CONVENZIONE QUADRO TRA INFRASTRUTTURE, RECUPERO, ENERGIA AGENZIA REGIONALE LIGURE – IRE S.P.A. E REGIONE LIGURIA PER LA REDAZIONE DI STUDI DI FATTIBILITA' E PROGETTAZIONI DI INTERVENTI SU INFRASTRUTTURE DI INTERESSE REGIONALE

Attività:

TORRENTE STURLA: SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TRATTO COMPRESO FRA IL VIADOTTO DI CORSO EUROPA ED IL PONTE DI VIA DELLE CASETTE

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

# RELAZIONE IDRAULICA

Doc. n: I0030\ESE\DEF\IDR\R101

Timbro e firma




| Rev. | Data | Sez. | Pag. | Redatto | Controllato | Approvato | Descrizione |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 24/02/2017 | 5 | 17 | AR | FB | SB | Per Emissione |
| 2 | 10/05/2017 | 5 | 17 | AR | FB | SB | Per Emissione |
| | | | | | | | |

## INDICE


1 PREMESSA ..... 3
2 INQUADRAMENTO DEL CORSO D'ACQUA ..... 6
3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO ..... 7
3.1 Piano di bacino ..... 7
3.2 Regolamenti Regionali ..... 8
4 SOFTWARE DI MODELLAZIONE IDRAULICA ..... 10
5 MODELLO IDRAULICO ..... 11
5.1 Portate di piena e condizioni al contorno ..... 11
5.2 Stato di fatto ..... 12
5.3 Stato di progetto ..... 13
5.3.1 Modifiche apportate rispetto al progetto preliminare ..... 13
5.3.2 Scenari di progetto ..... 13
5.3.3 Analisi dei risultati della modellazione scenario 1 ..... 13
5.3.4 Analisi dei risultati della modellazione scenario 2 ..... 14
5.4 Verifica della confluenza con il rio Chiappeto ..... 14


## ALLEGATI


Allegato 1A – Planimetria delle sezioni idrauliche: Stato attuale

Allegato 1B – Profilo e tabella Q200: Stato attuale

Allegato 2A – Planimetria delle sezioni idrauliche: Stato di progetto

Allegato 2B – Profilo e tabella Q200: Stato di progetto – Scenario 1

Allegato 2C – Confronto profili attuali/progetto – Scenario 1

Allegato 2D – Confronto sezioni idrauliche attuali/progetto – Scenario 1

Allegato 2E – Confronto profili progetto – Scenario 1 / Scenario 2

Allegato 3A – Profilo e tabella confluenza

# 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione idraulica del Progetto Definitivo “Torrente Sturla: Sistemazione idraulica del tratto compreso fra il viadotto di Corso Europa ed il ponte di Via delle casette”.

Il presente progetto si basa sui contenuti del progetto preliminare relativo agli interventi di sistemazione idraulica del torrente Sturla nel *tratto tra Via Apparizione e Via delle Casette* in Comune di Genova*,* approvato con conferenza dei Servizi del Comune di Genova CDS 11/2015 in data 16/02/2015.

Il Progetto Preliminare prevedeva una serie di interventi idraulici sul torrente Sturla, per uno sviluppo complessivo di circa 800 m dal ponte di via Apparizione al ponte di via delle Casette, finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico dell’intero tratto, allo stato attuale insufficiente al deflusso della portata 200-ennale e in parte al deflusso della portata 50-ennale.

In Tavola T1 sono riportati i limiti dell’intervento oggetto del presente documento denominato “Torrente Sturla: Sistemazione idraulica del tratto compreso fra il viadotto di Corso Europa ed il ponte di Via delle Casette”, avente una lunghezza di circa 350 m.

Il tratto a monte è stato oggetto del progetto definitivo “Sistemazione idraulica del Torrente Sturla nel tratto compreso tra il ponte di Corso Europa e la briglia posta all’altezza di Via dell’Arena”.

Il tratto immediatamente a valle è, invece, oggetto dell’intervento di sistemazione idraulica del Torrente Sturla tra via delle Casette e l’università, in corso di realizzazione. Tale intervento si prevede essere concluso entro l’avvio dei lavori oggetto del presente documento e, pertanto, viene assunta nello stato di fatto la configurazione a fine intervento

Nel tratto oggetto del presente documento è, inoltre, previsto lo sbocco della galleria deviatrice del rio Chiappeto, prevista dal Piano di Bacino sulla base del progetto delle “*Opere di adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla”* del 1996 effettuato, su incarico del Comune, da una equipe di professori universitari e professionisti coordinati dal Prof. Ing. Enrico Marchi ed oggi oggetto del Progetto Definitivo “Opere di adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla”. Lo sbocco della galleria deviatrice è collocato a monte del nuovo ponte carrabile (cfr Tavola T2 - sez. 9.33).

Gli interventi individuati dal presente progetto riguardano in particolare:

- la sistemazione dell’alveo con riprofilatura del fondo e allargamento della sezione idraulica ad un valore costante di 20 m;
- il rifacimento del ponte carrabile di Via Pontevecchio in adiacenza a quello esistente, che verrà demolito;
- l’adeguamento delle quote stradali di via delle Casette e delle aree interne alla caserma in funzione delle quote del piano carrabile del nuovo ponte.

Il progetto preliminare "*Sistemazione idraulica del torrente Sturla nel tratto tra Via Apparizione e Via delle Casette"* è stato oggetto di valutazione da parte del Comitato Tecnico di Bacino, che ha esaminato la proposta progettuale del Preliminare nella seduta del 12/02/2015 e ha espresso il parere n. 19/2015 con le seguenti valutazioni per il tratto di torrente in esame:

- *necessità di evitare il posizionamento della fognatura nera di progetto all'interno dell'alveo attivo, cercando di prediligere un'ubicazione esterna all'alveo se compatibile con lo stato dei luoghi;*
- *necessità di verificare le influenze sul deflusso delle portate di piena del Torrente Sturla indotte dalla confluenza con il previsto deviatore del rio Chiappeto.*

La Conferenza di Servizi Deliberante sul Preliminare n. 11/2015 si è espressa il 16/02/2016, con le seguenti valutazioni per il tratto di torrente in esame:

- *l'adeguamento delle livellette stradali modificate in prossimità del nuovo ponte stradale su via Pontevecchio coerentemente con quanto previsto dal Nuovo Codice della Strada (DM 6792/2001);*
- *l'ampliamento della sezione del nuovo ponte stradale su via Pontevecchio a 8,50 m per permettere la realizzazione di due banchine da 0,25 m tali da consentire la tracciatura delle strisce di margine della carreggiata garantendo due corsie regolamentari da 2,75 m*.

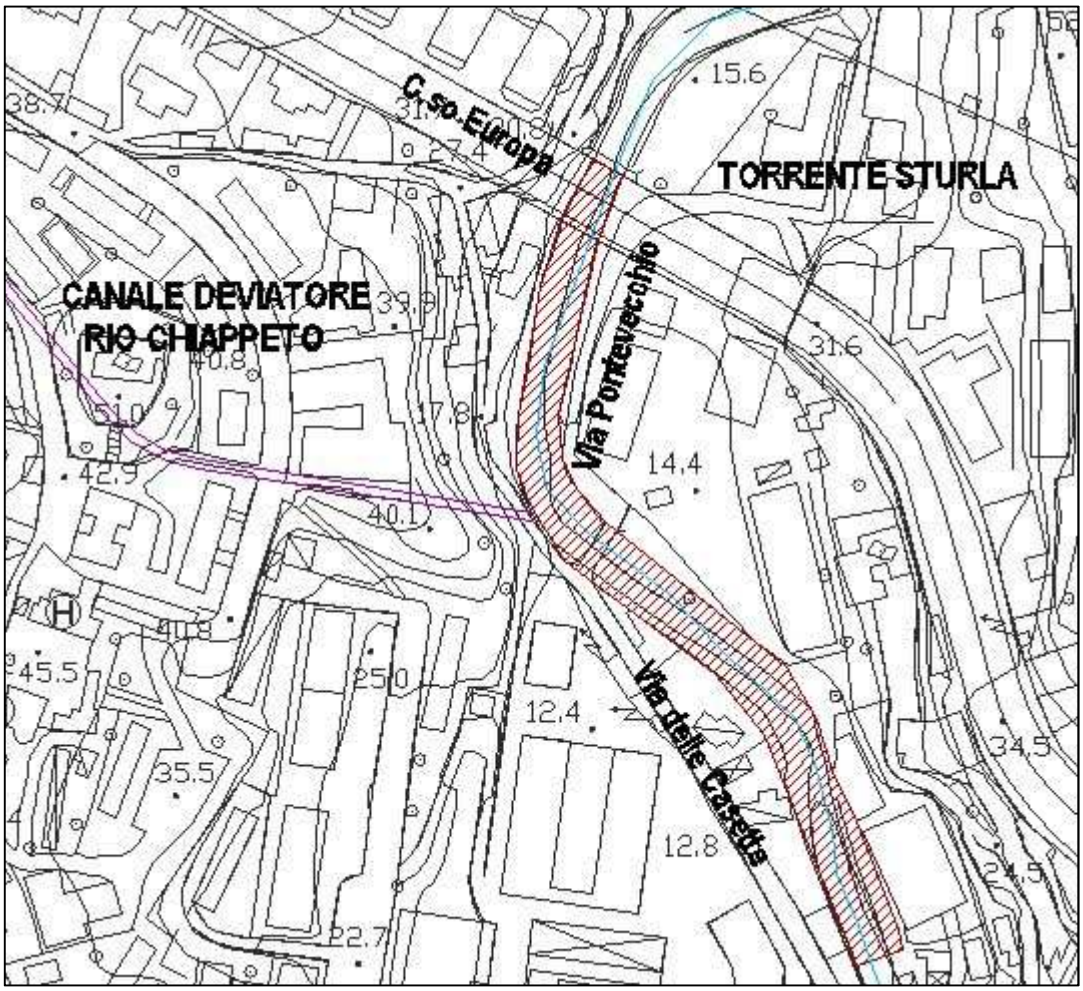



**Figura 1.1: Tratto del torrente Sturla oggetto di intervento**

## 2 INQUADRAMENTO DEL CORSO D'ACQUA

Il torrente Sturla è uno dei corsi d'acqua principali dell'ambito cittadino genovese con un bacino di poco inferiore ai 13 $Km^2$, una lunghezza dell'asta principale di circa 9 km e una pendenza media dell'asta del 9% circa.

Il bacino ha una forma ad "L" con il tratto medio-vallivo orientato in direzione N-S ed il tratto montano orientato in direzione E-O.

Il tratto del torrente Sturla oggetto d'intervento del Progetto Preliminare è ubicato tra il ponte pedonale di Via delle Casette a monte della confluenza con il rio Penego ed il ponte di Via Apparizione, per una lunghezza di circa 800 m.

Il presente Progetto Definitivo riguarda il tratto compreso fra il viadotto di Corso Europa ed il ponte di Via delle casette, di lunghezza pari a circa 350 m.

In tale tratto l'alveo presenta un andamento tendenzialmente meandriforme con andamento prevalente in direzione N-S e 2 di curve in sequenza. L'alveo è delimitato prevalentemente da muri d'argine in c.a. su entrambe le sponde con alcuni tratti in scarpata naturale o roccia. La pendenza media del tratto è pari all'1.1% circa.

L'alveo è inserito in un contesto densamente urbanizzato, con presenza di viabilità spondale e di edifici commerciali e aree militari che ne vincolano il percorso. La viabilità spondale è costituita da via delle Casette in sponda destra e via Pontevecchio in sponda sinistra.

In questo tratto l'unico manufatto interferente con il deflusso è il ponte carrabile di via Pontevecchio, che collega via delle Casette alla viabilità in sponda sinistra all'altezza della caserma Vittorio Veneto, sede del Comando Legione Liguria dei Carabinieri. Il ponte attuale è costituito da un impalcato in c.a., lungo 19 m, spesso circa 1,13 m, con una pila in alveo e le spalle aggettanti.

L'alveo è delimitato prevalentemente da muri in sponda sinistra, mentre in sponda sinistra le sponde sono prevalentemente costituite da scarpate naturali.

Il fondo alveo è prevalentemente in materiale alluvionale sciolto di pezzatura mediamente inferiore ai 20 cm, con considerevoli accumuli a monte della briglia e sul lato interno dei tratti in curva.

# 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa idraulica di riferimento è costituita dal Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del torrente Sturla - Ambito Regionale 14 (approvato con DCP n. 66 del 12/12/2002, ultima variante approvata: DGR n. 998 del 28/10/2016 entrata in vigore il 23/11/2016) e dal Regolamento Regionale n° 3 del 14/07/2011, (modificato dal n°1/2016).

## 3.1 PIANO DI BACINO

Nel Piano di Bacino il torrente Sturla è inserito tra i corsi d'acqua significativi e sono riportati i valori delle portate di piena per assegnato periodo di ritorno in una serie di sezioni dell'asta principale del torrente e dei suoi affluenti principali.

Le portate sono state valutate mediante un modello afflussi-deflussi composto da una parte di modello cinematico e da una parte di modello a serbatoio lineare (tipo Clark).

Nel tratto di torrente Sturla compreso tra la foce e Via Apparizione, risultano i seguenti valori di portata:

| T. Sturla | Sezione | Area [$km^2$] | Q50 [$m^3/s$] | Q200 [$m^3/s$] | Q500 [$m^3/s$] |
|---|---|---|---|---|---|
| Foce | 181 | 13,00 | 231 | 324 | 389 |
| Via Apparizione | 112 | 11,75 | 185 | 265 | 320 |

**Tabella 3.1: Portate del torrente Sturla**

Per il rio Penego, affluente di sinistra subito a valle del tratto di interesse, risultano i seguenti valori di portata:

| Rio Penego | Sezione | Area [$km^2$] | Q50 [$m^3/s$] | Q200 [$m^3/s$] | Q500 [$m^3/s$] |
|---|---|---|---|---|---|
| Confluenza | 181 | 0,6 | 20 | 28 | 34 |

**Tabella 3.2: Portate del rio Penego**

Il Piano indica come inondabili con tempo di ritorno 50-ennale (fascia A) e 200-ennale (fascia B) tutte le aree urbanizzate adiacenti al torrente Sturla nel tratto compreso tra il viadotto di Corso Europa e il ponte pedonale di Via delle Casette, con fasce più o meno estese in funzione della morfologia delle sponde.

Nella tavola degli Stralci dei Piani e dei Vincoli (AMB/T101) sono riportati gli estratti delle carte delle aree inondabili e storicamente inondate e delle fasce fluviali.

## 3.2 REGOLAMENTI REGIONALI

Per la messa in sicurezza dei corsi d'acqua la normativa di riferimento è il Regolamento Regionale n°3/2011, modificato dal n°1/2016 in merito soltanto alle fasce di inedificabilità, secondo il quale il reticolo idrografico è articolato nei seguenti livelli:

- primo livello: le aste fluviali con bacino sotteso con superficie maggiore di 1 $km^2$;
- secondo livello: le aste fluviali con bacino sotteso con superficie compresa tra 1 e 0,25 $km^2$;
- terzo livello: le aste fluviali con bacino sotteso con superficie compresa tra 0,25 e 0,1 $km^2$;
- reticolo minuto: le aste fluviali non appartenenti alle categorie precedenti.

Con una superficie di bacino di quasi 13 $km^2$ il torrente Sturla è classificato come corso d'acqua di primo livello (S>1 $km^2$).

Per i corsi d'acqua principali e secondari, i franchi non devono essere inferiori al valore maggiore tra:

- Il carico cinetico della corrente, determinabile come $U^2/2g$, con U [m/s] velocità della corrente e g [m/s2] è l'accelerazione di gravità;
- I valori di seguito indicati:

| | | |
|---|---|---|
| I | Argini e difese spondali | 50/100 cm |
| II | Ponti e strutture di attraversamento fino ad estensioni longitudinali di 12 m | 100/150 cm |
| III | Coperture e tombinature, ponti e strutture di attraversamento oltre 12 m | 150/200 cm |

**Tabella 3.3: Franchi idraulici per il reticolo di primo e secondo livello**

I valori estremi della Tabella 3.3 corrispondono rispettivamente a bacini poco dissestati con modesto trasporto solido ed a bacini molto dissestati con forte trasporto solido in caso di piena.

Il Regolamento riporta anche i valori da adottare per il coefficiente di scabrezza, laddove non proposti dal Piano di Bacino per i tratti di corsi d'acqua non indagati.

| Descrizione corso d'acqua | Coeff. di scabrezza | |
|---|---|---|
| | Gauckler-Strickler Ks ($m^{1/3}/s$) | Manning n (-) |
| Tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo | 25-30 | 0,04-0,033 |
| Corsi d'acqua con vegetazione e movimento di materiale sul fondo | 30-35 | 0,033-0,028 |
| Tratti urbanizzati di corsi d'acqua con argini cementati (e/o platee) in buono stato | 35-40 | 0,028-0,025 |
| 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 | 0,025-0,022 |

**Tabella 3.4: Parametri di scabrezza (RR n. 3/2011)**

# 4 SOFTWARE DI MODELLAZIONE IDRAULICA

Per la modellazione idraulica del corso d'acqua è stato utilizzato il software di calcolo Hec-Ras 4.1.0.

Esso consente di calcolare il profilo idraulico di moto stazionario, in alveo non prismatico a fondo fisso, per una qualsiasi rete idrografica a pelo libero (asta fluviale, reti di irrigazione, sistemi idrografici ramificati), nell'ipotesi di flusso omogeneo e monodimensionale. Il programma è in grado di simulare condizioni di corrente lenta, veloce nonché regimi misti.

E' possibile tenere conto di:

- portate laterali;
- nodi idraulici (confluenze, biforcazioni);
- alvei e aree golenali con diverso sviluppo longitudinale;
- ponti;
- pile di ponti con geometria variabile;
- tombini;
- soglie di fondo;
- arginature;
- stramazzi laterali.

L'algoritmo di calcolo è basato sulla soluzione dell'equazione di bilancio energetico tra sezioni contigue. Le perdite di carico vengono valutate in base alla scabrezze (coefficiente di Manning) e ad un fattore di contrazione/espansione che tiene conto delle variazioni della sezione di deflusso.

Gli effetti localizzati che determinano rapide variazioni del profilo idraulico quali fenomeni di risalto idraulico, ponti, ecc., vengono invece simulati mediante applicazione dell'equazione di conservazione della quantità di moto.

# 5 MODELLO IDRAULICO

## 5.1 PORTATE DI PIENA E CONDIZIONI AL CONTORNO

Le portate di piena sono state valutate con riferimento ai contenuti del Piano di Bacino e del progetto delle *"Opere di adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla"* del 1996 effettuato, su incarico del Comune, da una equipe di professori universitari e professionisti coordinati dal Prof. Ing. Enrico Marchi ed in coerenza con il Progetto Preliminare esaminato dal Comitato di Bacino.

Ai fini delle verifiche idrauliche sono stati, pertanto, considerati i seguenti valori della portata di piena 200-ennale, assunta come riferimento progettuale.

| **Tratto** | **Sez. in – Sez. fin** | **Portata (A) [$m^3/s$]** | **Portata (B) [$m^3/s$]** |
|---|---|---|---|
| Tra il ponte di Via Apparizione e lo sbocco del deviatore del Rio Chiappeto | 13-9.33 | 300 | 300 |
| Tra sbocco deviatore Chiappeto e sbocco rio Penego | 9.33-3 | 300 | 325 |
| Valle sbocco rio Penego | 3 - 0 | 325 | 350 |

**(A)** Stato Attuale – **(B)** Stato di progetto

**Tabella 5.1: Portate di piena considerate per la modellazione idraulica**

Tali valori risultano congrui con quanto indicato nel Piano di Bacino (vedi cap. 3.1) che indicano una portata di 324 $m^3/s$ alla foce e 265 $m^3/s$ in Via Apparizione.

Il valore di 300 $m^3/s$ è calcolato come la differenza tra la sezione alla foce e la portata affluente dal Rio Penego.

Negli Allegati Allegato 1A e Allegato 2A sono riportate la planimetria delle sezioni idrauliche per lo stato di fatto e di progetto.

Le condizioni al contorno di monte e valle sono state ricavate dai dati disponibili dai progetti esistenti e citati in premessa, nello specifico:

- per la condizione di valle si è assunta nella sezione 3 il livello di progetto riportato del progetto esecutivo "Opere idrauliche e strutturali di adeguamento della sezione di deflusso del tratto tra Università e via delle Casette del Torrente Sturla – Interventi Lotto 2 – Stralcio 1°" assunto quale stato di fatto;

- per la condizione di monte si sono assunti rispettivamente i livelli di stato di fatto e di progetto calcolati alla sezione 13 per nel progetto definitivo “Torrente Sturla: sistemazione idraulica del tratto compreso tra la briglia presso via dell’Arena ed il viadotto di Corso Europa”.

Nella seguente tabella si riassumono i livelli idrici imposti quali condizioni al contorno.

| | **Ym sdf (m s.l.m.)** | **Ym prog (m s.l.m.)** | **Yv (m s.l.m.)** |
|---|---|---|---|
| **Sez.** | 13 | 13 | 3 |
| **Altezza del pelo libero** | 15,56 | 15,24 | 12,13 |

**Tabella 5.2: Condizioni al contorno assunte**

E’ stato imposto il regime di corrente mista per poter valutare contemporaneamente i franchi geometrici e quelli cinetici delle quote arginali e dell’impalcato del ponte.

Data la prevalenza, nel tratto d’alveo di interesse, di argini cementati e fondo naturale sia per lo stato di fatto che per quello di progetto, il valore di scabrezza è stato posto pari a $K_s$=33 $m^{1/3}/s$ (n=0,3 $s/m^{-1/3}$) all’interno dell’alveo attivo.

## 5.2 STATO DI FATTO

Allo stato attuale il torrente si presenta irregolare come larghezza d’alveo e pendenza del fondo, i notevoli accumuli di sedimenti sul fondo determinano innalzamenti del pelo libero al di sopra delle sommità arginali in diversi punti.

La sponda sinistra risulta insufficiente per circa 50 m a monte del ponte carrabile e non adeguata più a valle, dove l’acqua arriva a lambire gli edifici fronte alveo. La sponda destra presenta quote maggiori (in corrispondenza di via delle Casette), ma rimane comunque insufficiente a ridosso del ponte carrabile allagando le aree della caserma e lungo il tratto di valle.

Il ponte di via Pontevecchio è completamente sormontato dalla portata 200ennale.

Il deflusso risulta prevalentemente in corrente lenta, con velocità media pari a 4,5 m/s e profondità critica variabile da 3,40 a 4,30 m.

Nell’Allegato 1B sono riportati il profilo di corrente e la relativa tabella numerica per lo stato di fatto.

## 5.3 STATO DI PROGETTO

### 5.3.1 MODIFICHE APPORTATE RISPETTO AL PROGETTO PRELIMINARE

Rispetto al progetto preliminare sono state apportate le seguenti modifiche, dettate dall'ottemperanza a prescrizioni della conferenza di servizi o di approfondimenti progettuali.

1) mantenimento di una sezione costante pari a 20 m lungo tutto il tratto oggetto di studio, coerentemente con le dimensioni dell'alveo a monte del ponte di via delle casette;
2) nuovo tracciato planimetrico tra le sezioni 11 e 8 che consenta il mantenimento dello spigolo della caserma dei Carabinieri in sponda sinistra, la nuova arginatura garantisce comunque un allargamento dell'alveo rispetto alla situazione attuale;
3) nuovo tracciato planimetrico tra le sezioni 8 e 5 che consenta la realizzazione della nuova arginatura in fronte del muro di cinta esistente in sponda sinistra invece che in sostituzione dello stesso, mantenendo una larghezza d'alveo pari a 20 m;
4) nuovo orientamento del ponte carrabile di progetto per ridurne la lunghezza e facilitarne la realizzazione, le quote sono state adeguate con il nuovo modello idraulico e la larghezza è stata portata a 8,50 m per inserire due banchine da 0,25 m, così come richiesto in sede di conferenza dei servizi.

### 5.3.2 SCENARI DI PROGETTO

Sono stati implementati due scenari dello stato di progetto.

Nel primo scenario non è stata considerata la realizzazione degli interventi di monte utilizzando quale condizione al contorno di monte il livello idrico di stato di fatto riportato nel progetto definitivo "Torrente Sturla: sistemazione idraulica del tratto compreso tra la briglia presso via dell'Arena ed il viadotto di Corso Europa".

Nel secondo scenario invece è stata considerata la sistemazione completa del Torrente Sturla, considerando quale condizione al contorno di monte il livello idrico dello stato di progetto calcolato nel progetto definitivo "Torrente Sturla: sistemazione idraulica del tratto compreso tra la briglia presso via dell'Arena ed il viadotto di Corso Europa".

In prima approssimazione in entrambi gli scenari la confluenza con lo sbocco della galleria deviatrice del rio Chiappeto è stata modellata mediante un incremento di portata.

### 5.3.3 ANALISI DEI RISULTATI DELLA MODELLAZIONE SCENARIO 1

Il deflusso risulta più uniforme grazie all'imposizione della larghezza e della pendenza dell'alveo pressoché costanti (pari rispettivamente a 20 m e all'1,2%).

La corrente tende al regime torrentizio con una profondità critica media intorno ai 3 m e una velocità media di 5,5 m/s; passa in lenta a monte del ponte per l'aumento di portata dovuto al deviatore del rio Chiappeto (sez. 9.33) e nel tratto di valle, dove risente della condizione al contorno imposta.

E’ rispettato il franco geometrico di 0,5 m lungo tutta l’arginatura e di 1,00 m al di sotto del ponte. Il carico cinetico è sempre superiore al valore del franco geometrico e risulta contenuto dalle sponde esistenti o dalle nuove arginature di progetto. Nelle sezioni 12 e 11 sono riportati gli adeguamenti all’argine di sponda destra, a carico dei privati proprietari delle aree.

Nell’Allegato 2B sono riportati il profilo di corrente e la relativa tabella numerica per lo stato di progetto relativo allo Scenario 1.

Nell’Allegato 2C e nell’Allegato 2D si riportano i confronti tra i profili e tra le sezioni idrauliche dello stato attuale e dello stato di progetto dello Scenario 1.

### 5.3.4 ANALISI DEI RISULTATI DELLA MODELLAZIONE SCENARIO 2

Nell’Allegato 2E è riportato il confronto tra i profili di corrente per lo stato di progetto relativo allo Scenario 1 e quello relativo allo Scenario 2.

La variazione di pochi centimetri della condizione al contorno di monte non produce effetti sensibili sull’andamento del profilo idraulico.

## 5.4 VERIFICA DELLA CONFLUENZA CON IL RIO CHIAPPETO

Il Comitato di Bacino sul Preliminare ha richiesto un approfondimento in merito all’influenza sulle portate di piena del Torrente Sturla indotta dalla presenza del deviatore del rio Chiappeto.

Partendo dai modelli idraulici predisposti per il torrente Sturla nel presente progetto e per il rio Chiappeto nel progetto definitivo “Adeguamento della canalizzazione del rio Vernazza con deviatore nel torrente Sturla”, è stata modellata la confluenza tramite lo strumento “junction” del software Hec-Ras, che permette di considerare l’interazione tra due corsi d’acqua.

E’ stato applicato il metodo del momento, che tiene conto dell’angolazione relativa dei corsi d’acqua confluenti rispetto all’asse dell’alveo di valle per valutare le forze associate ai flussi idrici.

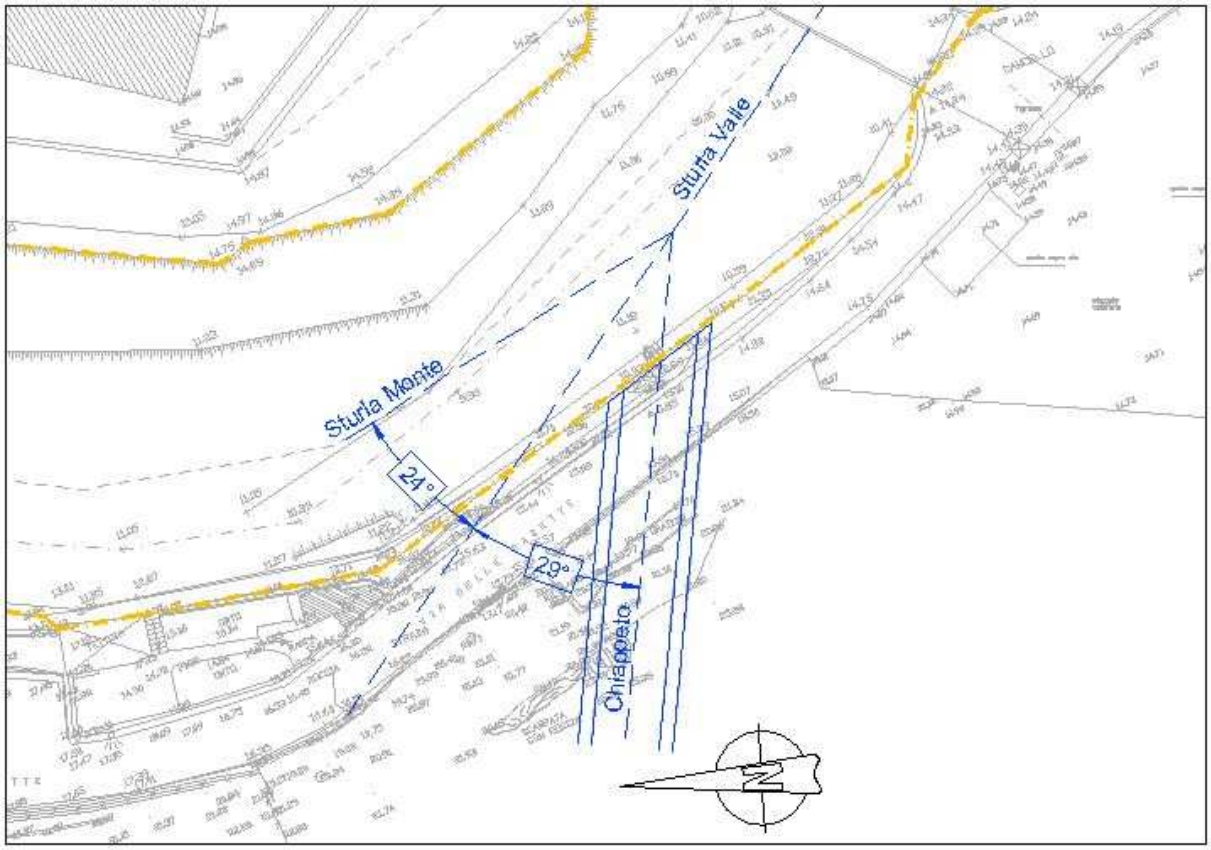



**Figura 5.1: Nodo di confluenza**

I valori di portata utilizzati sono riportati nella tabella sottostante.

| Corso d'acqua | Tratto | Sez. | Q200 [$m^3/s$] |
|---|---|---|---|
| Chiappeto | Unico | 50 - 0.5 | 25 |
| Sturla | Monte | 13 - 9.33 | 300 |
| Sturla | Valle | 9.33 - 3 | 325 |

**Tabella 5.3: Portate in Hec-Ras per la confluenza**

Per le condizioni al contorno sul torrente Sturla sono state utilizzate quelle dello Scenario 1 nelle sezioni 13 e 3, mentre per la condizione di monte del rio Chiappeto è stata imposta la profondità critica, in quanto l'asta modellata è sufficientemente lunga da consentire alla portata di raggiungere il profilo di moto uniforme prima della confluenza.

| River | Reach | Condizione di monte | Condizione di valle |
|---|---|---|---|
| **Chiappeto** | deviatore | Y critica | confluenza |
| **Sturla** | Monte | Y=15,56 m s.l.m. | confluenza |
| **Sturla** | Valle | confluenza | Y=12,13 m s.l.m. |

**Tabella 5.4: Condizioni al contorno per la confluenza**

Nell'Allegato 3A sono riportati il profilo di corrente e la relativa tabella numerica per lo stato di progetto relativo alla confluenza.

L'andamento del pelo libero del torrente Sturla non si discosta da quanto analizzato nella modellazione dello Scenario 1, mantenendo la tendenza al regime di corrente veloce con un innalzamento a monte dell'immissione del deviatore a causa dell'aumento di portata. All'interno del deviatore il deflusso in corrente veloce risente della piena nel corso d'acqua principale generando un risalto, che si esaurisce poco più a monte senza mandare in pressione la galleria.

Di seguito si riporta invece il confronto tra le altezze del pelo libero e carico cinetico nei modelli della confluenza e dello Scenario 1.

Si può notare come la differenza sia limitata alle sole sezioni 10 e 10.5 a monte dell'immissione del deviatore e di appena 25 cm per il pelo libero e 16 cm per il carico cinetico. Di tale incremento si è comunque tenuto conto per il dimensionamento delle difese spondali.

| River | Reach | River Sta | W.S. Confl (m) | W.S. Sc 1 (m) | Delta W.S. (m) | E.G. Confl (m) | E.G. Sc 1 (m) | Delta E.G. (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sturla | Monte | 13 | 15,45 | 15,45 | 0,00 | 16,91 | 16,91 | 0,00 |
| Sturla | Monte | 12 | 14,67 | 14,67 | 0,00 | 16,59 | 16,59 | 0,00 |
| Sturla | Monte | 11 | 14,02 | 14,02 | 0,00 | 16,13 | 16,13 | 0,00 |
| Sturla | Monte | 10.5 | 15,09 | 14,84 | 0,25 | 15,87 | 15,73 | 0,14 |
| Sturla | Monte | 10 | 15,14 | 14,90 | 0,24 | 15,78 | 15,62 | 0,16 |
| Sturla | Valle | 9.33 | 13,92 | 13,92 | 0,00 | 15,46 | 15,46 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 9.32 | 13,24 | 13,24 | 0,00 | 15,33 | 15,33 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 9.31 | 13,19 | 13,19 | 0,00 | 15,18 | 15,18 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 9.15 | 13,15 | 13,15 | 0,00 | 15,08 | 15,08 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 9 | 13,08 | 13,08 | 0,00 | 14,99 | 14,99 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 8 | 13,00 | 13,00 | 0,00 | 14,95 | 14,95 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 7.5 | 13,04 | 13,04 | 0,00 | 14,55 | 14,55 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 7 | 12,32 | 12,32 | 0,00 | 14,19 | 14,19 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 6 | 11,97 | 11,97 | 0,00 | 13,87 | 13,87 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 5 | 11,74 | 11,74 | 0,00 | 13,64 | 13,64 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 4.5 | 12,07 | 12,07 | 0,00 | 13,35 | 13,35 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 4 | 12,15 | 12,15 | 0,00 | 13,14 | 13,14 | 0,00 |
| Sturla | Valle | 3 | 12,13 | 12,13 | 0,00 | 12,87 | 12,87 | 0,00 |

**Tabella 5.5: Confronto tra le altezze di pelo libero e carico cinetico dei modelli con e senza confluenza**

# ALLEGATO 1A

# STATO ATTUALE

## Planimetria delle sezioni idrauliche

**LEGENDA**

- LIMITE DEMANIALE
- SPONDE SDF
- XX — SEZIONI IDRAULICHE SDF

LIMITE INTERVENTO

LIMITE INTERVENTO

# ALLEGATO 1A

Planimetria delle sezioni idrauliche

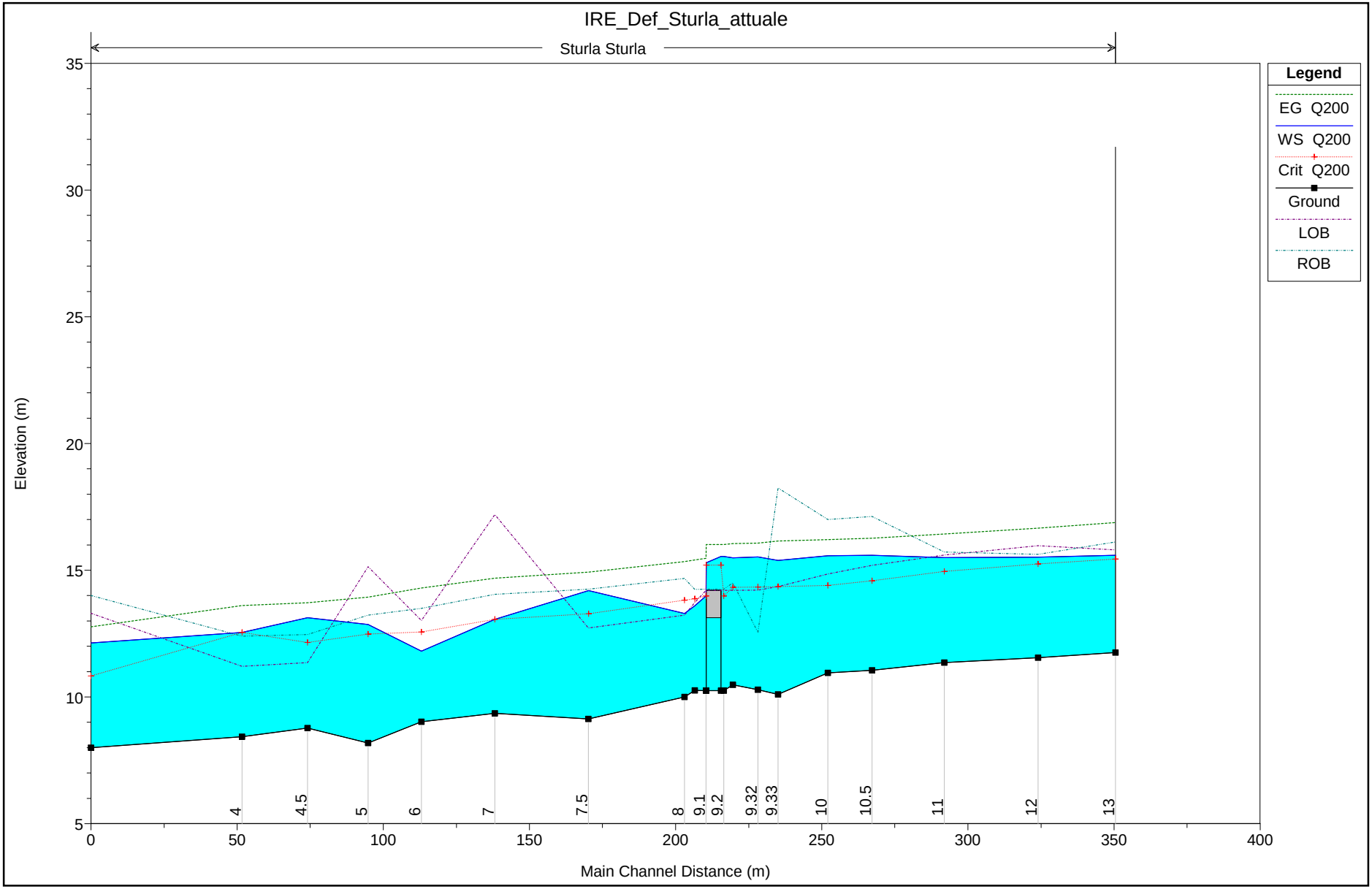
Stato attuale

# ALLEGATO 1B

# STATO ATTUALE

## Profilo Q200

## Tabella Q200


IRE_Def_Sturla_attuale
Sturla Sturla
Legend
EG Q200
WS Q200
Crit Q200
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
35
30
25
20
15
10
5
0
50
100
150
200
250
300
350
400
4
4.5
5
6
7
7.5
8
9.1
9.2
9.32
9.33
10
10.5
11
12
13

HEC-RAS Plan: Def_att River: Sturla Reach: Sturla Profile: Q200

| Reach | River Sta | Q Total | Cum Ch Len | Min Ch El | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area | Top Width | Froude # Chl | LOB Elev | ROB Elev | L. Freeboard | Vel Head |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m2) | (m) | | (m) | (m) | (m) | (m) |
| Sturla | 13 | 300.00 | 350.49 | 11.75 | 15.59 | 15.44 | 16.88 | 0.007077 | 5.02 | 59.74 | 20.02 | 0.93 | 15.80 | 16.12 | 0.21 | 1.28 |
| Sturla | 12 | 300.00 | 324.00 | 11.55 | 15.52 | 15.25 | 16.66 | 0.006068 | 4.73 | 63.41 | 21.48 | 0.88 | 15.97 | 15.63 | 0.45 | 1.14 |
| Sturla | 11 | 300.00 | 291.90 | 11.36 | 15.49 | 14.95 | 16.43 | 0.004505 | 4.29 | 69.90 | 22.86 | 0.78 | 15.60 | 15.72 | 0.11 | 0.94 |
| Sturla | 10.5 | 300.00 | 267.19 | 11.05 | 15.59 | 14.58 | 16.26 | 0.002992 | 3.67 | 84.58 | 31.45 | 0.63 | 15.19 | 17.12 | -0.40 | 0.68 |
| Sturla | 10 | 300.00 | 252.05 | 10.95 | 15.57 | 14.40 | 16.21 | 0.002528 | 3.56 | 86.40 | 26.25 | 0.58 | 14.85 | 17.00 | -0.72 | 0.64 |
| Sturla | 9.33 | 300.00 | 235.03 | 10.10 | 15.39 | 14.35 | 16.15 | 0.002923 | 3.94 | 81.19 | 27.62 | 0.63 | 14.35 | 18.25 | -1.04 | 0.76 |
| Sturla | 9.32 | 300.00 | 228.12 | 10.29 | 15.52 | 14.33 | 16.07 | 0.001851 | 3.42 | 99.82 | 35.38 | 0.54 | 14.22 | 12.55 | -1.30 | 0.55 |
| Sturla | 9.31 | 300.00 | 219.62 | 10.48 | 15.48 | 14.32 | 16.05 | 0.002094 | 3.45 | 96.68 | 34.96 | 0.54 | 14.21 | 14.50 | -1.27 | 0.57 |
| Sturla | 9.2 | 300.00 | 216.51 | 10.25 | 15.54 | 13.98 | 16.02 | 0.001624 | 3.18 | 106.07 | 36.26 | 0.48 | 14.21 | 14.25 | -1.33 | 0.47 |
| Sturla | 9.15 | Bridge | | | | | | | | | | | | | | |
| Sturla | 9.1 | 300.00 | 210.40 | 10.25 | 13.98 | 13.98 | 15.47 | 0.008008 | 5.41 | 55.44 | 18.54 | 1.00 | 14.21 | 14.25 | 0.23 | 1.49 |
| Sturla | 9 | 300.00 | 206.54 | 10.26 | 13.60 | 13.87 | 15.41 | 0.010563 | 5.96 | 50.33 | 17.94 | 1.14 | 13.73 | 14.24 | 0.13 | 1.81 |
| Sturla | 8 | 300.00 | 203.03 | 10.00 | 13.30 | 13.82 | 15.34 | 0.012878 | 6.33 | 47.38 | 19.47 | 1.28 | 13.23 | 14.68 | -0.07 | 2.04 |
| Sturla | 7.5 | 300.00 | 170.20 | 9.13 | 14.20 | 13.28 | 14.93 | 0.003020 | 3.79 | 80.11 | 22.75 | 0.64 | 12.72 | 14.25 | -1.48 | 0.73 |
| Sturla | 7 | 300.00 | 138.19 | 9.35 | 13.07 | 13.07 | 14.69 | 0.008465 | 5.64 | 53.21 | 16.40 | 1.00 | 17.20 | 14.05 | 4.13 | 1.62 |
| Sturla | 6 | 300.00 | 113.07 | 9.02 | 11.81 | 12.56 | 14.30 | 0.017817 | 6.99 | 42.92 | 20.10 | 1.53 | 13.02 | 13.50 | 1.21 | 2.49 |
| Sturla | 5 | 300.00 | 94.77 | 8.18 | 12.86 | 12.48 | 13.94 | 0.005414 | 4.60 | 65.17 | 20.72 | 0.83 | 15.14 | 13.23 | 2.28 | 1.08 |
| Sturla | 4.5 | 300.00 | 74.04 | 8.77 | 13.13 | 12.15 | 13.72 | 0.002288 | 3.56 | 97.43 | 43.82 | 0.58 | 11.36 | 12.46 | -1.77 | 0.59 |
| Sturla | 4 | 300.00 | 51.68 | 8.43 | 12.55 | 12.55 | 13.60 | 0.004714 | 4.65 | 71.31 | 42.84 | 0.79 | 11.21 | 12.40 | -1.34 | 1.06 |
| Sturla | 3 | 300.00 | | 8.00 | 12.13 | 10.83 | 12.77 | 0.002670 | 3.54 | 84.85 | 20.94 | 0.56 | 13.30 | 14.00 | 1.17 | 0.64 |

# ALLEGATO 2A

# STATO DI PROGETTO

## Planimetria delle sezioni idrauliche

**LEGENDA**

- LIMITE DEMANIALE
- SPONDE DI PROGETTO
- SEZIONI IDRAULICHE DI PROGETTO
- OPERE IN PROGETTO




ALLEGATO 2A

Planimetria delle sezioni idrauliche

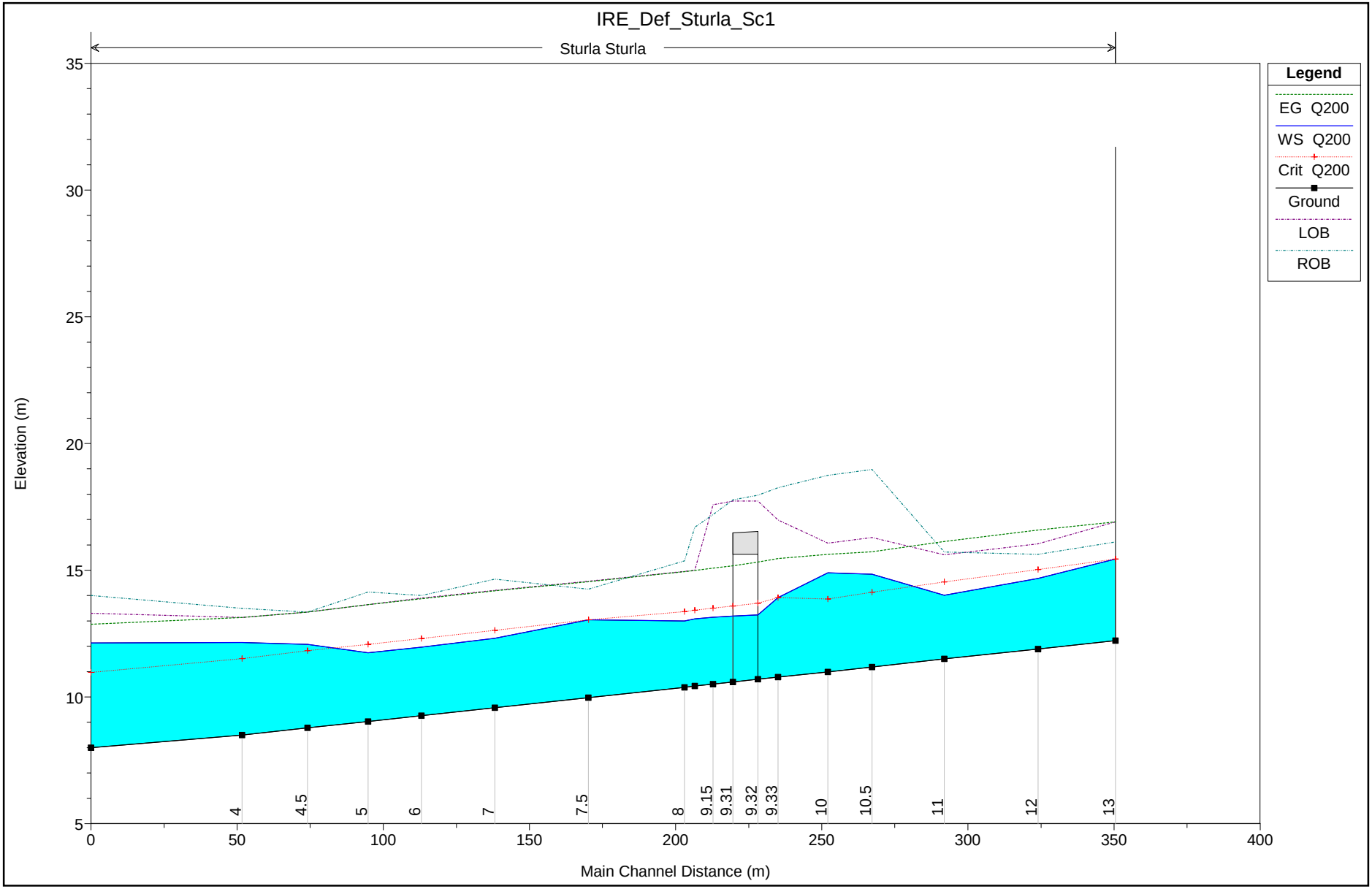
Stato di progetto

# ALLEGATO 2B

# STATO DI PROGETTO

## Profilo Q200

## Tabella Q200


IRE_Def_Sturla_Sc1
Sturla Sturla
Legend
EG Q200
WS Q200
Crit Q200
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
35
30
25
20
15
10
5
0
50
100
150
200
250
300
350
400
4
4.5
5
6
7
7.5
8
9.15
9.31
9.32
9.33
10
10.5
11
12
13

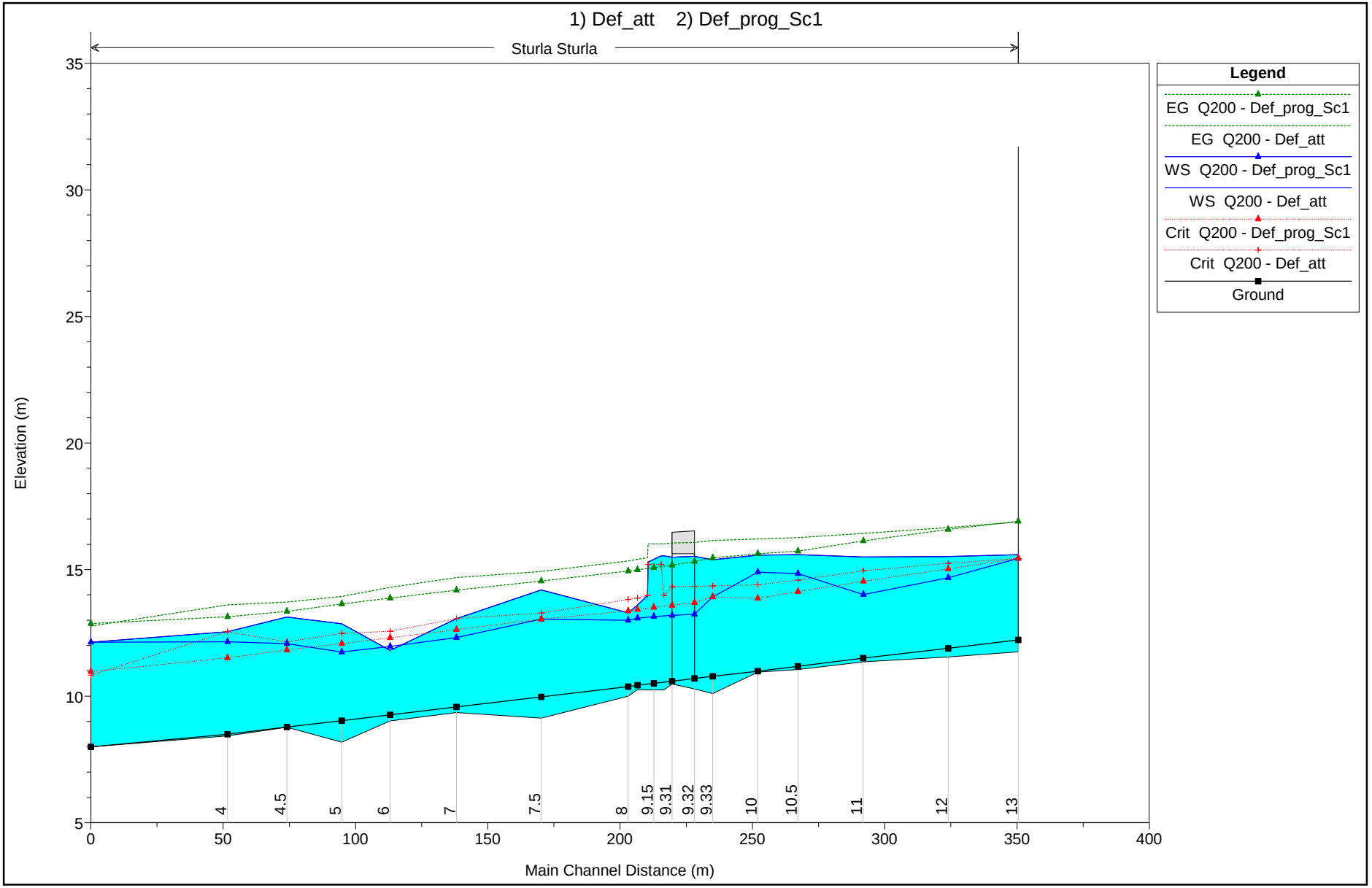
HEC-RAS Plan: Def_prog_Sc1 River: Sturla Reach: Sturla Profile: Q200

| Reach | River Sta | Q Total | Cum Ch Len | Min Ch El | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area | Top Width | Froude # Chl | LOB Elev | ROB Elev | L. Freeboard | Vel Head |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m2) | (m) | | (m) | (m) | (m) | (m) |
| Sturla | 13 | 300.00 | 350.49 | 12.22 | 15.45 | 15.45 | 16.91 | 0.008768 | 5.35 | 56.03 | 19.17 | 1.00 | 16.91 | 16.12 | 1.46 | 1.46 |
| Sturla | 12 | 300.00 | 324.00 | 11.89 | 14.67 | 15.03 | 16.59 | 0.012459 | 6.13 | 48.95 | 18.59 | 1.21 | 16.04 | 15.63 | 1.37 | 1.91 |
| Sturla | 11 | 300.00 | 291.90 | 11.50 | 14.02 | 14.54 | 16.13 | 0.014883 | 6.45 | 46.54 | 19.42 | 1.33 | 15.61 | 15.72 | 1.59 | 2.12 |
| Sturla | 10.5 | 300.00 | 267.19 | 11.18 | 14.84 | 14.13 | 15.73 | 0.004278 | 4.18 | 71.80 | 20.49 | 0.71 | 16.29 | 18.98 | 1.45 | 0.89 |
| Sturla | 10 | 300.00 | 252.05 | 10.99 | 14.90 | 13.87 | 15.62 | 0.003232 | 3.76 | 79.78 | 21.16 | 0.62 | 16.07 | 18.75 | 1.17 | 0.72 |
| Sturla | 9.33 | 325.00 | 235.03 | 10.78 | 13.92 | 13.92 | 15.46 | 0.008408 | 5.48 | 59.26 | 19.38 | 1.00 | 16.98 | 18.26 | 3.06 | 1.53 |
| Sturla | 9.32 | 325.00 | 228.12 | 10.70 | 13.24 | 13.70 | 15.33 | 0.014380 | 6.40 | 50.79 | 20.00 | 1.28 | 15.63 | 15.63 | 2.39 | 2.09 |
| Sturla | 9.31 | 325.00 | 219.62 | 10.59 | 13.19 | 13.59 | 15.18 | 0.013359 | 6.25 | 52.03 | 20.00 | 1.24 | 15.63 | 15.63 | 2.44 | 1.99 |
| Sturla | 9.15 | 325.00 | 212.78 | 10.51 | 13.15 | 13.51 | 15.08 | 0.012799 | 6.16 | 52.76 | 20.00 | 1.21 | 17.58 | 17.20 | 4.43 | 1.93 |
| Sturla | 9 | 325.00 | 206.54 | 10.43 | 13.08 | 13.43 | 14.99 | 0.012598 | 6.13 | 53.04 | 20.00 | 1.20 | 15.00 | 16.70 | 1.92 | 1.91 |
| Sturla | 8 | 325.00 | 203.03 | 10.38 | 13.00 | 13.37 | 14.95 | 0.012953 | 6.18 | 52.60 | 20.06 | 1.22 | 14.95 | 15.37 | 1.95 | 1.94 |
| Sturla | 7.5 | 325.00 | 170.20 | 9.97 | 13.04 | 13.04 | 14.55 | 0.008552 | 5.44 | 59.80 | 19.96 | 1.00 | 14.57 | 14.25 | 1.53 | 1.50 |
| Sturla | 7 | 325.00 | 138.19 | 9.58 | 12.32 | 12.63 | 14.19 | 0.012222 | 6.06 | 53.63 | 19.96 | 1.18 | 14.21 | 14.65 | 1.89 | 1.87 |
| Sturla | 6 | 325.00 | 113.07 | 9.26 | 11.97 | 12.31 | 13.87 | 0.012588 | 6.12 | 53.14 | 20.00 | 1.20 | 13.90 | 14.00 | 1.93 | 1.91 |
| Sturla | 5 | 325.00 | 94.77 | 9.03 | 11.74 | 12.08 | 13.64 | 0.012542 | 6.11 | 53.21 | 20.00 | 1.20 | 13.64 | 14.14 | 1.90 | 1.90 |
| Sturla | 4.5 | 325.00 | 74.04 | 8.78 | 12.07 | 11.83 | 13.35 | 0.006888 | 5.01 | 64.84 | 20.00 | 0.89 | 13.35 | 13.35 | 1.28 | 1.28 |
| Sturla | 4 | 325.00 | 51.68 | 8.50 | 12.15 | 11.51 | 13.14 | 0.004639 | 4.39 | 73.98 | 20.80 | 0.74 | 13.14 | 13.50 | 0.99 | 0.98 |
| Sturla | 3 | 325.00 | | 8.00 | 12.13 | 10.96 | 12.87 | 0.003090 | 3.81 | 85.25 | 20.94 | 0.60 | 13.30 | 14.00 | 1.17 | 0.74 |

# ALLEGATO 2C

# STATO DI PROGETTO

## Confronto profili Attuale / Progetto Scenario 1


1) Def_att 2) Def_prog_Sc1
Sturla Sturla
Legend
EG Q200 - Def_prog_Sc1
EG Q200 - Def_att
WS Q200 - Def_prog_Sc1
WS Q200 - Def_att
Crit Q200 - Def_prog_Sc1
Crit Q200 - Def_att
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
35
30
25
20
15
10
5
0
50
100
150
200
250
300
350
400
4
4.5
5
6
7
7.5
8
9.15
9.31
9.32
9.33
10
10.5
11
12
13

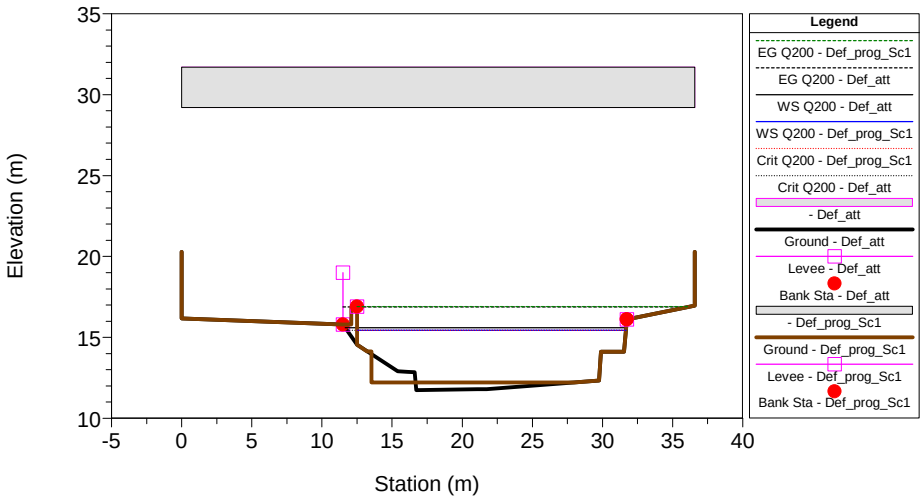
# ALLEGATO 2D

# STATO DI PROGETTO

## Confronto sezioni Attuale / Progetto Scenario 1

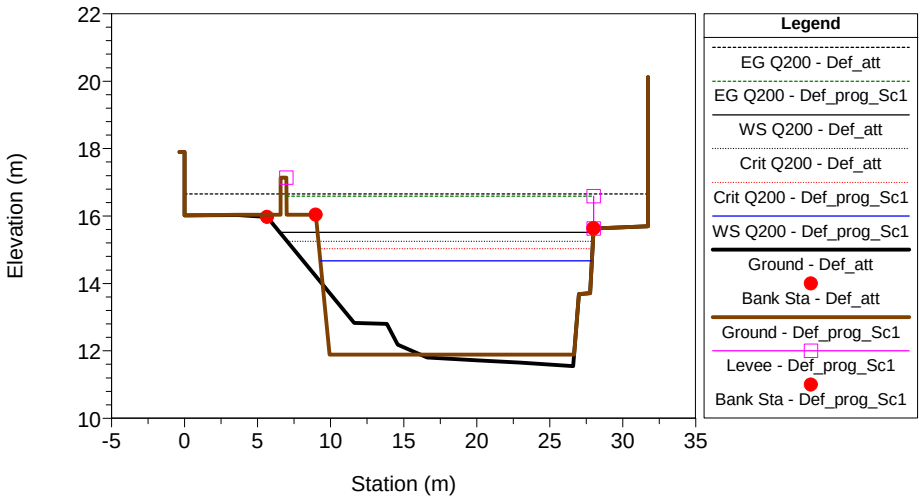
1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 13  13 - viadotto Co



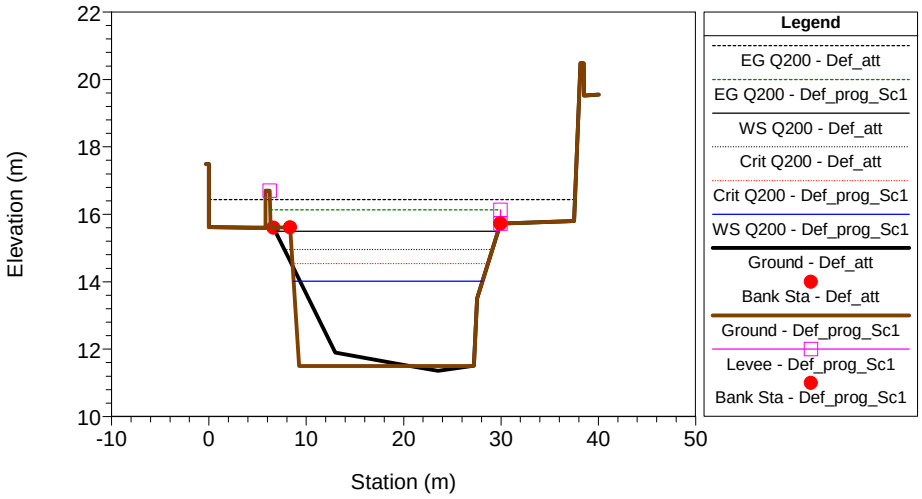

1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 12  12



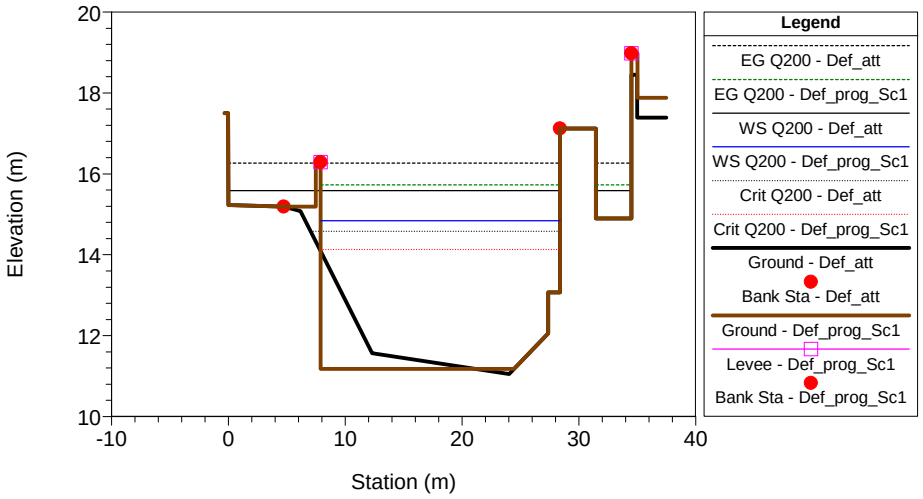

1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 11  11



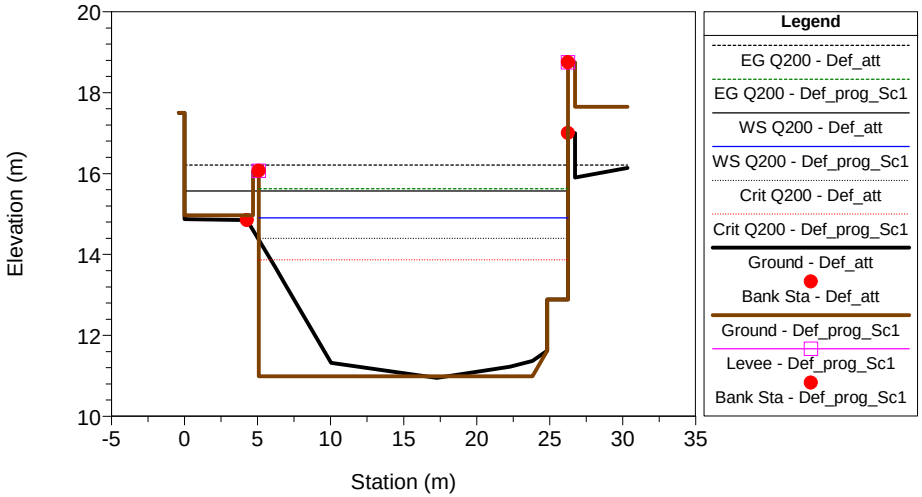

1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 10.5  10.5



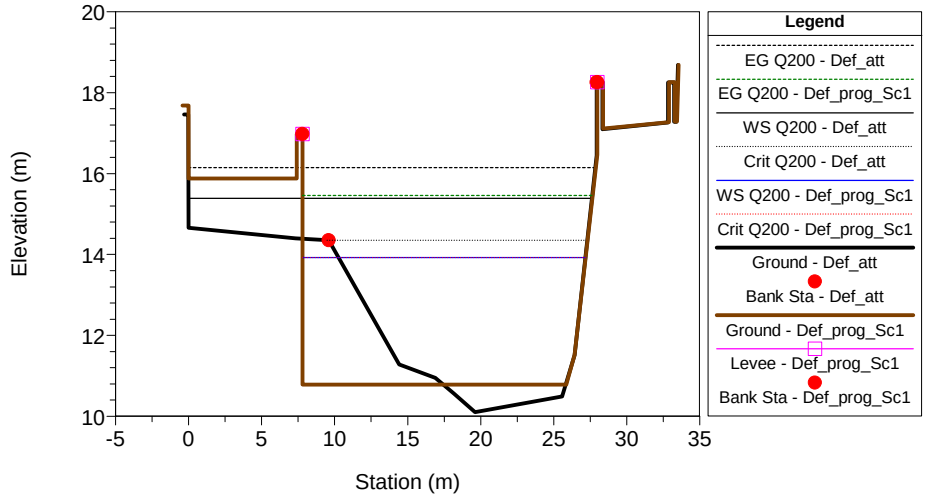
1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 10  10



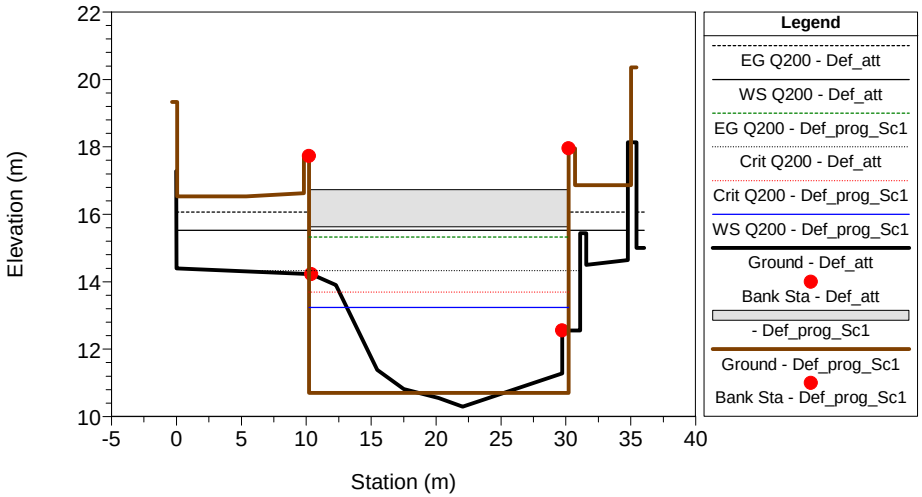

1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 9.33  9.33 - immission



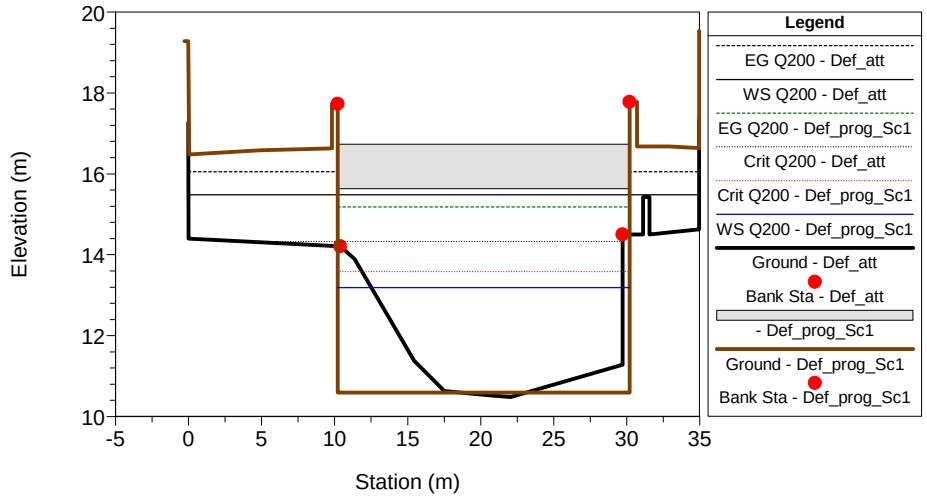

1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 9.32  9.32 - ponte via



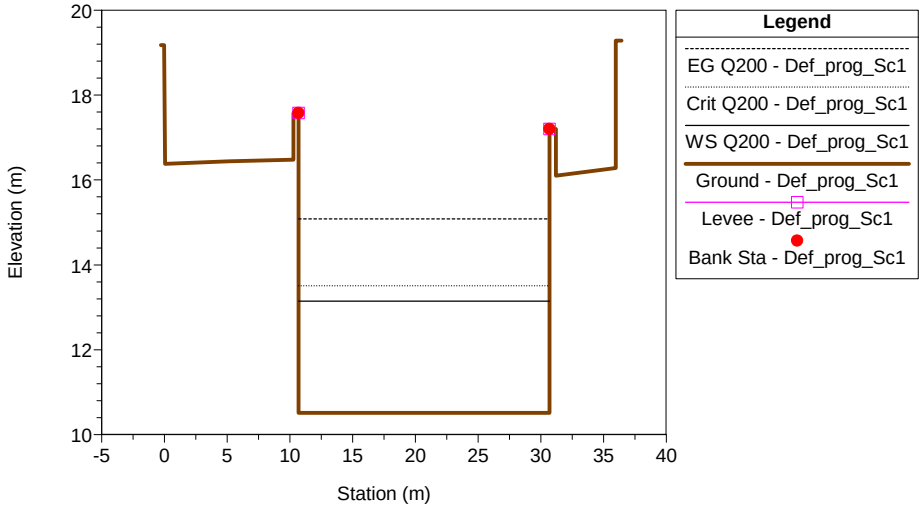

1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 9.31  9.31 - ponte via



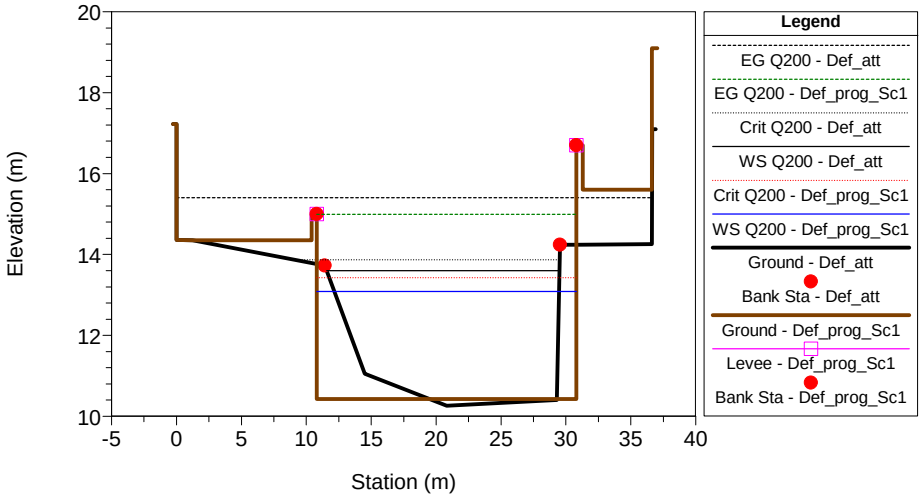
1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 9.15  9.15



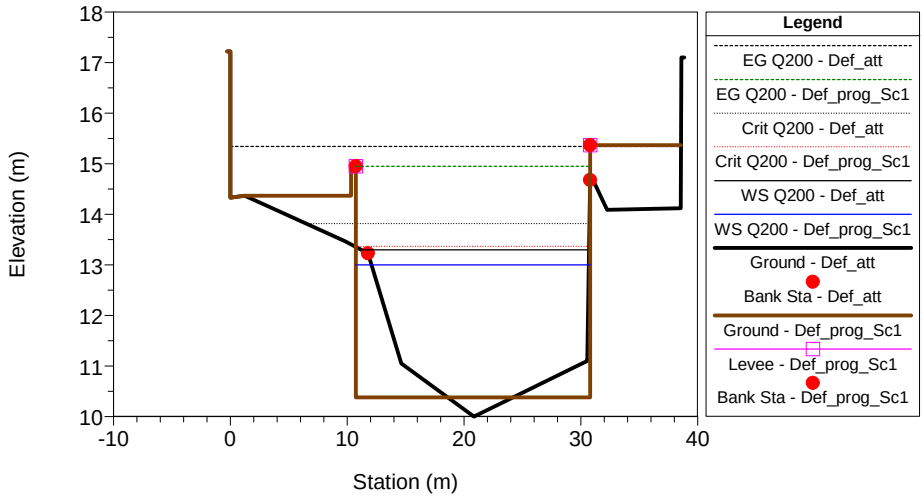

1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 9  9



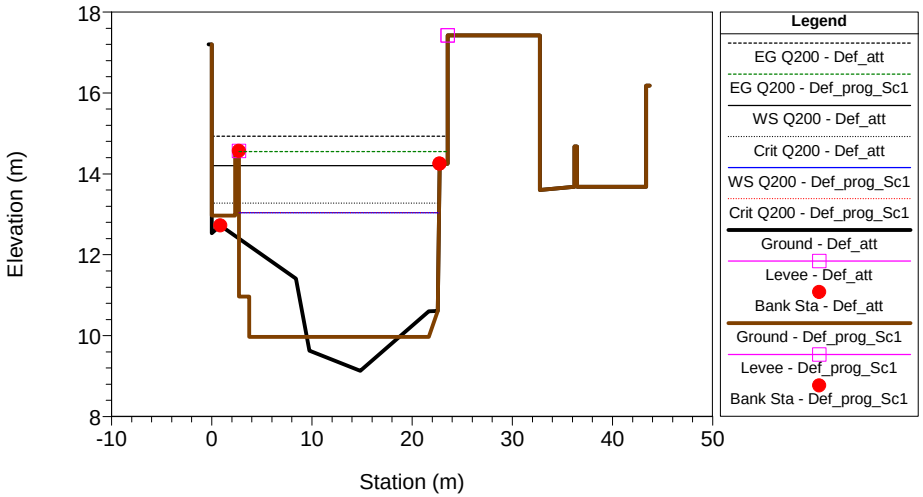

1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 8  8



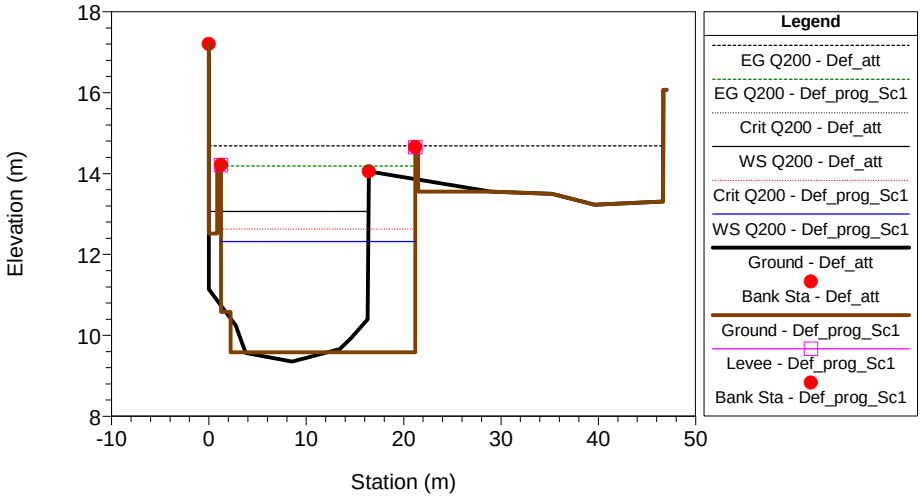

1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 7.5  7.5



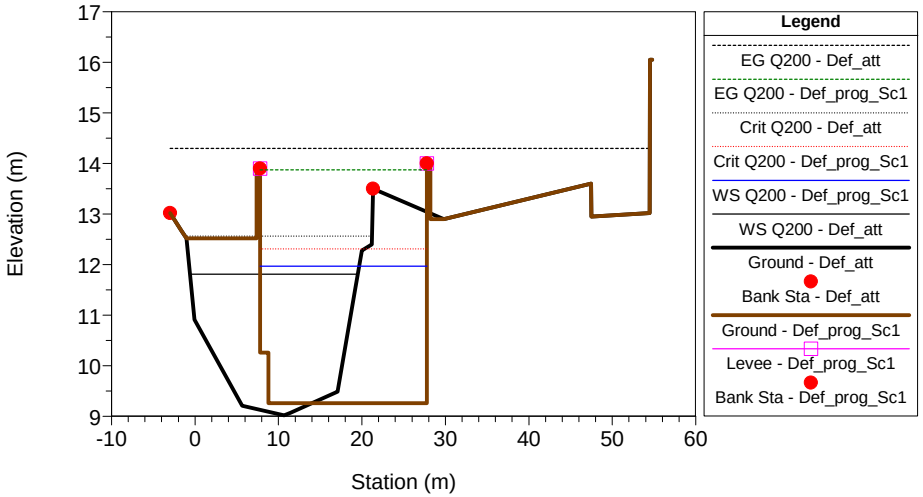
1) Def_prog_Sc1 2) Def_att

River = Sturla Reach = Sturla RS = 7 7



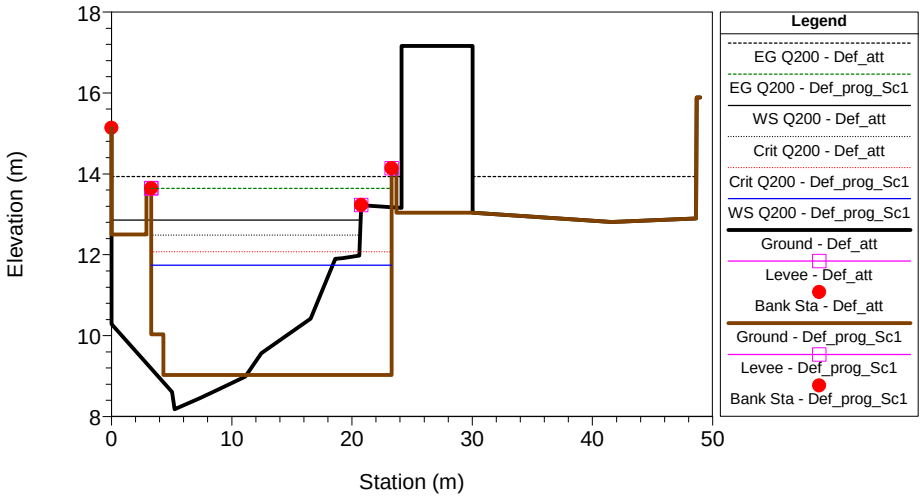

1) Def_prog_Sc1 2) Def_att

River = Sturla Reach = Sturla RS = 6 6



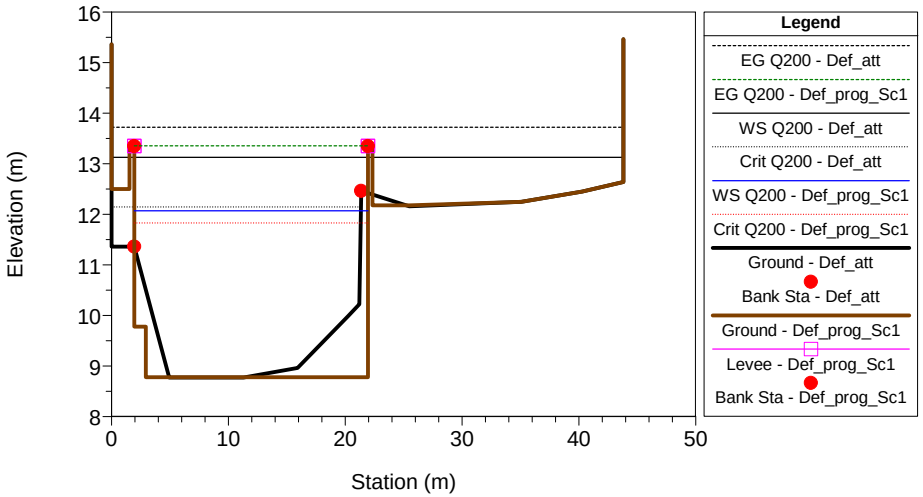

1) Def_prog_Sc1 2) Def_att

River = Sturla Reach = Sturla RS = 5 5



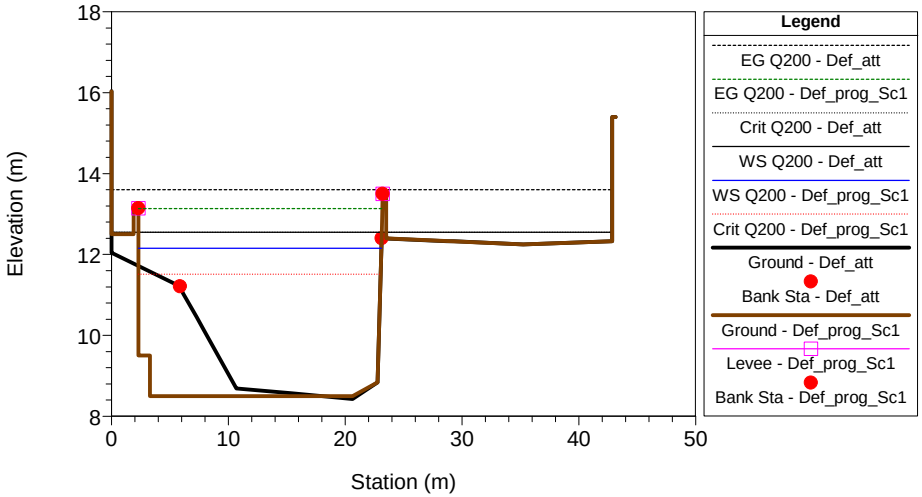

1) Def_prog_Sc1 2) Def_att

River = Sturla Reach = Sturla RS = 4.5 4.5



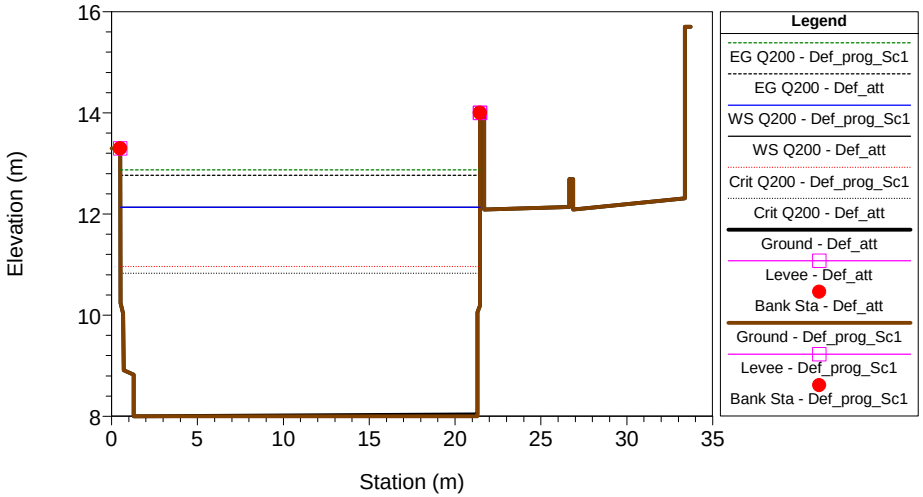
1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 4  4




1) Def_prog_Sc1  2) Def_att

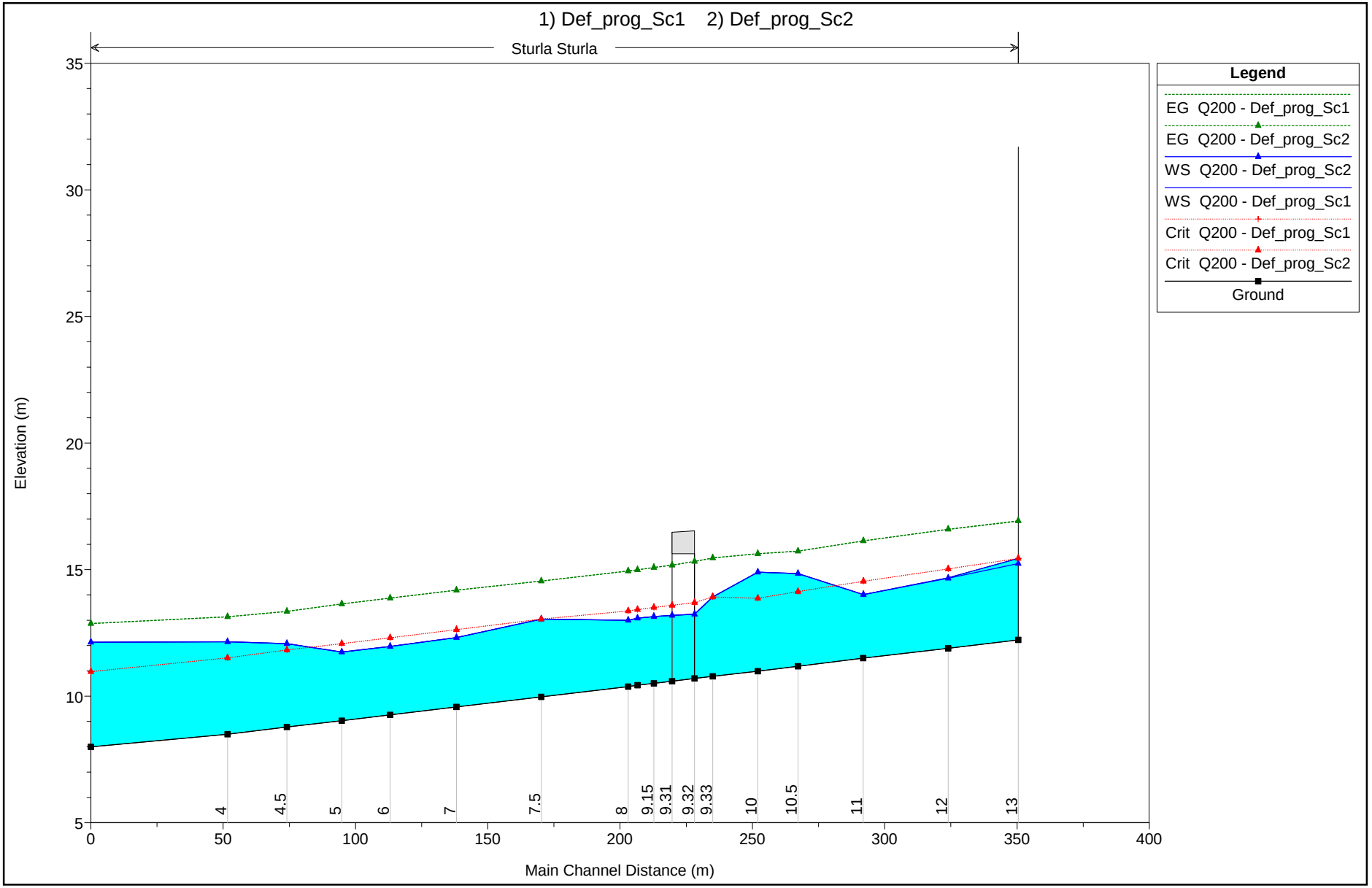
River = Sturla  Reach = Sturla  RS = 3  3



# ALLEGATO 2E

# STATO DI PROGETTO

## Confronto profili Progetto Scenario 1 / Scenario 2

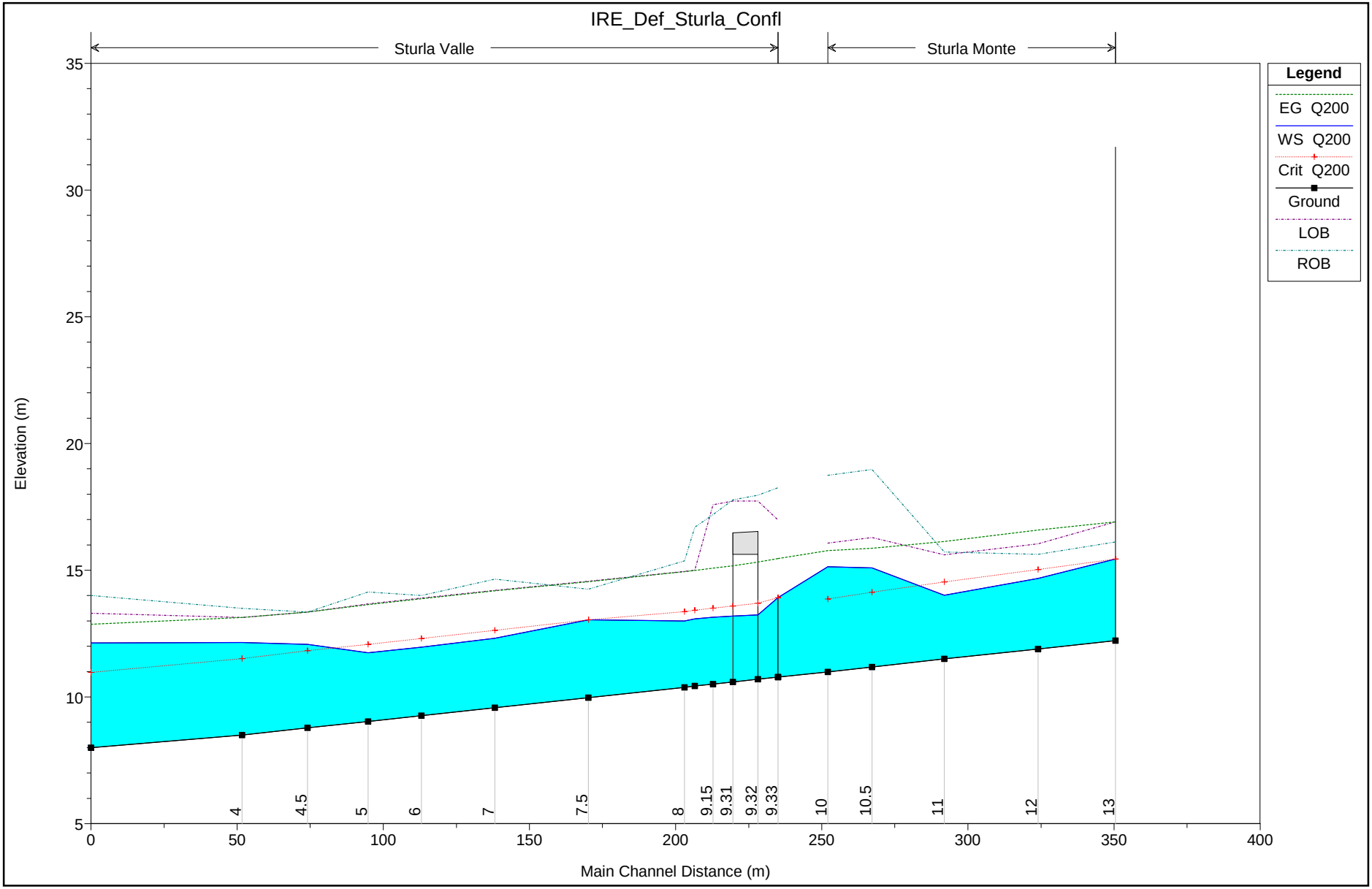

1) Def_prog_Sc1 2) Def_prog_Sc2
Sturla Sturla
Legend
EG Q200 - Def_prog_Sc1
EG Q200 - Def_prog_Sc2
WS Q200 - Def_prog_Sc2
WS Q200 - Def_prog_Sc1
Crit Q200 - Def_prog_Sc1
Crit Q200 - Def_prog_Sc2
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
35
30
25
20
15
10
5
0
50
100
150
200
250
300
350
400
4
4.5
5
6
7
7.5
8
9.15
9.31
9.32
9.33
10
10.5
11
12
13

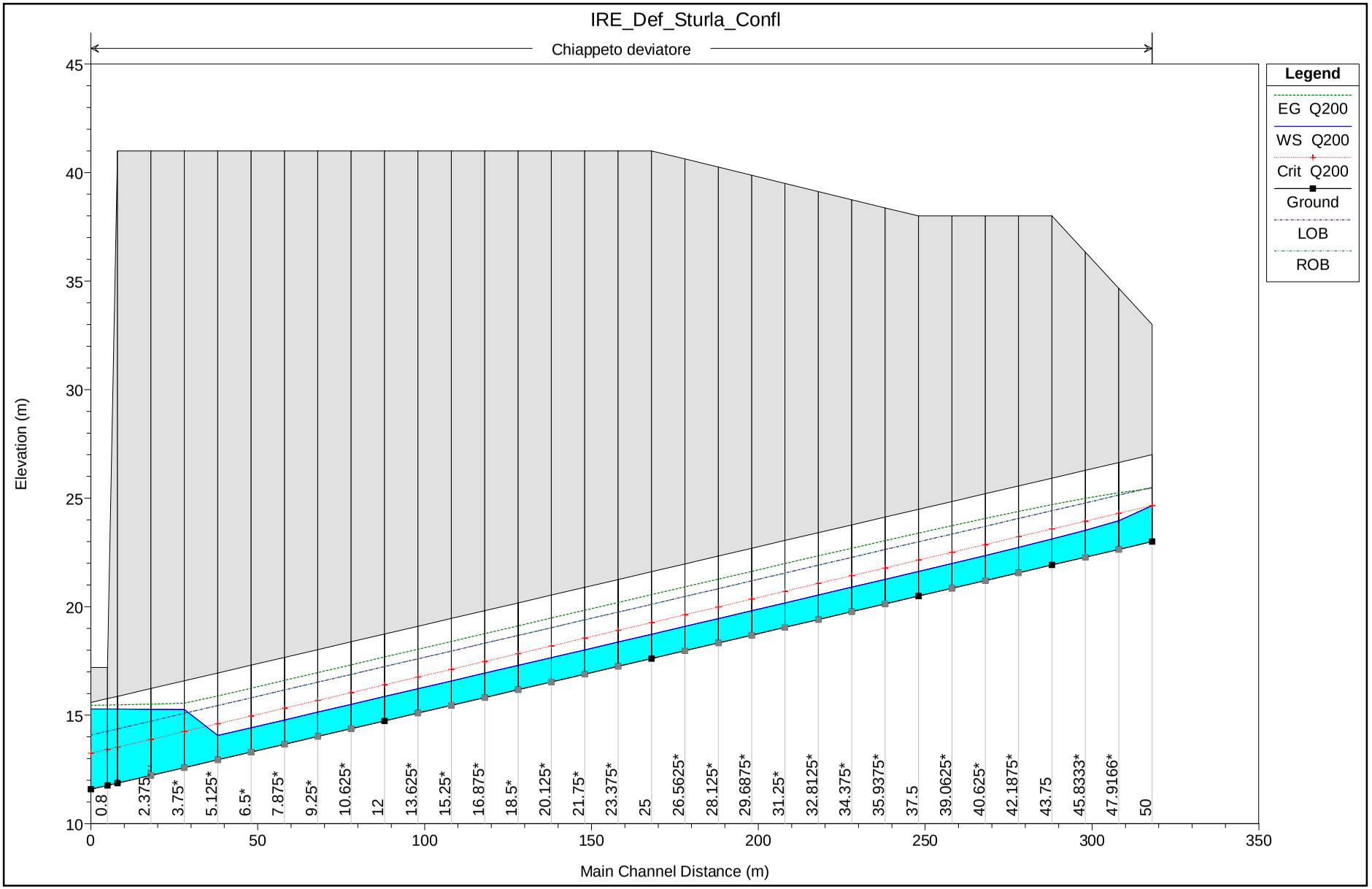
# ALLEGATO 3A

# CONFLUENZA

## Profilo Q200

## Tabella Q200


IRE_Def_Sturla_Confl
Sturla Valle
Sturla Monte
Legend
EG Q200
WS Q200
Crit Q200
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
35
30
25
20
15
10
5
0
50
100
150
200
250
300
350
400
4
4.5
5
6
7
7.5
8
9.15
9.31
9.32
9.33
10
10.5
11
12
13


IRE_Def_Sturla_Confl
Chiappeto deviatore
Legend
EG Q200
WS Q200
Crit Q200
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
45
40
35
30
25
20
15
10
0
50
100
150
200
250
300
350
0.8
2.375*
3.75*
5.125*
6.5*
7.875*
9.25*
10.625*
12
13.625*
15.25*
16.875*
18.5*
20.125*
21.75*
23.375*
25
26.5625*
28.125*
29.6875*
31.25*
32.8125*
34.375*
35.9375*
37.5
39.0625*
40.625*
42.1875*
43.75
45.8333*
47.9166*
50

HEC-RAS Plan: Confluenza Profile: Q200

| River | Reach | River Sta | Q Total | Cum Ch Len | Min Ch El | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area | Top Width | Froude # Chl | LOB Elev | ROB Elev | L. Freeboard | Vel Head |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m2) | (m) | | (m) | (m) | (m) | (m) |
| Sturla | Monte | 13 | 300.00 | 115.46 | 12.22 | 15.45 | 15.45 | 16.91 | 0.008768 | 5.35 | 56.03 | 19.17 | 1.00 | 16.91 | 16.12 | 1.46 | 1.46 |
| Sturla | Monte | 12 | 300.00 | 88.97 | 11.89 | 14.67 | 15.03 | 16.59 | 0.012459 | 6.13 | 48.95 | 18.59 | 1.21 | 16.04 | 15.63 | 1.37 | 1.91 |
| Sturla | Monte | 11 | 300.00 | 56.87 | 11.50 | 14.02 | 14.54 | 16.13 | 0.014883 | 6.45 | 46.54 | 19.42 | 1.33 | 15.61 | 15.72 | 1.59 | 2.12 |
| Sturla | Monte | 10.5 | 300.00 | 32.16 | 11.18 | 15.09 | 14.13 | 15.87 | 0.003482 | 3.90 | 76.94 | 20.49 | 0.64 | 16.29 | 18.98 | 1.20 | 0.77 |
| Sturla | Monte | 10 | 300.00 | 17.02 | 10.99 | 15.14 | 13.87 | 15.78 | 0.002695 | 3.54 | 84.80 | 21.16 | 0.56 | 16.07 | 18.75 | 0.93 | 0.64 |
| Sturla | Valle | 9.33 | 325.00 | 235.03 | 10.78 | 13.92 | 13.92 | 15.46 | 0.008408 | 5.48 | 59.26 | 19.38 | 1.00 | 16.98 | 18.26 | 3.06 | 1.53 |
| Sturla | Valle | 9.32 | 325.00 | 228.12 | 10.70 | 13.24 | 13.70 | 15.33 | 0.014380 | 6.40 | 50.79 | 20.00 | 1.28 | 15.63 | 15.63 | 2.39 | 2.09 |
| Sturla | Valle | 9.31 | 325.00 | 219.62 | 10.59 | 13.19 | 13.59 | 15.18 | 0.013359 | 6.25 | 52.03 | 20.00 | 1.24 | 15.63 | 15.63 | 2.44 | 1.99 |
| Sturla | Valle | 9.15 | 325.00 | 212.78 | 10.51 | 13.15 | 13.51 | 15.08 | 0.012799 | 6.16 | 52.76 | 20.00 | 1.21 | 17.58 | 17.20 | 4.43 | 1.93 |
| Sturla | Valle | 9 | 325.00 | 206.54 | 10.43 | 13.08 | 13.43 | 14.99 | 0.012598 | 6.13 | 53.04 | 20.00 | 1.20 | 15.00 | 16.70 | 1.92 | 1.91 |
| Sturla | Valle | 8 | 325.00 | 203.03 | 10.38 | 13.00 | 13.37 | 14.95 | 0.012953 | 6.18 | 52.60 | 20.06 | 1.22 | 14.95 | 15.37 | 1.95 | 1.94 |
| Sturla | Valle | 7.5 | 325.00 | 170.20 | 9.97 | 13.04 | 13.04 | 14.55 | 0.008552 | 5.44 | 59.80 | 19.96 | 1.00 | 14.57 | 14.25 | 1.53 | 1.50 |
| Sturla | Valle | 7 | 325.00 | 138.19 | 9.58 | 12.32 | 12.63 | 14.19 | 0.012222 | 6.06 | 53.63 | 19.96 | 1.18 | 14.21 | 14.65 | 1.89 | 1.87 |
| Sturla | Valle | 6 | 325.00 | 113.07 | 9.26 | 11.97 | 12.31 | 13.87 | 0.012588 | 6.12 | 53.14 | 20.00 | 1.20 | 13.90 | 14.00 | 1.93 | 1.91 |
| Sturla | Valle | 5 | 325.00 | 94.77 | 9.03 | 11.74 | 12.08 | 13.64 | 0.012542 | 6.11 | 53.21 | 20.00 | 1.20 | 13.67 | 14.14 | 1.93 | 1.90 |
| Sturla | Valle | 4.5 | 325.00 | 74.04 | 8.78 | 12.07 | 11.83 | 13.35 | 0.006888 | 5.01 | 64.84 | 20.00 | 0.89 | 13.35 | 13.35 | 1.28 | 1.28 |
| Sturla | Valle | 4 | 325.00 | 51.68 | 8.50 | 12.15 | 11.51 | 13.14 | 0.004639 | 4.39 | 73.98 | 20.80 | 0.74 | 13.14 | 13.50 | 0.99 | 0.98 |
| Sturla | Valle | 3 | 325.00 | | 8.00 | 12.13 | 10.96 | 12.87 | 0.003090 | 3.81 | 85.25 | 20.94 | 0.60 | 13.30 | 14.00 | 1.17 | 0.74 |
| Chiappeto | deviatore | 50 | 25.00 | 320.00 | 23.00 | 24.66 | 24.66 | 25.45 | 0.011159 | 3.94 | 6.34 | 4.00 | 1.00 | 25.50 | 25.50 | 0.84 | 0.79 |
| Chiappeto | deviatore | 43.75 | 25.00 | 290.00 | 21.92 | 23.12 | 23.58 | 24.70 | 0.029320 | 5.58 | 4.48 | 4.00 | 1.68 | 24.42 | 24.42 | 1.30 | 1.58 |
| Chiappeto | deviatore | 37.5 | 25.00 | 250.00 | 20.49 | 21.63 | 22.15 | 23.39 | 0.034093 | 5.88 | 4.25 | 4.00 | 1.82 | 22.99 | 22.99 | 1.36 | 1.76 |
| Chiappeto | deviatore | 25 | 25.00 | 170.00 | 17.61 | 18.73 | 19.27 | 20.55 | 0.035856 | 5.98 | 4.18 | 4.00 | 1.87 | 20.11 | 20.11 | 1.38 | 1.82 |
| Chiappeto | deviatore | 12 | 25.00 | 90.00 | 14.74 | 15.86 | 16.40 | 17.68 | 0.035712 | 5.98 | 4.18 | 4.00 | 1.86 | 17.24 | 17.24 | 1.38 | 1.82 |
| Chiappeto | deviatore | 1 | 25.00 | 10.00 | 11.87 | 15.29 | 13.53 | 15.48 | 0.001889 | 1.94 | 12.87 | 2.84 | 0.34 | 14.37 | 14.37 | -0.91 | 0.19 |
| Chiappeto | deviatore | 0.8 | 25.00 | 7.00 | 11.76 | 15.29 | 13.42 | 15.47 | 0.001838 | 1.90 | 13.15 | 2.53 | 0.32 | 14.26 | 14.26 | -1.02 | 0.18 |
| Chiappeto | deviatore | 0.5 | 25.00 | 2.00 | 11.59 | 15.28 | 13.25 | 15.46 | 0.001788 | 1.85 | 13.55 | 2.02 | 0.31 | 14.09 | 14.09 | -1.19 | 0.17 |