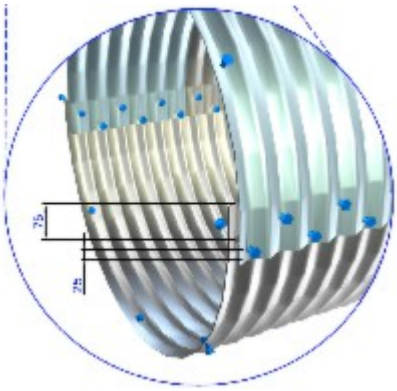
DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

e manutenzione dell'opera, impatto ambientale e costo dell'opera.

Al termine del tratto R5 è prevista la sostituzione dell'esistente tombinatura nella strada comunale sottostante la cava di collegamento alla loc. San Giorgio con una avente le seguenti caratteristiche:



Sezione	circolare
Diametro	260 cm
Lunghezza:	10 m
Pendenza	2%

Per una dettagliata descrizione delle opere a progetto si rimanda agli elaborati grafici ed alla relazione illustrativa.

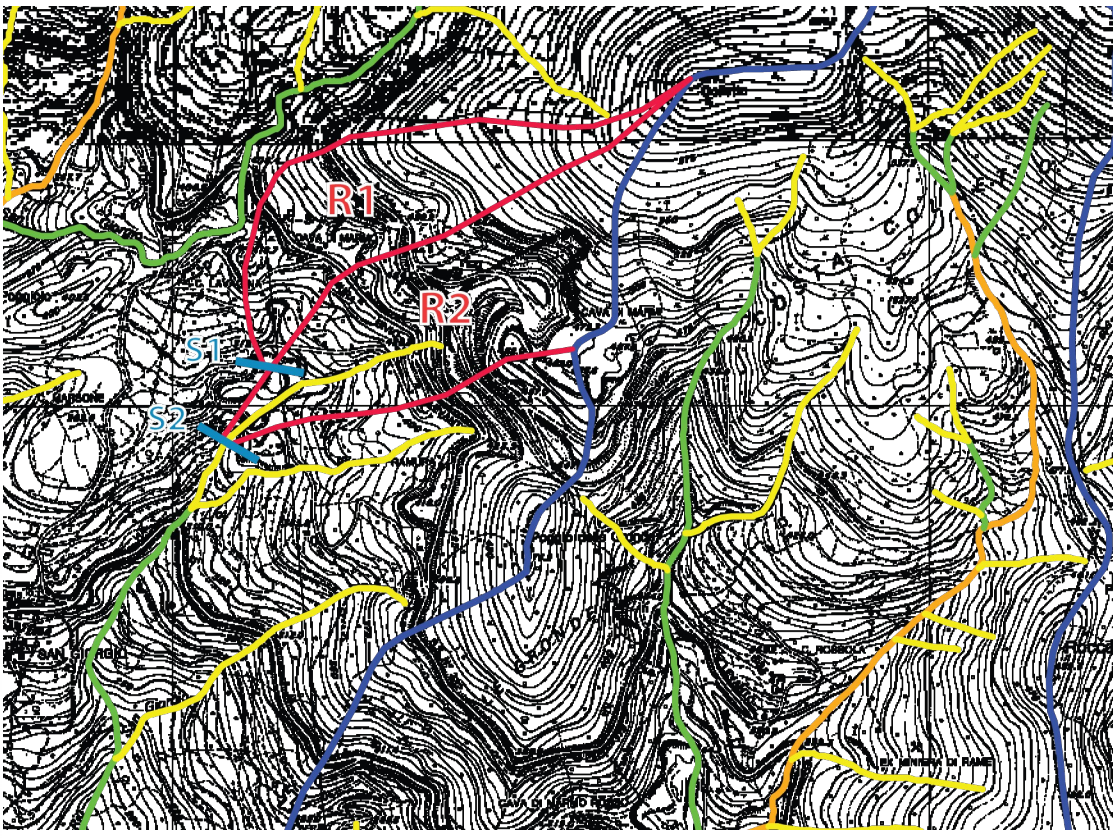
I calcoli idraulici riportati nelle pagine seguenti dimostrano che le opere da realizzare consentono il deflusso della portata di massima piena duecentennale dei rii indagati, in corrispondenza delle zone interessate dall'intervento.



6 Portate di piena

6.1 Tratti R1, R2, R3

Seguendo le indicazioni contenute all'allegato 2 della Normativa del Piano di Bacino Ambito 18 – Ghiararo, trattandosi di bacini con superficie inferiore a 2 Km^2, le portate di piena duecentennale di progetto sono state determinate adottando un contributo unitario per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso pari a 40 m^3/s.



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

6.1.1 Rio Senza Nome 1 - Tratto R1

Si è fatto riferimento alla portata di piena calcolata alla sezione idraulica di riferimento S1, individuata nella tavola cartografica precedente in azzurro, per il bacino R1.

Tale sezione individua un'area di bacino di circa 0,068 Km^2, cui corrisponde una portata di piena duecentennale pari a circa 2,7 m^3/s.

6.1.2 Rio Senza Nome 2 - Tratto R2

Si è fatto riferimento alla portata di piena calcolata alla sezione idraulica di riferimento S2, individuata nella tavola cartografica precedente in azzurro, per il bacino R2.

Tale sezione individua un'area di bacino di circa 0,097 Km^2, cui corrisponde una portata di piena duecentennale pari a circa 3,9 m^3/s.

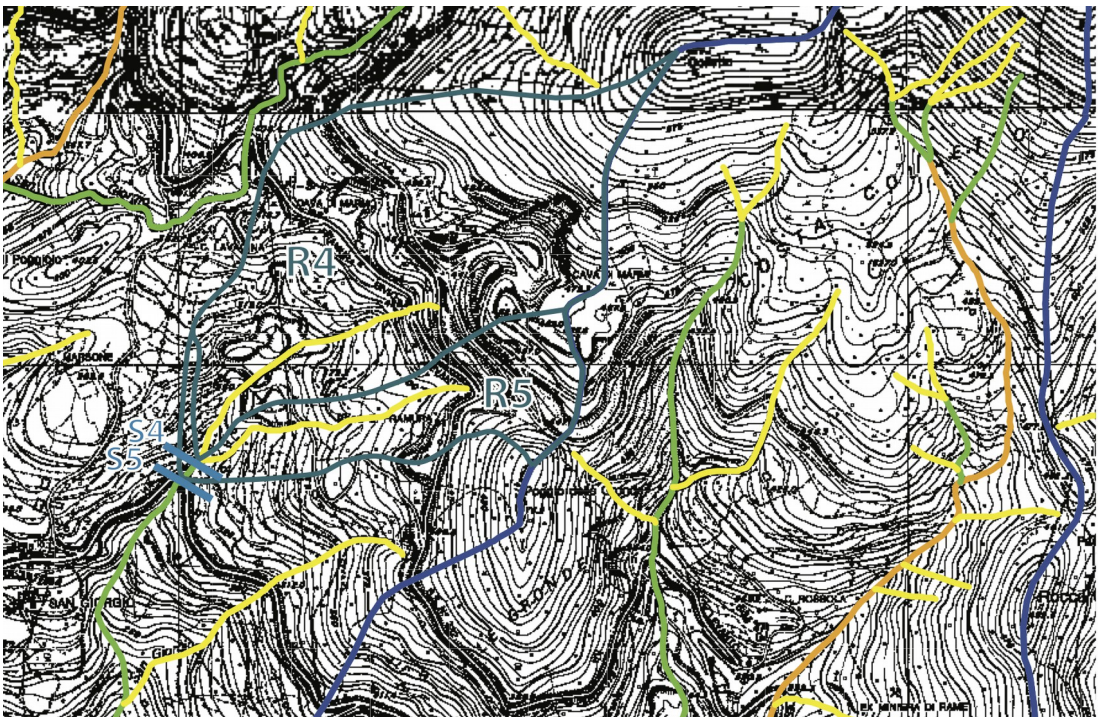
6.1.3 Rio Senza Nome 2 - Tratto R3

Si è fatto riferimento alla portata di piena calcolata alla sezione idraulica di riferimento S2, individuata nella tavola cartografica precedente in azzurro, per la somma dei bacini R1 ed R2.

Tale sezione individua un'area di bacino di circa 0,165 Km^2, cui corrisponde una portata di piena duecentennale pari a circa 6,6 m^3/s.

6.2 Tratti R4, R5

Seguendo le indicazioni contenute all'allegato 2 della Normativa del Piano di Bacino Ambito 18 – Ghiararo, trattandosi di bacini con superficie inferiore a 2 Km^2, le portate di piena duecentennale di progetto sono state determinate adottando un contributo unitario per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso pari a 40 m^3/s.





DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

6.2.1 Rio Senza Nome 2 - Tratto R4

Si è fatto riferimento alla portata di piena calcolata alla sezione idraulica di riferimento S4, individuata nella tavola cartografica precedente in verde smeraldo.

Tale sezione individua un'area di bacino di circa 0,187 Km^2, cui corrisponde una portata di piena duecentennale pari a circa 7,48 m^3/s.

6.2.2 Fosso della Moggia - Tratto R5

Si è fatto riferimento alla portata di piena calcolata alla sezione idraulica di riferimento S5, individuata nella tavola cartografica precedente in verde smeraldo.

Tale sezione individua un'area di bacino di circa 0,252 Km^2, cui corrisponde una portata di piena duecentennale pari a circa 10,08 m^3/s.



7 Metodi di calcolo

7.1 Verifiche in moto permanente

Sono state eseguite verifiche idrauliche di tipo globale mediante l'ausilio del software HEC-RAS (Haestad Methods Inc - Waterbury USA) per il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali che consente anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali, ecc.

La determinazione del profilo teorico è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard step method* che si basa sulla semplice equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove $H_1 \left[m\right]$ ed $H_2 \left[m\right]$ sono i carichi totali della corrente nelle sezioni a monte e a valle del tronco d'alveo considerato, $h_f \left[m\right]$ sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde mentre $h_e \left[m\right]$ è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare $h_f \left[m\right]$ dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \cdot L$$

con j_f pendenza motrice nel tratto di lunghezza $L \left[m\right]$.

Il calcolo di j_f è effettuabile con diverse formulazioni in funzione della pendenza motrice J in corrispondenza delle sezioni di inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la:

$$J = \left[\frac{Q}{K}\right]^2$$

dove $Q \left[m^3/s\right]$ è la portata di calcolo e K (denominato conveyance) è ricavabile

DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

attraverso la seguente espressione:

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

dove $A \left[m^2\right]$ è l'area della sezione liquida, $R \left[m\right]$ il raggio idraulico, e $n \left[m^{-1/3}\ s\right]$ è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

Il valore del coefficiente n è determinato secondo la procedura sviluppata da Cowan (Chow, 1973) selezionando le caratteristiche più rilevanti ai fini della quantificazione dell'indice di resistenza.

In particolare, vista la natura e le caratteristiche del corso d'acqua in studio, si sono considerati come parametri preminenti il materiale del fondo alveo e delle sponde, l'irregolarità del fondo alveo e le variazioni della forma e delle dimensioni delle sezioni.

Il termine h_e dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2, dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} - \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, $V_1 \left[m/s\right]$ $V_2 \left[m/s\right]$ sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro n di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel* e due zone laterali golenali (denominate *right* and *left overbanks*).

Per ciascuna di tali zone, e per l'intera sezione di deflusso, il programma calcola il valore delle grandezze idrauliche (portata, velocità, numero di Froude, tensioni tangenziali ecc.) che caratterizzano il moto; esso consente pertanto di individuare la quota parte di portata che defluisce all'interno dell'alveo inciso e quella che compete invece alle aree golenali.

Il programma simula inoltre il deflusso attraverso ponti e tombinature (*culvert*) mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile setti, ecc.). La procedura di calcolo utilizzata simula il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalcamento dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

Per il deflusso a pelo libero, il modello utilizza il metodo dei momenti (*momentum balance*) che consiste nell'uguagliare i momenti fra la sezione di monte e di valle del manufatto attraverso tre passi successivi:

1) tra sezione esterna di valle (sezione 2) e sezione interna di valle (sezione D):



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

$$(my)_D + (mq)_D = (my)_2 - (mq)_P + (mq)_2 + F_f - W_x$$

2) tra sezione interna di valle (sezione D) e sezione interna di monte (sezione U):

$$(my)_U + (mq)_U = (my)_D + (mq)_D + F_f - W_x$$

3) tra sezione interna di monte (sezione U) e sezione esterna di monte (sezione 1):

$$(my)_1 + (mq)_1 = (my)_U + (mq)_U + (my)_P + \frac{1}{2} C_D \left(\frac{AP_1}{A_1} \right) (mq)_1 + F_f - W_x$$

avendo indicato con: $my = AY =$ prodotto dell'area per la distanza verticale tra il pelo libero e il centro di gravità delle sezioni di deflusso;

$$mq = \frac{Q^2}{gA}$$

C_D = coefficiente di ''drag'' variabile in funzione della torma delle pile;

F_f = Forza dovuta all'attrito sul fondo e sulle pareti;

W_x = forza peso nella direzione del flusso;

P = pedice di riferimento della sola sezione bagnata delle pile.

Il funzionamento in pressione è simulato mediante la formulazione propria dell'efflusso da luce:

$$Q = C \cdot A \sqrt{2gH}$$

dove

$Q = \left| m^3/s \right|$ è la portata defluita attraverso la luce di area $A \left| m^2 \right|$, $H \left| m \right|$, è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e C è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

Il programma prevede la messa in pressione della struttura quando, secondo la scelta dell'utente, il carico totale o la quota del pelo libero risultano superiori alla quota dell'intradosso dell'impalcato.

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard

$$Q = C \cdot L \cdot H^{3/2}$$

dove

$Q = \left| m^3/s \right|$ è la portata defluita sulla soglia di larghezza $L \left| m \right|$ e $H \left| m \right|$ è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e C è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

Nel caso di funzionamento combinato di moto in pressione con scavalcamento del ponte (stramazzo) l'entità delle portate stramazzanti e defluenti al di sotto dell'impalcato viene determinata attraverso una procedura iterativa combinando le equazioni che regolano i due fenomeni.

7.2 Verifiche in moto uniforme

È stata utilizzata la schematizzazione relativa al moto uniforme per la verifica della tombinatura. I valori idraulici sono stati calcolati utilizzando la formula di Gauckler-



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

Strickler, che permette di ricavare la velocità dell'acqua (v), a partire dai seguenti dati: area della vena d'acqua, contorno bagnato, coefficiente di scabrosità (k_s), pendenza (i) e passando per il calcolo del raggio idraulico (R_H).

$$R_H = \frac{Area\ della\ vena\ d'acqua}{Contorno\ bagnato}$$

$$v = K_s\ R_H^{2/3}\ i^{1/2}$$

8 Descrizione dei tratti dei Rii

Trattasi di un'area fortemente antropizzata a seguito delle attività estrattive che si sono succedute nel tempo. I dati geometrici sulle pendenze e sulle sezioni di deflusso esistenti, ai fini delle elaborazioni effettuate, sono stati desunti dalle tavole progettuali e dai rilievi eseguiti dal Geom. Antonio Frasca il 22 dicembre 2020, il 7 gennaio 2021 e il 21 marzo 2022.

8.1 Rio Senza nome 1 – Tratto R1

A causa del modestissimo apporto del Rio Senza Nome 1 è assai difficoltoso individuare un vero proprio alveo. Nella parte alta il Rio scorre all'interno di una profonda incisione, per poi gettarsi sul limite ovest dell'area coltivata.

Per il tratto R1 lo studio è stato impostato direttamente dalla nuova canalizzazione.

Ai fini del calcolo, essendo il tratto oggetto di studio canalizzato in cemento con finitura in massi e pietrame, è stato assunto un valore del coefficiente n di Manning pari a 0,033, corrispondente alla situazione di "Corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo", in accordo con le disposizioni contenute nel paragrafo 2 dell'allegato 3 delle Norme di Attuazione.



1. Illustrazione: Tratto R1

Il canale R1 avrà una lunghezza di circa 180 metri e supererà un dislivello di circa 37 metri con una pendenza media indicativamente del 20%. La sezione, di forma



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

trapezia avrà una larghezza di fondo pari a 1,5 metri ed un'altezza delle sponde di 1 metro. Nel tratto in esame sono state individuate 6 sezioni (106, 105, 104, 103, 102 e 101). Mediante l'apposita opzione del software HEC-RAS è stata eseguita l'interpolazione delle sezioni disegnate, in modo da ottenere un numero sufficiente di sezioni distanti non più di un metro.

8.2 Rio Senza nome 2 – Tratto R2

Il Rio Senza nome 2 – Tratto R2 è in parte incassato nel substrato roccioso ed in parte scorre nei depositi di detriti. La larghezza al fondo è di circa 1,5 metri e l'altezza delle sponde è di circa 1,2 metri.

Per il tratto R2 lo studio è stato impostato direttamente dalla nuova canalizzazione: è stato assunto un valore del coefficiente n di Manning pari a 0,033, come precedentemente illustrato. Il canale R2 avrà una lunghezza di circa 86 metri e supererà un dislivello di circa 3 metri: pertanto la pendenza media sarà circa 3,5%. La sezione, di forma trapezia avrà una larghezza di fondo pari a 1,5 metri ed un'altezza delle sponde di 1,2 metri. Nel canale sono state individuate 2 sezioni (295 e 210). Mediante l'apposita opzione del software HEC-RAS è stata eseguita l'interpolazione delle sezioni disegnate, in modo da ottenere un numero sufficiente di sezioni distanti non più di un metro.



2. Illustrazione: Tratto R2

DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

8.3 Rio Senza nome 2 – Tratto R3

Il Tratto R3 sarà il risultato della confluenza dei rami R1 ed R2 precedentemente descritti. Anche il Tratto R3 sarà canalizzato: ai fini del calcolo, è stato assunto un valore del coefficiente n di Manning pari a 0,033, come precedentemente illustrato.

Il canale R3 avrà una lunghezza di circa 43 metri e supererà un dislivello di circa 2 metri: pertanto la pendenza media sarà di circa 4,5%. La sezione, di forma trapezia avrà una larghezza di fondo pari a 3 metri ed un'altezza delle sponde di 1,2 metri.

Nel tratto in esame sono state individuate 2 sezioni (323 e 322). Mediante l'apposita opzione del software HEC-RAS è stata eseguita l'interpolazione delle sezioni disegnate, in modo da ottenere un numero sufficiente di sezioni distanti non più di un metro.

8.4 Rio Senza nome 2 e Fosso della Moggia – Tratti R4 ed R5

Trattasi di un'area incolta a valle della cava. I dati geometrici sulle pendenze e sulle sezioni di deflusso esistenti, ai fini delle elaborazioni effettuate, sono stati desunti dalla tavola di rilievo eseguito dal Geom. Antonio Frasca il 22 dicembre 2020 ed integrato in data 7 gennaio 2021 e 21 marzo 2022.

Il Tratto R4 è la prosecuzione del tratto R3 già oggetto di studio, mentre il tratto R5 è la prosecuzione del medesimo tratto ma a valle di una confluenza che origina il Fosso della Moggia.

Ai fini del calcolo, trattandosi di un tratto che non sarà interessato da alcun intervento, è stato assunto un valore del coefficiente n di Manning pari a 0,033, corrispondente alla situazione di "tratti montani di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo", in accordo con le disposizioni contenute nel paragrafo 4 dell'allegato 3 delle Norme di Attuazione, che si riporta in stralcio di seguito:



3. Illustrazione: Imbocco tombinatura

Descrizione corso d'acqua	**Coefficiente 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



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

Relativamente alla **tombinatura**, è stato assunto un valore del coefficiente di Gauckler-Strickler Ks di 50 $m^{1/3}s^{-1}$, corrispondente a "Condotta metallica".

Il tratto R4 ha una lunghezza di circa 114 metri e supera un dislivello di circa 30 metri, con una pendenza media del 26%.

Nel tratto in esame sono state individuate 15 (308-322) sezioni.

Il tratto R5 ha una lunghezza di circa 56 metri e supera un dislivello di circa 12 metri.

Nel tratto in esame sono state individuate 7 (301-307) sezioni, con una pendenza media del 21%.

L'attraversamento in condotta della strada ha una lunghezza a progetto di 10 m ed una pendenza del 2%.

Mediante l'apposita opzione del software HEC-RAS è stata eseguita l'interpolazione delle sezioni disegnate, in modo da ottenere un numero sufficiente di sezioni distanti non più di un metro.



9 Scelta dei parametri di calcolo e delle condizioni al contorno

Dato il carattere prevalentemente torrentizio del corso, la verifica con HEC-RAS è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle, con il valore di portata duecentennale.

Come condizione al contorno a valle (sez. 301) è stata scelta la "Critical Depth": si assume in altre parole che l'altezza d'acqua alle sezioni estreme di calcolo sia uguale alla profondità critica che il programma calcola per ciascuno dei profili.

Come condizione al contorno a monte (sez. 295 e 106) è stata scelta la "*Normal Depth*": si assume in altre parole che l'altezza d'acqua alle sezioni estreme di calcolo sia uguale alla profondità uniforme che il programma calcola per ciascuno dei profili. La condizione al contorno di monte dei canali è stata fissata con pendenza 0,05% (pari alla pendenza a monte dei canale R1 e R2.

Per il calcolo della confluenza R1 ed R2, HEC RAS da la possibilità di utilizzare sia la conservazione dell'energia, sia la conservazione del momento. La conservazione dell'energia non prende in considerazione gli angoli formati dai rami degli affluenti con il flusso principale, mentre il bilancio del momento tiene conto anche di questa variabile. Nella maggior parte dei casi, la quantità di energia dissipata a causa della modifica del percorso non è significativa, e pertanto è sufficiente utilizzare l'equazione dell'energia. Nel caso in esame, considerate le caratteristiche dei corsi d'acqua e visti gli angoli in gioco, è stata utilizzata l'equazione dell'energia.

Relativamente alla confluenza tra i tratti R4 ed R5, siccome si tratta di piccoli corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo non

DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

si è effettuata la modellazione della confluenza con il software HEC RAS, ma è stato solamente inserito un cambio di portata tra le sezioni 307 e 308.

10 Condizioni di deflusso – progetto

Ai fini di valutare il grado di affidabilità – dal punto di vista idraulico – delle opere a progetto, è stata effettuata la verifica in moto permanente dei canali R1, R2, R3, in presenza di confluenza tra il Rio Senza Nome 1 ed il Rio Senza Nome 2, e dei tratti R4 ed R5 (e relativa tombinatura), nelle condizioni di piena duecentennale

Si riportano di seguito i principali risultati ottenuti.

10.1 Rio Senza Nome 1 - Tratto R1

SEZ	Portata	Quota Canale Min	Quota Pelo Libero	Quota Sponda	Franco	Vel	Area	N° Fr.
	[mc/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[mq]	
106	2,70	387,00	387,48	388,00	0,52	3,21	0,84	1,57
105	2,70	384,00	384,48	385,00	0,52	3,26	0,83	1,61
104	2,70	379,00	379,30	380,00	0,7	5,48	0,49	3,35
103	2,70	364,00	364,28	365,00	0,72	5,94	0,45	3,75
102	2,70	352,00	352,25	353,00	0,75	6,55	0,41	4,31
101	2,70	350,00	350,42	351,00	0,58	3,76	0,72	1,97

Il manufatto è in grado di smaltire la portata duecentennale prevista (2,70 mc/s), con un franco maggiore di 50 cm.

La corrente è veloce, in quanto il numero di Froude è superiore a 1.

10.2 Rio Senza Nome 2 - Tratto R2

SEZ.	Portata	Quota Canale Min	Quota Pelo Libero	Quota Sponda	Franco	Vel	Area	N° Fr.
	[mc/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[mq]	
295	3,90	353,00	353,62	354,20	0,58	3,58	1,09	1,55
210	3,90	350,00	350,68	351,20	0,52	3,20	1,22	1,33

Il manufatto è in grado di smaltire la portata duecentennale prevista (3,90 mc/s), con un franco maggiore di 50 cm.

La corrente è veloce, in quanto il numero di Froude è superiore a 1.

10.3 Rio Senza Nome 2 - Tratto R3

Sez	Portata	Quota	Quota	Quota	Franco	Vel	Area	N°



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

		Canale Min	Pelo Libero	Sponda				Fr.
	[mc/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[mq]	
323	6,60	350,00	350,53	351,20	0,67	3,56	1,85	1,68
322	7,48	348,30	349,00	349,50	0,5	2,91	2,57	1,22

Il manufatto è in grado di smaltire la portata duecentennale prevista (6,60 / 7,48 mc/s), con un franco di almeno 50 cm.

La corrente è veloce, in quanto il numero di Froude è superiore a 1.

10.4 Rio Senza Nome 2 - Tratto R4

SEZ	Portata	Quota Canale Min	Quota Pelo Libero	Quota H Crit.	Vel	Area	N° Fr.
	[mc/s]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[mq]	
321	7,48	346,39	347,18	347,59	5,70	1,31	2,86
320	7,48	344,20	344,68	345,14	7,10	1,05	4,17
319	7,48	343,14	343,70	344,15	6,06	1,23	3,06
318	7,48	341,08	341,36	341,69	6,46	1,16	4,78
317	7,48	336,62	336,93	337,22	6,59	1,14	5,52
316	7,48	333,05	333,45	333,88	7,33	1,02	4,64
315	7,48	329,58	330,00	330,54	7,71	0,97	4,24
314	7,48	327,60	328,88	329,21	5,59	1,34	2,58
313	7,48	325,73	326,33	326,68	6,25	1,20	4,39
312	7,48	323,74	324,36	324,80	6,28	1,19	3,38
311	7,48	322,33	323,08	323,51	6,02	1,24	3,13
310	7,48	320,90	321,27	321,68	6,25	1,20	3,60
309	7,48	319,68	320,21	320,55	5,36	1,40	3,18

Il Rio Senza Nome 2 nel tratto R4 è in grado di smaltire la portata duecentennale prevista (7,48 mc/s).

La corrente è veloce, in quanto il numero di Froude è superiore a 1.



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

10.5 Fosso della Moggia - Tratto R5

SEZ	Portata	Quota Canale Min	Quota Pelo Libero	Quota H Crit.	Vel	Area	N° Fr.
	[mc/s]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[mq]	
308	10,08	318,56	319,66	319,95	4,30	2,35	1,62
307	10,08	317,18	318,03	318,57	6,24	1,62	2,62
306	10,08	315,98	316,44	316,80	6,23	1,62	3,97
305	10,08	314,21	314,91	315,30	5,50	1,83	2,80
304	10,08	311,12	311,85	312,43	8,16	1,24	4,32
303	10,08	310,42	310,82	311,22	7,21	1,40	5,10
302	10,08	308,32	308,73	309,25	8,19	1,23	5,01
301,5	10,08	306,90	307,40	308,05	7,70	1,31	3,47
301,3	Tombinatura						
301,1	10,08	306,70	307,74	307,85	3,74	2,70	1,17
301	10,08	306,58	307,44	307,74	4,30	2,34	1,89

Il Fosso della Moggia nel tratto R5 è in grado di smaltire la portata duecentennale prevista (10,08 mc/s).

La corrente è veloce, in quanto il numero di Froude è superiore a 1.

10.6 Fosso della Moggia - Tratto tombinato

Si riportano di seguito i risultati dello studio idraulico in moto uniforme.

MOTO UNIFORME CANALE CIRCOLARE		
Scabrezza Ks	50	$m^{1/3}s^{-1}$
Altezza di moto uniforme	1,22	m
Pendenza	0,02	m/m
Portata	10,08	m^3/s
Velocita	4,13	m/s
Altezza cinetica	0,87	m
Energia specifica	2,09	m
Altezza critica	1,43	m
Pendenza critica	0,012	m/m



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

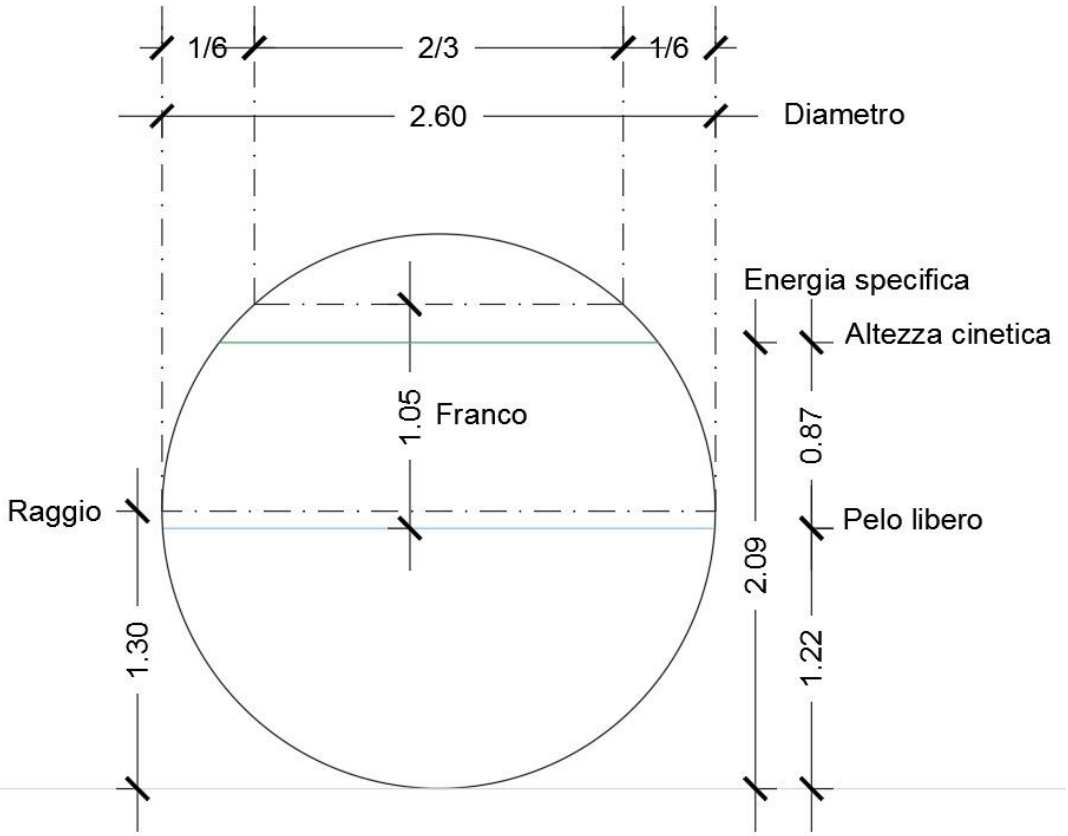
P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

Area bagnata	2,44	m^2
Contorno bagnato	3,92	m
Raggio idraulico	0,623	m
Larghezza In superficie	2,59	m
Numero di froude	1,36	
Grado di riempimento	46,86	%





Come richiesto dalla Regione Liguria con nota Prot-2021-0049983 del 30/11/2021 si è fatto riferimento al cap.5.1.2.3 – Compatibilità Idraulica delle N.T.C. 2018, che prevede che,nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non debba superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m.

11 Controllo e manutenzione delle opere idrauliche

I risultati ottenuti dallo studio idraulico sono influenzati dall'effettivo stato delle opere eseguite. In particolare l'eventuale presenza di vegetazione ed arbusti nonché di materiale trasportato dall'onda di piena potrebbe influenzare significativamente il deflusso, riducendo le sezioni utili.

Si prevedono pertanto le seguenti attività di manutenzione:

DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

Attività	Frequenza
Controllo integrità del sistema di canalizzazione	semestrale e dopo eventi meteorici significativi
Verifica efficacia raccolta e pulizia dei sistemi di regimazione dai materiali depositati (canalette, pozzetti, vasche di calma, ecc)	mensile
Rimozione del materiale depositato nel sistema di canalizzazione e taglio vegetazione ed arbusti limitrofi e nelle zone a monte	annuale (fine estate) e dopo eventi meteorici significativi

Le modalità e le frequenza delle attività sopra descritte andranno opportunamente adeguate in base allo stato effettivo e agli esiti dei controlli precedenti.

12 Azioni in caso di evento accidentale di sversamento

12.1 Gestione delle vasche di decantazione

Come illustrato nella Autorizzazione Unica Ambientale (Determinazione del Funzionario Delegato del Settore tecnico della Provincia della Spezia n. 1087 del 8/6/2016) e confermato dalla Società, le acque piovane ricadenti nell'area di cava denominata "Pian della Valle" sono raccolte nella fossa posta alla base dell'area di coltivazione. Da lì le acque vengono pompate alle vasche di decantazione, insieme a quelle provenienti dall'area destinata allo stoccaggio dei rifiuti da trattare R13 e dalla vasca lavaruote, ivi chiarificate e successivamente avviate alla vasca di acqua chiarificata. Quest'ultima vasca è dotata di una pompa di rilancio all'impianto di abbattimento polveri e per il riutilizzo dell'acqua per le macchine da taglio. Le acque in eccesso fuoriescono dallo stramazzo e sono scaricate per gravità al corpo ricettore nel fosso della Moggia che alimenta il Rio San Giorgio.

Il passaggio delle acque attraverso i settori della vasca di decantazione, alla vasca delle acque chiarificate ed infine allo scarico in corso d'acqua superficiale è per gravità e quindi si possono verificare eventi accidentali di sversamento solo in casi molto improbabili, come ad esempio: riempimento completo delle vasche di sedimentazione con solidi od otturazione dei sistemi di trasferimento (tubazioni, stramazzi). Si ritiene invece di poter ragionevolmente escludere sversamenti dovuti a portate eccessive, in quanto il sistema è regolato dalle pompe nella fossa posta alla base dell'area di coltivazione, che costituisce anche polmone in occasione di eventi meteorici significativi.

In caso di sversamento accidentale delle acque ivi contenute - ricordiamo che si tratta di acque con presenza di solidi sospesi inerti - si provvederà a:

a) chiudere l'alimentazione (spegnimento delle pompe) per fermare la



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

fuoriuscita;

b) valutare la necessità di ripristino dei luoghi;

c) individuare la causa dello sversamento e porvi rimedio.

I macchinari impiegati per il taglio dei blocchi possono altresì utilizzare l'acqua captata dal Rio San Giorgio, per cui la Società ha ottenuto Concessione di Derivazione (Determinazione del Dirigente del Settore viabilità, difesa del suolo, protezione civile n. 321 del 10/04/2013).

12.2 Prevenzione dell'inquinamento durante la coltivazione della cava

L'attività di estrazione è caratterizzata dall'impiego di mezzi meccanici, macchine operatrici e attività manuali di supporto. Se si escludono le azioni dolose, le fonti inquinanti potenziali sono da ricondurre ai seguenti fattori:

a) impiego di mezzi meccanici e macchine operatrici impiegati;

b) operazioni stoccaggio di combustibili e rifornimento dei mezzi;

c) servizi igienico-sanitari di cantiere;

d) rifiuti di cantiere.

Gli eventi che possono dar luogo a contaminazione possono ragionevolmente essere:

a) rottura accidentale di componenti dei mezzi d'opera con sversamento di liquidi inquinanti (olii, combustibili, additivi) a seguito di guasto o incidente;

b) sversamenti accidentali durante rifornimenti, rabbocchi, manutenzioni;

c) incendio

d) acque di ruscellamento provenienti da aree limitrofe potenzialmente inquinate.

Pur evidenziando la priorità delle azioni di prevenzione (svolgimento delle operazioni di rifornimento / manutenzione in aree meno vulnerabili e comunque a distanza dalla rete di regimazione della acque, svolgimento delle attività al coperto oppure in assenza di precipitazioni, impiego di bacini di contenimento ove possibile), in caso dovesse verificarsi un evento accidentale di sversamento si prevede di:

- raccogliere con escavatore il terreno contaminato e gestirlo come rifiuto, in caso di sversamento su terreno permeabile;
- assorbire lo sversamento con idoneo prodotto assorbente e, una volta che la perdita è stata completamente assorbita, gestire il materiale come rifiuto, in caso di sversamento su superficie impermeabile.

La Società Queirolo Roberto Srl è certificata ISO14001 e pertanto è dotata di

a) una procedura "Gestione emergenze" (PR_A_ 008) relativa ai seguenti eventi:
   - spandimento di sostanze pericolose
   - inquinamento delle acque superficiali



DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

Ingegneria@Ambiente

- contaminazione del suolo con idrocarburi
- contaminazione del suolo con reflui fognari
- emissione in atmosfera di gas metano

b) una istruzione "Bonifica idrocarburi" (IS_A_008_001) che prevede le seguenti modalità operative: in caso di sversamenti di gasolio durante le operazioni di rifornimento o di carburante o di oli durante la manutenzione dei mezzi, qualunque operatore sia in grado di intervenire provvede all'immediato arresto della eventuale perdita e a raccogliere l'idrocarburo fuoriuscito. Nel caso di superfici pulibili o parzialmente impermeabili si utilizzerà un materiale assorbente (eco assorber) presente a magazzino. Nel caso il terreno assorba lo sversamento, sarà raccolto tutto il terreno che visivamente risulta contaminato. In entrambi i casi, i materiali risultanti saranno raccolti e gestiti come rifiuti.

12.3 Realizzazione nuova vasca di decantazione

L'impresa committente ha realizzato una nuova vasca di decantazione, in prossimità di quella esistente, al fine di garantire dei tempi di permanenza più lunghi e, di conseguenza, una sedimentazione più efficace.

Tale vasca è stata realizzata in telo impermeabile, in prossimità di quella esistente ed ha un volume di circa 28 mc.

13 Conclusioni

I tratti indagati e la condotto a progetto garantiscono lo smaltimento della portata di massima piena duecentennale.

Si ricorda tuttavia che i risultati ottenuti sono influenzati dall'effettivo stato dell'alveo: si sottolinea pertanto la necessità di effettuare il controllo e manutenzione delle opere idrauliche, previsti nel paragrafo precedente.

14 Allegati

Fanno parte della presente relazione idraulica:

- Profili;
- Sezioni;
- Output tabellare software HEC-RAS;
- Planimetrie con individuazione delle sezioni sulla base del rilievo del Geom. Frasca.

Quanto sopra ad evasione dell'incarico ricevuto.

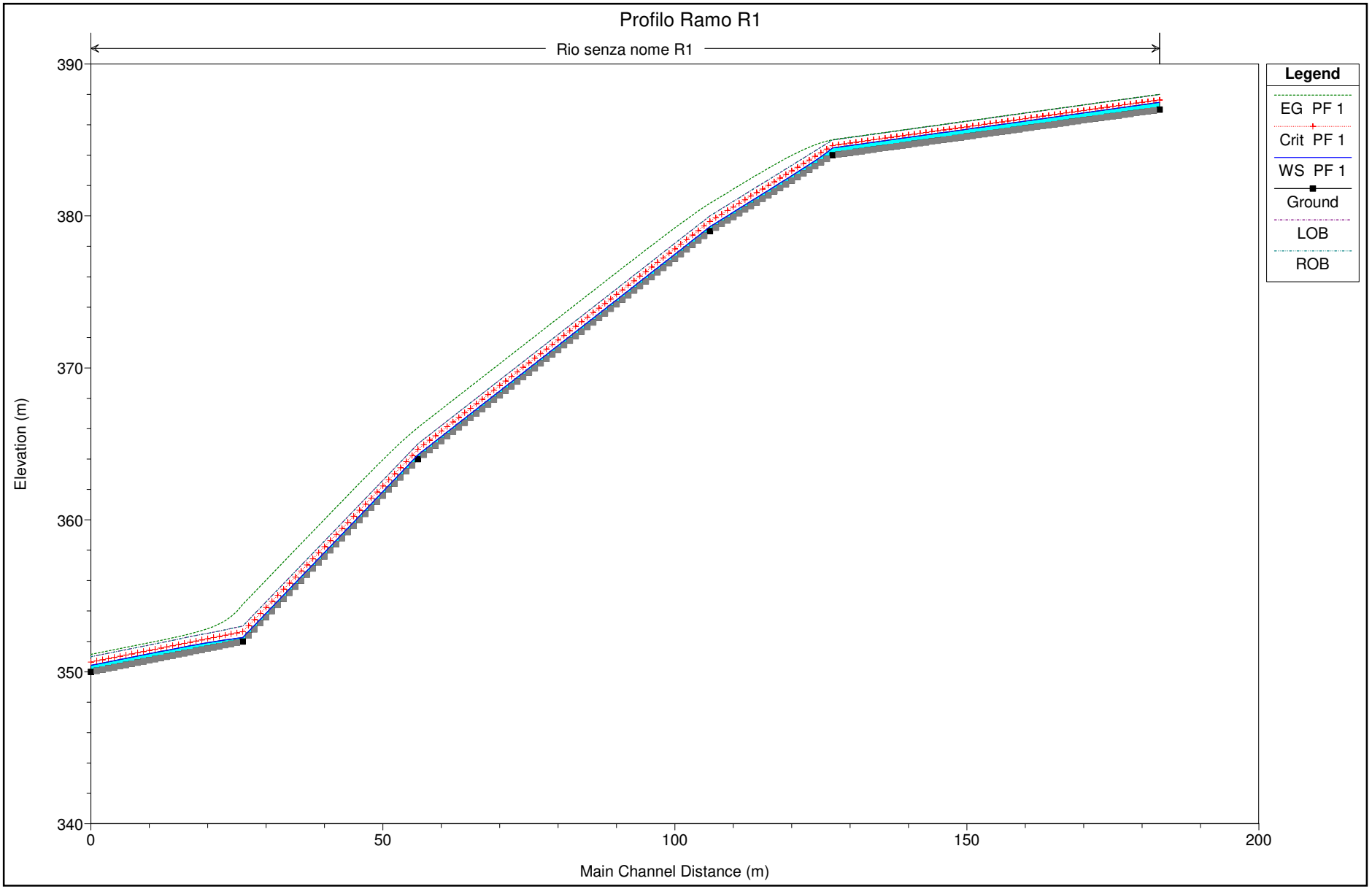


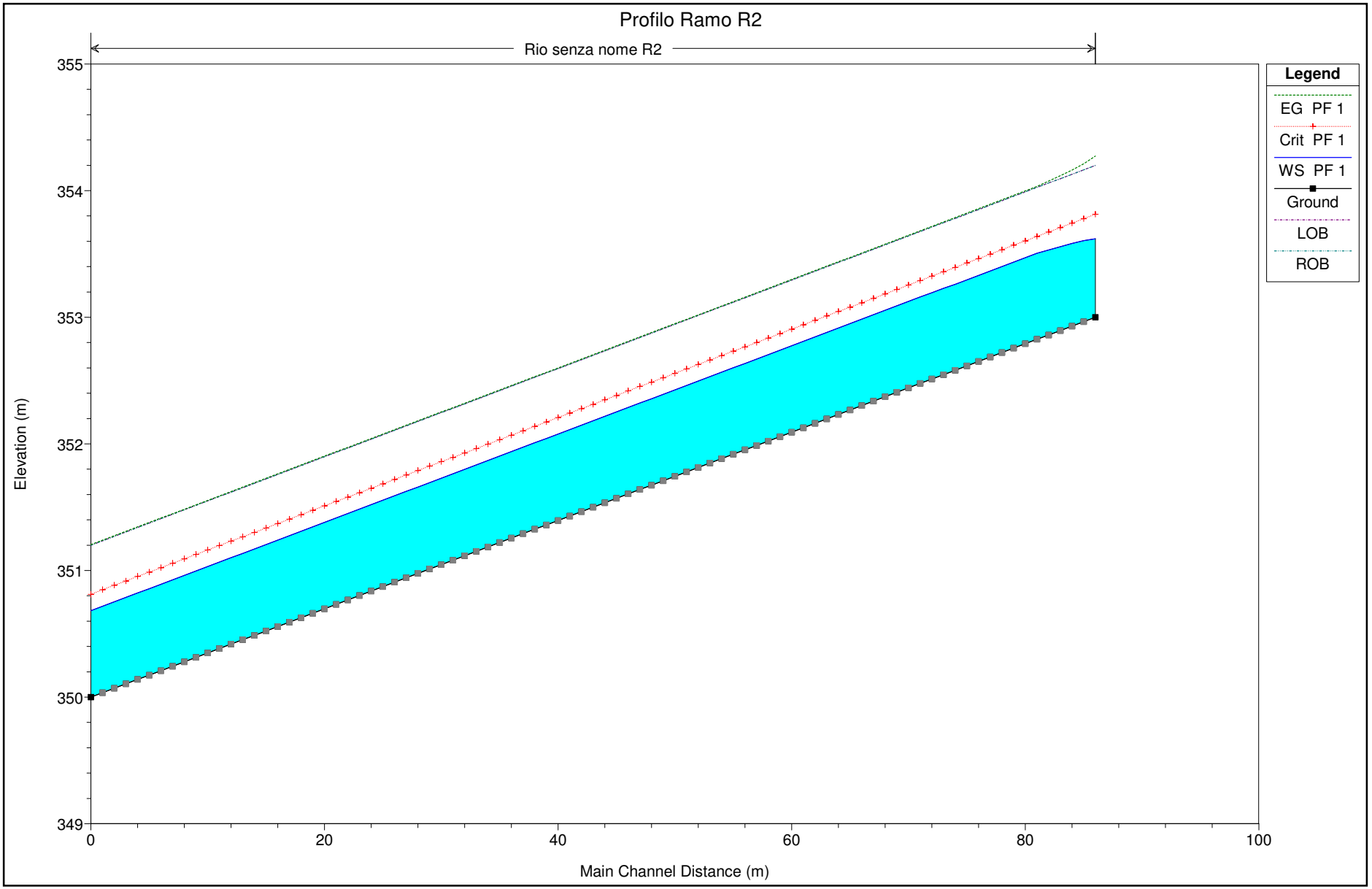
DE FERRARI ING. DANIEL
STUDIO DI INGEGNERIA
16047 MOCONESI GE
VIA DE GASPERI 17/4

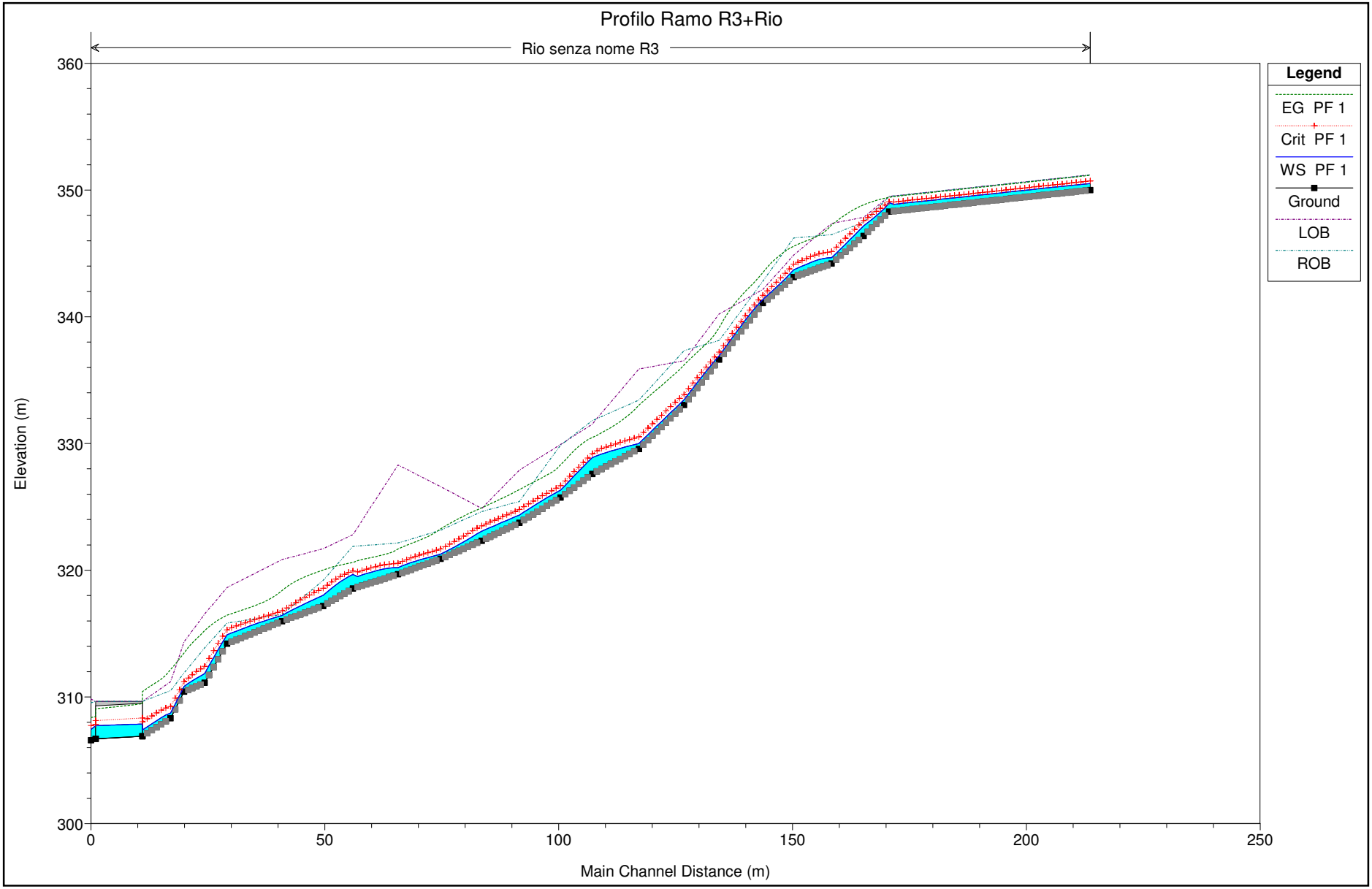
P. IVA 01208820991
C.F. DFRDNL74M04E488M

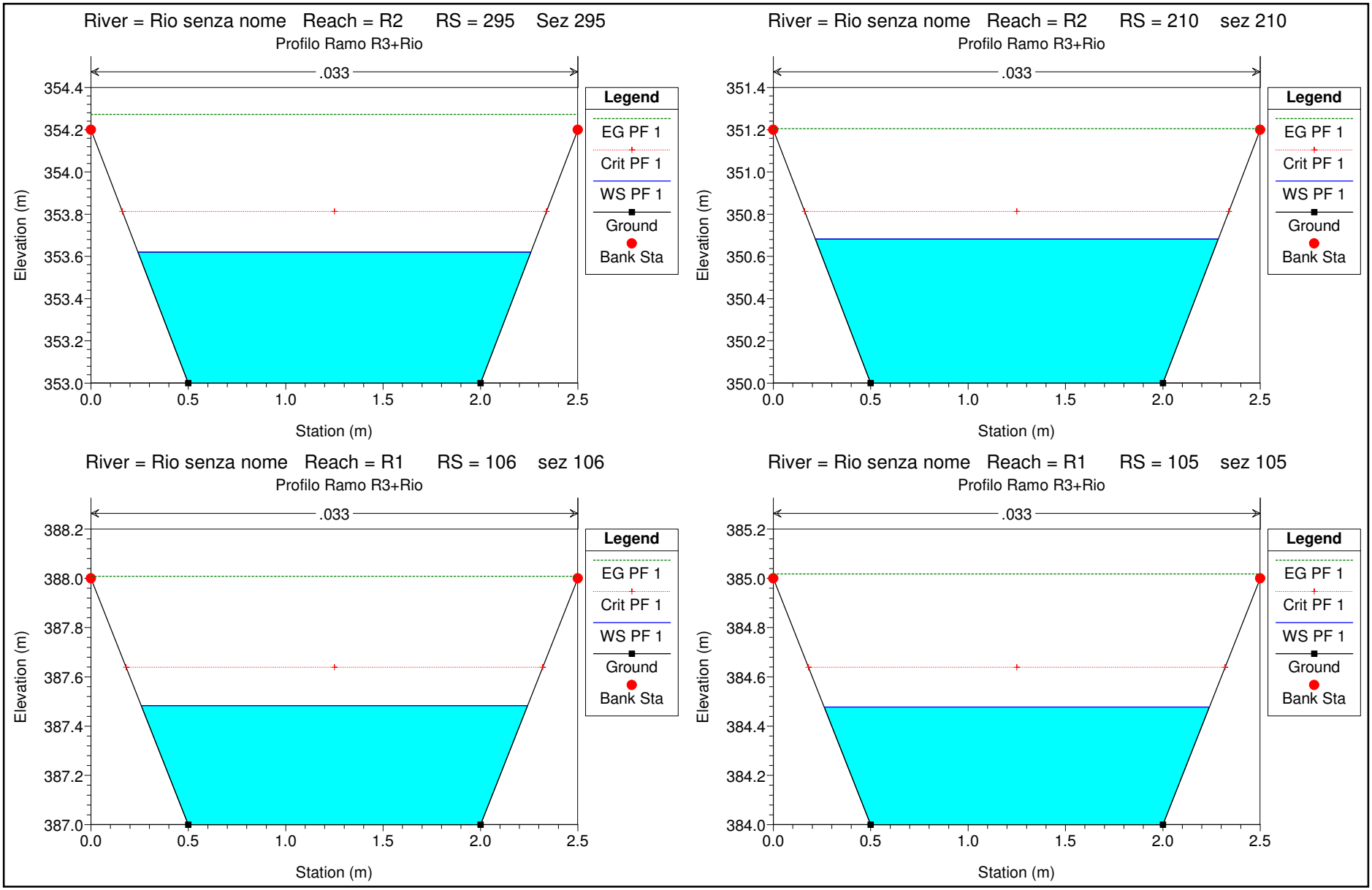
CONTATTI
+39.328.096.95.22
info@ingegneriambiente.com

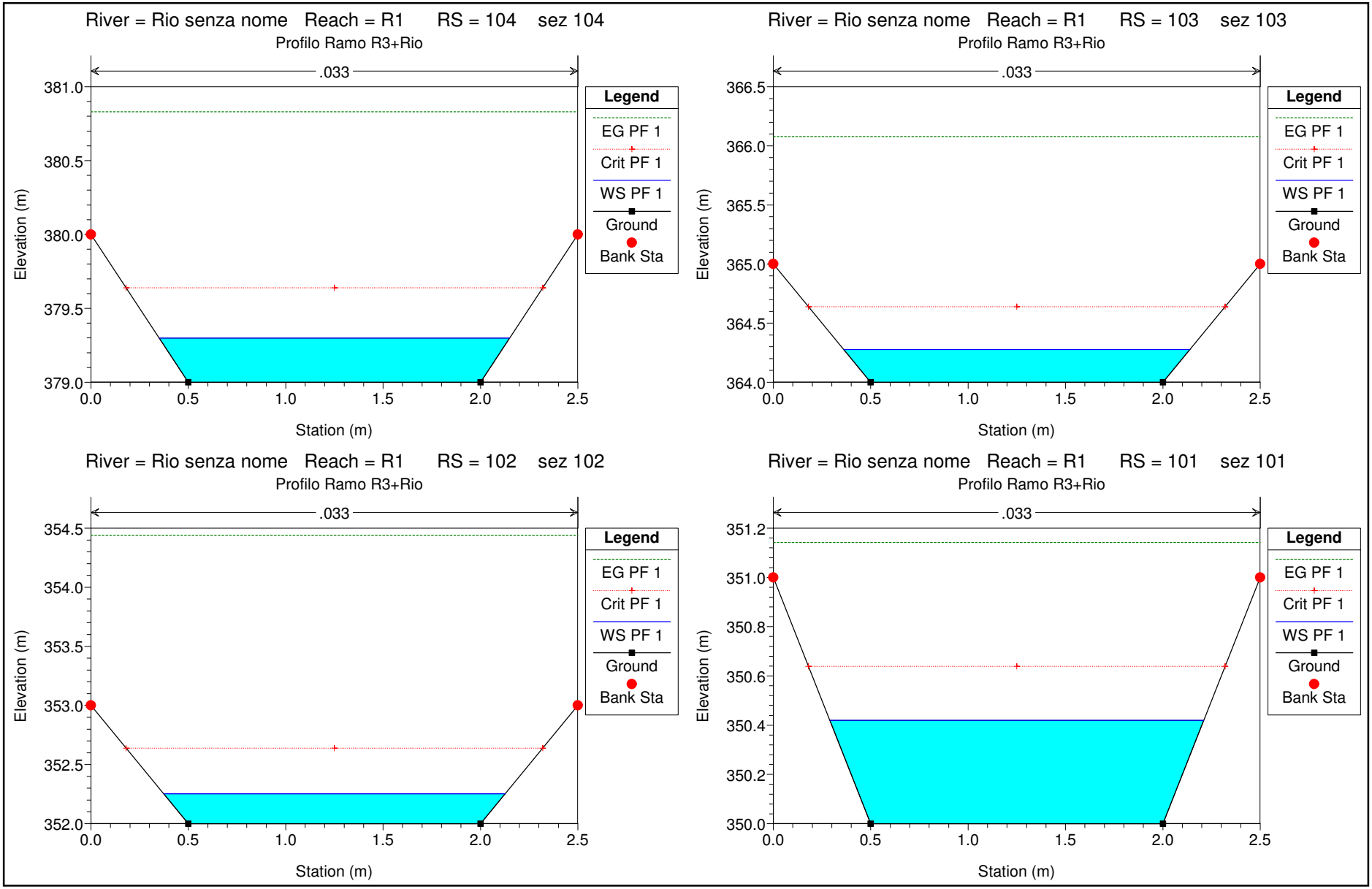
Ingegneria@Ambiente

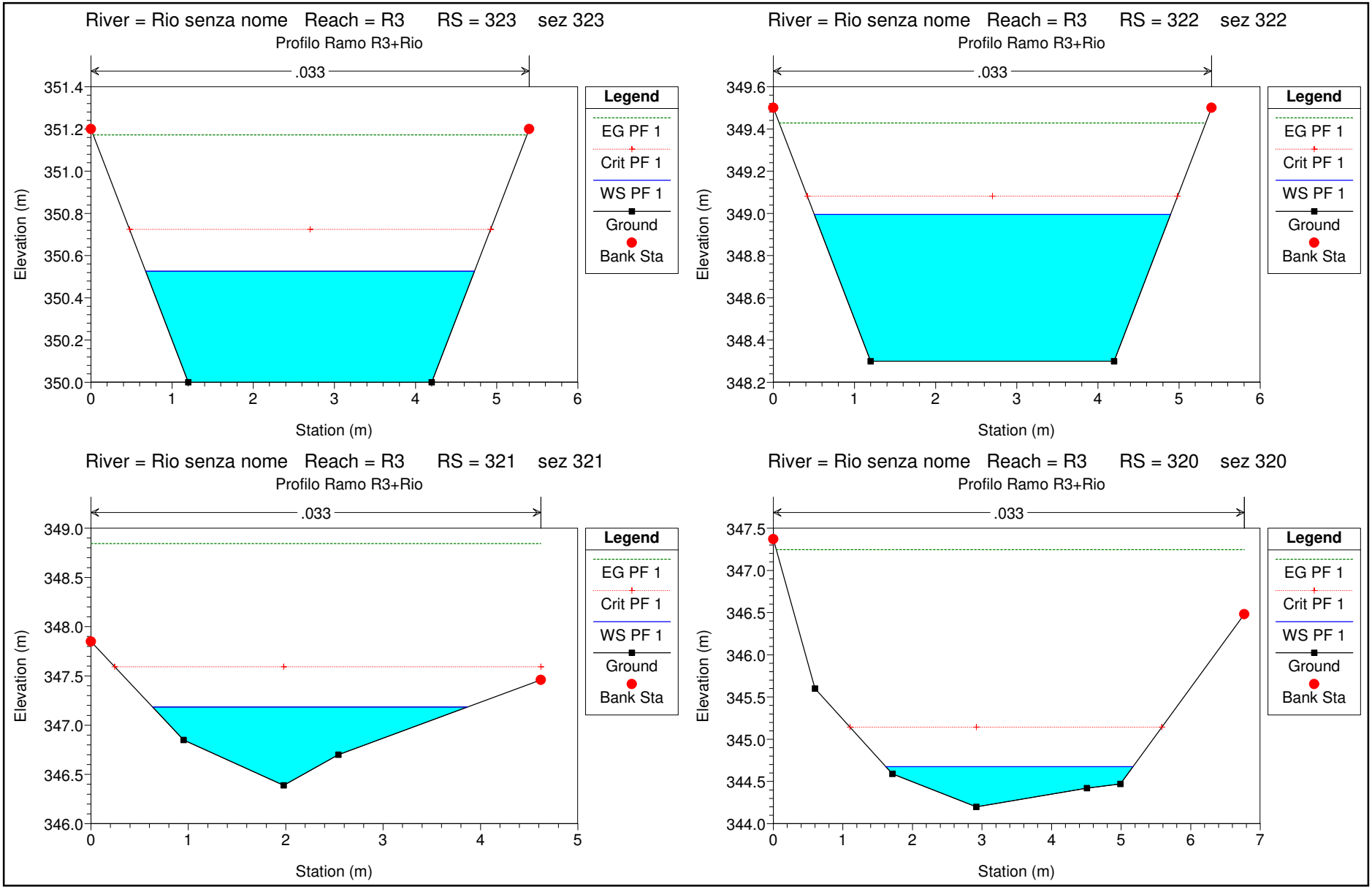

Profilo Ramo R1
Rio senza nome R1
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
390
380
370
360
350
340
0
50
100
150
200
Main Channel Distance (m)

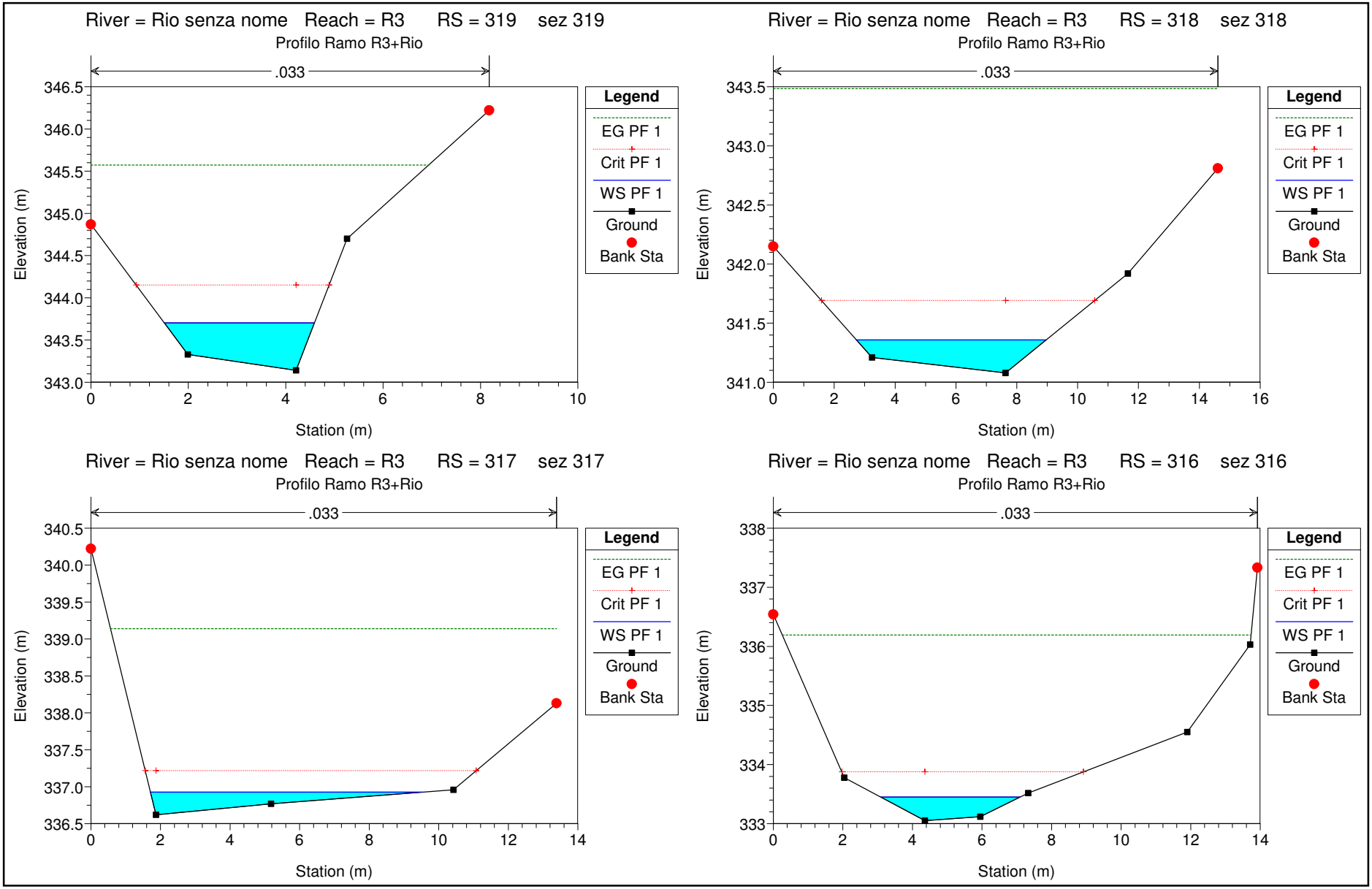

Profilo Ramo R2
Rio senza nome R2
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
355
354
353
352
351
350
349
0
20
40
60
80
100
Main Channel Distance (m)

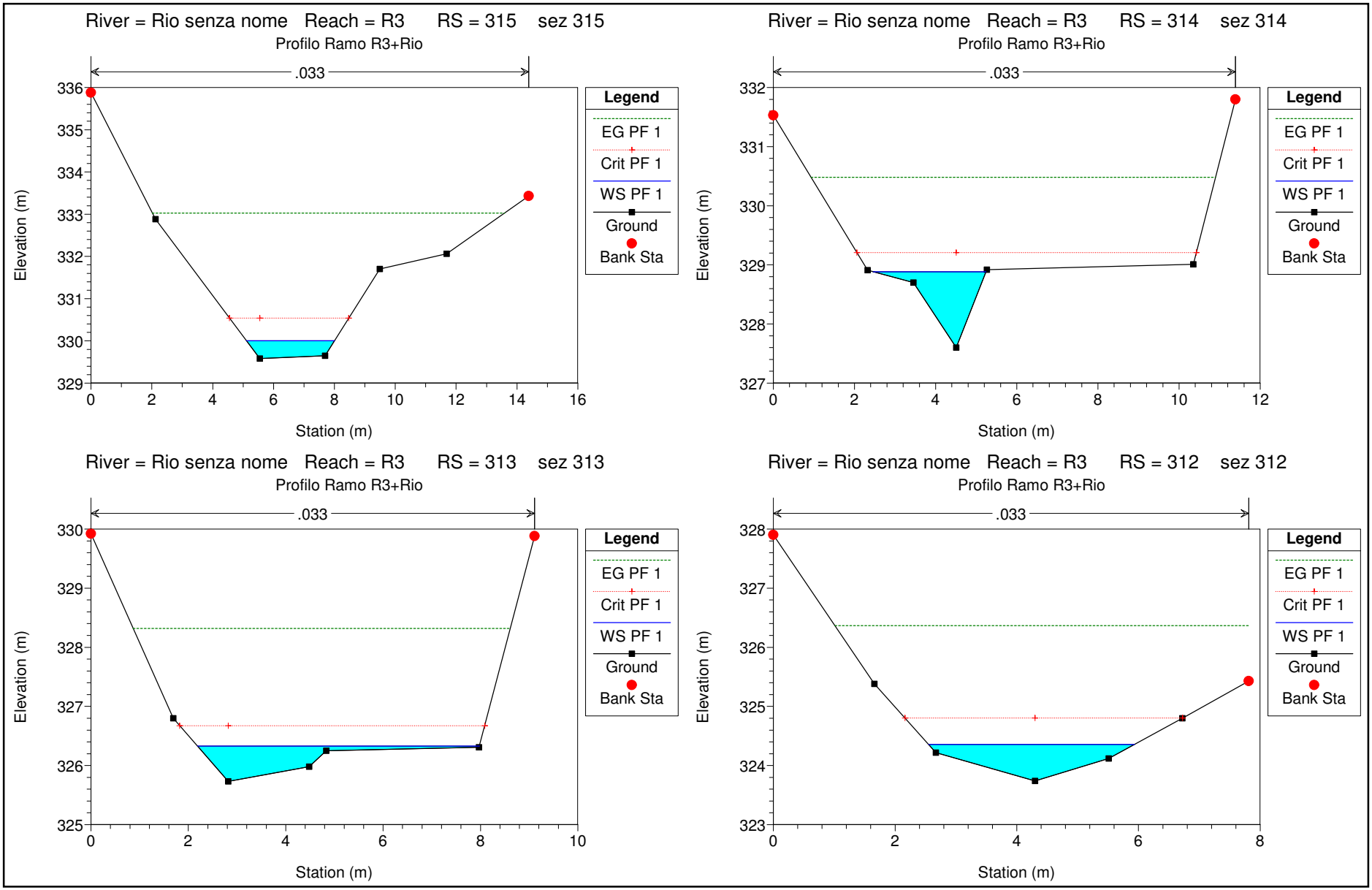

Profilo Ramo R3+Rio
Rio senza nome R3
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
360
350
340
330
320
310
300
0
50
100
150
200
250

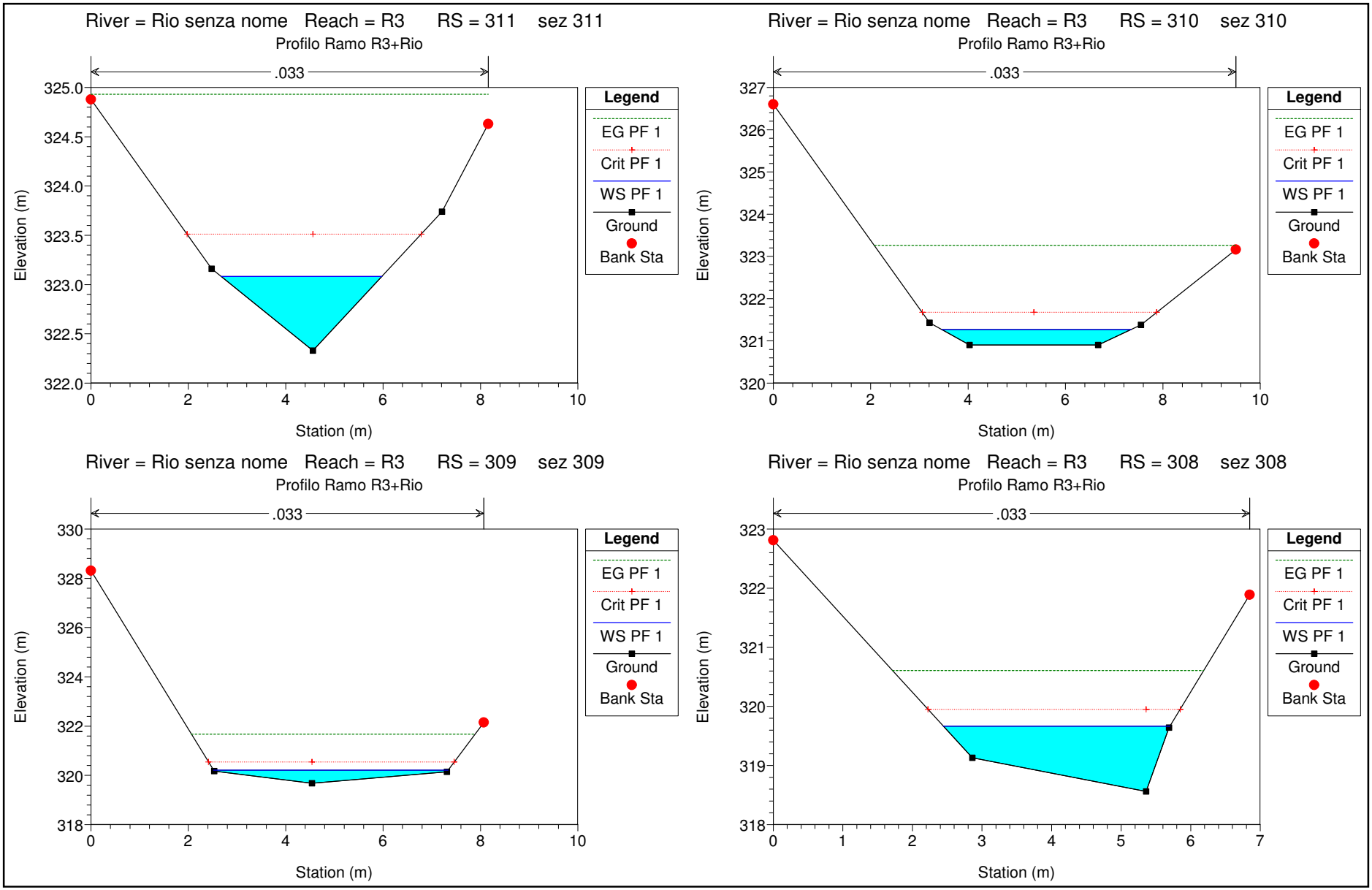

River = Rio senza nome Reach = R2 RS = 295 Sez 295
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R2 RS = 210 sez 210
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R1 RS = 106 sez 106
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R1 RS = 105 sez 105
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta

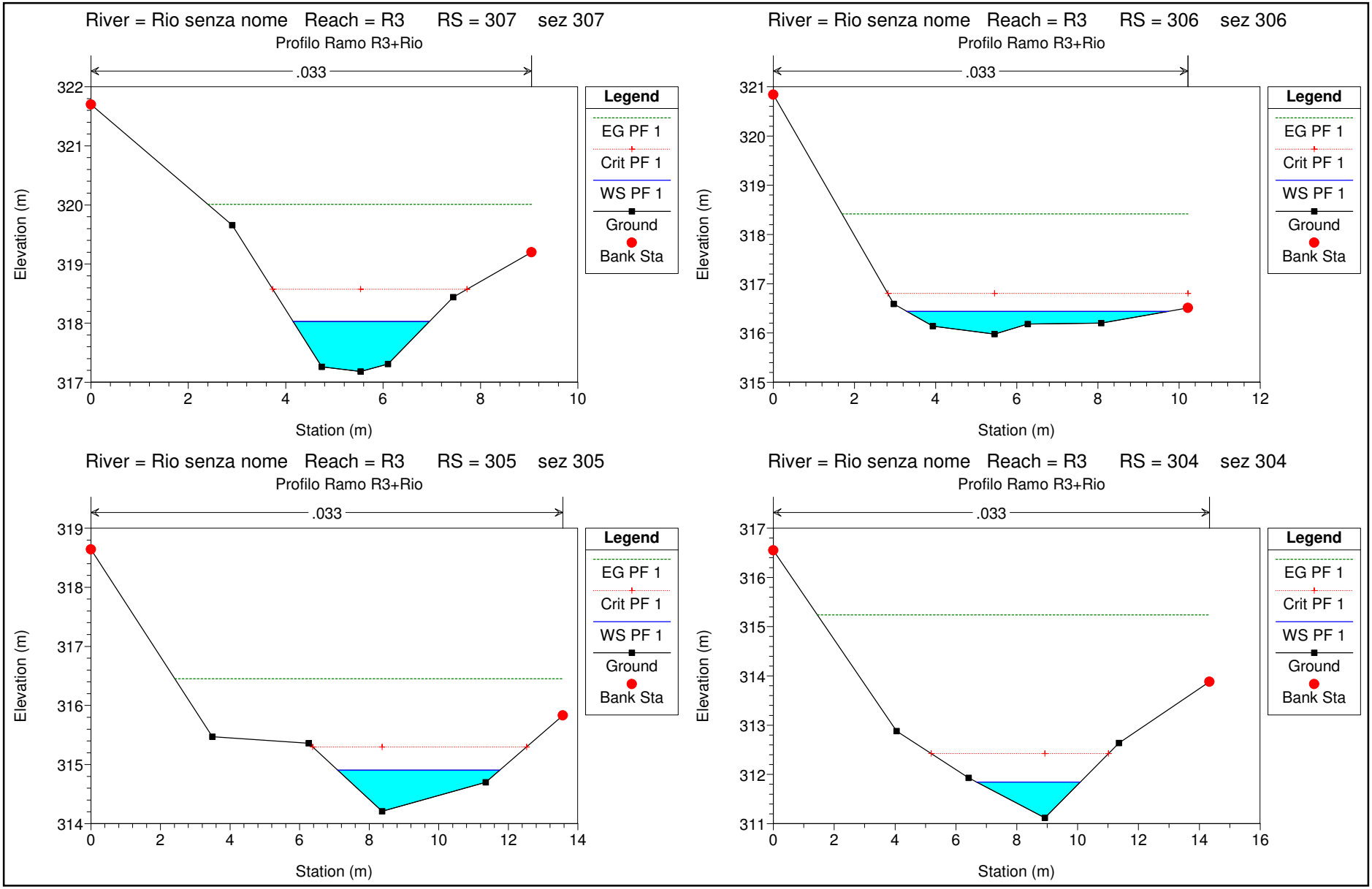

River = Rio senza nome Reach = R1 RS = 104 sez 104
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R1 RS = 103 sez 103
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R1 RS = 102 sez 102
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R1 RS = 101 sez 101
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta

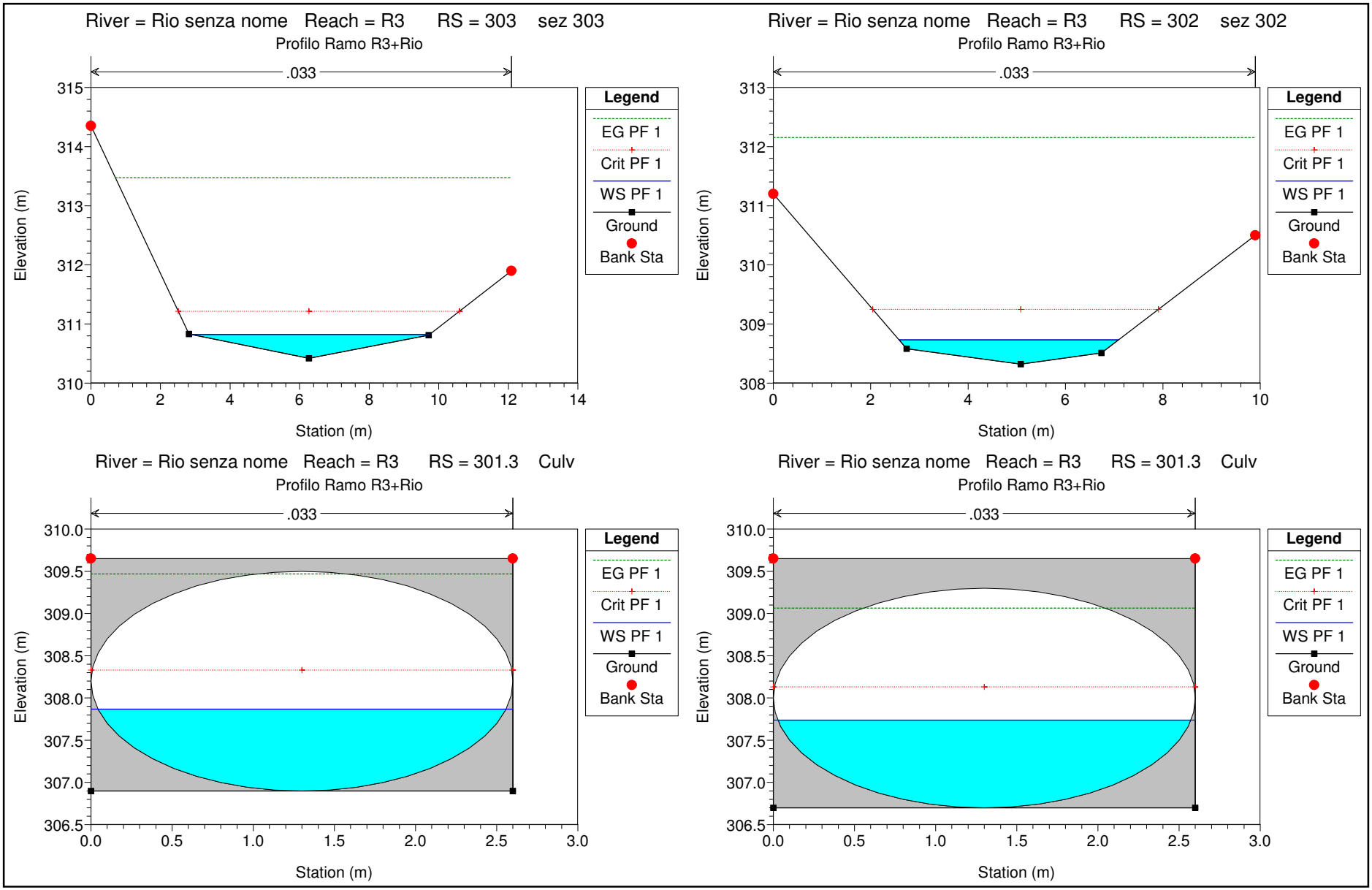

River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 323 sez 323
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 322 sez 322
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 321 sez 321
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 320 sez 320
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta


River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 319 sez 319
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 318 sez 318
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 317 sez 317
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 316 sez 316
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta

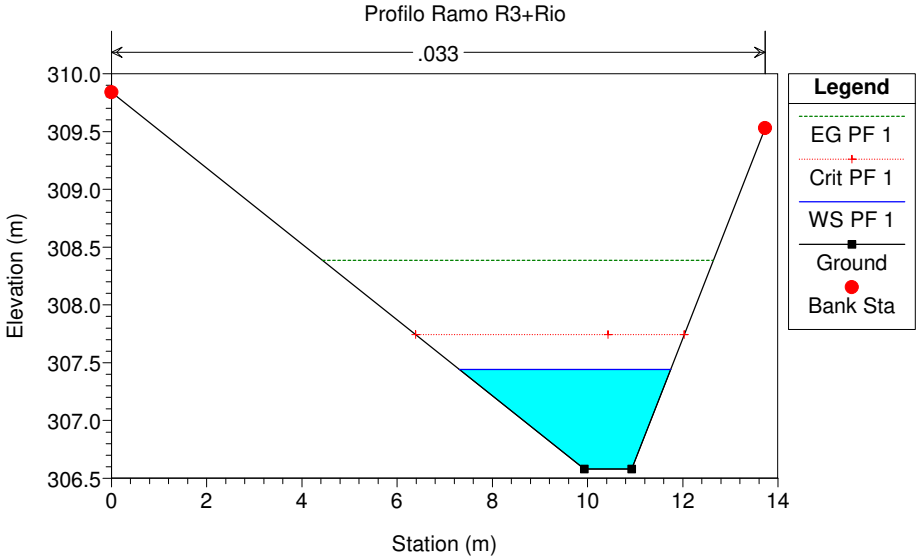

River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 315 sez 315
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 314 sez 314
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 313 sez 313
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 312 sez 312
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta


River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 311 sez 311
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 310 sez 310
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 309 sez 309
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 308 sez 308
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta


River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 307 sez 307
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 306 sez 306
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 305 sez 305
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 304 sez 304
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta


River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 303 sez 303
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 302 sez 302
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 301.3 Culv
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta
River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 301.3 Culv
Profilo Ramo R3+Rio
.033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
EG PF 1
Crit PF 1
WS PF 1
Ground
Bank Sta

River = Rio senza nome Reach = R3 RS = 301 sez 301

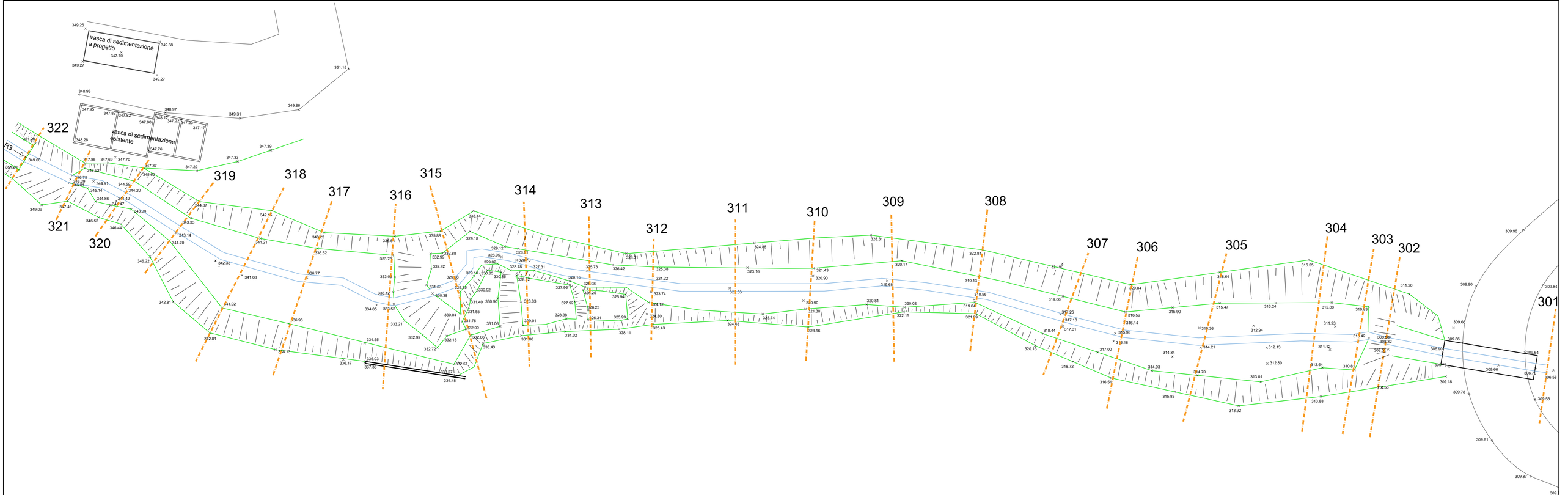


HEC-RAS Plan: Plan 02 Profile: PF 1

Reach	River Sta	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)	
R2	295	3.90	353.00	353.62	353.81	354.27	0.050040	3.58	1.09	2.02	1.55
R2	210	3.90	350.00	350.68	350.81	351.21	0.036793	3.20	1.22	2.07	1.33
R1	106	2.70	387.00	387.48	387.64	388.01	0.050049	3.21	0.84	1.98	1.57
R1	105	2.70	384.00	384.48	384.64	385.02	0.052056	3.26	0.83	1.98	1.61
R1	104	2.70	379.00	379.30	379.64	380.83	0.236088	5.48	0.49	1.80	3.35
R1	103	2.70	364.00	364.28	364.64	366.08	0.300054	5.94	0.45	1.78	3.75
R1	102	2.70	352.00	352.25	352.64	354.44	0.400325	6.55	0.41	1.75	4.31
R1	101	2.70	350.00	350.42	350.64	351.14	0.078849	3.76	0.72	1.92	1.97
R3	323	6.60	350.00	350.53	350.72	351.17	0.044849	3.56	1.85	4.05	1.68
R3	322	7.48	348.30	349.00	349.08	349.43	0.022277	2.91	2.57	4.39	1.22
R3	321	7.48	346.39	347.18	347.59	348.84	0.138144	5.70	1.31	3.23	2.86
R3	320	7.48	344.20	344.68	345.14	347.25	0.299592	7.10	1.05	3.56	4.17
R3	319	7.48	343.14	343.70	344.15	345.57	0.161231	6.06	1.23	3.08	3.06
R3	318	7.48	341.08	341.36	341.69	343.49	0.433065	6.46	1.16	6.23	4.78
R3	317	7.48	336.62	336.93	337.22	339.14	0.638430	6.59	1.14	7.81	5.52
R3	316	7.48	333.05	333.45	333.88	336.19	0.375040	7.33	1.02	4.00	4.64
R3	315	7.48	329.58	330.00	330.54	333.03	0.319159	7.71	0.97	2.88	4.24
R3	314	7.48	327.60	328.88	329.21	330.48	0.147397	5.59	1.34	2.78	2.58
R3	313	7.48	325.73	326.33	326.68	328.32	0.377320	6.25	1.20	5.79	4.39
R3	312	7.48	323.74	324.36	324.80	326.37	0.189759	6.28	1.19	3.38	3.38
R3	311	7.48	322.33	323.08	323.51	324.93	0.165103	6.02	1.24	3.30	3.13
R3	310	7.48	320.90	321.27	321.68	323.26	0.218946	6.25	1.20	3.88	3.60
R3	309	7.48	319.68	320.21	320.55	321.67	0.170639	5.36	1.40	4.82	3.18
R3	308	10.08	318.56	319.66	319.95	320.61	0.046511	4.30	2.35	3.26	1.62
R3	307	10.08	317.18	318.03	318.57	320.01	0.116974	6.24	1.62	2.80	2.62
R3	306	10.08	315.98	316.44	316.80	318.42	0.273213	6.23	1.62	6.44	3.97
R3	305	10.08	314.21	314.91	315.30	316.45	0.123544	5.50	1.83	4.66	2.80
R3	304	10.08	311.12	311.85	312.43	315.24	0.315693	8.16	1.24	3.41	4.32
R3	303	10.08	310.42	310.82	311.22	313.48	0.476811	7.21	1.40	6.86	5.10
R3	302	10.08	308.32	308.73	309.25	312.15	0.431315	8.19	1.23	4.51	5.01
R3	301.5	10.08	306.90	307.40	308.05	310.43	0.249463	7.70	1.31	2.60	3.47
R3	301.3	Culvert									
R3	301.1	10.08	306.70	307.74	307.85	308.45	0.031698	3.74	2.70	2.60	1.17

HEC-RAS Plan: Plan 02 Profile: PF 1 (Continued)

Reach	River Sta	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)	
R3	301	10.08	306.58	307.44	307.74	308.39	0.054647	4.30	2.34	4.44	1.89



PLANIMETRIA CON TRACCE DELLE SEZIONI IDRAULICHE - scala 1:200


106
105
104
R1
103
102
101
323
210
R2
295
R3
322
321
320
319
318
317
316
315
314
313
312
311
310
309
308
307
306
305
304
303
302
301
388
385
386
387
380
381
382
383
365
366
375
359
353
354
351
390
385
380
375
370
365
360
355
350
345
340
335
330
325
320
F
E
G
H
B
A
PUNTO FISSO N°1
vasca lavaggio ruote
acque sporche
strada di accesso