

FIUME PO

SISTEMAZIONE A CORRENTE LIBERA PER LA NAVIGAZIONE CON IMBARCAZIONI DI CLASSE Va NEL TRATTO CASTELMASSA - STIENTA

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE, DEI LAVORI DI "ADEGUAMENTO DELLE CONDIZIONI DI NAVIGABILITÀ DELL'ALVEO DI MAGRA DEL FIUME PO PER NAVI DI CLASSE Va - TRATTO REVERE-FERRARA" FINANZIATO CON LEGGE 413 /98 EMILIA ROMAGNA FE-E-7-N.I. - CUP I81E06000010002 - CIG 68067557EA

Progetto Esecutivo
1° Stralcio funzionale

Responsabile del Procedimento:
Ing. Alessio Picarelli

Oggetto: RELAZIONE SULLA GESTIONE
DELLE MATERIE

R.06

02 Revisione

01 Revisione

00 Emissione

LUGLIO 2023

Progetto R.T.I.:

Capogruppo mandataria:

Binini Partners S.r.l.
via Gazzata,4 tel +39.0522.580.578
42121 Reggio Emilia C.F. e P.IVA e R.I. 02409150352



Mandanti:



INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA | 2 |
| 2 | INQUADRAMENTO GENERALE ED AMBIENTALE..... | 6 |
| 2.1 | INQUADRAMENTO GEOGRAFICO | 6 |
| 2.2 | INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DEL TRATTO REVERE-FERRARA | 10 |
| 2.3 | INQUADRAMENTO IDROLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELLE AREE DI INTERVENTO..... | 13 |
| 2.4 | DESTINAZIONE D'USO DEI TERRITORI ATTRAVERSATI | 26 |
| 3 | DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO E DELLE MODALITA' DI SCAVO | 28 |
| 3.1 | DESCRIZIONE DEL PROGETTO (STRALCIO ESECUTIVO) | 28 |
| 3.1.1 | STRALCIO FUNZIONALE: INTERVENTO N°2 – CASTELMASSA | 29 |
| 3.1.2 | PROGETTO GENERALE E STRALCIO FUNZIONALE: INTERVENTO N°3 – CAPOSOTTO..... | 29 |
| 3.1.3 | STRALCIO FUNZIONALE: INTERVENTO N°7 – NOVARA..... | 31 |
| 4 | MODALITA' DI SCAVO E TIPOLOGIE E VOLUMETRIE PREVISTE DEI MATERIALI DI SCAVO | 32 |
| 4.1 | MODALITA' DI SCAVO | 32 |
| 4.2 | TIPOLOGIE E VOLUMETRIE PREVISTE DEI MATERIALI DI SCAVO E DI RIUTILIZZO..... | 33 |
| 4.2.1 | VOLUMETRIE DEI MATERIALI DI SCAVO..... | 33 |
| 4.2.2 | VOLUMETRIE DI MATERIALE SCAVATO RIUTILIZZATO IN SITO | 33 |
| 5 | PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO | 36 |
| 5.1 | NUMERO DEI CAMPIONI E MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO | 37 |
| 5.2 | PARAMETRI DA DETERMINARE MEDIANTE ANALISI DEI CAMPIONI | 38 |
| 6 | ALLEGATI | 39 |

1 PREMESSA

La presente relazione costituisce l'aggiornamento e l'adeguamento del "Piano Preliminare delle Terre e Rocce da Scavo" (D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164") redatto nell'ambito del progetto definitivo dei lavori denominati ***"FE-E-7-NI Lavori di adeguamento delle condizioni di navigabilità dell'alveo di magra del fiume Po per navi di classe Va – Tratto Revere-Ferrara"***. Il precedente piano è stato oggetto di alcune osservazioni nell'ambito del procedimento di V.I.A., e, pertanto, esse vengono accolte nel precedente elaborato.

Il presente progetto prevede l'utilizzo di materiali di scavo per l'impiego immediato nel sito di realizzazione dell'opera; tale condizione rientra quindi nel regime dell'articolo 185 del D. Lgs. 152/2006 a cui rimanda all'art. 24 del D.P.R. 120/2017 relativo all' *"utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti"*.

Il progetto, infatti, prevede la realizzazione di scavi per la realizzazione di opere di navigazione lungo il fiume Po. Parte del materiale scavato sarà riutilizzato contestualmente alla realizzazione dell'opera (reimpiego nel medesimo sito), mentre il materiale in esubero, sarà comunque lasciato nelle immediate vicinanze del cantiere. Il pietrame necessario alla realizzazione dei nuovi pennelli di navigazione sarà oggetto di nuova fornitura dalle cave disponibili al momento della costruzione delle opere.

In merito a quanto sopra esposto, il presente elaborato fornisce i caratteri generali, ambientali e geologici dei luoghi interessati dagli interventi dello stralcio esecutivo, estratto da un totale di 15 interventi individuati nel Progetto Definitivo, e descrive le operazioni da effettuarsi prima della realizzazione delle opere per la verifica di sussistenza delle condizioni di idoneità per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo all'esterno del sito di produzione nell'ambito del regime del sottoprodotto, di cui all'art. 184 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. nonché per il riutilizzo in situ ai sensi dell'articolo 185 del D. Lgs. 152/2006.

Tuttavia si segnala sin da ora che, come individuato nel seguito del presente documento, le opere previste ricadono all'interno dell'alveo del fiume Po e sono ricomprese in aree di deflusso della portata ordinaria, ed il fiume stesso, che risulta segregato all'interno di una fascia definibile "naturale". Tale considerazione può essere validata semplicemente dall'osservazione dell'evoluzione storica del tratto di fiume Po oggetto di intervento mediante la semplice comparazione delle fotografie aeree storiche reperibili in Google® Earth®; osservando la comparazione tra le fotografie del 1985 e del 2019 è possibile verificare visivamente che le aree sono ad uso esclusivamente agricolo e che non vi sono variazioni sostanziali della destinazione d'uso e delle caratteristiche di naturalità che possono dare adito ad un inquinamento delle terre e rocce dell'alveo, se non indotto da fattori esterni alle stesse. Di seguito si riporta quindi il confronto tra le fotografie per il tratto oggetto di studio.

R.T.P.:



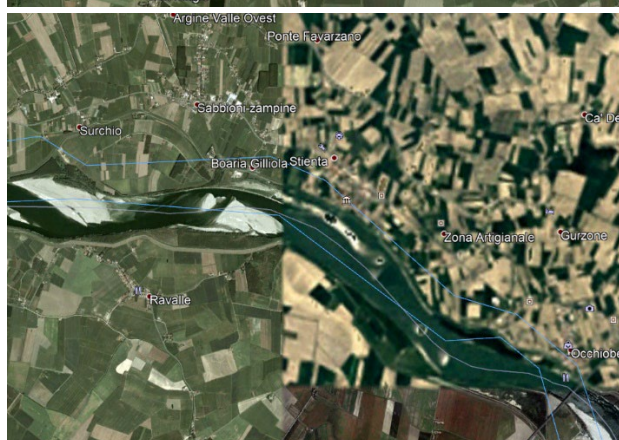
Sopra: Fotografia aerea ANNO 1985 – Sotto: fotografia aerea ANNO 2016

R.T.P:

Di seguito un dettaglio della comparazione tra le zone all'interno dell'argine (per mancanza di risoluzione nella fotografia del 1985 si riporta il confronto tra gli anni 2003, a sinistra, e 2019, sulla destra).



R.T.P:



Detto ciò, qualora in sede delle indagini ed analisi effettuate nelle successive fasi progettuali, le concentrazioni dei parametri di cui all'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017 superino le concentrazioni soglie di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della parte IV del decreto n. 152 del 2006, risulta evidente che tali concentrazioni possono essere assunte pari al valore del fondo naturale ai sensi dell'Art. 11 del DPR 120/2017. Le terre e rocce da scavo individuate al richiamato articolo sarebbero utilizzabili comunque nell'ambito del sito di produzione o in un sito diverso a condizione che tale ultimo sito presenti valori di fondo naturale con caratteristiche analoghe, come nel presente caso per l'alveo del fiume Po. **Come espresso dalla Regione Veneto in sede di analisi del progetto definitivo nell'ambito del procedimento di V.I.A., come valori di riferimento del fondo da assumersi per l'applicazione dell'articolo 11 del DPR120/2017, potrà essere utilizzato, quale documento di riferimento, la pubblicazione "Metalli e metalloidi" edizione 2019, reperibile sul sito ARPAV.**

Il presente documento tratta gli interventi dello stralcio funzionale esecutivo estratto dal progetto generale della sistemazione a corrente libera.

R.T.P:

2 INQUADRAMENTO GENERALE ED AMBIENTALE

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il progetto generale della sistemazione a corrente libera riguarda il basso del corso del Po, nel tratto fra Revere e Ferrara, più precisamente fra Castelmassa e Occhiobello per un'estensione complessiva pari a circa 30 km in un tratto fondamentalmente privo di opere di sistemazione fluviale se non per alcune difese spondali di estensione molto limitata e un pennello longitudinale che definisce una curva in sinistra idraulica immediatamente a monte dell'abitato di Stienta.

Il tratto interessa i territori di tre Regioni rivierasche, Lombardia, Veneto ed Emilia Romagna e le provincie di Mantova, Ferrara e Rovigo coinvolgendo un totale di 10 comuni come di seguito elencati:

- Regione Veneto
 - Provincia di Rovigo
 - Comune di Castelmassa
 - Comune di Calto
 - Comune di Salara (al momento non interessato da opere)
 - Comune di Ficarolo
 - Comune di Gaiba
 - Comune di Stienta
 - Comune di Occhiobello
- Regione Lombardia
 - Provincia di Mantova
 - Comune di Sermide e Felonica
- Regione Emilia Romagna
 - Provincia di Ferrara
 - Comune di Bondeno
 - Comune di Ferrara
 -

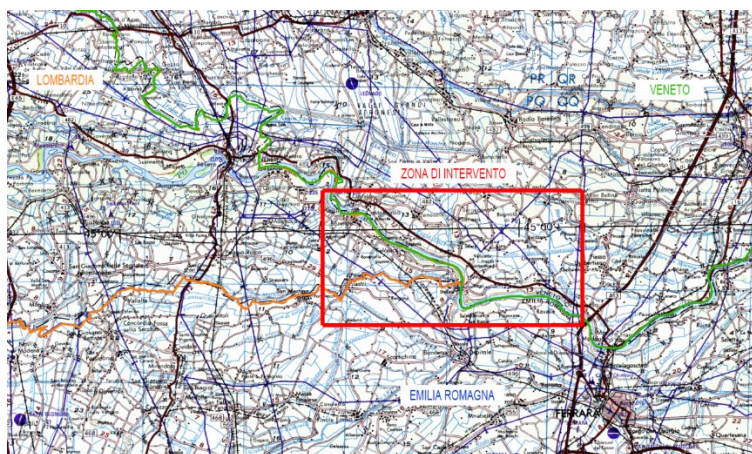


Figura 1 - Inquadramento del tratto di fiume Po oggetto di intervento

R.T.P:

Con la finalità di ripristinare le condizioni del fiume Po necessarie per la navigazione interna, il progetto prevede la realizzazione di opere di navigazione realizzate con materiali naturali (inerti).

In particolare il progetto prevede la realizzazione di pennelli di navigazione longitudinali e trasversali suddivisibili in 15 gruppi di intervento localizzati lungo l'alveo fluviale del Po tra Revere e Ferrara.



Figura 2: Inquadramento dei 15 gruppi di interventi di sistemazione a corrente libera previsti

R.T.P:

Di questi 15 ambiti di intervento, 7 rientrano nel tratto compreso fra Castelmassa e Ficarolo, 1 in quello fra Ficarolo e Foce Panaro ed altri 7 nel tratto fra Foce Panaro e Occhiobello.

Per la sistemazione del tratto sono previste complessivamente 45 opere, principalmente di tipo trasversale tranne due che sono di tipo longitudinale, per uno sviluppo lineare totale pari a circa 6.700 m.

Nella tabella successiva (Tabella 4) si riporta l'elenco completo delle opere ipotizzate suddivise per intervento e con la definizione delle principali caratteristiche geometriche in termini di lunghezza, quote di sommità e altezza media dei vari pennelli.

Come meglio descritto di seguito, dal punto di vista strutturale, i pennelli saranno opere di tipo flessibile a sezione generalmente trapezia, che verranno appoggiate direttamente sul fondo dopo una preparazione preliminare della sede di appoggio mediante dragaggio.

La sezione trasversale sarà di tipo zonato con l'utilizzo di materiali diversi tra fondo, nucleo e rivestimento superficiale.

Per la formazione del nucleo centrale dei pennelli si prevede di utilizzare appositi sacconi riempiti con la sabbia prelevata direttamente in loco in modo da ridurre l'apporto di materiale inerte proveniente da cave di prestito riducendo allo stesso tempo costi e impatti ambientali dovuti al passaggio dei mezzi di trasporto per la fornitura in cantiere dei materiali necessari alla realizzazione delle opere.

Dal punto di vista dimensionale le opere presentano altezze che mediamente variano fra i 4 e i 7-8 m, con l'altezza che dipende soprattutto dalle condizioni morfologiche dell'alveo in cui le opere si vanno ad inserire.

Tale condizione potrà per altro variare nel tempo in funzione dell'andamento delle portate nel fiume, essendo per definizione il Po un fiume a fondo mobile, e quindi occorrerà tenere conto di tale evenienza nel proseguo delle attività progettuali essendo possibile riscontrare nel tempo condizioni differenti da quelle analizzate e utilizzate nel corso della presente progettazione.

Per l'individuazione del posizionamento dei 15 gruppi di intervento si rimanda agli elaborati grafici di progetto definitivo.

R.T.P:

| Intervento [-] | Codice Intervento [-] | Tipo intervento [-] | Lunghezza [m] | Livello Q=800 mc/s [m slm] | Quota sommità [m slm] | Quota max di base pennello [m slm] | Quota min di base pennello [m slm] | Altezza media opere [m] | Lunghezza totale [m] |
|---|-------------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|--|---|---------------------------------|------------------------------|
| Tratto Castelmassa - Ficarolo | | | | | | | | | |
| 1 Sermide | 1DX | PT | 66,02 | 6,71 | 6,70 | 1,50 | 1,50 | 5,20 | 343,5 |
| | 2DX | PT | 118,52 | 6,71 | 6,70 | 1,50 | 1,50 | 5,20 | |
| | 3DX | PT | 158,96 | 6,71 | 6,70 | 3,00 | 1,50 | 4,45 | |
| 2 Castelmassa | 1SX | DS | 170,87 | 6,13 | 6,60 | 0,00 | -1,00 | 7,10 | 170,9 |
| 3 Caposotto | 1DX | PT | 190,00 | 6,13 | 6,15 | 2,00 | 0,00 | 5,15 | 734,1 |
| | 2DX | PT | 231,40 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 0,00 | 6,15 | |
| | 3DX | PT | 117,70 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 0,00 | 6,15 | |
| | 4DX | PT | 124,60 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 0,00 | 6,15 | |
| | 5DX | PT | 70,40 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 0,00 | 6,15 | |
| | 1SX | PT | 147,82 | 6,13 | 6,20 | 0,00 | 0,00 | 6,20 | 734,3 |
| | 2SX | PT | 125,90 | 6,13 | 6,20 | 0,00 | 0,00 | 6,20 | |
| | 3SX | PT | 153,20 | 6,13 | 6,20 | 0,00 | 0,00 | 6,20 | |
| | 4SX | PT | 95,00 | 6,13 | 6,20 | 0,00 | 0,00 | 6,20 | |
| | 5SX | PT | 120,40 | 6,13 | 6,20 | 0,00 | 0,00 | 6,20 | |
| | 6SX | PT | 91,95 | 6,13 | 6,20 | 0,00 | 0,00 | 6,20 | |
| 4 Felonica | 1DX | PT | 111,40 | 5,90 | 6,00 | 0,00 | 0,00 | 6,00 | 689,3 |
| | 2DX | PT | 180,30 | 5,90 | 6,00 | 0,00 | 0,00 | 6,00 | |
| | 3DX | PT | 201,20 | 5,90 | 6,00 | 0,00 | 0,00 | 6,00 | |
| | 4DX | PT | 196,40 | 5,90 | 6,00 | 0,00 | 0,00 | 6,00 | |
| 5 Calto | 1SX | PT | 119,20 | 5,64 | 5,70 | 0,00 | 0,00 | 5,70 | 328,9 |
| | 2SX | PT | 209,70 | 5,64 | 5,70 | 0,00 | 0,00 | 5,70 | |
| 6 Bastioncello | 1DX | PT | 127,00 | 5,48 | 5,30 | 0,00 | 0,00 | 5,30 | 254,0 |
| | 2DX | PT | 127,00 | 5,48 | 5,30 | 0,00 | 0,00 | 5,30 | |
| 7 Novara | 1DX | PL | 300,00 | 5,33 | 5,35 | -1,00 | -1,00 | 6,35 | 300,0 |
| Tratto Ficarolo - Foce Panaro | | | | | | | | | |
| 8 Stellata | 1SX | PT | 121,70 | 4,90 | 4,90 | 0,00 | 0,00 | 4,90 | 336,7 |
| | 2SX | PT | 115,00 | 4,90 | 4,90 | 0,00 | 0,00 | 4,90 | |
| | 3SX | PT | 100,00 | 4,90 | 4,90 | 0,00 | 0,00 | 4,90 | |
| Tratto Foce Panaro - Stienta | | | | | | | | | |
| 9 Salvatonica | 1DX | PT | 148,30 | 4,63 | 4,60 | 0,00 | 0,00 | 4,60 | 363,3 |
| | 2DX | PT | 215,00 | 4,63 | 4,60 | 0,00 | 0,00 | 4,60 | |
| 10 Gaiba | 1SX | PT | 91,41 | 4,47 | 4,40 | -1,00 | -1,00 | 5,40 | 270,3 |
| | 2SX | PT | 178,90 | 4,47 | 4,40 | -1,00 | -1,00 | 5,40 | |
| 11 Ravalle monte | 1DX | PT | 100,00 | 4,25 | 4,25 | -2,50 | -2,50 | 6,75 | 240,0 |
| | 2DX | PT | 140,00 | 4,25 | 4,25 | -2,50 | -2,50 | 6,75 | |
| 12 Ravalle valle | 1DX | PT | 78,00 | 4,09 | 4,35 | -6,00 | -6,00 | 10,35 | 209,0 |
| | 2DX | PT | 131,00 | 4,09 | 4,35 | -2,50 | -2,50 | 6,85 | |
| 13 Stienta monte | 1SX | PL | 611,50 | 3,46 | 4,90 | -3,00 | -3,00 | 7,90 | 611,5 |
| 14 Stienta valle | 1SX | PT | 157,40 | 4,09 | 4,35 | -4,00 | -4,00 | 8,35 | 263,9 |
| | 2SX | PT | 106,50 | 4,09 | 4,35 | -4,00 | -4,00 | 8,35 | |
| 15 Occhiobello | 1DX | PT | 120,55 | 4,06 | 4,00 | -2,50 | -2,50 | 6,50 | 549,8 |
| | 2DX | PT | 169,09 | 4,06 | 4,00 | -2,50 | -2,50 | 6,50 | |
| | 3DX | PT | 153,70 | 4,06 | 4,00 | -2,50 | -2,50 | 6,50 | |
| | 4DX | PT | 106,50 | 4,06 | 4,00 | -2,50 | -2,50 | 6,50 | |
| | 1SX | PT | 80,80 | 4,06 | 4,00 | -2,50 | -2,50 | 6,50 | 296,7 |
| | 2SX | PT | 106,50 | 4,06 | 4,00 | -2,50 | -2,50 | 6,50 | |
| | 3SX | PT | 109,35 | 4,06 | 4,00 | -2,50 | -2,50 | 6,50 | |
| Numero complessivo opere di navigazione | | | 45 | | | Lunghezza complessiva opere di navigazione | | | 6.696,1 |

Tabella 1: caratteristiche dimensionali delle opere di navigazione

Dei 15 gruppi di intervento individuati dal Progetto Generale di sistemazione a corrente libera sono stati individuati 3 gruppi di intervento (Intervento n°2 – Castelmassa; Intervento n°3 – solo sponda destra: Caposotto – Intervento n°7 – Novara) che compongono il primo stralcio funzionale esecutivo oggetto della presente progettazione esecutiva.

Di seguito si riportano gli inquadramenti generali rimandando agli ulteriori documenti di progetto per un maggiore dettaglio e trattazione (vedi relazione geologica, idraulica, paesaggistica, etc.).

R.T.P.:

2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DEL TRATTO REVERE-FERRARA

Come riportato nella relazione geologica allegata al presente progetto, le aree di intervento previste sono all'interno dell'alveo di magra del fiume Po, all'interno dell'area di deflusso ordinario del fiume. Essa, nel tratto compreso tra Revere e Ferrara, è caratterizzata da depositi di elementi di granulometria medie e fini. Le modeste caratteristiche meccaniche di quelle terre facilitano l'erosione lungo l'estradosso dei meandri ed il conseguente sovralluvionamento nelle aree di stanca. Le escursioni stagionali del livello idrometrico, unitamente alla mobilità del fondo, creano ostacolo alla navigazione fluviale.

Il comparto padano è uno dei più studiati sotto il profilo geologico; sono agli atti diversi lavori specialistici riguardanti sia i volumi d'interesse geotecnico sia quelli profondi attinenti alla sismica ed alla ricerca d'idrocarburi. Una particolare attenzione fu riservata alle arginature che difendono la Bassa Pianura dalle esondazioni. A tal proposito si può ricordare il recente "Progetto strategico per il miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica dei territori lungo l'asta medio inferiore del Fiume Po" ottenuto dalla sinergia di diversi Enti nazionali e regionali con le Università di Bologna, Ferrara, Firenze, Milano e Siena.

Per quanto riguarda le strutture tettoniche sepolte, il lavoro "Subsurface geological structure of the Po Plan" (Pieri & Groppi, – Progetto finalizzato geodinamico CNR, 1981) costituisce il riferimento di base.

In sintesi, la piatta morfologia dei sedimenti continentali nasconde un basamento d'origine marina articolato in anticlinali/sinclinali, sovrascorrimenti e faglie che seguono grossomodo l'allineamento ONO-ESE della Catena appenninica: si tratta delle cosiddette Pieghe emiliane-romagnole e ferraresi.

Al loro culmine, esse determinano uno spessore relativamente ridotto del materasso alluvionale, mentre lo incrementano negli avvallamenti, così da creare una sorta di rilievo montuoso sepolto sotto l'ampia fascia pianeggiante che borda a Nord i contrafforti appenninici, dall'Adriatico alla Provincia di Reggio Emilia. Notoriamente, quell'assetto regionale è un riflesso della collisione dei continenti africano ed europeo nell'incessante deriva di quelle zolle crostali.

La strizione dell'area mediterranea determinò il sollevamento delle Alpi e degli Appennini associando placche distensive, quali l'Avanfossa padano-adriatica.

La dinamica tettonica permane tuttora, come dimostrano i terremoti ricorrenti.

Di seguito si riporta un estratto della cartografia geologica delle tre regioni interessate dagli interventi dove vengono caratterizzate le tipologie di suoli.

Nella cartografia geologica della Regione Lombardia, il tratto di area di intervento ricadente di interesse regionale è campito come "Depositi terrazzati (alluvium med) (1b)" del Quaternario continentale.

R.T.P:

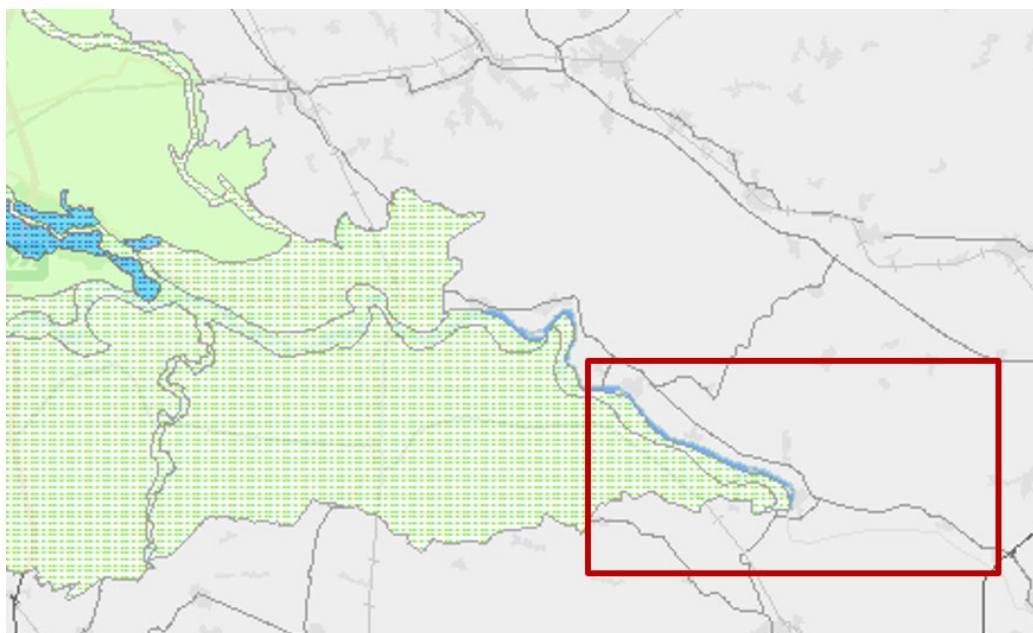


Figura 3 – Estratto della cartografia geologica della Regione Lombardia (webgis)

Dal webgis della Regione Veneto – Carta litostratigrafica del Veneto, di cui si riporta un estratto, l'intera area Sud della regione è campita omogeneamente con un retino azzurro corrispondente a "Depositi alluvionali, fluvioglaciali, lacustri e palustri – Quaternario".

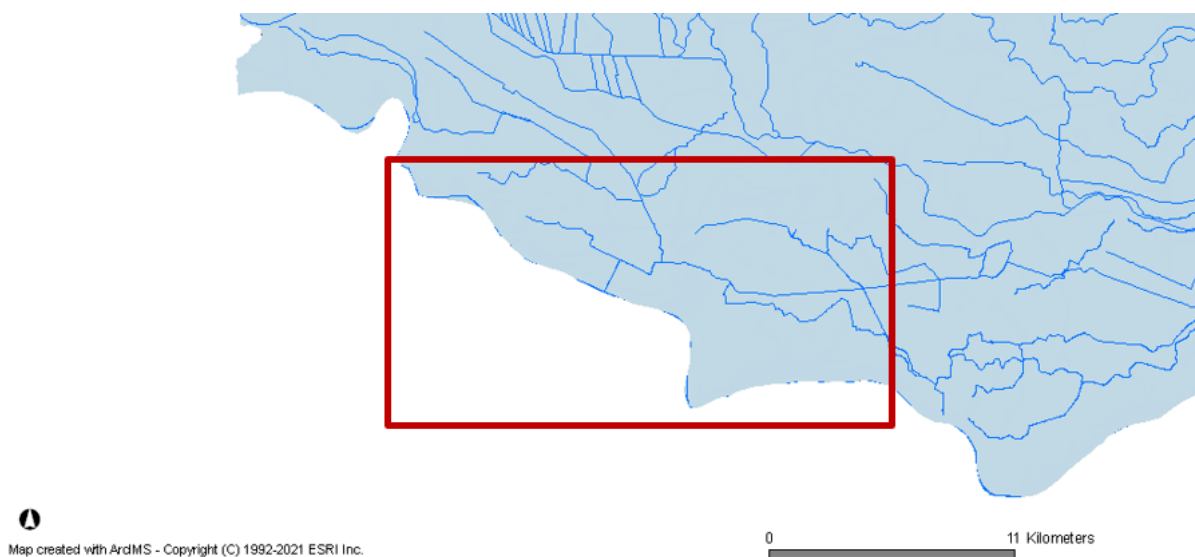


Figura 4 – Carta litostratigrafica della Regione Veneto (webgis)

La Regione Emilia Romagna, nel webgis Cartografia Geologica dell'Emilia Romagna, individua le aree di intervento con un retino bluastro corrispondente ai "Depositi di piana a meandri del Po".

R.T.P:

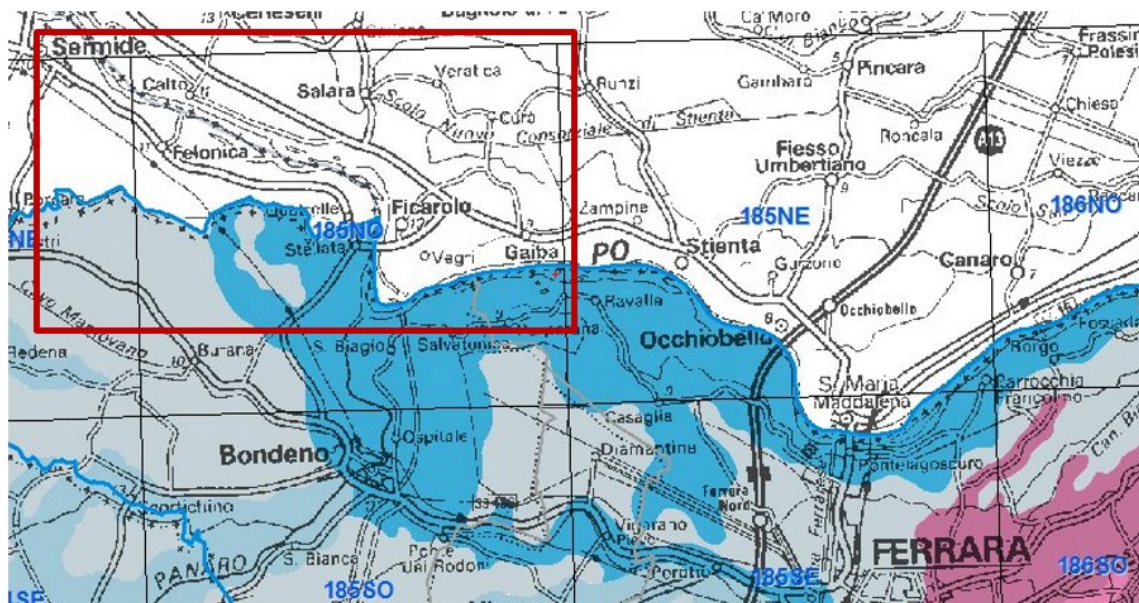


Figura 5 – Carta Geologica della Regione Emilia Romagna (webgis)

Tutta l'area del fiume Po, nel tratto oggetto di studio, data la presenza del fiume, ricade nella tipologia dei depositi alluvionali.

In sede del progetto di prefattibilità "365 PO RIVER SYSTEM", studio finanziato dalla Unione Europea in merito al potenziamento della via navigabile del fiume Po, sono state condotte diverse analisi dei sedimenti siti all'interno dell'alveo del fiume Po e nei depositi di barra (spiaggioni) rilevando campioni con prevalenza, nel tratto di intervento, di frazione sabbiosa.

In corrispondenza degli interventi previsti dallo stralcio funzionale è stata condotta una campagna di indagini geognostiche per un totale di 20 sondaggi CPTU da pontone fino a profondità di 18÷20 metri.

I risultati delle prove condotte confermano la presenza di materiale sabbioso per la quasi totalità degli strati indagati, sporadicamente interrotti da orizzonti o lenti argillose spesso a profondità superiore ai 10 metri ed a profondità inferiori in direzione di Ferrara.

Si rimanda alla Relazione geologica allegata al presente progetto per un maggior dettaglio delle caratteristiche geologiche dei terreni e per i report delle indagini effettuate.

R.T.P:

2.3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELLE AREE DI INTERVENTO

Il tratto di fiume Po oggetto del presente progetto è interessato da valori di portate medie annue prossime a 1'500 m³/s.

I valori delle portate medie annue lungo l'asta del Po in corrispondenza degli idrometri ufficiali posti internamente o in prossimità del tratto in oggetto sono i seguenti:

- Po a Sermide (superficie del bacino idrografico sotteso pari a 68'724 km²): 1'420 m³/s;
- Po a Ficarolo: 1'550 m³/s;
- Po a Pontelagoscuro (superficie del bacino idrografico sotteso pari a 70'091 km²): 1'500 m³/s.

Le figure successive riportano le curve di durata delle portate del fiume Po nelle suddette sezioni, ricavate dagli annali idrologici

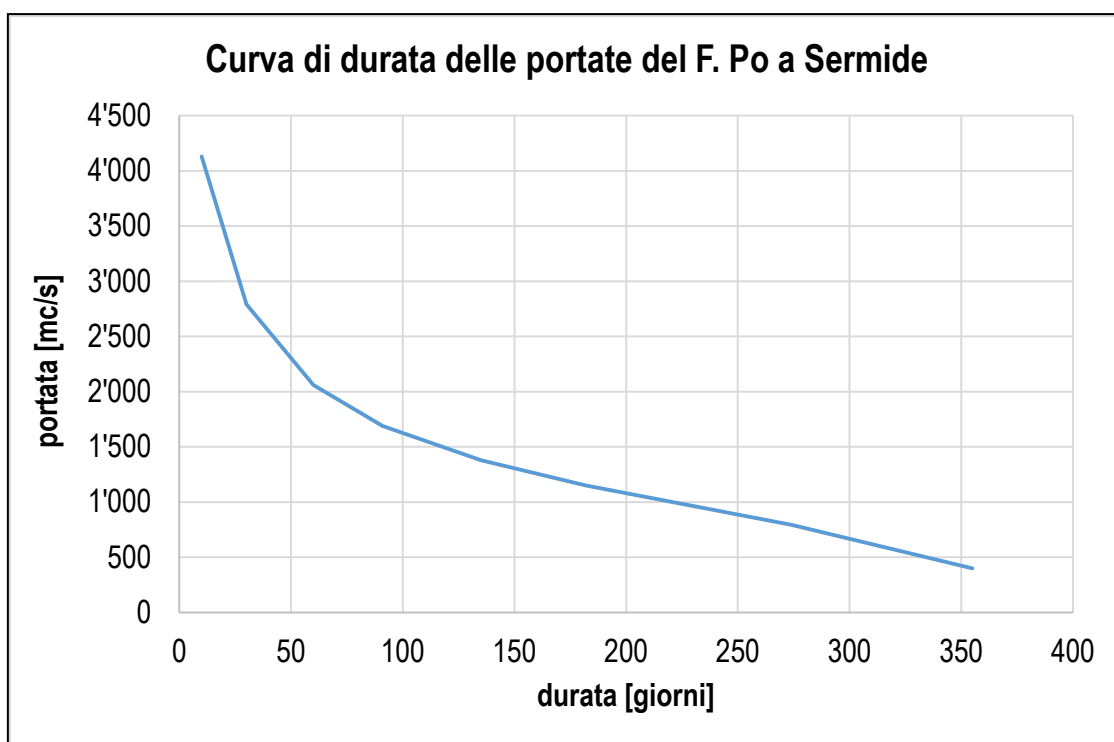


Figura 6 – Curva di durata delle portate del fiume Po a Sermide (1994-2015)

R.T.P:

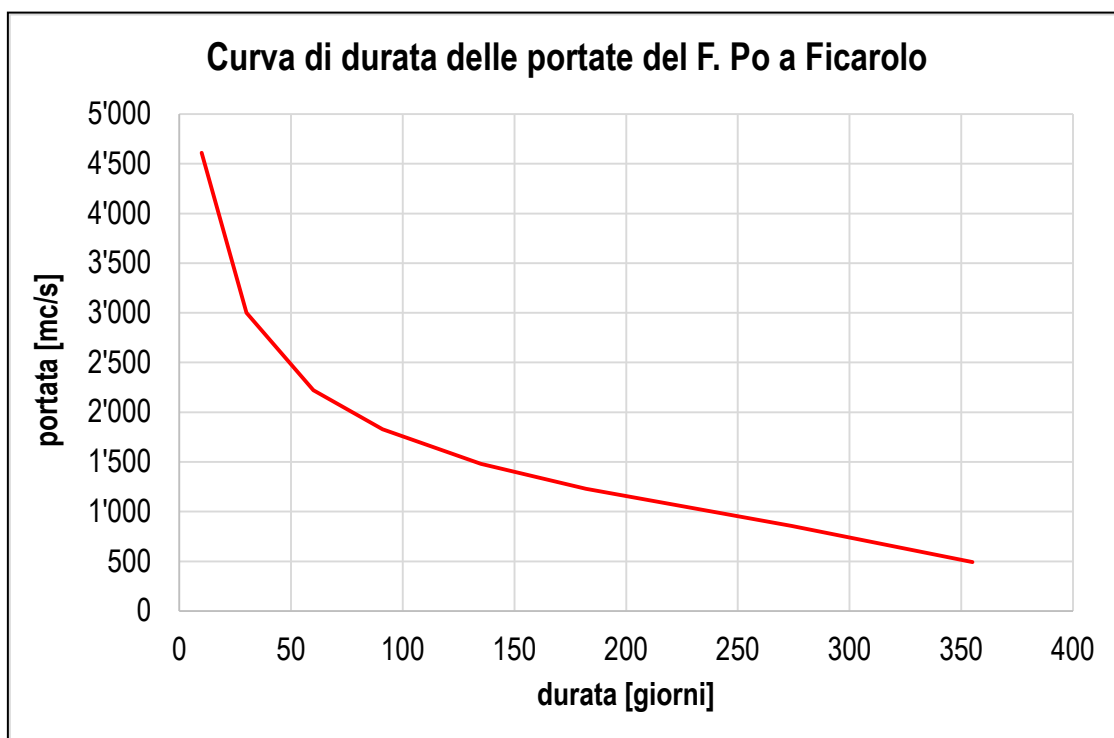


Figura 7 – Curva di durata delle portate del fiume Po a Ficarolo (1992-2015)

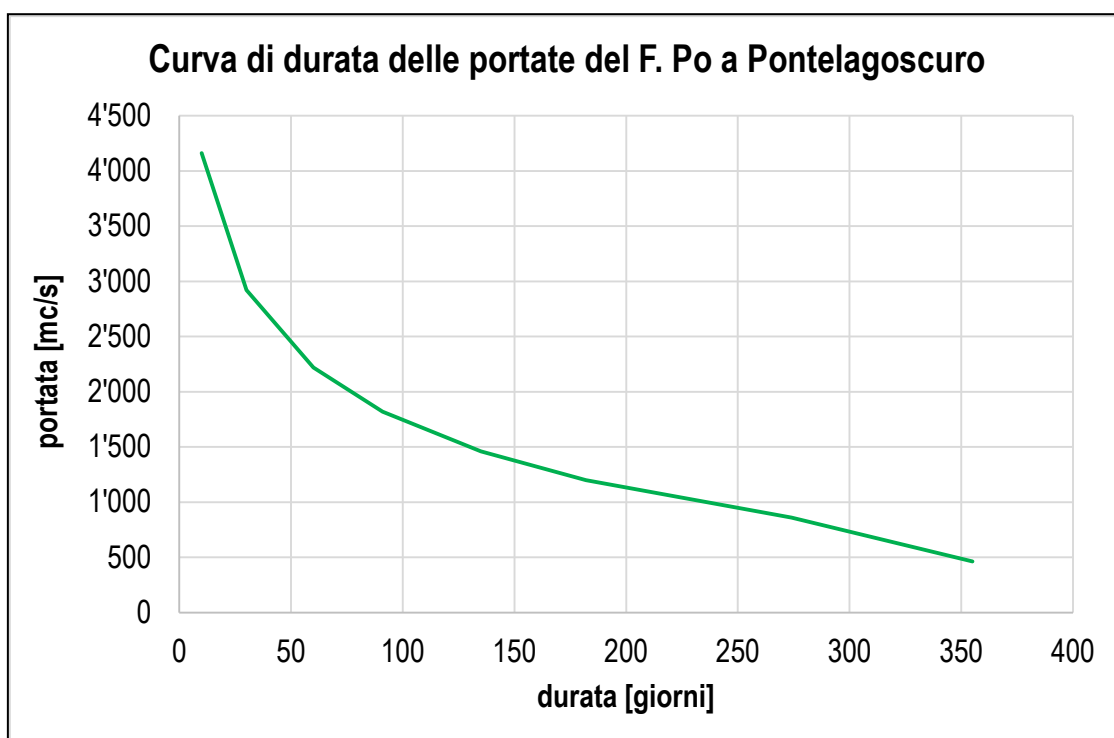


Figura 8 – Curva di durata delle portate del fiume Po a Pontelagoscuro (1923-2015)

R.T.P:

Per quanto riguarda, invece, le portate di piena, di seguito si riportano i valori delle portate al colmo per alcuni valori del tempo di ritorno, così come riportate nel PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni). In particolare si evidenzia che la portata di piena dell'evento duecentennale per il tratto in oggetto è di circa 13'000 m³/s.

Tab. 4.2: portate di piena per il Po nel tratto da Isola Sant'Antonio (confluenza Tanaro) al Delta

| Bacino | Corso d'acqua | Sezione | Superficie | Q20 | Q ott 2000 | Q200 | Q500 | Idrometro | | |
|--------|---------------|-------------|------------|----------------|------------|-------|-------|-----------|-------|---------------------|
| | | Progr.(km) | Cod. | Denomin. | km² | m³/s | m³/s | m³/s | m³/s | Denominazione |
| Po | Po | 264.855 | 82 | Becca | 36770 | 9290 | - | 13600 | 15050 | Po a Becca |
| Po | Po | 322.250 | 67 | Piacenza | 42030 | 8970 | 12240 | 13000 | 14100 | Po a Piacenza |
| Po | Po | 367.640 | 57 | Cremona | 50726 | 10090 | - | 14300 | 15870 | Po a Cremona |
| Po | Po | 428.545 | 41 | Boretto | 55183 | 9380 | 11800 | 13700 | 14720 | Po a Boretto |
| Po | Po | 457.560 | 36 | Borgoforte | 62450 | 9600 | 11800 | 13100 | 14890 | Po a Borgoforte |
| Po | Po | 548.805 | 10 | Pontelagoscuro | 70091 | 9470 | - | 13000 | 14650 | Po a Pontelagoscuro |

Figura 9 – Portate di piena del fiume Po (PGRA)

Nell'ambito dello studio di "Aggiornamento delle analisi morfologiche e del bilancio del trasporto solido dell'asta del fiume Po da confluenza Stura di Lanzo all'incile del delta (periodo 2002 - 2005) e report di valutazione" dell'Autorità di bacino del fiume Po, sono stati effettuati campionamenti ed analisi granulometriche e litologiche dei sedimenti su circa 170 campioni, distribuiti lungo tutto l'alveo. Tali analisi hanno permesso di caratterizzare il sedimento presente lungo il Po con riferimento al fondo alveo, alle barre e alle sponde:

- le forme di fondo (barre) sono costituite prevalentemente da sabbie;
- le sponde sono impostate in depositi sabbiosi molto fini, limosi o in limi sabbiosi (specialmente al piede delle sponde);
- la golena è relativamente ampia e, verso la zona terminale, lievemente pensile.

Lo studio suddetto ha suddiviso l'intero ambito in diversi tratti, dei quali quello che comprende il segmento oggetto del presente progetto si estende dalle confluenze Mincio – Secchia fino a Pontelagoscuro. Tale tratto costituisce la parte di alveo fluviale situato immediatamente a valle del tratto fluviale navigabile "Cremona – foce Mincio" e immediatamente a monte dell'incile del delta. Il corso d'acqua assume progressivamente una configurazione "differenziata" attraverso le seguenti caratteristiche morfologiche:

1. l'alveo di magra tende ad ampliarsi e ad assumere un andamento progressivamente (verso valle) pluricursale, con contestuale formazione di numerose barre longitudinali (isole), alcune delle quali molto estese e persistenti;
2. la presenza locale di pennelli di regimazione ha comportato, nel tempo, la chiusura di alcuni canali laterali "forzando", localmente, una configurazione prevalentemente monocursale;
3. in planimetria l'alveo presenta alternanze di tratti meandrici o sinuosi ad altri rettilinei.

R.T.P.:

Il bilancio delle forme di fondo (barre e sponde) "erosione – deposito" è positivo (pari a 4.1 Mm3 nel periodo 1982-2005), ossia le forme di fondo sono complessivamente in erosione, e si inverte il trend di bilancio riscontrato nei tratti precedenti, navigabili, ove il bilancio delle forme di fondo (barre e sponde) è negativo. Si segnala inoltre che il 50% circa del materiale complessivamente eroso dalle sponde e dalle barre, nel periodo 1982-2005, risulta essere stato mobilizzato in condizioni di regime ordinario (32% nel tratto precedente). Considerato che il 57% del volume di erosione è a carico delle forme di fondo (barre), tale dato conferma una netta inversione di tendenza rispetto ai tratti precedenti, verso una maggiore sensibilità idraulica in condizioni di regime ordinario, una maggiore dinamicità interna ed una maggiore "naturalità geomorfologica". Le modificazioni delle forme di fondo appaiono infatti condizionate in eguale misura dal regime ordinario e straordinario.

Di seguito si riportano alcuni dettagli relativi all'assetto dell'alveo inciso del fiume Po in diversi periodi e delle modifiche morfologiche che sono intervenute nel corso degli anni, con specifico riferimento alle zone dell'alveo del fiume Po dove sono previste le opere individuate nel seguito della presente relazione.

In particolare, per ogni sottotratto, si riportano:

- un estratto della cartografia delle tendenze evolutive in atto nel periodo 1982-2002, redatta nell'ambito del Programma di gestione dei sedimenti del fiume Po;
- analogo estratto relativo al periodo 2002-2005;
- una o due foto aeree (estratte da Google Earth) relative ad anni successivi al 2005.

In ogni immagine sono state inserite anche tutte le opere studiate nell'ambito del presente progetto, al fine di osservare la dinamica evolutiva avvenuta dal 1982 nei pressi delle opere stesse.

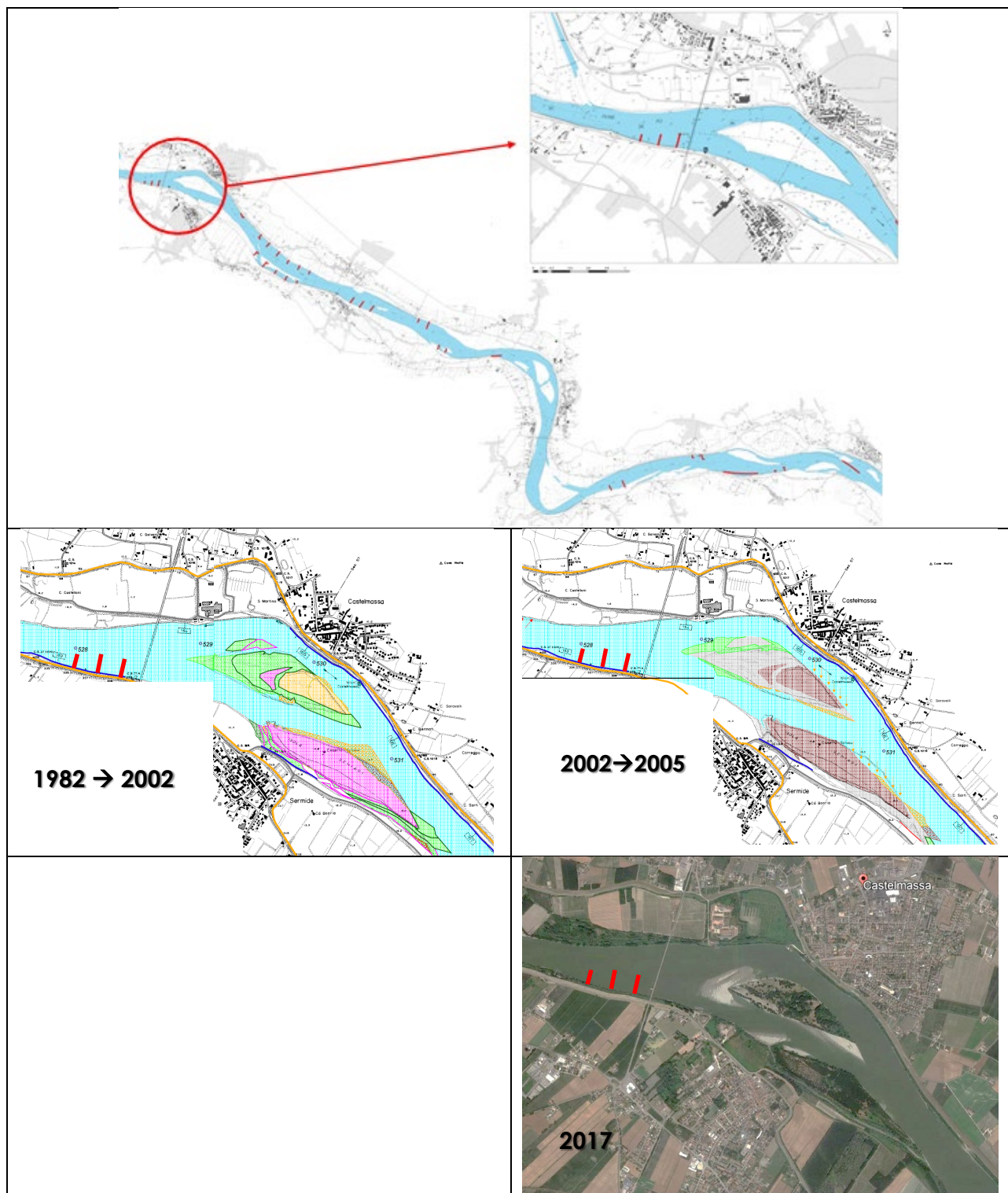


Figura 10 – Analisi tendenze evolutive del tratto nei pressi i Castelmassa

R.T.P:

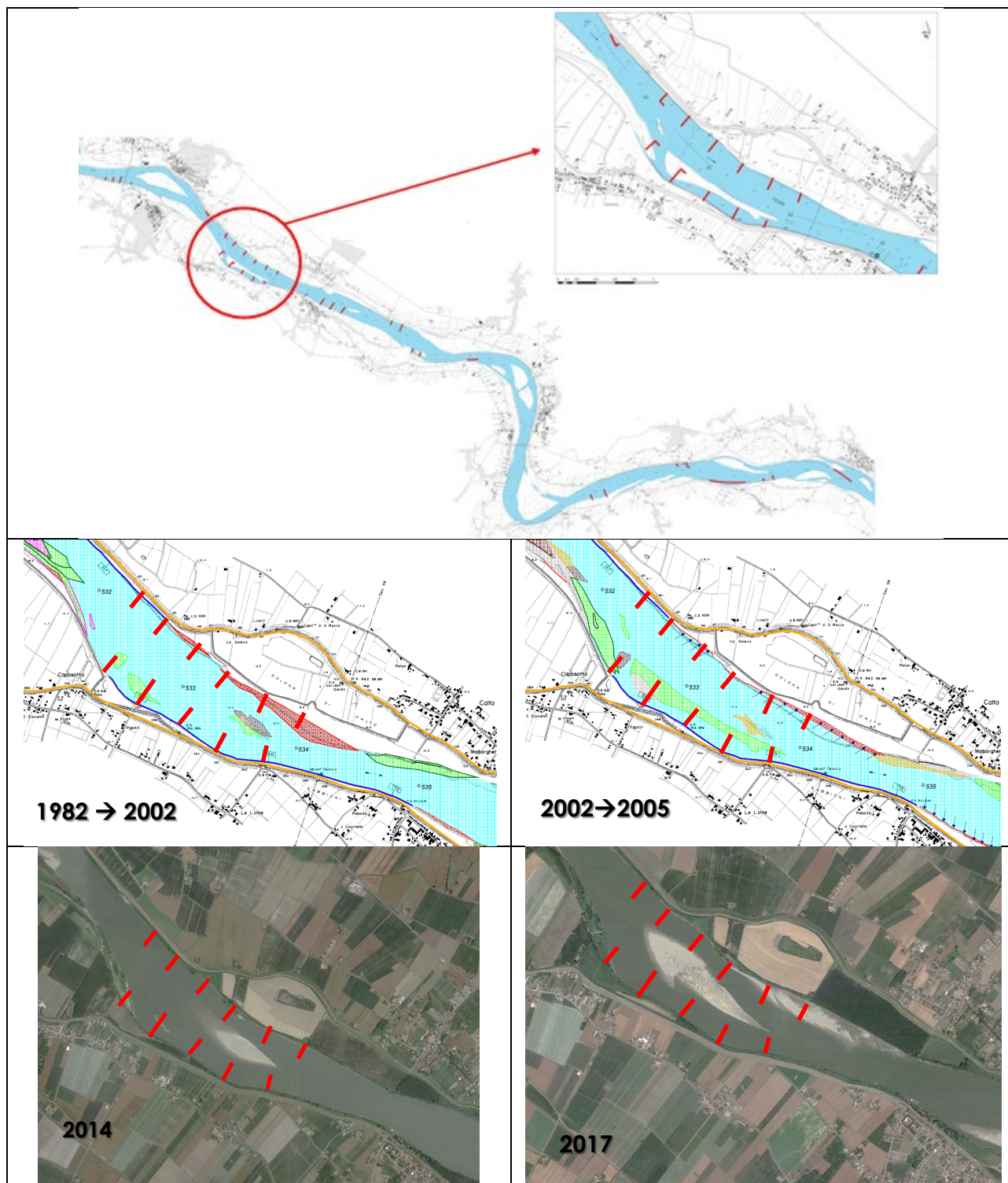


Figura 11 – Analisi tendenze evolutive del tratto a valle di Castelmasa

R.T.P:

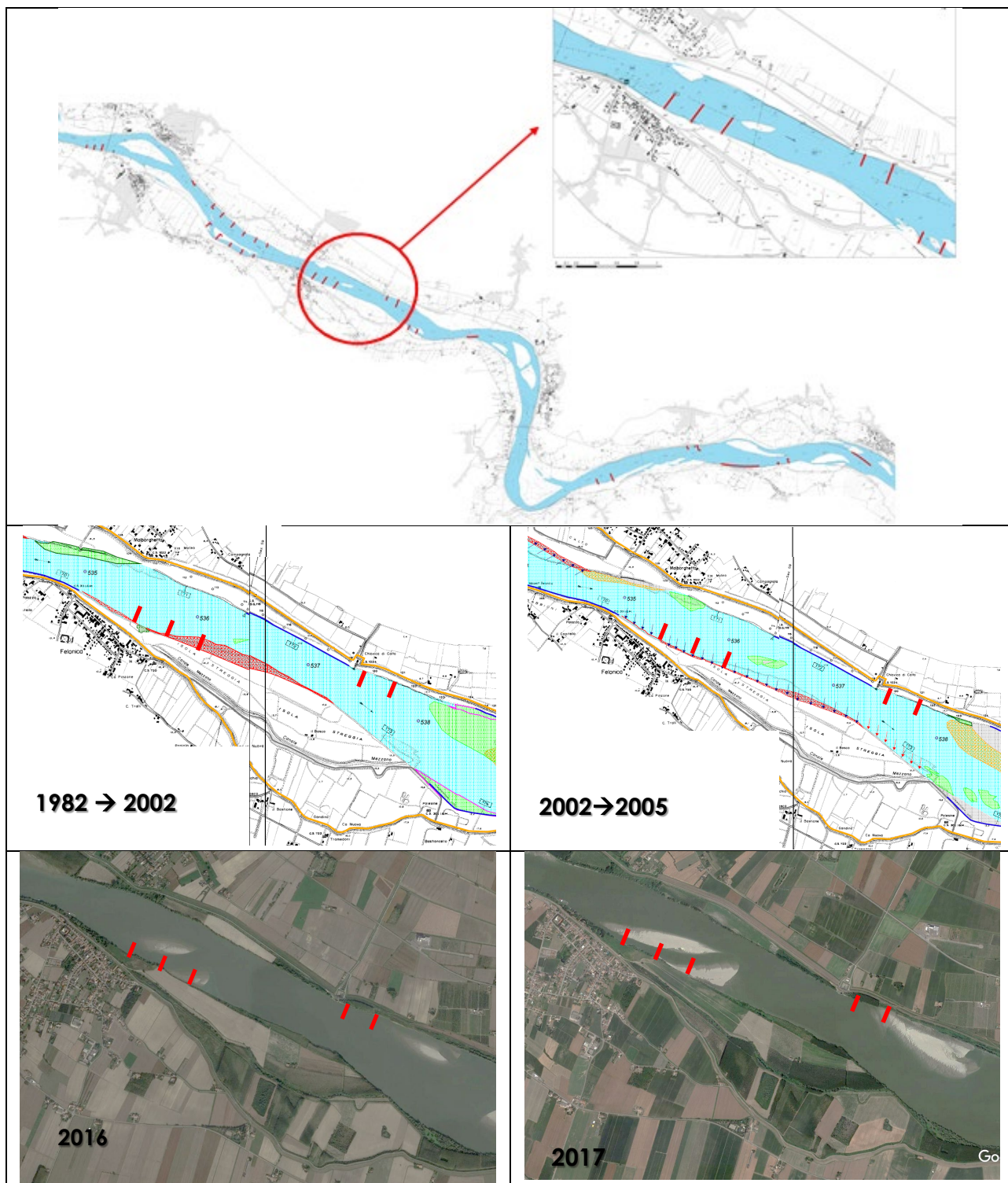


Figura 12 – Analisi tendenze evolutive del tratto a valle di Felonica

R.T.P:

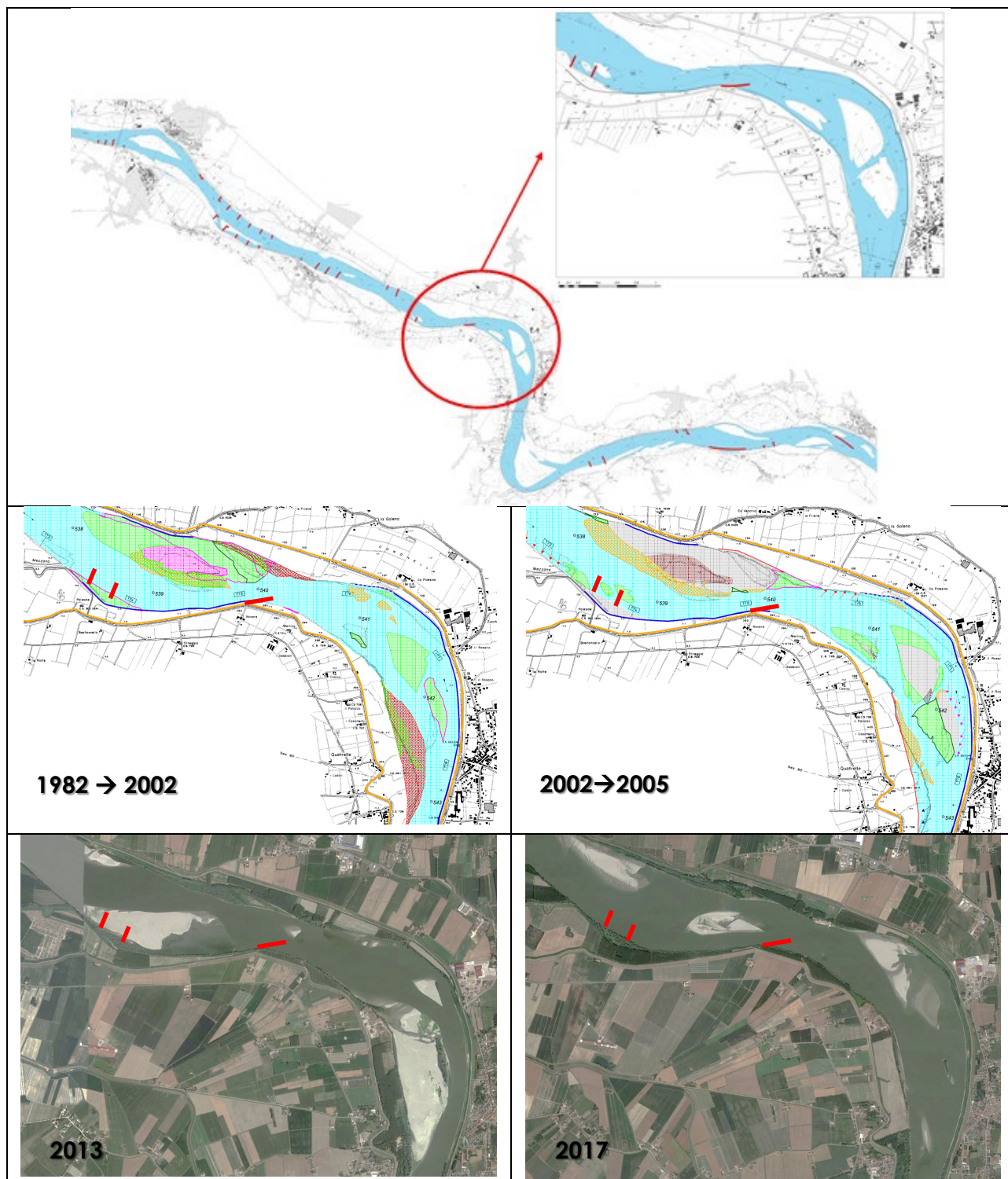


Figura 13 – Analisi tendenze evolutive del tratto a monte di Ficarolo

R.T.P:

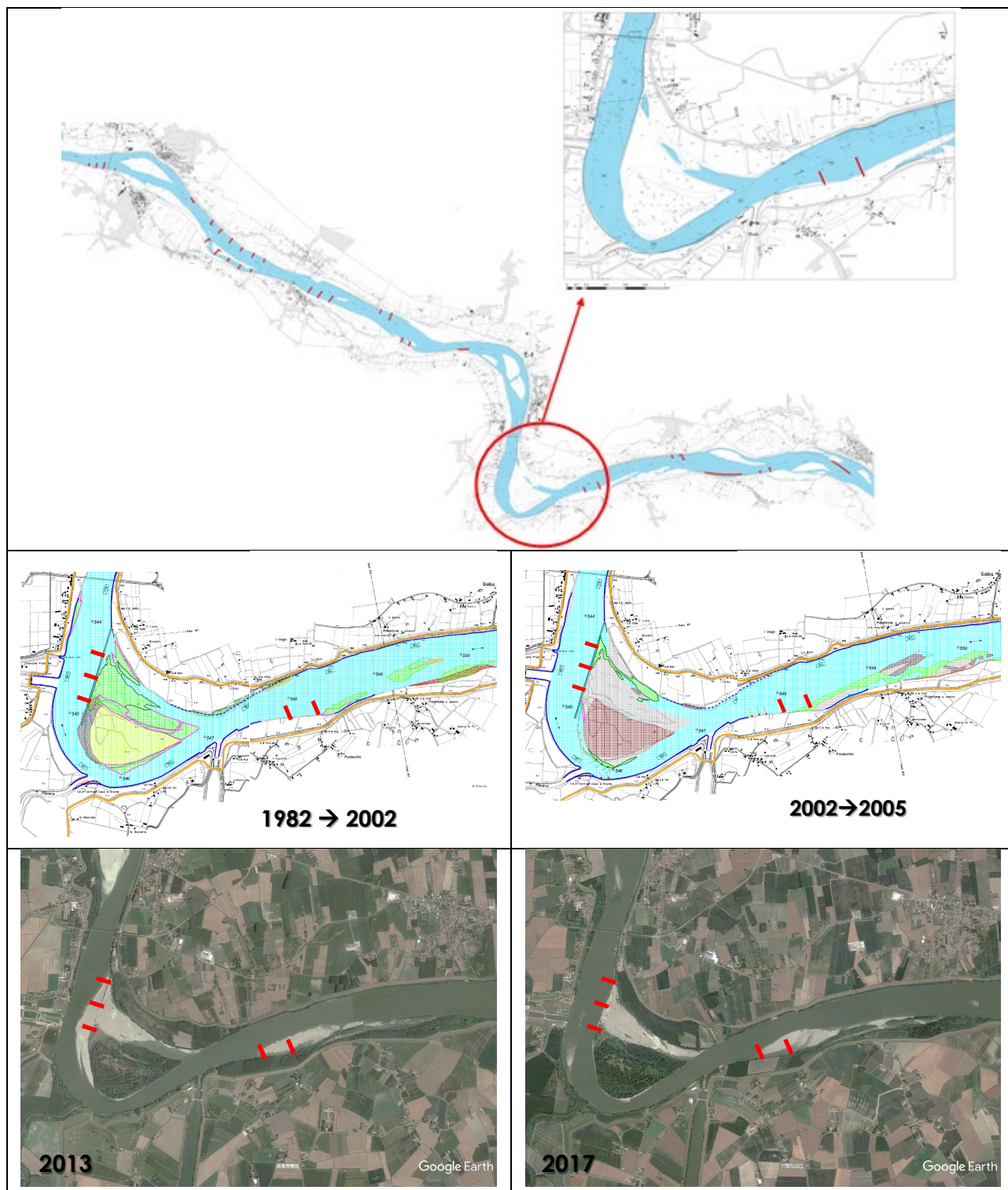


Figura 14 – Analisi tendenze evolutive del tratto a monte di Ficarolo

R.T.P:

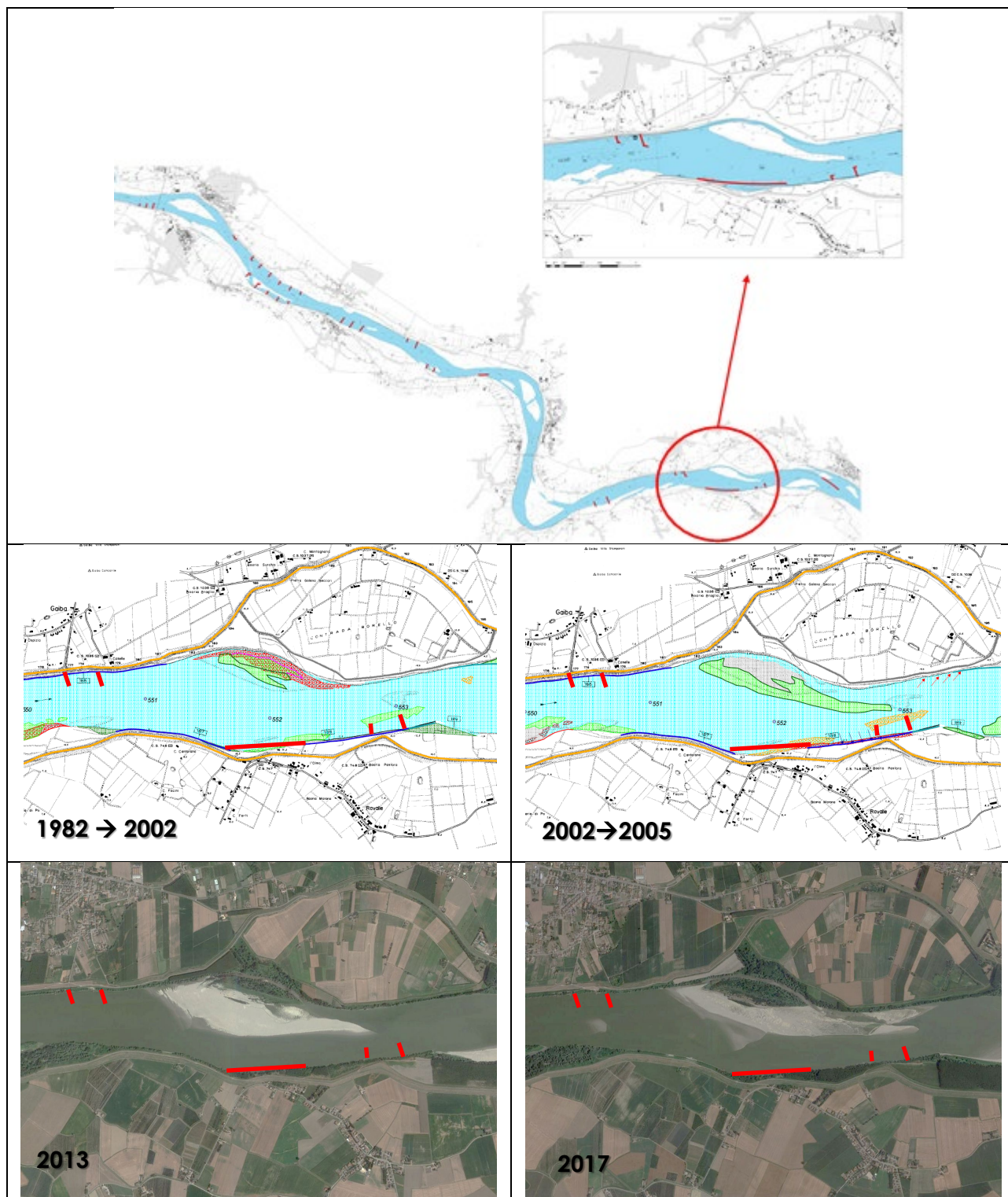


Figura 15 – Analisi tendenze evolutive del tratto nei pressi di Gaiba

R.T.P:

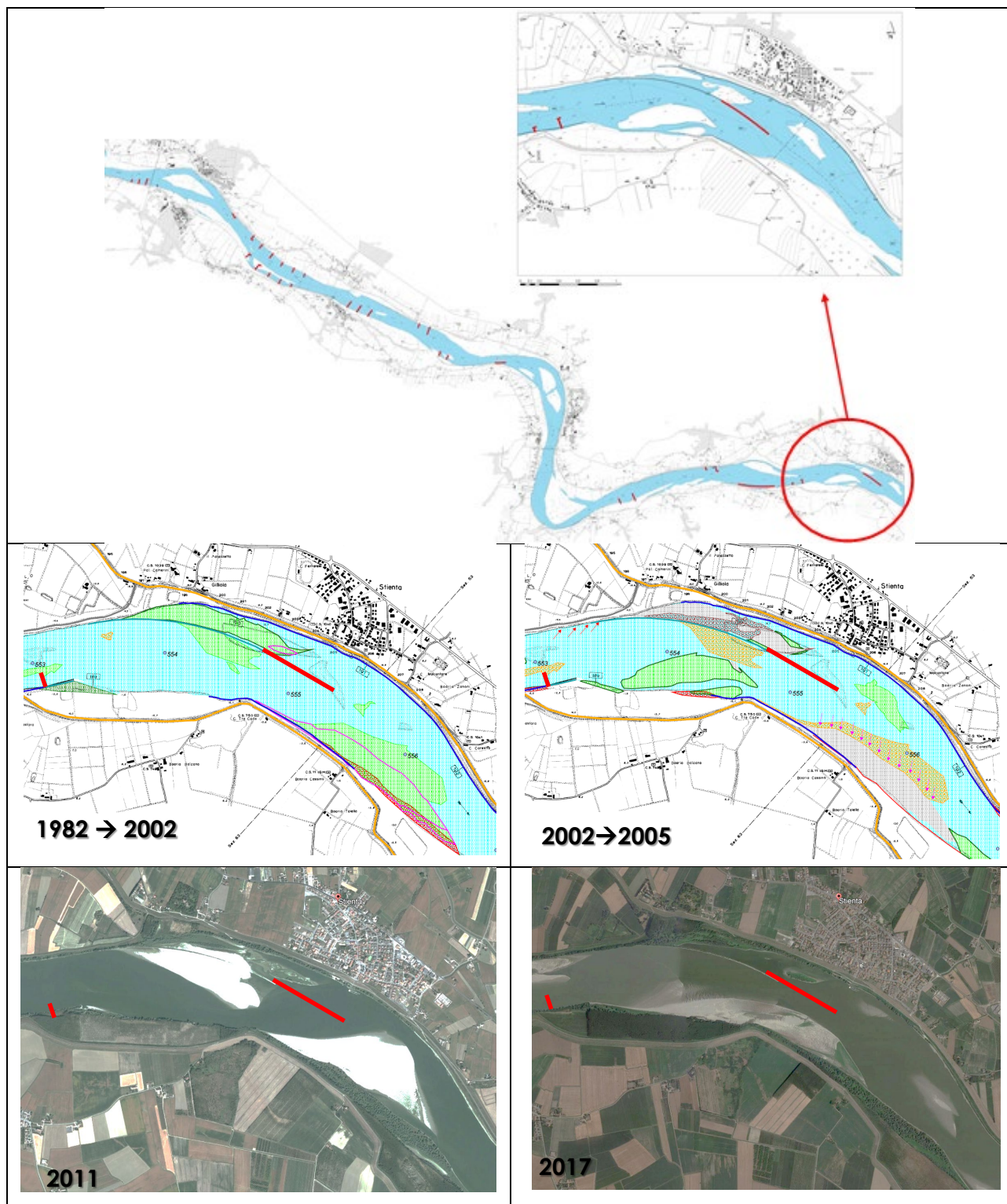


Figura 16 – Analisi tendenze evolutive del tratto nei pressi di Stienta

R.T.P:

Dall'analisi delle immagini riportate si osserva che:

- nel periodo tra il 1982 e il 2005, l'isola posta di fronte a Castelmassa si è accresciuta in seguito a fenomeni di deposito (aree di colore verde nelle cartografie estratte dal Piano di gestione dei sedimenti), sia in sinistra che in destra idraulica. Nel 2017 la situazione risulta abbastanza in linea con gli anni precedenti. In questo tratto i pennelli in progetto sono previsti in una zona sostanzialmente stabile e hanno lo scopo di deviare la corrente verso il ramo posto a sinistra dell'isola, in modo tale da ridurre l'entità dei bassi fondali in esso presenti e consentire il passaggio dei natanti;
- a valle di Castelmassa, in destra idraulica nel periodo 1982-2005 era presente una barra prossima alla sponda, mentre nell'ultimo periodo tale barra non è più presente; in sinistra idraulica si è verificata nel periodo 1982-2014 un'importante erosione di sponda, che ha raggiunto l'argine golenale; al centro dell'alveo nel corso degli anni si è formata un'isola sempre più estesa. L'assetto morfologico presente riduce le possibilità di navigazione, pertanto in progetto sono previste delle opere trasversali lungo entrambe le sponde che hanno lo scopo di concentrare il filone principale della corrente verso il centro dell'alveo e di proteggere le sponde da fenomeni erosivi;
- a valle di Felonica ed a monte di Ficarolo, in sinistra idraulica si ha una situazione stabile nel tempo, con la presenza di una barra a valle della chiavica di Calto; in destra idraulica si è sviluppata nel periodo considerato un'erosione di sponda e la formazione di una barra longitudinale. Per ovviare alla presenza di bassi fondali, nel presente progetto sono previste opere trasversali lungo entrambe le sponde allo scopo di ridurre la larghezza dell'alveo di magra ed impedire il deposito dei sedimenti. Le opere previste in destra idraulica svolgono anche la funzione di protezione della sponda in erosione;
- nei pressi della curva di Ficarolo, il tratto è soggetto a continui cambiamenti morfologici: nel periodo 1982-2005 a monte della curva era presente una barra di notevoli dimensioni in sinistra idraulica, mentre nel 2013 la barra è presente in destra idraulica e nel 2017, invece, la barra ha assunto una posizione piuttosto centrale. Anche in corrispondenza della curva di Ficarolo le barre presenti continuano a spostarsi con grande velocità (fino al 2005 la barra è centrale, nel 2013 è addossata alla sponda destra e nel 2017 è prossima alla sponda sinistra). Tale instabilità delle forme di fondo crea notevoli problemi alla navigazione di natanti, pertanto nel presente progetto sono previste delle opere con lo scopo di ridurre la mobilità delle forme di fondo e creare un alveo navigabile;
- l'evoluzione morfologica del tratto di fiume Po a cavallo della confluenza del fiume Panaro, Figura 11 mostra che le forme di fondo sono sostanzialmente stabili. L'alveo di magra del fiume Po presenta due tratti abbastanza larghi, in cui si verificano bassi fondali: uno è il tratto rettilineo a monte della confluenza del Panaro, l'altro è quello appena a valle del Canale Emiliano Romagnolo. Nel progetto sono previsti in entrambi i tratti delle opere trasversali allo scopo di ridurre la larghezza dell'alveo di magra e consentire il trasporto dei sedimenti all'interno dell'alveo, in modo da ridurre la presenza di bassi fondali. Si osserva che negli ultimi anni (foto

R.T.P:

aeree del 2013 e del 2017) a valle del CER si è formata una barra, che di fatto ha già ridotto la larghezza dell'alveo di magra rispetto alla configurazione dell'alveo presente nel periodo 1982-2005;

- in corrispondenza degli ultimi interventi previsti è presente una barra che si estende verso la sponda destra fino al centro dell'alveo inciso, creando un ostacolo alla navigazione. Allo scopo di migliorare le condizioni di navigabilità commerciale nel tratto in questione, il presente progetto prevede la realizzazione di pennelli lungo la sponda destra in modo tale da convogliare il deflusso verso il centro dell'alveo e mobilitare la suddetta barra, creando un corridoio di navigazione. Inoltre, le opere in destra idraulica concorrono alla protezione dell'argine maestro che è posto a tergo dell'attuale sponda;
- Dall'analisi delle immagini riportate nella precedente figura si osserva che il tratto in questione presenta una notevole dinamicità delle forme di fondo, che impediscono la navigazione di imbarcazioni di tipo commerciale; le barre subiscono continui processi di erosione e di deposito, sia a monte che a valle del pennello longitudinale esistente. Per cercare di creare un corridoio utile alla navigazione, il presente progetto prevede di prolungare verso valle il pennello esistente.

2.4 DESTINAZIONE D'USO DEI TERRITORI ATTRAVERSATI

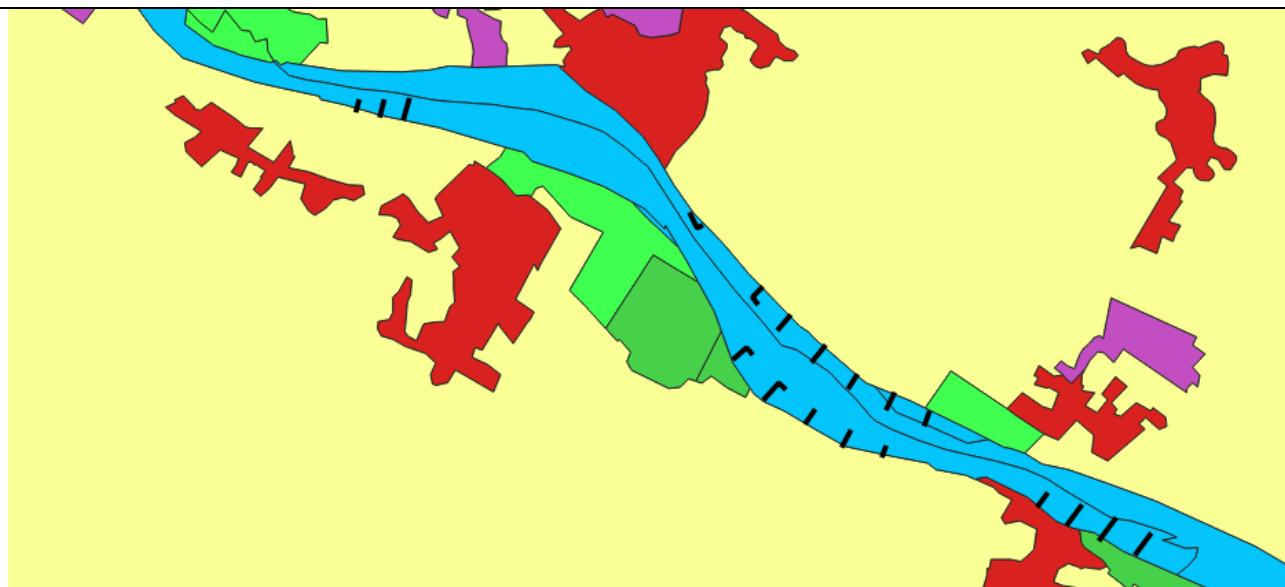
I 15 interventi previsti per la sistemazione a corrente libera del fiume Po ricadono all'interno dell'alveo di deflusso ordinario del fiume Po per cui l'area non ha destinazione d'uso differente da quella del corpo idrico. Come visibile nel confronto delle fotografie aeree storiche, riportato in premessa, l'area ha vocazione strettamente agricola all'interno delle golene date in concessione; l'alveo del fiume è comunque demanio idrico statale e non è consentita alcuna attività all'interno di esso.

Di seguito si riporta comunque un estratto della cartografia della copertura del suolo Corine Land Cover (anno 2018) da cui si osserva immediatamente che tutti gli interventi ricadono nell'alveo di deflusso ordinario della piena, area ad uso esclusivo del corpo idrico; i territori golenali, accanto all'alveo del fiume Po e all'interno delle arginature maestre sono individuate come colture permanenti (codice CLC2018 – 224 – 2241) o seminativi (codice CLC2018 – 2111).

Estratti della "Carta della copertura del suolo CORINE LAND COVER 2018"

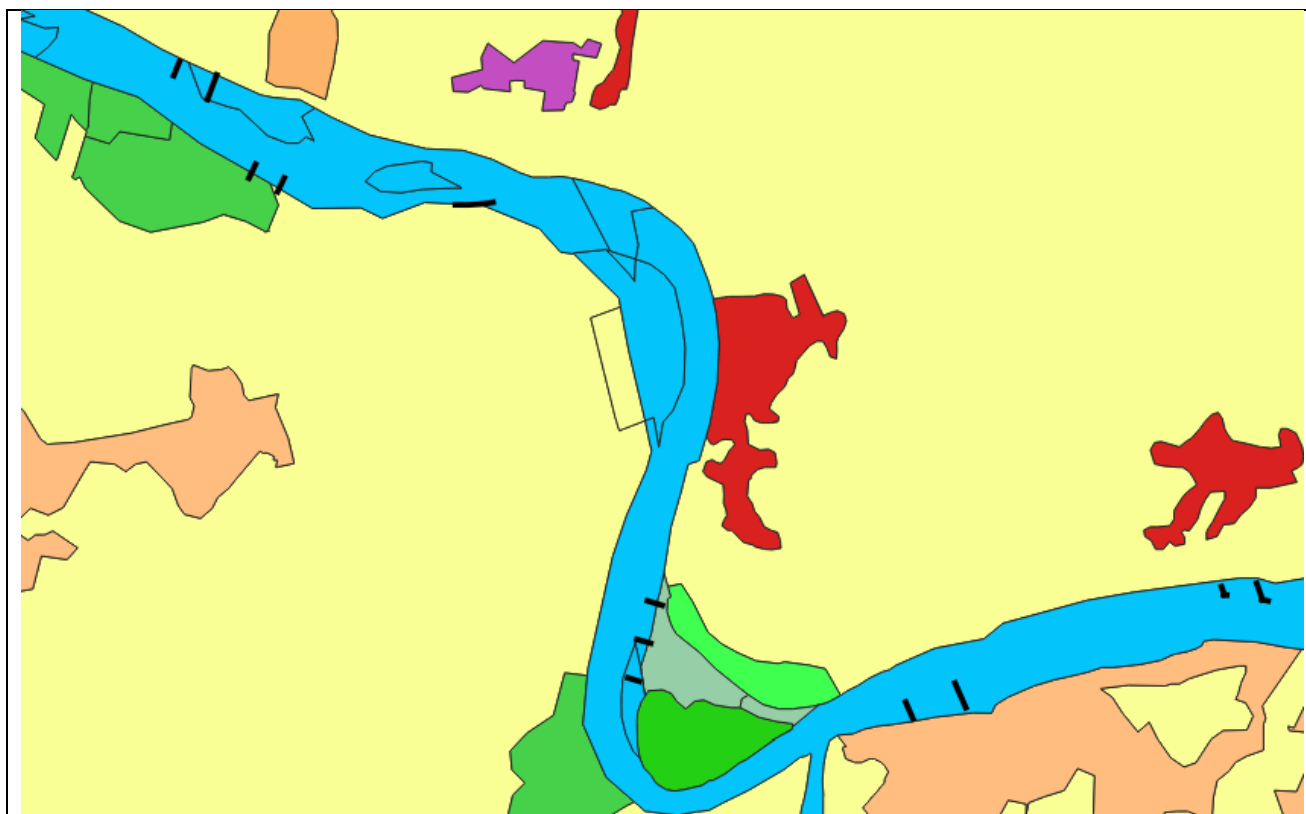
LEGENDA (CORINE LAND COVER 2018)

- OPERE DI NAVIGAZIONE PREVISTE IN PROGETTO
- 112 ZONE URBANIZZATE DI TIPO RESIDENZIALE - TESSUTO URBANO DISCONTINUO
- 121 ZONE INDUSTRIALI, COMMERCIALI ED INFRASTRUTTURALI - AREE INDUSTRIALI, COMMERCIALI E DEI SERVIZI PUBBLICI E PRIVATI
- 2111 SEMINATIVI - TERRENI ARABILI IN AREE NON IRRIGUE - COLTURE INTENSIVE
- 222 COLTURE PERMANENTI - FRUTTETI
- 224 COLTURE PERMANENTI - ALTRE COLTURE PERMANENTI
- 2241 COLTURE PERMANENTI - ALTRE COLTURE PERMANENTI - ARBORICOLTURA DA LEGNO
- 242 ZONE AGRICOLE ETEROGENEE - SISTEMI CULTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI
- 3116 ZONE BOSCADE - BOSCO DI LATIFOGLIE - BOSCHI A PREVALENZA DI SPECIE IGROFILE (SALICI)
- 331 ZONE APERTE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE - SPIAGGE, DUNE, SABBIE
- 411 ZONE UMIDE INTERNE - AMBIENTI UMIDI FLUVIALI
- 511 CORPI IDRICI - ACQUE CONTINENTALI - CORSI D'ACQUA, CANALI, IDROVIE

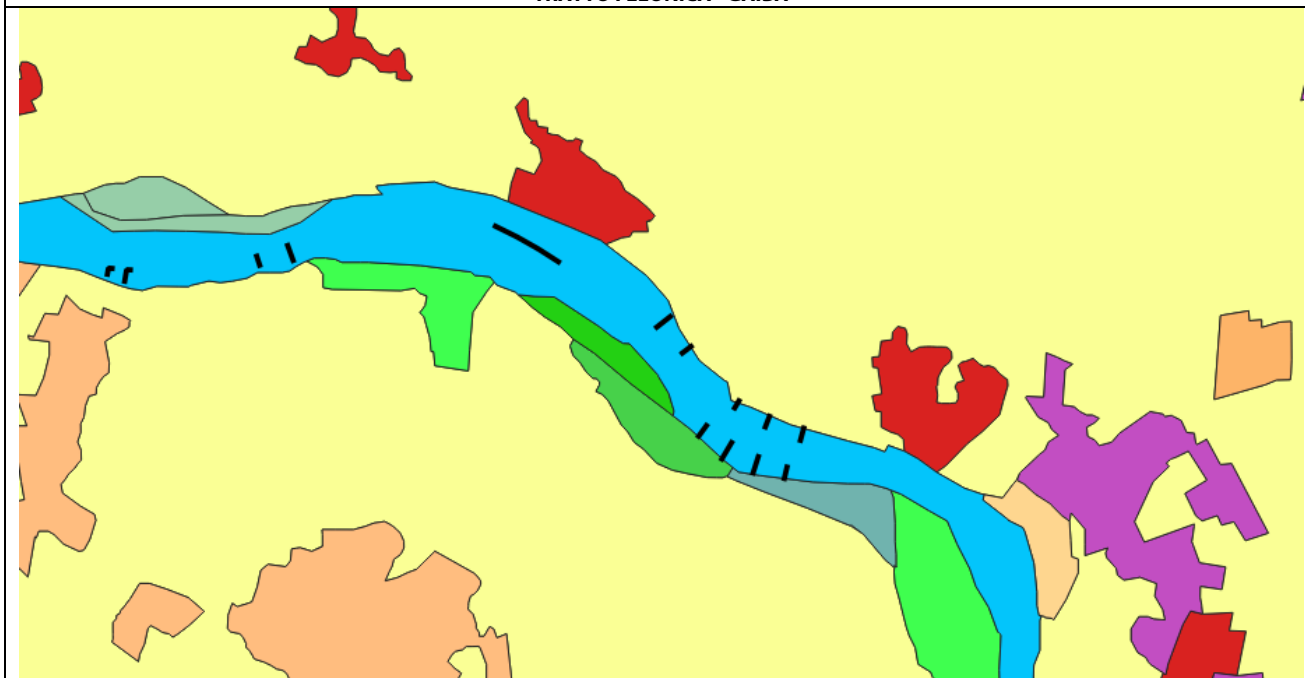


TRATTO CASTELMASSA - FELONICA

R.T.P:



TRATTO FELONICA - GAIBA



TRATTO GAIBA - OCCHIOBELLO

R.T.P:

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO E DELLE MODALITA' DI SCAVO

3.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO (STRALCIO ESECUTIVO)

Come già richiamato nel corso del presente documento, il presente progetto esecutivo prevede la realizzazione di 7 pennelli di navigazione di cui 1 che costituisce l'intervento 2 del progetto generale, 1 che costituisce l'intervento 7 e 5 che rappresentano gli interventi in destra idraulica dell'intervento 3 del progetto generale di sistemazione a corrente libera. Tali pennelli saranno ubicati in corrispondenza dell'alveo di regolare deflusso della piena caratterizzato dalla presenza, principalmente, di sabbie e materiale a granulometria fine.

Le opere di sistemazione a corrente libera saranno di tipo naturale e prevedono pennelli longitudinali (intervento 2 ed intervento 7) o trasversali di tipo "radente" (intervento 3) ovvero di altezza limitata incidente solo sulla portata di magra valutata approssimativamente attorno agli 800 m³/s.

I pennelli, in tutti i casi di intervento, sono previsti con la medesima tipologia costruttiva.

In particolare le opere saranno costituite da:

- una fondazione superficiale di tappeti zavorrati tipo Maccaferri SUBMAC o similari per una impronta di fondo pari alla sagoma del pennello in progetto più circa 4 metri aggiuntivi per proteggere le zone di transizione;
- un corpo centrale in sacconi realizzati in geotessuto, tipo Maccaferri MACTEX W1 150s o similare, rivestiti con rete metallica a doppia torsione (tipo Maccaferri POLIMAC o similare), maglia 8x10, filo 2.7 con rivestimento polimerico antiabrasivo con spessore nominale 0,5 mm, riempiti con sabbia reperita nelle modalità indicate nel seguito del presente piano/documento;
- un rivestimento del corpo centrale mediante pietrame con elementi di peso pari a 100/300 kg fino a raggiungere circa 2 metri dalla sommità del pennello realizzato con inclinazione 1:1 per il lato di monte e 3:2 a valle;
- rivestimento superiore (ultimi due metri sommitali) con pietrame in elementi di 50/100 kg realizzato con inclinazione 1:1 per il lato di monte e 3:2 a valle.

Di seguito si riporta una sezione tipologica esemplificativa dei pennelli di navigazione in previsti in progetto:

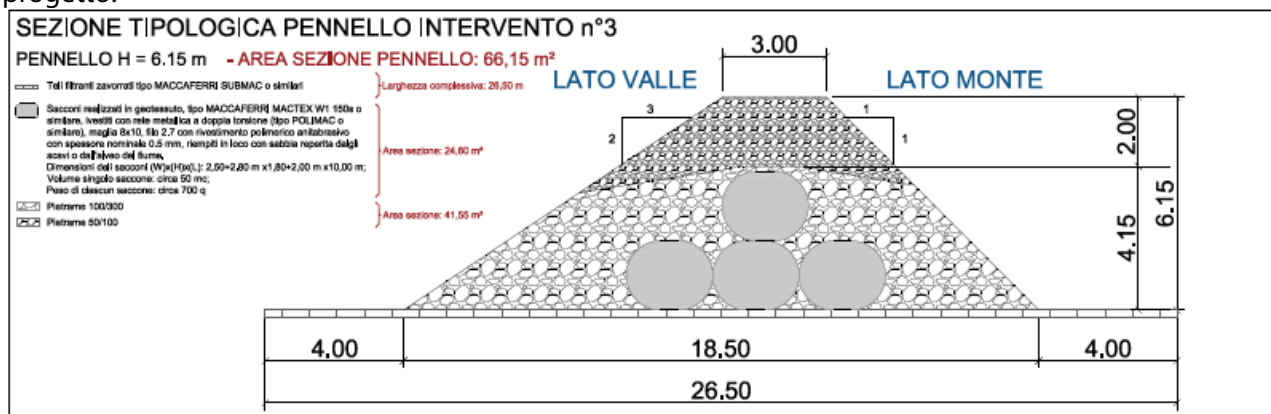


Figura 17 – Sezione tipologica esemplificativa delle opere in progetto

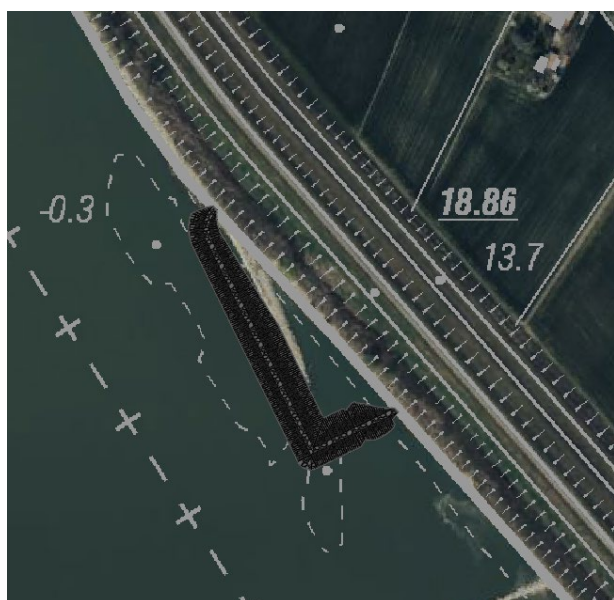
Di seguito si riporta la descrizione di ogni gruppo di intervento previsto in progetto, rimandando agli elaborati grafici progettuali per un maggiore dettaglio.

R.T.P:

3.1.1 STRALCIO FUNZIONALE: INTERVENTO N°2 – CASTELMASSA

Il primo intervento dello stralcio funzionale proposto, riguarda il completamento di un pennello già esistente in sinistra idraulica poco a valle dell'abitato di Castelmassa, denominato come "intervento n°2". Il pennello previsto è di tipo longitudinale con una conformazione planimetrica ad L ed una struttura che si chiude sulla sponda fluviale sottostante l'arginatura maestra.

La funzione del pennello sarà quella di indirizzare la corrente verso la sponda destra del fiume in modo che la portata uscente dalla curva di Castelmassa, che si è dimostrata sufficientemente stabile nel tempo, venga indirizzata sul lato opposto verso le opere previste in corrispondenza della curva successiva in modo da mantenere l'assetto unicursale della corrente e sufficienti battenti idrici lungo la direttrice di navigazione. Il pennello avrà una lunghezza complessiva pari a 170 m circa ed una quota di coronamento pari a 6,60 m s.l.m. di poco superiore al livello della Q₈₀₀ dovendosi adattare alla quota della struttura esistente, per un'altezza media pari a circa 7 m.



DATI GENERALI INTERVENTO:

NUMERAZIONE INTERVENTO: 2
 ZONA DI INTERVENTO: CASTELMASSA

DATI GEOGRAFICI:

REGIONE: VENETO
 PROVINCIA: ROVIGO
 COMUNE: CASTELMASSA

DATI PROGETTUALI INTERVENTO:

TIPO DI INTERVENTO: PENNELLO SPONDA
 NUMERO DI OPERE: 1
 NOME OPERA: 1SX
 LUNGHEZZA OPERA [m]: 170,87
 LIVELLO Q800 [m slm]: 6,13
 QUOTA SOMMITALE [m slm]: 6,60
 QUOTA BASE PENNELLO [m slm]: -1,00
 ALTEZZA MEDIA OPERA: 7,10

Figura 18: Rappresentazione schematica del pennello longitudinale dell'intervento 2 a valle di Castelmassa e caratteristiche generali dell'opera

3.1.2 PROGETTO GENERALE E STRALCIO FUNZIONALE: INTERVENTO N°3 – CAPOSOTTO

Il gruppo di intervento n°3 è ubicato nel tratto di fiume compreso tra Caposotto e Calto. In questo tratto di fiume l'alveo del fiume tende ad allargarsi creando dei punti di basso fondale con posizione variabile lungo la sezione in base al transito degli eventi di piena.

L'intervento, per consentire la navigazione, prevede la realizzazione di 5 pennelli trasversali in sponda destra; i pennelli previsti sono tutti di tipo rettilineo ad eccezione dei primi 2, procedendo da monte, che hanno configurazione planimetrica ad "L" con il terminale a martello che procede verso valle.

R.T.P:

L'intervento previsto permette di mantenere attivo il filone principale della corrente idrica in modo da garantire i tiranti necessari alla navigazione.

Le caratteristiche principali delle opere previste sono le seguenti:


DATI GENERALI INTERVENTO:

NUMERAZIONE INTERVENTO: 3
ZONA DI INTERVENTO: FELONICA

DATI GEOGRAFICI:

REGIONE: LOMBARDIA
PROVINCIA: MANTOVA
COMUNE: SERMIDE E FELONICA

DATI PROGETTUALI INTERVENTO:

TIPO DI INTERVENTO: PENNELLI TRASVERSALI
NUMERO DI OPERE: 5 (DX)

| | | | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|
| NOME OPERA: | 1DX | 2DX | 3DX |
| LUNGHEZZA OPERA [m]: | 190,00 | 231,40 | 117,70 |
| LIVELLO Q800 [m slm] | 6,13 | 6,13 | 6,13 |
| QUOTA SOMMITALE [m slm] | 6,15 | 6,15 | 6,15 |
| QUOTA BASE PENNELLO [m slm] | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ALTEZZA MEDIA OPERA: | 6,15 | 6,15 | 6,15 |
| NOME OPERA: | 4DX | 5DX | |
| LUNGHEZZA OPERA [m]: | 124,60 | 70,40 | |
| LIVELLO Q800 [m slm] | 6,13 | 6,13 | |
| QUOTA SOMMITALE [m slm] | 6,15 | 6,15 | |
| QUOTA BASE PENNELLO [m slm] | 0,00 | -1,20 | |
| ALTEZZA MEDIA OPERA: | 6,15 | 6,15 | |

R.T.P:

3.1.3 STRALCIO FUNZIONALE: INTERVENTO N°7 – NOVARA

Il terzo intervento previsto nello stralcio funzionale è posto all'inizio della lunga curva di Ficarolo dove si prevede la realizzazione di un pennello longitudinale disegnato in modo tale da indirizzare la corrente di magra verso la sponda sinistra concentrando su questo lato il filone principale della corrente di magra al fine di attivare il lato sinistro della curva di Ficarolo. La curva di Ficarolo è la prima delle due curve presenti nel tratto in oggetto, assieme alla successiva curva di foce Panaro, che presenta una curvatura particolarmente accentuata. Si tratta di una curva con un angolo di poco inferiore a 90° verso destra che fa assumere al fiume una direzione da nord verso Sud.

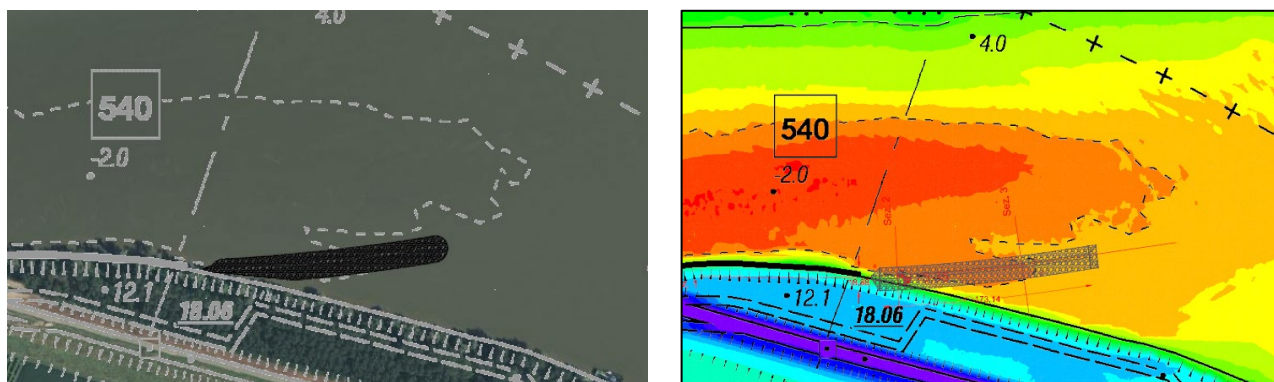


Figura 19: pennello in destra idraulica a monte di Ficarolo su ortofotocarta e DTM

E' caratterizzata dalla presenza di un'isola centrale che si modifica progressivamente in occasione degli eventi di piena principali e che sulla base dei sopralluoghi effettuati nel corso della presente progettazione appare oggi fortemente ridotta. La necessità di indirizzare la corrente sul lato sinistro nasce dall'esigenza di garantire la navigabilità sull'esterno della curva dove è più semplice ottenere i fondali necessari alla navigazione. Il pennello in progetto ha una lunghezza complessiva pari a circa 300 m, una quota di coronamento pari a 5,35 m slm ed un'altezza media pari a 6,35 m.

R.T.P:

| | |
|-------------------------------------|------------------------|
| DATI GENERALI INTERVENTO: | |
| NUMERAZIONE INTERVENTO: | 7 |
| ZONA DI INTERVENTO: | NOVARA |
| DATI GEOGRAFICI: | |
| REGIONE: | LOMBARDIA |
| PROVINCIA: | MANTOVA |
| COMUNE: | SERMIDE E FELONICA |
| DATI PROGETTUALI INTERVENTO: | |
| TIPO DI INTERVENTO: | PENNELLO LONGITUDINALE |
| NUMERO DI OPERE: | 1 |
| NOME OPERA: | 1DX |
| LUNGHEZZA OPERA [m]: | 300 |
| LIVELLO Q800 [m slm] | 5,33 |
| QUOTA SOMMITALE [m slm] | 5,35 |
| QUOTA BASE PENNELLO [m slm] | -1,00 |
| ALTEZZA MEDIA OPERA: | 6,35 |

4 MODALITA' DI SCAVO E TIPOLOGIE E VOLUMETRIE PREVISTE DEI MATERIALI DI SCAVO

4.1 MODALITA' DI SCAVO

Il sedime dei pennelli di navigazione previsti ricade all'interno dell'alveo del fiume Po interessato dal deflusso ordinario nonché in aree del demanio idrico statale. Ogni pennello individuato, allo stato attuale ed in funzione dei rilievi disponibili per l'area, ricade in aree interessate da depositi (spiaggioni o depositi di barra); tale condizione determina la necessità di procedere ad uno scavo per permettere l'immorsamento e la fondazione dell'opera in progetto.

Il quantitativo di materiale e la necessità dell'approfondimento dovranno essere verificati nelle successive fasi progettuali in quanto il fondo del fiume Po, presentando granulometrie medio-fini, può modificarsi in funzione del transito delle portate di piena o in funzione del regime idrico annuale (periodi siccitosi o meno).

Le lavorazioni necessarie alla realizzazione dei pennelli sono le seguenti:

1. scavo fino al piano di posa per immorsamento dei pennelli;
2. posa di una fondazione superficiale di tappeti zavorrati tipo Maccaferri SUBMAC o similari per una impronta di fondo pari alla sagoma del pennello in progetto più circa 4 metri aggiuntivi per proteggere le zone di transizione;
3. un corpo centrale in sacconi realizzati in geotessuto, tipo Maccaferri MACTEX W1 150s o similare, rivestiti con rete metallica a doppia torsione (tipo Maccaferri POLIMAC o similare), maglia 8x10, filo 2.7 con rivestimento polimerico antiabrasivo con spessore nominale 0,5 mm, riempiti con sabbia reperita con gli scavi di cui al punto 1 o, nel caso vi siano delle mancanze, nelle immediate vicinanze in corrispondenza dei punti del fiume dove si rilevano dei bassi fondali;
4. un rivestimento del corpo centrale mediante pietrame con elementi di peso pari a 100/300 kg fino a raggiungere circa 2 metri dalla sommità del pennello realizzato con inclinazione 1:1 per il lato di monte e 3:2 a valle;
5. rivestimento superiore (ultimi due metri sommitali) con pietrame in elementi di 50/100 kg realizzato con inclinazione 1:1 per il lato di monte e 3:2 a valle.

R.T.P:

Gli scavi previsti al punto 1 dell'elenco sopra riportato interesseranno il sedime dei pennelli aumentati di 4 metri, interessati dalla posa dei tappeti zavorrati, in modo da proteggere da possibili erosioni localizzate al piede.

Gli scavi potranno essere effettuati con le seguenti metodologie:

- nel caso di sommersione delle aree di lavoro per la presenza del fiume Po:
 - escavazione da pontone (escavatore con benna mordente);
 - escavazione mediante draga;
- nel caso di aree in asciutta (periodo estivo):
 - escavazione dalla sponda mediante escavatori con benna mordente e mezzi di escavazione gommati o cingolati.

Le sezioni di scavo, nel caso di escavazione dalla sponda, dovranno avere inclinazione di naturale declivio delle sabbie (25° ÷ 35°). Non sono previsti rivestimenti degli scavi o opere provvisorie di sostegno in quanto effettuati in aree aperte.

4.2 TIPOLOGIE E VOLUMETRIE PREVISTE DEI MATERIALI DI SCAVO E DI RIUTILIZZO

Le volumetrie delle terre e rocce da scavo è stata valutata mediante modellazione tridimensionale a partire dai rilievi batimetrici per la parte sommersa (Aipo 2023) e LIDAR per la parte emersa (2021). Tutte le opere previste in progetto ricadono nell'alveo di regolare deflusso del fiume Po e, come indicato nel corso della presente relazione, ed in funzione dei sondaggi geognostici effettuati, la stratigrafia di superficie, e comunque i primi metri indagati oggetto di scavo, sono caratterizzati dalla presenza di sabbie conferendo omogeneità alla tipologia di materiale oggetto di escavo. In funzione delle caratteristiche delle opere individuate, sono quindi stati valutati i volumi di scavo a partire dalla sagoma del fondo scavo, i volumi di terre e rocce da scavo da riutilizzare nel corpo delle opere in progetto, nonché il volume eccedente da riutilizzare in sito.

Si segnala sin da ora che le volumetrie determinate nei paragrafi e calcoli seguenti dovranno essere verificati in cantiere in funzione di nuovi rilievi topografici e batimetrici da eseguirsi in tempo sufficientemente ravvicinato alla realizzazione delle opere; gli eventi di piena possono modificare la quantità di materiale presente nella zona di intervento in funzione del periodo e delle variazioni stagionali del fiume Po.

4.2.1 VOLUMETRIE DEI MATERIALI DI SCAVO

Nella pagina seguente si riporta la tabella di riepilogo con il calcolo dei volumi a partire dalle dimensioni delle opere da realizzare; in particolare per le opere del presente stralcio funzionale i volumi sono stati modellati mediante l'impiego del software AUTODESK® AutoCAD® Civil3D®. Dal calcolo effettuato si evince una predominanza di materiale in esubero dallo scavo.

Il materiale scavato ammonta a circa 79.571,00 m³.

4.2.2 VOLUMETRIE DI MATERIALE SCAVATO RIUTILIZZATO IN SITO

Nel prospetto riportato nella pagina seguente è riportata anche la valutazione del materiale di scavo destinato alla realizzazione delle opere e del materiale eccedente.

Il materiale scavato, di natura sabbiosa, sarà riutilizzato come riempimento di sacconi in geotessuto di volumetria nominale di 50 metri cubi rivestiti da rete metallica a doppia torsione; tali elementi saranno

R.T.P:

posti in opera mediante apposito treno di varo operante su pontoni (vedi documenti di progetto per la descrizione della modalità di posa previste) ed andranno a costituire il corpo centrale delle opere di navigazione successivamente confinati da un rivestimento di pietrame. I quantitativi di sacconi sono stati determinati in funzione delle dimensioni dei singoli pennelli previsti a progetto.

Il materiale previsto per il riempimento dei sacconi ammonta a circa 20.058,15 m³. Il materiale eccedente quello riutilizzato per il riempimento dei sacconi non potrà essere asportato dall'area di cantiere; tutte le sabbie saranno riportate a fianco del cantiere o depositate lungo la sponda in modo che la corrente idrica del fiume li asporti "naturalmente" in occasione di morbide e piene. Tale condizione, oltre al fatto che tali aree sono di proprietà del demanio idrico e quindi anche il materiale scavato, risulta necessaria per mantenere inalterato l'apporto di sedimenti lungo l'alveo fluviale del fiume Po dal punto di intervento sino alla foce. Il materiale in eccesso quindi sarà ubicato e sparso nelle immediate zone limitrofe all'opera realizzata. Il materiale da riutilizzare in sito ammonta complessivamente a circa 59.512,85 m³.

R.T.P:

| SISTEMAZIONE A CORRENTE LIBERA DEL FIUME PO NEL TRATTO REVERE-FERRARA - PRIMO STRALCIO ESECUTIVO | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|---|------------------|------------------------|-------------------------|--|---|-------------------------------|----------------------|----------------------------------|---|--|-------------------------------|--|---|
| GRUPPO DI INTEVENTO | PROGRESSIVA CHILOMETRICA | DISTANZA AEREA DA INTERVENTO PRECEDENTE [m] | NOME PENNELLO | LUNGHEZZA OPERA [m] | LIVELLO Q800 [m slm] | QUOTA SOMMITALE OPERA [m slm] | QUOTA FONDAZIONE OPERA [m slm] | QUOTA MEDIA SDF [m slm] | ALTEZZA OPERA [m] | LARGHEZZA OPERA ALLA BASE [m] | AREA DI SCAVO PREVISTA [m²] (ALLA BASE DELL'OPERA-TFZ) | PUNTI MINIMI DI PRELIEVO (ALL. 2 - DPR120/2017) | A - SCAVO COMPLESSIVO [m³] | B - VOLUMETRIA SACCONI IN SABBIA [m³] | DISAVANZO DA RIUTILIZZARE IN SITO A-B [m³] |
| 2 | 532 | 712 | 1SX | 188,14 | 6,13 | 6,60 | -1,00 | 1,09 | 7,60 | 22,00 | 3910,00 | 5 | 16.972,00 | 5.972,00 | 11.000,00 |
| 3 | 533 | 1148 | 1DX | 110,50 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 6,32 | 6,15 | 18,50 | 2523,00 | 4 | 6.243,00 | 1.800,00 | 4.443,00 |
| | | | 2DX | 243,30 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 7,00 | 6,15 | 18,50 | 6064,00 | 5 | 23.600,00 | 4.534,80 | 19.065,20 |
| | | | 3DX | 104,65 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 6,37 | 6,15 | 18,50 | 2457,00 | 3 | 5.496,00 | 1.756,00 | 3.740,00 |
| | | | 4DX | 121,50 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 6,41 | 6,15 | 18,50 | 2886,00 | 4 | 8.558,00 | 2.078,00 | 6.480,00 |
| | | | 5DX | 60,33 | 6,13 | 6,15 | -1,20 | 6,15 | 7,35 | 21,37 | 1242,00 | 3 | 1.826,00 | 1.011,75 | 814,25 |
| 7 | 540 | 3234 | 1DX | 179,23 | 5,33 | 5,35 | -1,00 | 1,51 | 6,35 | 18,88 | 3576,00 | 4 | 16.876,00 | 2.905,60 | 13.970,40 |
| | | | | | | | | | | | | | TOTALE SCAVO | TOTALE SACCONI | TOTALE DA RIUTILIZZARE |
| STRALCIO FUNZIONALE | | | | | | | | | | | | | 79.571,00 | 20.058,15 | 59.512,85 |

5 PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Nel presente capitolo viene illustrata la proposta di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo come previsto dall'art. 24, comma 3, punto c), di cui al D.P.R. 120/2017, da attuarsi precedentemente alla realizzazione delle opere.

Il piano proposto è stato delineato in funzione del capitolo 3 delle "linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" e del Decreto sopra richiamato.

In linea generale i gruppi di interventi descritti nei capitoli precedenti sono posti tra loro a distanze comprese tra i 600 ed i 3500 metri e con interassi tra le singole opere comprese tra i 100 ed i 300 metri.

Gli interventi saranno oggetto di progettazione esecutiva, e realizzati, per stralci operativi o per singoli cantieri, di conseguenza il piano di caratterizzazione viene individuato considerando ognuno dei 15 interventi come singolo cantiere e quindi singolo ambito di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo.

Come previsto dalle linee guida SNPA 2019, al paragrafo "Interventi di scavo in corsi d'acqua" per cantieri di grande dimensione, in linea generale dovrebbe essere previsto un piano di campionamento dei materiali di scavo lungo il corpo idrico mediante lo schema proposto nella figura accanto, ovvero dei transetti spaziali di 200 metri costituiti da 3 punti di prelievo (fondo e sponde sommerse) condotti manualmente o tramite sondaggio, box corer, etc per ognuno dei transetti individuati.

A partire dallo schema di riferimento generale riportato, le linee guida prevedono una rimodulazione di esso in funzione del punto di prelievo, della frequenza spaziale, dei parametri da analizzare in riferimento a:

- Lunghezza/larghezza dell'alveo interessato dallo scavo;
- Presenza di scarichi;
- Presenza di anisotropie laterali indotte dalla dinamica fluviale.

Nel presente caso, anche in funzione dei sondaggi geognostici, dalle ricerche di letteratura, nonché dalle evidenze mostrate nel corso della presente relazione, la rimodulazione dello schema indicato dalle linee guida trova difficile applicazione in relazione alle opere oggetto di realizzazione nonché in funzione della conformazione dell'alveo del fiume e, soprattutto, alla scala del fiume.

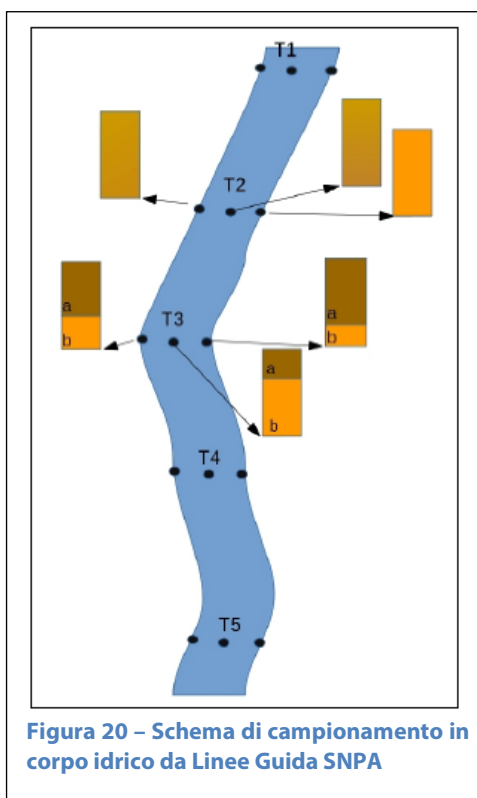


Figura 20 – Schema di campionamento in corpo idrico da Linee Guida SNPA

Tale considerazione trova supporto dalle seguenti argomentazioni:

R.T.P:

- Il tratto sotteso dai 15 interventi è lungo circa 30 km e prevede gruppi di opere con intervalli compresi tra i 600 metri ed i 3 km e opere interne a ciascun gruppo poste ad interassi tra i 100 ed i 250 metri;
- Le opere hanno superfici planimetriche estese comunque inferiori alla larghezza dell'alveo di naturale deflusso del fiume Po (300 metri nei punti più stretti fino a 500-600 metri nei più larghi) e di molto inferiore all'intero ambito del corpo idrico (distanze tra argini comprese tra 500 metri nei punti più stretti e superiori al km nei punti più distanti);
- Le opere sono individuate in una porzione del fiume (alveo di naturale deflusso) caratterizzato da un substrato geologico costante ed omogeneo (come visibile dai risultati dei sondaggi geognostici);
- Non si rilevano scarichi diretti come definiti nelle linee guida SNPA;
- I gruppi di intervento saranno oggetto di progettazione esecutiva specifica in stralci o singolarmente, così come per la futura realizzazione, di conseguenza, in relazione alle dimensioni del fiume e delle caratteristiche delle terre, gli interventi saranno considerati puntualmente e la caratterizzazione delle terre per ogni intervento saranno da effettuarsi in concomitanza alla progettazione esecutiva e comunque a breve distanza dall'esecuzione delle singole opere.

Per i motivi sopra indicati, quindi, le opere sono considerate come singoli interventi ed i campionamenti proposti sono rimodulati in funzione dei seguenti paragrafi e secondo lo schema generale tipologico proposto di seguito.

5.1 Numero dei campioni e modalità di campionamento

Il numero di campioni previsto, alla luce di quanto indicato in precedenza, è stato definito in funzione dei metri quadrati di fondo scavo previsti per ciascuna opera confrontandolo con le "procedure di campionamento in fase di progettazione" definite nell'Allegato 2 al DPR 120/2017.

La caratterizzazione sarà eseguita preferibilmente mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee) e, in subordine, con sondaggi a carotaggio (da pontone se effettuati in presenza d'acqua).

Il numero minimo dei punti di indagine è stato definito secondo la superficie del fondo scavo mediante comparazione con la tabella di riferimento della normativa richiamata:

| DIMENSIONE DELL'AREA | PUNTI MINIMI DI PRELIEVO |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Inferiore a 2.500 m ² | 3 |
| Tra 2.500 e 10.000 m ² | 3+1 ogni 2.500 m ² |
| Superiore a 10.000 m ² | 7+1 ogni 5.000 m ² |

Figura 21 - Tabella 2.1 Allegato 2 DPR120/2017

Nella tabella riportata nella pagina seguente viene riportata la definizione del numero minimo di punti di prelievo in funzione delle caratteristiche dimensionali delle singole opere di navigazione.

R.T.P:

| GRUPPO DI INTERVENTO | PROGRESSIVA CHILOMETRICA | DISTANZA AEREA DA INTERVENTO PRECEDENTE [m] | NOME PENNELLO | LUNGHEZZA OPERA [m] | LIVELLO Q800 [m slm] | QUOTA SOMMITALE OPERA [m slm] | QUOTA FONDAZIONE OPERA [m slm] | QUOTA MEDIA SDF [m slm] | ALTEZZA OPERA [m] | LARGHEZZA OPERA ALLA BASE [m] | AREA DI SCAVO PREVISTA [m²] (ALLA BASE DELL'OPERA-TFZ) | PUNTI MINIMI DI PRELIEVO (ALL. 2 - DPR120/2017) |
|-------------------------|-----------------------------|---|------------------|------------------------|-------------------------|--|---|-------------------------------|----------------------|----------------------------------|---|--|
| 2 | 532 | 712 | 1SX | 188,14 | 6,13 | 6,60 | -1,00 | 1,09 | 7,60 | 22,00 | 3910,00 | 5 |
| | | | 1DX | 110,50 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 6,32 | 6,15 | 18,50 | 2523,00 | 4 |
| | | | 2DX | 243,30 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 7,00 | 6,15 | 18,50 | 6064,00 | 5 |
| 3 | 533 | 1148 | 3DX | 104,65 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 6,37 | 6,15 | 18,50 | 2457,00 | 3 |
| | | | 4DX | 121,50 | 6,13 | 6,15 | 0,00 | 6,41 | 6,15 | 18,50 | 2886,00 | 4 |
| | | | 5DX | 60,33 | 6,13 | 6,15 | -1,20 | 6,15 | 7,35 | 21,37 | 1242,00 | 3 |
| 7 | 540 | 3234 | 1DX | 179,23 | 5,33 | 5,35 | -1,00 | 1,51 | 6,35 | 18,88 | 3576,00 | 4 |

I punti di prelievo sopra determinati prevedono un minimo di 3 prelievi fino ad un massimo di 6 per i pennelli trasversali rettilinei più lunghi ed un massimo di 5 punti di prelievo per pennello.

Vengono proposti un totale di 24 punti di prelievo.

L'ubicazione prevista per i prelievi è riportata negli Allegati alla presente relazione in funzione di ogni intervento.

I prelievi dei campioni per le necessarie analisi, data l'ubicazione dei punti di prelievo e delle opere, saranno effettuati mediante sondaggi da pontone.

5.2 Parametri da determinare mediante analisi dei campioni

Data la natura delle opere ed il contesto in cui si inseriscono, si prevede l'analisi dei parametri analitici minimali individuati dalla Tabella 4.1 dell'Allegato 4 del DPR 120/2017 ad eccezione di BTEX in quanto non si realizzano le condizioni di vicinanza ad infrastrutture viarie di grande importanza come indicato nella norma di riferimento (distanza < 20 m). Anche il parametro IPA potrebbe essere non indagato per le medesime cause di esclusione del parametro BTEX, tuttavia in sede di V.I.A., la Regione Veneto ha richiesto di indagare anche tale parametro, per cui esso viene introdotto nel seguente set minimale dei parametri da analizzare. Di seguito si riporta l'elenco del set analitico minimale dei parametri da determinare dai campioni prelevati.

| SET ANALITICO MINIMALE |
|------------------------|
| Arsenico |
| Cadmio |
| Cobalto |
| Nichel |
| Piombo |
| Rame |
| Zinco |
| Mercurio |
| Idrocarburi C > 12 |
| Cromo totale |
| Cromo VI |
| Amianto |
| IPA |
| BTEX |

Le analisi sulle terre e rocce da scavo, come indicato in sede di V.I.A. dagli Enti che si sono espressi, dovranno essere effettuate prima dell'avvio dei lavori. I risultati delle analisi sui campioni dovranno essere confrontati con i valori limite indicati nelle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V, della Parte IV del D.L. 152 del 2006.

R.T.P.:

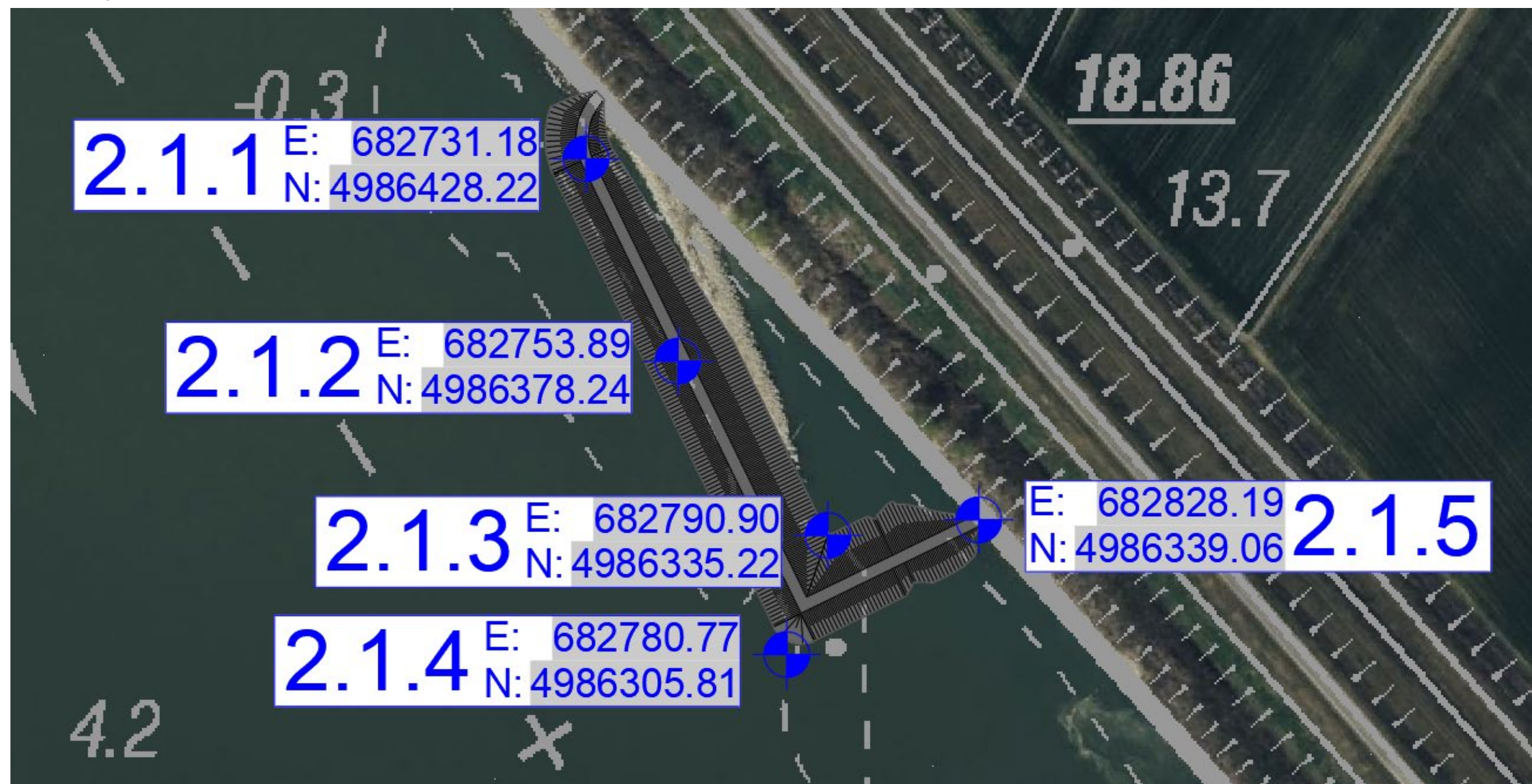
6 ALLEGATI

PLANIMETRIE DI UBICAZIONE DEI PUNTI DI PRELIEVO E CAMPIONAMENTO TRS

*Sistema di riferimento
Coordinate Geografiche: UTM-ED50
(EPSG: 23032)*

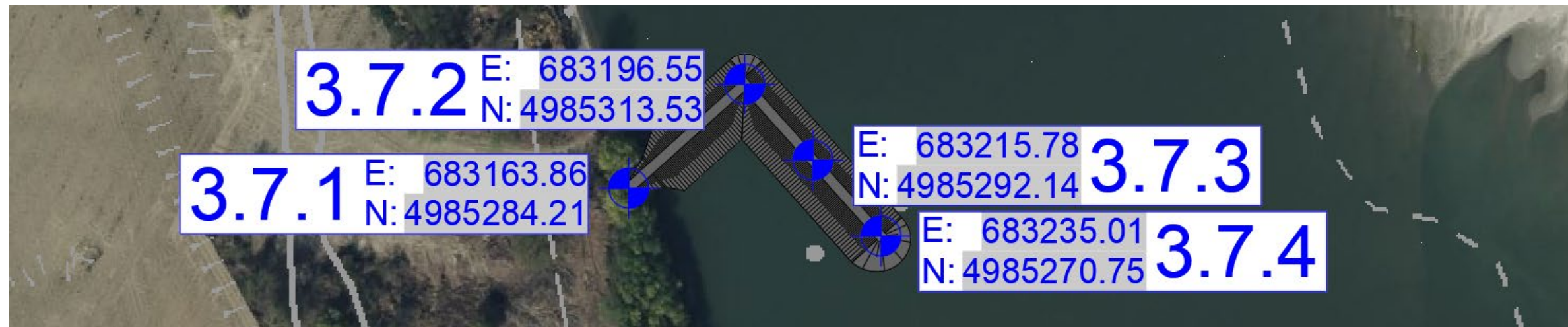
R.T.P:

INTERVENTO 2

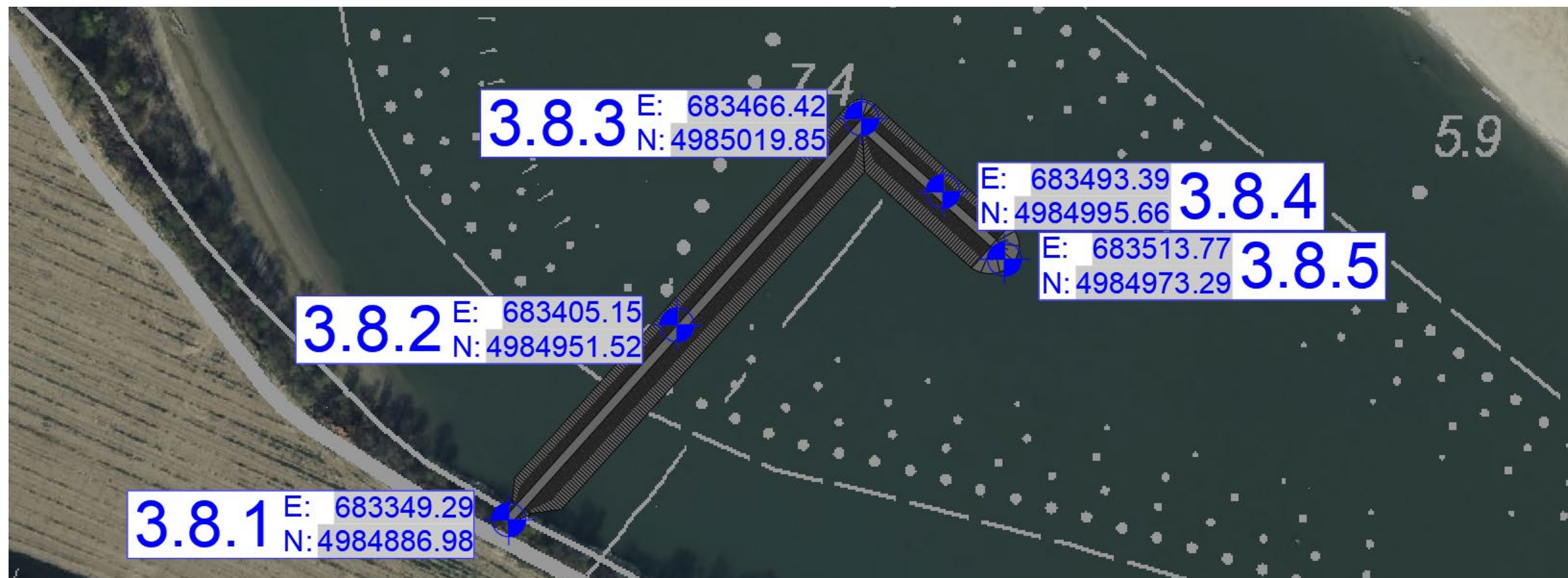


R.T.P:

INTERVENTO 3 – PENNELLO 1DX



INTERVENTO 3 – PENNELLO 2DX

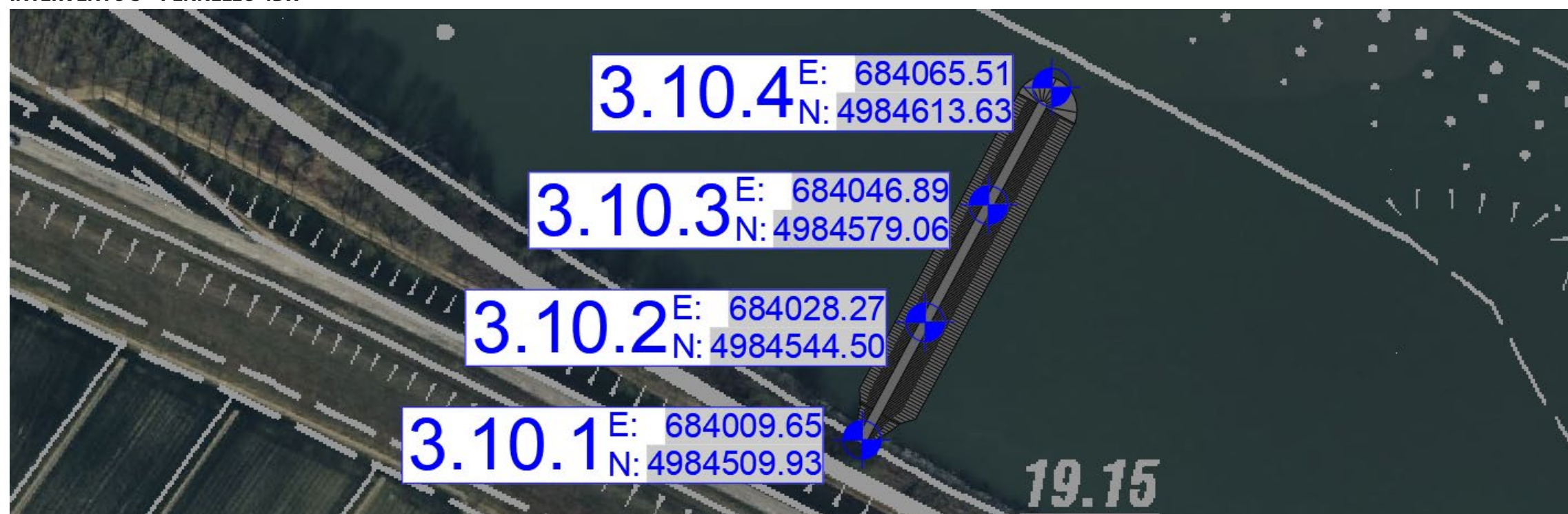


INTERVENTO 3 – PENNELLO 3DX

R.T.P:

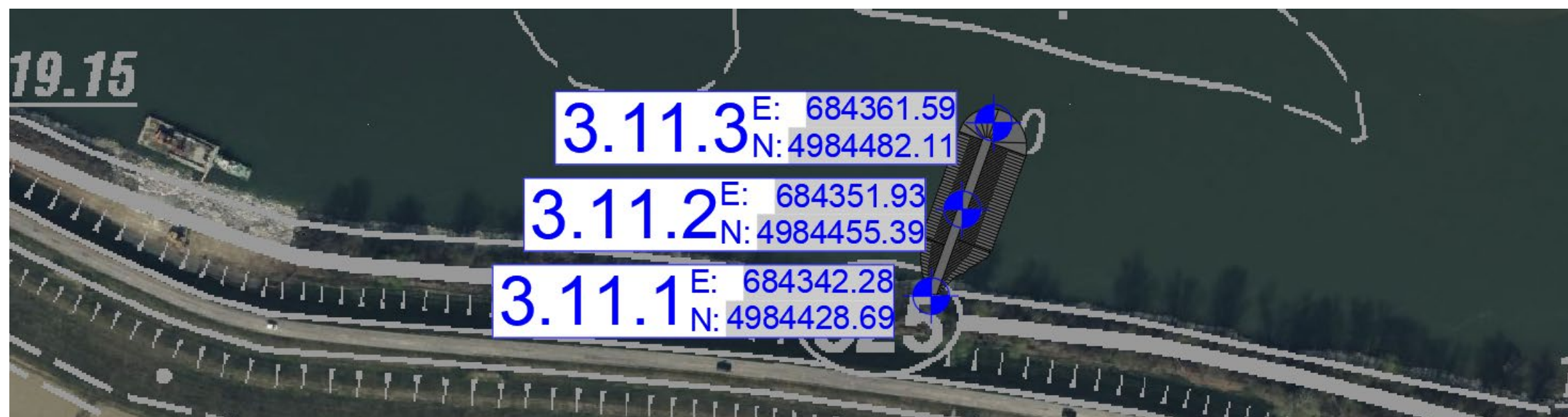


INTERVENTO 3 – PENNELLO 4DX

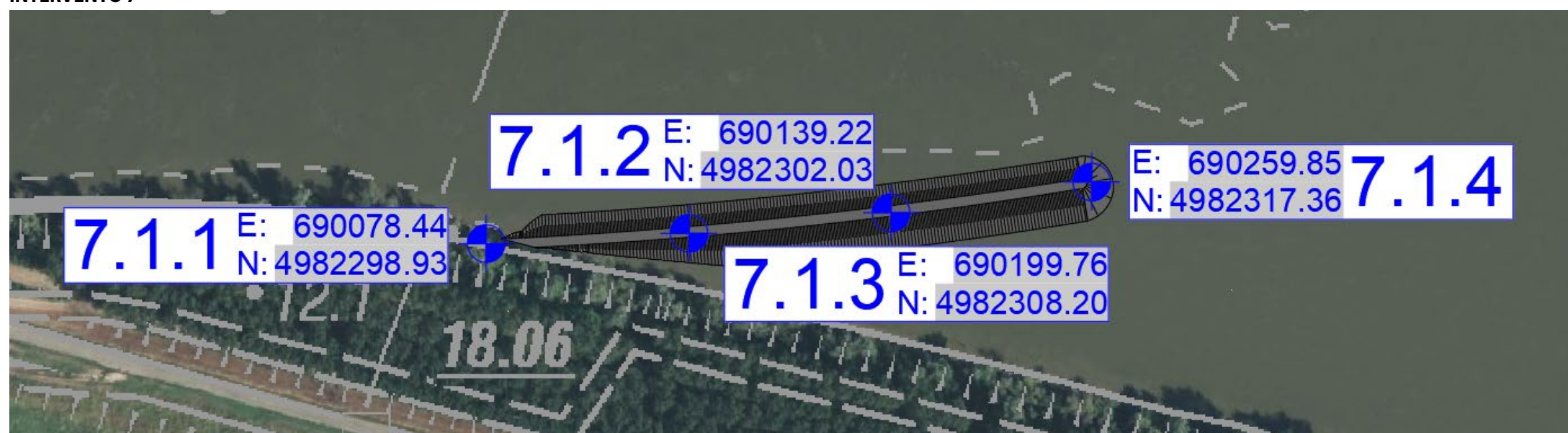


INTERVENTO 3 – PENNELLO 5DX

R.T.P:



INTERVENTO 7



R.T.P: