COMUNE DI S. STEFANO AL MARE
C.A.P. 18010
Cod. Fisc.: 002 475 600 84
PROVINCIA DI IMPERIA
☎ 0184 / 48.64.88
Fax 0184 / 48.68.20

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ATTUALE DEL RIO TORRE NEL CENTRO ABIT DI SANTO STEFANO AL MARE

TIZIANO DE SILVESTRI
25.07.2025 11:53:20 GMT+01:00

CUP: D35H17000070001

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA-IDRAULICA

AGGIORNAMENTO LUGLIO 2025

Il Tecnico Incaricato

Ing. Tiziano DE SILVESTRI

1. PREMESSA

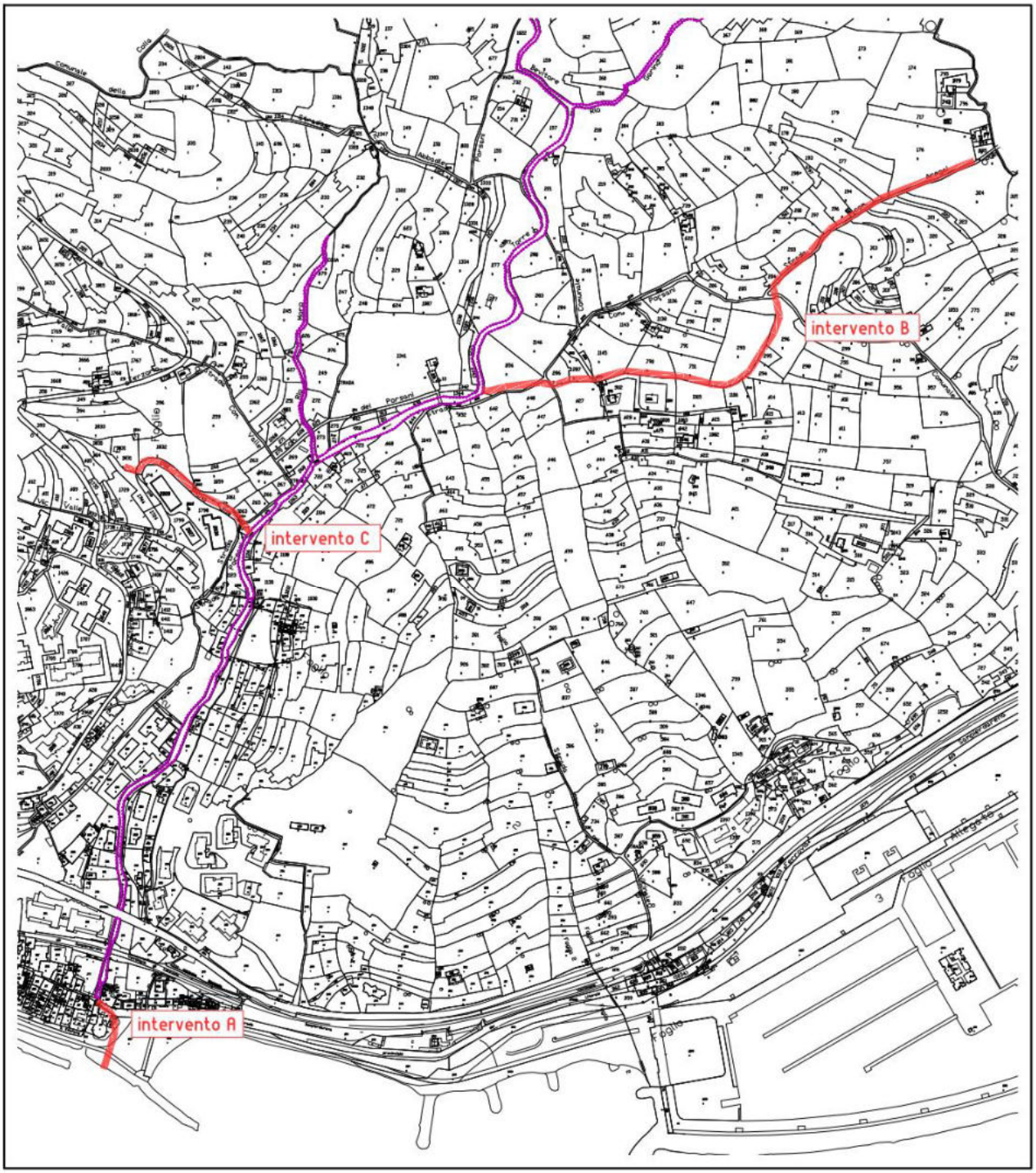
L'Amministrazione Comunale di Santo Stefano al mare nel 2016, con la Dgc. 125/2016, avente ad oggetto "*POR FESR Liguria 2014/2020 - Intervento di mitigazione del rischio idrogeologico attuale del Rio Torre nel centro abitato di Santo Stefano al Mare - Approvazione progetto in linea tecnica per partecipazione*" ha avviato le procedure per eseguire interventi di miglioramento e di mitigazione del rischio idraulico nel bacino del Rio Torre, classificato ad elevato rischio idraulico e soggetto a numerosi allagamenti negli anni, con danni alle strutture pubbliche e private.

Una costante ed attenta attività di programmazione ha permesso al Comune di acquisire una disponibilità finanziaria per l'esecuzione delle opere necessarie, suddivida in due interventi come di seguito indicati:

- "**INTERVENTO DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ATTUALE DEL RIO TORRE NEL CENTRO ABITATO DI SANTO STEFANO AL MARE - PRIMO LOTTO, FOCE",** del costo complessivo di € 1.515.000. Detto intervento è stato finanziato con DGR 1134 (***Regione Liguria***) di rimodulazione degli importi degli interventi individuati con la precedente DGR 236/2022 "D.P.C.M.18 giugno 2021- art. 1, c. 8 Approvazione elenco interventi finalizzati al recupero ed al miglioramento della funzionalità idraulica dei reticoli idrografici, con particolare riferimento ad interventi in aree particolarmente vulnerabili per la salvaguardia della pubblica e privata incolumità"
- "**INTERVENTO DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ATTUALE DEL RIO TORRE NEL CENTRO ABITATO DI SANTO STEFANO AL MARE - SECONDO LOTTO, TRATTO DI MONTE",** del costo complessivo di 1'300,000,00€, relativo alla categoria A (*messa in sicurezza del territorio a rischio idrogeologico*) - finanziato con ***Decreto del Ministero dell'Interno*** del 19 maggio 2023 (GU 169 del 21/07/2023).

L'opera di mitigazione del rischio proposta è stata, pertanto, suddivisa, per una migliore comprensione, in tre interventi di cui due finanziati ed uno ancora da finanziare, così riepilogati:

INTERVENTO A - Intervento finanziato da Regio Liguria - 1°Lotto
INTERVENTO B - Intervento finanziato da Ministero dell'Interno Medie Opere - 2°Lotto
INTERVENTO C - Intervento da finanziare



Si osservi che la modellazione idraulica alla base della progettazione dei n°3 interventi di cui sopra è univoca rispetto all'intero tratto di studio.

2. PIANIFICAZIONE IDRAULICA E RISCHIO IDRAULICO

2.1. Evoluzione della normativa idraulica: Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)

Con deliberazione n. 39 del 28 marzo 2024, la Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ha adottato, ai sensi degli articoli 66, 67 e 68 del D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152, il "Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica" (PAI dissesti). Il PAI dissesti contiene una disciplina unica applicabile all'intero

territorio distrettuale e un quadro della pericolosità geomorfologica omogeneo e aggiornato, anche sotto il profilo delle classi di pericolosità, alla scala dell'intero territorio distrettuale.

Contestualmente all'adozione del PAI dissesti, al fine di garantire un'adeguata tutela del territorio e disciplinare il periodo transitorio nelle more dell'approvazione del PAI, con deliberazione n. 40 del 28 marzo 2024, la Conferenza Istituzionale Permanente ha adottato, ai sensi degli articoli 65 comma 7 e 8 e 67 comma 1 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, specifiche misure di salvaguardia. Tali misure sono entrate in vigore, per l'intero territorio distrettuale, il giorno 8 aprile 2024, data di pubblicazione dell'avviso di adozione sulla Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana e resteranno in vigore fino all'approvazione del PAI dissesti che avverrà con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri ai sensi dell'art. 57 del d.lgs. 152/2006 ed alla conseguente pubblicazione del D.P.C.M. sulla Gazzetta Ufficiale e, comunque, per un periodo non superiore a tre anni.

Ai sensi dell'art. 2 c. 1 della Delibera della C.LP. dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 40/2024, a far data dall'8/04/2024, trovano applicazione le mappe di cui all'art. 6 della disciplina di Piano del PAI distrettuale che, dalla medesima data, sostituiscono quelle dei PAI vigenti, in particolare le mappe di cui all'art. 6 c. 1 della disciplina del PAI dissesti costituiscono il riferimento cartografico unico in materia di pericolosità da dissesti di natura geomorfologica. Ai sensi dell'art. 4 della Delibera CIP 40/2024, nelle more dell'emanazione delle disposizioni regionali di attuazione in campo urbanistico, continuano a trovare applicazione le disposizioni dei PAI vigenti e le ulteriori disposizioni regionali.

A far data dall'1/01/2024 i Piani di Bacino Stralcio sono superati dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni per quanto riguarda la disciplina dell'assetto idraulico. Le mappe della pericolosità di riferimento sono le mappe del PGRA *e, con l'intervenuta approvazione ed entrata in vigore, in data 17/07/2025, del regolamento regionale n. 1/2025 ex art. 91 c. 1 ter 2 della L.R. 18/1999 ha cessato di trovare applicazione la disciplina per l'assetto idraulico dei previgenti Piani Stralcio.*

Resta inteso che, per quanto sopra, a decorrere dal 1° gennaio 2024, i Piani di Bacino Stralcio delle soppresse Autorità di Bacino sono superati per quanto riguarda la disciplina dell'assetto idraulico.

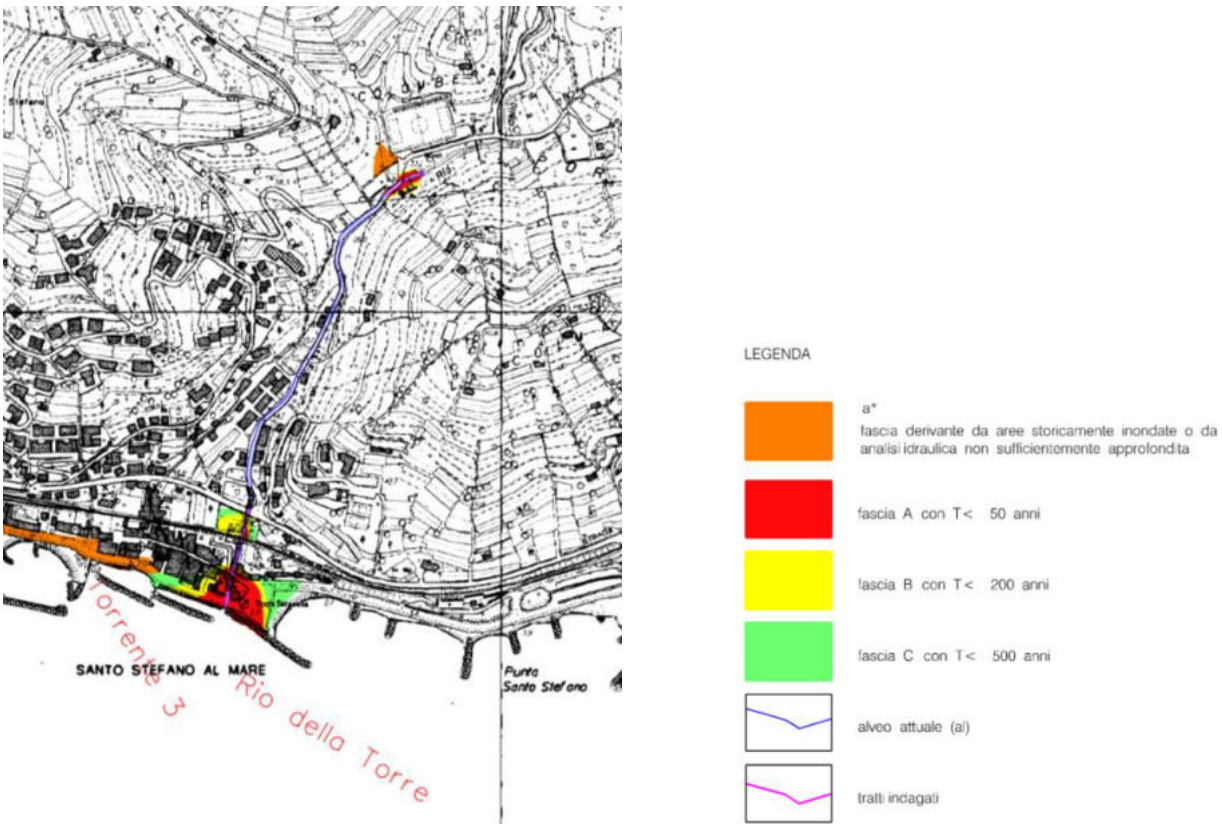
Con la DGR n. 1280 del 14 dicembre 2023 è stata approvata la nuova cartografia del Reticolo idrografico regionale che costituisce il nuovo riferimento cartografico univoco a livello regionale, periodicamente aggiornato, comportando il superamento della cartografia precedentemente adottata; pertanto, le carte del reticolo idrografico dei Piani di Bacino sono superate.

Tutto quanto suddetto, oltre a rappresentare un tentativo di porre ordine mentale nel quadro normativo complesso del settore in argomento ed in evoluzione, chiarisce il significato degli estratti cartografici di seguito riportati e relativi all'area in argomento, che comprendono ancora, solo per continuità, le previsioni dei superati PdB.

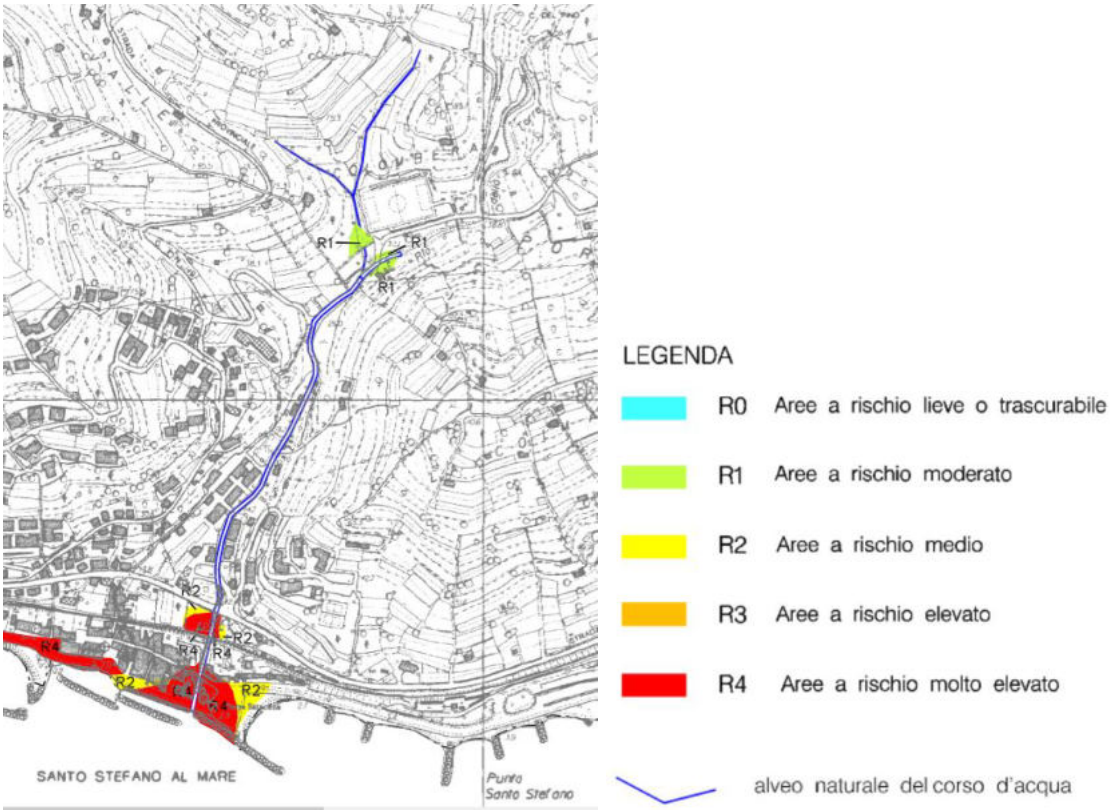
2.2. Piano di Bacino

Il Rio Torre di Santo Stefano al mare è inserito nel Piano di Bacino dei Rii Minori ed è stato approvato con DGP n. 93 del 16.02.2004; l'ultima variante è stata approvata con la DPP n. 83 del 25/06/2015. Di seguito si presentano le carte principali relative all'inondabilità dell'area e al rischio idraulico.

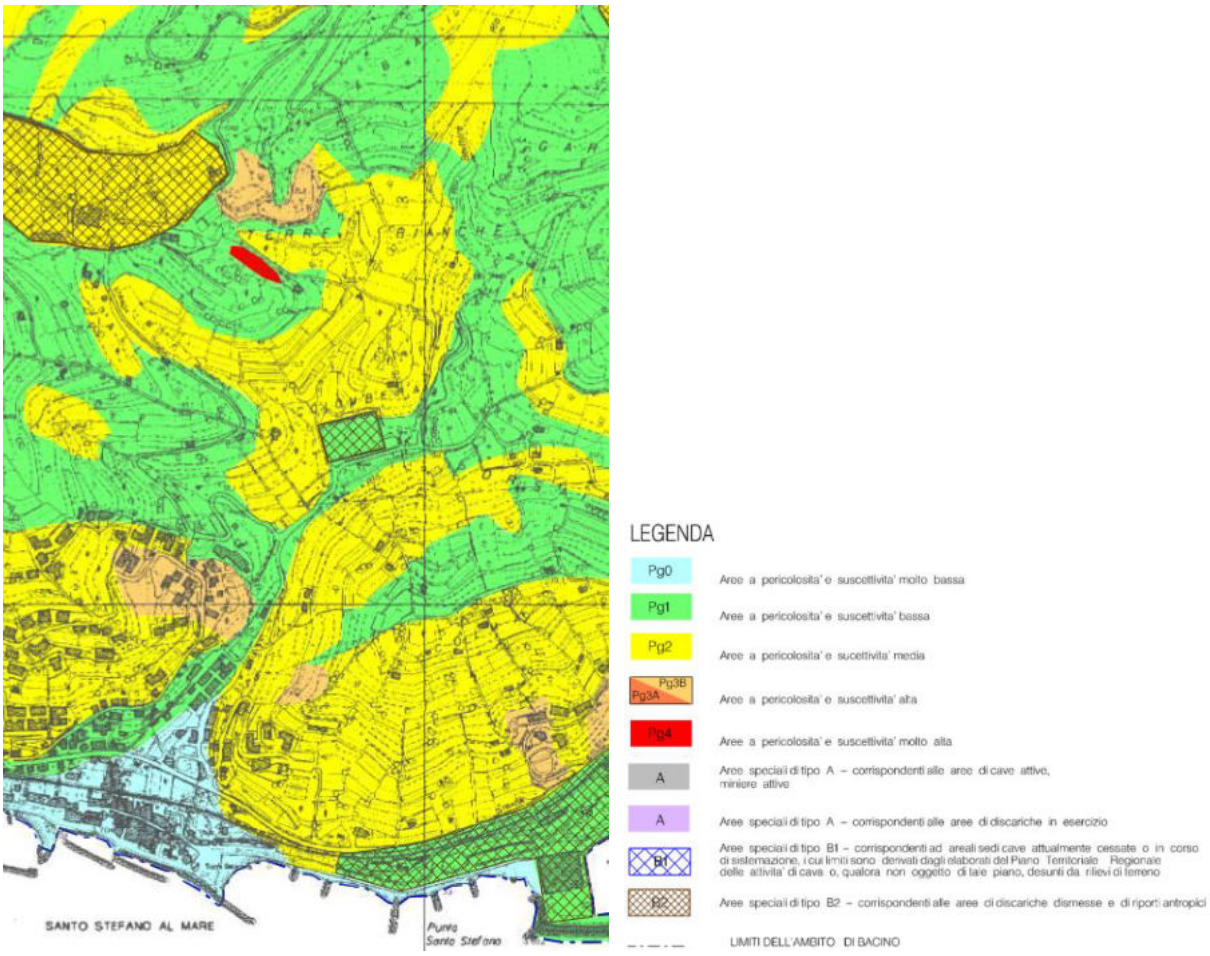
Emerge chiaramente l'elevato livello di rischio dell'area, specialmente nella parte prossima alla foce, in prossimità del centro storico, classificata in fascia A e a rischio molto elevato (R4).



estratto Carta delle Fasce di inondabilità



Estratto Carta del rischio idraulico



Estratto Carta della suscettività al dissesto dei versanti

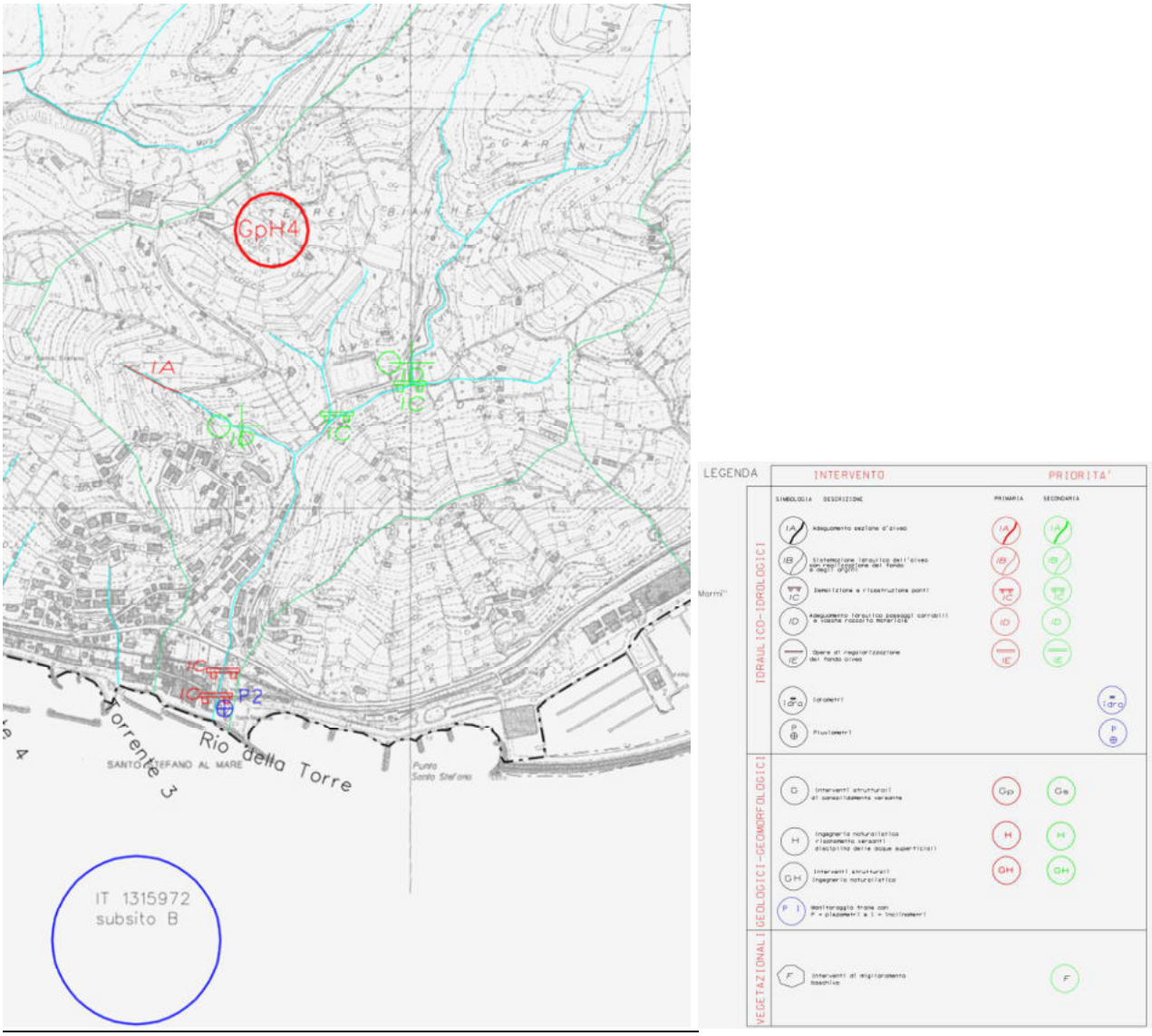
L'alveo del Rio Torre è in classe di suscettività molto bassa (Pg0) per il tratto prossimo alla foce e presenta comunque condizioni in sponda destra, in classe bassa (Pg1) ed in sponda sinistra in classe media (Pg2) proseguendo verso monte ma non si presentano generalmente condizioni particolari.

2.3. Piano degli interventi

Il Rio Torre è stato inserito nel Piano degli Interventi del Piano di Bacino dei Rii Minori:

Intervento	Sviluppo e/o ubicazione	Dimensioni e/o Caratteristiche	Priorità	Note	Costo Euro
IA	Affluente secondario in destra		Primaria		516.500
IA	Tratto tombinatura a valle campo sportivo		Primaria	Interventi di adeguamento idraulico della sezione di deflusso	150000
IA	Tratto inizio tombinatura foce del rio	Circa 8 ml di tombinatura	primaria		116500
IC	Ubicazioni varie	Nr 1	Secondaria		100000
IC	Ponte ex FS	Ponte ad arco	Primaria	Interventi di adeguamento idraulico della sezione di deflusso	150000
ID	Ubicazioni varie	Nr 2	secondaria		154.950
TOTALE Interventi Primari					**933.000**
TOTALE Interventi Secondari					**254.950**
TOTALE					**1.187.950**

con evidenti necessità d'intervento già individuate in aree coerenti con quelle oggetto del presente progetto.



Stralcio Carta degli interventi

2.4. *Direttiva alluvioni*

La direttiva europea CE/2007/60, cosiddetta "Direttiva alluvioni", emanata dal Parlamento europeo 23 ottobre 2007, riguarda la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni in Europa. È stata recepita nell'ordinamento italiano con il d.lgs. 49/2010, ad oggetto Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni".

Le mappature di pericolosità e rischio da alluvioni per gli ambiti fluviali liguri sono state predisposte nel giugno 2013 ai sensi dell'art. 6 del d.lgs. 49/2010, ed oggetto della deliberazione regionale n. 1012/2013. Queste mappature sono state infine approvate dai Comitati Istituzionali integrati per i due distretti il 21 dicembre 2013.

In una fase successiva, sulla base delle suddette mappature sono state avviate le attività per la redazione del Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA) - di competenza delle Autorità distrettuali, ma a cui le Regioni concorrono per il territorio di competenza. Il 22 dicembre 2014 sono stati depositati per la pubblicazione e l'avvio delle fasi di osservazioni i PGRA per i due distretti di interesse per il territorio ligure. A seguito della conclusione della fase di pubblicità partecipativa, i due piani sono stati aggiornati e definitivamente adottati il 17 dicembre 2015 in sede di Comitati Istituzionali Integrati.

Di seguito sono riportate le carte relative alla pericolosità da alluvione fluviale e costiera – Appennino Settentrionale e degli elementi a rischio, relative all'area oggetto dello studio. Anche in queste carte emerge chiaramente l'elevato livello di rischio dell'area interessante il tratto focivo con il coinvolgimento del Centro Storico costiero e vengono indicate alcune criticità nelle aree più

interne, con zone classificate tra le aree allagabili frequenti - TR 50 anni (H), in classe di danno potenziale molto elevato e a rischio molto elevato.

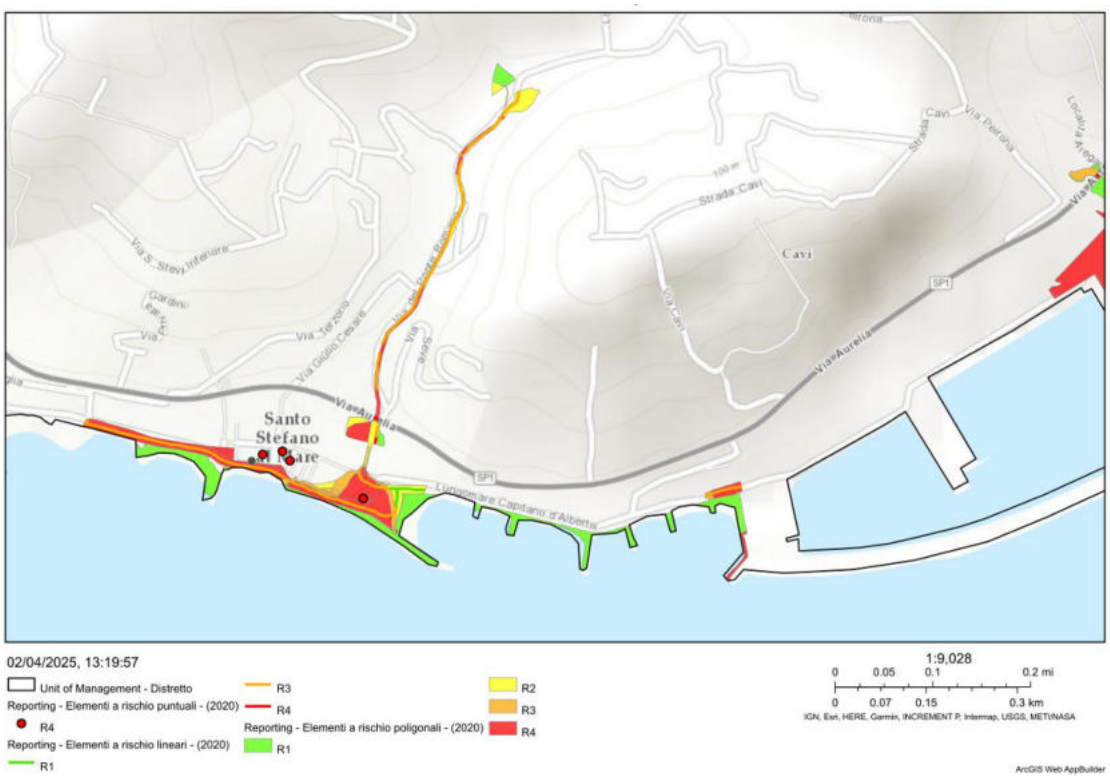


Aree allagabili frequenti - tr 50 anni - H

Aree allagabili poco frequenti - tr 200 anni - M

Aree allagabili rare - tr 500 anni - L

estratto Carta della pericolosità idraulica (PGRA)



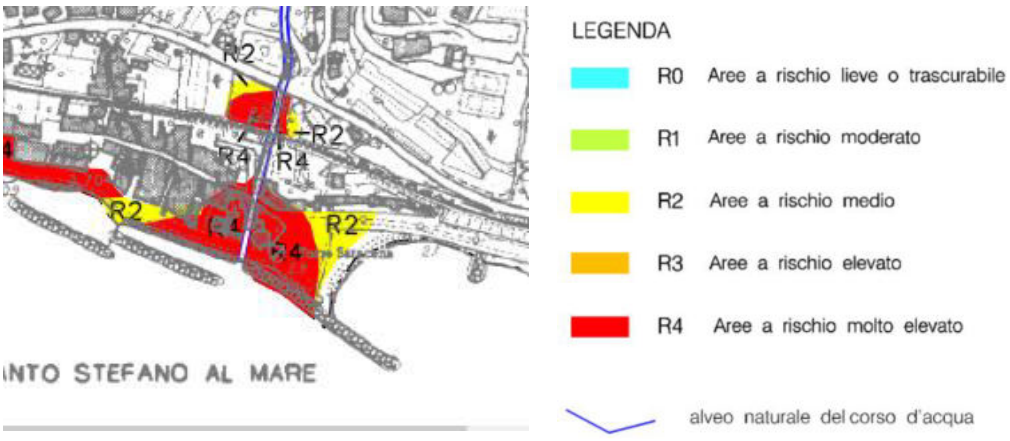
Estratto mappa elementi rischio (PGRA)

3. INTERVENTO A

3.1. STATO DI FATTO

Il Rio Torre, che sfocia a Santo Stefano al Mare in corrispondenza dell'edificio Comunale, ha un bacino imbrifero di 2.09 Kmq, ripartito sui comuni di Santo Stefano al Mare (1.15 Kmq), Terzorio (0.60 Kmq) e Cipressa (0.34 Kmq); lo spartiacque, che ha uno sviluppo lineare di 8.53 Km, arriva alla quota massima di 539.0 m s.l.m. del Pian delle Vigne, il suo reticolo idrografico ha uno sviluppo complessivo di 6.26 Km, di cui 2.40 Km costituiscono la lunghezza dell'asta principale, caratterizzata da una pendenza media del 22.4%. Per quanto relativo al Comune di Santo Stefano al Mare il corso d'acqua è inquadrabile, a partire dalla foce:

- ✓ da un tratto tombinato idraulicamente insufficiente, che determina una forte problematicità a livello di rischio idraulico (zona a rischio R4 - PI3 del PGRA) proprio nella zona fociva, in pieno centro storico, laddove sono presenti, oltre alle abitazioni residenziali, l'edificio sede Comunale (la Torre di Santo Stefano) ed una residenza protetta con 30 posti letto, posta esattamente sopra il sedime del RIO (sezz.3-1.1);



Estratto Carta del rischio idraulico dell'ex Piano di Bacino



Estratto Carta del PGRA

- ✓ da un tratto a cielo aperto, sorpassato dagli attraversamenti dell'ex sede ferroviaria, ora pista di Area24 e dell'Aurelia, laddove sono riscontrabili lievi problematicità d'insufficienza delle sezioni idrauliche, solo sulla sponda SX (livelli informativi di piano non aggiornati alla situazione dell'oggi e confinati nell'ambito di coltivi (rischio basso – sezz.16-4);
- ✓ da un esteso tratto laddove il rio è interamente posto all'interno di una tombinatura a sezione scatolare (ad una o due canne, con dimensioni variabili da circa 10mq a 17mq), lungo il tracciato della Strada Ponte Romano (circa 600m di tombinatura), che termina poco a monte della confluenza del Rio Moro (nei pressi dello spazio di gioco calcio a 11): lungo tale tombinatura sono presenti problemi localizzati per insufficienza di sezione di deflusso, che potrebbero determinare, con l'entrata in pressione della tombinatura stessa, esondazioni localizzate lungo il sedime stradale ove è posta la struttura, e pertanto con veloci riconfluimenti al suo interno ad opera delle captazioni stradali esistenti (sezz.39-16).

Si osservi che, dallo sbocco della tombinatura in sez.16 sino alla foce del Rio Torre, in sponda destra in un bauletto sul fondo dell'alveo, corre la condotta fognaria comunale che confluisce nella stazione di sollevamento posta in sponda destra della tombinatura del Rio Torre lungo Via Cap. d'Albertis. Inoltre, sempre in corrispondenza di detta viabilità, nella tombinatura in attraversamento, sono presenti altre n°2 condotte fognaria afferenti a detta stazione di sollevamento. Occorre, pertanto, necessariamente prevedere la delocalizzazione di dette condotte.

Da un'attenta analisi della simulazione relativa allo stato di fatto, si desume quanto segue:

- ✓ il tratto immediatamente a monte della tombinatura, ricompreso tra le sezioni 49 e 39, non presenta criticità idrauliche essendo incassato;
- ✓ l'imbocco della tombinatura in sez.39 risulta insufficiente al deflusso e determina il verificarsi di un risalto idraulico verso monte, nel tratto di rio che risulta incassato e con un livello inferiore rispetto alla adiacente strada, per cui la portata risulta contenuta negli argini e defluisce come luce sotto battente nella tombinatura;

- ✓ la tombinatura tra la sez. 35.3 e la sez.35.1 presenta un brusco allargamento di sezione passando da una geometria scatolare ad una geometria a doppia canna scatolare e, immediatamente a monte e a valle, la tombinatura entra in pressione ma vista l'assenza di aperture nella stessa, la portata continua a defluire, seppur in pressione all'interno della tombinatura;
- ✓ la tombinatura tra la sez. 26.2 e la sezione 26, subisce nuovamente un brusco cambio di sezione, passando da canna doppia a canna singola, che provoca l'innalzamento del livello idrico portando, localmente, la tombinatura in pressione. Ivi, la tombinatura corre sotto Strada Ponte Romano laddove si evidenzia la presenza di griglie per la raccolta delle acque di ruscellamento da cui la portata in pressione potrebbe fuoriuscire determinando l'inondazione della soprastante strada;
- ✓ la tombinatura tra le sezz. 25-16, sbocco della stessa, non presenta significative criticità idrauliche;
- ✓ il tratto tombinato in foce, tra le sezz. 3-1 risulta idraulicamente insufficiente e determina una forte problematicità a livello di rischio idraulico proprio nella zona fociva, in pieno centro storico, laddove sono presenti, oltre alle abitazioni residenziali, l'edificio sede Comunale (la Torre di Santo Stefano) ed una residenza protetta con 30 posti letto, posta esattamente sopra il sedime del Rio: l'inondazione si estende sino alla sez. 5.1 già al verificarsi di eventi con tempo di ritorno cinquantennale ed alla 15.1 al verificarsi di eventi con tempo di ritorno duecentennale.



Foto 1: vista verso monte dello sbocco in sez.1.1



Foto 2: vista verso valle nella tombinatura da sez.2.8. In sponda destra rileva la presenza del bauletto fognario



Foto 3: vista verso monte nella tombinatura da sez.2.8. In sponda destra rileva la presenza del bauletto fognario



Foto 4: Vista imbocco in sez.3



Foto 5: Vista verso monte da imbocco in sez.3, in lontananza il ponte in sez.6 (ciclabile Area 24). In sponda destra rileva la presenza del bauletto fognario



Foto 6: Vista verso valle da sez.8. In sponda destra, a valle del ponte in sez.6, rileva la presenza del bauletto fognario

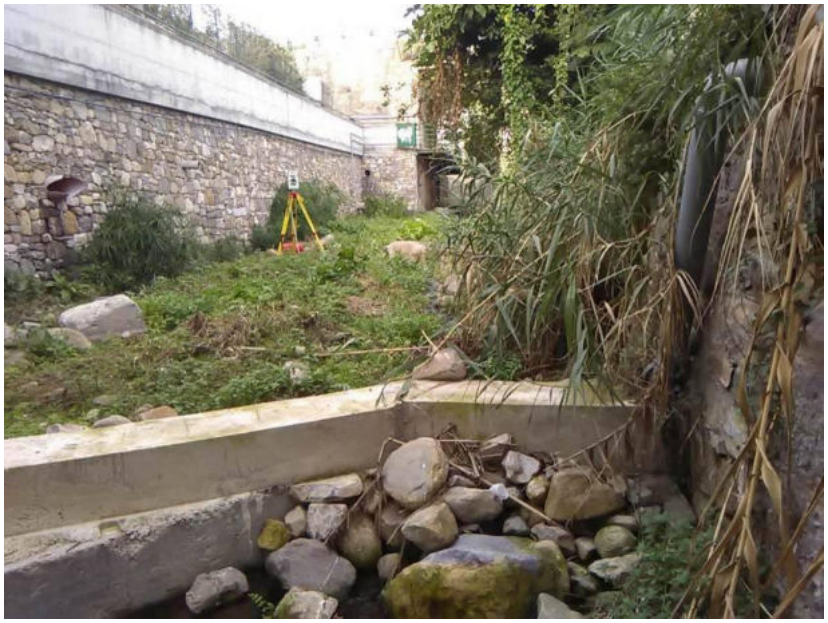


Foto 7: Vista verso monte da sez.7, in lontananza il ponte in sez.10 (Aurelia).



Foto 8: Vista verso monte da sez.8, in lontananza il ponte in sez.10 (Aurelia).



Foto 9: Vista verso monte da sez. 10 (Aurelia).



Foto 10: Vista verso valle da sez.14, in lontananza il ponte in sez.10 (Aurelia).



Foto 11: Vista verso monte dello sbocco della tombinatura (sez.16)



Foto 12: Vista verso monte nella tombinatura da sez.26 nel restringimento di sezione dal passaggio da due canne ad una canna

3.2. STATO DI PROGETTO

L'intervento a progetto prevede:

- ✓ l'adeguamento del tratto tombinato tra le sezz.27-25 mediante realizzazione di graduale restringimento con pareti laterali a realizzazione di un imbuto e riprofilatura del fondo alveo mediante eliminazione del salto di fondo in sezione 26.1 con un riempimento in calcestruzzo. Si prevede altresì la demolizione di una porzione del setto centrale in corrispondenza della sezione 26.2 per una lunghezza L=1.20m e la realizzazione di finestrature in detto setto, come da tavole allegate, così come da elaborati progettuali a firma dell'ing. Zacchia oggetto di Autorizzazione Idraulica ottenuta con Provvedimento Dirigenziale H/123 del 24.02.2010 del Settore Urbanistica e difesa del territorio della Provincia d'Imperia, inerente autorizzazione idraulica per Realizzazione di autorimessa interrata e parcheggio pubblico in soprassuolo, immediatamente a monte della S.S. 1 Aurelia, in destra del Rio Torre;
- ✓ la realizzazione di un canale scolmatore (sezz.2-1) a valle della sezione 3, che corre al di sotto della piazza antistante l'edificio comunale, di luce interna pari a 3.00m x 2,25m, di lunghezza L=63,15m con pendenza i=2%. La realizzazione di detto scolmatore comporterà, altresì, il ripristino dell'attraversamento stradale del Rio Torre su Via Roma (sezz.3-2.95) di luce netta 4,65m x 2,40m. Si osservi che la demolizione con successivo ripristino dell'attraversamento stradale lungo Via Roma è propedeutico e necessario per la realizzazione dello scolmatore e che il posizionamento nonché le dimensioni in pianta sia del nuovo attraversamento che dell'imbocco del canale scolmatore sono le massime ammissibili stante la presenza di un contesto urbano consolidato;

- ✓ la realizzazione di un parapetto h=1,30m rispetto al piano trasversalmente al Rio Torre (sez.3) e in elevazione lungo l'argine in sponda destra dalla sez.3 alla sez.5.1 ovvero sino a riscontare nella spalla del ponte di Area 24 (sez.6);
- ✓ l'adeguamento della foce del nuovo scolmatore (sez. 0.5-0) mediante realizzazione di sponde in scogliera per una larghezza d'alveo da 3,00m a 5,00m di altezza h=3,45m per L=9,00m ca degradante poi verso il mare;
- ✓ l'allontanamento della fogna in oggi in alveo, con conseguente demolizione del bauletto in cui è alloggiata, da valle della sez.5 e per tutto il tratto in cui detto bauletto corre al di sotto della tombinatura esistente. Detta condotta correrà in sottosuolo a tergo del muro di sponda destro esistente sino ad intersecare Via Roma laddove la condotta attraverserà, in subalveo, il realizzando attraversamento stradale (sezz.3-2.95) e una piccola parte del canale scolmatore per poi correre in sottosuolo a tergo del canale scolmatore stesso in sponda sinistra sino ad intercettare un pozzetto su Lungomare Gerolamo da Santo Stefano per poi confluire nella stazione di sollevamento esistente in subalveo in attraversamento del canale scolmatore. Ivi, verranno, altresì, realizzati dei pozzetti per raccogliere i reflui delle condotte in oggi esistenti longitudinalmente a detta viabilità che necessariamente interferiranno col nuovo scolmatore e che, in oggi, attraversano in Rio Torre zancate alla soletta: dette condotte verranno intercettate in un pozzetto di caduta prima dello scolmatore per poi attraversare lo stesso e la tombinatura del Rio Torre sul fondo alveo e confluire nella stazione di sollevamento.

Da un'attenta analisi della simulazione relativa allo stato di progetto, si desume quanto segue:

- ✓ l'adeguamento del tratto tombinato tra le sezz.27-25, seppur in presenza di un risalto localizzato, garantirebbe il transito della portata duecentennale senza che la stessa entri in pressione evitando la fuoriuscita della portata delle griglie esistenti su Strada Ponte Romano scongiurando una possibile inondazione;
- ✓ la realizzazione del canale scolmatore perseguirebbe il transito, al suo interno ed all'interno del canale esistente, della portata cinquantennale e del 70% della portata duecentennale senza esondazione diretta a mitigazione del rischio inondazione;
- ✓ il ripristino dell'attraversamento su Via Roma non garantirebbe il franco di sicurezza ma risulta tecnicamente impossibile realizzare detta opera con una diversa tipologia che permetta una ancor migliore condizione di deflusso delle portate di piena stante i vincoli di urbanizzazione presenti e le caratteristiche dell'alveo nel tratto di interesse ed, inoltre, detto ponte risulta necessario allo svolgimento di funzioni relative a servizi essenziali e non diversamente ubicabili, almeno a breve/medio termine, riferiti, nel caso in esame, a strade pubbliche. Per cui, avvalendosi di quanto normato dalla D.G.R.n°1321/2015 "*L.r.18/99 art.91 c.1 lett.g) R.R.n.3/2011 art.10,c.7.Indirizzi e criteri in materia di gestione del demanio idrico e di polizia idraulica in presenza di opere interferenti con l'alveo del corso d'acqua*", occorre prevedere il mantenimento dello stesso;
- ✓ la realizzazione di un parapetto, come sopra descritto garantirebbe, il confinamento in alveo della portata cinquantennale e del 70% della portata duecentennale nel rispetto del franco idraulico (maggiore tra livello idrico +50cm e carico energetico);
- ✓ l'allontanamento di parte della condotta fognaria dall'alveo garantirebbe una maggiore sezione di deflusso seppure la stessa, localmente, dovrà necessariamente attraversare il rio e lo scolmatore seppur in subalveo. La stessa sarebbe, però, assentibile sulla scorta della D.G.R.N°1321 del 30/11/2015 "L.r.18/99 art.91 c.1 lett.g) R.R.n.3/2011 art.10,c.7. Indirizzi e criteri in materia di gestione del demanio idrico e di polizia idraulica in presenza di opere interferenti con l'alveo del corso d'acqua" trattandosi di opera necessaria allo svolgimento di funzioni relative a servizi essenziali e non diversamente ubicabili, almeno a breve/medio termine, riferita a depuratori.

Inoltre, detta condotta attraverserà la fascia di inedificabilità assoluta, di cui all'art. 5 del R.R. 3/2011;

- ✓ per quanto attiene le caratteristiche di deflusso della piena e l'adeguatezza idraulica dello specifico corso d'acqua, si rimanda allo studio idraulico condotto da cui rilevano le caratteristiche idrauliche e morfologiche del torrente. Si osservi che, nel tratto di intervento, il rio non risulta indagato in sede di Piano di Bacino e che la posa della condotta è tale da non modificare lo stato dei luoghi. Per quanto attiene, invece, le opere di difesa presenti, ivi sono presenti o saranno presenti delle strutture in c.a.. Sulla scorta di quanto anzidetto e stante la tipologia e le caratteristiche delle opere di difesa:
  - o la posa della condotta non pregiudica la possibilità di attività di manutenzione e controllo degli alvei non modificando lo stato dei luoghi;
  - o la posa della condotta non pregiudica la sicurezza delle opere di protezione presenti trattandosi di opere in c.a.;
  - o si tratterebbe di modesto ampliamento a fini igienico-sanitari e tecnologici che non riduce la distanza dal corso d'acqua, riguardando la posa in opera di tubi o condotte di servizio (Art.5, comma 1, lett. a)ed e) del Regolamento Regionale n°3/2011 e ss.mm e i.i.);
  - o la posa della condotta non pregiudica l'eventuale sistemazione definitiva del corso d'acqua trattandosi di tubazioni in materie plastiche facilmente amovibili e/o modificabili.

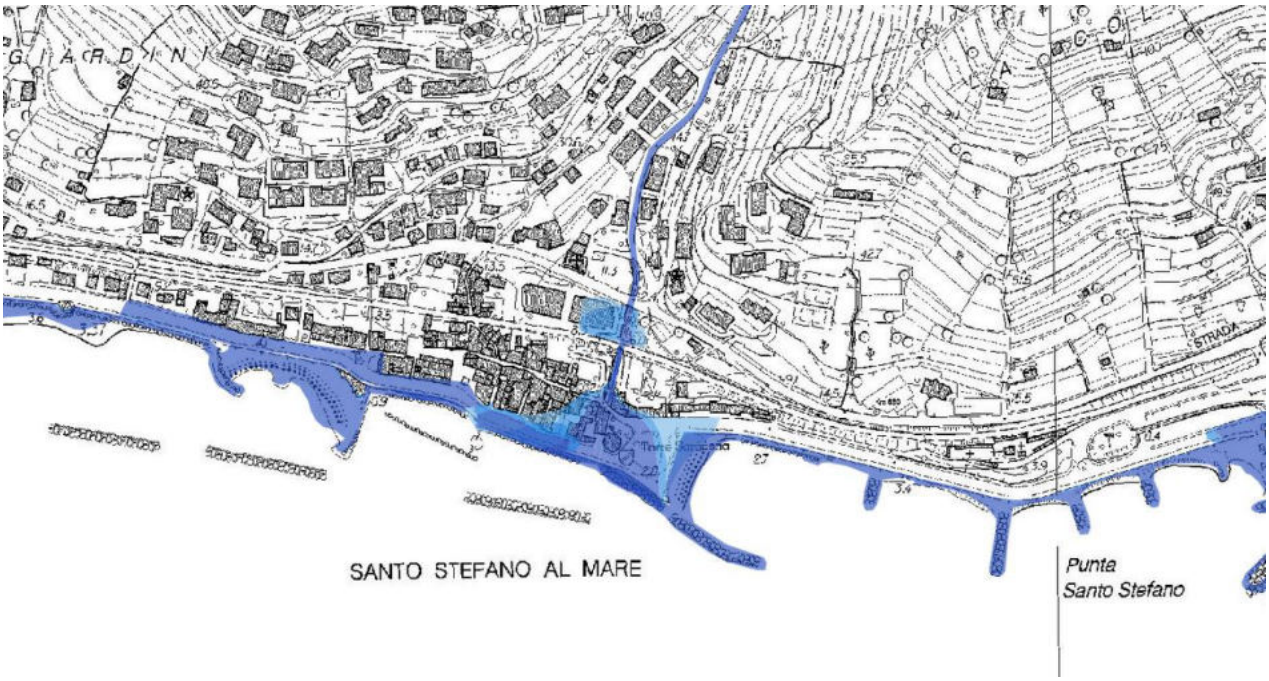
Con l'intervento di cui alla presente si persegue una significativa mitigazione del rischio che rappresenta la massima condizione di sicurezza raggiungibile stante l'orografia dei luoghi.

3.3. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE

Il progetto prevede la mitigazione del rischio idraulico nel tratto terminale del Rio Torre per cui si rende necessario lo studio idraulico, di cui alla presente, per dimostrare la compatibilità idraulica dell'intervento.

A tal uopo, si è proceduto nel rispetto della Normativa del Piano di Bacino dei Rii Minori (Ambito n°5 – Prino) e nel rispetto del REGOLAMENTO REGIONALE 14 LUGLIO 2011 N. 3 - Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua e ss.mm. e ii., individuando che:

- ➢ il bacino idrografico sotteso alla zona di intervento, in corrispondenza del primo nodo di confluenza a valle del tratto stesso (sbocco a mare – sez.1) risulta, da Norme di Attuazione, pari a 2,09 kmq, pertanto trattasi di reticolo idrografico di secondo livello, in relazione all'art.3, comma a) del suddetto Regolamento;
- ➢ il tratto di rio studiato fa parte del reticolo idrografico principale come da D.G.R.n°1280/2023, ed è individuato come tratto indagato relativamente fasce fluviali.



Lo studio compiuto ha riguardato la verifica idraulica di un tratto idraulicamente significativo sia del Rio Torre a verificare la fattibilità di dell'intervento secondo la normativa vigente. La verifica idraulica è stata condotta per lo scenario relativo allo stato di fatto e per lo scenario relativo allo stato di progetto, attraverso una simulazione del deflusso nel tratto investigato con un modello mono-dimensionale di moto permanente; a questo proposito, come debitamente descritto nei paragrafi successivi, si è fatto riferimento alle attuali normative di Piano di Bacino.

3.3.1. IDROLOGIA DI PIENA

Le portate di piena da utilizzare come portate di verifica sono quelle specificate al capitolo 6 della relazione del Piano Di Bacino Stralcio dei Rii Minori, riportate nella tabella seguente:

Corso d'acqua / sezione di chiusura	A_{bac}[km^2]	Q_{50} [m^3/s]	Q_{200} [m^3/s]	Q_{500} [m^3/s]
Rio Della Torre / sbocco a mare	2.09	45	65	79

Le suddette portate sono state immesse in sezione 35.5 ed, a monte, sono state inserite le opportune portate ragguagliate alle aree dei bacini idrografici sottesi alla sezione di chiusura, come da schema e da tabella seguenti.

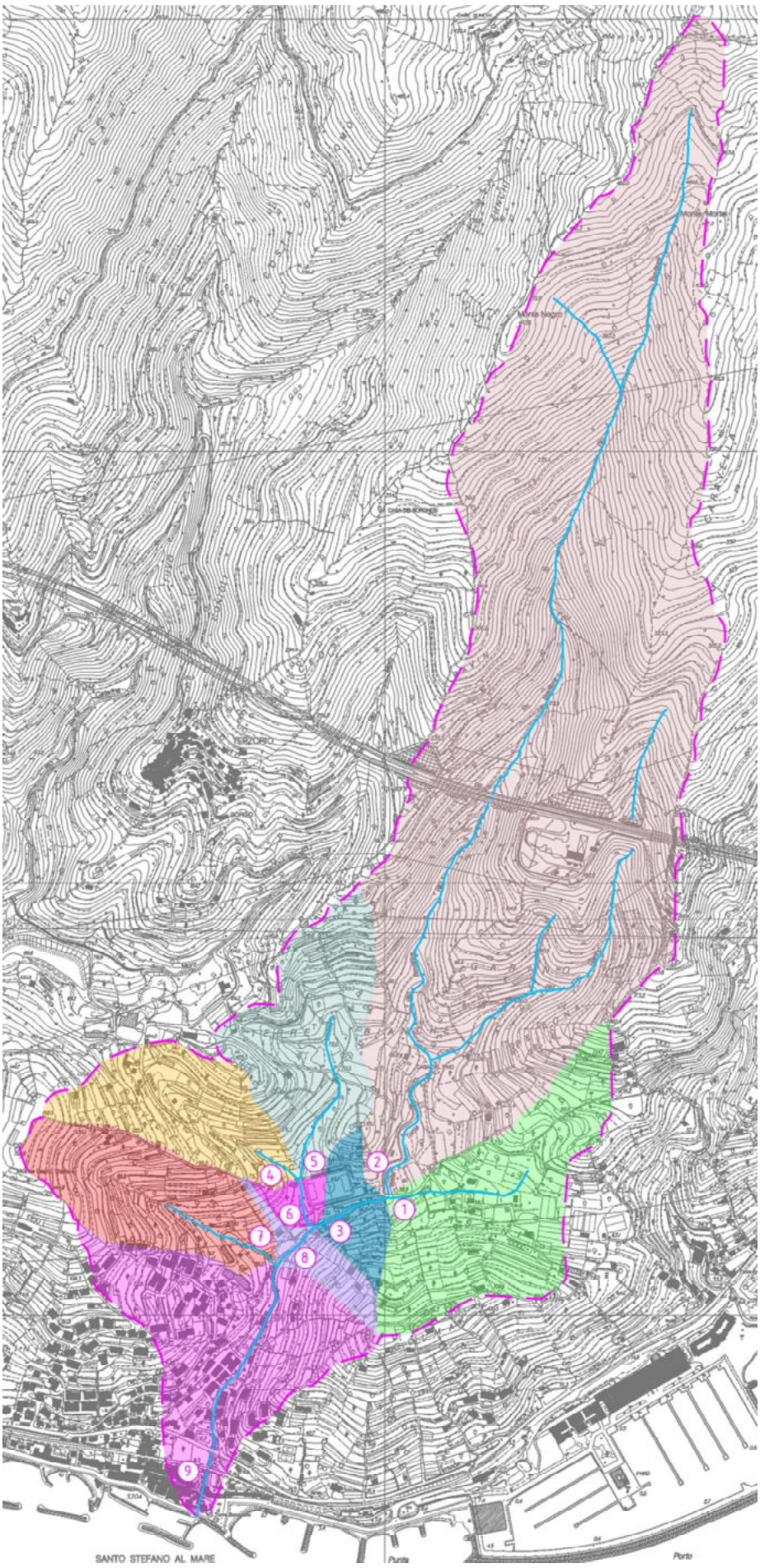


Figura 1: Bacini idrografici

Numero Area	Contributo	Sezione	Area	Q(T=50)	Q(T=200)	Q(T=500)
1	-	66.4	0.19	4.7	6.8	8.1
2	-	211	1.27	31.2	45.1	54.2
3	1+2+0.04kmq	49	1.5	35.8	51.9	62.3
4	-	126	0.1	2.6	3.7	4.5
5	-	1123	0.14	3.6	5.2	6.3
6	4+5+0.01kmq	119	0.26	6.2	9.0	10.8
7	-	313	0.12	2.8	4.1	4.9
8	3+6+0.02kmq	38.8	1.78	42.0	60.9	73.1
9	-	35.5	2.09	45	65	79

3.3.2. *SIMULAZIONE IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE – PROCEDURA DI CALCOLO*

La determinazione del profilo di moto permanente nel tratto d'alveo in esame è stata condotta mediante l'uso dello specifico codice di calcolo HEC - RAS (U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center; versione 5.0.1 – Aprile 2016). La procedura utilizzata dal codice citato è basata sulla risoluzione dell'equazione del moto delle correnti a pelo libero nella schematizzazione mono-dimensionale. Il calcolo delle perdite di carico è effettuato mediante l'equazione di Manning. Nella letteratura anglosassone la procedura in questione è indicata come Standard Step Method.

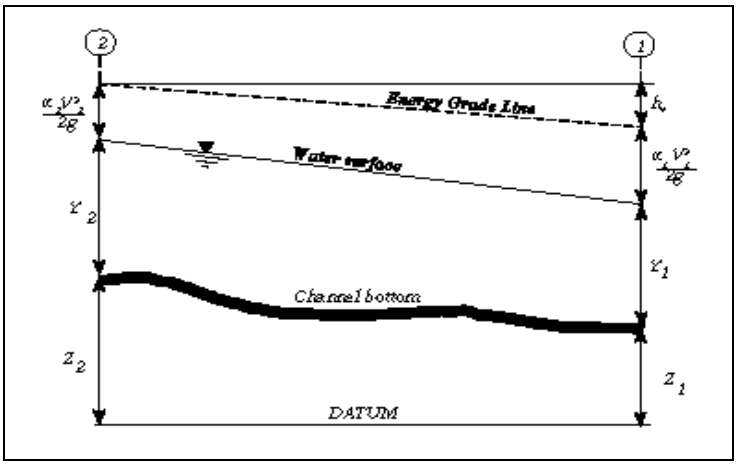
Le equazioni fondamentali su cui essa si basa sono le seguenti:

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 V_2^2 / 2g = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / 2g + h_e$$

$$h_e = L S_f + C \mid \alpha_2 V_2^2 / 2g - \alpha_1 V_1^2 / 2g \mid$$

dove (con riferimento alla figura seguente):

Y_1 , Y_2 = profondità della corrente nelle sezioni agli estremi del tratto
Z_1 , Z_2 = quote del punto più basso del fondo alveo nelle sezioni agli estremi del tratto
V_1, V_2 = velocità medie (rapporto portata / sezione bagnata)
α_1, α_2 = coefficienti di ragguaglio dell'energia cinetica
g = accelerazione di gravità
h_e = perdita di carico
L = lunghezza del tratto (corretta secondo la distribuzione delle portate)
S_c = cadente del carico totale
C = coefficiente di perdita per contrazione - espansione.



Schema di riferimento per il calcolo

Il calcolo è eseguito iterativamente a partire da una condizione al contorno (all'estremo di monte o di valle del tronco fluviale); la soluzione si propaga alla sezione successiva dopo aver bilanciato il carico fra due sezioni contigue con uno scarto assegnato, che nel caso in esame si è posto inferiore a 1 centimetro.

Per i dettagli computazionali si rimanda alla documentazione del codice di calcolo (U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center: HEC - RAS River Analysis System, HYDRAULIC REFERENCE MANUAL; Davis, 1998).

L'applicazione della procedura per la determinazione del profilo di moto permanente, così come attuato originariamente, associato alla portata di progetto richiede di disporre dei seguenti dati fondamentali:

- descrizione geometrica completa del tronco fluviale: deve essere costituita dalla rappresentazione geometrica delle sezioni trasversali e dal loro posizionamento plani - altimetrico;
- definizione del tipo di corrente (lenta o veloce) nel tronco;
- condizioni al contorno di valle o di monte, rispettivamente per correnti lente o veloci;
- caratterizzazione della resistenza dell'alveo mediante la definizione del coefficiente di scabrezza n (secondo Manning) e dei coefficienti di contrazione C_c e di espansione C_e;
- definizione geometrica ed idraulica di eventuali singolarità presenti in alveo (ponti, coperture, etc.).

Nel caso in esame il tratto studiato è stato descritto sulla base di un rilievo topografico di dettaglio del Rio della Torre compreso tra le sezz.49 e 1.

3.3.3. PARAMETRI DI CALCOLO

Per quanto riguarda il tipo di corrente, si è proceduto ipotizzando nel reticolo la presenza di una corrente mista, con passaggi da corrente veloce a corrente lenta, assegnando le condizioni al contorno:

C.C.monte (per tutti i rami)	prof. critica
C.C.valle (sez.1 – Rio Torre 0; sez.0 scolmatore)	prof. nota (sovralzo da vento, da moto ondoso e dalla presenza delle barriere) – h=0,60m

La scelta di tali condizioni piuttosto che di altre è ininfluente ai fini del calcolo nel tratto di intervento poiché:

- A monte le condizioni al contorno sono state imposte sufficientemente lontano per cui la corrente ne ha perso informazione stante, altresì, la presenza di successive sezioni ci controllo con passaggio della corrente per la profondità critica;
- A valle, modificando le condizioni al contorno stesse assumendo la profondità uniforme, considerando una pendenza media i=3.6% desunta dal rilievo, nei tratti di intervento si osservano le medesime grandezze idrauliche (vedi raffronto in HEC-RAS *Plan 2025-07_SP_Foce_uniforme/ 2025-07_SP_Foce*).

Si osservi che per determinare il quantitativo di portata afferente in ogni ramo in corrispondenza della biforcazione foce Rio Torre/scolmatore (sez.3 Rio Torre e sez.2 scolmatore) è stata inserita una *lateral structur* in sponda sinistra di larghezza L=3,50m, pari alla larghezza dello scolmatore, immediatamente a valle della sez.3 del Rio Torre e connessa allo scolmatore stesso. Quindi, è stata imposta l'ottimizzazione delle portate da cui è emerso che la portata con tempo di ritorno T=50 anni ed il 70% della portata con tempo di ritorno T=200 anni transitano, in corrispondenza dell'imbocco della tominatura in sez.3 del Rio Torre, a luce di fondo senza esondazione diretta seppur in assenza di franco di sicurezza. Per contenere detto franco, si prevede la realizzazione dell'anzidetto parapetto h=1,30m rispetto al piano campagna trasversalmente al Rio Torre (sez.3) e in elevazione lungo l'argine in sponda destra dalla sez.3 alla sez.5.1 ovvero sino a riscontare nella spalla del ponte di Area 24 (sez.6).

I ponti e le tombinature sono stati modellati rispettivamente come *bridge* e come *lid* poiché nel caso di coperture di notevole estensione longitudinale non cilindriche con importanti variazioni nella geometria del fondo risulta inapplicabile una modellazione come *culvert:* per modellare una tombinatura con un culvert occorre necessariamente che la pendenza del fondo sia costante e le dimensioni costanti.

Si sono, pertanto, modellati i canali aggiungendo un lid ad ogni sezione dei canali stessi poiché si tratta della modellazione più adeguata per canali di elevata estensione longitudinale: in tal modo la sezione descrive il fondo alveo e il suo lid la copertura sovrastante esistente.

Il programma tratta le sezioni con lid come delle sezioni ordinarie e le risolve col metodo dell'energia come se fossero delle sezioni a cielo aperto: l'unica differenza che intercorre tra una sezione ordinaria ed una con lid è che il programma a quest'ultima sottrae l'area e aggiunge il perimetro bagnato quando il livello idrico tocca l'intradosso.

Nella modellazione del moto permanente monodimensionale, si prendono in considerazione le caratteristiche del corso d'acqua, nonché le caratteristiche e le condizioni di manutenzione del fondo. In funzione di tali condizioni e caratteristiche, viene effettuata la scelta del coefficiente di scabrezza dell'alveo, il quale non è altro che la misura globale della resistenza al moto.

Così come indicato dalle Norme di Attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) all'interno della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", per la scelta dei valori numerici è possibile fare riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle do "Open Channel Hydraulics", Ven te Chow, McGraw Hill International Editions, utilizzando il coefficiente di scabrezza di Manning (tabella 1):

Strickler: $v = K_s R^{2/3} i^{1/2}$

Manning: $v = (1/n) R^{2/3} i^{1/2}$

dove:

v = velocità media della corrente (m/s)

R = raggio idraulico (m)

i = pendenza di fondo (m/m)

K_s = coefficiente di *Strickler*

n = coefficiente di *Manning*

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)\, m_5$$

Tabella 1: metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza n nei corsi d'acqua

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n_0	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n_1	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n_2	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n_3	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n_4	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m_5	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

Nel codice di calcolo viene introdotto, in base alla tabella di cui sopra:

- ✓ **TRATTI TOMBINATI**: n=0.025 (alveo in roccia con irregolarità della superficie trascurabile, variazione graduale della sezione trasversale, ostruzioni trascurabili, effetto nullo della vegetazione e grado di sinuosità dell'alveo modesto) calcolato come segue in funzione della tabella sopra riportata:

$$n= (n_0+n_1+n_2+n_3+n_4) \times m_5 = (0.025+0.000+0.000+0.000+0.000) \times 1.000=0.025$$

- ✓ **TRATTI A CIELO APERTO**: n=0.032 (alveo in terra/roccia con irregolarità della superficie trascurabile, variazione occasionale della sezione trasversale, ostruzioni trascurabili, effetto basso della vegetazione e grado di sinuosità dell'alveo modesto) calcolato come segue in funzione della tabella sopra riportata:

$$n= (n0+n1+n2+n3+n4) \times m5 = (0.022+0.000+0.005+0.000+0.005) \times 1.000=0.032$$

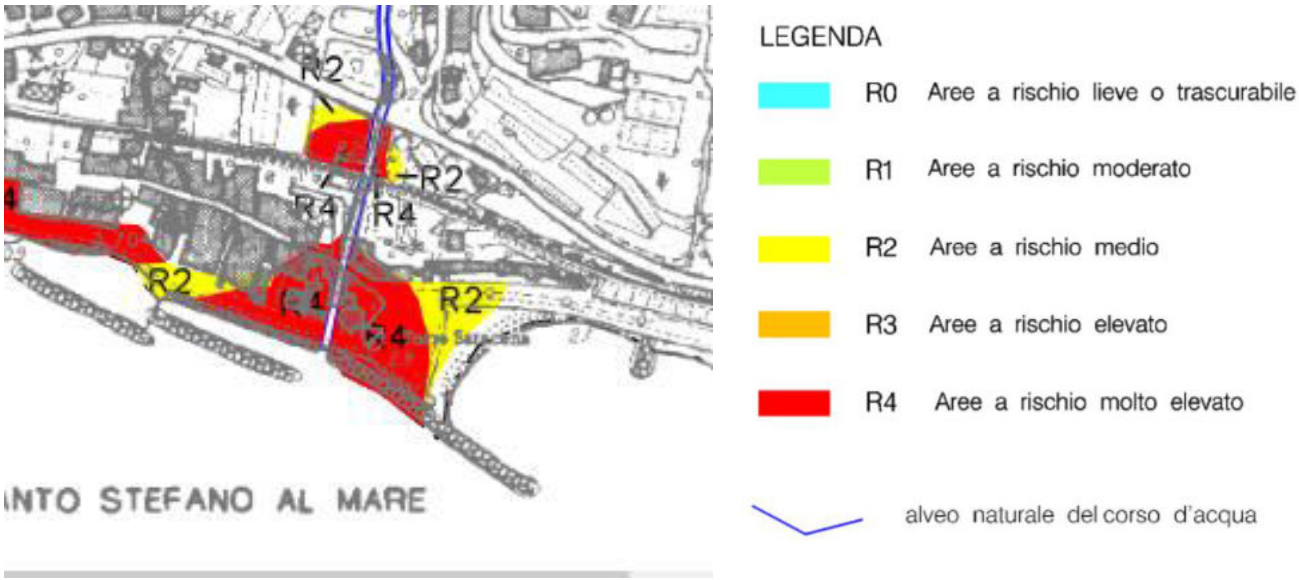
Per quanto riguarda invece i coefficienti di contrazione ed espansione, essi sono stati impostati pari rispettivamente a "0.1" e "0.3" come da default del programma di simulazione trattandosi di corrente mista.

3.3.4. ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI FATTO (Plan 2025-07_SF)

Il Rio Torre, che sfocia a Santo Stefano al Mare in corrispondenza dell'edificio Comunale, ha un bacino imbrifero di 2.09 Kmq, ripartito sui comuni di Santo Stefano al Mare (1.15 Kmq),

Terzorio (0.60 Kmq) e Cipressa (0.34 Kmq); lo spartiacque, che ha uno sviluppo lineare di 8.53 Km, arriva alla quota massima di 539.0 m s.l.m. del Pian delle Vigne, il suo reticolo idrografico ha uno sviluppo complessivo di 6.26 Km, di cui 2.40 Km costituiscono la lunghezza dell'asta principale, caratterizzata da una pendenza media del 22.4%. Per quanto relativo al Comune di Santo Stefano al Mare il corso d'acqua è inquadrabile, a partire dalla foce:

- ✓ da un tratto tombinato idraulicamente insufficiente, che determina una forte problematicità a livello di rischio idraulico (zona a rischio R4) proprio nella zona fociva, in pieno centro storico, laddove sono presenti, oltre alle abitazioni residenziali, l'edificio sede Comunale (la Torre di Santo Stefano) ed una residenza protetta con 30 posti letto, posta esattamente sopra il sedime del RIO (sezz.3-1.1);



Estratto Carta del rischio idraulico

- ✓ da un tratto a cielo aperto, sorpassato dagli attraversamenti dell'ex sede ferroviaria, ora pista di Area24 e dell'Aurelia, laddove sono riscontrabili lievi problematicità d'insufficienza delle sezioni idrauliche, solo sulla sponda SX (livelli informativi di piano non aggiornati alla situazione dell'oggi e confinati nell'ambito di coltivi (rischio basso – sezz.16-4);
- ✓ da un esteso tratto laddove il rio è interamente posto all'interno di una tombinatura a sezione scatolare (ad una o due canne, con dimensioni variabili da circa 10mq a 17mq), lungo il tracciato della Strada Ponte Romano (circa 600m di tombinatura), che termina poco a monte della confluenza del Rio Moro (nei pressi dello spazio di gioco calcio a 11): lungo tale tombinatura sono presenti problemi localizzati per insufficienza di sezione di deflusso, che potrebbero determinare, con l'entrata in pressione della tombinatura stessa, esondazioni localizzate lungo il sedime stradale ove è posta la struttura, e pertanto con veloci riconfluimenti al suo interno ad opera delle captazioni stradali esistenti (sezz.39-16).

Si osservi che, dallo sbocco della tombinatura in sez. 16 sino alla foce del Rio Torre, in sponda destra in un bauletto sul fondo dell'alveo, corre la condotta fognaria comunale che confluisce nella stazione di sollevamento posta in sponda destra della tombinatura del Rio Torre lungo Via Cap. d'Albertis. Inoltre, sempre in corrispondenza di detta viabilità, nella tombinatura in attraversamento, sono presenti altre n°2 condotte fognaria afferenti a detta stazione di sollevamento. Occorre, pertanto, necessariamente prevedere la delocalizzazione di dette condotte.

Da un'attenta analisi della simulazione relativa allo stato di fatto, si desume quanto segue:

- ✓ il tratto immediatamente a monte della tombinatura, ricompreso tra le sezioni 49 e 39, non presenta criticità idrauliche essendo incassato;

- ✓ l'imbocco della tombinatura in sez.39 risulta insufficiente al deflusso e determina il verificarsi di un risalto idraulico verso monte, nel tratto di rio che risulta incassato e con un livello inferiore rispetto alla adiacente strada, per cui la portata risulta contenuta negli argini e defluisce come luce sotto battente nella tombinatura;
- ✓ la tombinatura tra la sez. 35.3 e la sez.35.1 presenta un brusco allargamento di sezione passando da una geometria scatolare ad una geometria a doppia canna scatolare e, immediatamente a monte e a valle, la tombinatura entra in pressione ma vista l'assenza di aperture nella stessa, la portata continua a defluire, seppur in pressione all'interno della tombinatura;
- ✓ la tombinatura tra la sez.26.2 e la sezione 26, subisce nuovamente un brusco cambio di sezione, passando da canna doppia a canna singola, che provoca l'innalzamento del livello idrico portando, localmente, la tombinatura in pressione. Ivi, la tombinatura corre sotto Strada Ponte Romano laddove si evidenzia la presenza di griglie per la raccolta delle acque di ruscellamento da cui la portata in pressione potrebbe fuoriuscire determinando l'inondazione della soprastante strada;
- ✓ la tombinatura tra le sezz.25-16, sbocco della stessa, non presenta significative criticità idrauliche;
- ✓ il tratto tombinato in foce, tra le sezz. 3-1 risulta idraulicamente insufficiente e determina una forte problematicità a livello di rischio idraulico proprio nella zona fociva, in pieno centro storico, laddove sono presenti, oltre alle abitazioni residenziali, l'edificio sede Comunale (la Torre di Santo Stefano) ed una residenza protetta con 30 posti letto, posta esattamente sopra il sedime del Rio: l'inondazione si estende sino alla sez.5.1 già al verificarsi di eventi con **tempo di ritorno cinquantennale** ed alla 15.1 al verificarsi di eventi con **tempo di ritorno duecentennale.**

Si riportano, di seguito, la tabella ed il profilo longitudinale per tempo di ritorno cinquantennale e duecentennale dalla sezione 35.5.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Torre 0	35.5	Q(T=50)	45	23.16	24.8	25.38	26.83	0.027287	6.32	7.13	4.35	1.58
Rio Torre 0	35.5	Q(T=200)	65	23.16	25.13	26	28.07	0.034609	7.6	8.55	4.35	1.73
Rio Torre 0	35.3	Q(T=50)	45	23.03	24.2	24.92	26.68	0.039887	6.98	6.45	5.77	2.11
Rio Torre 0	35.3	Q(T=200)	65	23.03	24.45	25.43	27.89	0.045809	8.22	7.91	5.77	2.24
Rio Torre 0	35.1	Q(T=50)	45	23.03	24.31	24.98	26.59	0.049825	6.68	6.73	5.48	1.93
Rio Torre 0	35.1	Q(T=200)	65	23.03	24.57	25.51	27.79	0.061643	7.94	8.19	5.48	2.07
Rio Torre 0	35	Q(T=50)	45	22.35	24.8	24.22	25.35	0.007727	3.26	13.8	5.62	0.66
Rio Torre 0	35	Q(T=200)	65	22.35	25.39	24.74	26.28	0.017617	4.18	15.57		0.77
Rio Torre 0	34	Q(T=50)	45	22.3	24.17	24.17	25.11	0.015397	4.28	10.5	5.62	1
Rio Torre 0	34	Q(T=200)	65	22.3	24.7	24.7	25.89	0.017229	4.84	13.43	5.62	1
Rio Torre 0	33	Q(T=50)	45	21.81	23.56	23.68	24.63	0.018258	4.58	9.83	5.62	1.1
Rio Torre 0	33	Q(T=200)	65	21.81	24.07	24.2	25.4	0.019759	5.11	12.72	5.62	1.09
Rio Torre 0	32	Q(T=50)	45	21.64	23.4	23.51	24.46	0.018089	4.56	9.87	5.62	1.1
Rio Torre 0	32	Q(T=200)	65	21.64	23.97	24.03	25.23	0.018288	4.96	13.12	5.62	1.04

Rio Torre 0	31	Q(T=50)	45	21.37	23.23	23.24	24.18	0.015772	4.32	10.4	5.62	1.01
Rio Torre 0	31	Q(T=200)	65	21.37	23.62	23.77	24.97	0.020216	5.16	12.6	5.62	1.1
Rio Torre 0	30	Q(T=50)	45	20.5	22.34	22.37	23.31	0.015958	4.34	10.36	5.62	1.02
Rio Torre 0	30	Q(T=200)	65	20.5	22.82	22.89	24.09	0.018548	4.98	13.04	5.62	1.04
Rio Torre 0	29	Q(T=50)	45	18.97	20.3	20.84	22.15	0.037498	6.01	7.49	5.62	1.66
Rio Torre 0	29	Q(T=200)	65	18.97	20.92	21.36	22.72	0.028995	5.95	10.93	5.62	1.36
Rio Torre 0	28	Q(T=50)	45	18.65	20.38	20.52	21.47	0.018759	4.62	9.73	5.62	1.12
Rio Torre 0	28	Q(T=200)	65	18.65	20.79	21.04	22.28	0.022845	5.41	12	5.62	1.18
Rio Torre 0	27	Q(T=50)	45	18.13	19.6	20	21.12	0.029072	5.46	8.23	5.62	1.44
Rio Torre 0	27	Q(T=200)	65	18.13	20.52	20.52	21.71	0.017223	4.84	13.43	5.62	1
Rio Torre 0	26.2	Q(T=50)	45	15.36	19.01	17.23	19.25	0.00296	2.2	20.48	5.62	0.37
Rio Torre 0	26.2	Q(T=200)	65	15.36	20.06	17.75	20.4	0.006455	2.62	25.49	10.02	0.38
Rio Torre 0	26.1	Q(T=50)	45	15.14	17.79	17.79	19.12	0.01578	5.1	8.82	3.33	1
Rio Torre 0	26.1	Q(T=200)	65	15.14	18.53	18.53	20.22	0.017937	5.76	11.28	3.33	1
Rio Torre 0	26	Q(T=50)	45	14.27	16.07	16.92	18.95	0.042863	7.52	5.99	3.33	1.79
Rio Torre 0	26	Q(T=200)	65	14.27	16.67	17.65	20.04	0.042224	8.13	8	3.33	1.67
Rio Torre 0	25	Q(T=50)	45	13.25	16.46	16.48	17.89	0.018028	5.31	8.48	3.03	1.01
Rio Torre 0	25	Q(T=200)	65	13.25	17.27	17.27	19.07	0.020276	5.95	10.93	3.03	1
Rio Torre 0	24	Q(T=50)	45	12.95	16.2	16.22	17.63	0.017908	5.3	8.49	3.02	1.01
Rio Torre 0	24	Q(T=200)	65	12.95	16.96	17	18.81	0.020958	6.03	10.77	3.02	1.02
Rio Torre 0	23	Q(T=50)	45	11.95	15.22	15.25	16.68	0.018437	5.36	8.4	2.96	1.01
Rio Torre 0	23	Q(T=200)	65	11.95	15.87	16.04	17.89	0.023331	6.29	10.33	2.96	1.08
Rio Torre 0	22	Q(T=50)	45	11.3	14.44	14.62	16.07	0.021762	5.65	7.97	2.96	1.1
Rio Torre 0	22	Q(T=200)	65	11.3	15.32	15.41	17.25	0.022679	6.14	10.58	2.96	1.04
Rio Torre 0	21	Q(T=50)	45	10.23	13.53	13.57	14.99	0.018548	5.37	8.39	2.98	1.02
Rio Torre 0	21	Q(T=200)	65	10.23	14.17	14.36	16.2	0.023425	6.3	10.31	2.98	1.08
Rio Torre 0	20	Q(T=50)	45	9.8	13.1	13.12	14.55	0.018238	5.33	8.45	2.98	1.01
Rio Torre 0	20	Q(T=200)	65	9.8	13.89	13.92	15.74	0.021111	6.03	10.78	2.98	1.01
Rio Torre 0	19	Q(T=50)	45	8.96	11.49	12.15	13.91	0.034622	6.89	6.53	3.02	1.5
Rio Torre 0	19	Q(T=200)	65	8.96	12.94	12.94	14.75	0.020343	5.95	10.92	3.02	1
Rio Torre 0	18	Q(T=50)	45	7.99	10.65	11.42	13.31	0.041862	7.22	6.23	2.99	1.6

Rio Torre 0	18	Q(T=200)	65	7.99	12.19	12.21	14.03	0.021902	6.01	10.82	2.99	1.01
Rio Torre 0	17	Q(T=50)	45	6.9	9.59	10.26	12.03	0.034956	6.92	6.5	2.93	1.48
Rio Torre 0	17	Q(T=200)	65	6.9	10.89	11.06	12.92	0.023451	6.29	10.33	2.93	1.07
Rio Torre 0	16	Q(T=50)	45	6.01	8.37	9.13	11.01	0.037948	7.2	6.25	3.01	1.6
Rio Torre 0	16	Q(T=200)	65	6.01	9.68	9.91	11.75	0.023504	6.36	10.21	3.01	1.1
Rio Torre 0	15.1	Q(T=50)	45	5.86	7.28	8.24	10.73	0.085195	8.22	5.47	4.55	2.39
Rio Torre 0	15.1	Q(T=200)	65	5.86	10.46	8.84	10.95	0.005066	3.1	21	5.67	0.49
Rio Torre 0	15	Q(T=50)	45	4.91	7.69	8.39	10.1	0.067133	6.88	6.55	3.24	1.54
Rio Torre 0	15	Q(T=200)	65	4.91	9.15	9.15	10.79	0.032436	5.68	11.45	3.5	1
Rio Torre 0	14	Q(T=50)	45	4.7	6.62	7.46	9.38	0.069905	7.35	6.12	3.85	1.86
Rio Torre 0	14	Q(T=200)	65	4.7	9.36	8.12	10.04	0.008472	3.67	18.15	6.09	0.59
Rio Torre 0	13	Q(T=50)	45	4.18	6.43	7.13	8.79	0.060857	6.8	6.62	3.81	1.65
Rio Torre 0	13	Q(T=200)	65	4.18	9.41	7.82	9.94	0.006436	3.29	20.58	6.69	0.5
Rio Torre 0	12.9	Q(T=50)	45	4.14	6.12	6.82	8.49	0.067435	6.83	6.59	4.86	1.87
Rio Torre 0	12.9	Q(T=200)	65	4.14	9.54	7.39	9.86	0.003169	2.57	26.38	8.01	0.39
Rio Torre 0	12.1	Q(T=50)	45	4.1	6.09	6.79	8.46	0.059359	6.81	6.61	4.05	1.7
Rio Torre 0	12.1	Q(T=200)	65	4.1	9.4	7.44	9.85	0.005256	2.99	22.58	6.72	0.44
Rio Torre 0	12	Q(T=50)	45	4.08	6.14	6.78	8.34	0.053663	6.56	6.86	4.06	1.61
Rio Torre 0	12	Q(T=200)	65	4.08	9.31	7.43	9.83	0.006566	3.2	20.32	4.44	0.48
Rio Torre 0	11	Q(T=50)	45	3.91	5.74	6.48	8.24	0.063462	7	6.43	4	1.76
Rio Torre 0	11	Q(T=200)	65	3.91	9.31	7.13	9.82	0.00644	3.14	20.72	4	0.44
Rio Torre 0	10.5		Bridge									
Rio Torre 0	10	Q(T=50)	45	4	6.57	6.57	7.74	0.022792	4.8	9.38	4	1
Rio Torre 0	10	Q(T=200)	65	4	9.19	7.22	9.73	0.007147	3.28	19.84	4	0.47
Rio Torre 0	9	Q(T=50)	45	3.4	6.67	5.56	6.89	0.002528	2.12	22.74	10.83	0.4
Rio Torre 0	9	Q(T=200)	65	3.4	9.51	6.18	9.57	0.000362	1.23	58.99	13.28	0.16
Rio Torre 0	8	Q(T=50)	45	3.31	6.65	5.46	6.86	0.002275	2.1	22.69	10.33	0.4
Rio Torre 0	8	Q(T=200)	65	3.31	9.5	6.05	9.57	0.00037	1.26	59.24	14.76	0.17
Rio Torre 0	7	Q(T=50)	45	2.79	6.63	4.92	6.85	0.002347	2.13	23.2	11.5	0.36
Rio Torre 0	7	Q(T=200)	65	2.79	9.5	5.48	9.57	0.000403	1.23	60.08	12.92	0.15

Rio Torre 0	6.1	Q(T=50)	45	2.62	6.49	4.78	6.83	0.004273	2.58	17.41	4.5	0.42
Rio Torre 0	6.1	Q(T=200)	65	2.62	9.31	5.39	9.55	0.002384	2.16	30.1	4.5	0.27
Rio Torre 0	6		Bridge									
Rio Torre 0	5.9	Q(T=50)	45	2.14	6.51	4.32	6.78	0.003197	2.3	19.58	4.5	0.35
Rio Torre 0	5.9	Q(T=200)	65	2.14	9.24	4.92	9.45	0.002084	2.04	31.89	4.5	0.24
Rio Torre 0	5.1	Q(T=50)	45	2.34	6.51	4.58	6.77	0.002291	2.27	21.05	7.34	0.36
Rio Torre 0	5.1	Q(T=200)	65	2.34	9.29	5.17	9.43	0.000662	1.73	42.87	7.9	0.21
Rio Torre 0	5	Q(T=50)	45	1.43	6.56	3.88	6.69	0.001294	1.66	30.27	12.41	0.24
Rio Torre 0	5	Q(T=200)	65	1.43	9.34	4.45	9.39	0.00032	1.12	65.59	12.71	0.13
Rio Torre 0	4	Q(T=50)	45	0.93	6.54	3.41	6.66	0.000906	1.55	30.61	6.57	0.22
Rio Torre 0	4	Q(T=200)	65	0.93	9.28	4.04	9.38	0.000567	1.44	48.6	6.57	0.16
Rio Torre 0	3	Q(T=50)	45	1.05	6.21	4.54	6.63	0.005402	2.84	15.82	3.89	0.4
Rio Torre 0	3	Q(T=200)	65	1.05	9.09	5.2	9.36	0.00284	2.33	28.39	4.93	0.26
Rio Torre 0	2.95	Q(T=50)	45	1.13	2.89	2.89	6.25	0.076896	8.12	5.54	0.82	1.95
Rio Torre 0	2.95	Q(T=200)	65	1.13	7.57	7.57	9.19	0.02389	5.64	11.53	3.56	0.71
Rio Torre 0	2.9	Q(T=50)	45	1.13	2.29	3.21	6.19	0.086785	8.74	5.15	6.3	3.09
Rio Torre 0	2.9	Q(T=200)	65	1.13	2.4	3.42	8.71	0.123158	11.13	5.84	6.3	3.69
Rio Torre 0	2.8	Q(T=50)	45	0.86	2.13	2.79	4.37	0.037809	6.64	6.78	6.12	2.01
Rio Torre 0	2.8	Q(T=200)	65	0.86	2.26	3.11	6.01	0.056734	8.58	7.57	6.12	2.46
Rio Torre 0	2	Q(T=50)	45	0.69	1.61	2.25	4.02	0.056939	6.88	6.54	8.86	2.56
Rio Torre 0	2	Q(T=200)	65	0.69	4.26	2.63	4.55	0.004168	2.37	27.42	8.86	0.4
Rio Torre 0	1.9	Q(T=50)	45	0.49	1.54	2.03	3.49	0.043095	6.17	7.29	9.87	2.29
Rio Torre 0	1.9	Q(T=200)	65	0.49	3.61	3.61	4.43	0.025036	4.01	16.2	9.87	0.73
Rio Torre 0	1.8	Q(T=50)	45	0.49	1.43	1.97	3.4	0.043008	6.2	7.26	10.18	2.35
Rio Torre 0	1.8	Q(T=200)	65	0.49	1.61	2.31	4.18	0.046189	7.11	9.15	10.78	2.46
Rio Torre 0	1.1	Q(T=50)	45	0.39	1.35	1.84	3.01	0.030388	5.71	7.89	8.88	1.93
Rio Torre 0	1.1	Q(T=200)	65	0.39	1.59	2.18	3.76	0.030897	6.53	9.95	8.88	1.97
Rio Torre 0	1	Q(T=50)	45	0.31	1.27	1.77	2.95	0.049438	5.73	7.86	9.11	1.97
Rio Torre 0	1	Q(T=200)	65	0.31	1.5	2.15	3.69	0.050412	6.56	9.91	9.23	2.02

Tabella 1: Dati idraulici con tempo di ritorno T=50, 200 STATO DI FATTO

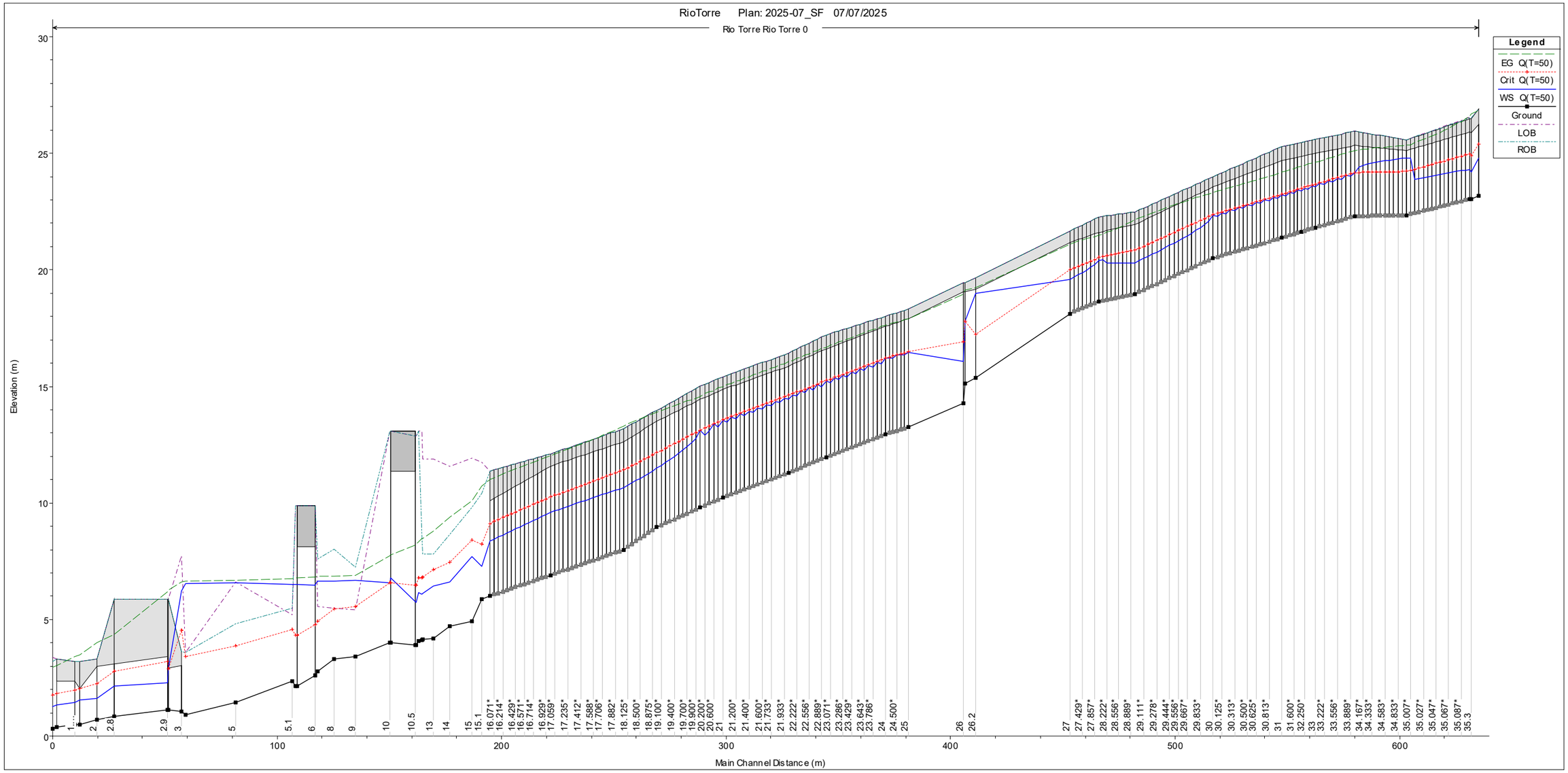


Figura 2: Profilo longitudinale con T=50 anni STATO DI FATTO

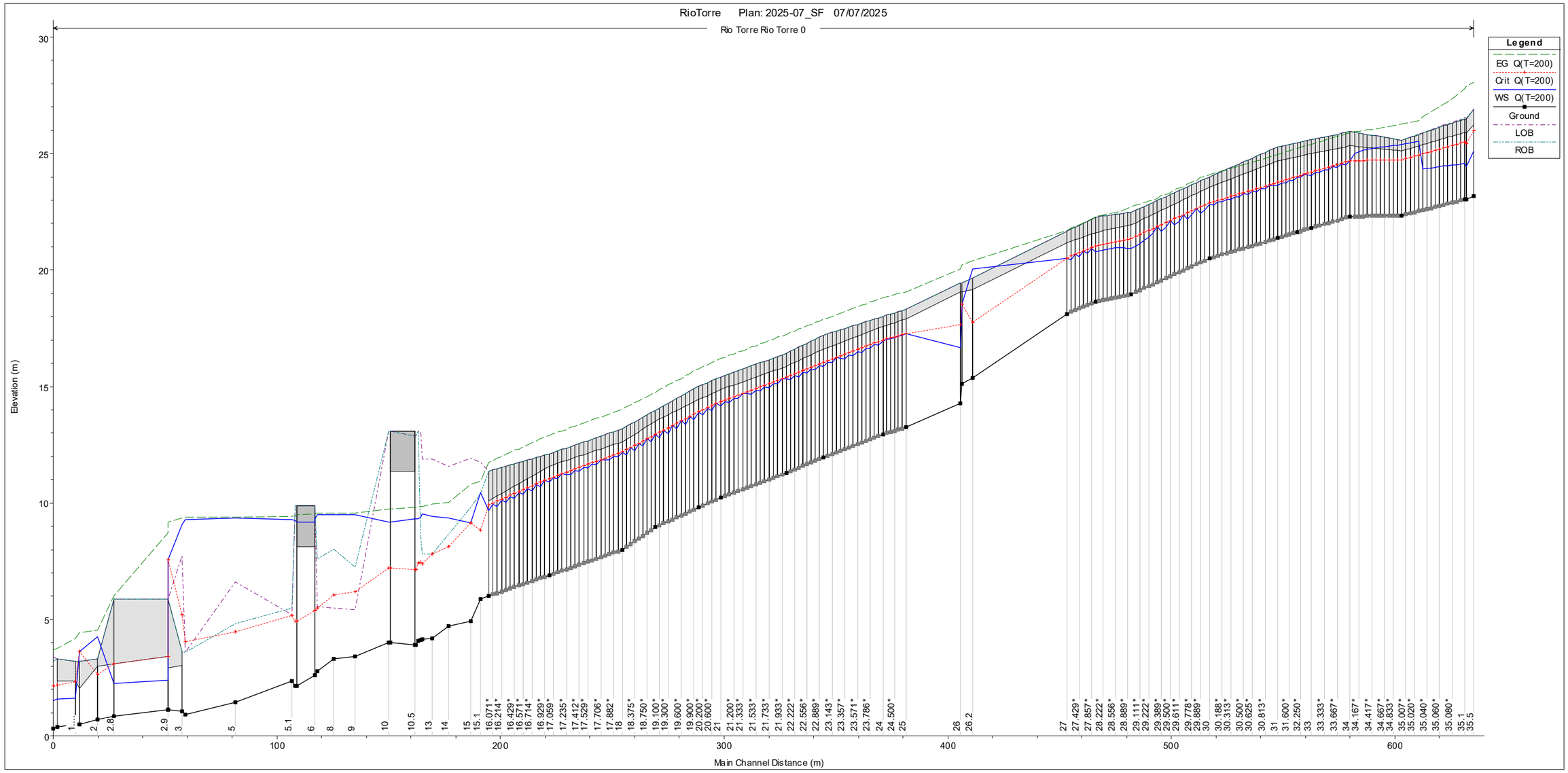


Figura 3: Profilo longitudinale con T=200 anni STATO DI FATTO

3.3.5. *ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI PROGETTO (Plan 2025-07_SP_Foce)*

L'intervento a progetto prevede:

- ✓ l'adeguamento del tratto tombinato tra le sezz.27-25 mediante realizzazione di graduale restringimento con pareti laterali a realizzazione di un imbuto e riprofilatura del fondo alveo mediante eliminazione del salto di fondo in sezione 26.1 con un riempimento in calcestruzzo. Si prevede altresì la demolizione di una porzione del setto centrale in corrispondenza della sezione 26.2 per una lunghezza L=1.20m e la realizzazione di finestrature in detto setto, come da tavole allegate, così come da elaborati progettuali a firma dell'ing. Zacchia oggetto di Autorizzazione Idraulica ottenuta con Provvedimento Dirigenziale H/123 del 24.02.2010 del Settore Urbanistica e difesa del territorio della Provincia d'Imperia, inerente autorizzazione idraulica per Realizzazione di autorimessa interrata e parcheggio pubblico in soprassuolo, immediatamente a monte della S.S. 1 Aurelia, in destra del Rio Torre;
- ✓ la realizzazione di un canale scolmatore (sezz.2-1) a valle della sezione 3, che corre al di sotto della piazza antistante l'edificio comunale, di luce interna pari a 3.00m x 2,25m, di lunghezza L=63,15m con pendenza i=2%. La realizzazione di detto scolmatore comporterà, altresì, il ripristino dell'attraversamento stradale del Rio Torre su Via Roma (sezz.3-2.95) di luce netta 4,65m x 2,40m. Si osservi che la demolizione con successivo ripristino dell'attraversamento stradale lungo Via Roma è propedeutico e necessario per la realizzazione dello scolmatore e che il posizionamento nonché le dimensioni in pianta sia del nuovo attraversamento che dell'imbocco del canale scolmatore sono le massime ammissibili stante la presenza di un contesto urbano consolidato;
- ✓ la realizzazione di un parapetto h=1,30m rispetto al piano trasversalmente al Rio Torre (sez.3) e in elevazione lungo l'argine in sponda destra dalla sez.3 alla sez.5.1 ovvero sino a riscontare nella spalla del ponte di Area 24 (sez.6);
- ✓ l'adeguamento della foce del nuovo scolmatore (sez. 0.5-0) mediante realizzazione di sponde in scogliera per una larghezza d'alveo da 3,00m a 5,00m di altezza h=3,45m per L=9,00m ca degradante poi verso il mare;
- ✓ l'allontanamento della fogna in oggi in alveo, con conseguente demolizione del bauletto in cui è alloggiata, da valle della sez.5 e per tutto il tratto in cui detto bauletto corre al di sotto della tombinatura esistente. Detta condotta correrà in sottosuolo a tergo del muro di sponda destro esistente sino ad intersecare Via Roma laddove la condotta attraverserà, in subalveo, il realizzando attraversamento stradale (sezz.3-2.95) e una piccola parte del canale scolmatore per poi correre in sottosuolo a tergo del canale scolmatore stesso in sponda sinistra sino ad intercettare un pozzetto su Lungomare Gerolamo da Santo Stefano per poi confluire nella stazione di sollevamento esistente in subalveo in attraversamento del canale scolmatore. Ivi, verranno, altresì, realizzati dei pozzetti per raccogliere i reflui delle condotte in oggi esistenti longitudinalmente a detta viabilità che necessariamente interferiranno col nuovo scolmatore e che, in oggi, attraversano in Rio Torre zancate alla soletta: dette condotte verranno intercettate in un pozzetto di caduta prima dello scolmatore per poi attraversare lo stesso e la tombinatura del Rio Torre sul fondo alveo e confluire nella stazione di sollevamento.

Da un'attenta analisi della simulazione relativa allo stato di progetto, si desume quanto segue:

- ✓ l'adeguamento del tratto tombinato tra le sezz.27-25, seppur in presenza di un risalto localizzato, garantirebbe il transito della portata duecentennale senza che la stessa entri in pressione evitando la fuoriuscita della portata delle griglie esistenti su Strada Ponte Romano scongiurando una possibile inondazione;

- ✓ la realizzazione del canale scolmatore perseguirebbe il transito, al suo interno ed all'interno del canale esistente, della portata cinquantennale e del 70% della portata duecentennale senza esondazione diretta a mitigazione del rischio inondazione;
- ✓ il ripristino dell'attraversamento su Via Roma non garantirebbe il franco di sicurezza ma risulta tecnicamente impossibile realizzare detta opera con una diversa tipologia che permetta una ancor migliore condizione di deflusso delle portate di piena stante i vincoli di urbanizzazione presenti e le caratteristiche dell'alveo nel tratto di interesse ed, inoltre, detto ponte risulta necessario allo svolgimento di funzioni relative a servizi essenziali e non diversamente ubicabili, almeno a breve/medio termine, riferiti, nel caso in esame, a strade pubbliche. Per cui, avvalendosi di quanto normato dalla D.G.R.n°1321/2015 "*L.r.18/99 art.91 c.1 lett.g) R.R.n.3/2011 art.10,c.7.Indirizzi e criteri in materia di gestione del demanio idrico e di polizia idraulica in presenza di opere interferenti con l'alveo del corso d'acqua*", occorre prevedere il mantenimento dello stesso;
- ✓ la realizzazione di un parapetto, come sopra descritto garantirebbe, il confinamento in alveo della portata cinquantennale e del 70% della portata duecentennale nel rispetto del franco idraulico (maggiore tra livello idrico +50cm e carico energetico);
- ✓ l'allontanamento di parte della condotta fognaria dall'alveo garantirebbe una maggiore sezione di deflusso seppure la stessa, localmente, dovrà necessariamente attraversare il rio e lo scolmatore seppur in subalveo. La stessa sarebbe, però, assentibile sulla scorta della D.G.R.N°1321 del 30/11/2015 "L.r.18/99 art.91 c.1 lett.g) R.R.n.3/2011 art.10,c.7. Indirizzi e criteri in materia di gestione del demanio idrico e di polizia idraulica in presenza di opere interferenti con l'alveo del corso d'acqua" trattandosi di opera necessaria allo svolgimento di funzioni relative a servizi essenziali e non diversamente ubicabili, almeno a breve/medio termine, riferita a depuratori. Inoltre, detta condotta attraverserà la fascia di inedificabilità assoluta, di cui all'art. 5 del R.R. 3/2011;
- ✓ per quanto attiene le caratteristiche di deflusso della piena e l'adeguatezza idraulica dello specifico corso d'acqua, si rimanda allo studio idraulico condotto da cui rilevano le caratteristiche idrauliche e morfologiche del torrente. Si osservi che, nel tratto di intervento, il rio non risulta indagato in sede di Piano di Bacino e che la posa della condotta è tale da non modificare lo stato dei luoghi. Per quanto attiene, invece, le opere di difesa presenti, ivi sono presenti o saranno presenti delle strutture in c.a.. Sulla scorta di quanto anzidetto e stante la tipologia e le caratteristiche delle opere di difesa:
  - o la posa della condotta non pregiudica la possibilità di attività di manutenzione e controllo degli alvei non modificando lo stato dei luoghi;
  - o la posa della condotta non pregiudica la sicurezza delle opere di protezione presenti trattandosi di opere in c.a.;
  - o si tratterebbe di modesto ampliamento a fini igienico-sanitari e tecnologici che non riduce la distanza dal corso d'acqua, riguardando la posa in opera di tubi o condotte di servizio (Art.5, comma 1, lett. a)ed e) del Regolamento Regionale n°3/2011 e ss.mm e i.i.);
  - o la posa della condotta non pregiudica l'eventuale sistemazione definitiva del corso d'acqua trattandosi di tubazioni in materie plastiche facilmente amovibili e/o modificabili.

Si riportano, di seguito, la tabella ed il profilo longitudinale per tempo di ritorno cinquantennale, duecentennale e 70% della duecentennale.

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl

				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Scolmatore	Scolmatore	2	Q(T=50)	0.1	0.82	2.02	0.86	2.02	0.000001	0.02	4.21	3.5	0.01
Scolmatore	Scolmatore	2	Q(T=200)	0.1	0.82	2.32	0.86	2.32	0	0.02	5.27	3.5	0
Scolmatore	Scolmatore	2	70% Q(T=200)	0.07	0.82	2.04	0.85	2.04	0	0.02	4.27	3.5	0
Scolmatore	Scolmatore	1	Q(T=50)	8.02	0.01	1.11	0.82	1.33	0.004624	2.09	3.83	3.5	0.64
Scolmatore	Scolmatore	1	Q(T=200)	11.06	0.01	1.36	1.02	1.64	0.004896	2.34	4.73	3.5	0.64
Scolmatore	Scolmatore	1	70% Q(T=200)	8.17	0.01	1.12	0.83	1.34	0.004637	2.1	3.88	3.5	0.64
Scolmatore	Scolmatore	0.5	Q(T=50)	8.02	0	0.87	0.87	1.3	0.011174	2.9	2.76	3.21	1
Scolmatore	Scolmatore	0.5	Q(T=200)	11.06	0	1.08	1.08	1.61	0.011543	3.23	3.43	3.24	1
Scolmatore	Scolmatore	0.5	70% Q(T=200)	8.17	0	0.89	0.89	1.32	0.011192	2.92	2.8	3.22	1
Scolmatore	Scolmatore	0	Q(T=50)	8.02	-0.1	0.27	0.51	1.09	0.044555	4.01	2	5.85	2.19
Scolmatore	Scolmatore	0	Q(T=200)	11.06	-0.1	0.35	0.64	1.38	0.045052	4.5	2.46	6.02	2.25
Scolmatore	Scolmatore	0	70% Q(T=200)	8.17	-0.1	0.27	0.52	1.1	0.0446	4.03	2.02	5.86	2.19
Rio Torre	Rio Torre 0	35.5	Q(T=50)	45	23.16	24.8	25.38	26.82	0.027063	6.3	7.15	4.35	1.57
Rio Torre	Rio Torre 0	35.5	Q(T=200)	65	23.16	25.13	26	28.07	0.03456	7.6	8.55	4.35	1.73
Rio Torre	Rio Torre 0	35.5	70% Q(T=200)	45.5	23.16	24.81	25.39	26.86	0.027423	6.35	7.17	4.35	1.58
Rio Torre	Rio Torre 0	35.3	Q(T=50)	45	23.03	24.2	24.91	26.67	0.039732	6.97	6.46	5.77	2.1
Rio Torre	Rio Torre 0	35.3	Q(T=200)	65	23.03	24.45	25.43	27.89	0.045762	8.22	7.91	5.77	2.24
Rio Torre	Rio Torre 0	35.3	70% Q(T=200)	45.5	23.03	24.2	24.93	26.71	0.040038	7.01	6.49	5.77	2.11
Rio Torre	Rio Torre 0	35.1	Q(T=50)	45	23.03	24.31	24.98	26.58	0.049518	6.67	6.75	5.48	1.92
Rio Torre	Rio Torre 0	35.1	Q(T=200)	65	23.03	24.58	25.51	27.78	0.061506	7.93	8.2	5.48	2.07
Rio Torre	Rio Torre 0	35.1	70% Q(T=200)	45.5	23.03	24.32	25	26.61	0.050028	6.71	6.78	5.48	1.93
Rio Torre	Rio Torre 0	35	Q(T=50)	45	22.35	24.83	24.22	25.36	0.00753	3.23	13.94	5.62	0.65
Rio Torre	Rio Torre 0	35	Q(T=200)	65	22.35	25.4	24.74	26.29	0.017617	4.18	15.57		0.76
Rio Torre	Rio Torre 0	35	70% Q(T=200)	45.5	22.35	24.85	24.23	25.38	0.007565	3.24	14.04	5.62	0.65
Rio Torre	Rio Torre 0	34	Q(T=50)	45	22.3	24.18	24.18	25.11	0.015357	4.28	10.51	5.62	1
Rio Torre	Rio Torre 0	34	Q(T=200)	65	22.3	24.69	24.69	25.89	0.017257	4.84	13.42	5.62	1
Rio Torre	Rio Torre 0	34	70% Q(T=200)	45.5	22.3	24.19	24.19	25.13	0.015393	4.29	10.59	5.62	1
Rio Torre	Rio Torre 0	33	Q(T=50)	45	21.81	23.39	23.68	24.7	0.024007	5.08	8.85	5.62	1.29
Rio Torre	Rio Torre 0	33	Q(T=200)	65	21.81	23.89	24.2	25.47	0.02443	5.56	11.69	5.62	1.23
Rio Torre	Rio Torre 0	33	70%	45.5	21.81	23.4	23.69	24.72	0.024009	5.1	8.93	5.62	1.29

			Q(T=200)										
Rio Torre	Rio Torre 0	32	Q(T=50)	45	21.64	23.19	23.51	24.55	0.024871	5.15	8.74	5.62	1.32
Rio Torre	Rio Torre 0	32	Q(T=200)	65	21.64	23.7	24.03	25.31	0.025142	5.62	11.56	5.62	1.25
Rio Torre	Rio Torre 0	32	70% Q(T=200)	45.5	21.64	23.21	23.52	24.57	0.02487	5.16	8.81	5.62	1.32
Rio Torre	Rio Torre 0	31	Q(T=50)	45	21.37	22.89	23.24	24.32	0.026713	5.29	8.5	5.62	1.37
Rio Torre	Rio Torre 0	31	Q(T=200)	65	21.37	23.38	23.76	25.08	0.026791	5.77	11.27	5.62	1.3
Rio Torre	Rio Torre 0	31	70% Q(T=200)	45.5	21.37	22.9	23.26	24.34	0.026704	5.31	8.57	5.62	1.37
Rio Torre	Rio Torre 0	30	Q(T=50)	45	20.5	21.99	22.37	23.47	0.028039	5.39	8.35	5.62	1.41
Rio Torre	Rio Torre 0	30	Q(T=200)	65	20.5	22.47	22.89	24.23	0.028002	5.87	11.08	5.62	1.33
Rio Torre	Rio Torre 0	30	70% Q(T=200)	45.5	20.5	22	22.39	23.49	0.028034	5.4	8.42	5.62	1.41
Rio Torre	Rio Torre 0	29	Q(T=50)	45	18.97	20.28	20.84	22.2	0.039586	6.13	7.34	5.62	1.71
Rio Torre	Rio Torre 0	29	Q(T=200)	65	18.97	20.71	21.36	22.97	0.038792	6.66	9.76	5.62	1.61
Rio Torre	Rio Torre 0	29	70% Q(T=200)	45.5	18.97	20.29	20.86	22.22	0.039558	6.15	7.4	5.62	1.71
Rio Torre	Rio Torre 0	28	Q(T=50)	45	18.65	20.39	20.52	21.47	0.018526	4.6	9.78	5.62	1.11
Rio Torre	Rio Torre 0	28	Q(T=200)	65	18.65	20.78	21.04	22.29	0.023133	5.44	11.95	5.62	1.19
Rio Torre	Rio Torre 0	28	70% Q(T=200)	45.5	18.65	20.28	20.54	21.54	0.022584	4.98	9.14	5.62	1.25
Rio Torre	Rio Torre 0	27	Q(T=50)	45	18.13	19.6	20	21.11	0.028911	5.45	8.25	5.62	1.44
Rio Torre	Rio Torre 0	27	Q(T=200)	65	18.13	20.04	20.52	21.91	0.030243	6.05	10.75	5.62	1.4
Rio Torre	Rio Torre 0	27	70% Q(T=200)	45.5	18.13	19.58	20.01	21.17	0.030416	5.57	8.16	5.62	1.48
Rio Torre	Rio Torre 0	26.2	Q(T=50)	45	15.44	17.84	18.06	19.4	0.03576	5.54	8.13	3.39	1.14
Rio Torre	Rio Torre 0	26.2	Q(T=200)	65	15.44	18.84	18.79	20.46	0.033344	5.64	11.53	3.39	0.98
Rio Torre	Rio Torre 0	26.2	70% Q(T=200)	45.5	15.44	17.8	18.08	19.45	0.037808	5.68	8.01	3.39	1.18
Rio Torre	Rio Torre 0	26.1	Q(T=50)	45	15.36	17.47	17.91	19.33	0.024186	6.05	7.43	3.53	1.33
Rio Torre	Rio Torre 0	26.1	Q(T=200)	65	15.36	19.08	18.62	20.33	0.012087	4.96	13.11	3.53	0.82
Rio Torre	Rio Torre 0	26.1	70% Q(T=200)	45.5	15.36	17.46	17.93	19.38	0.024971	6.14	7.4	3.53	1.35
Rio Torre	Rio Torre 0	26	Q(T=50)	45	15.14	17.79	17.79	19.12	0.015753	5.1	8.83	3.33	1
Rio Torre	Rio Torre 0	26	Q(T=200)	65	15.14	18.53	18.53	20.22	0.017937	5.76	11.28	3.33	1
Rio Torre	Rio Torre 0	26	70% Q(T=200)	45.5	15.14	17.45	17.81	19.23	0.022875	5.92	7.69	3.33	1.24
Rio Torre	Rio Torre 0	25	Q(T=50)	45	13.25	15.62	16.38	18.27	0.035698	7.21	6.24	3.03	1.6
Rio Torre	Rio Torre 0	25	Q(T=200)	65	13.25	16.35	17.17	19.37	0.035228	7.69	8.46	3.03	1.47

Rio Torre	Rio Torre 0	25	70% Q(T=200)	45.5	13.25	15.61	16.4	18.36	0.037193	7.34	6.2	3.03	1.64
Rio Torre	Rio Torre 0	24	Q(T=50)	45	12.95	15.48	16.12	17.85	0.030985	6.81	6.6	3.02	1.47
Rio Torre	Rio Torre 0	24	Q(T=200)	65	12.95	16.3	16.91	18.92	0.029785	7.17	9.07	3.02	1.32
Rio Torre	Rio Torre 0	24	70% Q(T=200)	45.5	12.95	15.47	16.14	17.91	0.031997	6.92	6.58	3.02	1.5
Rio Torre	Rio Torre 0	23	Q(T=50)	45	11.95	14.46	15.16	16.97	0.033665	7.02	6.41	2.96	1.52
Rio Torre	Rio Torre 0	23	Q(T=200)	65	11.95	15.25	15.96	18.06	0.032821	7.43	8.75	2.96	1.38
Rio Torre	Rio Torre 0	23	70% Q(T=200)	45.5	11.95	14.46	15.18	17.02	0.034171	7.08	6.43	2.96	1.53
Rio Torre	Rio Torre 0	22	Q(T=50)	45	11.3	13.73	14.49	16.38	0.03593	7.21	6.25	2.96	1.58
Rio Torre	Rio Torre 0	22	Q(T=200)	65	11.3	14.49	15.28	17.48	0.03529	7.65	8.49	2.96	1.44
Rio Torre	Rio Torre 0	22	70% Q(T=200)	45.5	11.3	13.74	14.51	16.42	0.036253	7.25	6.28	2.96	1.59
Rio Torre	Rio Torre 0	21	Q(T=50)	45	10.23	12.73	13.47	15.32	0.034885	7.13	6.31	2.98	1.57
Rio Torre	Rio Torre 0	21	Q(T=200)	65	10.23	13.47	14.26	16.44	0.034805	7.63	8.52	2.98	1.44
Rio Torre	Rio Torre 0	21	70% Q(T=200)	45.5	10.23	12.75	13.49	15.36	0.034954	7.16	6.36	2.98	1.56
Rio Torre	Rio Torre 0	20	Q(T=50)	45	9.8	12.24	13.02	14.95	0.036935	7.3	6.17	2.98	1.62
Rio Torre	Rio Torre 0	20	Q(T=200)	65	9.8	12.97	13.82	16.07	0.036752	7.8	8.33	2.98	1.49
Rio Torre	Rio Torre 0	20	70% Q(T=200)	45.5	9.8	12.26	13.04	14.99	0.036982	7.32	6.22	2.98	1.62
Rio Torre	Rio Torre 0	19	Q(T=50)	45	8.96	11.19	12.07	14.17	0.041563	7.64	5.89	3.02	1.75
Rio Torre	Rio Torre 0	19	Q(T=200)	65	8.96	11.87	12.85	15.28	0.04117	8.18	7.95	3.02	1.61
Rio Torre	Rio Torre 0	19	70% Q(T=200)	45.5	8.96	11.2	12.09	14.2	0.04158	7.66	5.94	3.02	1.74
Rio Torre	Rio Torre 0	18	Q(T=50)	45	7.99	10.7	11.51	13.5	0.042737	7.41	6.07	2.99	1.66
Rio Torre	Rio Torre 0	18	Q(T=200)	65	7.99	11.41	12.3	14.61	0.041757	7.93	8.2	2.99	1.53
Rio Torre	Rio Torre 0	18	70% Q(T=200)	45.5	7.99	10.71	11.53	13.53	0.042729	7.43	6.12	2.99	1.66
Rio Torre	Rio Torre 0	17	Q(T=50)	45	6.9	9.34	10.17	12.17	0.039016	7.45	6.04	2.93	1.66
Rio Torre	Rio Torre 0	17	Q(T=200)	65	6.9	10.07	10.97	13.3	0.03895	7.97	8.16	2.93	1.52
Rio Torre	Rio Torre 0	17	70% Q(T=200)	45.5	6.9	9.36	10.19	12.2	0.03902	7.46	6.1	2.93	1.65
Rio Torre	Rio Torre 0	16	Q(T=50)	45	6.01	8.48	9.23	11.09	0.036798	7.15	6.29	3.01	1.58
Rio Torre	Rio Torre 0	16	Q(T=200)	65	6.01	9.2	10.02	12.22	0.037001	7.71	8.44	3.01	1.47
Rio Torre	Rio Torre 0	16	70% Q(T=200)	45.5	6.01	8.5	9.25	11.12	0.036808	7.17	6.35	3.01	1.58
Rio Torre	Rio Torre 0	15.1	Q(T=50)	45	5.86	7.27	8.24	10.8	0.088135	8.32	5.41	4.54	2.44

Rio Torre	Rio Torre 0	15.1	Q(T=200)	65	5.86	7.64	8.83	11.9	0.085684	9.14	7.11	4.62	2.35
Rio Torre	Rio Torre 0	15.1	70% Q(T=200)	45.5	5.86	7.28	8.26	10.83	0.088041	8.34	5.45	4.55	2.43
Rio Torre	Rio Torre 0	15	Q(T=50)	45	4.91	7.65	8.39	10.16	0.070851	7.01	6.42	3.23	1.59
Rio Torre	Rio Torre 0	15	Q(T=200)	65	4.91	8.39	9.15	11.14	0.063001	7.34	8.85	3.36	1.45
Rio Torre	Rio Torre 0	15	70% Q(T=200)	45.5	4.91	7.67	8.41	10.19	0.07064	7.03	6.48	3.24	1.59
Rio Torre	Rio Torre 0	14	Q(T=50)	45	4.7	6.61	7.46	9.42	0.071673	7.42	6.06	3.85	1.89
Rio Torre	Rio Torre 0	14	Q(T=200)	65	4.7	7.13	8.13	10.43	0.068693	8.04	8.08	3.95	1.8
Rio Torre	Rio Torre 0	14	70% Q(T=200)	45.5	4.7	6.62	7.47	9.44	0.071595	7.44	6.12	3.85	1.88
Rio Torre	Rio Torre 0	13	Q(T=50)	45	4.18	6.42	7.13	8.81	0.061939	6.84	6.58	3.81	1.66
Rio Torre	Rio Torre 0	13	Q(T=200)	65	4.18	6.97	7.82	9.82	0.060774	7.48	8.69	3.89	1.6
Rio Torre	Rio Torre 0	13	70% Q(T=200)	45.5	4.18	6.44	7.15	8.84	0.061929	6.86	6.63	3.81	1.66
Rio Torre	Rio Torre 0	12.9	Q(T=50)	45	4.14	6.11	6.82	8.51	0.068332	6.86	6.56	4.86	1.89
Rio Torre	Rio Torre 0	12.9	Q(T=200)	65	4.14	6.5	7.39	9.51	0.068844	7.69	8.45	4.92	1.87
Rio Torre	Rio Torre 0	12.9	70% Q(T=200)	45.5	4.14	6.12	6.84	8.54	0.068381	6.88	6.61	4.86	1.89
Rio Torre	Rio Torre 0	12.1	Q(T=50)	45	4.1	6.09	6.79	8.47	0.060014	6.84	6.58	4.05	1.71
Rio Torre	Rio Torre 0	12.1	Q(T=200)	65	4.1	6.63	7.45	9.41	0.056395	7.37	8.81	4.12	1.61
Rio Torre	Rio Torre 0	12.1	70% Q(T=200)	45.5	4.1	6.1	6.81	8.5	0.059933	6.85	6.64	4.05	1.71
Rio Torre	Rio Torre 0	12	Q(T=50)	45	4.08	6.14	6.78	8.35	0.054174	6.58	6.84	4.06	1.62
Rio Torre	Rio Torre 0	12	Q(T=200)	65	4.08	6.7	7.43	9.28	0.051458	7.12	9.13	4.13	1.53
Rio Torre	Rio Torre 0	12	70% Q(T=200)	45.5	4.08	6.15	6.79	8.37	0.054128	6.6	6.89	4.06	1.62
Rio Torre	Rio Torre 0	11	Q(T=50)	45	3.91	5.74	6.48	8.25	0.063915	7.02	6.41	4	1.77
Rio Torre	Rio Torre 0	11	Q(T=200)	65	3.91	6.29	7.13	9.19	0.059489	7.54	8.62	4	1.64
Rio Torre	Rio Torre 0	11	70% Q(T=200)	45.5	3.91	5.75	6.5	8.28	0.063807	7.04	6.47	4	1.77
Rio Torre	Rio Torre 0	10.5		Bridge									
Rio Torre	Rio Torre 0	10	Q(T=50)	45	4	6.57	6.57	7.74	0.022855	4.8	9.37	4	1
Rio Torre	Rio Torre 0	10	Q(T=200)	65	4	7.22	7.22	8.72	0.025172	5.43	11.97	4	1
Rio Torre	Rio Torre 0	10	70% Q(T=200)	45.5	4	6.59	6.59	7.77	0.022847	4.82	9.45	4	1
Rio Torre	Rio Torre 0	9	Q(T=50)	45	3.4	5.02	5.75	7.12	0.057862	6.42	7.01	6.19	1.93
Rio Torre	Rio Torre 0	9	Q(T=200)	65	3.4	5.33	6.25	8.04	0.059078	7.28	8.93	6.19	1.94
Rio Torre	Rio Torre 0	9	70%	45.5	3.4	5.03	5.79	7.15	0.05792	6.44	7.06	6.19	1.93

			Q(T=200)										
Rio Torre	Rio Torre 0	8	Q(T=50)	45	3.31	4.74	5.28	6.57	0.043101	5.99	7.51	6.83	1.82
Rio Torre	Rio Torre 0	8	Q(T=200)	65	3.31	5.01	5.82	7.46	0.046712	6.93	9.38	6.89	1.9
Rio Torre	Rio Torre 0	8	70% Q(T=200)	45.5	3.31	4.74	5.29	6.59	0.04322	6.02	7.56	6.83	1.83
Rio Torre	Rio Torre 0	7	Q(T=50)	45	2.79	4.39	4.93	6.25	0.041346	6.04	7.44	5.09	1.6
Rio Torre	Rio Torre 0	7	Q(T=200)	65	2.79	4.87	5.49	7.07	0.039034	6.58	9.88	5.15	1.52
Rio Torre	Rio Torre 0	7	70% Q(T=200)	45.5	2.79	4.4	4.94	6.28	0.04136	6.06	7.5	5.09	1.6
Rio Torre	Rio Torre 0	6.1	Q(T=50)	45	2.62	4.22	4.79	6.21	0.043547	6.24	7.21	4.5	1.57
Rio Torre	Rio Torre 0	6.1	Q(T=200)	65	2.62	4.8	5.39	7.04	0.039298	6.63	9.81	4.5	1.43
Rio Torre	Rio Torre 0	6.1	70% Q(T=200)	45.5	2.62	4.24	4.8	6.23	0.043498	6.26	7.27	4.5	1.57
Rio Torre	Rio Torre 0	6		Bridge									
Rio Torre	Rio Torre 0	5.9	Q(T=50)	45	2.14	5.14	4.32	5.71	0.008261	3.35	13.42	4.5	0.62
Rio Torre	Rio Torre 0	5.9	Q(T=200)	65	2.14	5.8	4.92	6.6	0.010341	3.96	16.41	4.5	0.66
Rio Torre	Rio Torre 0	5.9	70% Q(T=200)	45.5	2.14	5.16	4.33	5.73	0.008315	3.37	13.5	4.5	0.62
Rio Torre	Rio Torre 0	5.1	Q(T=50)	45	2.34	4.58	4.58	5.64	0.0178	4.56	9.86	4.65	1
Rio Torre	Rio Torre 0	5.1	Q(T=200)	65	2.34	5.18	5.18	6.53	0.019293	5.14	12.64	4.69	1
Rio Torre	Rio Torre 0	5.1	70% Q(T=200)	45.5	2.34	4.6	4.6	5.67	0.017845	4.58	9.93	4.65	1
Rio Torre	Rio Torre 0	5	Q(T=50)	45	1.43	3.56	3.89	5.02	0.030207	5.37	8.38	4.85	1.3
Rio Torre	Rio Torre 0	5	Q(T=200)	65	1.43	4.09	4.46	5.88	0.030036	5.92	10.98	4.85	1.26
Rio Torre	Rio Torre 0	5	70% Q(T=200)	45.5	1.43	3.57	3.91	5.05	0.030192	5.38	8.45	4.85	1.3
Rio Torre	Rio Torre 0	4	Q(T=50)	45	0.93	3.62	2.93	4.15	0.007049	3.22	13.95	5.29	0.63
Rio Torre	Rio Torre 0	4	Q(T=200)	65	0.93	4.95	3.47	5.41	0.005641	3.04	22.26	6.57	0.49
Rio Torre	Rio Torre 0	4	70% Q(T=200)	45.5	0.93	3.64	2.94	4.18	0.007062	3.24	14.06	5.29	0.63
Rio Torre	Rio Torre 0	3	Q(T=50)	45	0.85	3.21	3.01	4.11	0.008724	4.19	10.74	4.6	0.88
Rio Torre	Rio Torre 0	3	Q(T=200)	65	0.85	4.28	3.91	5.34	0.019909	4.55	14.3	4.6	0.78
Rio Torre	Rio Torre 0	3	70% Q(T=200)	45.5	0.85	3.22	3.03	4.13	0.008768	4.21	10.81	4.6	0.88
Rio Torre	Rio Torre 0	2.9885	Q(T=50)	45	0.83	3	3	4.07	0.011098	4.58	9.82	4.6	1
Rio Torre	Rio Torre 0	2.9885	Q(T=200)	65	0.83	3.89	3.89	5.26	0.02917	5.17	12.56	4.6	0.94
Rio Torre	Rio Torre 0	2.9885	70% Q(T=200)	45.5	0.83	3.02	3.02	4.09	0.011082	4.59	9.91	4.6	1
Rio Torre	Rio Torre 0	2.9884		Lat									

				Struct									
Rio Torre	Rio Torre 0	2.9672	Q(T=50)	37.08	0.78	2.19	2.69	3.93	0.025611	5.84	6.34	4.56	1.58
Rio Torre	Rio Torre 0	2.9672	Q(T=200)	54.04	0.78	2.46	3.22	5.03	0.032651	7.1	7.62	4.58	1.76
Rio Torre	Rio Torre 0	2.9672	70% Q(T=200)	37.41	0.78	2.19	2.7	3.95	0.025775	5.87	6.37	4.56	1.59
Rio Torre	Rio Torre 0	2.95	Q(T=50)	37.08	0.74	2.13	2.62	3.84	0.025207	5.78	6.42	4.6	1.56
Rio Torre	Rio Torre 0	2.95	Q(T=200)	54.04	0.74	2.42	3.15	4.91	0.031767	6.99	7.73	4.6	1.72
Rio Torre	Rio Torre 0	2.95	70% Q(T=200)	37.41	0.74	2.14	2.63	3.86	0.025361	5.81	6.44	4.6	1.57
Rio Torre	Rio Torre 0	2.9	Q(T=50)	37.08	0.74	2.17	2.63	3.81	0.02415	5.67	6.54	4.9	1.57
Rio Torre	Rio Torre 0	2.9	Q(T=200)	54.04	0.74	2.42	3.15	4.89	0.031685	6.97	7.75	4.9	1.77
Rio Torre	Rio Torre 0	2.9	70% Q(T=200)	37.41	0.74	2.17	2.64	3.83	0.024336	5.7	6.56	4.9	1.57
Rio Torre	Rio Torre 0	2.8	Q(T=50)	37.08	0.51	1.68	2.14	3.26	0.026482	5.57	6.66	6.12	1.71
Rio Torre	Rio Torre 0	2.8	Q(T=200)	54.04	0.51	1.92	2.58	4.16	0.030958	6.63	8.14	6.12	1.84
Rio Torre	Rio Torre 0	2.8	70% Q(T=200)	37.41	0.51	1.68	2.15	3.27	0.026561	5.59	6.69	6.12	1.71
Rio Torre	Rio Torre 0	2	Q(T=50)	37.08	0.35	1.19	1.73	3	0.036914	5.97	6.22	7.41	2.08
Rio Torre	Rio Torre 0	2	Q(T=200)	54.04	0.35	1.39	2.07	3.86	0.047777	6.96	7.77	8.86	2.37
Rio Torre	Rio Torre 0	2	70% Q(T=200)	37.41	0.35	1.19	1.73	3.02	0.036961	5.99	6.25	7.41	2.08
Rio Torre	Rio Torre 0	1.9	Q(T=50)	37.08	0.34	1.17	1.63	2.64	0.029211	5.38	6.9	8.63	1.92
Rio Torre	Rio Torre 0	1.9	Q(T=200)	54.04	0.34	1.35	1.95	3.43	0.033161	6.39	8.45	8.76	2.08
Rio Torre	Rio Torre 0	1.9	70% Q(T=200)	37.41	0.34	1.17	1.63	2.66	0.029328	5.4	6.93	8.63	1.93
Rio Torre	Rio Torre 0	1.8	Q(T=50)	37.08	0.33	1.07	1.54	2.57	0.033126	5.43	6.83	9.48	2.04
Rio Torre	Rio Torre 0	1.8	Q(T=200)	54.04	0.33	1.23	1.85	3.35	0.037172	6.45	8.38	9.59	2.2
Rio Torre	Rio Torre 0	1.8	70% Q(T=200)	37.41	0.33	1.07	1.55	2.59	0.033246	5.45	6.86	9.48	2.05
Rio Torre	Rio Torre 0	1.1	Q(T=50)	37.08	0.32	1.84	1.53	2.23	0.003963	2.74	13.54	8.88	0.71
Rio Torre	Rio Torre 0	1.1	Q(T=200)	54.04	0.32	1.44	1.88	2.94	0.021338	5.43	9.96	8.88	1.64
Rio Torre	Rio Torre 0	1.1	70% Q(T=200)	37.41	0.32	1.85	1.54	2.24	0.003975	2.75	13.6	8.88	0.71
Rio Torre	Rio Torre 0	1	Q(T=50)	37.08	0.31	1.61	1.61	2.2	0.012247	3.4	10.91	9.28	1
Rio Torre	Rio Torre 0	1	Q(T=200)	54.04	0.31	1.68	1.95	2.79	0.021793	4.67	11.56	9.32	1.34
Rio Torre	Rio Torre 0	1	70% Q(T=200)	37.41	0.31	1.61	1.61	2.21	0.012236	3.41	10.98	9.29	1

Tabella 2: Dati idraulici con tempo di ritorno T=50, 200 e 70% 200 anni STATO DI PROGETTO

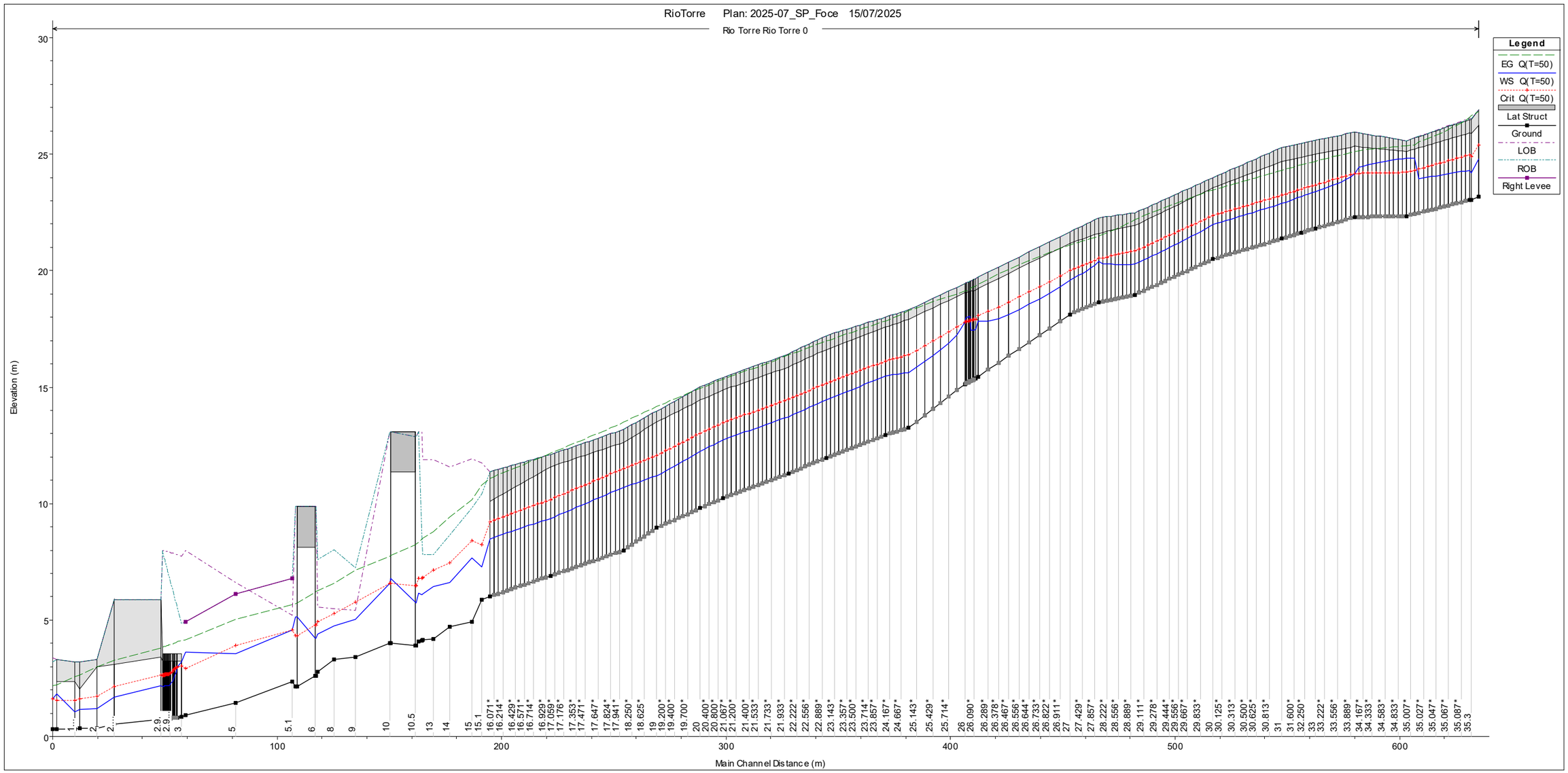


Figura 4: Profilo longitudinale con T=50 anni STATO DI PROGETTO – RIO TORRE

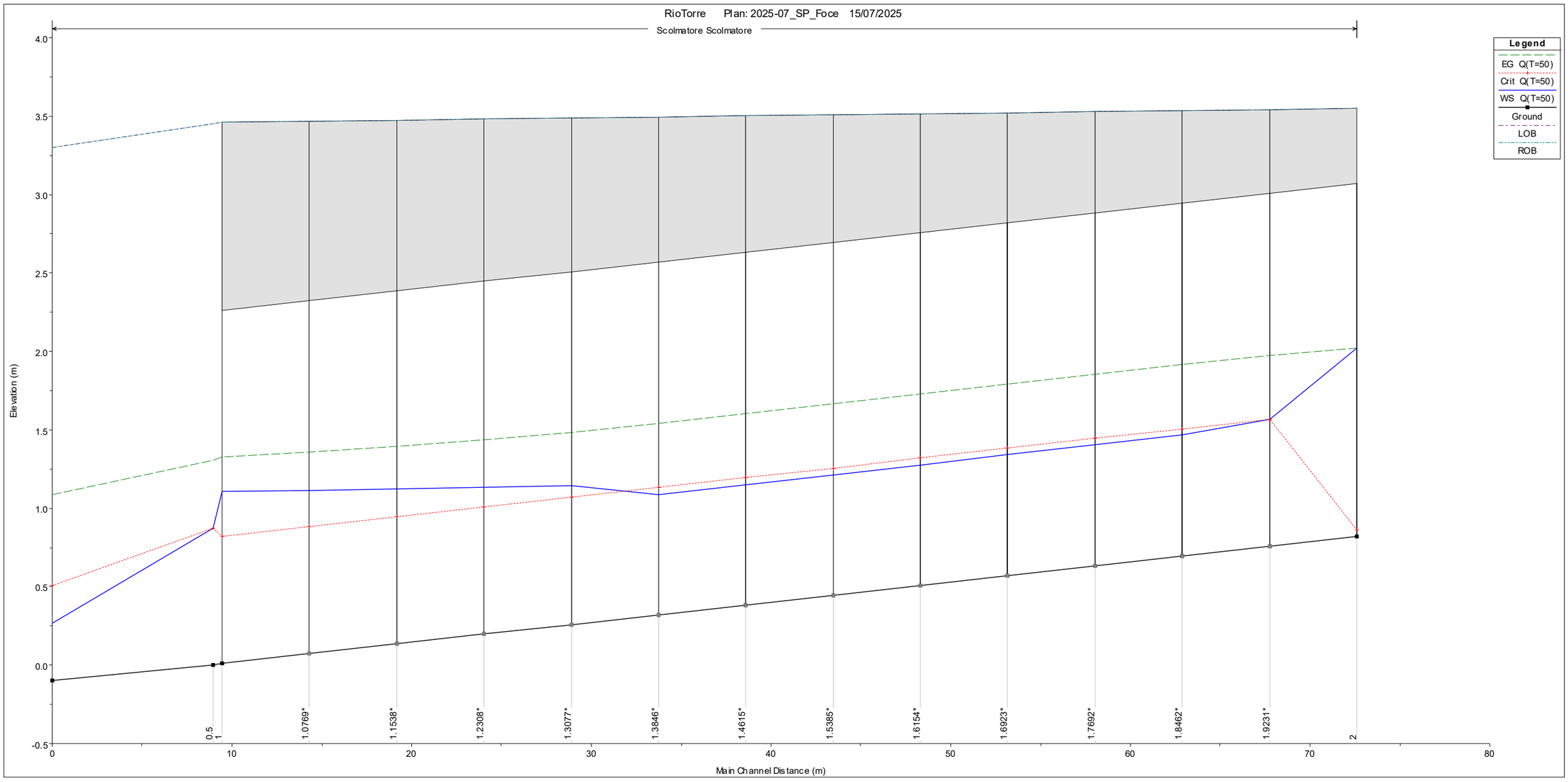


Figura 5: Profilo longitudinale con T=50 anni STATO DI PROGETTO – SCOLMATORE

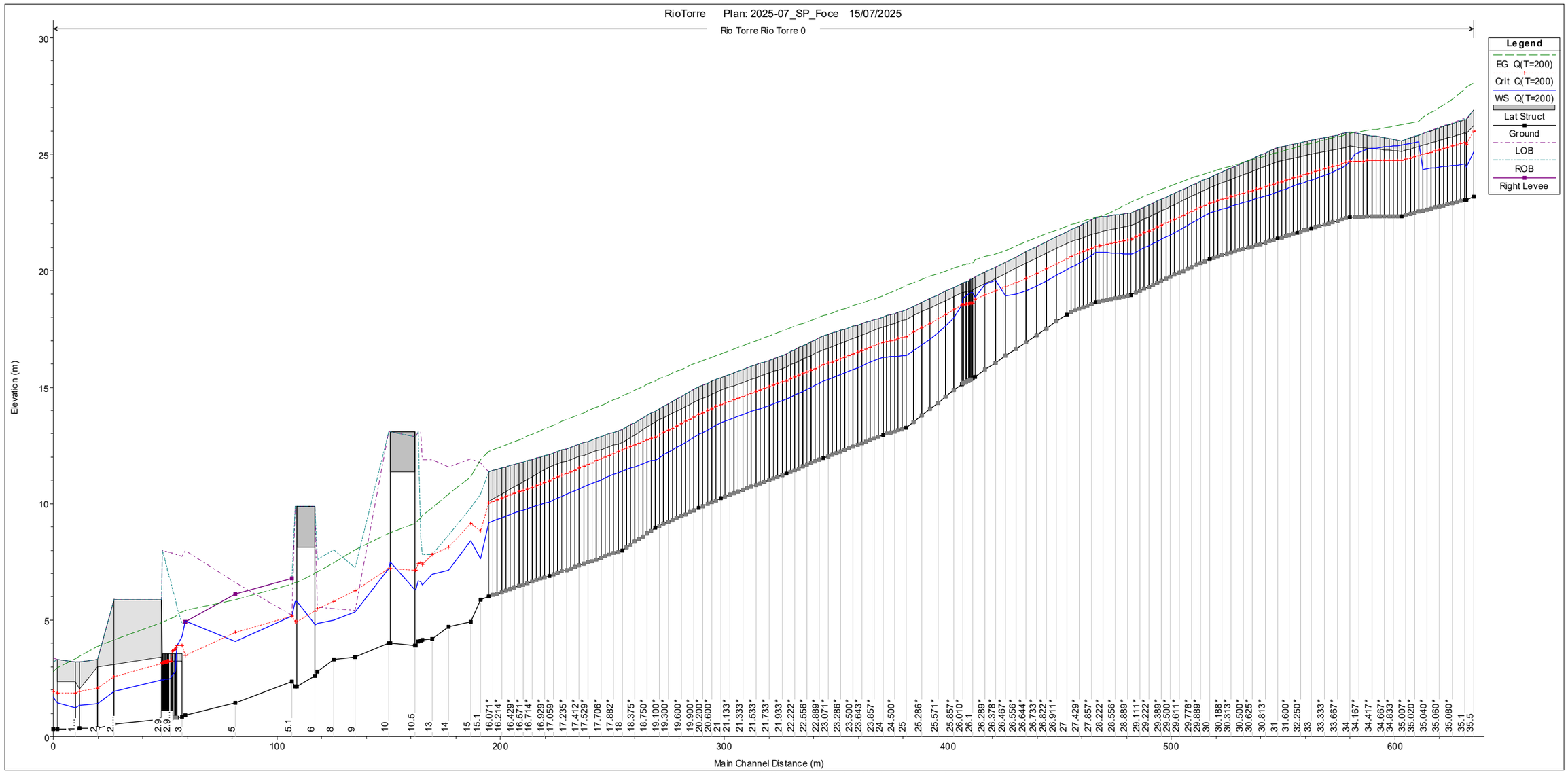


Figura 6: Profilo longitudinale con T=200 anni STATO DI PROGETTO – RIO TORRE

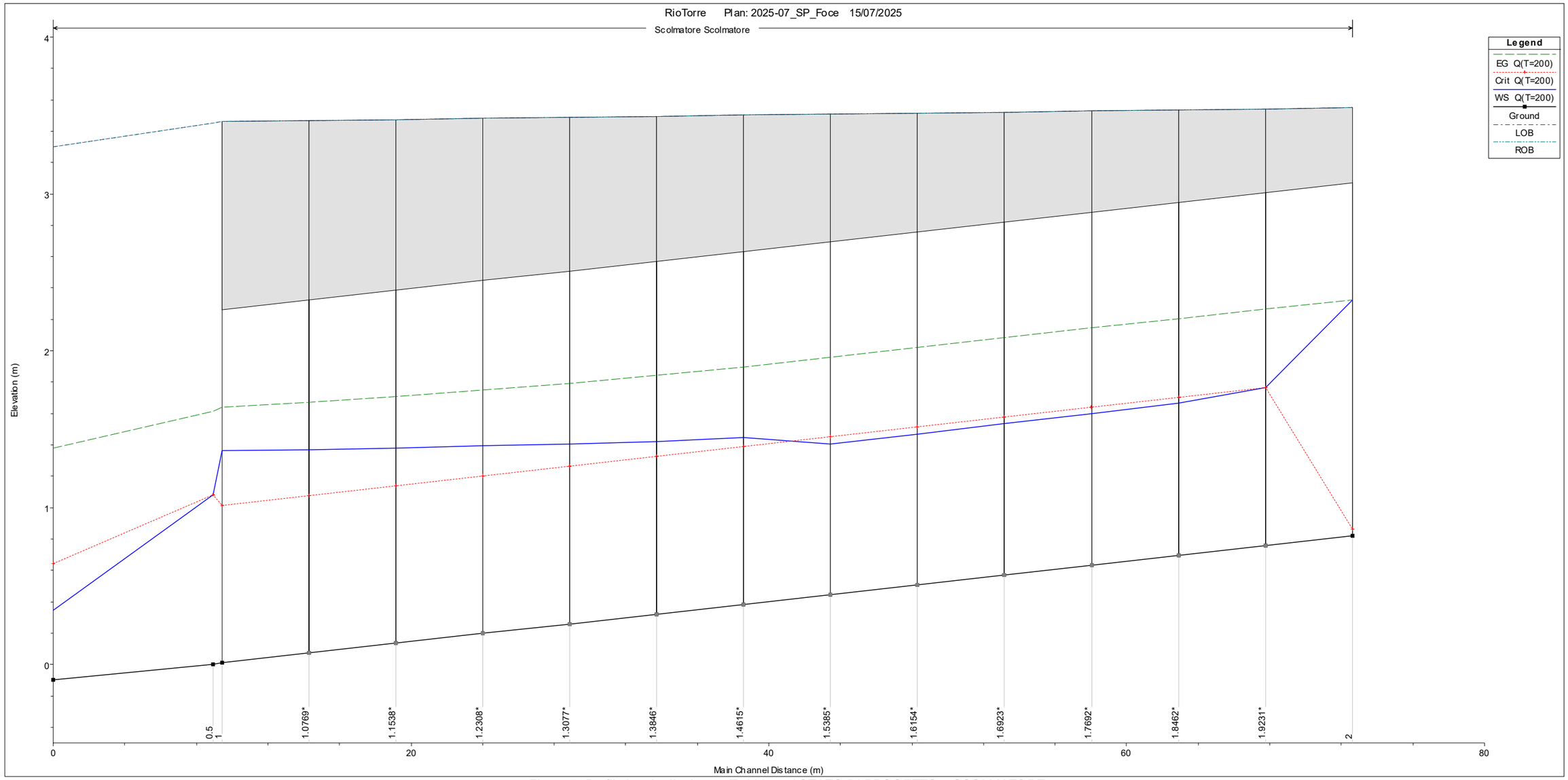


Figura 7: Profilo longitudinale con T=200 anni STATO DI PROGETTO – SCOLMATORE

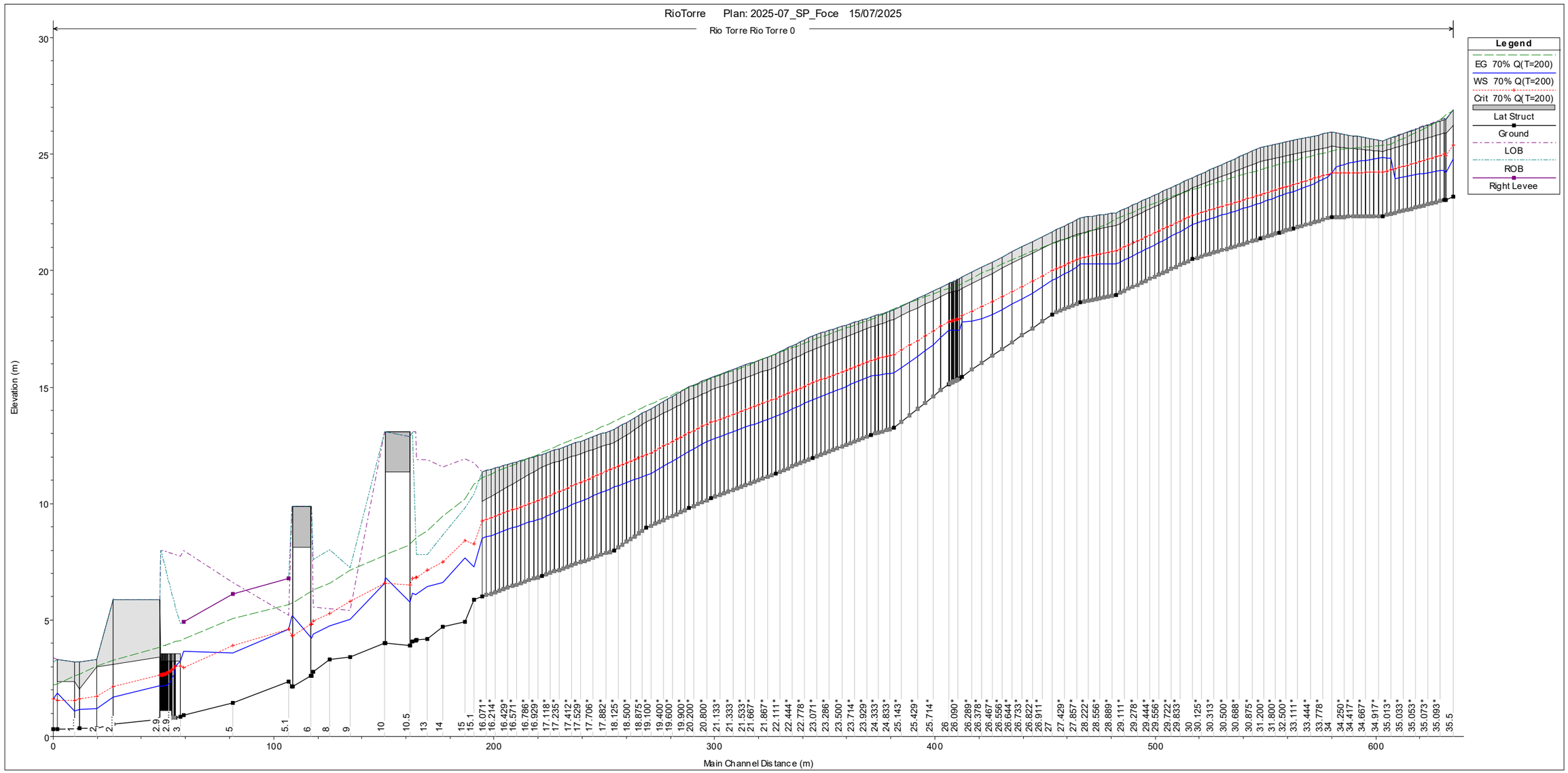


Figura 8: Profilo longitudinale con 70% T=200 anni STATO DI PROGETTO – RIO TORRE

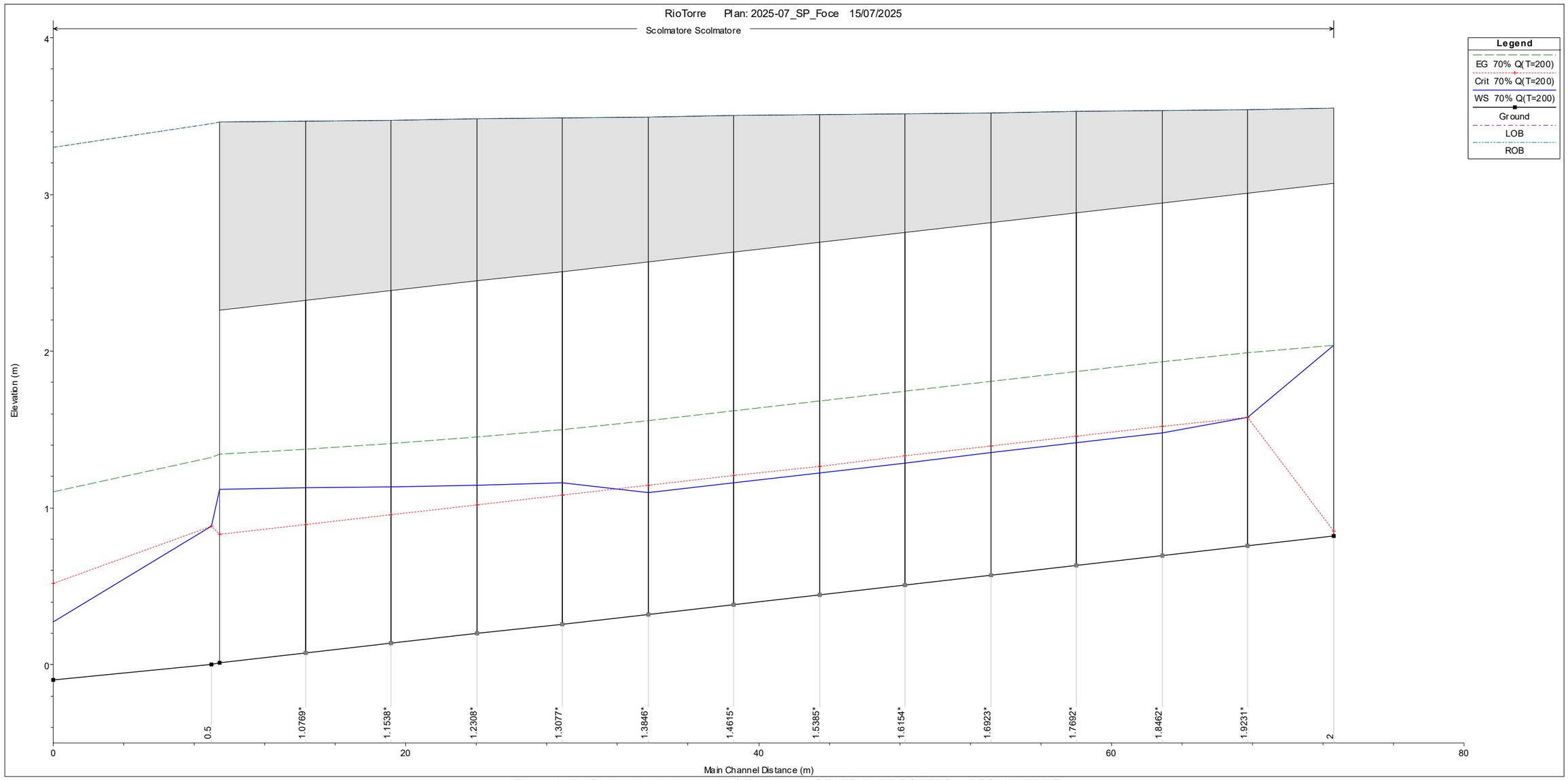
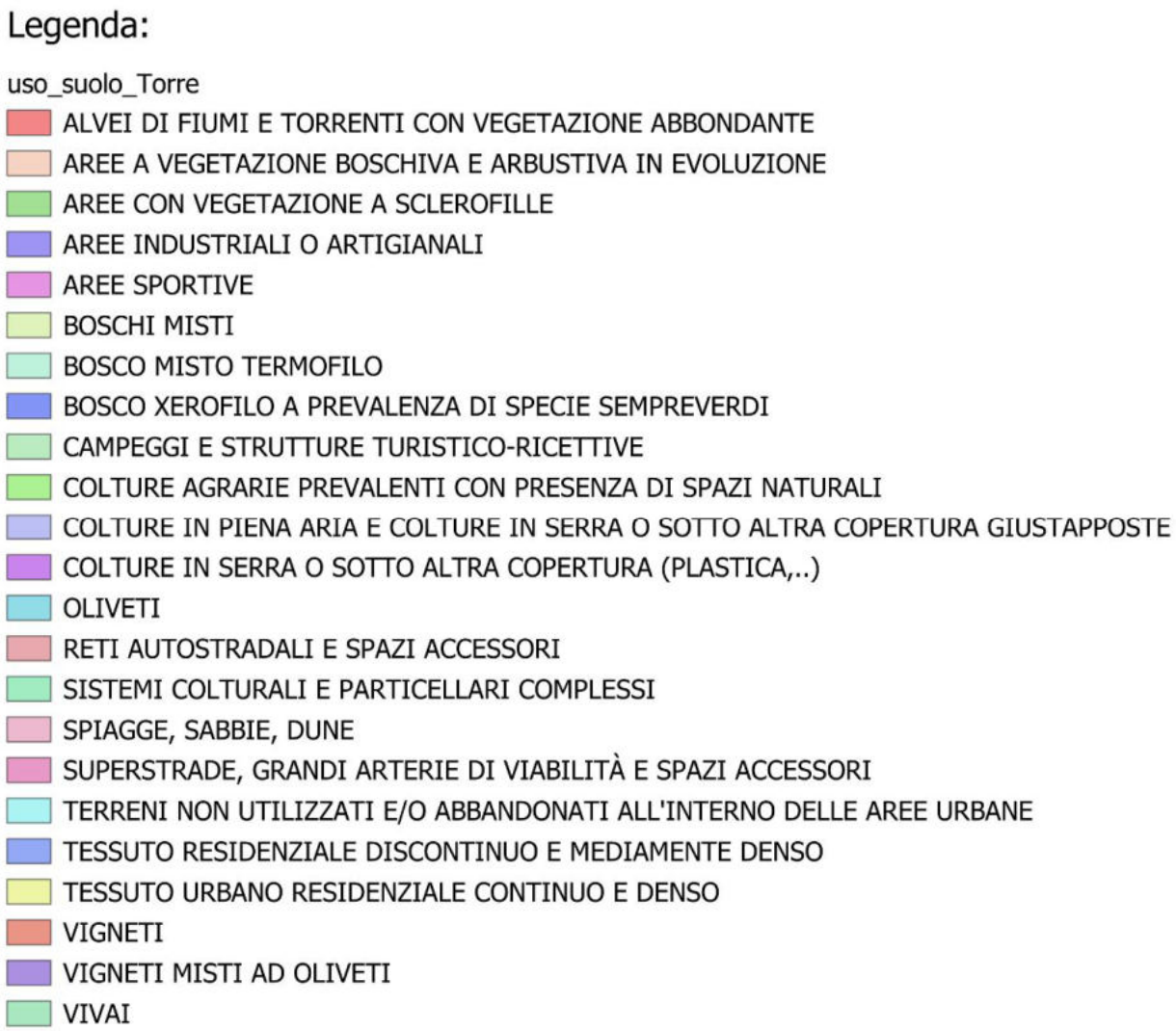


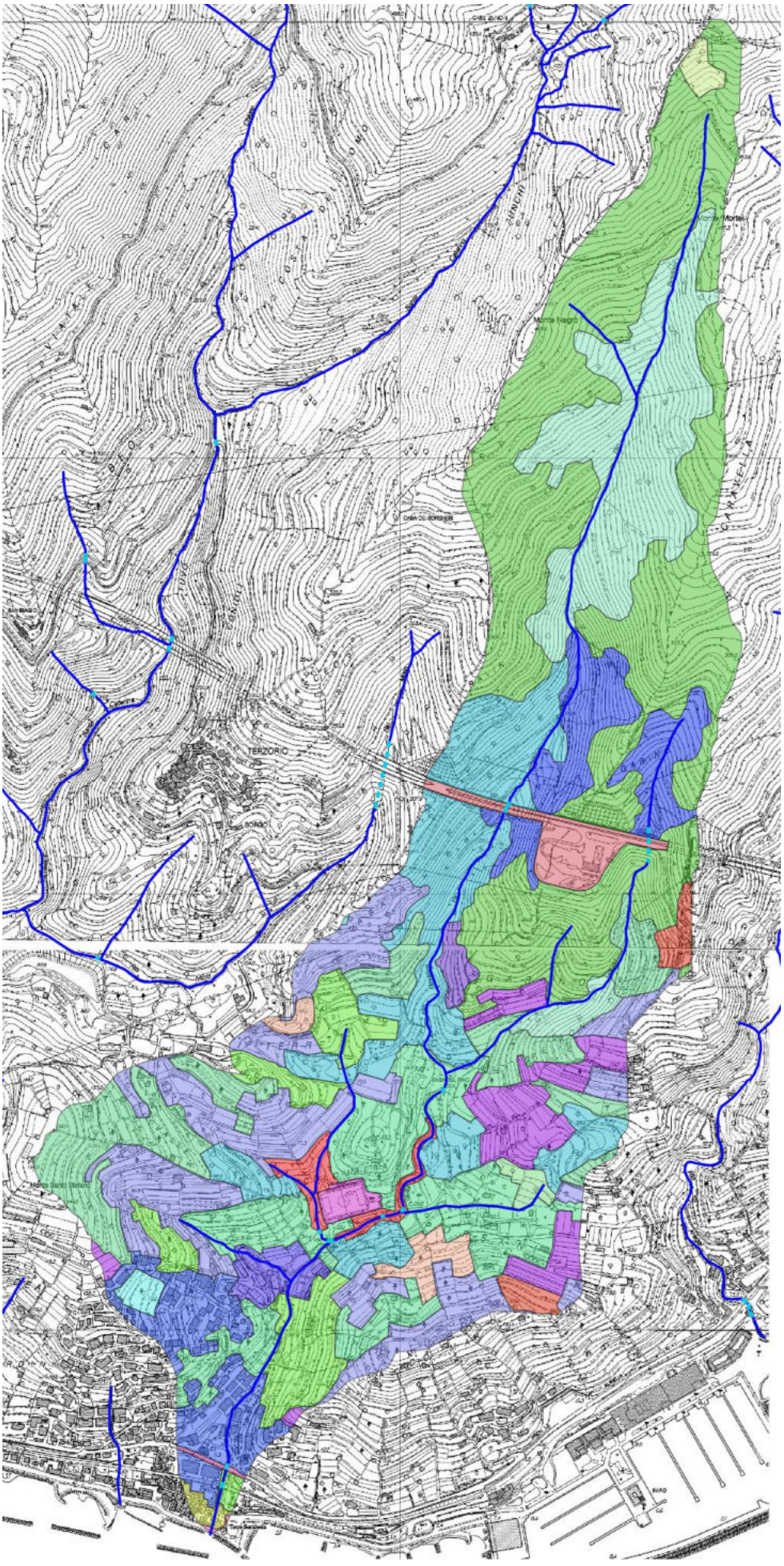
Figura 9: Profilo longitudinale con 70% T=200 anni STATO DI PROGETTO – SCOLMATORE

3.3.6. *PERICOLOSITÀ RESIDUA SIA IN TERMINI DI LIMITAZIONE DELLA PORTATA SMALTIBILE SIA IN TERMINI DI FRANCHI IDRAULICI E COMPORTAMENTO IN PRESSIONE DELLE OPERE ESISTENTI E REALIZZANDE*

Per la determinazione delle pericolosità residua, sono state condotte delle ulteriori simulazioni idrauliche prevedendo:

1) **Plan 2025-07_SP_Foce_ostruzione**: Un'ostruzione pari al 15% della sezione utile al deflusso in corrispondenza dell'imbocco della tombinatura (sez.3) ipotizzando l'arrivo di materiale flottante. Si osservi che il Rio Torre si sviluppa, lungo il suo percorso, in aree prevalentemente urbanizzate laddove è improbabile si possa verificare la caduta in alveo di alberature o similari come, peraltro confermato dalla Carta d'Uso del Suolo. Da quest'ultima rileva che le aree boschive sono localizzate nella parte alta del bacino: un'eventuale caduta di alberi verrebbe sicuramente intercettata nella medesima parte alta del bacino dalle infrastrutture ivi esistenti. Pertanto, un decremento della sezione del 15% risulta essere effettivamente cautelativo e a favore di sicurezza;




TERZORIO
Monte Negro

2) **Plan 2025-07_SP_Foce_scabrezza**: La variazione del coefficiente di scabrezza, per motivi imprevisti ed imprevedibili, lungo il ramo principale imponendo nei **TRATTI TOMBINATI** n=0.285 (invece di 0.025) e nei **TRATTI A CIELO APERTO** n=0.04 (invece di 0.032).

Si osservi che non sono state previste ostruzioni dovute al trasporto solido al fondo in quanto, lungo il Rio Torre, l'eventuale movimentazione di sedimenti al fondo può avvenire a monte della tombinatura ricompresa tra le sezioni 39 e 16 in quanto a valle della stessa il rio è adiacente a aree urbanizzate. Si osservi, però, che immediatamente a monte di detta tombinatura, è presente una cassa di sedimentazione (sez.40) la cui funzionalità è sempre garantita. A riprova di ciò, infatti, lungo l'anzidetta tombinatura non sono presenti significativi sedimenti al fondo e rilevano, verso valle tratti in erosione o privi di sedimento significativo.



Foto 13: Cassa di sedimentazione



Foto 14: Cassa di sedimentazione



Foto 15: Tombinatura ricompresa tra le sezioni 39 e 16



Foto 16: Tombinatura ricompresa tra le sezioni 39 e 16



Foto 17: Tratto Rio Torre allo sbocco della tombinatura in erosione



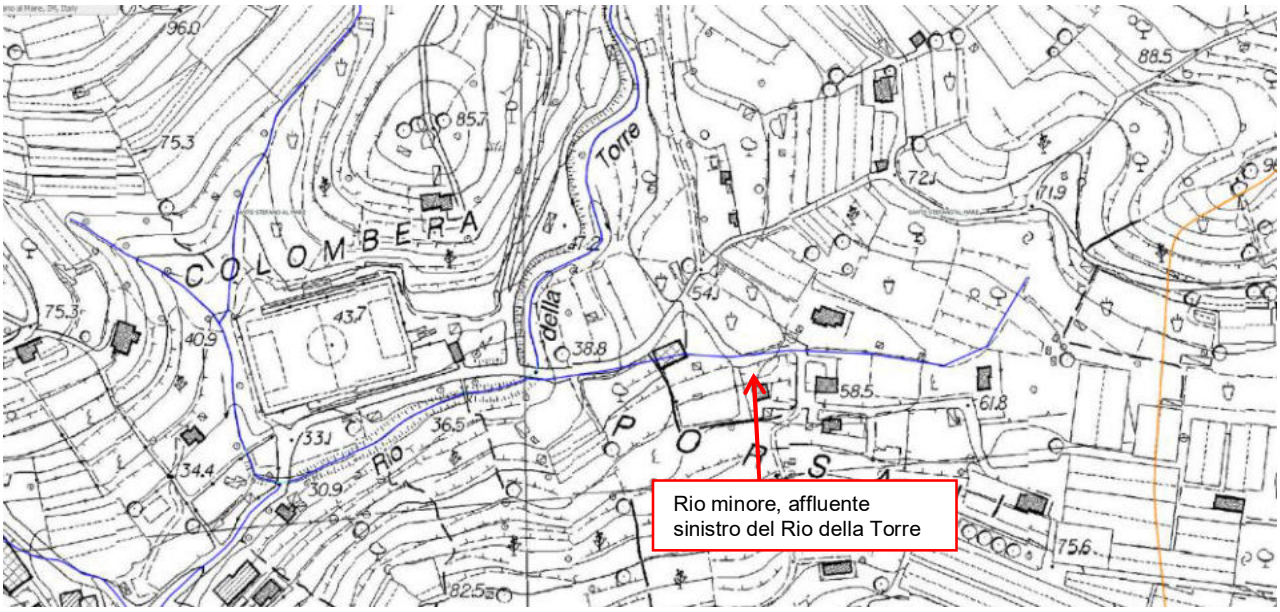
Foto 18: Tratto immediatamente a monte della zona di intervento

Analizzando le suddette simulazioni idrauliche (*Plan 2025-07_SP_Foce_ostruzione* e *Plan 2025-07_SP_Foce_scabrezza*), in corrispondenza dell'imbocco della tombinatura in sez.3 si verifica un risalto idraulico con innalzamento dei livelli idraulici ma realizzando il parapetto h=1,30m rispetto al piano trasversalmente al Rio Torre (sez.3) e in elevazione lungo l'argine in sponda destra dalla sez.3 alla sez.5.1, ovvero sino a riscontare nella spalla del ponte di Area 24 (sez.6), si avrebbe un funzionamento della tombinatura a luce sottobattente con confinamento della portata a monte, grazie al parapetto, nel rispetto dei franchi di sicurezza. Si osservi che laddove necessario ai fini del mero calcolo, il *lid* è stato posizionato infinitamente alto per non parzializzare la sezione di calcolo per la convergenza del modello di calcolo.

4. INTERVENTO B

4.1. STATO DI FATTO

Immediatamente a monte del centro abitato di Santo Stefano al Mare, in località Porsani, nel Rio della Torre, in sez.49, confluisce, in sponda orografica sinistra, un rio minore individuato nella Carta del Reticolo Idrografico di cui alla D.G.R.n°1280/2023.



Detto rio si estende dalla confluenza col Rio della Torre (sez.50) sino alla sez.66: si osservi che la progettazione di cui ai paragrafi successivi è stata condotta nel rispetto delle norme di PdB dalla sezione 66 verso valle trattando il tratto a monte di detta sezione come una semplice raccolta d'acque.

In particolare:

- ✓ Dalla confluenza (sez.50) sino alla sez.53.9, il rio scorre in una condotta ø300 posizionata lungo il lato di monte di Strada Ponte Romano sino alla sez.53 per poi proseguire lungo un sentiero pedonale, perpendicolare a detta strada, sino alla sez.53.9;
- ✓ Dalla sez.53.9 alla sez.55, scorre in un canale in pietra a cielo aperto, di esigue dimensioni, posizionato al piede di un terrazzamento esistente;
- ✓ Attraversa una strada privata tra la sez.55 e la sez.56 in scatolare in c.a. di dimensioni interne 90cm x 90cm ca.;
- ✓ Prosegue a cielo aperto in canale in pietra/c.a., sempre di esigue dimensioni, tra la sez.56 e la sez.62 al bordo della strada Ponte Romano (sezz.57-57.1) e lungo i confini di proprietà dei fondi esistenti fino alla sez.62 attraversando, in sez.57.1, un accesso carrabile privato realizzato con scatolare in c.a. di dimensioni interne 60cm x60cm ca.;
- ✓ Dalla sez.62 sino alla sez.67, l'acqua scorre in una condotta ø500 posizionata lungo il lato di valle della strada, raccogliendo le acque di ruscellamento da Strada Porsani e dal versante posto a monte.

Pertanto, il rio, individuato mediante condotte e canali esigui insufficienti al deflusso, risulta denaturalizzato e privo di un sedime proprio rispondente alla vigente normativa per cui occorre prevederne la messa in sicurezza, al fine di incanalare correttamente le acque di piena che in oggi si riversano lungo la viabilità e le aree circostanti con evidente pericolo per la pubblica e privata incolumità.



Foto 19: Vista da valle della confluenza dell'affluente nel Rio Torre (sez.50)



Foto 20: Vista da valle della confluenza dell'affluente nel Rio Torre (sez.50) e della strada Ponte Romano (sezz.51-52)



Foto 21: Vista confluenza dal Rio Torre (sez.201)



Foto 22: Vista da monte della strada Ponte Romano (sezz.53-52)



Foto 23: Vista da monte della stradina pedonale perpendicolare a strada Ponte Romano (sezz.53.9)

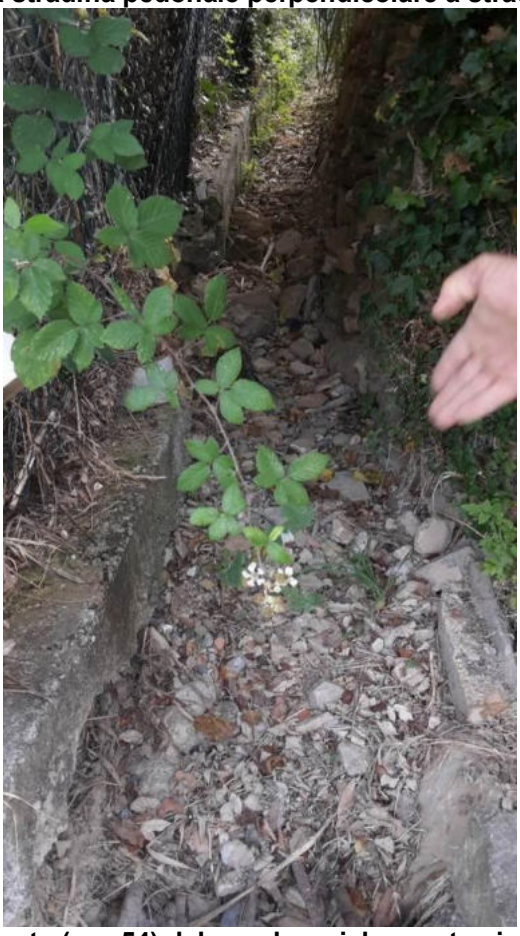


Foto 24: Vista verso monte (sez.54) del canale a cielo aperto ai piedi del terrazzamento



Foto 25: Vista verso valle (sez.55) del canale a cielo aperto ai piedi del terrazzamento



Foto 26: Vista verso valle (sez.56) dell'attraversamento della strada privata



Foto 27: Vista verso monte dalla sez.57 del canale a cielo aperto a bordo strada Ponte Romano



Foto 28: Vista verso valle (sez.57.1) dell'attraversamento dell'accesso carrabile privato



Foto 29: Vista da monte verso la sez.58 del canale a cielo aperto a confine



Foto 30: Vista verso valle dalla sez.59 del canale a cielo aperto a confine



Foto 31: Vista verso monte dalla sez.59 del canale a cielo aperto a confine



Foto 32: Vista a valle della sez.60 del canale a cielo aperto a confine



Foto 33: Vista di valle verso la sez.60 del canale a cielo aperto a confine

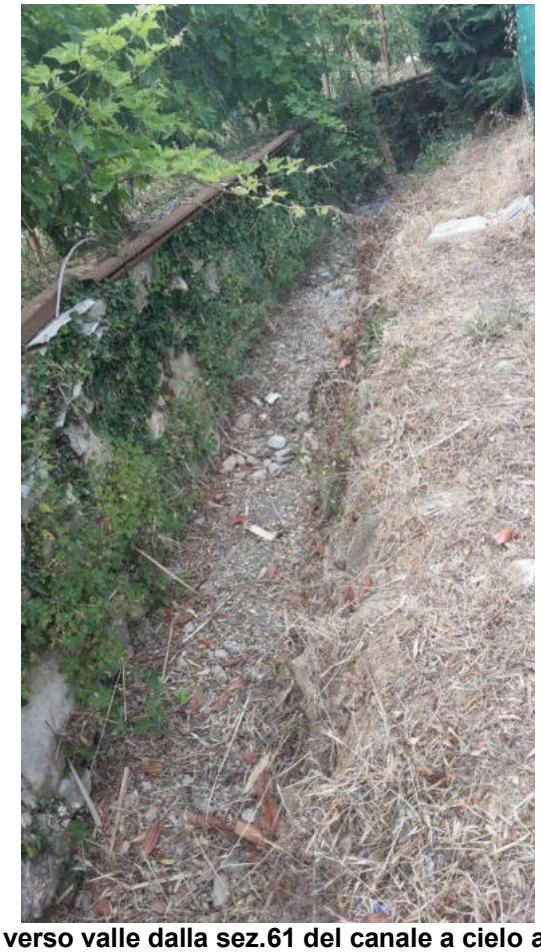


Foto 34: Vista verso valle dalla sez.61 del canale a cielo aperto a confine



Foto 35: Vista verso monte dalla sez.61 dello sbocco (sez.62) della condotta ø500 posizionata lungo il lato di valle della strada



Foto 36: Vista verso monte dalla sez.62 della strada laddove corre la condotta ø500 posizionata lungo il lato di valle

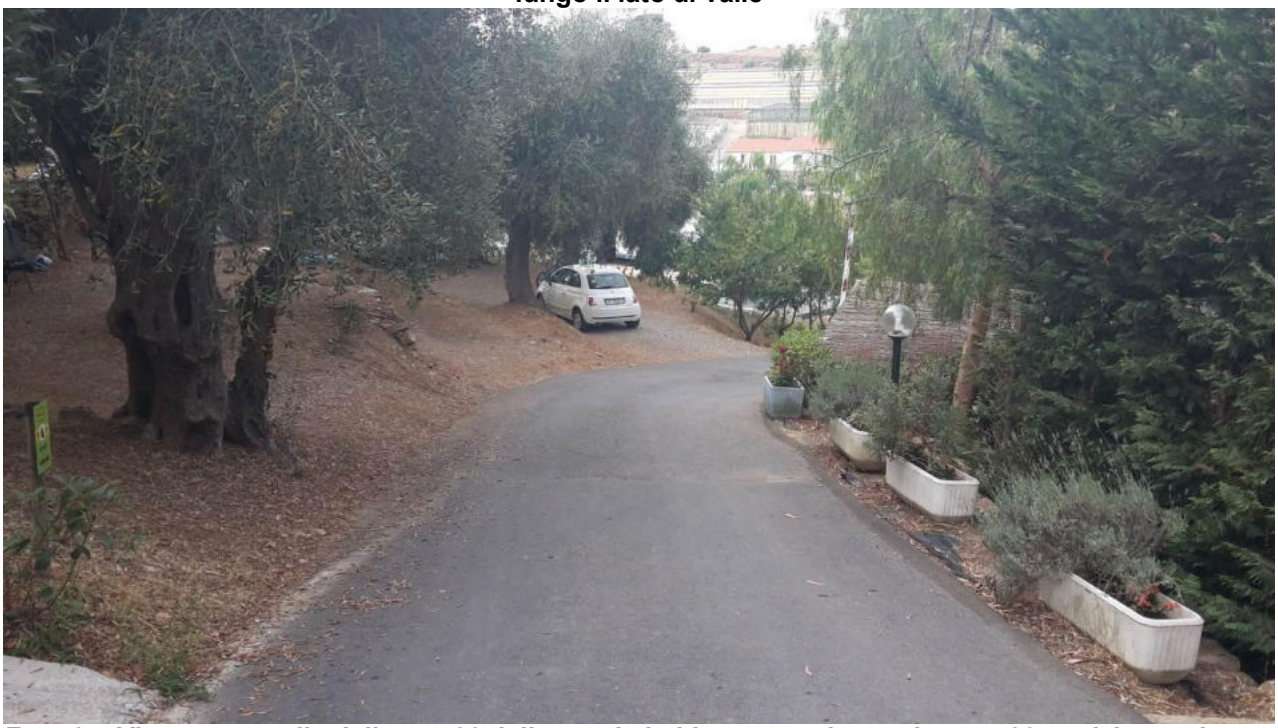


Foto 37: Vista verso valle dalla sez.66 della strada laddove corre la condotta ø500 posizionata lungo il lato di valle



Foto 38: Vista verso valle a monte della sez.66 della strada laddove corre la condotta ø500 posizionata lungo il lato di valle



Foto 10: Vista verso monte dalla sez.66 della strada laddove le acque scorrono in maniera incontrollata



Foto 39: Vista verso monte dalla sez.68 della strada laddove le acque scorrono in maniera incontrollata



Foto 40: Vista verso monte dalla sez.68 della strada laddove le acque scorrono in maniera incontrollata



Foto 41: Vista verso monte verso la sez.69 della strada laddove le acque scorrono in maniera incontrollata



Foto 42: Vista verso monte verso la sez.70 della strada laddove le acque scorrono in maniera incontrollata

4.2. STATO DI PROGETTO

Il progetto prevede la corretta regimazione delle acque dilavanti lungo la strada Porsani (sezz.70-66) mediante la realizzazione di una rete di raccolta delle acque bianche e la Messa in Sicurezza del rio minore dalla sez.66 sino alla confluenza col Rio della Torre (sez.50).

In particolare, si prevede:

- ✓ La realizzazione di una rete di regimazione delle acque dilavanti dal versante a monte di Strada Porsani (sez.70) mediante posa di tubazione di adeguate dimensioni, come da tavola progettuale allegata, con soprastanti griglie stradali trasversali posizionate ad interasse 25.00m, che sbocca in un pozzettone (sez.67) con soprastante griglia occupante la strada in tutta la sua larghezza ed avente lunghezza, longitudinale alla strada, pari a 3.00m. La lunghezza longitudinale di detta griglia è stata determinata nell'ipotesi di costanza dell'energia specifica lungo il percorso della grata e quella di grata orizzontale nel senso del moto noto il battente dell'acqua impattante sulla griglia pari a 11cm (valore di profondità in moto uniforme sulla strada posta la larghezza della stessa pari a 7.60m, la pendenza pari a 3.5%, coefficiente di Manning pari a 0.022 $m^{1/3}s^{-1}$, portata pari a 1.68 mc/s relativa ad un bacino A=0.042kmq);
- ✓ La realizzazione di un attraversamento stradale tra le sez.67-66 di lunghezza L=9,00m e dimensioni interne 1,50m x 3,00m nel rispetto della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso);
- ✓ La realizzazione di un canale a cielo aperto in c.a. (sezz.66-58.6) di larghezza alla base pari a 1.50m e altezza minima pari 2.00m (in base alla quota del piano

campagna lungo le sponde) di lunghezza L=150m ca. nel rispetto della Normativa di Piano tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 50cm contenuto negli argini). Detto canale sarà intervallato dalla realizzazione di n°4 attraversamenti di dimensioni interne 1,50m e altezza variabile nel rispetto della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso);

- ✓ La realizzazione di un canale naturale a cielo aperto in trenchmat (sezz.58.6-58.3) di lunghezza L=61m ca., di larghezza alla base pari a 1.00m, sponde a 45° e altezza minima pari a 2.00m (in base alla quota del piano campagna lungo le sponde) nel rispetto della Normativa di Piano tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 50cm contenuto negli argini). Si osservi che i tratti di raccordo col canale in c.a., per una lunghezza L=4,00m, verranno realizzati in scogliera;
- ✓ La realizzazione di un canale a cielo aperto in c.a. (sezz.58.3-57) di larghezza alla base pari a 1.50m e altezza minima pari 2.00m (in base alla quota del piano campagna lungo le sponde) con lunghezza L=63.50m ca. nel rispetto della Normativa di Piano tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 50cm contenuto negli argini). Si osservi che tra le sez.57.3-57.2 è presente un accesso carrabile privato che verrà realizzato con scatolare in c.a. 1,50m x 2,50m di lunghezza L=7,00m ca. nel rispetto della della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso). Inoltre, si osservi che in sponda destra a monte della sez.57 per una lunghezza L=18,00m, l'argine risulterà svettante rispetto al piano campagna per un altezza h=1.05m a contenimento del solo franco di sicurezza (il livello idrico risulta al di sotto del piano campagna);
- ✓ La realizzazione di un tratto tombinato in attraversamento della strada privata tra le sez.57-56 di dimensioni interne minime pari a 1.50m x 2.00m di lunghezza L=17m ca. nel rispetto della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso);
- ✓ La realizzazione di un canale a cielo aperto in c.a. (sezz.56-49.9) di larghezza alla base pari a 1.50m e altezza minima pari 2.00m (in base alla quota del piano campagna lungo le sponde) con lunghezza L=127m ca.m ca. nel rispetto della Normativa di Piano tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 50cm contenuto negli argini). Detto canale sarà intervallato dalla realizzazione di n°2 attraversamenti di dimensioni interne 1,50m e altezza variabile nel rispetto della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso). Si osservi che in confluenza verrà mantenuto il salto di fondo esistente di altezza h=3,30m ca. mediante realizzazione di un muro.

4.3. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE

Il progetto prevede la corretta regimazione delle acque dilavanti lungo la strada Porsani (sezz.70-66) mediante la realizzazione di una rete di raccolta delle acque bianche e la Messa in Sicurezza del rio minore dalla sez.66 sino alla confluenza col Rio della Torre (sez.50). Sulla scorta di quanto anzidetto, si osservi che la progettazione è stata condotta nel rispetto delle norme di PdB dalla sezione 66 verso valle trattando il tratto a monte di detta sezione come una semplice raccolta d'acque. Pertanto, si rende necessario lo studio idraulico, di cui alla presente, per dimostrare la compatibilità idraulica dell'intervento dalla sez.66 alla sez.50.

A tal uopo, si è proceduto nel rispetto della Normativa del Piano di Bacino dei Rii Minori (Ambito n°5 – Prino) e nel rispetto del REGOLAMENTO REGIONALE 14 LUGLIO 2011 N. 3 - Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua e ss.mm. e ii., individuando che:

- il bacino idrografico sotteso alla zona di intervento, in corrispondenza del primo nodo di confluenza a valle del tratto stesso (confluenza col Rio della Torre – sez.50) risulta pari a 0,19 kmq, pertanto trattasi di reticolo idrografico di terzo livello, in relazione all'art.3, comma a) del suddetto Regolamento;
- Il tratto di rio studiato fa parte del reticolo idrografico principale come da D.G.R.n°1280/2023, ma non è individuato come tratto indagati relativamente fasce fluviali. Pertanto, è stabilita una fascia di rispetto pari a 10 m per i corsi d'acqua del reticolo significativo di terzo livello, misurata dai limiti dell'alveo (limite più esterno delle sponde dei corsi d'acqua o dal piede arginale ovvero dal limite catastale demaniale, se più esterno), nella quale sono consentiti interventi urbanistico-edilizi, a condizione che la Provincia esprima parere favorevole, secondo i criteri di cui al REGOLAMENTO REGIONALE 14 LUGLIO 2011 N. 3 - Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua, fermo restando i limiti di inedificabilità assoluta.

Lo studio compiuto ha riguardato la verifica idraulica di un tratto idraulicamente significativo sia del Rio minore unitamente alla confluenza col Rio della Torre (stante la vicinanza della stessa alla zona di intervento) a verificare la fattibilità di dell'intervento secondo la normativa vigente. La verifica idraulica è stata condotta per lo scenario relativo allo stato di fatto e per lo scenario relativo allo stato di progetto, attraverso una simulazione del deflusso nel tratto investigato con un modello mono-dimensionale di moto permanente; a questo proposito, come debitamente descritto nei paragrafi successivi, si è fatto riferimento alle attuali normative di Piano di Bacino.

4.3.1. IDROLOGIA DI PIENA

Per i corsi d'acqua minori nonché per gli affluenti dei torrenti principali con bacino inferiore a 2 Kmq, salvo diversa indicazione prevista nel Piano di Bacino, si assume una portata massima ottenuta utilizzando un contributo unitario pari a 40 mc/s per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso da assumere come portata duecentennale. Nel caso in esame, per la determinazione della portata di progetto lungo il rio minore, trattandosi di un intervento con un significativo sviluppo longitudinale, si è proceduto alla suddivisione del tratto in sotto bacini:

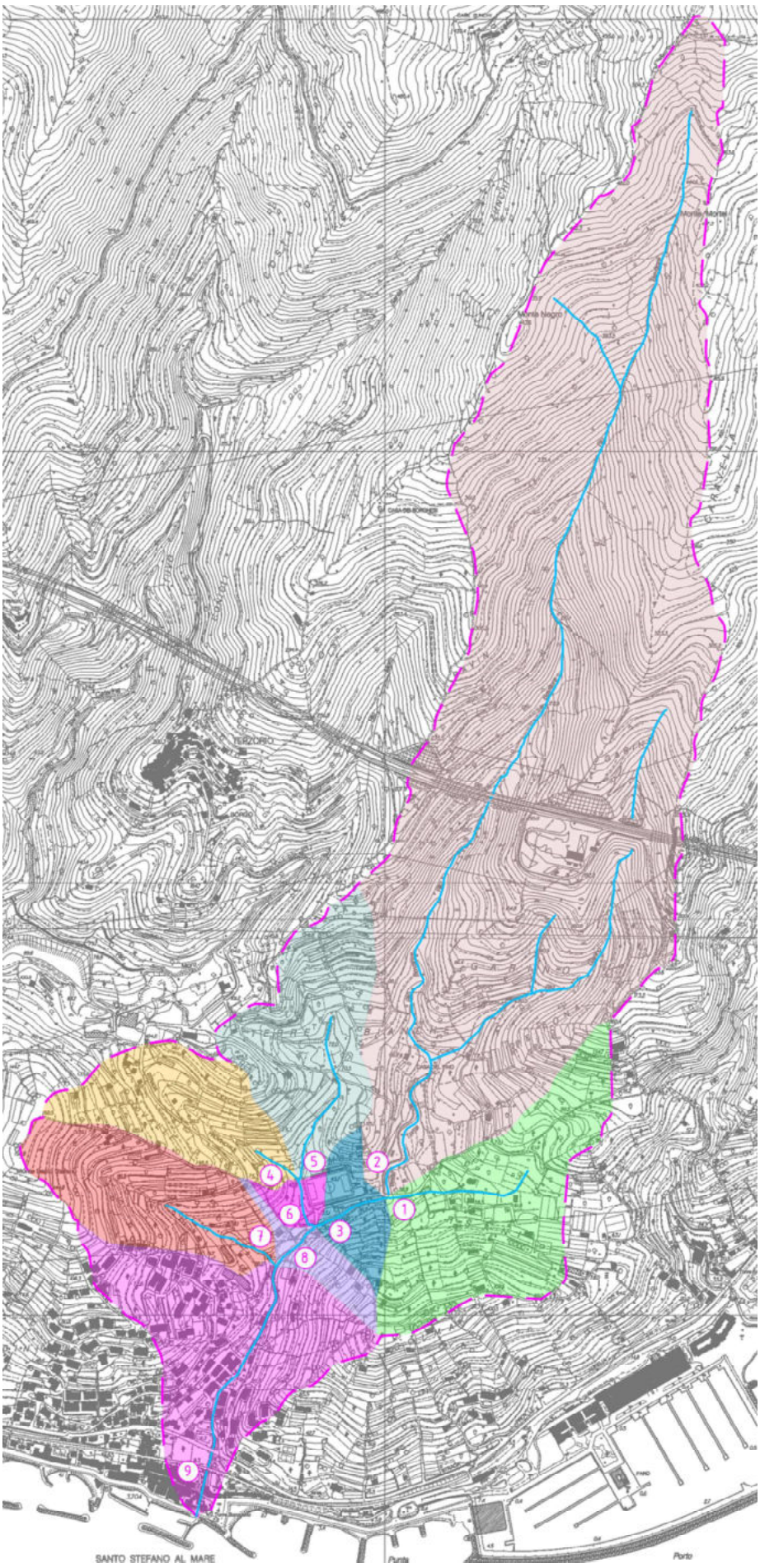

1
2
3
4
5
6
7
8
9
SANTO STEFANO AL MARE

Figura 11: Bacini idrografici

E' stata, pertanto, imposta lungo il rio minore (Area 1), la portata ottenuta dal contributo unitario a favore si sicurezza, essendo superiore rispetto a quella calcolata come ragguaglio delle aree di cui al Paragrafo 2.3.1., imponendo per il bacino di cui all'area 2 la differenza tra la portata imposta in sezione 49 e quella ottenuta col contributo unitario del rio minore la al fine di garantire la continuità nelle portate.

Numero Area	Contributo	Sezione	Area	Q(T=50)	Q(T=200)	Q(T=500)
1	-	66.4	0.19	5.2	7.6	9.1
2	-	211	1.27	30.6	44.3	53.2
3	1+2+0.04kmq	49	1.5	35.8	51.9	62.3
4	-	126	0.1	2.6	3.7	4.5
5	-	1123	0.14	3.6	5.2	6.3
6	4+5+0.01kmq	119	0.26	6.2	9.0	10.8
7	-	313	0.12	2.8	4.1	4.9
8	3+6+0.02kmq	38.8	1.78	42.0	60.9	73.1
9	-	35.5	2.09	45	65	79

Con la portata con T=50 anni e quella T=500 anni determinate:

Q50 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m3/s 40) moltiplicato 0.69

Q500 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m3/s 40) moltiplicato 1.20

Così come indicato dalle Norme di Attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) all'interno della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", per la scelta dei valori numerici è possibile fare riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle do "Open Channel Hydraulics", Ven te Chow, McGraw Hill International Editions, utilizzando il coefficiente di scabrezza di Manning (tabella 1):

Strickler: $v = K_s R^{2/3} i^{1/2}$

Manning:v = $(1/n) R^{2/3} i^{1/2}$

dove:

v = velocità media della corrente (m/s)

R = raggio idraulico (m)

i = pendenza di fondo (m/m)

K_s = coefficiente di *Strickler*

n = coefficiente di *Manning*

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)\, m_5$$

Tabella 1: metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza n nei corsi d'acqua

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n_0	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n_1	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n_2	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n_3	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n_4	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m_5	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

4.3.2. *SIMULAZIONE IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE – PROCEDURA DI CALCOLO*

La determinazione del profilo di moto permanente nel tratto d'alveo in esame è stata condotta mediante l'uso dello specifico codice di calcolo HEC - RAS (U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center; versione 5.0.1 – Aprile 2016). La procedura utilizzata dal codice citato è basata sulla risoluzione dell'equazione del moto delle correnti a pelo libero nella schematizzazione mono-dimensionale. Il calcolo delle perdite di carico è effettuato mediante l'equazione di Manning. Nella letteratura anglosassone la procedura in questione è indicata come Standard Step Method.

Le equazioni fondamentali su cui essa si basa sono le seguenti:

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 V_2^2 / 2g = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / 2g + h_e$$

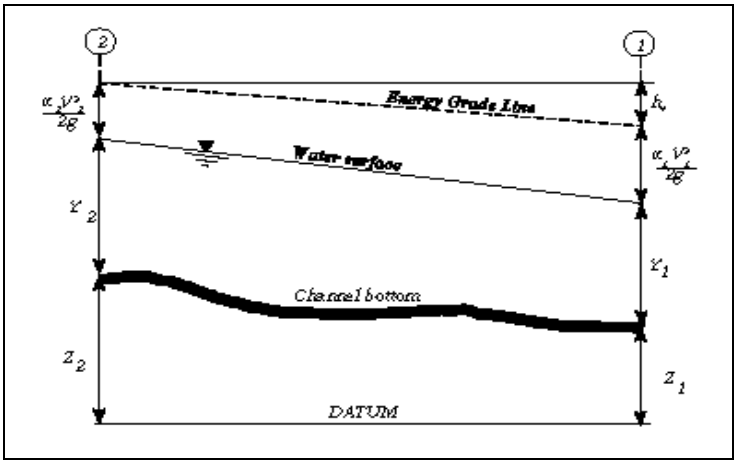
$$h_e = L S_f + C \mid \alpha_2 V_2^2 / 2g - \alpha_1 V_1^2 / 2g \mid$$

dove (con riferimento alla figura seguente):

Y_1 , Y_2 = profondità della corrente nelle sezioni agli estremi del tratto
Z_1 , Z_2 = quote del punto più basso del fondo alveo nelle sezioni agli estremi del tratto
V_1, V_2 = velocità medie (rapporto portata / sezione bagnata)
α_1, α_2 = coefficienti di ragguaglio dell'energia cinetica
g = accelerazione di gravità
h_e = perdita di carico
L = lunghezza del tratto (corretta secondo la distribuzione delle portate)

S_c = cadente del carico totale

C = coefficiente di perdita per contrazione - espansione.



Schema di riferimento per il calcolo

Il calcolo è eseguito iterativamente a partire da una condizione al contorno (all'estremo di monte o di valle del tronco fluviale); la soluzione si propaga alla sezione successiva dopo aver bilanciato il carico fra due sezioni contigue con uno scarto assegnato, che nel caso in esame si è posto inferiore a 1 centimetro.

Per i dettagli computazionali si rimanda alla documentazione del codice di calcolo (U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center: HEC - RAS River Analysis System, HYDRAULIC REFERENCE MANUAL; Davis, 1998).

L'applicazione della procedura per la determinazione del profilo di moto permanente, così come attuato originariamente, associato alla portata di progetto richiede di disporre dei seguenti dati fondamentali:

- descrizione geometrica completa del tronco fluviale: deve essere costituita dalla rappresentazione geometrica delle sezioni trasversali e dal loro posizionamento plani - altimetrico;
- definizione del tipo di corrente (lenta o veloce) nel tronco;
- condizioni al contorno di valle o di monte, rispettivamente per correnti lente o veloci;
- caratterizzazione della resistenza dell'alveo mediante la definizione del coefficiente di scabrezza n (secondo Manning) e dei coefficienti di contrazione C_c e di espansione C_e;
- definizione geometrica ed idraulica di eventuali singolarità presenti in alveo (ponti, coperture, etc.).

Nel caso in esame il tratto studiato è stato descritto sulla base di un rilievo topografico di dettaglio:

- per il rio minore, oggetto di intervento, compreso tra le sezz.66 e 50;
- per il Rio della Torre, a monte della confluenza, compreso tra le sezz.211 e 201;
- per il Rio della Torre, a valle della confluenza, compreso tra le sezz.49 e 38.85.

4.3.3. PARAMETRI DI CALCOLO

Per quanto riguarda il tipo di corrente, si è proceduto ipotizzando nel reticolo la presenza di una corrente mista, con passaggi da corrente veloce a corrente lenta, assegnando le condizioni al contorno:

C.C.monte (per tutti i rami)	prof. critica
C.C.valle (sez.1 – Rio Torre 0; sez.0 - Scolmatore)	prof. nota (sovralzo da vento, da moto ondoso e dalla presenza delle barriere) – h=0,60m

La scelta di tali condizioni piuttosto che di altre è ininfluente ai fini del calcolo nei tratti di intervento poiché modificando le condizioni al contorno stesse assumendo, sia a monte che a valle, la profondità uniforme, considerando una pendenza media i=8% per il Rio minore e i=4.5% per il Rio Torre desunte dal rilievo, nei tratti di intervento si osservano le medesime grandezze idrauliche (vedi raffronto in HEC-RAS *Plan 2025-07_SP Porsani_uniforme/2025-07_SP Porsani*).

Per quanto riguarda la modellazione della confluenza, essa può essere modellata mediante due differenti formulazioni:

- metodo dell'energia: è la metodologia predefinita del programma di calcolo, che risolve il profilo di rigurgito in confluenza mediante applicazione dell'equazione fondamentale che esprime la conservazione dell'energia, sopra descritta, senza tenere conto di alcun angolo di incidenza delle correnti;
- metodo dei momenti: tale metodo consente di tenere conto dell'angolo di incidenza delle correnti confluenti, valutandone gli effetti in termini di grandezze idrauliche significative.

Nel caso in esame è indifferente la scelta di un metodo piuttosto che l'altro in quanto da un confronto delle risultanze idrauliche tra il metodo dell'energia e quello dei momenti (imponendo un angolo pari a 53° tra monte e valle lungo il Rio Torre e un angolo pari a 38° per l'immissione del Rio minore nel Rio Torre), rilevano le medesime grandezze idrauliche lungo il Rio oggetto di intervento (vedi raffronto in HEC-RAS *Plan 2024-11_SP Porsani_confluenza/2024-11_SP Porsani*).

Le condotte e gli scatolari, nello stato di fatto, sono stati modellati come *culvert* mentre, nello stato di progetto, le condotte sono state modellate come *culvert* e gli scatolari come *lid* poiché nel caso di coperture di notevole estensione longitudinale non cilindriche con importanti variazioni nella geometria del fondo risulta inapplicabile una modellazione come culvert*:* per modellare una tombinatura con un culvert occorre neccessariamente che la pendenza del fondo sia costante e le dimensioni costanti. Si sono, pertanto, modellati i canali aggiungendo un lid ad ogni sezione dei canali stessi poiché si tratta della modellazione più adeguata per canali di elevata estensione longitudinale: in tal modo la sezione descrive il fondo alveo e il suo lid la copertura sovrastante esistente. Il programma tratta le sezioni con lid come delle sezioni ordinarie e le risolve col metodo dell'energia come se fossero delle sezioni a cielo aperto: l'unica differenza che intercorre tra una sezione ordinaria ed una con lid è che il programma a quest'ultima sottrae l'area e aggiunge il perimetro bagnato quando il livello idrico tocca l'intradosso. In sezione 40.5 è stata inserita una *inline structure* vista la presenza di una vasca di sedimentazione caratterizzata da uno sbarramento trasversale alla corrente.

Nella modellazione del moto permanente monodimensionale, si prendono in considerazione le caratteristiche del corso d'acqua, nonché le caratteristiche e le condizioni di manutenzione del fondo. In funzione di tali condizioni e caratteristiche, viene effettuata la scelta del coefficiente di scabrezza dell'alveo, il quale non è altro che la misura globale della resistenza al moto. Così come indicato dalle Norme di Attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) all'interno della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", per la scelta dei valori numerici è possibile fare riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle do "Open Channel Hydraulics", Ven te Chow, McGraw Hill International Editions, utilizzando il coefficiente di scabrezza di Manning (tabella 1):

Strickler: $v = K_s R^{2/3} i^{1/2}$

Manning: $v = (1/n) R^{2/3} i^{1/2}$

dove:

v = velocità media della corrente (m/s)

R = raggio idraulico (m)

i = pendenza di fondo (m/m)

K_s = coefficiente di *Strickler*

n = coefficiente di *Manning*

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)\, m_5$$

Tabella 1: metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza n nei corsi d'acqua

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n_0	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n_1	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n_2	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n_3	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n_4	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m_5	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

Nel codice di calcolo viene introdotto, in base alla tabella di cui sopra:

STATO DI FATTO

- ✓ **<u>TRATTI TOMBINATI</u>**: n=0.025 (alveo in roccia con irregolarità della superficie trascurabile, variazione graduale della sezione trasversale, ostruzioni trascurabili, effetto nullo della vegetazione e grado di sinuosità dell'alveo modesto) calcolato come segue in funzione della tabella sopra riportata:

  $n= (n_0+n_1+n_2+n_3+n_4) \times m_5 = (0.025+0.000+0.000+0.000+0.000) \times 1.000=0.025$

- ✓ **<u>TRATTI A CIELO APERTO</u>**: n=0.032 (alveo in terra/roccia con irregolarità della superficie trascurabile, variazione occasionale della sezione trasversale, ostruzioni trascurabili, effetto basso della vegetazione e grado di sinuosità dell'alveo modesto) calcolato come segue in funzione della tabella sopra riportata:

  $n= (n_0+n_1+n_2+n_3+n_4) \times m_5 = (0.022+0.000+0.005+0.000+0.005) \times 1.000=0.032$

STATO DI PROGETTO

- ✓ **<u>TRATTI TOMBINATI</u>**: n=0.025 (alveo in roccia con irregolarità della superficie trascurabile, variazione graduale della sezione trasversale, ostruzioni trascurabili, effetto nullo della vegetazione e grado di sinuosità dell'alveo modesto) calcolato come segue in funzione della tabella sopra riportata:

$$n= (n_0+n_1+n_2+n_3+n_4) \times m_5 = (0.025+0.000+0.000+0.000+0.000) \times 1.000=0.025$$

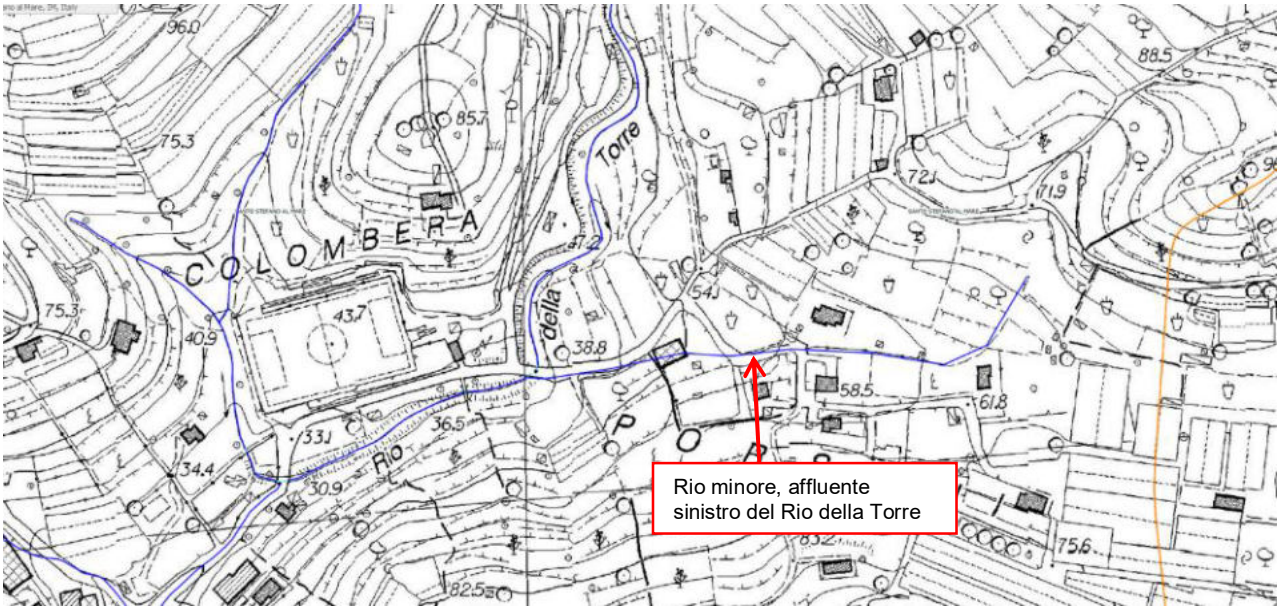
- ✓ **<u>TRATTI A CIELO APERTO</u>**: n=0.027 (alveo in terra/roccia con irregolarità della superficie trascurabile, variazione graduale della sezione trasversale, ostruzioni trascurabili, effetto basso della vegetazione e grado di sinuosità dell'alveo modesto) calcolato come segue in funzione della tabella sopra riportata:

$$n= (n_0+n_1+n_2+n_3+n_4) \times m_5 = (0.022+0.000+0.000+0.000+0.005) \times 1.000=0.027$$

Per quanto riguarda invece i coefficienti di contrazione ed espansione, essi sono stati impostati pari rispettivamente a "0.1" e "0.3" come da default del programma di simulazione trattandosi di corrente mista.

4.3.4. <u>ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI FATTO (Plan 2025-07_SF)</u>

Immediatamente a monte del centro abitato di Santo Stefano al Mare, in località Porsani, nel Rio della Torre, in sez.49, confluisce, in sponda orografica sinistra, un rio minore individuato nella Carta del Reticolo Idrografico di cui alla D.G.R.n°1280/2023.



<u>Detto rio si estende dalla confluenza col Rio della Torre (sez.50) sino alla sez.66. Sulla scorta di quanto anzidetto, si osservi che la progettazione di cui ai paragrafi successivi è stata condotta nel rispetto delle norme di PdB dalla sezione 66 verso valle trattando il tratto a monte di detta sezione come una semplice raccolta d'acque</u>.

In particolare:

- ✓ Dalla confluenza (sez.50) sino alla sez.53.9, il rio scorre in una condotta ø300 posizionata lungo il lato di monte di Strada Ponte Romano sino alla sez.53 per poi proseguire lungo un sentiero pedonale, perpendicolare a detta strada, sino alla sez.53.9;
- ✓ Dalla sez.53.9 alla sez.55, scorre in un canale in pietra a cielo aperto, di esigue dimensioni, posizionato al piede di un terrazzamento esistente;

- ✓ Attraversa una strada privata tra la sez.55 e la sez.56 in scatolare in c.a. di dimensioni interne 90cm x 90cm ca.;
- ✓ Prosegue a cielo aperto in canale in pietra/c.a., sempre di esigue dimensioni, tra la sez.56 e la sez.62 al bordo della strada Ponte Romano (sezz.57-57.1) e lungo i confini di proprietà dei fondi esistenti fino alla sez.62 attraversando, in sez.57.1, un accesso carrabile privato realizzato con scatolare in c.a. di dimensioni interne 60cm x60cm ca.;
- ✓ Dalla sez.62 sino alla sez.67, l'acqua scorre in una condotta ø500 posizionata lungo il lato di valle della strada, raccogliendo le acque di ruscellamento da Strada Porsani e dal versante posto a monte.

Pertanto, il rio, individuato mediante condotte e canali esigui insufficienti al deflusso, risulta denaturalizzato e privo di un sedime proprio rispondente alla vigente normativa per cui occorre prevederne la messa in sicurezza, al fine di incanalare correttamente le acque di piena che in oggi si riversano lungo la viabilità e le aree circostanti con evidente pericolo per la pubblica e privata incolumità.

Si riportano, di seguito, la tabella per tempo di ritorno cinquantennale, duecentennale e cinquecentennale ed il profilo longitudinale del solo rio minore per T=50, 200 e 500.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Torre	66.1	Q(T=50)	4.7	71.93	73.17	72.41	73.2	0.000582	0.71	7.55	8.26	0.2
Rio Torre	66.1	Q(T=200)	6.8	71.93	73.32	72.54	73.35	0.000802	0.9	8.79	8.59	0.24
Rio Torre	66.1	Q(T=500)	8.1	71.93	73.4	72.62	73.44	0.000918	1	9.46	8.59	0.26
Rio Torre	66	Q(T=50)	4.7	71.93	73.17	72.41	73.2	0.000582	0.71	7.55	8.26	0.2
Rio Torre	66	Q(T=200)	6.8	71.93	73.32	72.54	73.35	0.000803	0.9	8.78	8.59	0.24
Rio Torre	66	Q(T=500)	8.1	71.93	73.4	72.62	73.44	0.000919	1	9.45	8.59	0.26
Rio Torre	64		Culvert									
Rio Torre	62	Q(T=50)	4.7	63.94	65.06	65.06	65.23	0.015578	2.07	2.64	7.42	0.7
Rio Torre	62	Q(T=200)	6.8	63.94	65.16	65.16	65.37	0.015563	2.22	3.37	7.82	0.71
Rio Torre	62	Q(T=500)	8.1	63.94	65.21	65.21	65.45	0.015326	2.28	3.81	8.04	0.71
Rio Torre	61	Q(T=50)	4.7	63.44	64	64.15	64.75	0.126568	4.77	1.42	9.63	2.25
Rio Torre	61	Q(T=200)	6.8	63.44	64.04	64.22	64.88	0.131105	5.07	1.82	9.7	2.29
Rio Torre	61	Q(T=500)	8.1	63.44	64.07	64.27	64.96	0.131527	5.19	2.05	9.71	2.29
Rio Torre	60	Q(T=50)	4.7	61.29	62.95	62.99	63.18	0.026297	2.35	2.26	6.03	0.62
Rio Torre	60	Q(T=200)	6.8	61.29	63.06	63.08	63.34	0.02477	2.39	2.93	6.03	0.6
Rio Torre	60	Q(T=500)	8.1	61.29	63.12	63.14	63.43	0.024227	2.43	3.3	6.03	0.6
Rio Torre	59	Q(T=50)	4.7	60.06	60.85	61.12	61.84	0.084646	4.45	1.1	3.14	2.01
Rio Torre	59	Q(T=200)	6.8	60.06	60.96	61.24	62.06	0.080094	4.85	1.59	5.02	2.02
Rio Torre	59	Q(T=500)	8.1	60.06	61.01	61.31	62.18	0.078461	5.07	1.84	5.02	2.02
Rio Torre	58	Q(T=50)	4.7	56.14	57.21	57.3	57.54	0.046033	2.93	1.89	6.54	0.98

Rio Torre	58	Q(T=200)	6.8	56.14	57.28	57.41	57.7	0.049258	3.08	2.41	7.17	1.01
Rio Torre	58	Q(T=500)	8.1	56.14	57.32	57.47	57.79	0.050471	3.15	2.71	7.51	1.01
Rio Torre	57.1	Q(T=50)	4.7	56.04	57.02	56.87	57.11	0.005741	1.13	3.66	7.32	0.37
Rio Torre	57.1	Q(T=200)	6.8	56.04	57.17	56.97	57.28	0.005362	1.2	4.71	7.32	0.36
Rio Torre	57.1	Q(T=500)	8.1	56.04	57.26	57.02	57.38	0.004852	1.21	5.43	7.32	0.35
Rio Torre	57.07		Culvert									
Rio Torre	57.05	Q(T=50)	4.7	55.1	56.25	56.25	56.44	0.021877	2.06	2.44	6.42	0.67
Rio Torre	57.05	Q(T=200)	6.8	55.1	56.35	56.35	56.6	0.023088	2.17	3.08	6.65	0.68
Rio Torre	57.05	Q(T=500)	8.1	55.1	56.42	56.42	56.69	0.020954	2.15	3.53	6.87	0.65
Rio Torre	57	Q(T=50)	4.7	53.39	53.89	54.14	54.95	0.165957	5.09	1.05	4.04	2.43
Rio Torre	57	Q(T=200)	6.8	53.39	53.99	54.27	55.1	0.140579	5.02	1.46	4.34	2.2
Rio Torre	57	Q(T=500)	8.1	53.39	54.03	54.36	55.28	0.13938	5.18	1.64	4.35	2.19
Rio Torre	56		Culvert									
Rio Torre	55	Q(T=50)	4.7	52.24	53.51	53.51	53.68	0.013402	2.17	2.68	6.94	0.67
Rio Torre	55	Q(T=200)	6.8	52.24	53.6	53.6	53.82	0.014627	2.4	3.35	7.14	0.71
Rio Torre	55	Q(T=500)	8.1	52.24	53.66	53.66	53.91	0.014857	2.5	3.75	7.26	0.72
Rio Torre	54	Q(T=50)	4.7	49.78	50.55	50.97	52.17	0.188678	5.45	0.83	1.93	2.16
Rio Torre	54	Q(T=200)	6.8	49.78	50.75	51.21	52.36	0.125621	4.92	1.23	1.97	1.76
Rio Torre	54	Q(T=500)	8.1	49.78	50.87	51.47	52.49	0.106377	4.76	1.47	2	1.61
Rio Torre	53.95	Q(T=50)	4.7	49.45	50.3	50.64	51.46	0.112887	4.41	0.99	1.95	1.67
Rio Torre	53.95	Q(T=200)	6.8	49.45	50.48	50.88	51.84	0.098511	4.46	1.33	1.98	1.55
Rio Torre	53.95	Q(T=500)	8.1	49.45	50.58	51.14	52.05	0.092705	4.51	1.54	2.01	1.5
Rio Torre	53.9	Q(T=50)	4.7	49	49.84	50.28	51.24	0.169441	5.24	0.9	1.83	2.39
Rio Torre	53.9	Q(T=200)	6.8	49	49.99	50.46	51.64	0.15797	5.68	1.2	2.06	2.38
Rio Torre	53.9	Q(T=500)	8.1	49	50.08	50.55	51.85	0.151927	5.89	1.38	2.4	2.37
Rio Torre	52.5		Culvert									
Rio Torre	51	Q(T=50)	4.7	39.84	41.06	40.93	41.11	0.003231	1.04	5.27	13.59	0.31
Rio Torre	51	Q(T=200)	6.8	39.84	41.16	40.99	41.22	0.003309	1.11	6.62	13.59	0.32
Rio Torre	51	Q(T=500)	8.1	39.84	41.22	41.03	41.28	0.003314	1.15	7.39	13.59	0.32
Rio Torre	50.9	Q(T=50)	4.7	39.84	41.06	40.93	41.1	0.003497	1.07	5.12	13.59	0.33
Rio Torre	50.9	Q(T=200)	6.8	39.84	41.16	40.99	41.22	0.003517	1.14	6.48	13.59	0.34
Rio Torre	50.9	Q(T=500)	8.1	39.84	41.21	41.03	41.28	0.003492	1.17	7.25	13.59	0.34
Rio Torre	50.5		Culvert									

Rio Torre	50	Q(T=50)	4.7	37.34	38.1	38.1	38.28	0.01859	1.53	2.55	7.51	0.6
Rio Torre	50	Q(T=200)	6.8	37.34	38.2	38.2	38.42	0.016913	1.54	3.29	7.53	0.57
Rio Torre	50	Q(T=500)	8.1	37.34	38.25	38.25	38.51	0.016808	1.57	3.66	7.53	0.57
Rio Torre 2	49	Q(T=50)	35.8	34.31	36.01	36.59	37.79	0.042254	5.91	6.06	5.73	1.84
Rio Torre 2	49	Q(T=200)	51.9	34.31	36.26	37.01	38.66	0.048867	6.85	7.57	6.35	2
Rio Torre 2	49	Q(T=500)	62.3	34.31	36.39	37.3	39.21	0.053957	7.44	8.37	6.66	2.12
Rio Torre 2	48	Q(T=50)	35.8	33.29	34.63	35.28	36.83	0.059661	6.56	5.46	5.88	2.17
Rio Torre 2	48	Q(T=200)	51.9	33.29	34.9	35.73	37.62	0.059828	7.3	7.11	6.37	2.21
Rio Torre 2	48	Q(T=500)	62.3	33.29	37.39	35.96	37.62	0.001883	2.12	29.39	11.62	0.43
Rio Torre 2	47	Q(T=50)	35.8	33.06	35.92	34.68	36.06	0.001378	1.66	21.56	10.07	0.36
Rio Torre 2	47	Q(T=200)	51.9	33.06	36.83	35.05	36.97	0.001034	1.65	31.38	11.43	0.32
Rio Torre 2	47	Q(T=500)	62.3	33.06	37.44	35.27	37.57	0.000851	1.61	38.61	12.33	0.29
Rio Torre 2	46.5		Bridge									
Rio Torre 2	46.1	Q(T=50)	35.8	33.06	35.91	34.68	36.05	0.001402	1.67	21.42	10.05	0.37
Rio Torre 2	46.1	Q(T=200)	51.9	33.06	36.82	35.05	36.96	0.001044	1.66	31.27	11.41	0.32
Rio Torre 2	46.1	Q(T=500)	62.3	33.06	37.43	35.27	37.57	0.000856	1.62	38.51	12.32	0.29
Rio Torre 2	46	Q(T=50)	35.8	32.69	35.9	34.64	36.05	0.001471	1.68	21.33	10.54	0.38
Rio Torre 2	46	Q(T=200)	51.9	32.69	36.83	35.05	36.96	0.001032	1.64	31.71	11.97	0.32
Rio Torre 2	46	Q(T=500)	62.3	32.69	37.44	35.29	37.57	0.000827	1.58	39.32	12.92	0.29
Rio Torre 2	45.5		Bridge									
Rio Torre 2	45.1	Q(T=50)	35.8	32.69	34.06	34.64	35.87	0.045025	5.96	6.01	6.06	1.91
Rio Torre 2	45.1	Q(T=200)	51.9	32.69	34.3	35.05	36.72	0.051159	6.9	7.53	6.64	2.07
Rio Torre 2	45.1	Q(T=500)	62.3	32.69	34.41	35.29	37.28	0.056329	7.5	8.31	6.93	2.19
Rio Torre 2	45	Q(T=50)	35.8	32.39	33.82	34.44	35.82	0.051038	6.27	5.71	5.75	2.01
Rio Torre 2	45	Q(T=200)	51.9	32.39	34.08	34.88	36.67	0.054855	7.14	7.27	6.25	2.11
Rio Torre 2	45	Q(T=500)	62.3	32.39	34.21	35.12	37.23	0.058932	7.7	8.09	6.49	2.2
Rio Torre 2	44	Q(T=50)	35.8	31.03	32.58	33.1	34.24	0.037562	5.71	6.27	5.57	1.72
Rio Torre 2	44	Q(T=200)	51.9	31.03	32.9	33.56	34.97	0.038506	6.38	8.14	6.09	1.76
Rio Torre 2	44	Q(T=500)	62.3	31.03	33.07	33.81	35.4	0.039584	6.76	9.21	6.37	1.8
Rio Torre 2	43	Q(T=50)	35.8	29.97	31.14	31.62	32.65	0.038415	5.43	6.59	7.03	1.79
Rio Torre 2	43	Q(T=200)	51.9	29.97	31.39	32	33.33	0.040235	6.16	8.42	7.57	1.86
Rio Torre 2	43	Q(T=500)	62.3	29.97	31.54	32.22	33.72	0.04101	6.54	9.52	7.87	1.9
Rio Torre 2	42	Q(T=50)	35.8	29.26	32	30.93	32.21	0.002386	2.01	17.85	8.4	0.44

Rio Torre 2	42	Q(T=200)	51.9	29.26	32.5	31.36	32.78	0.002811	2.33	22.31	9.51	0.49
Rio Torre 2	42	Q(T=500)	62.3	29.26	32.77	31.6	33.09	0.003051	2.49	24.98	10.3	0.51
Rio Torre 2	41	Q(T=50)	35.8	28.75	32.02	30.56	32.18	0.001658	1.73	20.68	8.79	0.36
Rio Torre 2	41	Q(T=200)	51.9	28.75	32.53	31.01	32.74	0.00191	2.04	25.65	10.88	0.4
Rio Torre 2	41	Q(T=500)	62.3	28.75	32.8	31.26	33.05	0.002038	2.21	28.78	12.02	0.41
Rio Torre 2	40.5		Inl Struct									
Rio Torre 2	40	Q(T=50)	35.8	28.06	29.89	29.89	30.68	0.014908	3.95	9.07	5.71	1
Rio Torre 2	40	Q(T=200)	51.9	28.06	31.64	30.34	32	0.003721	2.65	19.7	7.25	0.48
Rio Torre 2	40	Q(T=500)	62.3	28.06	32.11	30.61	32.49	0.003401	2.74	23.3	8.11	0.46
Rio Torre 2	39.1	Q(T=50)	35.8	26.99	30.04	28.75	30.31	0.003314	2.28	15.7	5.33	0.42
Rio Torre 2	39.1	Q(T=200)	51.9	26.99	31.66	29.22	31.88	0.002139	2.07	25.05	6.03	0.32
Rio Torre 2	39.1	Q(T=500)	62.3	26.99	32.12	29.49	32.37	0.00231	2.24	28.02	8.03	0.33
Rio Torre 2	39	Q(T=50)	35.8	26.93	29.81	28.96	30.28	0.007175	3.04	11.79	4.23	0.58
Rio Torre 2	39	Q(T=200)	51.9	26.93	31.51	29.5	31.86	0.004287	2.65	19.61	4.9	0.42
Rio Torre 2	39	Q(T=500)	62.3	26.93	31.93	29.83	32.35	0.004736	2.87	21.76	5.72	0.44
Rio Torre 2	38.9	Q(T=50)	35.8	26.93	29.14	29.14	30.21	0.013216	4.57	7.83	3.67	1
Rio Torre 2	38.9	Q(T=200)	51.9	26.93	31.06	29.74	31.82	0.014197	3.85	13.47	4.2	0.61
Rio Torre 2	38.9	Q(T=500)	62.3	26.93	31.42	30.64	32.3	0.015024	4.15	15	4.31	0.63
Rio Torre 2	38.85	Q(T=50)	35.8	26.39	29.28	28.53	29.86	0.006147	3.38	10.58	3.66	0.64
Rio Torre 2	38.85	Q(T=200)	51.9	26.39	30.84	29.13	31.46	0.011078	3.57	15.13	6.81	0.53
Rio Torre 2	38.85	Q(T=500)	62.3	26.39	31.24	29.48	31.87	0.010037	3.63	17.83	6.81	0.51

Tabella 3: Dati idraulici con tempo di ritorno T=50, 200 e 500 anni STATO DI FATTO

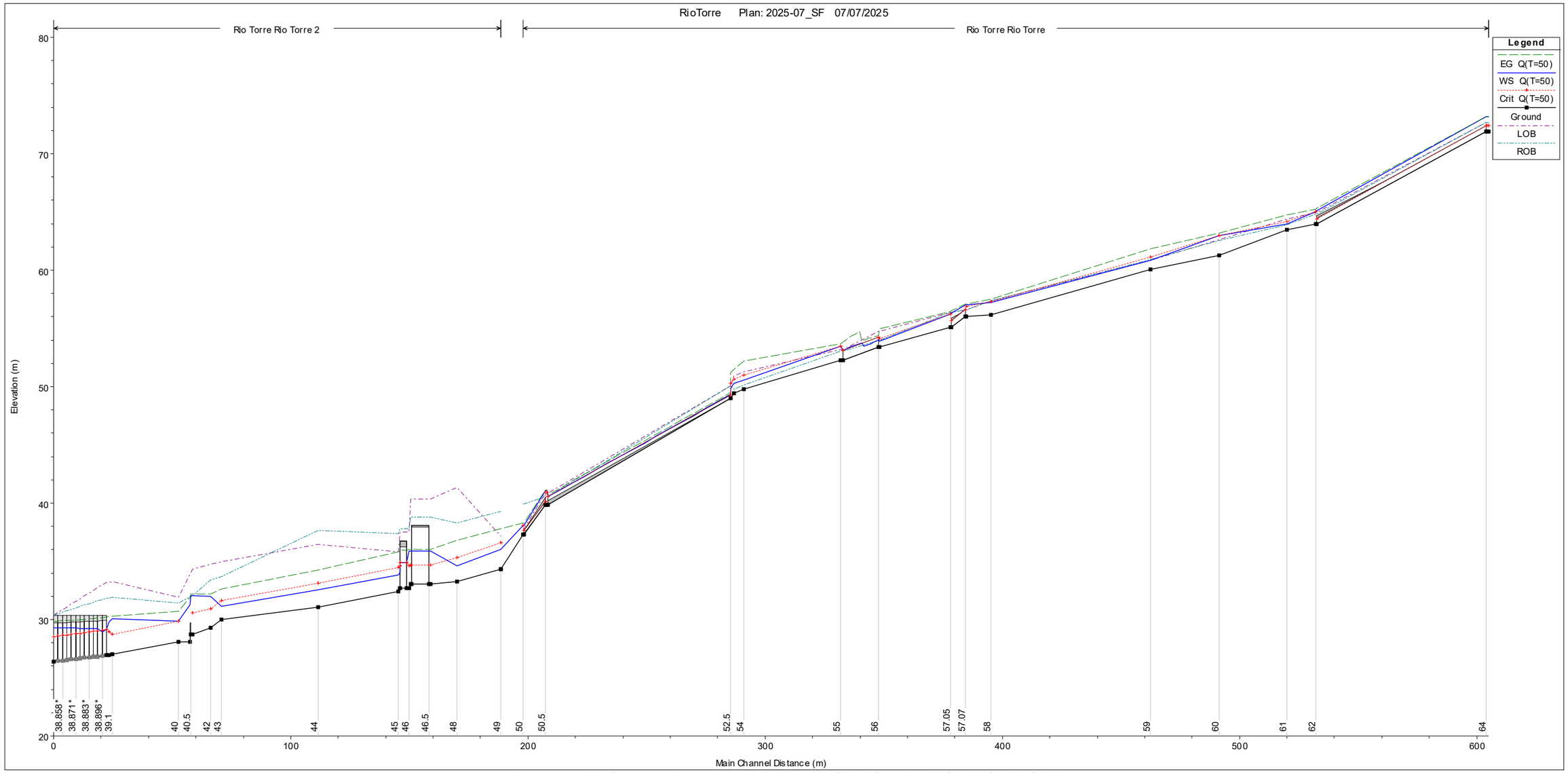


Figura 12: Profilo longitudinale con T=50 anni STATO DI FATTO – RIO MINORE

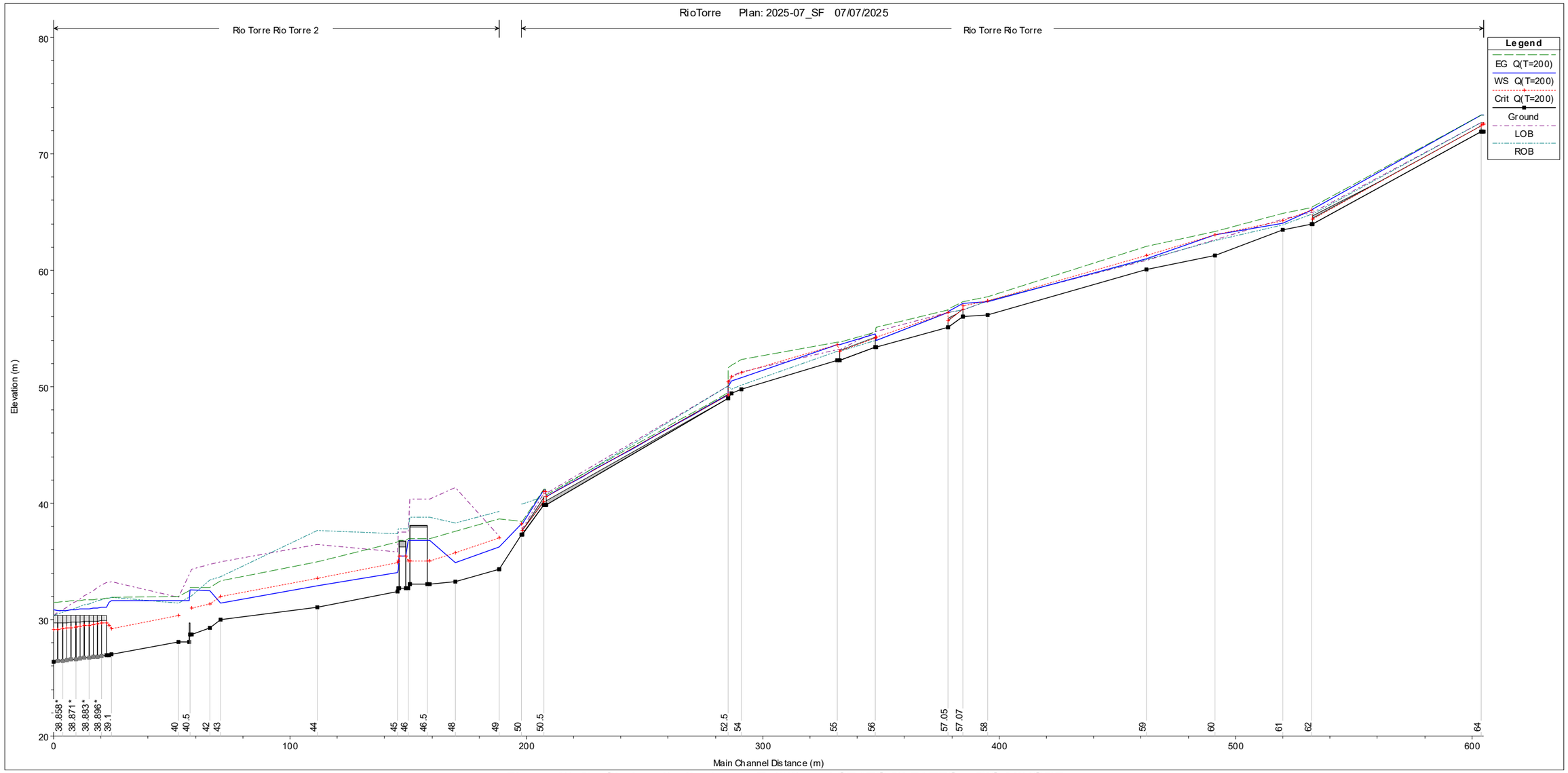


Figura 13: Profilo longitudinale con T=200 anni STATO DI FATTO – RIO MINORE

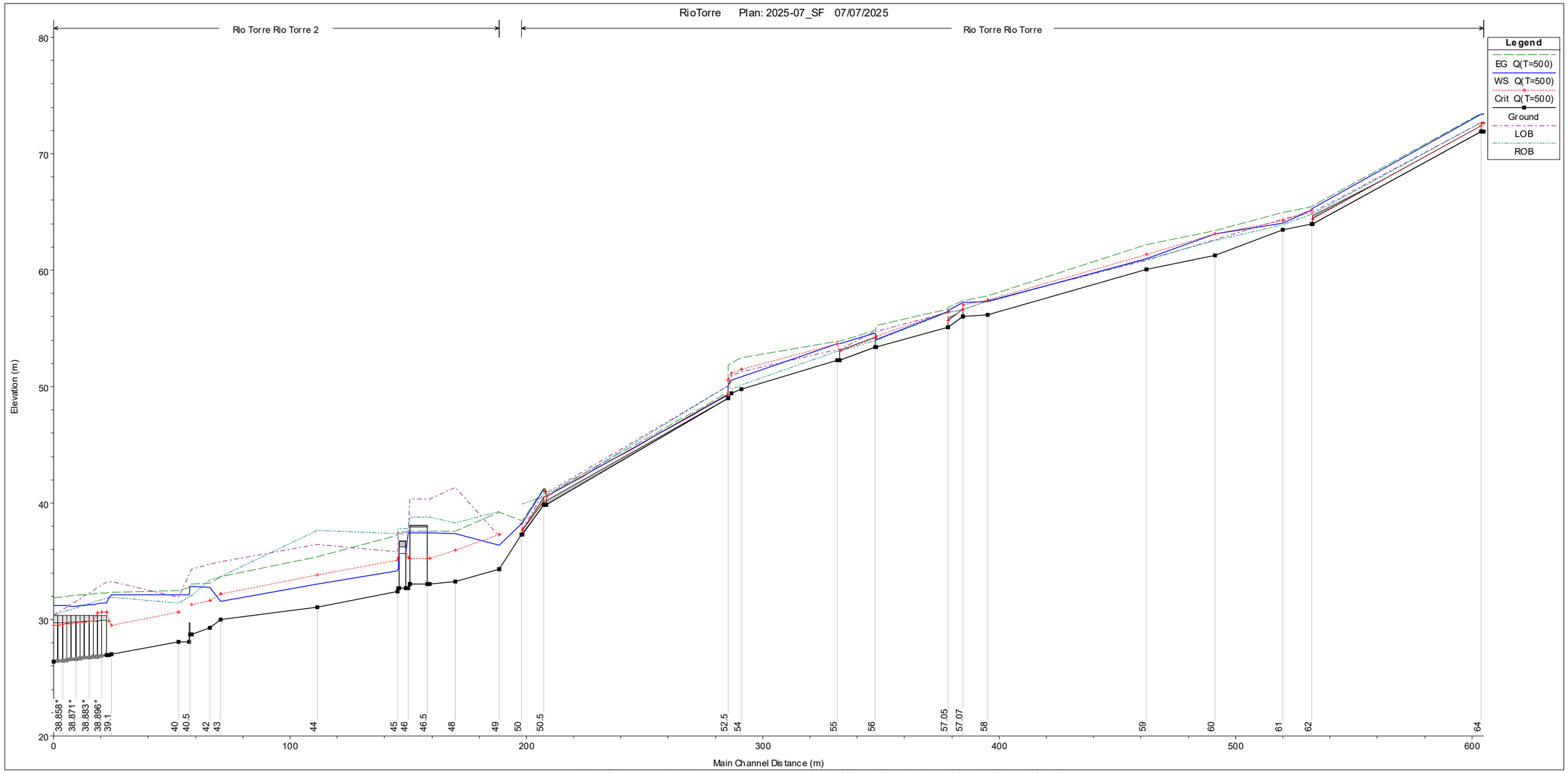


Figura 14: Profilo longitudinale con T=500 anni STATO DI FATTO – RIO MINORE

4.3.5. *ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI PROGETTO (Plan 2025-07_SP Porsani)*

Il progetto prevede la corretta regimazione delle acque dilavanti lungo la strada Porsani (sezz.70-66) mediante la realizzazione di una rete di raccolta delle acque bianche e la Messa in Sicurezza del rio minore dalla sez.66 sino alla confluenza col Rio della Torre (sez.50).

In particolare, si prevede:

- ✓ La realizzazione di una rete di regimazione delle acque dilavanti dal versante a monte di Strada Porsani (sez.70) mediante posa di tubazione di adeguate dimensioni, come da tavola progettuale allegata, con soprastanti griglie stradali trasversali posizionate ad interasse 25.00m, che sbocca in un pozzettone (sez.67) con soprastante griglia occupante la strada in tutta la sua larghezza ed avente lunghezza, longitudinale alla strada, pari a 3.00m. La lunghezza longitudinale di detta griglia è stata determinata nell'ipotesi di costanza dell'energia specifica lungo il percorso della grata e quella di grata orizzontale nel senso del moto noto il battente dell'acqua impattante sulla griglia pari a 11cm (valore di profondità in moto uniforme sulla strada posta la larghezza della stessa pari a 7.60m, la pendenza pari a 3.5%, coefficiente di Manning pari a 0.022 $m^{1/3}s^{-1}$, portata pari a 1.68 mc/s relativa ad un bacino A=0.042kmq);
- ✓ La realizzazione di un attraversamento stradale tra le sez.67-66 di lunghezza L=9,00m e dimensioni interne 1,50m x 3,00m nel rispetto della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso);
- ✓ La realizzazione di un canale a cielo aperto in c.a. (sezz.66-58.6) di larghezza alla base pari a 1.50m e altezza minima pari 2.00m (in base alla quota del piano campagna lungo le sponde) di lunghezza L=150m ca. nel rispetto della Normativa di Piano tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 50cm contenuto negli argini). Detto canale sarà intervallato dalla realizzazione di n°4 attraversamenti di dimensioni interne 1,50m e altezza variabile nel rispetto della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso);
- ✓ La realizzazione di un canale naturale a cielo aperto in trenchmat (sezz.58.6-58.3) di lunghezza L=61m ca., di larghezza alla base pari a 1.00m, sponde a 45° e altezza minima pari a 2.00m (in base alla quota del piano campagna lungo le sponde) nel rispetto della Normativa di Piano tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 50cm contenuto negli argini). Si osservi che i tratti di raccordo col canale in c.a., per una lunghezza L=4,00m, verranno realizzati in scogliera;
- ✓ La realizzazione di un canale a cielo aperto in c.a. (sezz.58.3-57) di larghezza alla base pari a 1.50m e altezza minima pari 2.00m (in base alla quota del piano campagna lungo le sponde) con lunghezza L=63.50m ca. nel rispetto della Normativa di Piano tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 50cm contenuto negli argini). Si osservi che tra le sez.57.3-57.2 è presente un accesso carrabile privato che verrà realizzato con scatolare in c.a. 1,50m x 2,50m di lunghezza L=7,00m ca. nel rispetto della della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso). Inoltre, si osservi che in sponda destra a monte della sez.57 per una lunghezza L=18,00m, l'argine risulterà svettante rispetto al piano campagna per un altezza h=1.05m a contenimento del solo franco di sicurezza (il livello idrico risulta al di sotto del piano campagna);

- ✓ La realizzazione di un tratto tombinato in attraversamento della strada privata tra le sez.57-56 di dimensioni interne minime pari a 1.50m x 2.00m di lunghezza L=17m ca. nel rispetto della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso);
- ✓ La realizzazione di un canale a cielo aperto in c.a. (sezz.56-49.9) di larghezza alla base pari a 1.50m e altezza minima pari 2.00m (in base alla quota del piano campagna lungo le sponde) con lunghezza L=127m ca.m ca. nel rispetto della Normativa di Piano tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 50cm contenuto negli argini). Detto canale sarà intervallato dalla realizzazione di n°2 attraversamenti di dimensioni interne 1,50m e altezza variabile nel rispetto della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso). Si osservi che in confluenza verrà mantenuto il salto di fondo esistente di altezza h=3,30m ca. mediante realizzazione di un muro.

Di seguito si riporta una tabella con chiara indicazione dei franchi di sicurezza sui tombini, sugli attraversamenti e sulle sponde relativamente all'intervento sul rio minore per tempo di ritorno T=200anni:

River Sta	W.S. Elev	E.G. Elev	Δ su Livello Idrico	W.S. + Δ L.l.	L.l. + $0,5U^2/2g$	Franco Idraulico	LOB Elev/ intradosso	ROB Elev/ Intradosso	Esondazione LOB	Esondazione ROB	NOTE
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)			
66.4	71.32	72.01	1.50	72.82	71.67	72.82	72.94	72.94	NO	NO	Attraversamento stradale
66	70.88	71.76	1.50	72.38	71.32	72.38	72.7	72.7	NO	NO	
65.15	69.52	71.28	0.50	70.02	70.40	70.4	71.54	71.54	NO	NO	Canale a cielo aperto
65.1	69.53	71.27	1.50	71.03	70.40	71.03	71.24	71.24	NO	NO	Attraversamento
65	69.39	71.17	1.50	70.89	70.28	70.89	71.08	71.08	NO	NO	
64.9	69.35	71.15	1.50	70.85	70.25	70.85	71.04	71.04	NO	NO	
64.8	69.35	71.15	0.50	69.85	70.25	70.25	71.34	71.34	NO	NO	Canale a cielo aperto
64.6	68.77	70.75	1.50	70.27	69.76	70.27	70.46	70.46	NO	NO	Attraversamento stradale
64.5	68.25	70.34	1.50	69.75	69.30	69.75	69.95	69.95	NO	NO	
64.4	68.25	70.34	0.50	68.75	69.30	69.295	70.25	70.25	NO	NO	Canale a cielo aperto
64.3	67.22	69.46	1.50	68.72	68.34	68.72	68.85	68.85	NO	NO	Attraversamento stradale
64.2	66.52	68.83	1.50	68.02	67.68	68.02	68.03	68.03	NO	NO	
63	66.36	68.67	0.50	66.86	67.52	67.515	68.49	68.07	NO	NO	Canale a cielo aperto
62.6	64.03	66.54	1.50	65.53	65.29	65.53	65.89	65.89	NO	NO	Attraversamento stradale
62.4	63.39	65.71	1.50	64.89	64.55	64.89	65.35	65.35	NO	NO	
62	63.15	64.78	0.50	63.65	63.97	63.965	65.24	64.93	NO	NO	Canale a cielo aperto
61	62.72	63.93	0.50	63.22	63.33	63.325	64.39	63.89	NO	NO	
60	61.47	62.51	0.50	61.97	61.99	61.99	62.69	62.52	NO	NO	
59.5	61.06	62.12	0.50	61.56	61.59	61.59	62.98	62.47	NO	NO	
59	59.93	61.14	0.50	60.43	60.54	60.535	60.72	60.89	NO	NO	
58.6	59.18	60.69	0.50	59.68	59.94	59.935	60.25	60.33	NO	NO	
58.5	58.71	60.39	0.50	59.21	59.55	59.55	59.94	60.19	NO	NO	
58.4	56.86	58.08	0.50	57.36	57.47	57.47	57.99	58.55	NO	NO	
58.3	56.83	57.84	0.50	57.33	57.34	57.34	57.89	57.96	NO	NO	
58	55.43	56.94	0.50	55.93	56.19	56.19	57.74	57.04	NO	NO	
57.3	54.67	56.26	1.50	56.17	55.47	56.17	56.26	56.26	NO	NO	Attraversamento carrabile
57.2	54.68	55.76	1.50	56.18	55.22	56.18	56.18	56.18	NO	NO	

57	52.53	54.18	1.50	54.03	53.36	54.03	54.24	54.24	NO	NO	Attraversamento stradale
55	51.12	52.87	1.50	52.62	52.00	52.62	52.76	52.76	NO	NO	
54.5	50.33	51.5	0.50	50.83	50.92	50.92	52.34	51.89	NO	NO	Canale a cielo aperto
54	49.18	50.39	0.50	49.68	49.79	49.79	51.39	50.14	NO	NO	
53.9	47.55	49.93	0.50	48.05	48.74	48.74	50.96	49.58	NO	NO	
53.5	47.55	49.93	1.50	49.05	48.74	49.05	49.06	49.06	NO	NO	Attraversamento carrabile
53.4	47.19	49.38	1.50	48.69	48.29	48.69	49.06	49.06	NO	NO	
53	46.34	48.3	0.50	46.84	47.32	47.32	48.71	48.71	NO	NO	Canale a cielo aperto
52.7	45.88	47.81	0.50	46.38	46.85	46.85	48.44	48.44	NO	NO	
52.6	45.24	47.75	0.50	45.74	46.50	46.50	48.44	48.44	NO	NO	
52.5	44.26	46.8	0.50	44.76	45.53	45.53	48.1	48.1	NO	NO	
52.4	44.09	46.63	0.50	44.59	45.36	45.36	45.41	45.41	NO	NO	
52.3	41.76	44.34	0.50	42.26	43.05	43.05	43.21	43.21	NO	NO	
52.2	41.2	44.29	0.50	41.7	42.75	42.75	43.21	43.21	NO	NO	
52.1	40.63	43.49	1.50	42.13	42.06	42.13	42.3	42.3	NO	NO	Attraversamento carrabile
52	40.57	43.42	1.50	42.07	42.00	42.07	42.25	42.25	NO	NO	
51.9	40.12	42.87	1.50	41.62	41.50	41.62	41.83	41.83	NO	NO	
51	39.21	41.48	0.50	39.71	40.35	40.35	40.84	40.84	NO	NO	Canale a cielo aperto
50.5	38.85	41.04	0.50	39.35	39.95	39.95	40.11	40.11	NO	NO	
50	38.36	40.44	0.50	38.86	39.40	39.40	40	40	NO	NO	
49.9	38.27	40.31	0.50	38.77	39.29	39.29	40	40	NO	NO	
48.8	36.29	36.47	0.50	36.79	36.38	36.79	37.29	39.89	NO	NO	

Ne deriva che **l'intervento proposto consente il transito della portata duecentennale con adeguati franchi di sicurezza ovvero rispettando i dettami delle norme di settore perseguendo, così, la Messa in Sicurezza del rio minore**.

Si riportano, di seguito, la tabella per tempo di ritorno cinquantennale, duecentennale e cinquecentennale ed il profilo longitudinale del solo rio minore per T=50, 200 e 500.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Torre	66.4	Q(T=50)	5.2	69.94	71.01	71.01	71.55	0.019614	3.24	1.6	1.5	1
Rio Torre	66.4	Q(T=200)	7.6	69.94	71.32	71.32	72.01	0.022075	3.67	2.07	1.5	1
Rio Torre	66.4	Q(T=500)	9.1	69.94	71.49	71.49	72.27	0.023702	3.91	2.33	1.5	1
Rio Torre	66	Q(T=50)	5.2	69.66	70.57	70.73	71.31	0.029879	3.82	1.36	1.5	1.28
Rio Torre	66	Q(T=200)	7.6	69.66	70.88	71.04	71.76	0.030073	4.16	1.83	1.5	1.2
Rio Torre	66	Q(T=500)	9.1	69.66	71.06	71.22	72.02	0.030327	4.32	2.11	1.5	1.17
Rio Torre	65.15	Q(T=50)	5.2	68.66	69.29	69.73	70.82	0.078172	5.48	0.95	1.5	2.2
Rio Torre	65.15	Q(T=200)	7.6	68.66	69.52	70.04	71.28	0.072413	5.86	1.3	1.5	2.01
Rio Torre	65.15	Q(T=500)	9.1	68.66	69.66	70.21	71.53	0.07066	6.05	1.5	1.5	1.93
Rio Torre	65.1	Q(T=50)	5.2	68.66	69.29	69.73	70.82	0.077628	5.47	0.95	1.5	2.19
Rio Torre	65.1	Q(T=200)	7.6	68.66	69.53	70.04	71.27	0.071973	5.85	1.3	1.5	2.01
Rio Torre	65.1	Q(T=500)	9.1	68.66	69.67	70.22	71.52	0.070263	6.04	1.51	1.5	1.92
Rio Torre	65	Q(T=50)	5.2	68.53	69.16	69.6	70.72	0.080238	5.53	0.94	1.5	2.23
Rio Torre	65	Q(T=200)	7.6	68.53	69.39	69.91	71.17	0.074542	5.92	1.28	1.5	2.05

Rio Torre	65	Q(T=500)	9.1	68.53	69.52	70.08	71.43	0.072756	6.12	1.49	1.5	1.96
Rio Torre	64.9	Q(T=50)	5.2	68.5	69.12	69.57	70.69	0.080809	5.55	0.94	1.5	2.24
Rio Torre	64.9	Q(T=200)	7.6	68.5	69.35	69.88	71.15	0.075103	5.94	1.28	1.5	2.05
Rio Torre	64.9	Q(T=500)	9.1	68.5	69.49	70.05	71.41	0.073302	6.14	1.48	1.5	1.97
Rio Torre	64.8	Q(T=50)	5.2	68.5	69.13	69.57	70.69	0.08025	5.53	0.94	1.5	2.23
Rio Torre	64.8	Q(T=200)	7.6	68.5	69.35	69.88	71.15	0.074661	5.93	1.28	1.5	2.05
Rio Torre	64.8	Q(T=500)	9.1	68.5	69.49	70.05	71.4	0.072897	6.12	1.49	1.5	1.96
Rio Torre	64.6	Q(T=50)	5.2	67.96	68.56	69.03	70.27	0.09082	5.79	0.9	1.5	2.39
Rio Torre	64.6	Q(T=200)	7.6	67.96	68.77	69.34	70.75	0.084942	6.23	1.22	1.5	2.2
Rio Torre	64.6	Q(T=500)	9.1	67.96	68.9	69.52	71.01	0.08286	6.43	1.41	1.5	2.12
Rio Torre	64.5	Q(T=50)	5.2	67.46	68.04	68.53	69.84	0.09698	5.93	0.88	1.5	2.48
Rio Torre	64.5	Q(T=200)	7.6	67.46	68.25	68.84	70.34	0.09152	6.4	1.19	1.5	2.3
Rio Torre	64.5	Q(T=500)	9.1	67.46	68.38	69.01	70.61	0.089411	6.63	1.37	1.5	2.21
Rio Torre	64.4	Q(T=50)	5.2	67.46	68.05	68.53	69.83	0.096311	5.92	0.88	1.5	2.47
Rio Torre	64.4	Q(T=200)	7.6	67.46	68.25	68.84	70.34	0.091007	6.39	1.19	1.5	2.29
Rio Torre	64.4	Q(T=500)	9.1	67.46	68.38	69.01	70.61	0.088946	6.61	1.38	1.5	2.2
Rio Torre	64.3	Q(T=50)	5.2	66.46	67.03	67.53	68.92	0.10447	6.09	0.85	1.5	2.58
Rio Torre	64.3	Q(T=200)	7.6	66.46	67.22	67.84	69.46	0.100277	6.63	1.15	1.5	2.42
Rio Torre	64.3	Q(T=500)	9.1	66.46	67.34	68.02	69.75	0.098407	6.87	1.32	1.5	2.34
Rio Torre	64.2	Q(T=50)	5.2	65.77	66.33	66.84	68.26	0.107194	6.15	0.85	1.5	2.62
Rio Torre	64.2	Q(T=200)	7.6	65.77	66.52	67.15	68.83	0.103944	6.72	1.13	1.5	2.47
Rio Torre	64.2	Q(T=500)	9.1	65.77	66.64	67.32	69.12	0.102362	6.98	1.3	1.5	2.39
Rio Torre	63	Q(T=50)	5.2	65.61	66.17	66.68	68.1	0.107116	6.15	0.85	1.5	2.61
Rio Torre	63	Q(T=200)	7.6	65.61	66.36	66.99	68.67	0.104205	6.72	1.13	1.5	2.47
Rio Torre	63	Q(T=500)	9.1	65.61	66.48	67.16	68.97	0.102734	6.99	1.3	1.5	2.4
Rio Torre	62.6	Q(T=50)	5.2	63.31	63.85	64.38	65.93	0.118766	6.38	0.81	1.5	2.77
Rio Torre	62.6	Q(T=200)	7.6	63.31	64.03	64.69	66.54	0.116656	7.01	1.08	1.5	2.64
Rio Torre	62.6	Q(T=500)	9.1	63.31	64.14	64.87	66.86	0.115506	7.31	1.25	1.5	2.56
Rio Torre	62.4	Q(T=50)	5.2	62.64	63.21	63.71	65.1	0.10393	6.08	0.86	1.5	2.57
Rio Torre	62.4	Q(T=200)	7.6	62.64	63.39	64.02	65.71	0.104983	6.74	1.13	1.5	2.48
Rio Torre	62.4	Q(T=500)	9.1	62.64	63.5	64.2	66.04	0.105166	7.05	1.29	1.5	2.43
Rio Torre	62	Q(T=50)	5.2	62.25	62.94	63.32	64.22	0.061165	5.01	1.04	1.5	1.92
Rio Torre	62	Q(T=200)	7.6	62.25	63.15	63.63	64.78	0.06604	5.66	1.34	1.5	1.91
Rio Torre	62	Q(T=500)	9.1	62.25	63.27	63.8	65.08	0.067993	5.96	1.53	1.5	1.89

Rio Torre	61	Q(T=50)	5.2	61.68	62.47	62.75	63.45	0.050256	4.39	1.18	1.5	1.58
Rio Torre	61	Q(T=200)	7.6	61.68	62.72	63.06	63.93	0.052425	4.87	1.56	1.5	1.53
Rio Torre	61	Q(T=500)	9.1	61.68	62.87	63.23	64.2	0.053413	5.1	1.78	1.5	1.49
Rio Torre	60	Q(T=50)	5.2	60.35	61.18	61.42	62.07	0.043807	4.17	1.25	1.5	1.46
Rio Torre	60	Q(T=200)	7.6	60.35	61.47	61.73	62.51	0.042898	4.5	1.69	1.5	1.36
Rio Torre	60	Q(T=500)	9.1	60.35	61.65	61.9	62.76	0.04237	4.65	1.96	1.5	1.3
Rio Torre	59.5	Q(T=50)	5.2	59.95	60.78	61.02	61.67	0.044553	4.2	1.24	1.5	1.47
Rio Torre	59.5	Q(T=200)	7.6	59.95	61.06	61.33	62.12	0.04413	4.56	1.67	1.5	1.38
Rio Torre	59.5	Q(T=500)	9.1	59.95	61.24	61.5	62.37	0.0439	4.72	1.93	1.5	1.33
Rio Torre	59	Q(T=50)	5.2	58.89	59.67	59.96	60.68	0.052647	4.47	1.16	1.5	1.62
Rio Torre	59	Q(T=200)	7.6	58.89	59.93	60.27	61.14	0.052104	4.86	1.56	1.5	1.52
Rio Torre	59	Q(T=500)	9.1	58.89	60.09	60.44	61.39	0.051944	5.04	1.8	1.5	1.47
Rio Torre	58.6	Q(T=50)	5.2	58.25	58.94	59.32	60.23	0.072741	5.04	1.03	1.5	1.94
Rio Torre	58.6	Q(T=200)	7.6	58.25	59.18	59.63	60.69	0.069935	5.45	1.39	1.5	1.81
Rio Torre	58.6	Q(T=500)	9.1	58.25	59.33	59.8	60.95	0.068977	5.64	1.61	1.5	1.74
Rio Torre	58.5	Q(T=50)	5.2	57.94	58.57	58.96	59.93	0.073997	5.17	1.01	2.19	2.44
Rio Torre	58.5	Q(T=200)	7.6	57.94	58.71	59.18	60.39	0.075094	5.74	1.32	2.45	2.49
Rio Torre	58.5	Q(T=500)	9.1	57.94	58.78	59.3	60.64	0.075761	6.03	1.51	2.59	2.52
Rio Torre	58.4	Q(T=50)	5.2	55.99	56.71	57.02	57.69	0.047136	4.39	1.18	2.28	1.95
Rio Torre	58.4	Q(T=200)	7.6	55.99	56.86	57.25	58.08	0.048267	4.88	1.56	2.56	2
Rio Torre	58.4	Q(T=500)	9.1	55.99	57.97	57.37	58.11	0.002459	1.67	5.46	4.52	0.48
Rio Torre	58.3	Q(T=50)	5.2	55.69	56.46	56.76	57.49	0.053251	4.49	1.16	1.5	1.63
Rio Torre	58.3	Q(T=200)	7.6	55.69	56.83	57.07	57.84	0.041907	4.46	1.7	1.5	1.34
Rio Torre	58.3	Q(T=500)	9.1	55.69	57.24	57.24	58.02	0.027649	3.91	2.33	1.5	1
Rio Torre	58	Q(T=50)	5.2	54.5	55.19	55.57	56.47	0.071554	5.01	1.04	1.5	1.92
Rio Torre	58	Q(T=200)	7.6	54.5	55.43	55.88	56.94	0.069211	5.43	1.4	1.5	1.79
Rio Torre	58	Q(T=500)	9.1	54.5	55.55	56.05	57.25	0.072732	5.76	1.58	1.5	1.79
Rio Torre	57.3	Q(T=50)	5.2	53.76	54.43	54.83	55.78	0.065736	5.14	1.01	1.5	2
Rio Torre	57.3	Q(T=200)	7.6	53.76	54.67	55.14	56.26	0.064214	5.6	1.36	1.5	1.88
Rio Torre	57.3	Q(T=500)	9.1	53.76	54.79	55.32	56.55	0.065475	5.87	1.55	1.5	1.84
Rio Torre	57.2	Q(T=50)	5.2	53.58	54.41	54.65	55.3	0.038104	4.19	1.24	1.5	1.47
Rio Torre	57.2	Q(T=200)	7.6	53.58	54.68	54.96	55.76	0.039079	4.61	1.65	1.5	1.41
Rio Torre	57.2	Q(T=500)	9.1	53.58	54.83	55.14	56.03	0.040239	4.84	1.88	1.5	1.38

Rio Torre	57	Q(T=50)	5.2	51.64	52.3	52.71	53.72	0.070444	5.28	0.99	1.5	2.08
Rio Torre	57	Q(T=200)	7.6	51.64	52.53	53.02	54.18	0.067114	5.69	1.34	1.5	1.93
Rio Torre	57	Q(T=500)	9.1	51.64	52.67	53.19	54.44	0.065762	5.88	1.55	1.5	1.85
Rio Torre	55	Q(T=50)	5.2	50.26	50.91	51.33	52.37	0.085709	5.36	0.97	1.5	2.13
Rio Torre	55	Q(T=200)	7.6	50.26	51.12	51.64	52.87	0.084405	5.86	1.3	1.5	2.01
Rio Torre	55	Q(T=500)	9.1	50.26	51.26	51.81	53.14	0.083671	6.08	1.5	1.5	1.95
Rio Torre	54.5	Q(T=50)	5.2	49.27	50.07	50.34	51.03	0.048981	4.35	1.2	1.5	1.56
Rio Torre	54.5	Q(T=200)	7.6	49.27	50.33	50.65	51.5	0.050458	4.8	1.58	1.5	1.49
Rio Torre	54.5	Q(T=500)	9.1	49.27	50.48	50.82	51.76	0.050871	5	1.82	1.5	1.45
Rio Torre	54	Q(T=50)	5.2	48.14	48.92	49.21	49.93	0.052566	4.47	1.16	1.5	1.62
Rio Torre	54	Q(T=200)	7.6	48.14	49.18	49.52	50.39	0.052353	4.87	1.56	1.5	1.53
Rio Torre	54	Q(T=500)	9.1	48.14	49.34	49.69	50.64	0.052327	5.06	1.8	1.5	1.48
Rio Torre	53.9	Q(T=50)	5.2	46.81	47.35	47.88	49.47	0.142522	6.45	0.81	1.5	2.81
Rio Torre	53.9	Q(T=200)	7.6	46.81	47.55	48.19	49.93	0.126951	6.84	1.11	1.5	2.54
Rio Torre	53.9	Q(T=500)	9.1	46.81	47.67	48.36	50.19	0.121498	7.02	1.3	1.5	2.41
Rio Torre	53.5	Q(T=50)	5.2	46.81	47.35	47.88	49.47	0.122011	6.44	0.81	1.5	2.81
Rio Torre	53.5	Q(T=200)	7.6	46.81	47.55	48.19	49.93	0.108698	6.83	1.11	1.5	2.53
Rio Torre	53.5	Q(T=500)	9.1	46.81	47.67	48.37	50.19	0.104047	7.02	1.3	1.5	2.41
Rio Torre	53.4	Q(T=50)	5.2	46.42	46.99	47.49	48.85	0.101953	6.04	0.86	1.5	2.55
Rio Torre	53.4	Q(T=200)	7.6	46.42	47.19	47.8	49.38	0.09713	6.55	1.16	1.5	2.38
Rio Torre	53.4	Q(T=500)	9.1	46.42	47.31	47.98	49.66	0.095048	6.78	1.34	1.5	2.29
Rio Torre	53	Q(T=50)	5.2	45.52	46.14	46.59	47.74	0.083396	5.61	0.93	1.5	2.28
Rio Torre	53	Q(T=200)	7.6	45.52	46.34	46.9	48.3	0.084105	6.2	1.23	1.5	2.19
Rio Torre	53	Q(T=500)	9.1	45.52	46.46	47.07	48.59	0.084129	6.47	1.41	1.5	2.13
Rio Torre	52.7	Q(T=50)	5.2	45.06	45.68	46.13	47.26	0.081523	5.57	0.93	1.5	2.25
Rio Torre	52.7	Q(T=200)	7.6	45.06	45.88	46.44	47.81	0.08214	6.15	1.24	1.5	2.16
Rio Torre	52.7	Q(T=500)	9.1	45.06	46.01	46.61	48.1	0.082266	6.42	1.42	1.5	2.11
Rio Torre	52.6	Q(T=50)	5.2	44.52	45.05	45.59	47.2	0.124681	6.49	0.8	1.5	2.84
Rio Torre	52.6	Q(T=200)	7.6	44.52	45.24	45.9	47.75	0.116694	7.02	1.08	1.5	2.64
Rio Torre	52.6	Q(T=500)	9.1	44.52	45.36	46.07	48.04	0.113679	7.26	1.25	1.5	2.54
Rio Torre	52.5	Q(T=50)	5.2	43.54	44.08	44.61	46.2	0.122451	6.45	0.81	1.5	2.81
Rio Torre	52.5	Q(T=200)	7.6	43.54	44.26	44.92	46.8	0.11873	7.06	1.08	1.5	2.66
Rio Torre	52.5	Q(T=500)	9.1	43.54	44.37	45.09	47.11	0.11672	7.34	1.24	1.5	2.58
Rio Torre	52.4	Q(T=50)	5.2	43.37	43.91	44.44	46.02	0.121503	6.43	0.81	1.5	2.8

Rio Torre	52.4	Q(T=200)	7.6	43.37	44.09	44.75	46.63	0.118524	7.06	1.08	1.5	2.66
Rio Torre	52.4	Q(T=500)	9.1	43.37	44.2	44.92	46.94	0.116768	7.34	1.24	1.5	2.58
Rio Torre	52.3	Q(T=50)	5.2	41.05	41.59	42.12	43.71	0.121982	6.44	0.81	1.5	2.81
Rio Torre	52.3	Q(T=200)	7.6	41.05	41.76	42.43	44.34	0.121231	7.12	1.07	1.5	2.69
Rio Torre	52.3	Q(T=500)	9.1	41.05	41.87	42.6	44.68	0.120585	7.43	1.23	1.5	2.62
Rio Torre	52.2	Q(T=50)	5.2	40.55	41.03	41.62	43.65	0.164243	7.17	0.73	1.5	3.29
Rio Torre	52.2	Q(T=200)	7.6	40.55	41.2	41.93	44.29	0.154537	7.79	0.98	1.5	3.08
Rio Torre	52.2	Q(T=500)	9.1	40.55	41.3	42.1	44.63	0.15058	8.08	1.13	1.5	2.98
Rio Torre	52.1	Q(T=50)	5.2	39.95	40.46	41.02	42.81	0.141224	6.79	0.77	1.5	3.04
Rio Torre	52.1	Q(T=200)	7.6	39.95	40.63	41.33	43.49	0.139383	7.49	1.01	1.5	2.91
Rio Torre	52.1	Q(T=500)	9.1	39.95	40.73	41.51	43.84	0.138172	7.82	1.16	1.5	2.83
Rio Torre	52	Q(T=50)	5.2	39.89	40.4	40.96	42.74	0.139981	6.77	0.77	1.5	3.02
Rio Torre	52	Q(T=200)	7.6	39.89	40.57	41.27	43.42	0.13847	7.48	1.02	1.5	2.9
Rio Torre	52	Q(T=500)	9.1	39.89	40.67	41.45	43.77	0.137405	7.8	1.17	1.5	2.83
Rio Torre	51.9	Q(T=50)	5.2	39.43	39.95	40.5	42.19	0.131859	6.63	0.78	1.5	2.93
Rio Torre	51.9	Q(T=200)	7.6	39.43	40.12	40.81	42.87	0.132206	7.35	1.03	1.5	2.83
Rio Torre	51.9	Q(T=500)	9.1	39.43	40.22	40.98	43.23	0.131979	7.69	1.18	1.5	2.76
Rio Torre	51	Q(T=50)	5.2	38.45	39.03	39.52	40.84	0.098428	5.96	0.87	1.5	2.5
Rio Torre	51	Q(T=200)	7.6	38.45	39.21	39.83	41.48	0.102268	6.68	1.14	1.5	2.45
Rio Torre	51	Q(T=500)	9.1	38.45	39.31	40	41.82	0.103809	7.02	1.3	1.5	2.41
Rio Torre	50.5	Q(T=50)	5.2	38.08	38.67	39.15	40.43	0.094204	5.87	0.89	1.5	2.44
Rio Torre	50.5	Q(T=200)	7.6	38.08	38.85	39.46	41.04	0.097234	6.55	1.16	1.5	2.38
Rio Torre	50.5	Q(T=500)	9.1	38.08	38.96	39.63	41.37	0.098584	6.88	1.32	1.5	2.34
Rio Torre	50	Q(T=50)	5.2	37.57	38.18	38.64	39.85	0.1029	5.73	0.91	1.5	2.35
Rio Torre	50	Q(T=200)	7.6	37.57	38.36	38.95	40.44	0.105587	6.38	1.19	1.5	2.28
Rio Torre	50	Q(T=500)	9.1	37.57	38.48	39.12	40.76	0.106902	6.69	1.36	1.5	2.24
Rio Torre	49.9	Q(T=50)	5.2	37.47	38.08	38.54	39.73	0.100768	5.69	0.91	1.5	2.33
Rio Torre	49.9	Q(T=200)	7.6	37.47	38.27	38.85	40.31	0.103447	6.33	1.2	1.5	2.26
Rio Torre	49.9	Q(T=500)	9.1	37.47	38.38	39.02	40.63	0.104759	6.64	1.37	1.5	2.22
Rio Torre	48.8	Q(T=50)	5.2	34.89	35.25	35.74	39.31	0.578802	8.92	0.58	2.83	6.28
Rio Torre	48.8	Q(T=200)	7.6	34.89	36.29	35.93	36.47	0.004333	1.92	3.95	3.66	0.59
Rio Torre	48.8	Q(T=500)	9.1	34.89	36.41	36.04	36.63	0.004605	2.07	4.4	3.76	0.61
Rio Torre 2	49	Q(T=50)	35.8	34.31	36.03	36.59	37.74	0.039985	5.79	6.18	5.78	1.79
Rio Torre 2	49	Q(T=200)	51.9	34.31	36.29	37.02	38.59	0.046513	6.73	7.72	6.41	1.96

Rio Torre 2	49	Q(T=500)	62.3	34.31	36.41	37.3	39.13	0.051431	7.31	8.52	6.72	2.07
Rio Torre 2	48	Q(T=50)	35.8	33.29	34.64	35.29	36.8	0.058619	6.52	5.49	5.9	2.16
Rio Torre 2	48	Q(T=200)	51.9	33.29	36.76	35.73	37.03	0.002666	2.31	22.51	10.28	0.5
Rio Torre 2	48	Q(T=500)	62.3	33.29	37.39	35.96	37.62	0.001883	2.12	29.39	11.62	0.43
Rio Torre 2	47	Q(T=50)	35.8	33.06	35.92	34.68	36.06	0.001378	1.66	21.56	10.07	0.36
Rio Torre 2	47	Q(T=200)	51.9	33.06	36.83	35.05	36.97	0.001034	1.65	31.39	11.43	0.32
Rio Torre 2	47	Q(T=500)	62.3	33.06	37.44	35.27	37.58	0.00085	1.61	38.61	12.33	0.29
Rio Torre 2	46.5		Bridge									
Rio Torre 2	46.1	Q(T=50)	35.8	33.06	35.91	34.68	36.05	0.001402	1.67	21.42	10.05	0.37
Rio Torre 2	46.1	Q(T=200)	51.9	33.06	36.82	35.05	36.97	0.001044	1.66	31.28	11.41	0.32
Rio Torre 2	46.1	Q(T=500)	62.3	33.06	37.43	35.27	37.57	0.000856	1.62	38.51	12.32	0.29
Rio Torre 2	46	Q(T=50)	35.8	32.69	35.9	34.64	36.05	0.001471	1.68	21.33	10.54	0.38
Rio Torre 2	46	Q(T=200)	51.9	32.69	36.83	35.05	36.96	0.001032	1.64	31.72	11.97	0.32
Rio Torre 2	46	Q(T=500)	62.3	32.69	37.44	35.29	37.57	0.000827	1.58	39.32	12.92	0.29
Rio Torre 2	45.5		Bridge									
Rio Torre 2	45.1	Q(T=50)	35.8	32.69	34.06	34.64	35.87	0.045029	5.96	6.01	6.06	1.91
Rio Torre 2	45.1	Q(T=200)	51.9	32.69	34.3	35.06	36.72	0.051144	6.9	7.53	6.65	2.07
Rio Torre 2	45.1	Q(T=500)	62.3	32.69	34.41	35.29	37.28	0.056284	7.5	8.31	6.93	2.19
Rio Torre 2	45	Q(T=50)	35.8	32.39	33.82	34.44	35.82	0.051153	6.27	5.71	5.75	2.01
Rio Torre 2	45	Q(T=200)	51.9	32.39	34.08	34.88	36.67	0.054829	7.14	7.27	6.25	2.11
Rio Torre 2	45	Q(T=500)	62.3	32.39	34.21	35.12	37.23	0.05887	7.7	8.09	6.49	2.2
Rio Torre 2	44	Q(T=50)	35.8	31.03	32.58	33.1	34.24	0.037572	5.71	6.27	5.57	1.72
Rio Torre 2	44	Q(T=200)	51.9	31.03	32.9	33.56	34.97	0.038479	6.37	8.14	6.09	1.76
Rio Torre 2	44	Q(T=500)	62.3	31.03	33.07	33.82	35.4	0.039532	6.76	9.22	6.37	1.79
Rio Torre 2	43	Q(T=50)	35.8	29.97	31.14	31.62	32.65	0.038432	5.43	6.59	7.03	1.79
Rio Torre 2	43	Q(T=200)	51.9	29.97	31.39	32	33.33	0.040202	6.16	8.43	7.57	1.86
Rio Torre 2	43	Q(T=500)	62.3	29.97	31.54	32.22	33.72	0.040992	6.54	9.53	7.87	1.9
Rio Torre 2	42	Q(T=50)	35.8	29.26	32	30.94	32.21	0.002386	2.01	17.85	8.4	0.44
Rio Torre 2	42	Q(T=200)	51.9	29.26	32.5	31.36	32.78	0.002809	2.33	22.31	9.51	0.48
Rio Torre 2	42	Q(T=500)	62.3	29.26	32.77	31.6	33.09	0.003053	2.49	24.97	10.3	0.51
Rio Torre 2	41	Q(T=50)	35.8	28.75	32.02	30.56	32.18	0.001658	1.73	20.68	8.79	0.36
Rio Torre 2	41	Q(T=200)	51.9	28.75	32.53	31.01	32.74	0.00191	2.04	25.65	10.88	0.4
Rio Torre 2	41	Q(T=500)	62.3	28.75	32.8	31.26	33.05	0.002039	2.21	28.77	12.02	0.41

Rio Torre 2	40.5		Inl Struct									
Rio Torre 2	40	Q(T=50)	35.8	28.06	29.89	29.89	30.68	0.014928	3.95	9.07	5.71	1
Rio Torre 2	40	Q(T=200)	51.9	28.06	31.63	30.34	31.99	0.003779	2.66	19.59	7.18	0.48
Rio Torre 2	40	Q(T=500)	62.3	28.06	32.1	30.61	32.48	0.003431	2.75	23.23	8.1	0.46
Rio Torre 2	39.1	Q(T=50)	35.8	26.99	30.04	28.76	30.31	0.003315	2.28	15.7	5.33	0.42
Rio Torre 2	39.1	Q(T=200)	51.9	26.99	31.65	29.22	31.87	0.002159	2.08	24.96	6.03	0.33
Rio Torre 2	39.1	Q(T=500)	62.3	26.99	32.11	29.49	32.37	0.002324	2.24	27.95	7.94	0.34
Rio Torre 2	39	Q(T=50)	35.8	26.93	29.81	28.96	30.28	0.007174	3.04	11.79	4.23	0.58
Rio Torre 2	39	Q(T=200)	51.9	26.93	31.49	29.51	31.85	0.004333	2.66	19.53	4.9	0.43
Rio Torre 2	39	Q(T=500)	62.3	26.93	31.92	29.83	32.35	0.004768	2.87	21.7	5.63	0.44
Rio Torre 2	38.9	Q(T=50)	35.8	26.93	29.14	29.14	30.21	0.013216	4.57	7.83	3.67	1
Rio Torre 2	38.9	Q(T=200)	51.9	26.93	31.03	29.74	31.8	0.014571	3.89	13.34	4.2	0.61
Rio Torre 2	38.9	Q(T=500)	62.3	26.93	31.4	30.64	32.29	0.015245	4.17	14.93	4.3	0.63
Rio Torre 2	38.85	Q(T=50)	35.8	26.39	29.28	28.53	29.86	0.006147	3.38	10.58	3.66	0.64
Rio Torre 2	38.85	Q(T=200)	51.9	26.39	30.78	29.13	31.44	0.011835	3.65	14.76	6.81	0.55
Rio Torre 2	38.85	Q(T=500)	62.3	26.39	31.24	29.48	31.87	0.010026	3.63	17.84	6.81	0.51

Tabella 4: Dati idraulici con tempo di ritorno T=50, 200 e 500 anni STATO DI PROGETTO

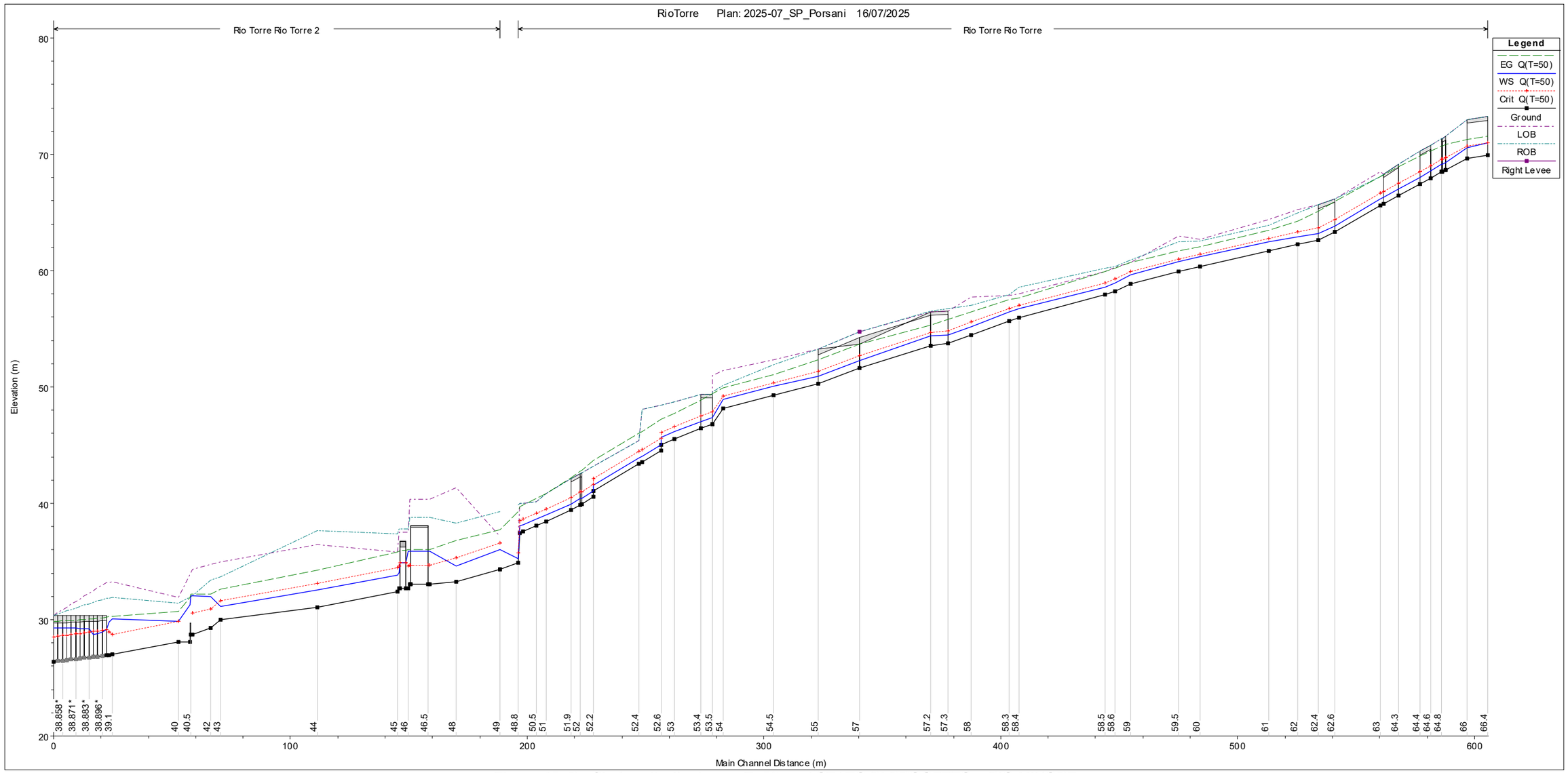


Figura 15: Profilo longitudinale con T=50 anni STATO DI PROGETTO – RIO MINORE

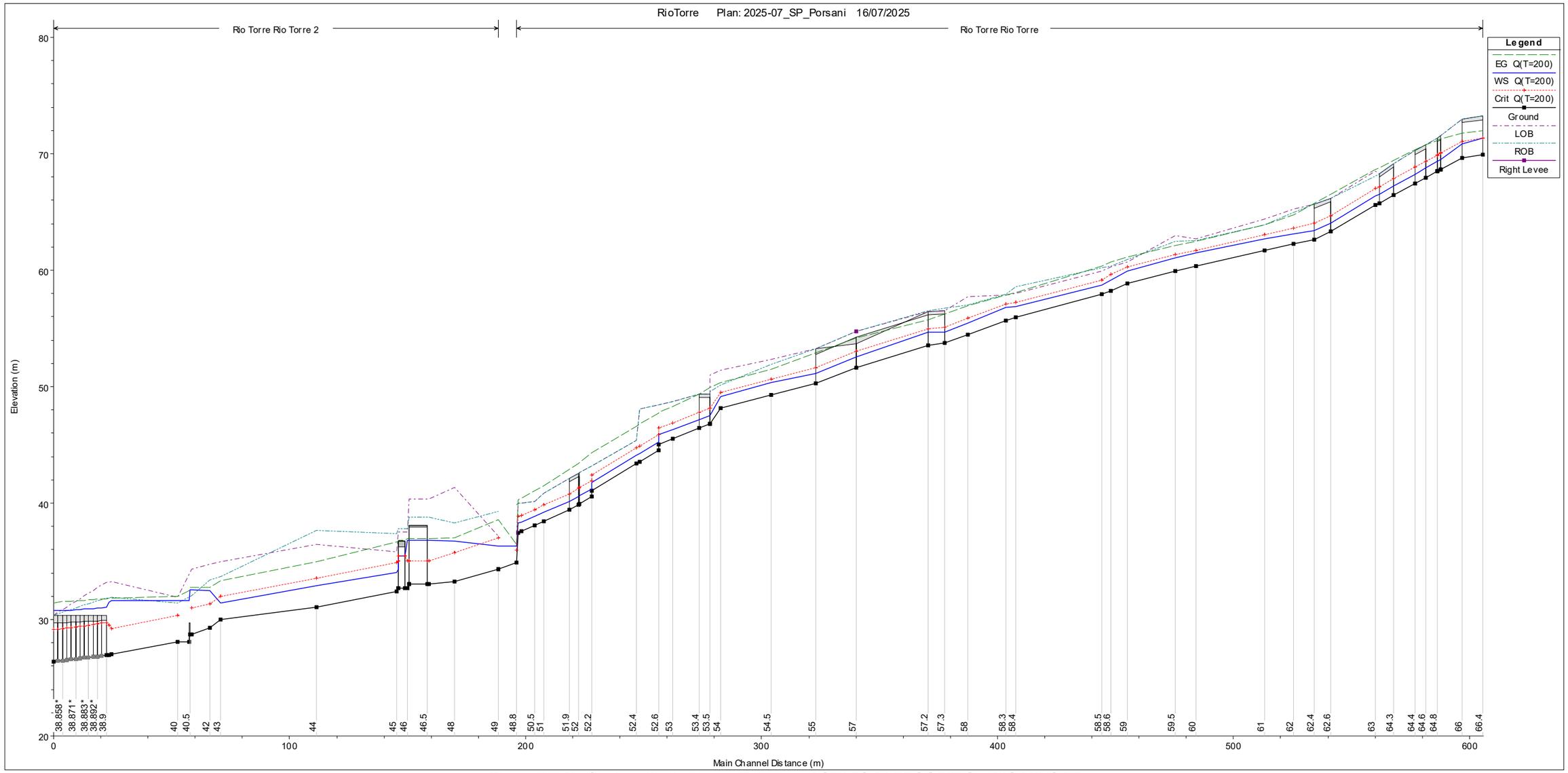


Figura 16: Profilo longitudinale con T=200 anni STATO DI PROGETTO – RIO MINORE

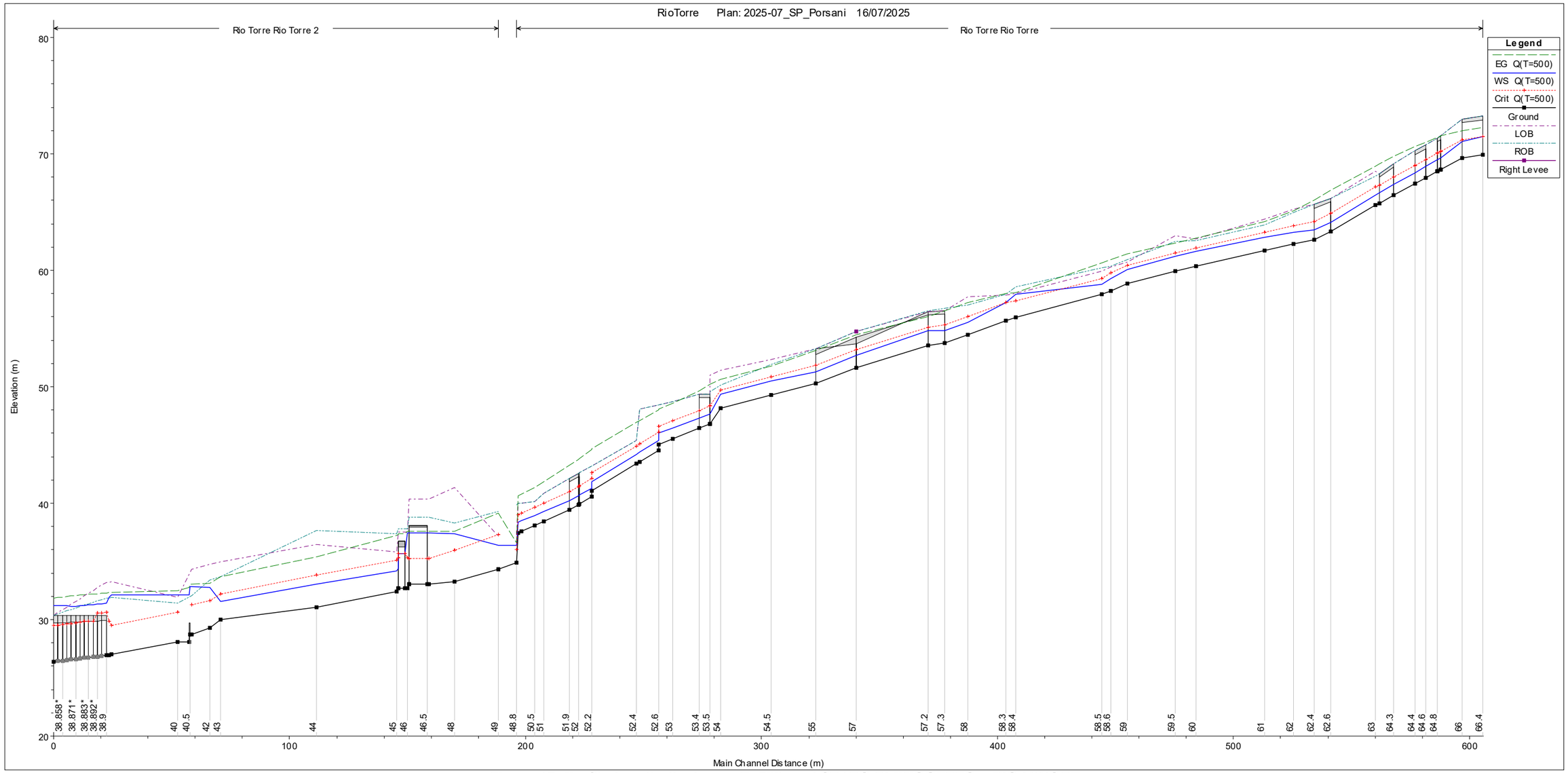


Figura 17: Profilo longitudinale con T=500 anni STATO DI PROGETTO – RIO MINORE

5. INTERVENTO C

5.1. STATO DI FATTO

Immediatamente a monte del centro abitato di Santo Stefano al Mare, a valle di Via Ascquasciati, nel Rio della Torre, a valle della sez.35.7, confluisce, in sponda orografica destra, un rio minore individuato nella Carta del Reticolo Idrografico di cui alla D.G.R.n°1280/2023.



Detto rio, come rileva dalla suddetta Carta, risulterebbe attraversare la strada per poi percorrere un tratto in un'area privata attrezzata con capannoni e ritornare, quindi lungo la strada. Non essendovi evidenza di pozzetti/caditoie in detta area privata, si è effettuata una ricerca documentale per reperire il titolo edilizio relativo a detti capannoni al fine di verificare la presenza o meno del rio in detta proprietà privata ante realizzazione degli stessi.

Ne è emerso che dalla Tavola 2 allegata all'intervento di realizzazione dei capannoni, autorizzato con Concessione Edilizia n°4/2002, l'area ante operam nel 2000 non era attraversata da alcun rio.

Pertanto, sono stati condotti ulteriori approfondimenti lungo la strada di Via Asquasciati nel tratto a latere di detta area che, come rileva dall'anzidetta Tavola 2, era già esistente ante realizzazione de capannoni. Ivi si è individuata la presenza di griglie con chiusino a lato per cui presumibilmente, già prima del 2000, il rio è stato intubato e deviato sotto strada.

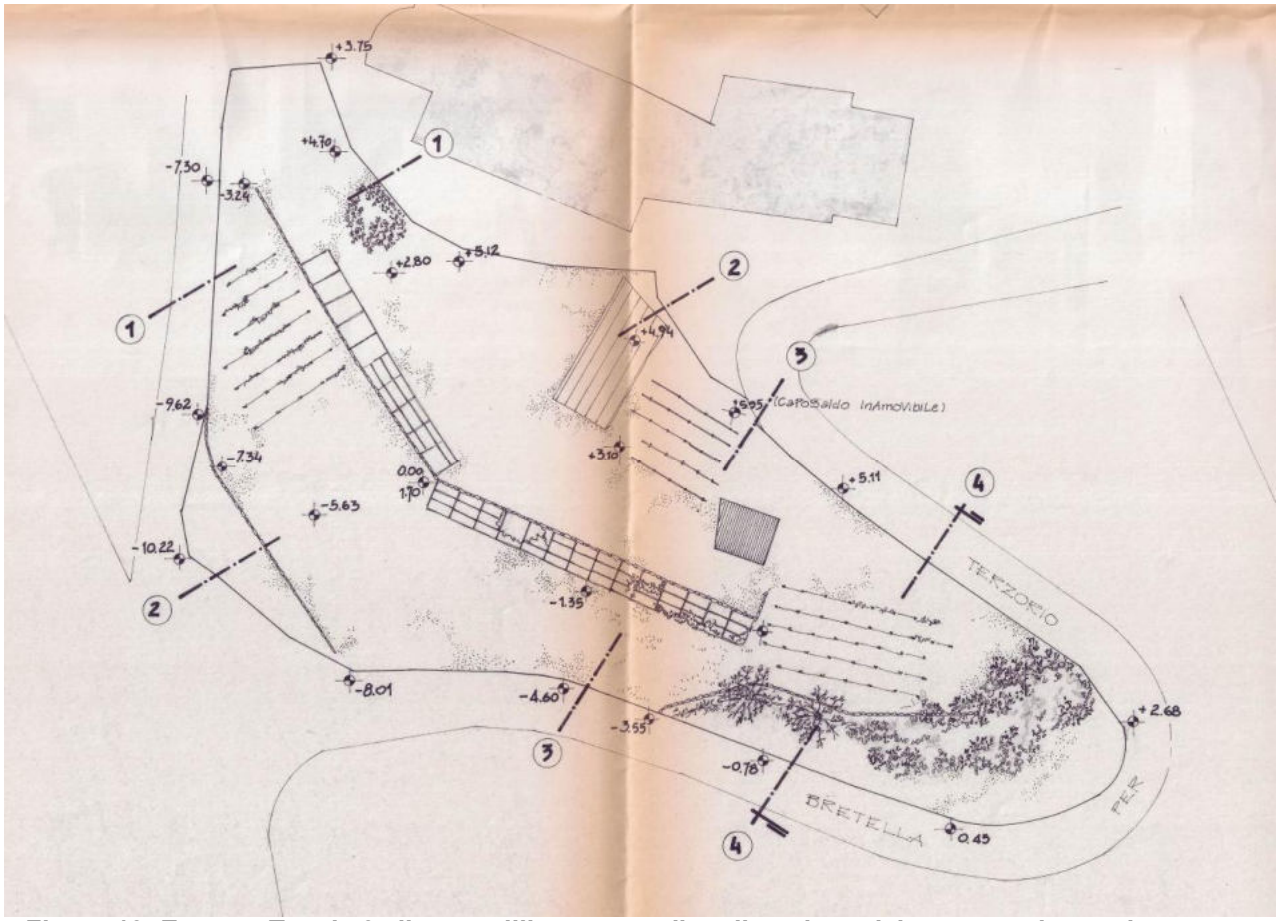


Figura 18: Estratto Tavola 2 allegata all'intervento di realizzazione dei capannoni, autorizzato con Concessione Edilizia n°4/2002



Figura 19: vista griglia in cunetta di Via Asquasciati



Figura 20: vista griglia in cunetta di Via Asquasciati



Figura 21: vista griglia in cunetta di Via Asquasciati



Figura 22: vista griglia in cunetta di Via Asquasciati

In particolare in oggi rileva che:

- ✓ A monte della sez.309, il rio corre incassato tra muri di contenimento di terrazzamenti esistenti;
- ✓ Dalla sez.309 sino alla confluenza nella tombinatura del Rio Torre (sez.301), il rio corre intubato in una condotta in cls ø1000 sotto strada sino allo sbocco nel suddetto Rio.



Foto 43: vista da imbocco tombinatura verso monte (sez.309)



Foto 44: vista fabbricati in prossimità dei quali non è stata rinvenuta traccia neanche antica di rio



Foto 45: vista Via Asquasciati al di sotto della quale passa il rio intubato



Foto 46: vista Via Asquasciati al di sotto della quale passa il rio intubato



Foto 47: vista Via Asquasciati al di sotto della quale passa il rio intubato

5.2. STATO DI PROGETTO

L'intervento prevede la Messa in Sicurezza della tombinatura mediante:

- ✓ il rifacimento della tombinatura mediante scatolare di luce interna 1,50m x 2,30m di lunghezza L=162,50m ca. (sez.309-301) nel rispetto della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco di sicurezza idraulico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso). Si osservi che nel Reticolo Idrografico di cui alla D.G.R.n°1280/2023, il rio è stato tracciato al di sotto di fabbricati esistenti ma in realtà corre sotto Via Ascquasciati. Il rio, stante l'orografia dei luoghi (tessuto urbano consolidato) e l'urbanizzazione in essere, **non è diversamente ubicabile** però il suo rifacimento garantirebbe la messa in sicurezza del tratto ovviando a situazioni di pericolo e garantendo la tutela della pubblica incolumità nel rispetto dell'art.8 del R.R.n°3/2011 e ss.mm. e ii. Si osservi che l'intervento proposto non prevede di passare da un andamento pseudo rettilineo del corso d'acqua ad un andamento caratterizzato da significative curvature già all'imbocco in quanto, in oggi, effettivamente il rio intubato dal suo imbocco devia bruscamente (90° ca.) in una condotta interrata prossima alla cunetta per cui la nuova tombinatura garantirebbe curvature meno brusche;
- ✓ la realizzazione di un pozzetto di carico in c.a. di lunghezza L=6,00m (sezz.310.4-309) nel rispetto della Normativa di Piano tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 50cm contenuto negli argini).;
- ✓ la realizzazione di un salto in c.a. in sez.310.5 di altezza h=2,25m di raccordo tra il pozzetto ed il rio a monte;
- ✓ la sopraelevazione di 50cm (41.85 m.s.l.m.) del muro arginale destro in sez.310.5 da collegarsi parallelamente al muro verso monte per il contenimento del solo livello energetico rappresentante il franco di sicurezza.

5.3. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE

Il progetto prevede la Messa in Sicurezza del tratto di rio minore intubato sotto Via Ascquasciati. A tal uopo, si è proceduto nel rispetto della Normativa del Piano di Bacino dei Rii Minori (Ambito n°5 – Prino) e nel rispetto del REGOLAMENTO REGIONALE 14 LUGLIO 2011 N. 3 - Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua e ss.mm. e ii., individuando che:

- il bacino idrografico sotteso alla zona di intervento, in corrispondenza del primo nodo di confluenza a valle del tratto stesso (confluenza col Rio della Torre – sez.301) risulta pari a 0,12 kmq, pertanto trattasi di reticolo idrografico di terzo livello, in relazione all'art.3, comma a) del suddetto Regolamento;
- Il tratto di rio studiato fa parte del reticolo idrografico principale come da D.G.R.n°1280/2023, ma non è individuato come tratto indagati relativamente fasce fluviali. Pertanto, è stabilita una fascia di rispetto pari a 10 m per i corsi d'acqua del reticolo significativo di terzo livello, misurata dai limiti dell'alveo (limite più esterno delle sponde dei corsi d'acqua o dal piede arginale ovvero dal limite catastale demaniale, se più esterno), nella quale sono consentiti interventi urbanistico-edilizi, a condizione che la Provincia esprima parere favorevole, secondo i criteri di cui al REGOLAMENTO REGIONALE 14 LUGLIO 2011 N. 3 - Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua, fermo restando i limiti di inedificabilità assoluta.

Lo studio compiuto ha riguardato la verifica idraulica di un tratto idraulicamente significativo sia del Rio minore unitamente alla confluenza col Rio della Torre (stante la vicinanza della stessa alla zona di intervento) a verificare la fattibilità di dell'intervento secondo la normativa vigente. La verifica idraulica è stata condotta per lo scenario relativo allo stato di fatto e per lo scenario relativo allo stato di progetto, attraverso una simulazione del deflusso nel tratto investigato con un modello mono-dimensionale di moto permanente; a questo proposito, come debitamente descritto nei paragrafi successivi, si è fatto riferimento alle attuali normative di Piano di Bacino.

5.3.1. IDROLOGIA DI PIENA

Per i corsi d'acqua minori nonché per gli affluenti dei torrenti principali con bacino inferiore a 2 Kmq, salvo diversa indicazione prevista nel Piano di Bacino, si assume una portata massima ottenuta utilizzando un contributo unitario pari a 40 mc/s per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso da assumere come portata duecentennale. Nel caso in esame, per la determinazione della portata di progetto lungo il rio minore, trattandosi di un intervento con un significativo sviluppo longitudinale, si è proceduto alla suddivisione del tratto in sotto bacini:

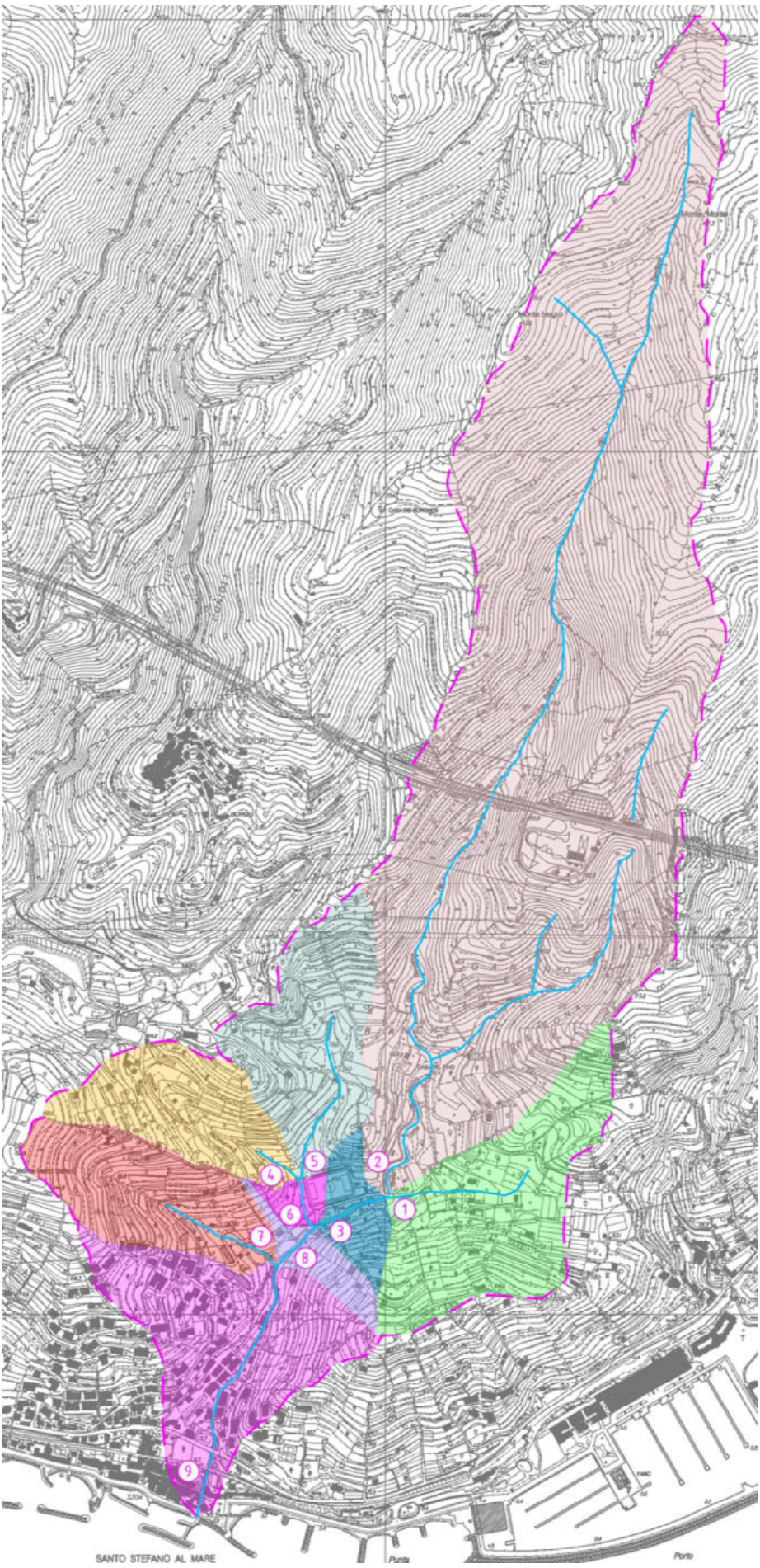


Figura 23: Bacini idrografici

E' stata, pertanto, imposta lungo il rio minore (Area 7), la portata ottenuta dal contributo unitario a favore di sicurezza, essendo superiore rispetto a quella calcolata come ragguaglio delle aree di cui al Paragrafo 2.3.1., imponendo per il bacino di cui all'area 8 la differenza tra la portata imposta in sezione 35.5 e quella ottenuta col contributo unitario del rio minore la al fine di garantire la continuità nelle portate.

Numero Area	Contributo	Sezione	Area	Q(T=50)	Q(T=200)	Q(T=500)
1	-	66.4	0.19	4.7	6.8	8.1
2	-	211	1.27	31.2	45.1	54.2
3	1+2+0.04kmq	49	1.5	35.8	51.9	62.3
4	-	126	0.1	2.3	3.1	4.6
5	-	1123	0.14	3.6	5.2	6.3
6	4+5+0.01kmq	119	0.26	5.9	8.3	10.9
7	-	313	0.12	3.3	4.8	5.8
8	3+6+0.02kmq	38.8	1.78	41.7	60.2	73.2
9	-	35.5	2.09	45	65	79

Con la portata con T=50 anni e quella T=500 anni determinate:

Q50 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m3/s 40) moltiplicato 0.69

Q500 = Q200 (calcolato con il contributo unitario pari a m3/s 40) moltiplicato 1.20

5.3.2. *SIMULAZIONE IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE – PROCEDURA DI CALCOLO*

La determinazione del profilo di moto permanente nel tratto d'alveo in esame è stata condotta mediante l'uso dello specifico codice di calcolo HEC - RAS (U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center; versione 5.0.1 – Aprile 2016). La procedura utilizzata dal codice citato è basata sulla risoluzione dell'equazione del moto delle correnti a pelo libero nella schematizzazione mono-dimensionale. Il calcolo delle perdite di carico è effettuato mediante l'equazione di Manning. Nella letteratura anglosassone la procedura in questione è indicata come Standard Step Method.

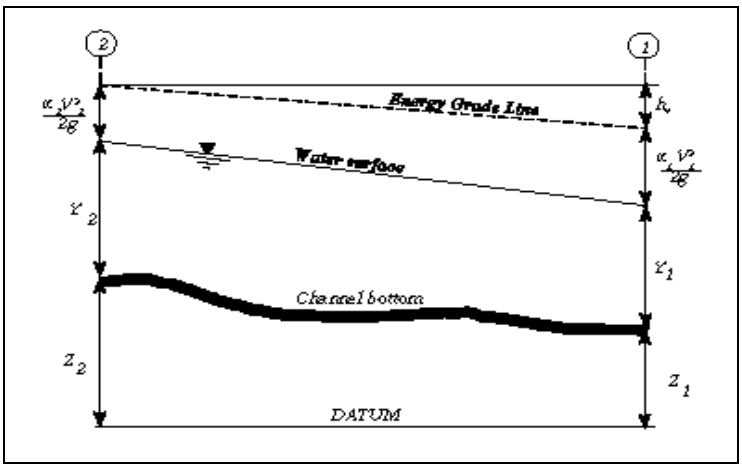
Le equazioni fondamentali su cui essa si basa sono le seguenti:

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 V_2^2 / 2g = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / 2g + h_e$$

$$h_e = L S_f + C \mid \alpha_2 V_2^2 / 2g - \alpha_1 V_1^2 / 2g \mid$$

dove (con riferimento alla figura seguente):

Y_1 , Y_2 = profondità della corrente nelle sezioni agli estremi del tratto
Z_1 , Z_2 = quote del punto più basso del fondo alveo nelle sezioni agli estremi del tratto
V_1, V_2 = velocità medie (rapporto portata / sezione bagnata)
α_1, α_2 = coefficienti di ragguaglio dell'energia cinetica
g = accelerazione di gravità
h_e = perdita di carico
L = lunghezza del tratto (corretta secondo la distribuzione delle portate)
S_c = cadente del carico totale
C = coefficiente di perdita per contrazione - espansione.



Schema di riferimento per il calcolo

Il calcolo è eseguito iterativamente a partire da una condizione al contorno (all'estremo di monte o di valle del tronco fluviale); la soluzione si propaga alla sezione successiva dopo aver bilanciato il carico fra due sezioni contigue con uno scarto assegnato, che nel caso in esame si è posto inferiore a 1 centimetro.

Per i dettagli computazionali si rimanda alla documentazione del codice di calcolo (U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center: HEC - RAS River Analysis System, HYDRAULIC REFERENCE MANUAL; Davis, 1998).

L'applicazione della procedura per la determinazione del profilo di moto permanente, così come attuato originariamente, associato alla portata di progetto richiede di disporre dei seguenti dati fondamentali:

- descrizione geometrica completa del tronco fluviale: deve essere costituita dalla rappresentazione geometrica delle sezioni trasversali e dal loro posizionamento plani - altimetrico;
- definizione del tipo di corrente (lenta o veloce) nel tronco;
- condizioni al contorno di valle o di monte, rispettivamente per correnti lente o veloci;
- caratterizzazione della resistenza dell'alveo mediante la definizione del coefficiente di scabrezza n (secondo Manning) e dei coefficienti di contrazione C_c e di espansione C_e;
- definizione geometrica ed idraulica di eventuali singolarità presenti in alveo (ponti, coperture, etc.).

Nel caso in esame il tratto studiato è stato descritto sulla base di un rilievo topografico di dettaglio:

- per il rio minore, oggetto di intervento, compreso tra le sezz.312 e 301;
- per il Rio della Torre, a monte della confluenza, compreso tra le sezz.38.1 e 37.5;
- per il Rio della Torre, a valle della confluenza, compreso tra le sezz.35.5 e 1.

5.3.3. PARAMETRI DI CALCOLO

Per quanto riguarda il tipo di corrente, si è proceduto ipotizzando nel reticolo la presenza di una corrente mista, con passaggi da corrente veloce a corrente lenta, assegnando le condizioni al contorno:

Per quanto riguarda il tipo di corrente, si è proceduto ipotizzando nel reticolo la presenza di una corrente mista, con passaggi da corrente veloce a corrente lenta, assegnando le condizioni al contorno:

C.C.monte (per tutti i rami)	prof. critica
C.C.valle (sez.1 – Rio Torre 0; sez.0 - Scolmatore)	prof. nota (sovralzo da vento, da moto ondoso e dalla presenza delle barriere) – h=0,60m

La scelta di tali condizioni piuttosto che di altre è ininfluente ai fini del calcolo nei tratti di intervento poiché modificando le condizioni al contorno stesse assumendo, sia a monte che a valle, la profondità uniforme, considerando una pendenza media i=9% per il Rio minore e i=1.7% a valle per il Rio Torre desunte dal rilievo, nei tratti di intervento si osservano le medesime grandezze idrauliche (vedi raffronto in HEC-RAS *Plan 2025-07_SP Via Ascquasciati_uniforme/2025-07_SP Via Ascquasciati*).

Per quanto riguarda la modellazione della confluenza, essa può essere modellata mediante due differenti formulazioni:

- metodo dell'energia: è la metodologia predefinita del programma di calcolo, che risolve il profilo di rigurgito in confluenza mediante applicazione dell'equazione fondamentale che esprime la conservazione dell'energia, sopra descritta, senza tenere conto di alcun angolo di incidenza delle correnti;
- metodo dei momenti: tale metodo consente di tenere conto dell'angolo di incidenza delle correnti confluenti, valutandone gli effetti in termini di grandezze idrauliche significative.

Nel caso in esame da un confronto delle risultanze idrauliche tra il metodo dell'energia e quello dei momenti (imponendo un angolo pari a 0° tra monte e valle lungo il Rio Torre e un angolo pari a 73° per l'immissione del Rio minore nel Rio Torre), risulta che il metodo dei momenti (*Plan 2025-07_SP Via Ascquasciati_confluenza)* determina dei livelli idraulici per cui il franco di sicurezza risulta superiore. Pertanto, a favore si sicurezza, nella progettazione è stato assunto a riferimento detto Plan (vedi raffronto in HEC-RAS *Plan 2025-07_SP Via Ascquasciati_confluenza/2025-07_SP Via Ascquasciati*).

Le condotte e gli scatolari, nello stato di fatto, sono stati modellati come *culvert* mentre, nello stato di progetto, le condotte sono state modellate come *culvert* e gli scatolari come *lid* poiché nel caso di coperture di notevole estensione longitudinale non cilindriche con importanti variazioni nella geometria del fondo risulta inapplicabile una modellazione come culvert*:* per modellare una tombinatura con un culvert occorre neccessariamente che la pendenza del fondo sia costante e le dimensioni costanti. Si sono, pertanto, modellati i canali aggiungendo un lid ad ogni sezione dei canali stessi poiché si tratta della modellazione più adeguata per canali di elevata estensione longitudinale: in tal modo la sezione descrive il fondo alveo e il suo lid la copertura sovrastante esistente. Il programma tratta le sezioni con lid come delle sezioni ordinarie e le risolve col metodo dell'energia come se fossero delle sezioni a cielo aperto: l'unica differenza che intercorre tra una sezione ordinaria ed una con lid è che il programma a quest'ultima sottrae l'area e aggiunge il perimetro bagnato quando il livello idrico tocca l'intradosso.

Nella modellazione del moto permanente monodimensionale, si prendono in considerazione le caratteristiche del corso d'acqua, nonché le caratteristiche e le condizioni di manutenzione del fondo. In funzione di tali condizioni e caratteristiche, viene effettuata la scelta del coefficiente di scabrezza dell'alveo, il quale non è altro che la misura globale della resistenza al moto. Così come indicato dalle Norme di Attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) all'interno della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", per la scelta dei valori numerici è possibile fare riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle do "Open Channel Hydraulics", Ven te Chow, McGraw Hill International Editions, utilizzando il coefficiente di scabrezza di Manning (tabella 1):

Strickler: $v = K_s R^{2/3} i^{1/2}$

Manning: $v = (1/n) R^{2/3} i^{1/2}$

dove:

v = velocità media della corrente (m/s)

R = raggio idraulico (m)

i = pendenza di fondo (m/m)

K_s = coefficiente di *Strickler*

n = coefficiente di *Manning*

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)\, m_5$$

Tabella 1: metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza n nei corsi d'acqua

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n_0	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n_1	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n_2	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n_3	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n_4	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m_5	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

Nel codice di calcolo viene introdotto, in base alla tabella di cui sopra:

- ✓ **<u>TRATTI TOMBINATI</u>**: n=0.025 (alveo in roccia con irregolarità della superficie trascurabile, variazione graduale della sezione trasversale, ostruzioni trascurabili, effetto nullo della vegetazione e grado di sinuosità dell'alveo modesto) calcolato come segue in funzione della tabella sopra riportata:

  $n= (n_0+n_1+n_2+n_3+n_4) \times m_5 = (0.025+0.000+0.000+0.000+0.000) \times 1.000=0.025$

- ✓ **<u>TRATTI A CIELO APERTO</u>**: n=0.032 (alveo in terra/roccia con irregolarità della superficie trascurabile, variazione occasionale della sezione trasversale, ostruzioni trascurabili, effetto basso della vegetazione e grado di sinuosità dell'alveo modesto) calcolato come segue in funzione della tabella sopra riportata:

  $n= (n_0+n_1+n_2+n_3+n_4) \times m_5 = (0.022+0.000+0.005+0.000+0.005) \times 1.000=0.032$

Per quanto riguarda invece i coefficienti di contrazione ed espansione, essi sono stati impostati pari rispettivamente a “0.1” e “0.3” come da default del programma di simulazione trattandosi di corrente mista.

5.3.4. ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI FATTO (Plan 2025-07_SF)

Immediatamente a monte del centro abitato di Santo Stefano al Mare, a valle di Via Ascquasciati, nel Rio della Torre, a valle della sez.35.7, confluisce, in sponda orografica destra, un rio minore individuato nella Carta del Reticolo Idrografico di cui alla D.G.R.n°1280/2023.



In particolare in oggi rileva che:

- ✓ A monte della sez.309, il rio corre incassato tra muri di contenimento di terrazzamenti esistenti;
- ✓ Dalla sez.309 sino alla confluenza nella tombinatura del Rio Torre (sez.301), il rio corre intubato in una condotta in cls ø1000 sotto strada sino allo sbocco nel suddetto Rio.

Si riportano, di seguito, la tabella per tempo di ritorno cinquantennale, duecentennale e cinquecentennale ed il profilo longitudinale del solo rio minore per T=50, 200 e 500.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Tubo	313	Q(T=50)	6.8	48.64	50.21	50.21	50.94	0.045398	3.8	1.79	1.23	1
Tubo	313	Q(T=200)	9.6	48.64	50.58	50.58	51.51	0.052587	4.26	2.25	1.23	1.01
Tubo	313	Q(T=500)	12.6	48.64	50.95	50.95	52.06	0.059489	4.66	2.7	1.23	1.01
Tubo	312	Q(T=50)	6.8	41.42	42.63	42.99	43.91	0.089535	5.01	1.36	1.23	1.52
Tubo	312	Q(T=200)	9.6	41.42	42.99	43.36	44.45	0.09007	5.35	1.8	1.23	1.41
Tubo	312	Q(T=500)	12.6	41.42	43.37	43.73	44.95	0.089558	5.57	2.26	1.23	1.31
Tubo	311	Q(T=50)	6.8	40.82	41.74	42.12	43.07	0.089876	5.12	1.33	1.45	1.71
Tubo	311	Q(T=200)	9.6	40.82	42.01	42.46	43.59	0.091879	5.57	1.72	1.45	1.63
Tubo	311	Q(T=500)	12.6	40.82	42.29	42.79	44.08	0.094143	5.92	2.13	1.45	1.56

Tubo	310	Q(T=50)	6.8	39.57	40.73	41.19	42.29	0.113745	5.56	1.24	1.49	1.76
Tubo	310	Q(T=200)	9.6	39.57	40.99	41.53	42.81	0.110038	6.05	1.64	1.49	1.7
Tubo	310	Q(T=500)	12.6	39.57	41.27	41.85	43.3	0.106696	6.43	2.04	1.49	1.64
Tubo	309	Q(T=50)	6.8	37.74	41.41	39.25	41.54	0.003894	1.58	4.3	1.17	0.26
Tubo	309	Q(T=200)	9.6	37.74	42.12	39.64	42.3	0.005286	1.87	5.13	1.17	0.29
Tubo	309	Q(T=500)	12.6	37.74	42.72	40.02	42.95	0.006372	2.14	5.97	1.46	0.31
Tubo	301.5		Culvert									
Tubo	301	Q(T=50)	6.8	23.49	26.55	25.17	26.63	0.002763	1.3	5.55	6.62	0.24
Tubo	301	Q(T=200)	9.6	23.49	27.54	25.6	27.57	0.000491	0.66	12.1	6.62	0.1
Tubo	301	Q(T=500)	12.6	23.49	28.2	26.47	28.23	0.000333	0.6	16.5	6.62	0.09
Rio Torre 0	35.5	Q(T=50)	45	23.16	24.98	25.38	26.63	0.020393	5.68	7.92	4.35	1.34
Rio Torre 0	35.5	Q(T=200)	65	23.16	25.43	26	27.64	0.023508	6.58	9.88	4.35	1.39
Rio Torre 0	35.5	Q(T=500)	79	23.16	26.83	27.49	28.59	0.024725	5.88	13.44		0.98
Rio Torre 0	35.3	Q(T=50)	45	23.03	24.26	24.92	26.48	0.033944	6.6	6.81	5.77	1.94
Rio Torre 0	35.3	Q(T=200)	65	23.03	24.57	25.43	27.47	0.035811	7.55	8.61	5.77	1.97
Rio Torre 0	35.3	Q(T=500)	79	23.03	27.52	25.75	27.86	0.004627	2.66	30.64	14.33	0.39
Rio Torre 0	35.1	Q(T=50)	45	23.03	24.39	24.98	26.39	0.041837	6.26	7.19	5.48	1.75
Rio Torre 0	35.1	Q(T=200)	65	23.03	24.73	25.51	27.37	0.04765	7.19	9.03	5.48	1.79
Rio Torre 0	35.1	Q(T=500)	79	23.03	26.44	25.85	27.75	0.026057	5.08	15.56		0.88
Rio Torre 0	35	Q(T=50)	45	22.35	24.8	24.22	25.35	0.007727	3.26	13.8	5.62	0.66
Rio Torre 0	35	Q(T=200)	65	22.35	25.39	24.74	26.28	0.017617	4.18	15.57		0.77
Rio Torre 0	35	Q(T=500)	79	22.35	26.5	25.07	27.02	0.009745	3.24	24.76	10.02	0.5
Rio Torre 0	34	Q(T=50)	45	22.3	24.17	24.17	25.11	0.015397	4.28	10.5	5.62	1
Rio Torre 0	34	Q(T=200)	65	22.3	24.7	24.7	25.89	0.017229	4.84	13.43	5.62	1
Rio Torre 0	34	Q(T=500)	79	22.3	25.02	25.02	26.39	0.018488	5.17	15.28	5.62	1
Rio Torre 0	33	Q(T=50)	45	21.81	23.56	23.68	24.63	0.018258	4.58	9.83	5.62	1.1
Rio Torre 0	33	Q(T=200)	65	21.81	24.07	24.2	25.4	0.019759	5.11	12.72	5.62	1.09
Rio Torre 0	33	Q(T=500)	79	21.81	24.46	24.53	25.89	0.019774	5.31	14.87	5.62	1.04
Rio Torre 0	32	Q(T=50)	45	21.64	23.4	23.51	24.46	0.018089	4.56	9.87	5.62	1.1
Rio Torre 0	32	Q(T=200)	65	21.64	23.97	24.03	25.23	0.018288	4.96	13.12	5.62	1.04
Rio Torre 0	32	Q(T=500)	79	21.64	24.31	24.36	25.72	0.019405	5.27	14.99	5.62	1.03
Rio Torre 0	31	Q(T=50)	45	21.37	23.23	23.24	24.18	0.015772	4.32	10.4	5.62	1.01
Rio Torre 0	31	Q(T=200)	65	21.37	23.62	23.77	24.97	0.020216	5.16	12.6	5.62	1.1
Rio Torre 0	31	Q(T=500)	79	21.37	24.1	24.1	25.46	0.018441	5.16	15.3	5.62	1

Rio Torre 0	30	Q(T=50)	45	20.5	22.34	22.37	23.31	0.015958	4.34	10.36	5.62	1.02
Rio Torre 0	30	Q(T=200)	65	20.5	22.82	22.89	24.09	0.018548	4.98	13.04	5.62	1.04
Rio Torre 0	30	Q(T=500)	79	20.5	23.11	23.22	24.59	0.020485	5.39	14.66	5.62	1.07
Rio Torre 0	29	Q(T=50)	45	18.97	20.3	20.84	22.15	0.037498	6.01	7.49	5.62	1.66
Rio Torre 0	29	Q(T=200)	65	18.97	20.92	21.36	22.72	0.028995	5.95	10.93	5.62	1.36
Rio Torre 0	29	Q(T=500)	79	18.97	21.74	21.69	23.06	0.017671	5.07	15.57	5.62	0.97
Rio Torre 0	28	Q(T=50)	45	18.65	20.38	20.52	21.47	0.018759	4.62	9.73	5.62	1.12
Rio Torre 0	28	Q(T=200)	65	18.65	20.79	21.04	22.28	0.022845	5.41	12	5.62	1.18
Rio Torre 0	28	Q(T=500)	79	18.65	21.38	21.38	22.73	0.018415	5.16	15.31	5.62	1
Rio Torre 0	27	Q(T=50)	45	18.13	19.6	20	21.12	0.029072	5.46	8.23	5.62	1.44
Rio Torre 0	27	Q(T=200)	65	18.13	20.52	20.52	21.71	0.017223	4.84	13.43	5.62	1
Rio Torre 0	27	Q(T=500)	79	18.13	20.67	20.85	22.23	0.021857	5.53	14.28	5.62	1.11
Rio Torre 0	26.2	Q(T=50)	45	15.36	19.01	17.23	19.25	0.00296	2.2	20.48	5.62	0.37
Rio Torre 0	26.2	Q(T=200)	65	15.36	20.06	17.75	20.4	0.006455	2.62	25.49	10.02	0.38
Rio Torre 0	26.2	Q(T=500)	79	15.36	20.89	18.08	21.17	0.00411	2.37	33.81	10.02	0.32
Rio Torre 0	26.1	Q(T=50)	45	15.14	17.79	17.79	19.12	0.01578	5.1	8.82	3.33	1
Rio Torre 0	26.1	Q(T=200)	65	15.14	18.53	18.53	20.22	0.017937	5.76	11.28	3.33	1
Rio Torre 0	26.1	Q(T=500)	79	15.14	19.1	19	20.97	0.026512	6.07	13.02		0.97
Rio Torre 0	26	Q(T=50)	45	14.27	16.07	16.92	18.95	0.042863	7.52	5.99	3.33	1.79
Rio Torre 0	26	Q(T=200)	65	14.27	16.67	17.65	20.04	0.042224	8.13	8	3.33	1.67
Rio Torre 0	26	Q(T=500)	79	14.27	19.6	18.13	20.74	0.017912	4.76	17.02	7.51	0.66
Rio Torre 0	25	Q(T=50)	45	13.25	16.46	16.48	17.89	0.018028	5.31	8.48	3.03	1.01
Rio Torre 0	25	Q(T=200)	65	13.25	17.27	17.27	19.07	0.020276	5.95	10.93	3.03	1
Rio Torre 0	25	Q(T=500)	79	13.25	19.68	17.77	20.3	0.008229	3.55	22.81	7.24	0.44
Rio Torre 0	24	Q(T=50)	45	12.95	16.2	16.22	17.63	0.017908	5.3	8.49	3.02	1.01
Rio Torre 0	24	Q(T=200)	65	12.95	16.96	17	18.81	0.020958	6.03	10.77	3.02	1.02
Rio Torre 0	24	Q(T=500)	79	12.95	17.99	17.5	19.98	0.029075	6.26	12.63		0.89
Rio Torre 0	23	Q(T=50)	45	11.95	15.22	15.25	16.68	0.018437	5.36	8.4	2.96	1.01
Rio Torre 0	23	Q(T=200)	65	11.95	15.87	16.04	17.89	0.023331	6.29	10.33	2.96	1.08
Rio Torre 0	23	Q(T=500)	79	11.95	17.17	16.55	19.2	0.029744	6.31	12.53		0.88
Rio Torre 0	22	Q(T=50)	45	11.3	14.44	14.62	16.07	0.021762	5.65	7.97	2.96	1.1
Rio Torre 0	22	Q(T=200)	65	11.3	15.32	15.41	17.25	0.022679	6.14	10.58	2.96	1.04
Rio Torre 0	22	Q(T=500)	79	11.3	16.15	17.13	18.29	0.032482	6.48	12.2		0.94
Rio Torre 0	21	Q(T=50)	45	10.23	13.53	13.57	14.99	0.018548	5.37	8.39	2.98	1.02
Rio Torre 0	21	Q(T=200)	65	10.23	14.17	14.36	16.2	0.023425	6.3	10.31	2.98	1.08

Rio Torre 0	21	Q(T=500)	79	10.23	15.24	16.09	17.31	0.030615	6.38	12.39		0.91
Rio Torre 0	20	Q(T=50)	45	9.8	13.1	13.12	14.55	0.018238	5.33	8.45	2.98	1.01
Rio Torre 0	20	Q(T=200)	65	9.8	13.89	13.92	15.74	0.021111	6.03	10.78	2.98	1.01
Rio Torre 0	20	Q(T=500)	79	9.8	14.93	15.68	16.99	0.030393	6.36	12.43		0.9
Rio Torre 0	19	Q(T=50)	45	8.96	11.49	12.15	13.91	0.034622	6.89	6.53	3.02	1.5
Rio Torre 0	19	Q(T=200)	65	8.96	12.94	12.94	14.75	0.020343	5.95	10.92	3.02	1
Rio Torre 0	19	Q(T=500)	79	8.96	12.43	13.44	16.05	0.043501	8.43	9.37	3.02	1.53
Rio Torre 0	18	Q(T=50)	45	7.99	10.65	11.42	13.31	0.041862	7.22	6.23	2.99	1.6
Rio Torre 0	18	Q(T=200)	65	7.99	12.19	12.21	14.03	0.021902	6.01	10.82	2.99	1.01
Rio Torre 0	18	Q(T=500)	79	7.99	11.67	13.89	15.37	0.047288	8.53	9.27	2.99	1.55
Rio Torre 0	17	Q(T=50)	45	6.9	9.59	10.26	12.03	0.034956	6.92	6.5	2.93	1.48
Rio Torre 0	17	Q(T=200)	65	6.9	10.89	11.06	12.92	0.023451	6.29	10.33	2.93	1.07
Rio Torre 0	17	Q(T=500)	79	6.9	10.85	12.78	13.91	0.035803	7.76	10.18	2.93	1.33
Rio Torre 0	16	Q(T=50)	45	6.01	8.37	9.13	11.01	0.037948	7.2	6.25	3.01	1.6
Rio Torre 0	16	Q(T=200)	65	6.01	9.68	9.91	11.75	0.023504	6.36	10.21	3.01	1.1
Rio Torre 0	16	Q(T=500)	79	6.01	9.55	12.16	12.86	0.038331	8.06	9.8	3.01	1.43
Rio Torre 0	15.1	Q(T=50)	45	5.86	7.28	8.24	10.73	0.085195	8.22	5.47	4.55	2.39
Rio Torre 0	15.1	Q(T=200)	65	5.86	10.46	8.84	10.95	0.005066	3.1	21	5.67	0.49
Rio Torre 0	15.1	Q(T=500)	79	5.86	11.14	9.22	11.64	0.004621	3.17	25.54	7.76	0.47
Rio Torre 0	15	Q(T=50)	45	4.91	7.69	8.39	10.1	0.067133	6.88	6.55	3.24	1.54
Rio Torre 0	15	Q(T=200)	65	4.91	9.15	9.15	10.79	0.032436	5.68	11.45	3.5	1
Rio Torre 0	15	Q(T=500)	79	4.91	9.63	9.63	11.47	0.033713	6.01	13.14	3.58	1
Rio Torre 0	14	Q(T=50)	45	4.7	6.62	7.46	9.38	0.069905	7.35	6.12	3.85	1.86
Rio Torre 0	14	Q(T=200)	65	4.7	9.36	8.12	10.04	0.008472	3.67	18.15	6.09	0.59
Rio Torre 0	14	Q(T=500)	79	4.7	10.23	8.55	10.8	0.006219	3.43	24.09	7.37	0.5
Rio Torre 0	13	Q(T=50)	45	4.18	6.43	7.13	8.79	0.060857	6.8	6.62	3.81	1.65
Rio Torre 0	13	Q(T=200)	65	4.18	9.41	7.82	9.94	0.006436	3.29	20.58	6.69	0.5
Rio Torre 0	13	Q(T=500)	79	4.18	10.26	8.31	10.73	0.004942	3.11	26.53	7.03	0.44
Rio Torre 0	12.9	Q(T=50)	45	4.14	6.12	6.82	8.49	0.067435	6.83	6.59	4.86	1.87
Rio Torre 0	12.9	Q(T=200)	65	4.14	9.54	7.39	9.86	0.003169	2.57	26.38	8.01	0.39
Rio Torre 0	12.9	Q(T=500)	79	4.14	10.36	7.76	10.67	0.002588	2.5	33.08	8.15	0.35
Rio Torre 0	12.1	Q(T=50)	45	4.1	6.09	6.79	8.46	0.059359	6.81	6.61	4.05	1.7
Rio Torre 0	12.1	Q(T=200)	65	4.1	9.4	7.44	9.85	0.005256	2.99	22.58	6.72	0.44
Rio Torre 0	12.1	Q(T=500)	79	4.1	10.24	7.85	10.65	0.004337	2.92	28.24	6.83	0.4

Rio Torre 0	12	Q(T=50)	45	4.08	6.14	6.78	8.34	0.053663	6.56	6.86	4.06	1.61
Rio Torre 0	12	Q(T=200)	65	4.08	9.31	7.43	9.83	0.006566	3.2	20.32	4.44	0.48
Rio Torre 0	12	Q(T=500)	79	4.08	10.06	7.84	10.63	0.00663	3.33	23.71	4.54	0.47
Rio Torre 0	11	Q(T=50)	45	3.91	5.74	6.48	8.24	0.063462	7	6.43	4	1.76
Rio Torre 0	11	Q(T=200)	65	3.91	9.31	7.13	9.82	0.00644	3.14	20.72	4	0.44
Rio Torre 0	11	Q(T=500)	79	3.91	10.05	7.55	10.62	0.006922	3.34	23.68	4	0.44
Rio Torre 0	10.5		Bridge									
Rio Torre 0	10	Q(T=50)	45	4	6.57	6.57	7.74	0.022792	4.8	9.38	4	1
Rio Torre 0	10	Q(T=200)	65	4	9.19	7.22	9.73	0.007147	3.28	19.84	4	0.47
Rio Torre 0	10	Q(T=500)	79	4	9.92	7.64	10.53	0.007591	3.47	22.77	4	0.46
Rio Torre 0	9	Q(T=50)	45	3.4	6.67	5.56	6.89	0.002528	2.12	22.74	10.83	0.4
Rio Torre 0	9	Q(T=200)	65	3.4	9.51	6.18	9.57	0.000362	1.23	58.99	13.28	0.16
Rio Torre 0	9	Q(T=500)	79	3.4	10.28	6.4	10.36	0.000336	1.29	69.3	13.28	0.16
Rio Torre 0	8	Q(T=50)	45	3.31	6.65	5.46	6.86	0.002275	2.1	22.69	10.33	0.4
Rio Torre 0	8	Q(T=200)	65	3.31	9.5	6.05	9.57	0.00037	1.26	59.24	14.76	0.17
Rio Torre 0	8	Q(T=500)	79	3.31	10.28	6.31	10.35	0.000333	1.3	70.74	14.76	0.16
Rio Torre 0	7	Q(T=50)	45	2.79	6.63	4.92	6.85	0.002347	2.13	23.2	11.5	0.36
Rio Torre 0	7	Q(T=200)	65	2.79	9.5	5.48	9.57	0.000403	1.23	60.08	12.92	0.15
Rio Torre 0	7	Q(T=500)	79	2.79	10.28	6.26	10.35	0.000383	1.29	70.13	12.92	0.15
Rio Torre 0	6.1	Q(T=50)	45	2.62	6.49	4.78	6.83	0.004273	2.58	17.41	4.5	0.42
Rio Torre 0	6.1	Q(T=200)	65	2.62	9.31	5.39	9.55	0.002384	2.16	30.1	4.5	0.27
Rio Torre 0	6.1	Q(T=500)	79	2.62	10.05	5.77	10.33	0.002682	2.35	34.13	9.12	0.28
Rio Torre 0	6		Bridge									
Rio Torre 0	5.9	Q(T=50)	45	2.14	6.51	4.32	6.78	0.003197	2.3	19.58	4.5	0.35
Rio Torre 0	5.9	Q(T=200)	65	2.14	9.24	4.92	9.45	0.002084	2.04	31.89	4.5	0.24
Rio Torre 0	5.9	Q(T=500)	79	2.14	9.91	5.31	10.17	0.002497	2.26	34.95	9.12	0.26
Rio Torre 0	5.1	Q(T=50)	45	2.34	6.51	4.58	6.77	0.002291	2.27	21.05	7.34	0.36
Rio Torre 0	5.1	Q(T=200)	65	2.34	9.29	5.17	9.43	0.000662	1.73	42.87	7.9	0.21
Rio Torre 0	5.1	Q(T=500)	79	2.34	9.97	5.7	10.14	0.000697	1.9	48.25	7.9	0.22
Rio Torre 0	5	Q(T=50)	45	1.43	6.56	3.88	6.69	0.001294	1.66	30.27	12.41	0.24
Rio Torre 0	5	Q(T=200)	65	1.43	9.34	4.45	9.39	0.00032	1.12	65.59	12.71	0.13
Rio Torre 0	5	Q(T=500)	79	1.43	10.03	4.81	10.09	0.00033	1.21	74.39	12.71	0.13
Rio Torre 0	4	Q(T=50)	45	0.93	6.54	3.41	6.66	0.000906	1.55	30.61	6.57	0.22
Rio Torre 0	4	Q(T=200)	65	0.93	9.28	4.04	9.38	0.000567	1.44	48.6	6.57	0.16

Rio Torre 0	4	Q(T=500)	79	0.93	9.95	4.36	10.08	0.000671	1.61	53.02	6.57	0.18
Rio Torre 0	3	Q(T=50)	45	1.05	6.21	4.54	6.63	0.005402	2.84	15.82	3.89	0.4
Rio Torre 0	3	Q(T=200)	65	1.05	9.09	5.2	9.36	0.00284	2.33	28.39	4.93	0.26
Rio Torre 0	3	Q(T=500)	79	1.05	9.73	5.63	10.06	0.00315	2.56	31.55	4.93	0.27
Rio Torre 0	2.95	Q(T=50)	45	1.13	2.89	2.89	6.25	0.076896	8.12	5.54	0.82	1.95
Rio Torre 0	2.95	Q(T=200)	65	1.13	7.57	7.57	9.19	0.02389	5.64	11.53	3.56	0.71
Rio Torre 0	2.95	Q(T=500)	79	1.13	8.02	8.02	9.86	0.022899	6.02	13.13	3.56	0.73
Rio Torre 0	2.9	Q(T=50)	45	1.13	2.29	3.21	6.19	0.086785	8.74	5.15	6.3	3.09
Rio Torre 0	2.9	Q(T=200)	65	1.13	2.4	3.42	8.71	0.123158	11.13	5.84	6.3	3.69
Rio Torre 0	2.9	Q(T=500)	79	1.13	2.56	3.42	9.36	0.113059	11.55	6.84	6.3	3.54
Rio Torre 0	2.8	Q(T=50)	45	0.86	2.13	2.79	4.37	0.037809	6.64	6.78	6.12	2.01
Rio Torre 0	2.8	Q(T=200)	65	0.86	2.26	3.11	6.01	0.056734	8.58	7.57	6.12	2.46
Rio Torre 0	2.8	Q(T=500)	79	0.86	2.43	3.11	6.73	0.057639	9.19	8.6	6.12	2.47
Rio Torre 0	2	Q(T=50)	45	0.69	1.61	2.25	4.02	0.056939	6.88	6.54	8.86	2.56
Rio Torre 0	2	Q(T=200)	65	0.69	4.26	2.63	4.55	0.004168	2.37	27.42	8.86	0.4
Rio Torre 0	2	Q(T=500)	79	0.69	1.83	2.88	6.23	0.077237	9.29	8.5	8.86	3.03
Rio Torre 0	1.9	Q(T=50)	45	0.49	1.54	2.03	3.49	0.043095	6.17	7.29	9.87	2.29
Rio Torre 0	1.9	Q(T=200)	65	0.49	3.61	3.61	4.43	0.025036	4.01	16.2	9.87	0.73
Rio Torre 0	1.9	Q(T=500)	79	0.49	1.74	3.84	5.47	0.063231	8.55	9.24	9.87	2.82
Rio Torre 0	1.8	Q(T=50)	45	0.49	1.43	1.97	3.4	0.043008	6.2	7.26	10.18	2.35
Rio Torre 0	1.8	Q(T=200)	65	0.49	1.61	2.31	4.18	0.046189	7.11	9.15	10.78	2.46
Rio Torre 0	1.8	Q(T=500)	79	0.49	1.62	2.35	5.34	0.065774	8.54	9.25	10.78	2.94
Rio Torre 0	1.1	Q(T=50)	45	0.39	1.35	1.84	3.01	0.030388	5.71	7.89	8.88	1.93
Rio Torre 0	1.1	Q(T=200)	65	0.39	1.59	2.18	3.76	0.030897	6.53	9.95	8.88	1.97
Rio Torre 0	1.1	Q(T=500)	79	0.39	1.6	2.32	4.73	0.043807	7.83	10.09	8.88	2.35
Rio Torre 0	1	Q(T=50)	45	0.31	1.27	1.77	2.95	0.049438	5.73	7.86	9.11	1.97
Rio Torre 0	1	Q(T=200)	65	0.31	1.5	2.15	3.69	0.050412	6.56	9.91	9.23	2.02
Rio Torre 0	1	Q(T=500)	79	0.31	1.52	2.39	4.63	0.069937	7.81	10.12	9.24	2.38

Tabella 5: Dati idraulici con tempo di ritorno T=50, 200 e 500 anni STATO DI FATTO

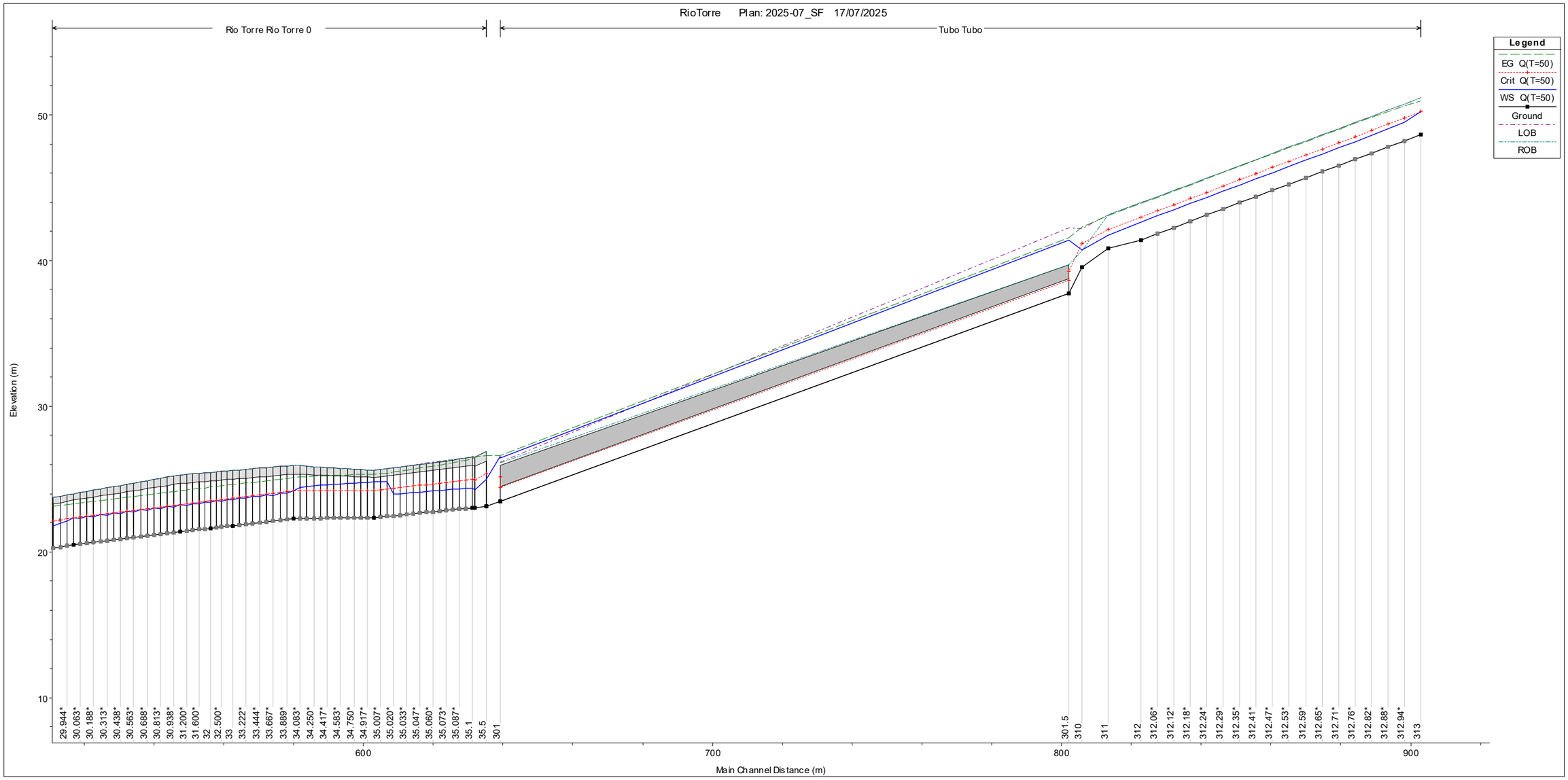


Figura 24: Profilo longitudinale con T=50 anni STATO DI FATTO – RIO MINORE

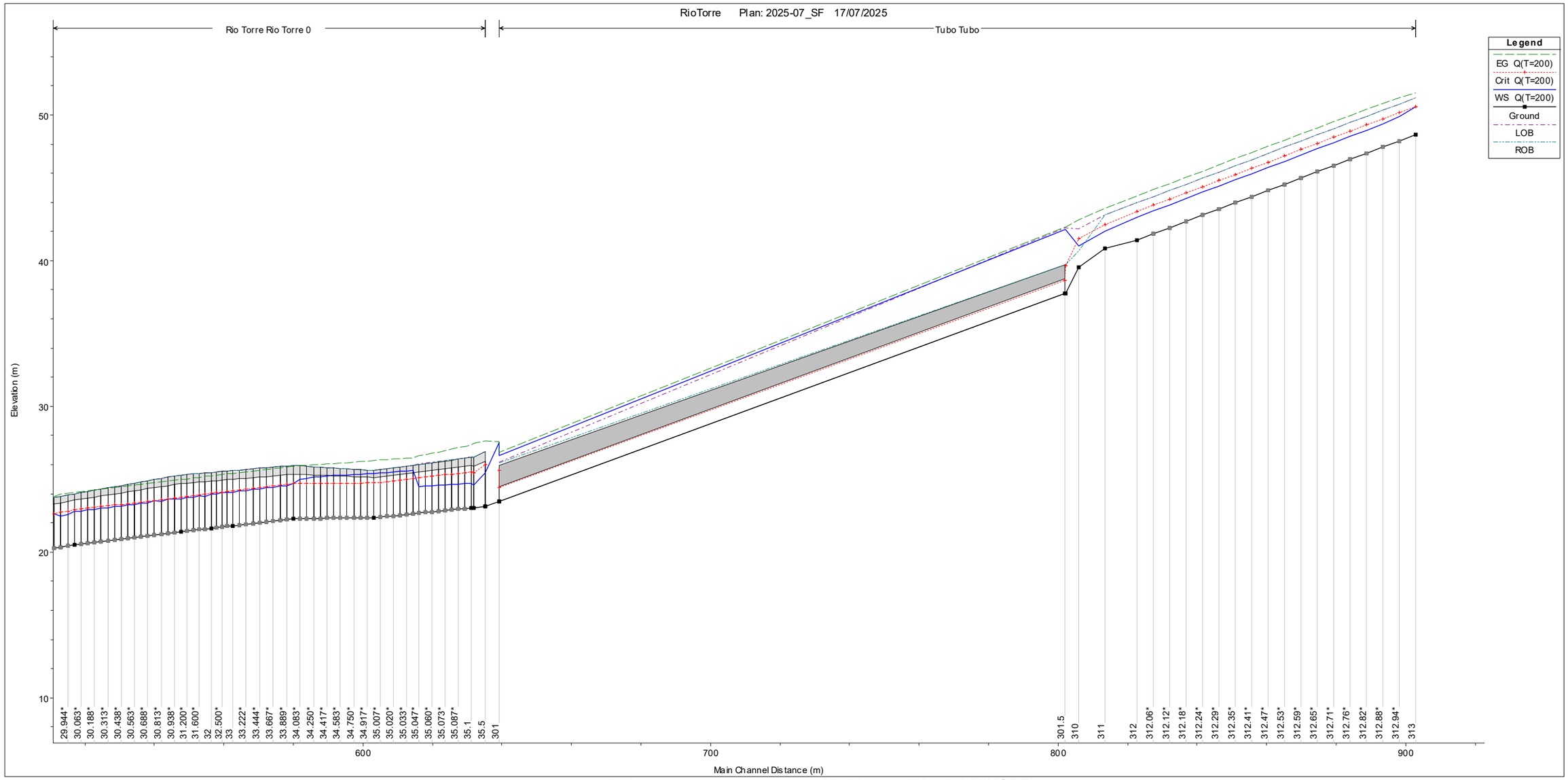


Figura 25: Profilo longitudinale con T=200 anni STATO DI FATTO – RIO **MINORE**

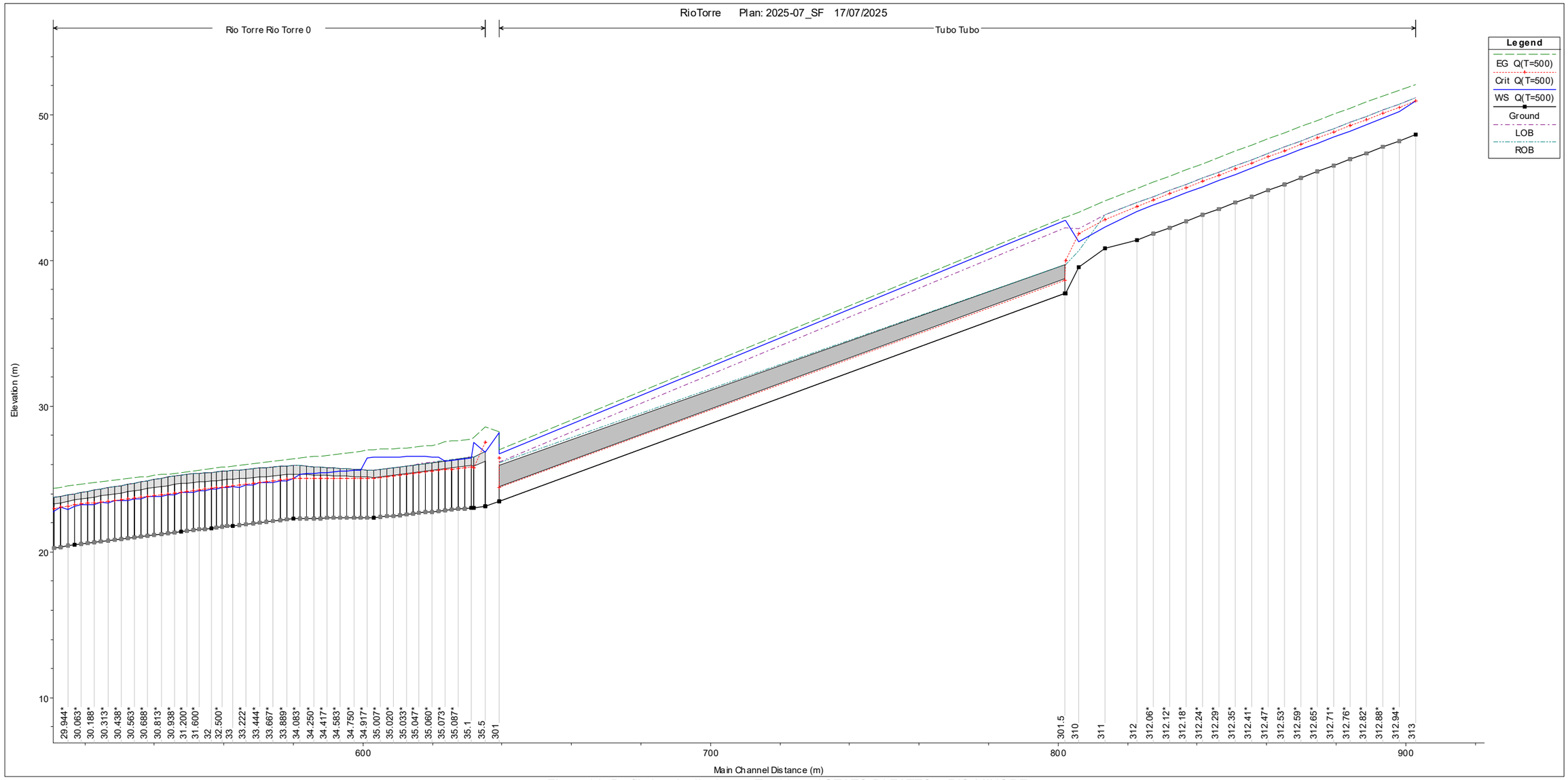


Figura 26: Profilo longitudinale con T=500 anni STATO DI FATTO – RIO MINORE

5.3.5. *ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI PROGETTO (Plan 2025-07_SP_Via Asquasciati_confluenza)*

L'intervento prevede la Messa in Sicurezza della tombinatura mediante:

- ✓ il rifacimento della tombinatura mediante scatolare di luce interna 1,50m x 2,30m di lunghezza L=162,50m ca. (sez.309-301) nel rispetto della Normativa di piano e delle NTC 2018 tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco di sicurezza idraulico (livello idrico + 150cm al di sotto dell'intradosso). Si osservi che nel Reticolo Idrografico di cui alla D.G.R.n°1280/2023, il rio è stato tracciato al di sotto di fabbricati esistenti ma in realtà corre sotto Via Ascquasciati. Il rio, stante l'orografia dei luoghi (tessuto urbano consolidato) e l'urbanizzazione in essere, non è diversamente ubicabile però il suo rifacimento garantirebbe la mesa in sicurezza del tratto ovviando a situazioni di pericolo e garantendo la tutela della pubblica incolumità nel rispetto dell'art.8 del R.R.n°3/2011 e ss.mm. e ii. Si osservi che l'intervento proposto non prevede di passare da un andamento pseudo rettilineo del corso d'acqua ad un andamento caratterizzato da significative curvature già all'imbocco in quanto, in oggi, effettivamente il rio intubato dal suo imbocco devia bruscamente (90° ca.) in una condotta interrata prossima alla cunetta per cui la nuova tombinatura garantirebbe curvature meno brusche;
- ✓ la realizzazione di un pozzetto di carico in c.a. di lunghezza L=6,00m (sezz.310.4-309) nel rispetto della Normativa di Piano tale da far transitare la corrente di piena con opportuno franco geometrico (livello idrico + 50cm contenuto negli argini).;
- ✓ la realizzazione di un salto in c.a. in sez.310.5 di altezza h=2,25m di raccordo tra il pozzetto ed il rio a monte;
- ✓ la sopraelevazione di 50cm (41.85 m.s.l.m.) del muro arginale destro in sez.310.5 da collegarsi parallelamente al muro verso monte per il contenimento del solo livello energetico rappresentante il franco di sicurezza.

Di seguito si riporta una tabella con chiara indicazione dei franchi di sicurezza sui tombini, sugli attraversamenti e sulle sponde relativamente all'intervento sul rio minore per tempo di ritorno T=200anni:

River Sta	W.S. Elev	E.G. Elev	Δ su Livello Idrico	W.S. + Δ L.I.	L.I. + $0,5U^2/2g$	Franco Idraulico	LOB Elev/ intradosso	ROB Elev/ Intradosso	Esondazione LOB	Esondazione ROB	NOTE
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)			
313	49.91	50.49	0.50	50.41	50.20	50.41	51.18	51.18	NO	NO	Canale a cielo aperto
312	42.37	43.48	0.50	42.87	42.93	42.925	43.96	43.96	NO	NO	
311	41.53	42.65	0.50	42.03	42.09	42.09	43.14	43.14	NO	NO	
310.5	40.71	42.08	0.50	41.21	41.40	41.395	42.44	41.85	NO	NO	
310.4	37.83	41.8	0.50	38.33	39.82	39.815	42.44	41.35	NO	NO	
310	37.66	41.06	0.50	38.16	39.36	39.36	42.16	40.64	NO	NO	
309	37.28	40.06	1.50	38.78	38.67	38.78	39.71	39.71	NO	NO	Tombinatura
301	24	24.93	1.50	25.5	24.47	25.5	26.16	26.11	NO	NO	

Di seguito si riporta una tabella con chiara indicazione dei franchi di sicurezza sui tombini, sugli attraversamenti e sulle sponde relativamente all'intervento sul rio minore per tempo di ritorno T=200anni:

River Sta	**W.S. Elev**	**E.G. Elev**	**Δ su Livello Idrico**	**W.S. + Δ L.I.**	**L.I. + $0,5U^2/2g$**	**Franco Idraulico**	**LOB Elev/ intradosso**	**ROB Elev/ Intradosso**	**Esond. LOB**	**Esond. ROB**	**NOTE**

	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)			
313	49.9	50.49	0.50	50.4	50.20	50.4	51.18	51.18	NO	NO	Canale a cielo aperto
312	42.37	43.48	0.50	42.87	42.93	42.925	43.96	43.96	NO	NO	
311	41.53	42.65	0.50	42.03	42.09	42.09	43.14	43.14	NO	NO	
310.5	40.71	42.08	0.50	41.21	41.40	41.395	42.44	41.85	NO	NO	
310.4	38.14	41.83	0.50	38.64	39.99	39.985	42.44	41.35	NO	NO	
310	37.98	41.16	0.50	38.48	39.57	39.57	42.16	40.64	NO	NO	
309	37.59	40.24	1.00	38.59	38.92	38.915	39.71	39.71	NO	NO	Tombinatura
301	24.3	25.23	1.00	25.3	24.77	25.3	26.16	26.11	NO	NO	

Ne deriva che **l'intervento proposto consente il transito della portata duecentennale con adeguati franchi di sicurezza ovvero rispettando i dettami delle norme di settore perseguendo, così, la Messa in Sicurezza del rio minore**.

Si riportano, di seguito, la tabella per tempo di ritorno cinquantennale, duecentennale e cinquecentennale ed il profilo longitudinale del solo rio minore per T=50, 200 e 500.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Tubo	313	Q(T=50)	3.3	48.64	49.65	49.65	50.1	0.035115	2.98	1.11	1.23	1
Tubo	313	Q(T=200)	4.8	48.64	49.91	49.91	50.49	0.039684	3.38	1.42	1.23	1
Tubo	313	Q(T=500)	5.8	48.64	50.06	50.06	50.72	0.042465	3.59	1.61	1.23	1
Tubo	312	Q(T=50)	3.3	41.42	42.16	42.43	43.09	0.090016	4.28	0.77	1.23	1.72
Tubo	312	Q(T=200)	4.8	41.42	42.37	42.69	43.48	0.090012	4.67	1.03	1.23	1.63
Tubo	312	Q(T=500)	5.8	41.42	42.5	42.84	43.71	0.090002	4.87	1.19	1.23	1.58
Tubo	311	Q(T=50)	3.3	40.82	41.36	41.63	42.26	0.086084	4.2	0.79	1.45	1.82
Tubo	311	Q(T=200)	4.8	40.82	41.53	41.86	42.65	0.088641	4.69	1.02	1.45	1.78
Tubo	311	Q(T=500)	5.8	40.82	41.63	42	42.87	0.089336	4.93	1.18	1.45	1.75
Tubo	310.5	Q(T=50)	3.3	39.93	40.51	40.85	41.69	0.121771	4.81	0.69	1.19	2.02
Tubo	310.5	Q(T=200)	4.8	39.93	40.71	41.11	42.08	0.116921	5.18	0.93	1.19	1.87
Tubo	310.5	Q(T=500)	5.8	39.93	40.84	41.27	42.3	0.114842	5.36	1.08	1.19	1.79
Tubo	310.4	Q(T=50)	3.3	37.37	37.69	38.29	41.41	0.364882	8.54	0.39	1.19	4.78
Tubo	310.4	Q(T=200)	4.8	37.37	37.83	38.55	41.8	0.295621	8.83	0.54	1.19	4.17
Tubo	310.4	Q(T=500)	5.8	37.37	37.91	38.71	42.02	0.269928	8.98	0.65	1.19	3.89
Tubo	310	Q(T=50)	3.3	37.17	37.53	38.09	40.53	0.268276	7.66	0.43	1.19	4.07
Tubo	310	Q(T=200)	4.8	37.17	37.66	38.35	41.06	0.238059	8.15	0.59	1.19	3.7
Tubo	310	Q(T=500)	5.8	37.17	37.75	38.51	41.34	0.224734	8.38	0.69	1.19	3.51
Tubo	309	Q(T=50)	3.3	36.85	37.18	37.64	39.43	0.195624	6.64	0.5	1.5	3.68

Tubo	309	Q(T=200)	4.8	36.85	37.28	37.86	40.06	0.190027	7.37	0.65	1.5	3.57
Tubo	309	Q(T=500)	5.8	36.85	37.35	38	40.39	0.185315	7.72	0.75	1.5	3.48
Tubo	301.5		Culvert									
Tubo	301	Q(T=50)	3.3	23.25	23.82	24.04	24.58	0.041981	3.86	0.85	1.5	1.63
Tubo	301	Q(T=200)	4.8	23.25	24	24.26	24.93	0.042246	4.27	1.12	1.5	1.58
Tubo	301	Q(T=500)	5.8	23.25	28.23	24.4	28.23	0.000054	0.3	18.34	6.62	0.04
Rio Torre 0	35.5	Q(T=50)	45	23.16	24.81	25.38	26.81	0.026728	6.27	7.18	4.35	1.56
Rio Torre 0	35.5	Q(T=200)	65	23.16	25.13	26	28.06	0.034305	7.58	8.58	4.35	1.72
Rio Torre 0	35.5	Q(T=500)	79	23.16	27.29	27.49	28.21	0.016985	4.45	19.4	14.86	0.67
Rio Torre 0	35.3	Q(T=50)	45	23.03	24.2	24.91	26.66	0.039421	6.95	6.48	5.77	2.09
Rio Torre 0	35.3	Q(T=200)	65	23.03	24.45	25.43	27.88	0.045516	8.2	7.93	5.77	2.23
Rio Torre 0	35.3	Q(T=500)	79	23.03	27.53	25.75	27.87	0.004509	2.63	30.89	14.33	0.39
Rio Torre 0	35.1	Q(T=50)	45	23.03	24.32	24.98	26.57	0.049107	6.65	6.77	5.48	1.91
Rio Torre 0	35.1	Q(T=200)	65	23.03	24.58	25.51	27.77	0.06117	7.91	8.21	5.48	2.06
Rio Torre 0	35.1	Q(T=500)	79	23.03	26.45	25.85	27.77	0.026057	5.08	15.56		0.88
Rio Torre 0	35	Q(T=50)	45	22.35	24.83	24.22	25.36	0.00753	3.23	13.94	5.62	0.65
Rio Torre 0	35	Q(T=200)	65	22.35	25.4	24.74	26.29	0.017617	4.18	15.57		0.76
Rio Torre 0	35	Q(T=500)	79	22.35	26.5	25.07	27.02	0.009751	3.24	24.75	10.02	0.5
Rio Torre 0	34	Q(T=50)	45	22.3	24.18	24.18	25.11	0.015354	4.28	10.51	5.62	1
Rio Torre 0	34	Q(T=200)	65	22.3	24.69	24.69	25.89	0.017262	4.84	13.42	5.62	1
Rio Torre 0	34	Q(T=500)	79	22.3	25.03	25.03	26.39	0.018434	5.16	15.3	5.62	1
Rio Torre 0	33	Q(T=50)	45	21.81	23.39	23.68	24.7	0.024007	5.08	8.85	5.62	1.29
Rio Torre 0	33	Q(T=200)	65	21.81	23.89	24.2	25.47	0.02443	5.56	11.69	5.62	1.23
Rio Torre 0	33	Q(T=500)	79	21.81	24.22	24.53	25.95	0.024844	5.82	13.56	5.62	1.2
Rio Torre 0	32	Q(T=50)	45	21.64	23.19	23.51	24.55	0.02487	5.15	8.74	5.62	1.32
Rio Torre 0	32	Q(T=200)	65	21.64	23.7	24.03	25.31	0.025142	5.62	11.56	5.62	1.25
Rio Torre 0	32	Q(T=500)	79	21.64	24.03	24.36	25.79	0.025457	5.88	13.43	5.62	1.22
Rio Torre 0	31	Q(T=50)	45	21.37	22.89	23.24	24.32	0.026713	5.29	8.5	5.62	1.37
Rio Torre 0	31	Q(T=200)	65	21.37	23.38	23.76	25.08	0.026791	5.77	11.27	5.62	1.3
Rio Torre 0	31	Q(T=500)	79	21.37	23.71	24.1	25.56	0.026995	6.02	13.12	5.62	1.26
Rio Torre 0	30	Q(T=50)	45	20.5	21.99	22.37	23.47	0.028039	5.39	8.35	5.62	1.41
Rio Torre 0	30	Q(T=200)	65	20.5	22.47	22.89	24.23	0.028002	5.87	11.08	5.62	1.33
Rio Torre 0	30	Q(T=500)	79	20.5	22.8	23.22	24.71	0.028053	6.12	12.92	5.62	1.29

Rio Torre 0	29	Q(T=50)	45	18.97	20.28	20.84	22.2	0.039587	6.13	7.34	5.62	1.71
Rio Torre 0	29	Q(T=200)	65	18.97	20.71	21.36	22.97	0.038792	6.66	9.76	5.62	1.61
Rio Torre 0	29	Q(T=500)	79	18.97	21	21.69	23.45	0.038519	6.93	11.39	5.62	1.55
Rio Torre 0	28	Q(T=50)	45	18.65	20.39	20.52	21.47	0.018527	4.6	9.78	5.62	1.11
Rio Torre 0	28	Q(T=200)	65	18.65	20.78	21.04	22.29	0.023135	5.44	11.94	5.62	1.19
Rio Torre 0	28	Q(T=500)	79	18.65	21.74	21.37	22.89	0.021862	4.75	16.62		0.86
Rio Torre 0	27	Q(T=50)	45	18.13	19.6	20	21.11	0.028911	5.45	8.25	5.62	1.44
Rio Torre 0	27	Q(T=200)	65	18.13	20.04	20.52	21.91	0.030244	6.05	10.75	5.62	1.4
Rio Torre 0	27	Q(T=500)	79	18.13	21.52	20.85	22.6	0.020155	4.61	17.14		0.8
Rio Torre 0	26.2	Q(T=50)	45	15.44	17.84	18.06	19.4	0.035759	5.54	8.13	3.39	1.14
Rio Torre 0	26.2	Q(T=200)	65	15.44	18.84	18.79	20.46	0.033344	5.64	11.53	3.39	0.98
Rio Torre 0	26.2	Q(T=500)	79	15.44	20.33	20.33	21.23	0.022905	4.25	18.94	10.02	0.6
Rio Torre 0	26.1	Q(T=50)	45	15.36	17.47	17.91	19.33	0.024186	6.05	7.43	3.53	1.33
Rio Torre 0	26.1	Q(T=200)	65	15.36	19.08	18.62	20.33	0.012087	4.96	13.11	3.53	0.82
Rio Torre 0	26.1	Q(T=500)	79	15.36	19.29	19.07	21.06	0.024407	5.89	13.41		0.95
Rio Torre 0	26	Q(T=50)	45	15.14	17.79	17.79	19.12	0.015754	5.1	8.83	3.33	1
Rio Torre 0	26	Q(T=200)	65	15.14	18.53	18.53	20.22	0.017937	5.76	11.28	3.33	1
Rio Torre 0	26	Q(T=500)	79	15.14	19	19	20.93	0.019323	6.15	12.85	3.33	1
Rio Torre 0	25	Q(T=50)	45	13.25	15.62	16.38	18.27	0.035699	7.21	6.24	3.03	1.6
Rio Torre 0	25	Q(T=200)	65	13.25	16.35	17.17	19.37	0.035228	7.69	8.46	3.03	1.47
Rio Torre 0	25	Q(T=500)	79	13.25	16.85	17.67	20.06	0.035252	7.94	9.95	3.03	1.4
Rio Torre 0	24	Q(T=50)	45	12.95	15.48	16.12	17.85	0.03099	6.81	6.6	3.02	1.47
Rio Torre 0	24	Q(T=200)	65	12.95	16.3	16.91	18.92	0.029785	7.17	9.07	3.02	1.32
Rio Torre 0	24	Q(T=500)	79	12.95	16.86	17.41	19.6	0.029212	7.33	10.77	3.02	1.24
Rio Torre 0	23	Q(T=50)	45	11.95	14.46	15.16	16.97	0.033667	7.02	6.41	2.96	1.52
Rio Torre 0	23	Q(T=200)	65	11.95	15.25	15.95	18.06	0.032821	7.43	8.75	2.96	1.38
Rio Torre 0	23	Q(T=500)	79	11.95	15.79	16.46	18.76	0.032464	7.63	10.36	2.96	1.3
Rio Torre 0	22	Q(T=50)	45	11.3	13.73	14.48	16.38	0.035931	7.21	6.25	2.96	1.58
Rio Torre 0	22	Q(T=200)	65	11.3	14.49	15.28	17.48	0.03529	7.65	8.49	2.96	1.44
Rio Torre 0	22	Q(T=500)	79	11.3	15.01	15.79	18.17	0.035089	7.88	10.03	2.96	1.37
Rio Torre 0	21	Q(T=50)	45	10.23	12.73	13.47	15.32	0.034886	7.13	6.31	2.98	1.57
Rio Torre 0	21	Q(T=200)	65	10.23	13.47	14.26	16.44	0.034805	7.63	8.52	2.98	1.44
Rio Torre 0	21	Q(T=500)	79	10.23	13.98	14.77	17.14	0.034801	7.87	10.04	2.98	1.37
Rio Torre 0	20	Q(T=50)	45	9.8	12.24	13.02	14.95	0.036935	7.3	6.17	2.98	1.62

Rio Torre 0	20	Q(T=200)	65	9.8	12.97	13.82	16.07	0.036751	7.8	8.33	2.98	1.49
Rio Torre 0	20	Q(T=500)	79	9.8	13.46	14.32	16.77	0.036746	8.05	9.81	2.98	1.42
Rio Torre 0	19	Q(T=50)	45	8.96	11.19	12.07	14.17	0.041563	7.64	5.89	3.02	1.75
Rio Torre 0	19	Q(T=200)	65	8.96	11.87	12.85	15.28	0.04117	8.18	7.95	3.02	1.61
Rio Torre 0	19	Q(T=500)	79	8.96	13.96	13.35	15.88	0.026672	6.14	12.87		0.88
Rio Torre 0	18	Q(T=50)	45	7.99	10.7	11.51	13.5	0.042737	7.41	6.07	2.99	1.66
Rio Torre 0	18	Q(T=200)	65	7.99	11.41	12.3	14.61	0.041762	7.93	8.19	2.99	1.53
Rio Torre 0	18	Q(T=500)	79	7.99	12.79	13.93	15.06	0.034687	6.66	11.85		0.97
Rio Torre 0	17	Q(T=50)	45	6.9	9.34	10.17	12.17	0.039016	7.45	6.04	2.93	1.66
Rio Torre 0	17	Q(T=200)	65	6.9	10.07	10.97	13.3	0.038952	7.97	8.16	2.93	1.52
Rio Torre 0	17	Q(T=500)	79	6.9	12.73	11.48	13.85	0.018197	4.85	17.14	7.24	0.62
Rio Torre 0	16	Q(T=50)	45	6.01	8.48	9.23	11.09	0.036798	7.15	6.29	3.01	1.58
Rio Torre 0	16	Q(T=200)	65	6.01	9.2	10.02	12.22	0.037002	7.71	8.44	3.01	1.47
Rio Torre 0	16	Q(T=500)	79	6.01	9.64	12.2	12.97	0.03826	8.08	9.77	3.01	1.43
Rio Torre 0	15.1	Q(T=50)	45	5.86	7.27	8.24	10.8	0.088132	8.32	5.41	4.54	2.44
Rio Torre 0	15.1	Q(T=200)	65	5.86	7.64	8.84	11.9	0.085684	9.14	7.11	4.62	2.35
Rio Torre 0	15.1	Q(T=500)	79	5.86	11.14	9.22	11.64	0.004622	3.17	25.54	7.76	0.47
Rio Torre 0	15	Q(T=50)	45	4.91	7.65	8.39	10.16	0.070847	7.01	6.42	3.23	1.59
Rio Torre 0	15	Q(T=200)	65	4.91	8.39	9.15	11.14	0.063003	7.34	8.85	3.36	1.45
Rio Torre 0	15	Q(T=500)	79	4.91	9.63	9.63	11.47	0.033642	6.01	13.16	3.58	1
Rio Torre 0	14	Q(T=50)	45	4.7	6.61	7.46	9.42	0.071671	7.42	6.06	3.85	1.89
Rio Torre 0	14	Q(T=200)	65	4.7	7.13	8.13	10.43	0.068693	8.04	8.08	3.95	1.8
Rio Torre 0	14	Q(T=500)	79	4.7	7.55	8.55	10.87	0.061022	8.07	9.79	4.04	1.65
Rio Torre 0	13	Q(T=50)	45	4.18	6.42	7.13	8.81	0.061938	6.84	6.58	3.81	1.66
Rio Torre 0	13	Q(T=200)	65	4.18	6.97	7.82	9.82	0.060774	7.48	8.69	3.89	1.6
Rio Torre 0	13	Q(T=500)	79	4.18	7.42	8.31	10.33	0.054999	7.56	10.45	3.96	1.48
Rio Torre 0	12.9	Q(T=50)	45	4.14	6.11	6.82	8.51	0.068331	6.86	6.56	4.86	1.89
Rio Torre 0	12.9	Q(T=200)	65	4.14	6.5	7.39	9.51	0.068845	7.69	8.45	4.92	1.87
Rio Torre 0	12.9	Q(T=500)	79	4.14	9.12	7.76	9.74	0.006457	3.51	23.22	7.28	0.55
Rio Torre 0	12.1	Q(T=50)	45	4.1	6.09	6.79	8.47	0.060013	6.84	6.58	4.05	1.71
Rio Torre 0	12.1	Q(T=200)	65	4.1	6.63	7.45	9.41	0.056396	7.37	8.81	4.12	1.61
Rio Torre 0	12.1	Q(T=500)	79	4.1	8.61	7.86	9.69	0.014629	4.59	17.28	6.63	0.74
Rio Torre 0	12	Q(T=50)	45	4.08	6.14	6.78	8.35	0.054173	6.58	6.84	4.06	1.62
Rio Torre 0	12	Q(T=200)	65	4.08	6.7	7.43	9.28	0.051458	7.12	9.13	4.13	1.53

Rio Torre 0	12	Q(T=500)	79	4.08	8.58	7.85	9.67	0.014905	4.62	17.1	4.36	0.74
Rio Torre 0	11	Q(T=50)	45	3.91	5.74	6.48	8.25	0.063914	7.02	6.41	4	1.77
Rio Torre 0	11	Q(T=200)	65	3.91	6.29	7.13	9.19	0.05949	7.54	8.62	4	1.64
Rio Torre 0	11	Q(T=500)	79	3.91	8.64	7.55	9.62	0.013364	4.39	18.01	4	0.66
Rio Torre 0	10.5		Bridge									
Rio Torre 0	10	Q(T=50)	45	4	6.57	6.57	7.74	0.022855	4.8	9.37	4	1
Rio Torre 0	10	Q(T=200)	65	4	7.22	7.22	8.72	0.025173	5.43	11.97	4	1
Rio Torre 0	10	Q(T=500)	79	4	7.64	7.64	9.35	0.026587	5.79	13.65	4	1
Rio Torre 0	9	Q(T=50)	45	3.4	5.02	5.75	7.12	0.057862	6.42	7.01	6.19	1.93
Rio Torre 0	9	Q(T=200)	65	3.4	5.33	6.25	8.04	0.059078	7.28	8.93	6.19	1.94
Rio Torre 0	9	Q(T=500)	79	3.4	5.53	6.48	8.62	0.059451	7.79	10.18	7.21	1.94
Rio Torre 0	8	Q(T=50)	45	3.31	4.74	5.28	6.57	0.043101	5.99	7.51	6.83	1.82
Rio Torre 0	8	Q(T=200)	65	3.31	5.01	5.82	7.46	0.046712	6.93	9.38	6.89	1.9
Rio Torre 0	8	Q(T=500)	79	3.31	5.18	6.17	8.03	0.04883	7.48	10.56	6.92	1.93
Rio Torre 0	7	Q(T=50)	45	2.79	4.39	4.93	6.25	0.041346	6.04	7.44	5.09	1.6
Rio Torre 0	7	Q(T=200)	65	2.79	4.87	5.49	7.07	0.039034	6.58	9.88	5.15	1.52
Rio Torre 0	7	Q(T=500)	79	2.79	7.04	6.25	7.49	0.004587	3.12	28.38	12.77	0.49
Rio Torre 0	6.1	Q(T=50)	45	2.62	4.22	4.79	6.21	0.043547	6.24	7.21	4.5	1.57
Rio Torre 0	6.1	Q(T=200)	65	2.62	4.8	5.39	7.04	0.039298	6.63	9.81	4.5	1.43
Rio Torre 0	6.1	Q(T=500)	79	2.62	6.09	5.77	7.39	0.017321	5.06	15.61	4.5	0.87
Rio Torre 0	6		Bridge									
Rio Torre 0	5.9	Q(T=50)	45	2.14	5.14	4.32	5.71	0.008261	3.35	13.42	4.5	0.62
Rio Torre 0	5.9	Q(T=200)	65	2.14	5.8	4.92	6.6	0.010341	3.96	16.41	4.5	0.66
Rio Torre 0	5.9	Q(T=500)	79	2.14	6.19	5.31	7.15	0.011871	4.35	18.16	4.5	0.69
Rio Torre 0	5.1	Q(T=50)	45	2.34	4.58	4.58	5.64	0.017799	4.56	9.86	4.65	1
Rio Torre 0	5.1	Q(T=200)	65	2.34	5.18	5.18	6.53	0.019293	5.14	12.64	4.69	1
Rio Torre 0	5.1	Q(T=500)	79	2.34	5.59	5.59	7.08	0.018631	5.41	14.69	5.19	0.98
Rio Torre 0	5	Q(T=50)	45	1.43	3.56	3.89	5.02	0.030207	5.37	8.38	4.85	1.3
Rio Torre 0	5	Q(T=200)	65	1.43	4.09	4.46	5.88	0.030036	5.92	10.98	4.85	1.26
Rio Torre 0	5	Q(T=500)	79	1.43	4.42	4.83	6.43	0.030717	6.27	12.59	4.85	1.24
Rio Torre 0	4	Q(T=50)	45	0.93	3.62	2.93	4.15	0.00705	3.22	13.95	5.29	0.63
Rio Torre 0	4	Q(T=200)	65	0.93	4.95	3.47	5.41	0.005641	3.04	22.26	6.57	0.49
Rio Torre 0	4	Q(T=500)	79	0.93	5.48	3.82	6	0.005639	3.23	25.74	6.57	0.49

Rio Torre 0	3	Q(T=50)	45	0.85	3.21	3.01	4.1	0.00873	4.19	10.74	4.6	0.88
Rio Torre 0	3	Q(T=200)	65	0.85	4.28	3.91	5.34	0.01991	4.55	14.3	4.6	0.78
Rio Torre 0	3	Q(T=500)	79	0.85	4.7	4.29	5.91	0.020443	4.87	16.21	4.6	0.79
Rio Torre 0	2.9885	Q(T=50)	45	0.825	3	3	4.07	0.011085	4.58	9.83	4.6	1
Rio Torre 0	2.9885	Q(T=200)	65	0.825	3.89	3.89	5.26	0.029169	5.17	12.56	4.6	0.94
Rio Torre 0	2.9885	Q(T=500)	79	0.825	4.27	4.27	5.83	0.029432	5.52	14.31	4.6	0.95
Rio Torre 0	2.9884		Lat Struct									
Rio Torre 0	2.9672	Q(T=50)	37.08	0.778	2.19	2.69	3.93	0.025612	5.84	6.34	4.56	1.58
Rio Torre 0	2.9672	Q(T=200)	54.1	0.778	2.47	3.23	5.03	0.032587	7.09	7.63	4.58	1.75
Rio Torre 0	2.9672	Q(T=500)	65.03	0.778	2.71	3.84	5.53	0.032265	7.43	8.75	4.6	1.72
Rio Torre 0	2.95	Q(T=50)	37.08	0.74	2.13	2.62	3.84	0.025207	5.78	6.42	4.6	1.56
Rio Torre 0	2.95	Q(T=200)	54.1	0.74	2.42	3.15	4.91	0.031708	6.99	7.74	4.6	1.72
Rio Torre 0	2.95	Q(T=500)	65.03	0.74	2.67	3.77	5.41	0.0315	7.33	8.87	4.6	1.69
Rio Torre 0	2.9	Q(T=50)	37.08	0.74	2.17	2.63	3.81	0.024151	5.67	6.54	4.9	1.57
Rio Torre 0	2.9	Q(T=200)	54.1	0.74	2.42	3.15	4.89	0.031632	6.97	7.76	4.9	1.77
Rio Torre 0	2.9	Q(T=500)	65.03	0.74	2.64	3.42	5.39	0.031721	7.35	8.85	4.9	1.75
Rio Torre 0	2.8	Q(T=50)	37.08	0.51	1.68	2.14	3.26	0.026482	5.57	6.66	6.12	1.71
Rio Torre 0	2.8	Q(T=200)	54.1	0.51	1.92	2.58	4.17	0.030946	6.64	8.15	6.12	1.84
Rio Torre 0	2.8	Q(T=500)	65.03	0.51	2.08	2.84	4.67	0.032226	7.13	9.12	6.12	1.87
Rio Torre 0	2	Q(T=50)	37.08	0.35	1.19	1.73	3	0.036914	5.97	6.22	7.41	2.08
Rio Torre 0	2	Q(T=200)	54.1	0.35	1.39	2.07	3.86	0.047765	6.96	7.77	8.86	2.37
Rio Torre 0	2	Q(T=500)	65.03	0.35	1.49	2.28	4.35	0.048871	7.49	8.69	8.86	2.41
Rio Torre 0	1.9	Q(T=50)	37.08	0.34	1.17	1.63	2.64	0.029211	5.38	6.9	8.63	1.92
Rio Torre 0	1.9	Q(T=200)	54.1	0.34	1.35	1.95	3.43	0.033161	6.39	8.46	8.76	2.08
Rio Torre 0	1.9	Q(T=500)	65.03	0.34	1.46	2.03	3.88	0.038874	6.89	9.44	9.87	2.25
Rio Torre 0	1.8	Q(T=50)	37.08	0.33	1.07	1.54	2.57	0.033126	5.43	6.83	9.48	2.04
Rio Torre 0	1.8	Q(T=200)	54.1	0.33	1.23	1.85	3.36	0.037172	6.45	8.39	9.59	2.2
Rio Torre 0	1.8	Q(T=500)	65.03	0.33	1.34	2.03	3.79	0.038154	6.94	9.37	9.66	2.25
Rio Torre 0	1.1	Q(T=50)	37.08	0.32	1.84	1.53	2.23	0.003964	2.74	13.53	8.88	0.71
Rio Torre 0	1.1	Q(T=200)	54.1	0.32	1.44	1.88	2.95	0.021345	5.43	9.96	8.88	1.64
Rio Torre 0	1.1	Q(T=500)	65.03	0.32	1.55	2.08	3.36	0.023348	5.96	10.91	8.88	1.72
Rio Torre 0	1	Q(T=50)	37.08	0.31	1.61	1.61	2.2	0.012218	3.4	10.92	9.28	1
Rio Torre 0	1	Q(T=200)	54.1	0.31	1.68	1.95	2.79	0.021834	4.68	11.57	9.32	1.34

Rio Torre 0	1	Q(T=500)	65.03	0.31	1.72	2.15	3.22	0.028343	5.43	11.98	9.34	1.53

Tabella 6: Dati idraulici con tempo di ritorno T=50, 200 e 500 anni STATO DI PROGETTO

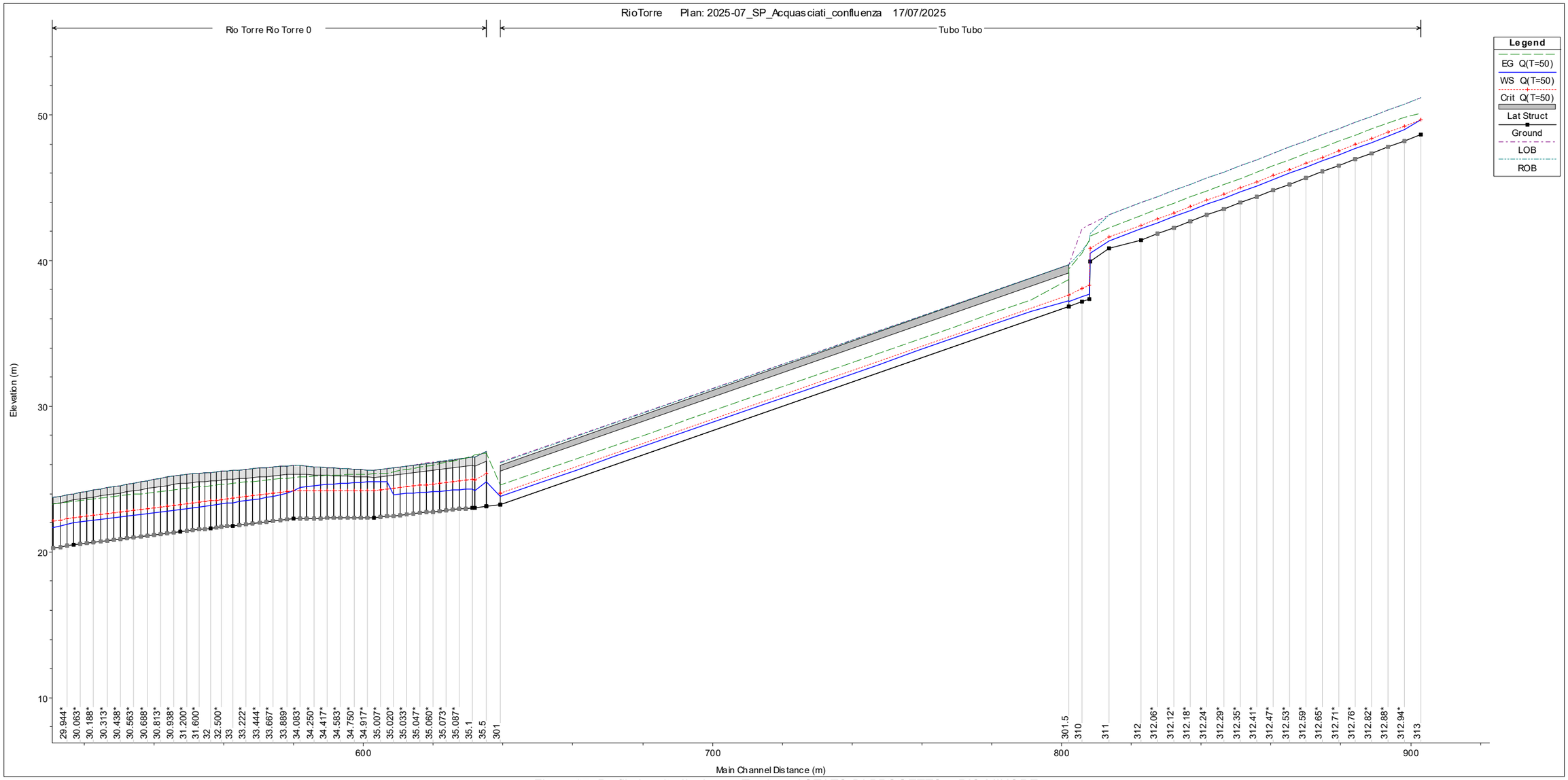


Figura 27: Profilo longitudinale con T=50 anni STATO DI PROGETTO – RIO MINORE

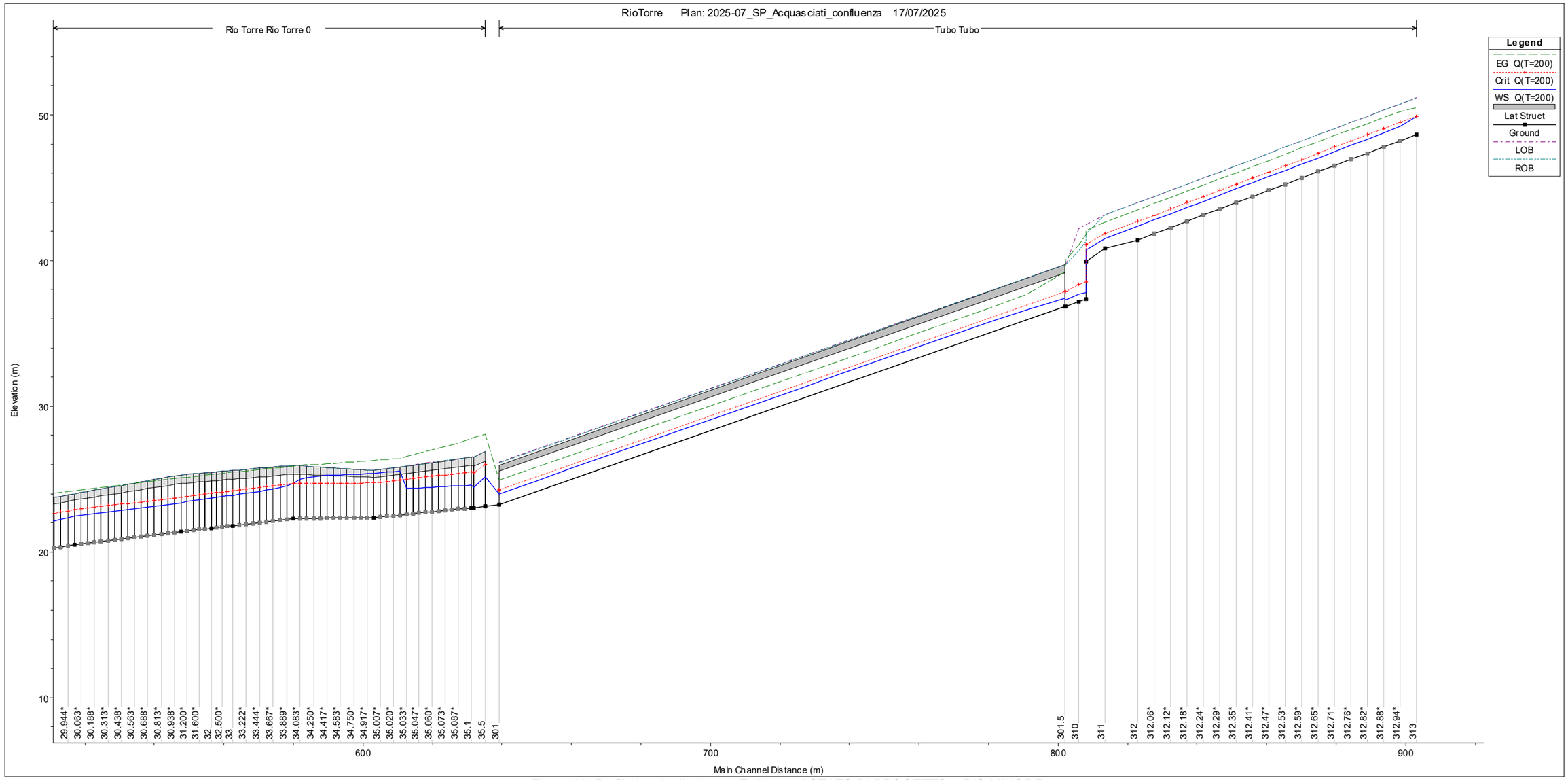


Figura 28: Profilo longitudinale con T=200 anni STATO DI PROGETTO – RIO MINORE

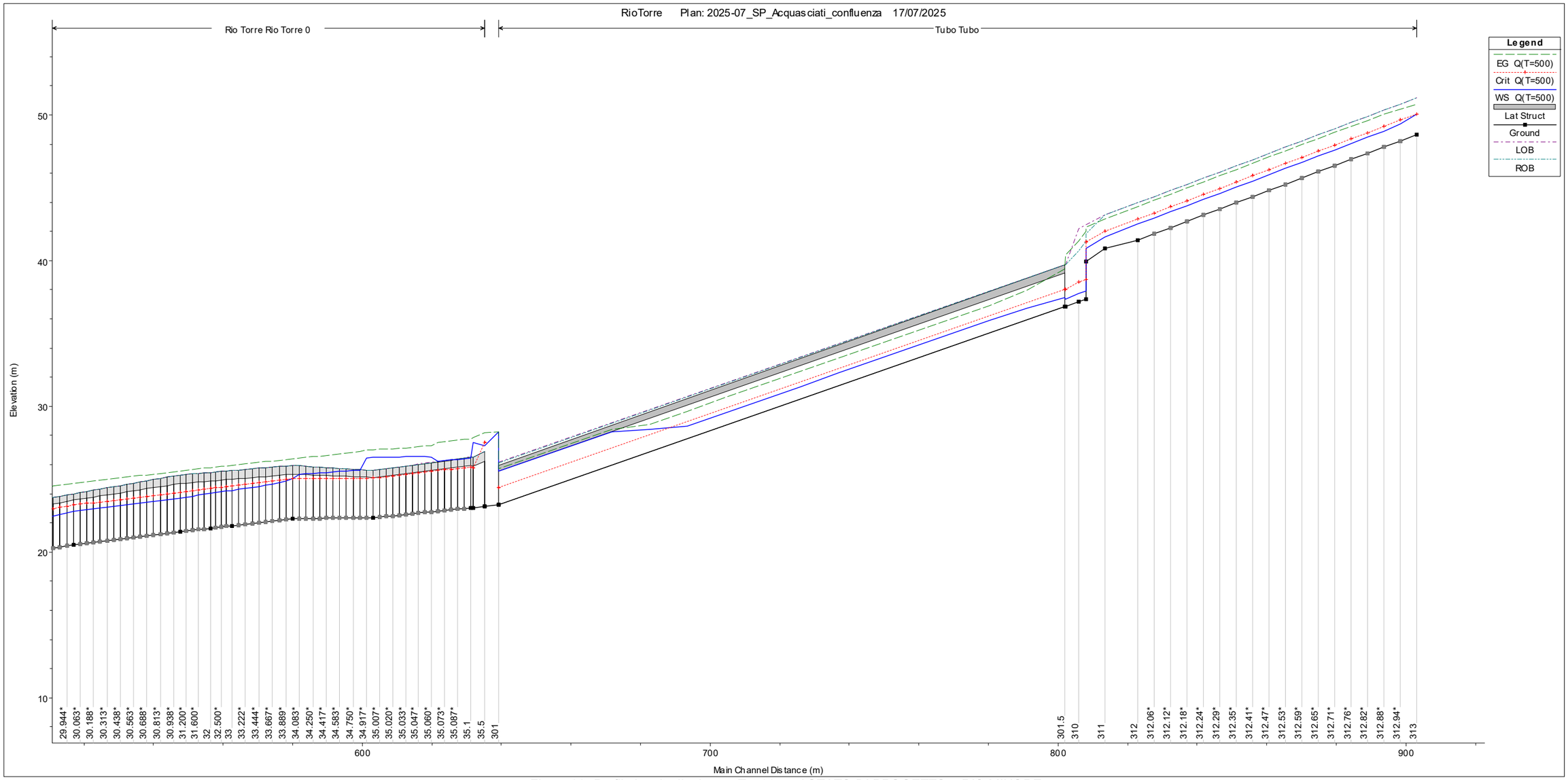


Figura 29: Profilo longitudinale con T=500 anni STATO DI PROGETTO – RIO MINORE

6. CONCLUSIONI

Come ampiamente discusso nei precedenti paragrafi, l'intervento B e l'intervento C consentono il transito della portata duecentennale con adeguati franchi di sicurezza ovvero rispettando i dettami delle norme di settore perseguendo, così, la Messa in Sicurezza dei rii minori. Invece, l'intervento A persegue la Mitigazione del Rischio consentendo il transito delle portata duecentennale con il massimo grado di sicurezza attuabile sulla scorra dell'urbanizzazione del tratto di Rio Torre in foce.

Allegati: Sezioni HEC-RAS STATO DI FATTO/STATO DI PROGETTO

7. INDICE

1. PREMESSA ____ *2*

2. PIANIFICAZIONE IDRAULICA E RISCHIO IDRAULICO ____ *3*

2.1. Evoluzione della normativa idraulica: Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) ____ **3**

2.2. Piano di Bacino ____ **4**

2.3. Piano degli interventi ____ **6**

2.4. Direttiva alluvioni ____ **7**

3. INTERVENTO A ____ *9*

3.1. STATO DI FATTO ____ **9**

3.2. STATO DI PROGETTO ____ **16**

3.3. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE ____ **18**

3.3.1. IDROLOGIA DI PIENA ____ 19
3.3.2. SIMULAZIONE IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE – PROCEDURA DI CALCOLO ____ 21
3.3.3. PARAMETRI DI CALCOLO ____ 22
3.3.4. ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI FATTO (Plan 2025-07_SF) ____ 24
3.3.5. ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI PROGETTO (Plan 2025-07_SP_Foce) ____ 32
3.3.6. PERICOLOSITÀ RESIDUA SIA IN TERMINI DI LIMITAZIONE DELLA PORTATA SMALTIBILE SIA IN TERMINI DI FRANCHI IDRAULICI E COMPORTAMENTO IN PRESSIONE DELLE OPERE ESISTENTI E REALIZZANDE ____ 46

4. INTERVENTO B ____ *53*

4.1. STATO DI FATTO ____ **53**

4.2. STATO DI PROGETTO ____ **68**

4.3. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE ____ **69**

4.3.1. IDROLOGIA DI PIENA ____ 70
4.3.2. SIMULAZIONE IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE – PROCEDURA DI CALCOLO ____ 73
4.3.3. PARAMETRI DI CALCOLO ____ 74
4.3.4. ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI FATTO (Plan 2025-07_SF) ____ 77
4.3.5. ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI PROGETTO (Plan 2025-07_SP Porsani) 85

5. INTERVENTO C ____ *97*

5.1. STATO DI FATTO ____ **97**

5.2. STATO DI PROGETTO ____ **101**

5.3. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE ____ **102**

5.3.1. IDROLOGIA DI PIENA ____ 102
5.3.2. SIMULAZIONE IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE – PROCEDURA DI CALCOLO ____ 104
5.3.3. PARAMETRI DI CALCOLO ____ 105
5.3.4. ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI FATTO (Plan 2025-07_SF) ____ 108
5.3.5. ANALISI E SIMULAZIONE IDRAULICA RELATIVA ALLO STATO DI PROGETTO (Plan 2025-07_SP_Via Asquasciati_confluenza) ____ 117

6. CONCLUSIONI ____ *128*

7. INDICE ____ *129*

Il Tecnico Incaricato

Ing. Tiziano DE SILVESTRI