

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J81H0200000001

S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA - LA SPEZIA (PONTREMOLESE)

TRATTA PARMA - VICOFERTILE

09-IDRAULICA E IDROLOGIA

RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

IP00 00 D 26 RI I N 0 3 0 2 0 0 1 C

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|------------------------------------|-----------|-----------|---------------|----------|-----------|-----------|-----------------------|
| A | EMISSIONE ESECUTIVA | P. Cucino | Feb 2022 | C. Cappellini | Feb 2022 | G.Fadda | Feb 2022 | A.Perego Ott. 2022 |
| B | EMISSIONE ESECUTIVA | P. Cucino | Mar. 2022 | C. Cappellini | Mar 2022 | G.Fadda | Mar. 2022 | |
| C | AGGIORNAMENTO POST VERIFICA RFI | P. Cucino | Ott. 2022 | C. Cappellini | Ott 2022 | G.Fadda | Ott. 2022 | |

File: IP0000D26RIIN0302001C.docx

n. Elab.:

PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
NAVILE DEL TARO (pk 4+490)**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|---------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 2 di 32 |

INDICE

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | PREMESSA..... | 4 |
| 2 | RIFERIMENTI NORMATIVI..... | 6 |
| 2.1 | NORMATIVA NAZIONALE | 6 |
| 2.2 | NORMATIVA REGIONALE E LOCALE | 6 |
| 2.3 | DOCUMENTI TECNICI | 7 |
| 3 | DISPOSIZIONI NORMATIVE | 8 |
| 3.1 | PAI-AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO | 9 |
| 3.2 | PGRA-DISTRETTO IDROGRAFICO PADANO | 11 |
| 3.3 | COMPATIBILITÀ IDRAULICA | 13 |
| 4 | DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO..... | 16 |
| 4.1 | INQUADRAMENTO MORFOLOGICO DELL'AREA INTERESSATA..... | 16 |
| 5 | SCOPO DELLA RELAZIONE | 18 |
| 5.1 | LA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO | 18 |
| 6 | PORTATA DI RIFERIMENTO | 20 |
| 7 | MODELLO DI SIMULAZIONE IDRAULICA..... | 21 |
| 8 | RISULTATI DELLA MODELLAZIONE HEC-RAS..... | 28 |
| 8.1 | SINTESI DEI RISULTATI..... | 29 |
| | ALLEGATO A: RISULTATI MODELLAZIONE HEC-RAS..... | 32 |

|  | <p style="text-align: center;">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p style="text-align: center;">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|---------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>3 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 3 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 3 di 32 | | | | | | | | |

INDICE DELLE TABELLE

| | |
|--|----|
| Tabella 3-1 Definizione dei tempi di ritorno per ciascun ambito territoriale | 12 |
| Tabella 8-1 Risultati della modellazione idraulica per TR = 200 anni..... | 29 |
| Tabella 8-2 Risultati della modellazione idraulica considerando i cambiamenti climatici..... | 30 |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|--|-----------|
| Figure 1 Suddivisione territoriale in distretti..... | 8 |
| Figure 2 Schema per la delimitazione delle fasce fluviali..... | 10 |
| Figure 3 Inquadramento fasce di esondazione da PAI. | 11 |
| Figure 4 Inquadramento aree di esondazione da PGRA e RRI Parma..... | 13 |
| Figure 5 Inquadramento dell'area di intervento e indicazione principali corsi d'acqua. | 17 |
| Figure 6 Inquadramento area di intervento ANTE OPERAM (in ciano il tratto di canale da deviare) | 18 |
| Figure 7 Inquadramento area di intervento POST OPERAM..... | 19 |
| <i>Figure 8 Schema di calcolo per la determinazione del profilo liquido nei corsi d'acqua</i> | <i>22</i> |
| <i>Figure 9 Sezione schematica di un corso d'acqua naturale.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Figure 10 Forze in gioco nell'applicazione del principio della quantità di moto</i> | <i>25</i> |
| Figure 11 Inquadramento planimetrico su ortofoto delle sezioni di modellazione | 29 |

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|---------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>4 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 4 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 4 di 32 | | | | | | | | |

1 PREMESSA

Con “Pontremolese” viene comunemente intesa la linea ferroviaria Parma – La Spezia, linea che congiunge come trasversale la linea Tirrenica con la dorsale Roma-Firenze-Bologna-Milano.

Nel 1976 entra a far parte del Corridoio Plurimodale Tirreno-Brennero (Ti-Bre) e fra gli anni '80 e '90 vengono realizzati il raddoppio delle tratte Vezzano Ligure-S.Stefano di Magra, e Ghiare di Berceto-Solignano e successivamente viene realizzato il prolungamento del raddoppio Solignano-Fornovo. A seguito dell’emanazione della Legge n. 443 del 21 dicembre 2001 (Legge Obiettivo), la restante parte da raddoppiare della linea (Parma-Osteriazza e Berceto-Chiesaccia) è stata inserita fra le opere strategiche.

Con Delibera n.19 del 8 maggio 2009, pubblicata sulla G.U.R.I. n. 301 del 29 dicembre 2009, il CIPE approva il Progetto Preliminare del Completamento del 2003. Delle tratte comprese tra Parma e Osteriazza e tra Berceto e Chiesaccia, vengono individuati tre lotti funzionali:

- Parma-Osteriazza
- Berceto-Pontremoli
- Pontremoli-Chiesaccia.

Di questi tre lotti funzionali, nella stessa Delibera, è stato individuato il primo, quello Parma-Osteriazza, come lotto prioritario, a sua volta suddiviso nei tre sub lotti Parma-Vicofertile, Vicofertile-Collecchio e Collecchio-Osteriazza.

Il progetto in oggetto è relativo al progetto definitivo del raddoppio della tratta Parma- Vicofertile

Rispetto al tracciato sviluppato nel Progetto Preliminare del 2004, il Progetto Definitivo vede una variante di tracciato per la parte d’innesto del raddoppio nei binari della stazione di Parma: la coppia di binari garantisce le relazioni merci Fornovo Bologna (direzioni P/D) e il solo binario dispari garantisce le relazioni viaggiatori con La Spezia attestate a Parma (evitando di fuori uscire dal corridoio urbanistico).

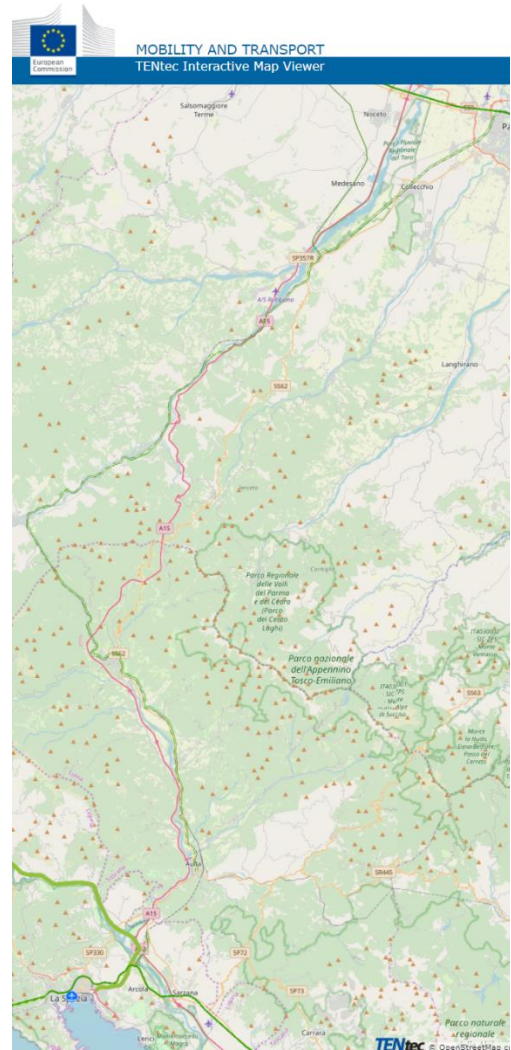
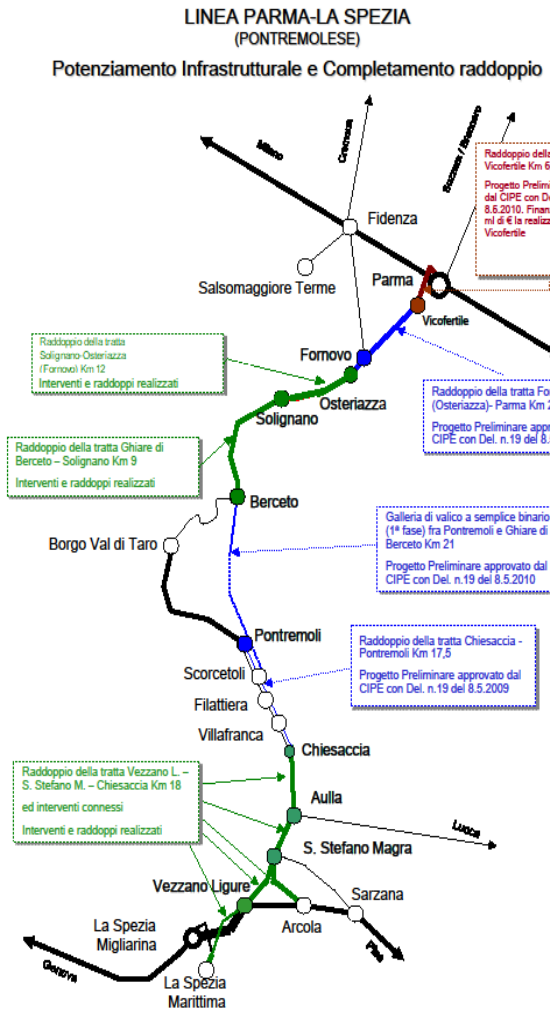
Tale variante, oltre a portare notevoli benefici ferroviari nella Stazione di Parma, permetterà di risolvere all’interno dell’abitato di Parma le interferenze della linea Pontremolese con la viabilità ordinaria e di rendere disponibile alla città un tratto di circa 3,5 km (il vecchio binario di tracciato).

Nel seguente schema si riporta lo stato attuale della linea con evidenziati i tratti già raddoppiati, quelli in corso di realizzazione e di progettazione.

PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
NAVILE DEL TARO (pk 4+490)**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|---------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 5 di 32 |



|  | <p style="text-align: center;">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p style="text-align: center;">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|---------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>6 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 6 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 6 di 32 | | | | | | | | |

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Con specifico riferimento agli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale e regionale, i riferimenti principali nel campo idrologico-idraulico sono elencati nel seguito.

2.1 Normativa nazionale

- [1] R.D. 25/07/1904, n. 523 – “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”;
- [2] Legge 18 maggio 1989, n. 183. Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo;
- [3] L. 36/94 (Legge Galli). Disposizioni in materia di risorse idriche;
- [4] D.P.R. 14 aprile 1994. Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale e interregionale;
- [5] Dpcm 4/3/96. Disposizioni in materia di risorse idriche;
- [6] Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale;
- [7] Direttiva 2007/60/CE, cosiddetta “Direttiva Alluvioni”;
- [8] Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018);
- [9] Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”
- [10] Manuale di Progettazione RFI – Edizione 2021;

2.2 Normativa regionale e locale

- [1] DGR 1300 del 1° agosto 2016: prime disposizioni regionali concernenti l’attuazione del piano di gestione del rischio di alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell’art. 58 elaborato n. 7 (norme di attuazione) e dell’art. 22 elaborato n. 5 (norme di attuazione) del progetto di

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|---------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>7 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 7 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 7 di 32 | | | | | | | | |

variante al PAI e al PAI Delta adottato dal Comitato Istituzionale Autorità di Bacino del fiume Po con deliberazioni n. 5/2015;

- [2] PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA) approvato con Deliberazione n.2/2016 dall’Autorità di Bacino del Po;
- [3] Variante di coordinamento PAI-PGRA" (DGR 2112/2016) - AdBRR;
- [4] REGOLAMENTO DI POLIZIA IDRAULICA DEL CONSORZIO DI BONIFICA PARMENSE, 2018;
- [5] Regolamento di gestione del Rischio Idraulico (RRI) - Comune di Parma, Febbraio 2020;
- [6] Piano Stralcio per l’Assetto idrogeologico (PAI, AdBPo) – DPCM 24/05/2001;
- [7] Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica – Norme di Attuazione del PAI dell’AdBPo, Allegato 3;
- [8] Adeguamento tematico del P.T.C.P. alla “Variante al Piano per l’assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI): torrente Baganza da Calestano a confluenza Parma e torrente Parma zona confluenza Baganza” – Del. del C.I. n. 4 del 7 dicembre 2016;

2.3 Documenti tecnici

- [1] D. Citrini, G. Nosedà – “Idraulica” – Casa Editrice Ambrosiana Milano – 1987;
- [2] F. Arredi – “Costruzioni Idrauliche” – Utet – 1987;
- [3] L. Da Deppo, C. Datei – “Fognature” – Edizioni Progetto Padova – 1997;
- [4] S. Artina et al. – “Sistemi di Fognatura” – Centro Studi Deflussi Urbani – Hoepli – 1997;

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|---------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>8 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 8 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 8 di 32 | | | | | | | | |

3 DISPOSIZIONI NORMATIVE

Con le disposizioni del Testo Unico in materia ambientale (Decreto legislativo n. 152/2006) l'intero territorio italiano è stato ripartito complessivamente in 7 distretti idrografici, in ognuno dei quali è istituita l'Autorità di Bacino distrettuale, definita giuridicamente come ente pubblico non economico e responsabile della redazione del Piano di Gestione (art. 117).



Figure 1 Suddivisione territoriale in distretti

Le opere in progetto, secondo la nuova Direttiva 2000/60/CE ricadono nel bacino idrografico del fiume Po, di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po.

Di conseguenza, l'analisi idraulica condotta nel seguito dovrà considerare gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore nella zona in esame; in particolare:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino idrografico del fiume Po;
- Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) approvato con Deliberazione n.2/2016 dall'Autorità di Bacino del Po.

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|---------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>9 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 9 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 9 di 32 | | | | | | | | |

3.1 PAI-AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO

Il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po, attraverso le sue disposizioni, persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni, il recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate, anche attraverso usi ricreativi.

Sulla base del PAI, l'alveo fluviale e la parte di territorio limitrofo costituente nel complesso la regione fluviale, sono oggetto di una suddivisione in fasce fluviali, la cui delimitazione è eseguita in funzione dei principali elementi dell'alveo che ne determinano la connotazione fisica: caratteristiche geomorfologiche, dinamica evolutiva, opere idrauliche, caratteristiche naturali e ambientali. Nello specifico, le fasce fluviali definite dal PAI sono le seguenti:

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena, si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>10 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 10 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 10 di 32 | | | | | | | | |

La figura seguente riporta uno schema esplicativo della definizione delle fasce fluviali.

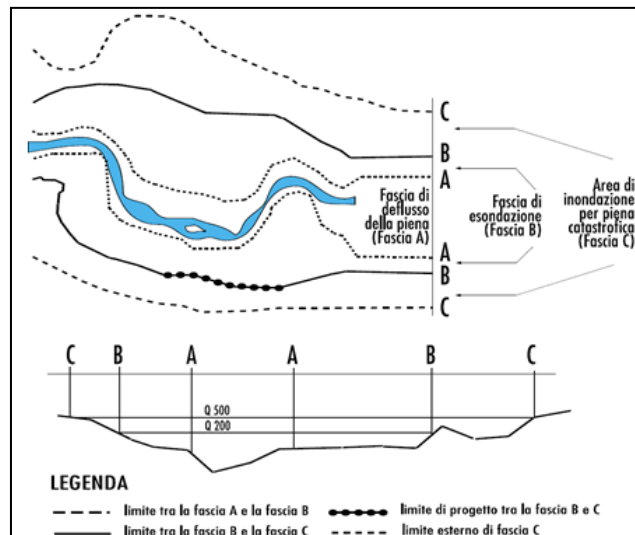


Figure 2 Schema per la delimitazione delle fasce fluviali

Dagli inquadramenti delle aree di esondazione PAI/PGRA (cod. elaborato IP0000D26N4ID0002001A), di seguito si riportano:

- In rosso il tracciato dell'infrastruttura ferroviaria in progetto
- le fasce fluviali definite dal PAI.

PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
NAVILE DEL TARO (pk 4+490)**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|----------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 11 di 32 |

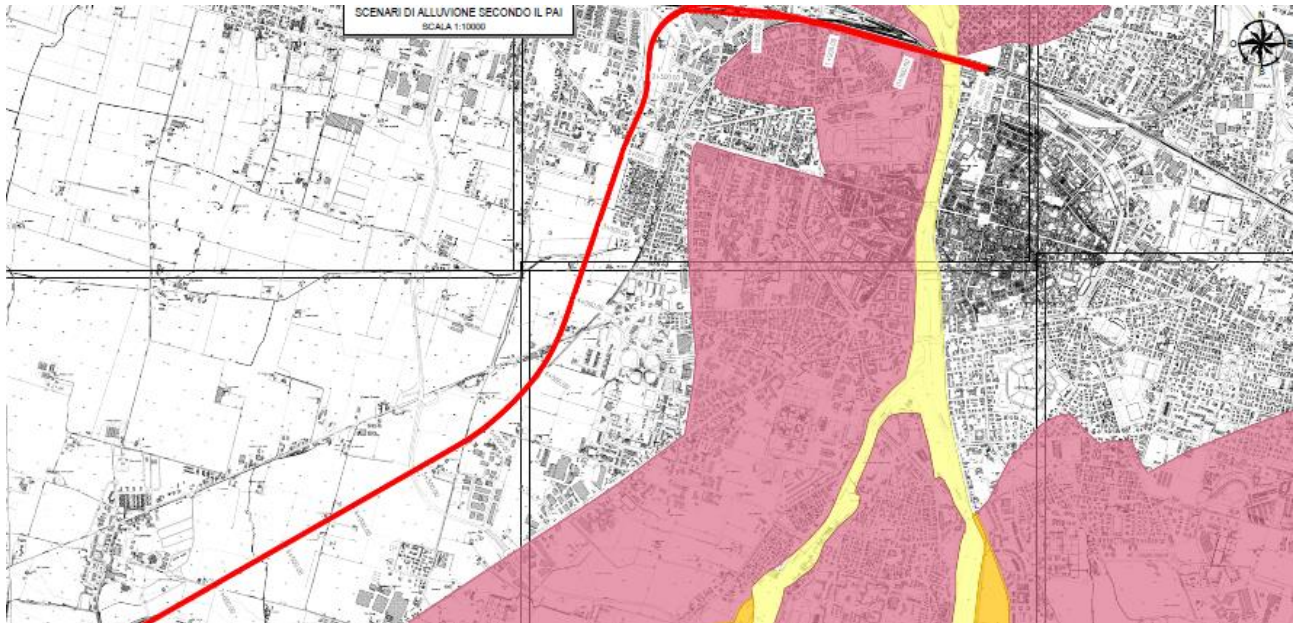


Figure 3 Inquadramento fasce di esondazione da PAI.

Come si evince dalla tavola del PAI del bacino del fiume Po, l'intervento infrastrutturale in progetto è esterno alle aree di pericolosità idraulica, ad eccezione della stazione di Parma la quale è però rialzata rispetto al piano campagna adiacente.

3.2 PGRA-DISTRETTO IDROGRAFICO PADANO

Le norme comunitarie prevedono l'obbligo di predisporre per ogni distretto, a partire dal quadro della pericolosità e del rischio di alluvioni definito con l'attività di mappatura, uno o più Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (art. 7 D. Lgs. 49/2010 e art. 7 Dir. 2007/60/CE), contenenti le misure necessarie per raggiungere l'obiettivo di ridurre le conseguenze negative dei fenomeni alluvionali nei confronti della salute umana, del territorio, dei beni, dell'ambiente, del patrimonio culturale e delle attività economiche e sociali. A tal proposito, l'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE identifica tre scenari su cui valutare la pericolosità idraulica:

- scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (tempo di ritorno > 500 anni);
- alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità di alluvione);
- alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni (elevata probabilità di alluvione).

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
|  | COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490) | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>12 di 32</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 12 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 12 di 32 | | | | | | | | |

Il Distretto idrografico Padano, vista la rilevante estensione del bacino del fiume Po e la peculiarità e diversità dei processi di alluvione sul suo reticolo idrografico, ha disposto di effettuare la mappatura della pericolosità secondo approcci metodologici differenziati per i diversi ambiti territoriali di seguito definiti:

- Reticolo principale (RP);
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM);
- Reticolo secondario di pianura (RSP);
- Aree costiere marine (ACM);
- Aree costiere lacuali (ACL).

Le mappe delle aree allagabili rappresentano l'estensione massima degli allagamenti conseguenti al verificarsi degli scenari riconducibili ad eventi di elevata, media e scarsa probabilità di accadimento, come riportato nella tabella seguente:

| Direttiva Alluvioni | | Pericolosità | Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni) | | | | |
|---|---|---------------|---|--|----------------|----------------------------|-------------|
| Scenario | TR (anni) | | RP | RSCM (legenda PAI) | RSP | ACL | ACM |
| Elevata probabilità di alluvioni (H = high) | 20-50 (frequente) | P3 elevata | 10-20 | Ee, Ca RME per conoide ed esondazione | Fino a 50 anni | 15 anni | 10 anni |
| Media probabilità di alluvioni (M = medium) | 100-200 (poco frequente) | P2 media | 100-200 | Eb, Cp | 50-200 anni | 100 anni | 100 anni |
| Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low) | Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro) | P1 bassa | 500 | Em, Cn | | Massimo storico registrato | >> 100 anni |

Tabella 3-1 Definizione dei tempi di ritorno per ciascun ambito territoriale

Dagli inquadramenti delle aree di esondazione PAI/PGRA (cod. elaborato IP0000D26N4ID0002001A), di seguito si riportano:

- In rosso il tracciato dell'infrastruttura ferroviaria in progetto
- le aree a pericolosità idraulica definita dal PGRA.

PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
NAVILE DEL TARO (pk 4+490)**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|----------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 13 di 32 |

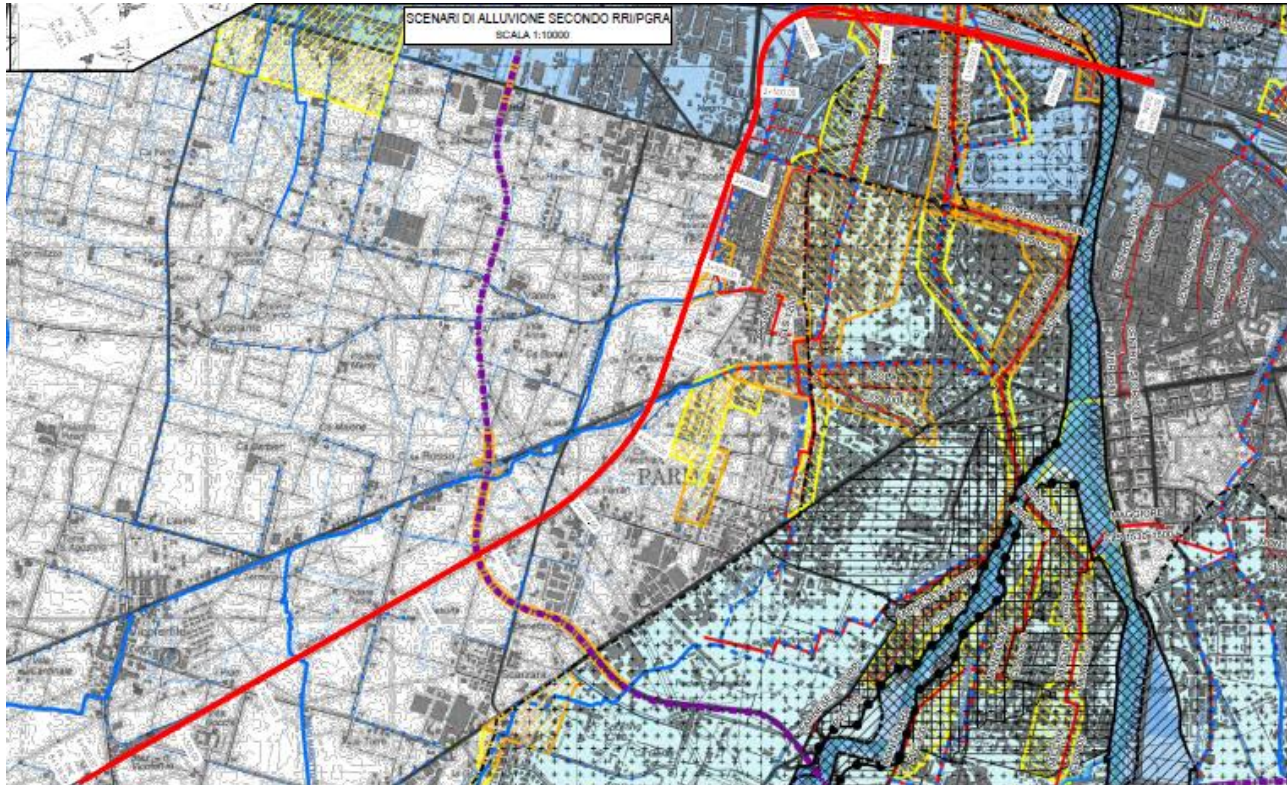


Figure 4 Inquadramento aree di esondazione da PGRA e RRI Parma.

Come si evince dalla tavola del Regolamento del Rischio Idraulico del Comune di Parma (integrativo rispetto al PGRA), l'intervento infrastrutturale ricade in aree a pericolosità di alluvioni media secondo il PGRA, con tempo di ritorno atteso dell'evento di 200 anni. In particolare, il tratto d'opera di progetto che ricade in aree a pericolosità idraulica P2 si estende dalla stazione di Parma (che si trova in posizione rialzata rispetto al circostante piano campagna) fino alla rotatoria di Via Emilia Ovest (sempre nel comune di Parma).

3.3 Compatibilità idraulica

Dall'analisi della normativa vigente in materia di aree di esondazione si evidenzia che l'area interessata dalla realizzazione delle opere di progetto lambisce le fasce fluviali di esondazione ai sensi del PAI, mentre interessa in alcuni punti aree a pericolosità di alluvioni media secondo il PGRA, con tempo di ritorno dell'evento di 200 anni. In particolare, il tratto d'opera di progetto che ricade in aree a pericolosità idraulica P2 si estende dalla stazione di Parma (che si trova in posizione

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>14 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 14 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 14 di 32 | | | | | | | | |

decisamente rialzata rispetto al circostante piano campagna) fino alla rotatoria di Via Emilia Ovest (sempre nel comune di Parma).

Tuttavia, la porzione citata ricade in aree a pericolosità idraulica da RSP (Reticolo Secondario di Pianura), la cui mappatura è stata messa a punto secondo un criterio “storico-inventariale” ed i cui valori di tiranti e velocità risultano “esigui”, così come riportato nel documento messo a punto dalla regione Emilia-Romagna “Prime disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell’art. 58 elaborato n. 7 (norme di attuazione) e dell’art. 22 elaborato n. 5 (norme di attuazione) del Progetto di variante al PAI e al PAI Delta, adottato dal comitato istituzionale Autorità di bacino del fiume Po con deliberazioni n. 5/2015”.

In aggiunta a ciò, gli interventi in progetto sono stati protetti dall’ingresso dell’acqua mediante la realizzazione di dispositivi di disconnessione idraulica (sopraelevazione delle opere in progetto laddove possibile, dossi lungo le viabilità, muri perimetrali ad imbocco/sbocco della galleria, cancelli a tenuta stagna), in maniera tale da proteggerli da possibili allagamenti. Per maggiori dettagli, si rimanda all’elaborato IP0000D26RIID0102001.

Inoltre, essendo gli interventi in progetto classificabili come interventi di interesse pubblico, si richiamano le indicazioni fornite dall’art. 38 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l’Assetto idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Po, per inquadrarne la fattibilità.

Art. 38. Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico

1. Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all’interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modificano i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell’ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l’assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all’Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui la comma successivo, per l’espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.
2. L’Autorità di bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d’impatto sull’assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino.

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>15 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 15 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 15 di 32 | | | | | | | | |

Alla luce di quanto esplicitato in precedenza, si può affermare che l'intervento in oggetto non concorre ad incrementare le condizioni di rischio idraulica, né in loco né in aree limitrofe. Inoltre, l'intervento in essere:

- non pregiudica la possibilità di sistemazione idraulica definitiva dell'area;
- non produce effetti negativi nei sistemi geologico ed idrogeologico, assicurando l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti;
- garantisce il mantenimento della funzionalità ed operatività proprie della struttura in casi di evento alluvionale;
- assicura il mantenimento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area e la sicurezza delle opere di difesa esistenti;
- non produce effetti in termini di squilibrio degli attuali bilanci della risorsa idrica (prelievi e scarichi).

In conseguenza di ciò, è possibile affermare che le nuove opere in progetto risultano idraulicamente compatibili con le norme che disciplinano gli interventi ricadenti in aree interessate da inondazioni.

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>16 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 16 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 16 di 32 | | | | | | | | |

4 DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

Nell'ambito del potenziamento infrastrutturale della Linea ferroviaria compresa tra le stazioni di Parma e Vicofertile, il presente Progetto Definitivo prevede il raddoppio della linea storica con affiancamento alla linea esistente, ad eccezione del tratto che corre all'interno del centro abitato di Parma, laddove è prevista una galleria artificiale sotterranea, così come da elaborati redatti nella precedente fase progettuale.

Dal punto di vista idrologico-idraulico, la tratta ferroviaria interferisce con il reticolo idrografico superficiale costituito principalmente da canali irrigui gestiti dal Consorzio di Bonifica Parmense (di seguito indicato CBP) e dal Consorzio Naviglio-Taro (di seguito indicato CNT).

Nel tracciato di variante, a causa della forte urbanizzazione del territorio, viene previsto, come prima accennato, l'inserimento di una galleria artificiale tra il km 1+790 e il km 3+760. In questo tratto l'opera interferisce con due canali principali, tra cui l'Abbeveratoio (km 2+070) e il cavo Via Cava (km 3+730) e per cui si è resa necessaria la risoluzione delle due interferenze attraverso due sifoni. Una terza interferenza è rappresentata dal canale Navile del Taro (km 4+500), che nello specifico viene risolta mediante deviazione del corso d'acqua, affinché questo attraversi in retto la linea di progetto con un canale tombinato in calcestruzzo.

Successivamente, il tracciato, all'altezza del km 4+700, si ricongiunge alla linea esistente raggiungendola nord, dirigendosi verso la stazione di Vicofertile. L'interferenza idraulica della linea con il cavo Maretto è risolta mediante il prolungamento del tombino esistente al km 6+698.

Sono altresì presenti una serie di attraversamenti di canali irrigui esistenti di minori dimensioni risolti attraverso la ricucitura con il sistema di drenaggio ferroviario mediante il rifacimento dei tombini con sezione circolare seguendo le prescrizioni del MdP RFI.

4.1 Inquadramento morfologico dell'area interessata

Il tracciato si sviluppa all'interno del Bacino del Fiume Po, in particolare nella fascia interclusa tra il Fiume Taro ed il Fiume Parma a valle della confluenza con il Torrente Baganza.

Il bacino del Taro è costituito da due sottobacini: quello del F. Taro e quello del T. Ceno. Le rispettive vallate confluiscono poco a monte di Fornovo Taro; la superficie complessiva del bacino montano è di 1.207,49 Km², di cui 536,99 appartenenti al T. Ceno.

PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
NAVILE DEL TARO (pk 4+490)**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|----------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 17 di 32 |

Il Fiume Parma e il Torrente Baganza formano due sottobacini montani indipendenti.

Il Baganza confluisce nel Parma alle porte della Città.

Le superfici dei bacini montani e le corrispondenti lunghezze delle aste fluviali sono rispettivamente di 316,60 Km² e 42 Km per il F. Parma e di 173,02 Km² e 38,30 Km per il T. Baganza. La quota massima presente nel bacino del T. Baganza è di 1.401 m s.l.m. (M.te Borgognone) e quella di chiusura di 165 m s.l.m. (a Sala Baganza). La quota massima del bacino del T. Parma è toccata ai 1.852 m s.l.m. del M.te Marmagna, quella inferiore di 160 m s.l.m. alla chiusura del Ponte di Pannocchia, a valle di Langhirano.

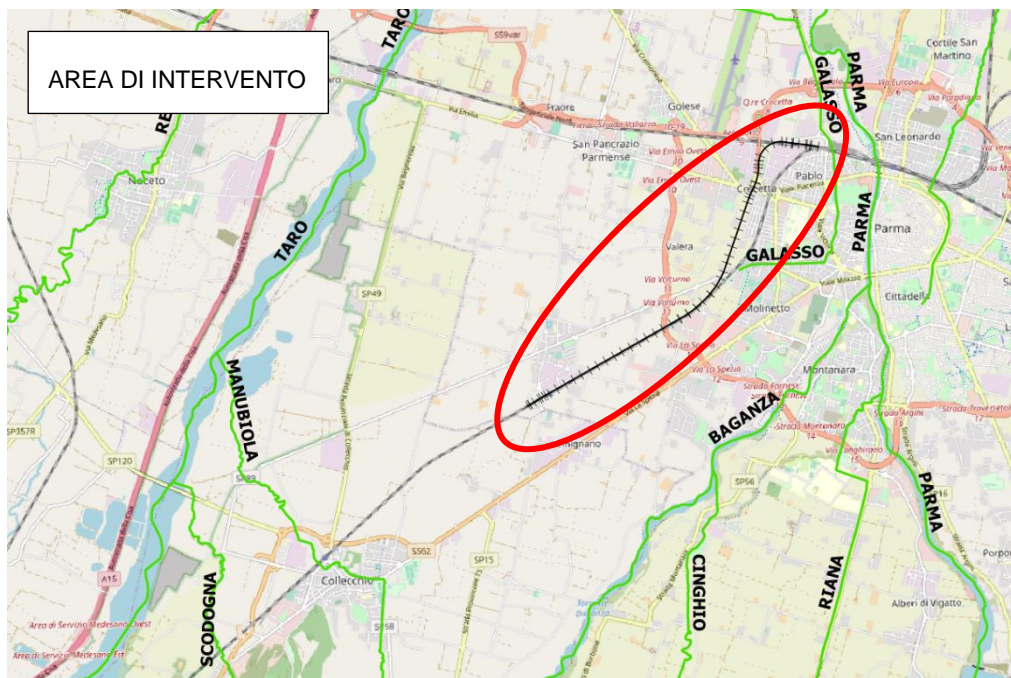


Figure 5 Inquadramento dell'area di intervento e indicazione principali corsi d'acqua.

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>18 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 18 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 18 di 32 | | | | | | | | |

5 SCOPO DELLA RELAZIONE

La presente relazione ha come obiettivo quello di simulare il comportamento idraulico del tratto deviato individuato tra il km 4+260 e 4+520 del canale Navile del Taro, al fine di individuare eventuali criticità dovute al cambio di geometria, pendenza e scabrezza e verificare il comportamento idraulico nel tratto tombinato.

La simulazione verrà svolta in moto permanente con l'ausilio del software di calcolo HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), sviluppato dall'U.S. Army Corp of Engineers.

5.1 La deviazione Navile del Taro

Il tracciato ferroviario di progetto interferisce al km 4+500 con il tracciato del canale Navile del Taro; si rende quindi necessaria la deviazione del canale secondo un nuovo tracciato che permetta di attraversare in retto la ferrovia e successivamente ricongiungersi a valle con l'alveo esistente.

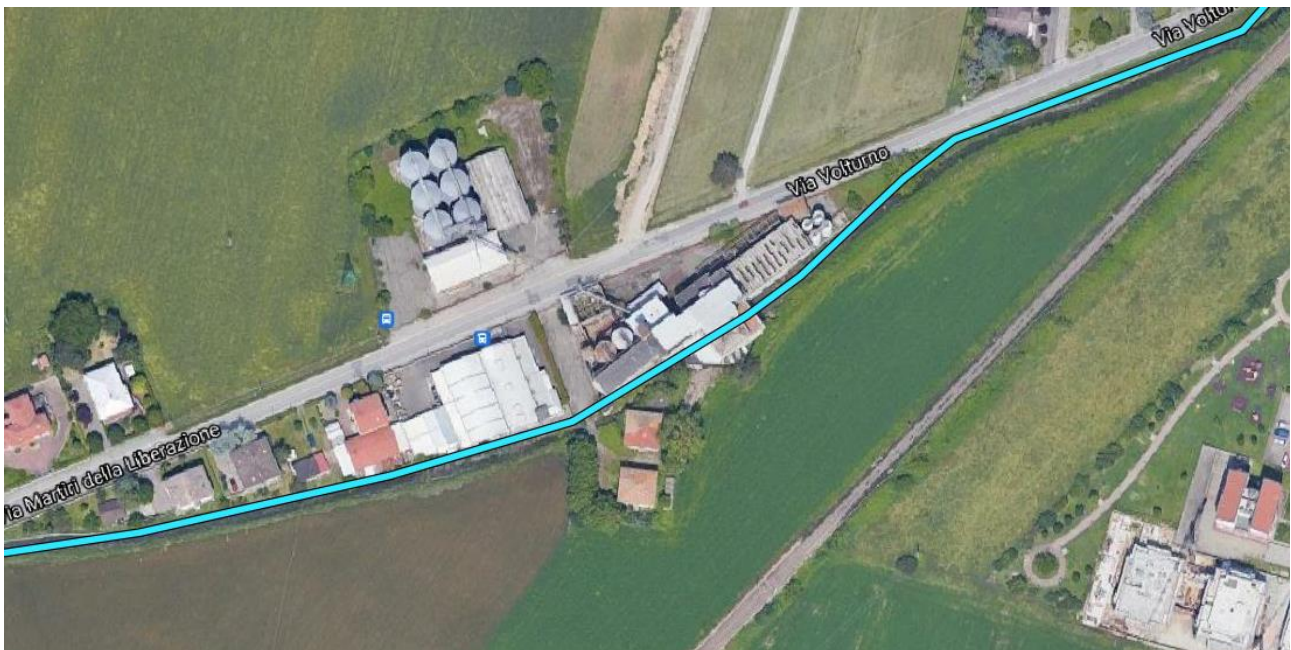


Figure 6 Inquadramento area di intervento ANTE OPERAM (in ciano il tratto di canale da deviare)

PROGETTO DEFINITIVO
**RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
 NAVILE DEL TARO (pk 4+490)**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|----------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 19 di 32 |



Figure 7 Inquadramento area di intervento POST OPERAM

Complessivamente il tratto interessato dagli interventi di deviazione presenta un'estensione di 415 m circa (misurati sul nuovo asse del canale) ed è costituito da un tombino avente forma rettangolare e dimensioni interne di 5 m in larghezza e 1,80 m in altezza; per gestire la differenza di quota tra monte e valle del tratto deviato e sottopassare la linea ferroviaria, il canale tombinato giunge alla linea ferroviaria mediante 2 salti di 1,20 m ciascuno e pendenza 0,5% del tratto a monte dell'interferenza; successivamente si ricollega a valle con un tratto parallelo alla ferrovia storica avente pendenza 0,3%. In corrispondenza di ogni salto idraulico si predispone un passo d'uomo per eventuali ispezioni.

Immediatamente prima e dopo del canale tombinato, sul fondo e sulle sponde dell'alveo naturale verranno disposti massi legati, con diametro dei massi > 40 cm al fine di regolarizzare il deflusso idrico e prevenire l'erosione del fondo del canale. A valle dell'intervento invece, verrà effettuato un ripristino dell'alveo esistente al fine di prevenire fenomeni di rigurgito e regolarizzare il deflusso in ragione del nuovo assetto plano-altimetrico.

A valle della prevista deviazione, lungo il tratto di canale esistente, è presente in sinistra idraulica un manufatto di derivazione delle acque per scopi irrigui: tale manufatto sarà preservato, adeguandolo alla nuova configurazione di progetto per poter continuare ad attingere le portate spettanti agli aventi diritto.

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>20 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 20 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 20 di 32 | | | | | | | | |

La deviazione plano-altimetrica del tracciato del canale Navile Taro è stata definita sulla base del rilievo celerimetrico eseguito nell'ambito della progettazione della tratta Parma-Vicofertile in esame.

6 PORTATA DI RIFERIMENTO

La portata di riferimento assunta per le successive verifiche idrauliche è stata fornita dalla Società degli Utenti del Canale Naviglio Taro e risulta pari a 5 mc/s nel caso di piena duecentennale. Tuttavia, in accordo con la presente progettazione, per tener conto dei cambiamenti climatici è stato considerato anche uno scenario dove si prevede un incremento del 25% rispetto alla portata duecentennale ovvero 6,3 mc/s.

Infine, concordatamente con quanto indicato dal gestore si garantisce il mantenimento di un minimo deflusso vitale pari a 200-300 l/s durante le fasi di lavoro al fine anche di evitare problemi di carattere igienico-sanitario.

|  | <p style="text-align: center;">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p style="text-align: center;">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>21 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 21 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 21 di 32 | | | | | | | | |

7 MODELLO DI SIMULAZIONE IDRAULICA

Come anticipato, le verifiche idrauliche sono state condotte con un modello numerico monodimensionale sviluppato tra il 1996 ed il 2001 dal Centro di Ingegneria Idraulica del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti USACE-HEC (United States Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center) ed implementato nel programma per elaboratore elettronico HEC-RAS di ampia diffusione e consolidata pratica d'uso. Le verifiche sono state condotte al fine di determinare le caratteristiche idrauliche del deflusso in condizioni di piena in modo da avere quante più informazioni possibili circa la deviazione del canale in progetto.

Il software utilizzato per lo studio è in grado di simulare l'andamento idraulico monodimensionale del tirante in canali naturali o artificiali in condizioni di fondo fisso, in regime subcritico, supercritico o vario.

Il profilo della superficie libera viene calcolato a partire da una sezione alla successiva, posta a monte o a valle a seconda che il regime sia, rispettivamente, subcritico o supercritico, risolvendo con una procedura iterativa nota come *standard step*, l'equazione che esprime il bilancio dell'energia della corrente, nota anche come equazione di Bernoulli e riportata di seguito:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

- i pedici 1 e 2 indicano i valori relativi alla sezione di valle e di monte del tratto considerato;
- Y rappresenta il tirante;
- Z rappresenta la quota del fondo dell'alveo rispetto ad un riferimento prefissato;
- v rappresenta la velocità media nella sezione;
- α è il coefficiente di Coriolis;
- g è l'accelerazione di gravità;
- h_e rappresenta la perdita di energia complessiva tra la sezione di monte e quella di valle.

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
NAVILE DEL TARO (pk 4+490)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|----------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 22 di 32 |

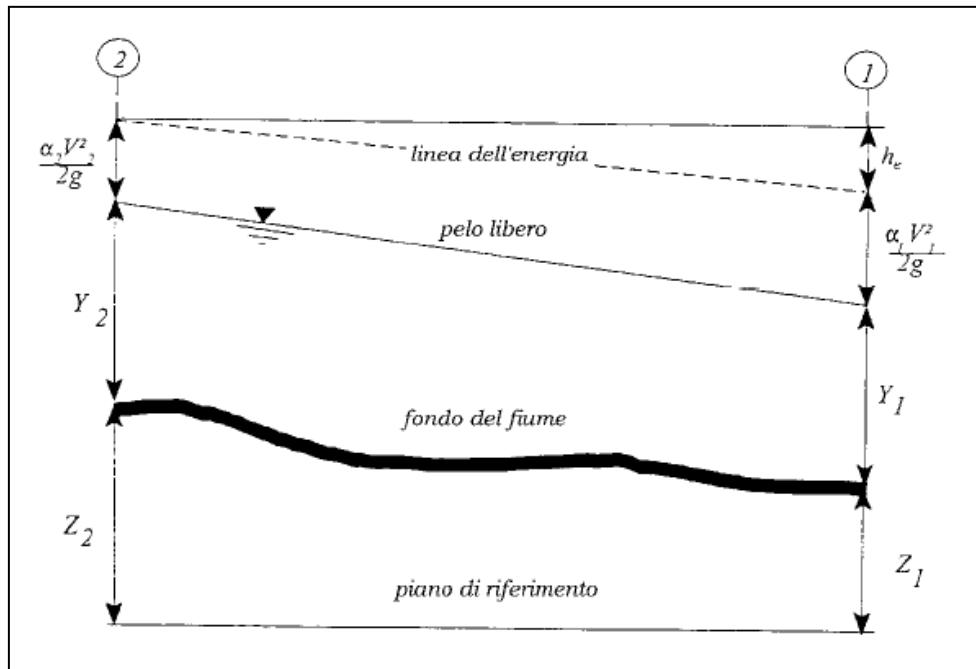


Figure 8 Schema di calcolo per la determinazione del profilo liquido nei corsi d'acqua

Le perdite complessive di energia h_e tra le due sezioni sono imputabili sia alle perdite continue, derivanti dagli attriti interni dovuti all'esistenza di strati a diversa velocità nell'interno della massa fluida, sia a quelle localizzate in genere dovute alla presenza in alveo di strutture che inizialmente producono un restringimento della corrente ed un successivo allargamento con formazione di vortici, che, come è noto, sono fenomeni dissipativi. La perdita di carico complessiva tra le due sezioni viene infatti valutata come somma di due termini, il primo termine corrisponde alle perdite di carico distribuite ed il secondo termine corrispondente a perdite di carico concentrate:

$$h_e = L\bar{J} + C \left(\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right)$$

dove:

- L è la distanza tra le sezioni di calcolo;
- \bar{J} rappresenta la cadente media dell'energia specifica nel tratto compreso tra le due sezioni;
- C è il coefficiente di perdita dovuto all'espansione o contrazione della vena fluida.

PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
NAVILE DEL TARO (pk 4+490)**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|----------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 23 di 32 |

Per la valutazione della perdita di carico J viene utilizzata la formula di Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} \sqrt{J}$$

da cui si ottiene:

$$J = \frac{nv}{R_h^{4/3}}$$

dove:

- Q è la portata;
- A è l'area della sezione bagnata;
- R_h è il raggio idraulico della sezione;
- n è il coefficiente di scabrezza di Manning e $\frac{1}{K_s}$ pari a con K_s [$m^{1/3}/s$] = coefficiente di scabrezza.

Nel caso di sezioni composte (come quella riportata in figura), tipiche dei corsi d'acqua naturali, è necessario suddividere la sezione in parti dove la velocità media possa essere ritenuta, a fini pratici, costante.

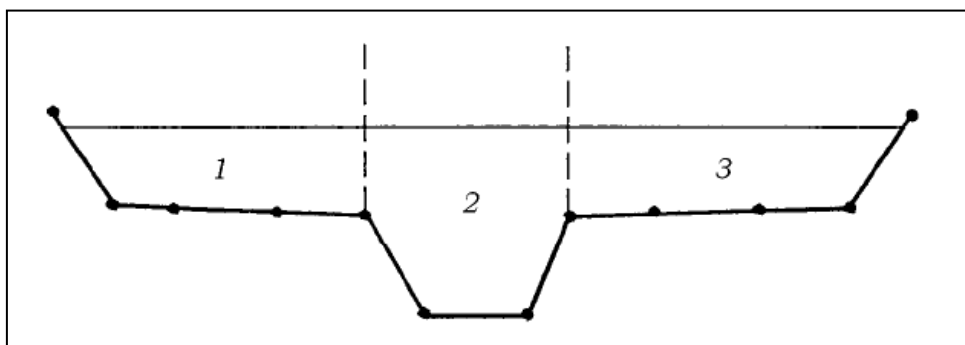


Figure 9 Sezione schematica di un corso d'acqua naturale

Con riferimento allo schema riportato, indicando con $K_i = \frac{Q_i}{\sqrt{J}}$ la capacità di portata di ogni i-esima parte in cui la sezione è stata suddivisa, si ottiene, in accordo con la formula di Manning:

$$K_i = \frac{1}{n} A_i R_{h,i}^{2/3}$$

|  | <p style="text-align: center;">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p style="text-align: center;">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>24 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 24 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 24 di 32 | | | | | | | | |

Calcolata la capacità di portata si calcolano la perdita di carico per unità di lunghezza \bar{J} , il coefficiente di Coriolis α e le perdite di energia h_e ; l'equazione del bilancio dell'energia permette quindi di calcolare Y_2+Z_2 , nella sezione di monte, essendo noto, in corrispondenza della sezione di valle, il valore dell'energia totale, $Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}$, quando ci si trovi in condizioni di corrente lenta. Al contrario per le correnti veloci l'incognita è la quota del pelo libero all'estremità di valle del tronco, essendo noti i valori a monte. Essendo l'equazione del bilancio dell'energia un'equazione non lineare, la soluzione viene ottenuta con ciclo iterativo, che parte da una soluzione iniziale approssimata di primo tentativo.

Il software HEC- RAS utilizza, parallelamente all'equazione di bilancio dell'energia, anche l'equazione di bilancio della quantità di moto. Tale equazione viene utilizzata più in particolare, in tutte quelle situazioni in cui il profilo di corrente è rapidamente variabile, come nei risalti idraulici o nelle confluenze, e, pertanto non risulta più possibile applicare in maniera affidabile il principio di conservazione dell'energia. Ogni volta che si verifica il passaggio da un regime di corrente veloce ad un regime di corrente lenta o viceversa il programma HEC-RAS automaticamente applica l'equazione della quantità di moto.

Questa equazione deriva dalla seconda legge di moto di Newton:

$$\sum F_x = ma$$

L'applicazione di tale legge al volume di controllo indicato in Figure 10 riferita all'unità di tempo, permette di ricavare l'equazione della quantità di moto:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho\Delta v_x$$

dove:

- P: pressione idrostatica nelle sezioni 1 e 2;
- W_x : forza peso proiettata nella direzione del moto;
- F_f : risultante degli sforzi tangenziali agenti sulla superficie bagnata del tratto considerato;
- Q: portata;
- ρ : densità dell'acqua;

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
NAVILE DEL TARO (pk 4+490)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|----------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 25 di 32 |

- Δv_x : variazione di velocità tra la sezione 2 e la sezione 1.

Esplicitando i vari termini dell'equazione si ottiene:

$$\gamma \cdot A_2 \bar{Y}_2 - \gamma \cdot A_1 \bar{Y}_1 + \gamma \cdot \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot LS_0 - \gamma \cdot \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot LS_f = \frac{Q_1 \gamma}{g} \beta_1 V_1 - \frac{Q_2 \gamma}{g} \beta_2 V_2$$

dove:

- γ : peso specifico dell'acqua;
- A_1, A_2 : area bagnata delle sezioni 1 e 2;
- \bar{Y}_1, \bar{Y}_2 : profondità d'acqua misurata dal pelo libero al baricentro della sezione;
- L : distanza tra la sezione 1 e la sezione 2 misurata lungo x ;
- S_0 : pendenza dell'alveo, data da $\frac{z_2 - z_1}{L}$, con z_1 e z_2 quota del fondo nelle sezioni 1 e 2;
- S_f : pendenza della linea dei carichi;
- β_1, β_2 : coefficienti correttivi della quantità di moto per tenere conto della non uniforme distribuzione della velocità nella sezione.

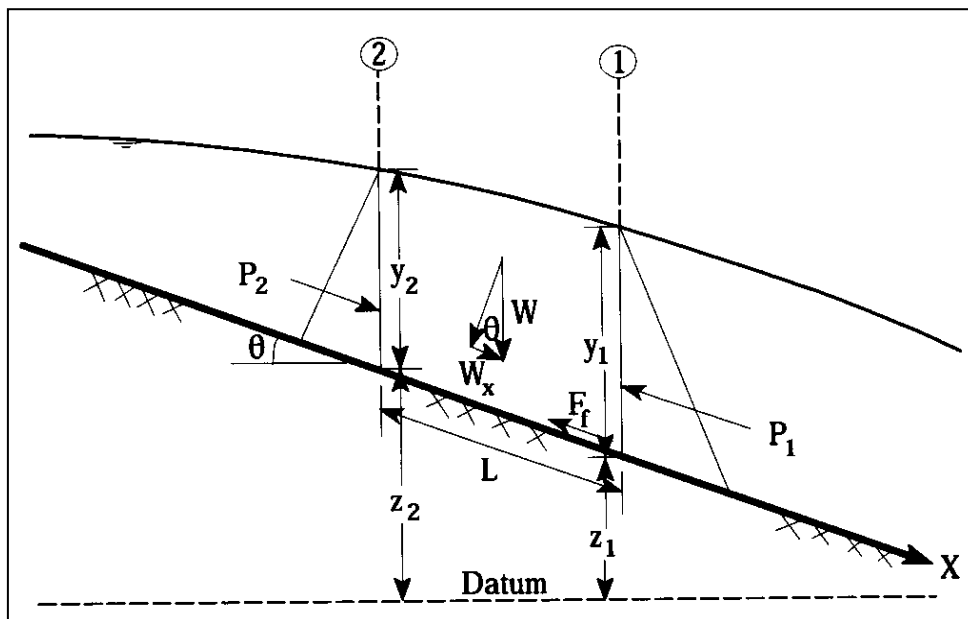


Figure 10 Forze in gioco nell'applicazione del principio della quantità di moto

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>26 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 26 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 26 di 32 | | | | | | | | |

I dati di input del programma HEC-RAS, necessari per la simulazione dei profili d'acqua con fondo fisso, comprendono dati sia di tipo geometrico che di tipo idraulico riguardanti l'intero tratto di alveo che si intende studiare.

Una volta inserite la geometria delle sezioni, si passa all'inserimento dei dati riguardanti le portate in ingresso, le condizioni al contorno ed i coefficienti di scabrezza.

Portate in ingresso

Le portate con le quali sono state effettuate le simulazioni del profilo idraulico sono:

- $Q_{200} = 5,0 \text{ mc/s}$
- $Q_{cc} = 6,3 \text{ mc/s}$

Condizioni al contorno

Il programma richiede, per la modellazione, la scelta del tipo di condizione al contorno, cioè l'assegnazione in una determinata sezione, di un valore noto del livello idrico da cui far procedere il calcolo dei livelli incogniti (partendo da valle se la corrente è subcritica, o viceversa da monte se la corrente è supercritica) e del tipo di regime di flusso. Le possibili condizioni al contorno da assegnare sono essenzialmente tre:

1. un livello idrico noto;
2. il livello idrico di moto uniforme per l'assegnata portata e pendenza di fondo nota;
3. il livello di stato critico per l'assegnata portata.

La prima condizione si verifica quando il corso d'acqua in esame è collegato (a monte o a valle) ad un recipiente idrico (corso d'acqua maggiore, serbatoio o lago) il cui livello possa considerarsi invariante nel tempo; la stessa condizione può essere applicata anche quando il livello da assegnare sia noto perché misurato in situ.

Quando non sia disponibile un valore noto del livello, è possibile ipotizzare l'instaurarsi delle condizioni di moto uniforme nel tratto a valle (per le correnti lente) o in quello a monte (per le correnti veloci), anche se data la natura variabile delle correnti, i corsi d'acqua naturali sono sempre molto

|  | <p style="text-align: center;">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p style="text-align: center;">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>27 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 27 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 27 di 32 | | | | | | | | |

lontani dalle condizioni ideali del moto uniforme. Più facilmente nei corsi d'acqua naturali si possono trovare situazioni morfologiche per le quali si stabiliscono, per la corrente, condizioni di deflusso in stato critico che costituiscono sezioni di controllo dal punto di vista idraulico.

Per il modello in oggetto è stata imposta come condizione di monte e valle quella di moto uniforme, considerando come pendenza del fondo quella ottenuta dalle sezioni batimetriche del rilievo nel tratto finale di studio.

Per quanto riguarda invece il regime di corrente è stata scelta una condizione di corrente mista.

Scabrezza idraulica dell'alveo e del canale tombinato

La scabrezza idraulica fornisce informazioni riguardo la scabrezza del fondo dell'alveo e dei manufatti artificiali. Una formula ampiamente utilizzata in alvei fluviali è quella di Gauckler-Strickler: $K_s = \frac{1}{n}$ dove n è il coefficiente di Manning.

Nella determinazione di un coefficiente globale di resistenza entrano in gioco anche altri fattori quali:

- la vegetazione in termini di altezza, densità, distribuzione e tipologia della stessa;
- forme di fondo e variazioni di forma come dimensione della sezione trasversale con contigui allargamenti e restringimenti che si succedono lungo il corso d'acqua;
- ostruzioni, quali macigni, alberi, pile di ponti, sbarramenti, ecc;
- regolarità del contorno in termini di regolarità dell'andamento planimetrico sinuoso o a meandri.

Per le analisi in oggetto si sono considerati i seguenti valori di scabrezza:

- alveo inciso in terra **n= 0,04** che corrisponde a un $K_s = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- rivestimento in cls **n=0,020**, che corrisponde a un $K_s=50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

|  | <p align="center">COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p align="center">TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------|----------|-----------|-----|--------|------|----|-------|-----------|---|----------|
| <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE NAVILE DEL TARO (pk 4+490)</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26RI</td> <td>IN0302001</td> <td>C</td> <td>28 di 32</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 28 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO | | | | | | | | |
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 28 di 32 | | | | | | | | |

8 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE HEC-RAS

Nel seguito, si riportano e si commentano i risultati dello studio idraulico, effettuato in condizioni di moto permanente. Tali verifiche hanno consentito, grazie all’ausilio del software HEC-RAS, di definire le caratteristiche proprie del deflusso e, in particolare, il massimo livello idrico raggiunto in ogni sezione, oltre che la pendenza della linea dell’energia, la velocità media della corrente, la larghezza del pelo libero, il numero di Froude della corrente, ecc. Tutte queste informazioni sono indicate sotto forma numerica nelle tabelle riassuntive seguenti, nelle quali per ognuna delle sezioni, sono riportati i dati relativi ai principali parametri idraulici desunti dal calcolo al passaggio dell’onda di piena. Il calcolo è stato svolto in condizioni di moto permanente utilizzando i valori della portata di piena, considerando il tempo di ritorno pari a 200 anni e tenendo conto dei cambiamenti climatici.

In particolare, le sigle riportate sono relative a:

- a) Q total = Portata totale espressa in m³/s;
- b) Min Ch El = Quote del fondo dell’alveo;
- c) W.S. Elev = Quota del pelo libero;
- d) Crit W.S. = Quota critica del pelo libero;
- e) E.G. Elev = Quota della linea dell’energia;
- f) E.G. Slope = Pendenza della linea dell’energia;
- g) Hydraulic tie = tirante idraulico;
- h) Vel Chnl = Velocità media della corrente nell’alveo;
- i) Flow area = Area totale della sezione liquida effettiva;
- j) Top Width = Larghezza superficiale della sezione liquida;
- k) Froude = Numero di Froude dell’alveo.

PROGETTO DEFINITIVO
**RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
 NAVILE DEL TARO (pk 4+490)**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|----------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 29 di 32 |

8.1 Sintesi dei risultati

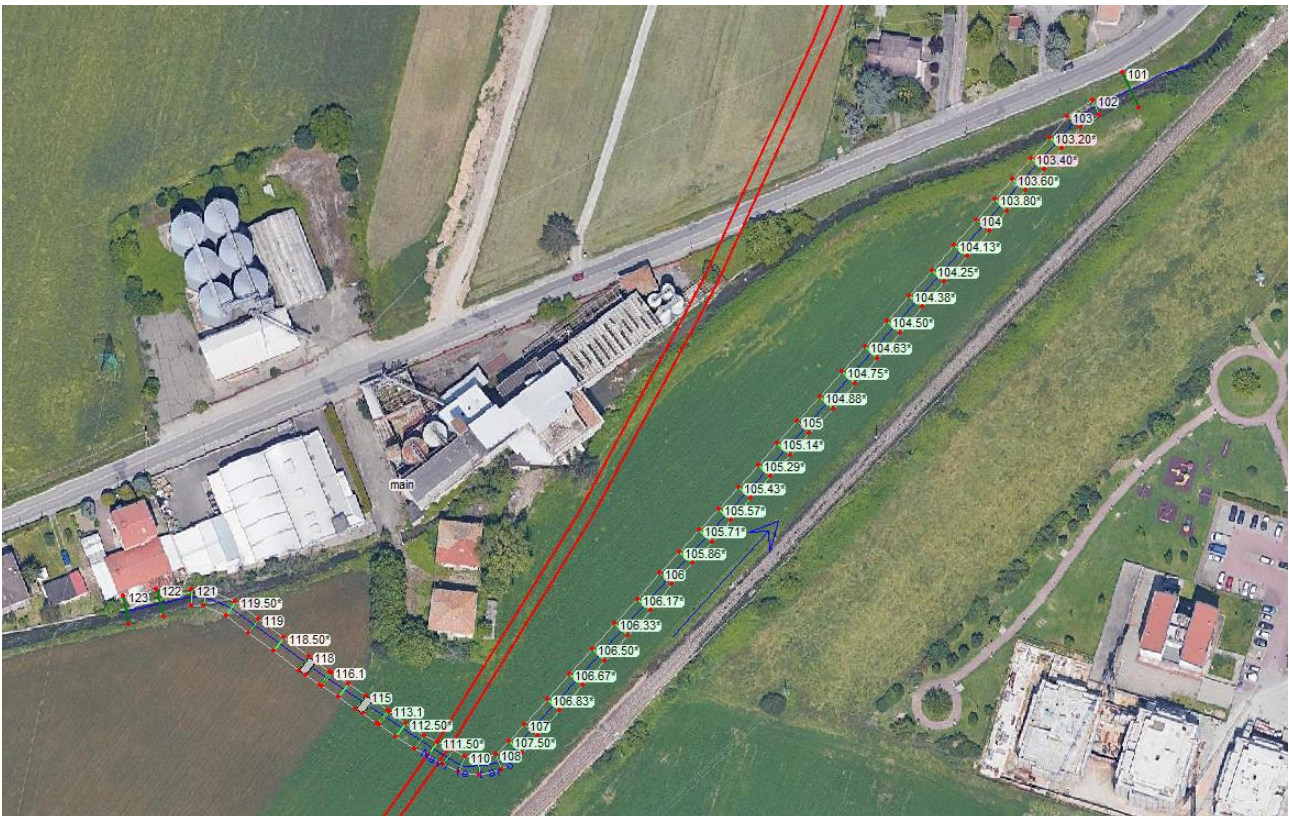


Figure 11 Inquadramento planimetrico su ortofoto delle sezioni di modellazione

Tabella 8-1 Risultati della modellazione idraulica per TR = 200 anni

| Sezione n° | Q Total (m ³ /s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Hydraulic tie (m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m ²) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|---------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------|
| 123 | 5.2 | 61.93 | 62.61 | 62.39 | 62.7 | 0.006379 | 0.68 | 1.35 | 3.85 | 6.36 | 0.55 |
| 122 | 5.2 | 61.88 | 62.52 | 62.35 | 62.63 | 0.007718 | 0.64 | 1.44 | 3.61 | 6.28 | 0.61 |
| 121 | 5.2 | 61.83 | 62.4 | 62.31 | 62.57 | 0.003608 | 0.57 | 1.81 | 2.87 | 5 | 0.76 |
| 120 | 5.2 | 61.81 | 62.39 | 62.29 | 62.56 | 0.00345 | 0.58 | 1.78 | 2.92 | 5 | 0.75 |
| 119 | 5.2 | 61.73 | 62.35 | 62.21 | 62.49 | 0.002871 | 0.62 | 1.68 | 3.1 | 5 | 0.68 |
| 118 | 5.2 | 61.63 | 62.32 | 62.11 | 62.43 | 0.002088 | 0.69 | 1.51 | 3.44 | 5 | 0.58 |
| 117 | 5.2 | 60.42 | 61.06 | 60.9 | 61.2 | 0.002579 | 0.64 | 1.62 | 3.21 | 5 | 0.65 |
| 116.1 | 5.2 | 60.4 | 61.05 | 60.88 | 61.18 | 0.002474 | 0.65 | 1.6 | 3.25 | 5 | 0.63 |
| 116 | 5.2 | 60.4 | 61.05 | 60.88 | 61.18 | 0.002501 | 0.65 | 1.61 | 3.24 | 5 | 0.64 |

PROGETTO DEFINITIVO
**RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
 NAVILE DEL TARO (pk 4+490)**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|----------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 30 di 32 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-------|-------|-------|-------|----------|------|------|------|------|------|
| 115 | 5.2 | 60.34 | 61.03 | 60.82 | 61.14 | 0.002088 | 0.69 | 1.51 | 3.44 | 5 | 0.58 |
| 114 | 5.2 | 59.13 | 59.67 | 59.61 | 59.86 | 0.004258 | 0.54 | 1.91 | 2.72 | 5 | 0.83 |
| 113.1 | 5.2 | 59.11 | 59.65 | 59.59 | 59.84 | 0.004385 | 0.54 | 1.93 | 2.7 | 5 | 0.84 |
| 113 | 5.2 | 59.11 | 59.65 | 59.59 | 59.84 | 0.004496 | 0.54 | 1.94 | 2.68 | 5 | 0.85 |
| 112 | 5.2 | 59.05 | 59.59 | 59.53 | 59.78 | 0.004392 | 0.54 | 1.93 | 2.7 | 5 | 0.84 |
| 111 | 5.2 | 59 | 59.55 | 59.48 | 59.73 | 0.004094 | 0.55 | 1.88 | 2.76 | 5 | 0.81 |
| 110 | 5.2 | 58.98 | 59.53 | 59.46 | 59.71 | 0.004051 | 0.55 | 1.88 | 2.77 | 5 | 0.81 |
| 109 | 5.2 | 58.95 | 59.52 | 59.43 | 59.69 | 0.003751 | 0.57 | 1.83 | 2.84 | 5 | 0.78 |
| 108 | 5.2 | 58.92 | 59.5 | 59.4 | 59.66 | 0.00352 | 0.58 | 1.79 | 2.9 | 5 | 0.75 |
| 107 | 5.2 | 58.85 | 59.47 | 59.33 | 59.61 | 0.002918 | 0.62 | 1.69 | 3.08 | 5 | 0.69 |
| 106 | 5.2 | 58.67 | 59.29 | 59.15 | 59.44 | 0.002801 | 0.62 | 1.67 | 3.12 | 5 | 0.67 |
| 105 | 5.2 | 58.49 | 59.13 | 58.97 | 59.27 | 0.002546 | 0.64 | 1.61 | 3.22 | 5 | 0.64 |
| 104 | 5.2 | 58.25 | 58.97 | 58.73 | 59.08 | 0.001814 | 0.72 | 1.44 | 3.6 | 5 | 0.54 |
| 103 | 5.2 | 58.13 | 58.91 | 58.61 | 59.00 | 0.001407 | 0.78 | 1.33 | 3.91 | 5 | 0.48 |
| 102 | 5.2 | 58.11 | 58.89 | 58.59 | 58.98 | 0.005643 | 0.78 | 1.33 | 3.91 | 5 | 0.48 |
| 101 | 5.2 | 58.07 | 58.85 | 58.53 | 58.92 | 0.004 | 0.78 | 1.16 | 4.5 | 6.56 | 0.45 |

Tabella 8-2 Risultati della modellazione idraulica considerando i cambiamenti climatici

| Sezione n° | Q Total (m3/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Hydraulic tie (m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|---------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------|
| 123 | 6.3 | 61.93 | 62.7 | 62.45 | 62.8 | 0.00618 | 0.77 | 1.42 | 4.42 | 6.53 | 0.55 |
| 122 | 6.3 | 61.88 | 62.62 | 62.40 | 62.73 | 0.007078 | 0.74 | 1.49 | 4.23 | 6.47 | 0.59 |
| 121 | 6.3 | 61.83 | 62.5 | 62.37 | 62.68 | 0.003382 | 0.67 | 1.89 | 3.33 | 5 | 0.74 |
| 120 | 6.3 | 61.81 | 62.48 | 62.35 | 62.66 | 0.00324 | 0.67 | 1.87 | 3.37 | 5 | 0.73 |
| 119 | 6.3 | 61.73 | 62.44 | 62.28 | 62.6 | 0.002728 | 0.71 | 1.76 | 3.57 | 5 | 0.67 |
| 118 | 6.3 | 61.63 | 62.41 | 62.18 | 62.55 | 0.00206 | 0.78 | 1.61 | 3.92 | 5 | 0.58 |
| 117 | 6.3 | 60.42 | 61.16 | 60.96 | 61.31 | 0.002485 | 0.74 | 1.71 | 3.68 | 5 | 0.64 |
| 116.1 | 6.3 | 60.4 | 61.15 | 60.95 | 61.29 | 0.002394 | 0.75 | 1.69 | 3.73 | 5 | 0.63 |
| 116 | 6.3 | 60.4 | 61.14 | 60.95 | 61.29 | 0.002415 | 0.74 | 1.7 | 3.72 | 5 | 0.63 |
| 115 | 6.3 | 60.34 | 61.12 | 60.89 | 61.26 | 0.00206 | 0.78 | 1.61 | 3.92 | 5 | 0.58 |
| 114 | 6.3 | 59.13 | 59.75 | 59.68 | 59.96 | 0.0042 | 0.62 | 2.03 | 3.1 | 5 | 0.82 |
| 113.1 | 6.3 | 59.11 | 59.73 | 59.65 | 59.94 | 0.004289 | 0.62 | 2.05 | 3.08 | 5 | 0.83 |
| 113 | 6.3 | 59.11 | 59.72 | 59.66 | 59.94 | 0.00438 | 0.61 | 2.06 | 3.06 | 5 | 0.84 |
| 112 | 6.3 | 59.05 | 59.67 | 59.6 | 59.88 | 0.004242 | 0.62 | 2.04 | 3.09 | 5 | 0.83 |
| 111 | 6.3 | 59 | 59.63 | 59.54 | 59.84 | 0.003935 | 0.63 | 1.99 | 3.17 | 5 | 0.8 |
| 110 | 6.3 | 58.98 | 59.62 | 59.53 | 59.82 | 0.003885 | 0.64 | 1.98 | 3.18 | 5 | 0.79 |
| 109 | 6.3 | 58.95 | 59.6 | 59.49 | 59.79 | 0.00362 | 0.65 | 1.94 | 3.25 | 5 | 0.77 |
| 108 | 6.3 | 58.92 | 59.58 | 59.47 | 59.77 | 0.003412 | 0.66 | 1.9 | 3.32 | 5 | 0.74 |
| 107 | 6.3 | 58.85 | 59.55 | 59.4 | 59.72 | 0.002885 | 0.7 | 1.8 | 3.51 | 5 | 0.69 |
| 106 | 6.3 | 58.67 | 59.38 | 59.22 | 59.54 | 0.002754 | 0.71 | 1.77 | 3.56 | 5 | 0.67 |
| 105 | 6.3 | 58.49 | 59.23 | 59.04 | 59.38 | 0.002487 | 0.74 | 1.71 | 3.68 | 5 | 0.64 |

PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
NAVILE DEL TARO (pk 4+490)**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|----------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 31 di 32 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|----------|------|------|------|------|------|
| 104 | 6.3 | 58.25 | 59.06 | 58.8 | 59.19 | 0.001834 | 0.81 | 1.55 | 4.07 | 5 | 0.55 |
| 103 | 6.3 | 58.13 | 59.01 | 58.68 | 59.11 | 0.001476 | 0.88 | 1.44 | 4.38 | 5 | 0.49 |
| 102 | 6.3 | 58.11 | 58.98 | 58.66 | 59.09 | 0.005948 | 0.87 | 1.44 | 4.37 | 5 | 0.49 |
| 101 | 6.3 | 58.07 | 58.94 | 58.59 | 59.02 | 0.004005 | 0.87 | 1.23 | 5.12 | 6.74 | 0.45 |

I risultati ottenuti da quest'analisi attestano che la portata di progetto, considerando entrambi gli scenari transita all'interno del tombino con un franco di sicurezza minimo di circa un metro. Dall'analisi effettuata risulta che il tombino in progetto di dimensioni interne 5 x 1,80 m risulta ampiamente verificato da un punto di vista idraulico; data l'estensione del tratto tombinato si ritiene opportuno predisporre ogni 30 m dei passi d'uomo per consentire ispezioni ed eventuali periodiche operazioni di pulizia.



**COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA
SPEZIA (PONTREMOLESE)**

TRATTA PARMA - VICOFERTILE

PROGETTO DEFINITIVO

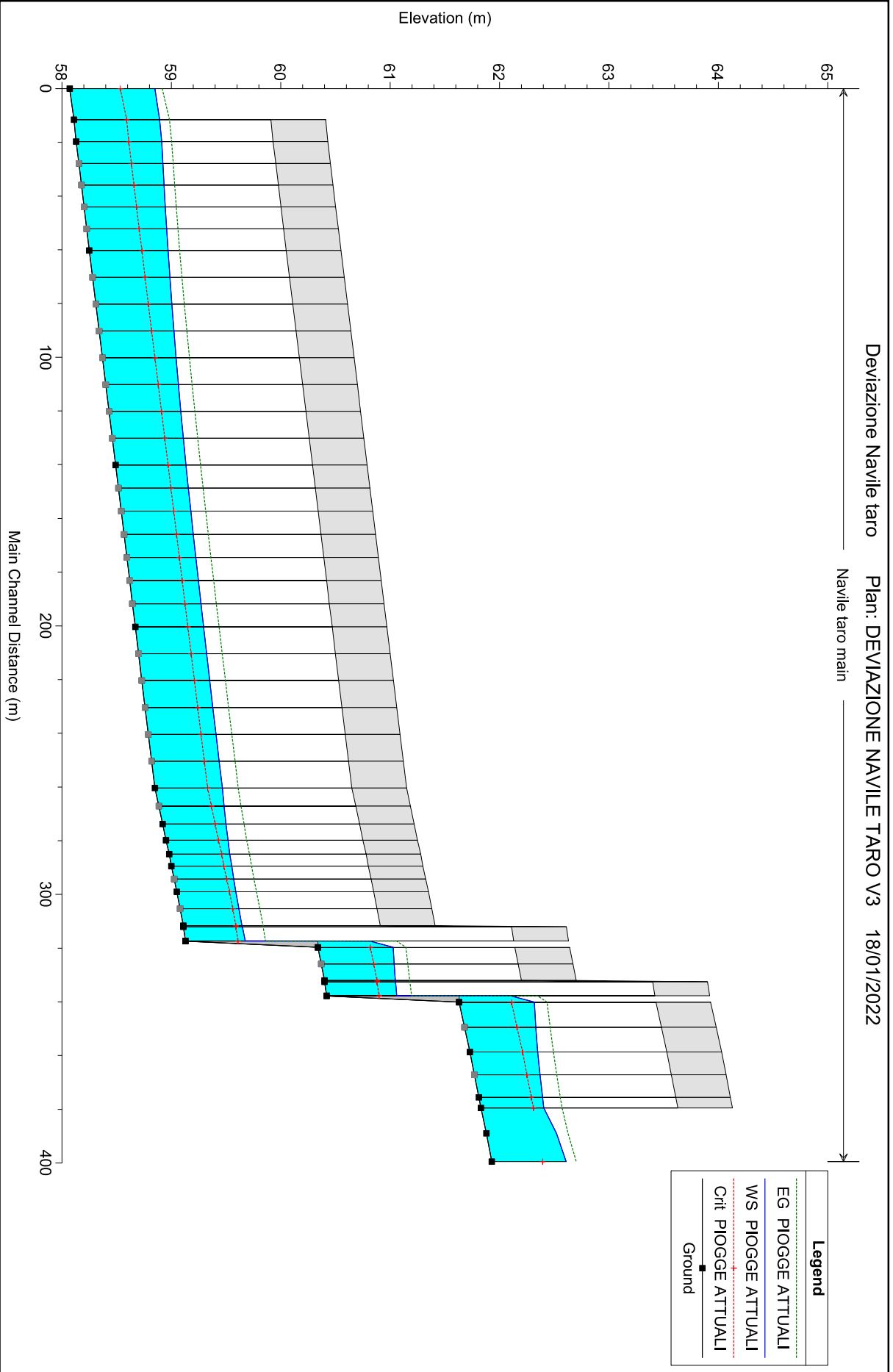
**RELAZIONE IDRAULICA DEVIAZIONE
NAVILE DEL TARO (pk 4+490)**

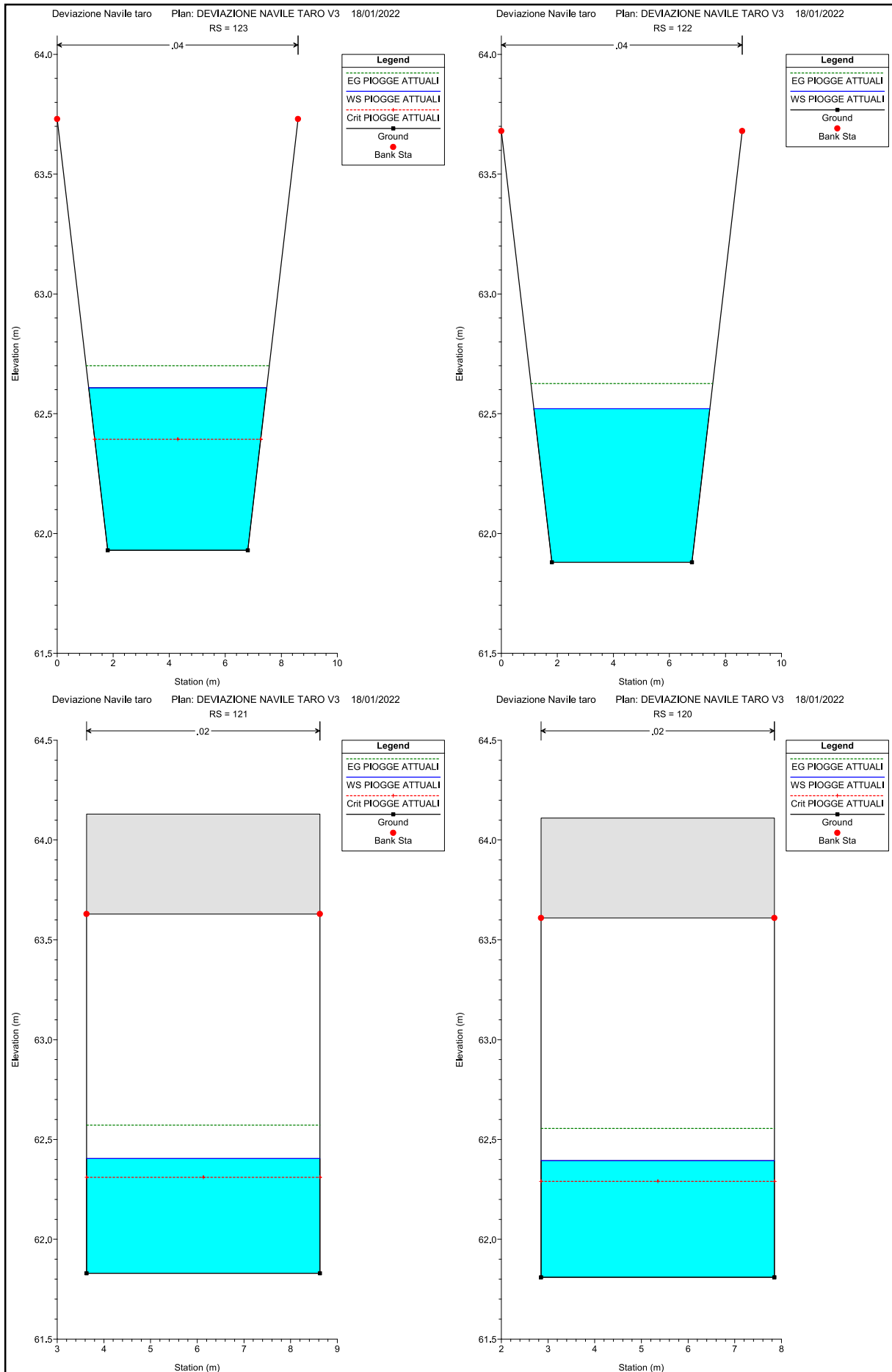
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|-----|--------|
|----------|-------|----------|-----------|-----|--------|

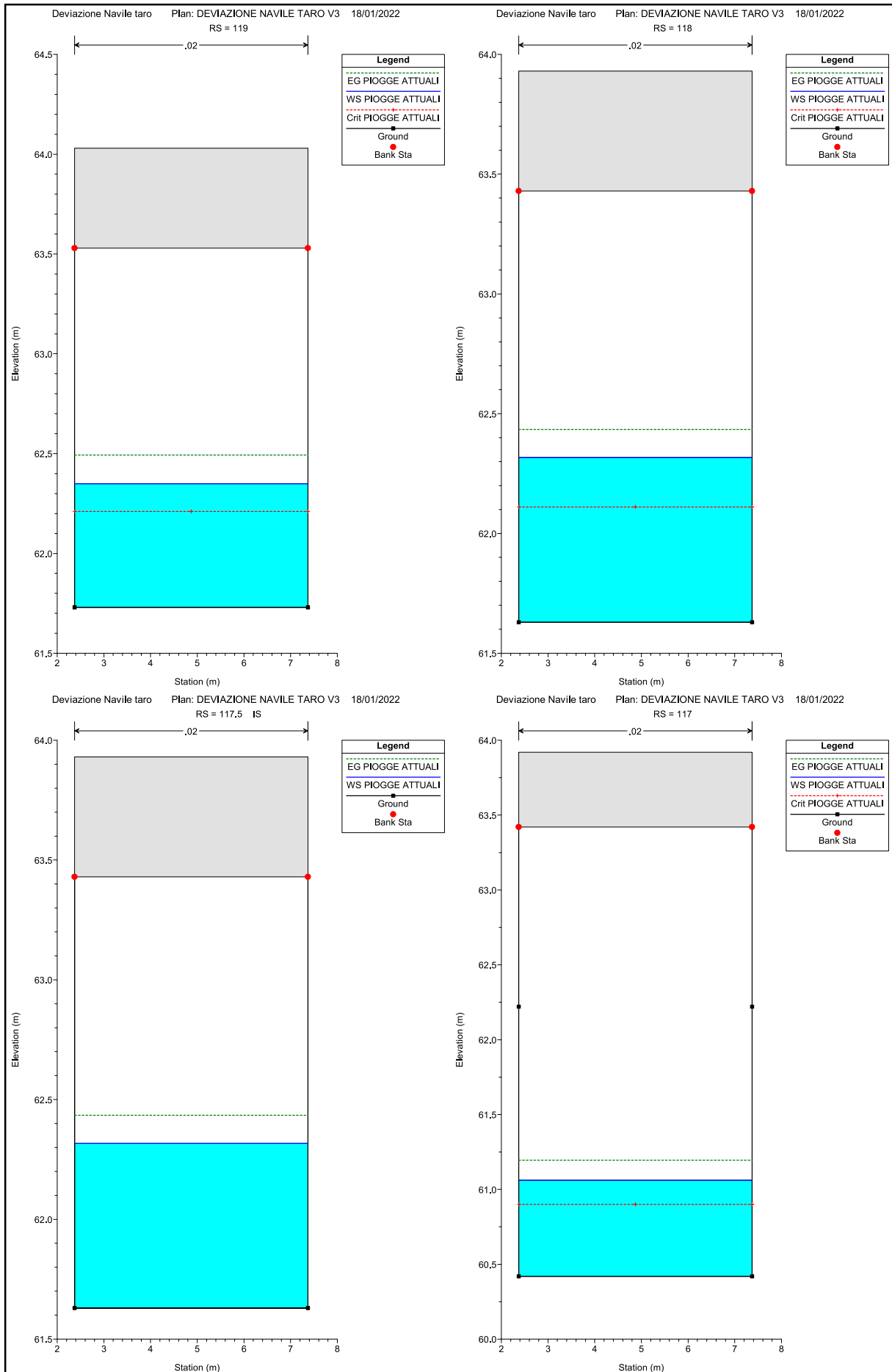
| | | | | | |
|------|----|-------|-----------|---|----------|
| IP00 | 00 | D26RI | IN0302001 | C | 32 di 32 |
|------|----|-------|-----------|---|----------|

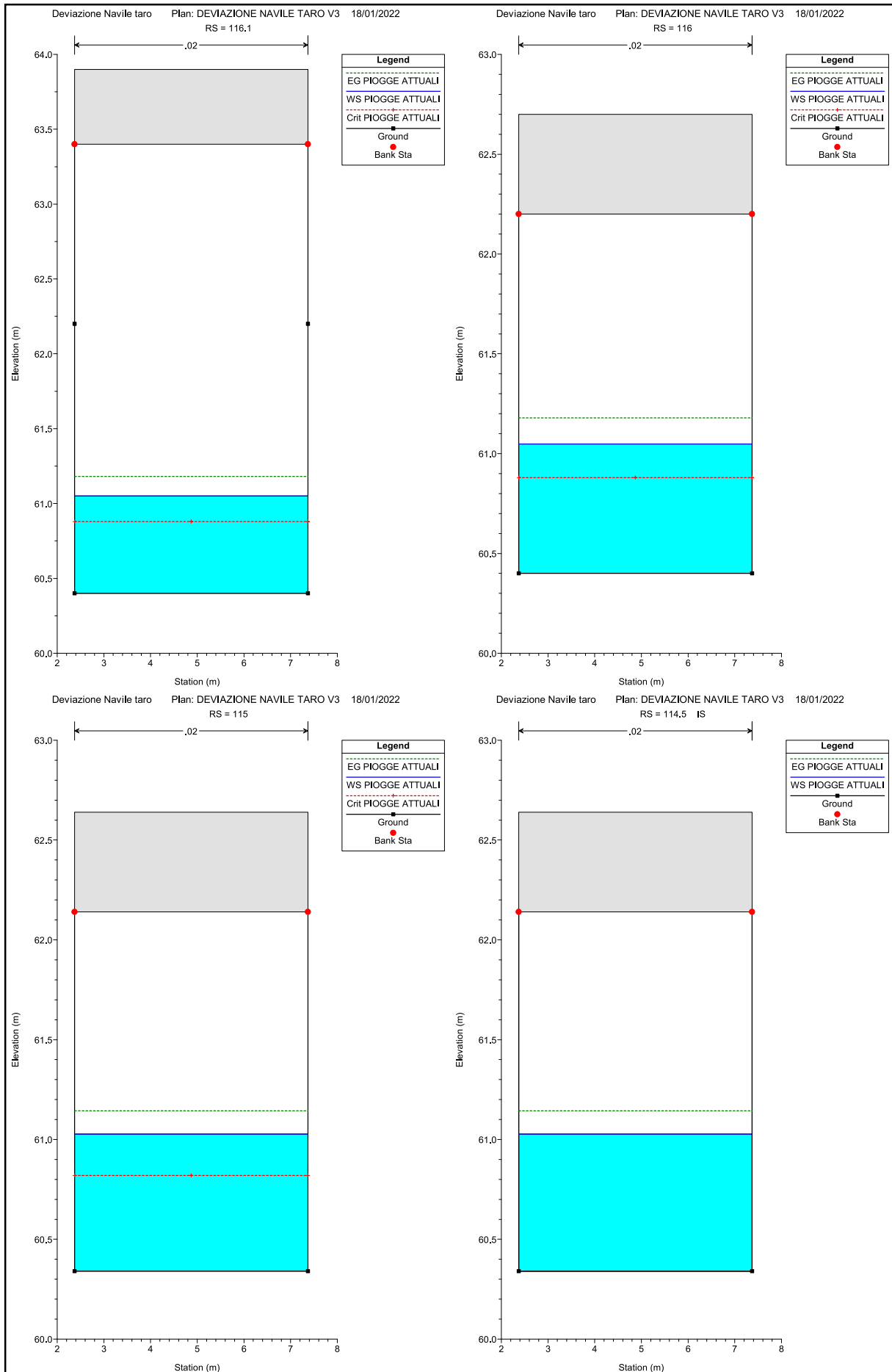
ALLEGATO A: RISULTATI MODELLAZIONE HEC-RAS

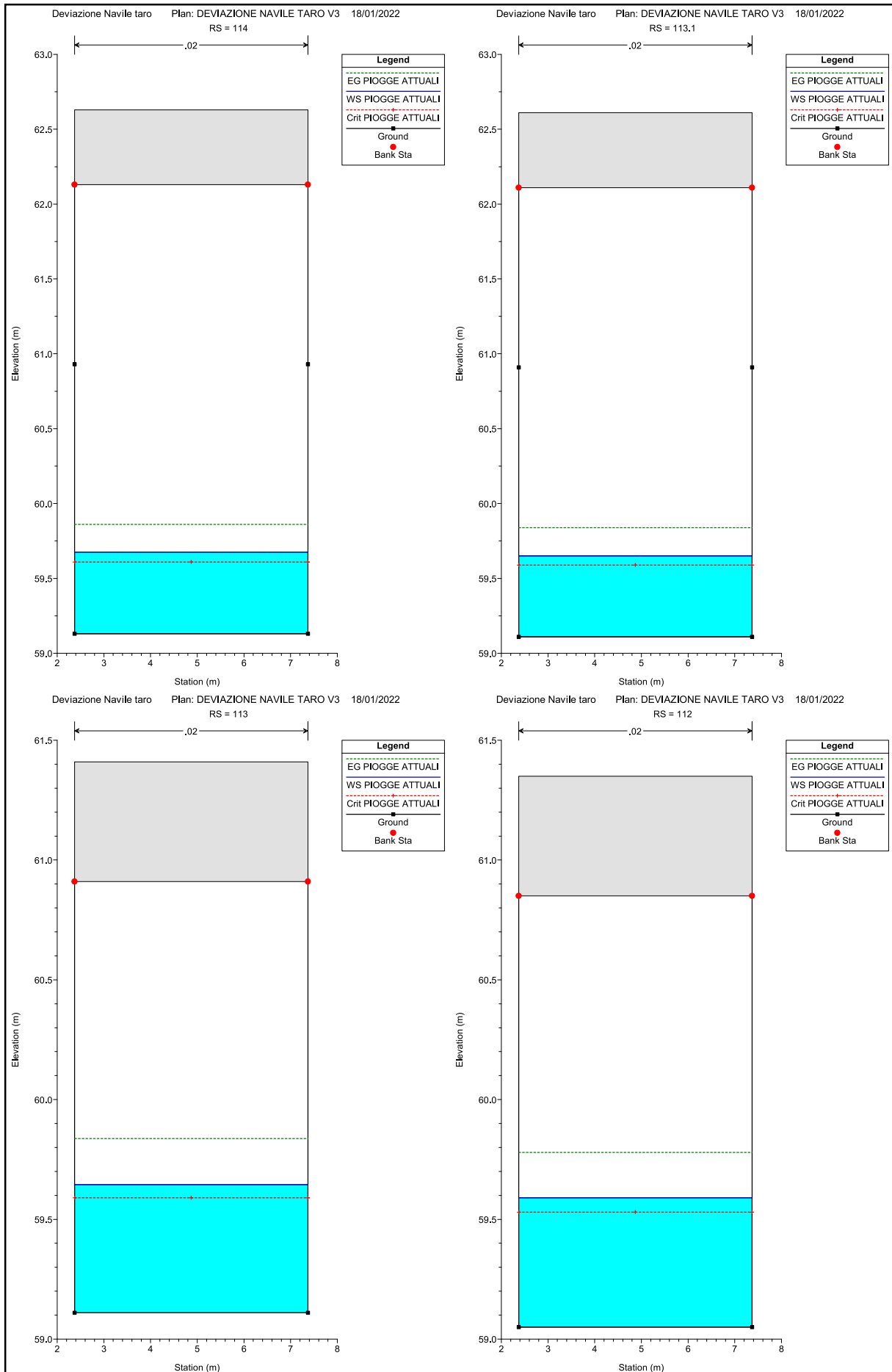
1-PLAN: PIOGGE ATTUALI

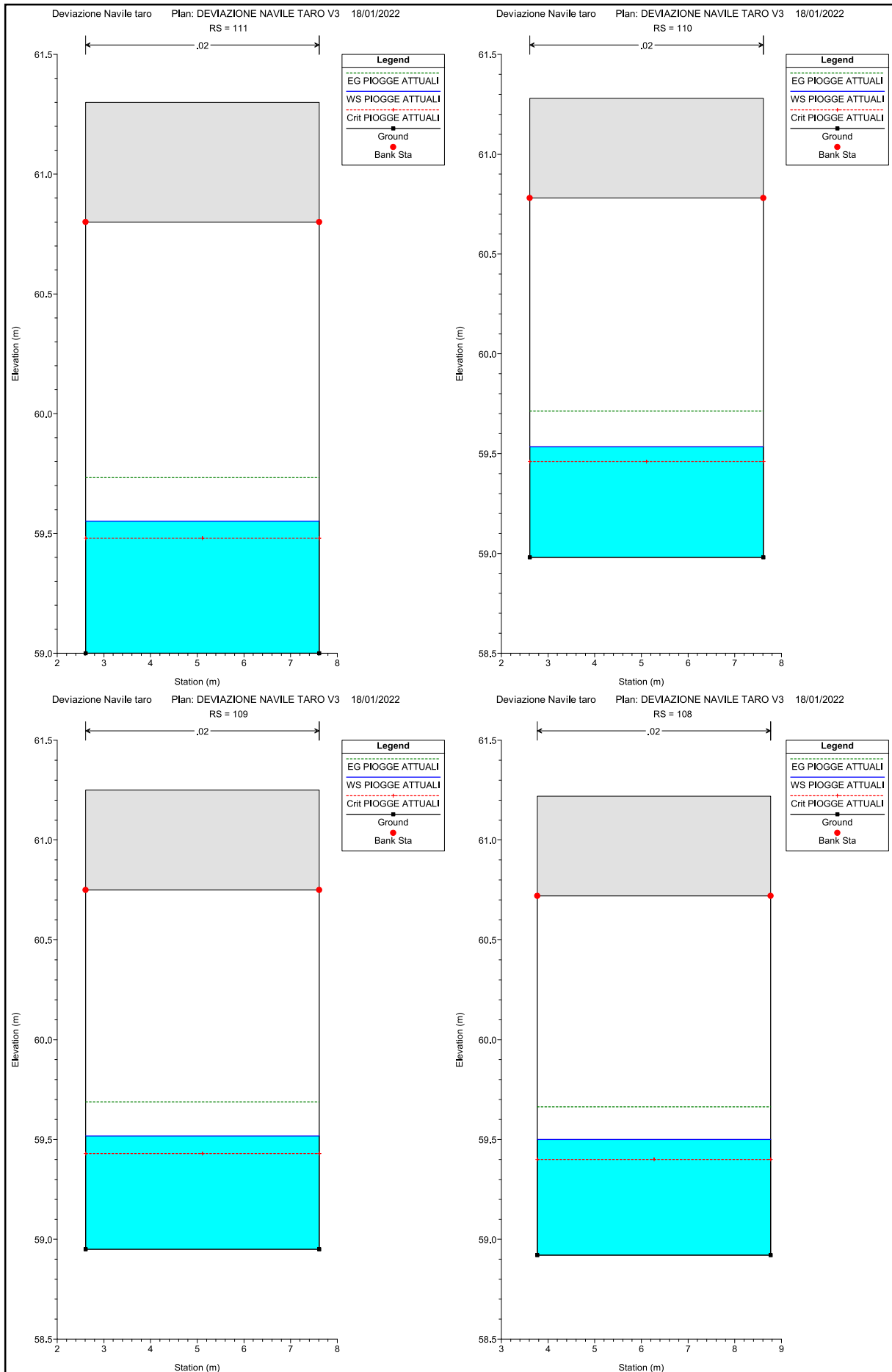


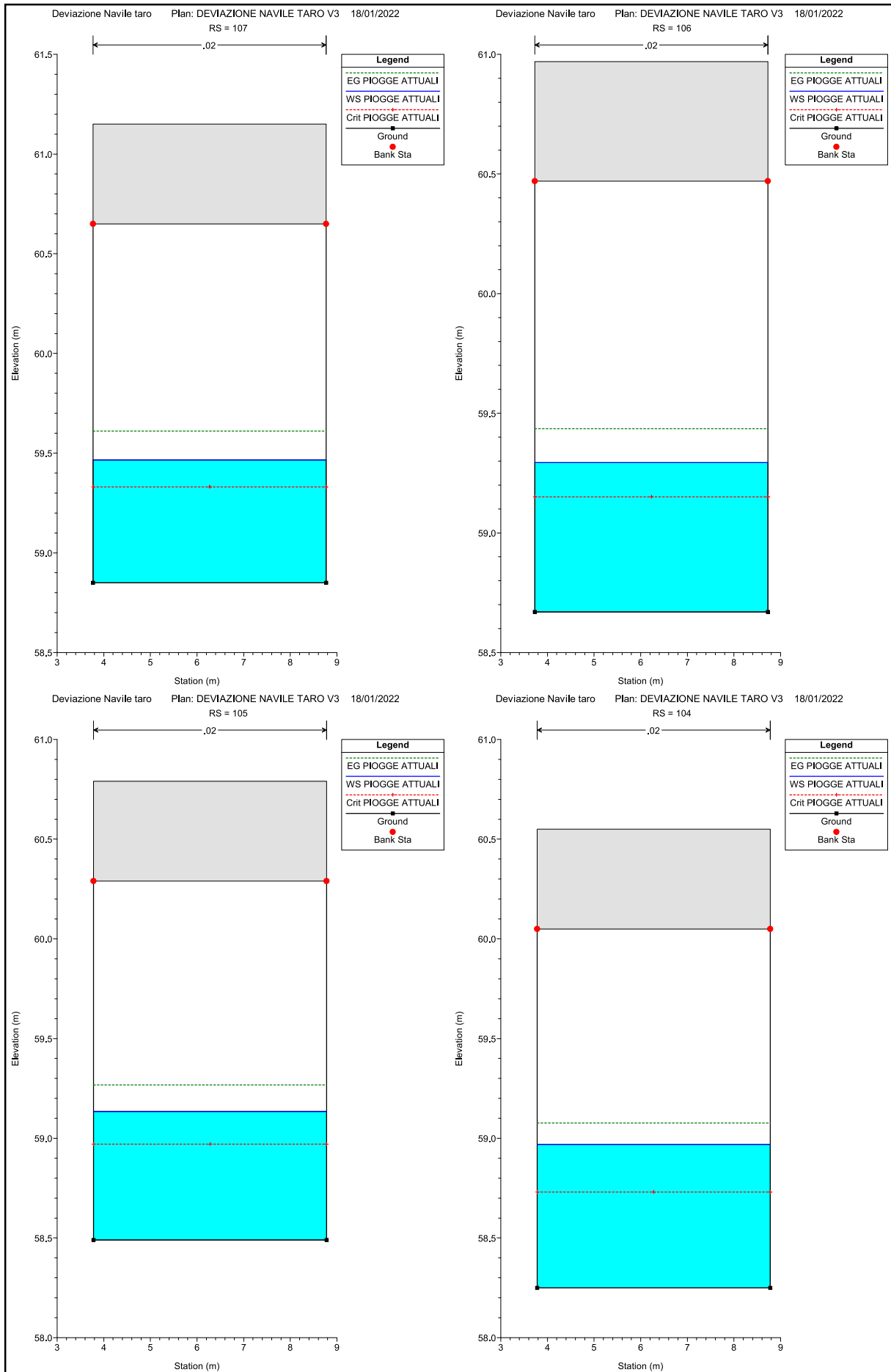


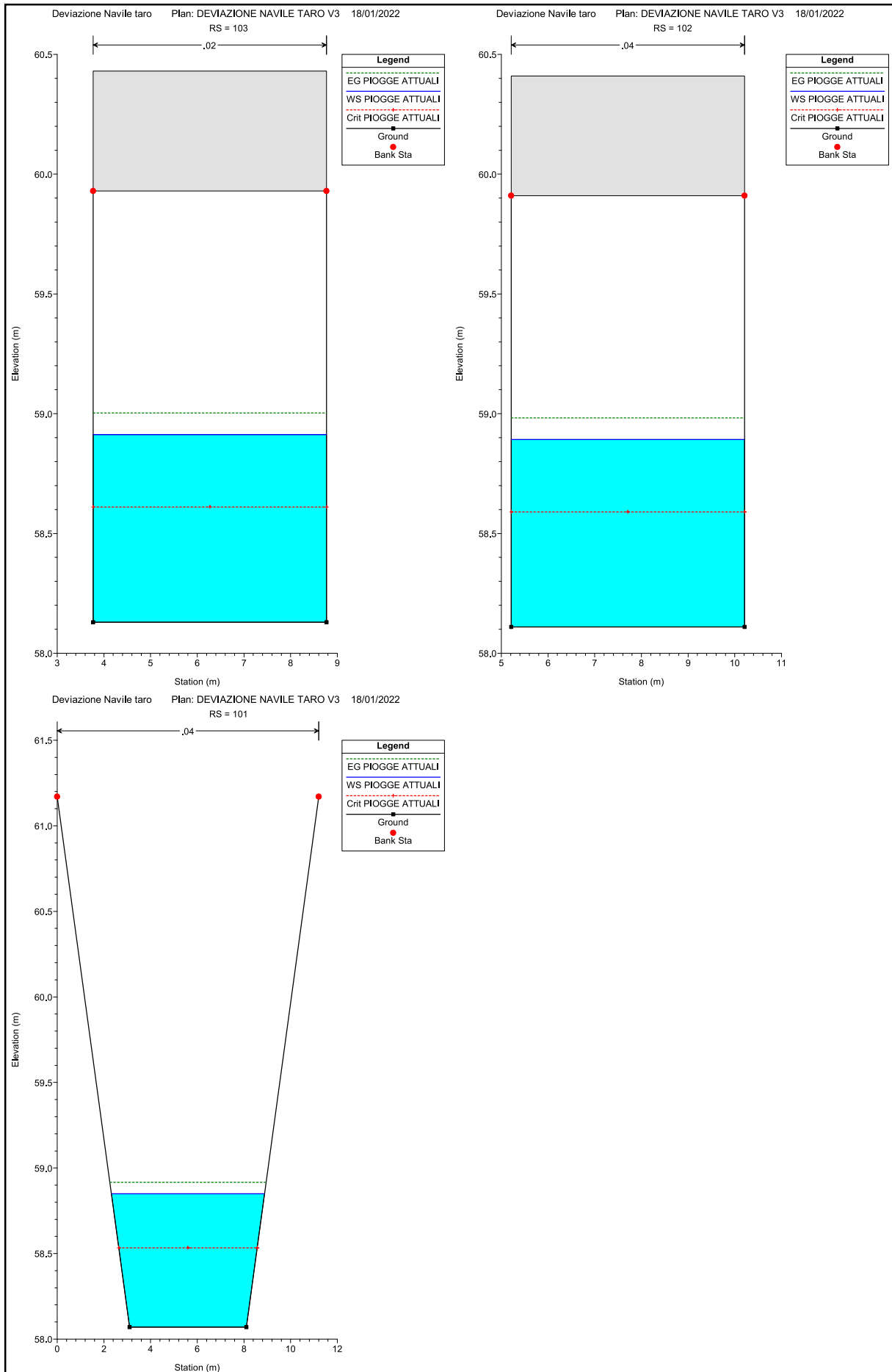












2-PLAN: CAMBIAMENTI CLIMATICI

