

FIUME PANARO (PROVINCIA DI MODENA)

AVVIO ADEGUAMENTO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL SISTEMA ARGINALE ALLA PORTATA PROGETTUALE DI RIFERIMENTO, TRAMITE INTERVENTI DI SISTEMAZIONE MORFOLOGICA DELL'ALVEO, ADEGUAMENTO IN QUOTA E IN SAGOMA, A VALLE DELLA CASSA AL CONFINE PROVINCIALE. INTERVENTO REALIZZABILE PER STRALCI FUNZIONALI.

(Ordinanza n. 8 del 23/06/2015, allegato 1, codice intervento n. 11784, come modificata Ordinanza n. 2 del 23/02/2016)

(MO-E-1346)

PROGETTO ESECUTIVO

*STRALCIO NUOVO RILEVATO ARGINALE IN SINISTRA IDRAULICA
TRA IL PONTE SANT'AMBROGIO E LA CONFLUENZA CON IL T. TIEPIDO IN COMUNE DI MODENA*

NOVEMBRE 2020

ELABORATO:

RELAZIONE GENERALE

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDAZIONE	VERIFICA
00	PRIMA EMISSIONE	NOVEMBRE 2020	S. Croci	A. Paoletti
01				

RUP: *Dott. Ing. FEDERICA PELLEGRINI*

Supporto al RUP: *Dott. Geol. STEFANO PARODI*

ATI:

MANDATARIA



20133 MILANO – via Bassini, 23 – tel. 0226681264
fax 0226681553 – E-Mail: etatec@etatec.it

*Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI
Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI
Dott. Ing. STEFANO CROCI
Dott. Ing. FILIPPO MALINGENGO
Dott. Ing. VINCENZO CICCARELLI*

MANDANTI

STUDIO PAOLETTI
INGEGNERI ASSOCIATI

20133 MILANO – via Bassini, 23 – tel. 0226681264
fax 0226681553 – E-Mail: studiopaletti@etatec.it

Dott. Ing. CRISTINA GIUSEPPINA PASSONI

Studio Associato di Geologia Spada
di Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna



24020 RANICA (BG) – via Donizetti, 17
tel. 035516090-035513738
E-Mail: info@studiogeospada.it

*Dott. Geol. GIAN MARCO ORLANDI
Dott. Geol. SUSANNA BIANCHI*



ARCHITETTURA E CITTA' STUDIO ASSOCIATO
architettura e paesaggio

43123 PARMA – via Archimede, 2
tel. 052194885, fax 0521961008
E-Mail: info@assarch.it

*Dott. Arch. PAOLA CAVALLINI
Dott. Arch. MICHELE MUSIARI*



28047 OLEGGIO (NO) – viale Paganini, 9
tel. 032194885, fax 0321961008
PEC atuttoprogetto@pec.it, E-Mail info@atuttoprogetto.com

*Geom. PAOLO MASSARA
Geom. FILIPPO BELLONI
Geom. VALENTINA MANTOAN*



46020 QUINGENTOLE (MN) – Strada Fienili, 39/a
tel. 038642287, fax 038642591
E-Mail: mail@archeologica.it

*Dott. ALBERTO MANICARDI
Dott.ssa ELISA LERCO*

TIPOLOGIA

PE

COMMESSA

250-28

DOCUMENTO

ATTI

NUMERO

A.1

SCALA

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. SITUAZIONE ATTUALE E PIANIFICAZIONE VIGENTE.....	5
3. PROPOSTE DI TRACCIATO DEL NUOVO ARGINE DEL FIUME PANARO IN SINISTRA IDRAULICA IN COMUNE DI MODENA PRESENTATE ALL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO E RELATIVO PARERE RILASCIATO	10
3.1 PROPOSTE DI TRACCIATO DEL NUOVO ARGINE DEL FIUME PANARO IN SINISTRA IDRAULICA, IN COMUNE DI MODENA	10
3.2 PARERE AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO.....	22
4. DATI TOPOGRAFICI UTILIZZATI PER IL PROGETTO.....	25
5. DESCRIZIONE TECNICA DELLE OPERE IN PROGETTO.....	29
5.1 PREMESSA	29
5.2 TIPOLOGIE DI INTERVENTO	29
5.3 CARATTERISTICHE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	32
6. CARATTERISTICHE IDROLOGICO-IDRAULICHE DEL FIUME PANARO DESUNTE DA STUDI PREGRESSI.....	38
6.1 PREMESSA	38
6.2 EVENTI DI PIENA RECENTI ED ANALISI DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO	39
6.3 ANALISI IDROLOGICO-IDRAULICHE SVOLTE DA UNIMORE.....	41
7. ANALISI IDRAULICHE DEL F. PANARO MEDIANTE IMPLEMENTAZIONE DI MODELLO IDRAULICO BIDIMENSIONALE.....	43
8. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE	54
8.1 ASSETTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO	54
8.2 MODELLO LITOLOGICO E LITOTECNICO	56
8.3 RISPOSTA DEI TERRENI ALLE SOLLECITAZIONI SISMICHE.....	57
9. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO.....	58
9.1 RELAZIONE GEOTECNICA	58
9.2 RELAZIONE SISMICA E DELLE STRUTTURE	60
9.2.1 Definizione dell'azione sismica	60
9.2.2 Verifiche delle strutture	60
10. VALUTAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA	63
11. PIANO PARTICELLARE DELLE AREE E CRITERI ESTIMATIVI.....	65
11.1 PREMESSA	65

11.2 LE MAPPE CATASTALI	65
11.3 CRITERI ADOTTATI NELL'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI OCCUPAZIONE.....	65
11.4 LE VISURE CATASTALI	65
11.5 ELENCO DITTE	66
11.6 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	66
11.7 CRITERIO DI RICERCA DELLE INDENNITÀ DA OFFRIRE IN RELAZIONE ALLA DESTINAZIONE URBANISTICA DELLE AREE	66
11.8 CRITERIO INDENNITÀ PER LE OCCUPAZIONI TEMPORANEE	67
11.9 CONSIDERAZIONE FINALE SULLE SOMME DA PAGARE	67
12. STIMA DELLE OPERE E QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO	69
13. ATTI DEL PRESENTE PROGETTO ESECUTIVO.....	74

RELAZIONE GENERALE

1. PREMESSA

Il presente progetto esecutivo ha per oggetto la realizzazione di un nuovo argine del fiume Panaro, in sinistra idraulica, tra il rilevato di accesso al ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido. Il tratto oggetto di intervento ricade interamente nel territorio del Comune di Modena.

L'intervento rientra nell'ambito degli interventi denominati “avvio adeguamento strutturale e funzionale del sistema arginale alla portata progettuale di riferimento, tramite interventi di sistemazione morfologica dell'alveo, adeguamento in quota e in sagoma, a valle della cassa fino al confine provinciale. Intervento realizzabile per stralci funzionali. (Ordinanza n. 8 del 23.06.2015, allegato 1, codice intervento n. 11784, come modificata da ordinanza n. 2 del 23.02.2016) - (MO-E-1346)” e ne rappresenta lo “Stralcio nuovo rilevato arginale in sinistra idraulica tra il ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido in Comune di Modena”

La presente relazione è così strutturata:

- nel capitolo 2 vengono riportati, con riferimento al tratto di interesse tra la cassa di Sant'Anna e il ponte ferroviario della linea Milano – Bologna, i limiti delle fasce fluviali del PAI, i limiti delle fasce riportate nel PTCP della Provincia di Modena, le aree di pericolosità del PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvione) e le aree di allagamento definite nell'ambito del presente progetto mediante il modello bidimensionale del fiume Panaro utilizzando gli idrogrammi di piena definiti dall'università UNIMORE;
- nel capitolo 3 sono riportate le proposte di tracciato del nuovo argine del fiume Panaro in sinistra idraulica in Comune di Modena presentate all'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po e il relativo parere rilasciato dalla stessa, in base al quale si è proceduto a redigere il precedente progetto di fattibilità tecnico-economica e il presente livello di progettazione;
- nel capitolo 4 vengono descritte le informazioni topografiche utilizzate per lo sviluppo del progetto;
- nel capitolo 5 vengono descritte le opere previste in progetto;
- nel capitolo 6 sono riportati i dati di base estratti dallo studio UNIMORE e utilizzati nel presente progetto, oltre che dai contenuti principali dei documenti dell'Autorità di bacino

del fiume Po;

- nel capitolo 7 sono riassunte le analisi idrauliche condotte dagli scriventi mediante l'implementazione di un modello idraulico bidimensionale;
- nel capitolo 8 vengono presentate, in sintesi, le indagini geologiche e idrogeologiche poste a base della progettazione geotecnica e strutturale degli argini (capitolo 9);
- l'analisi effettuata relativamente alle presenze archeologiche è riassunta nel capitolo 10;
- il capitolo 11, invece, descrive sinteticamente le valutazioni effettuate in merito al piano particellare di esproprio delle aree e ai criteri estimativi delle proprietà interessate dai lavori;
- nel capitolo 12 si richiama la stima delle opere e il quadro economico di progetto;
- la relazione si conclude con l'elenco degli elaborati del presente progetto.

2. SITUAZIONE ATTUALE E PIANIFICAZIONE VIGENTE

Nel presente capitolo vengono riportati, con riferimento al tratto di interesse tra la cassa di Sant'Anna e il ponte ferroviario della linea Milano – Bologna, i limiti delle fasce fluviali del PAI, i limiti delle fasce riportate nel PTCP della Provincia di Modena, le aree di pericolosità del PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvione) e le aree di allagamento definite nell'ambito del presente progetto mediante il modello bidimensionale del fiume Panaro utilizzando gli idrogrammi di piena definiti dall'università UNIMORE.

In primo luogo si ricorda che in seguito all'intesa tra Autorità di bacino del fiume Po, Provincia di Modena e Regione Emilia Romagna, per *“la definizione delle disposizioni del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Modena relativa all'attuazione del “Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po” (PAI)”*, il PTCP di Modena assume il valore e gli effetti di *piano settoriale di tutela e uso del territorio di propria competenza* e trova applicazione in luogo del PAI vigente, per cui con riferimento alle fasce fluviali, valgono quelle contenute nel PTCP di Modena.

In particolare:

- nella Figura 1 è riportato il confronto tra le fasce fluviali del PAI e le fasce del PTCP da cui si evince che:
 - tra la cassa di Sant'Anna e il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio):
 - in destra idraulica la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde con la fascia B del PAI;
 - in sinistra idraulica la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde quasi con la fascia A del PAI, mentre la fascia B è più esterna;
 - tra il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio) e la confluenza con il T. Tiepido:
 - in destra idraulica la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde con la fascia B del PAI;
 - in sinistra idraulica la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde quasi con le fasce B e B di progetto del PAI.
- nella Figura 2 è riportato il confronto tra le fasce del PTCP e le aree di pericolosità idraulica del PGRA, da cui si evince che:
 - tra la cassa di Sant'Anna e il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio) la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde con le aree a

pericolosità P3/H interessate da allagamento frequente;

- tra il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio) e la confluenza con il T. Tiepido la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde con le aree a pericolosità P2/M interessate da allagamento poco frequente;
- nella Figura 3 è riportato il confronto tra le aree di pericolosità idraulica del PGRA e le aree di allagamento definite nell'ambito del progetto sopra citato, da cui si evince che:
 - tra la cassa di Sant'Anna e il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio) le aree a pericolosità P2/M, interessate da allagamento poco frequente (T=200 anni), corrispondono sostanzialmente con l'allagamento relativo alla piena con tempo di ritorno 50 anni, mentre l'allagamento della piena duecentennale ricavato dal modello è più ampio (calcolato nell'ipotesi di assenza di crollo delle arginature esistenti che vengono tracimate dalla piena);
 - tra il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio) e la confluenza con il T. Tiepido:
 - in destra idraulica le aree a pericolosità P2/M interessate da allagamento poco frequente (T=200 anni) corrispondono con l'allagamento per T=50 anni calcolato con il modello bidimensionale, mentre l'allagamento della piena duecentennale da modello è più ampio (calcolato nell'ipotesi di assenza di crollo delle arginature esistenti che vengono tracimate dalla piena);
 - in sinistra idraulica le aree a pericolosità P2/M interessate da allagamento poco frequente (T=200 anni) sono meno estese degli allagamenti per T=50 anni e per T=200 anni, calcolati con il modello idraulico bidimensionale.

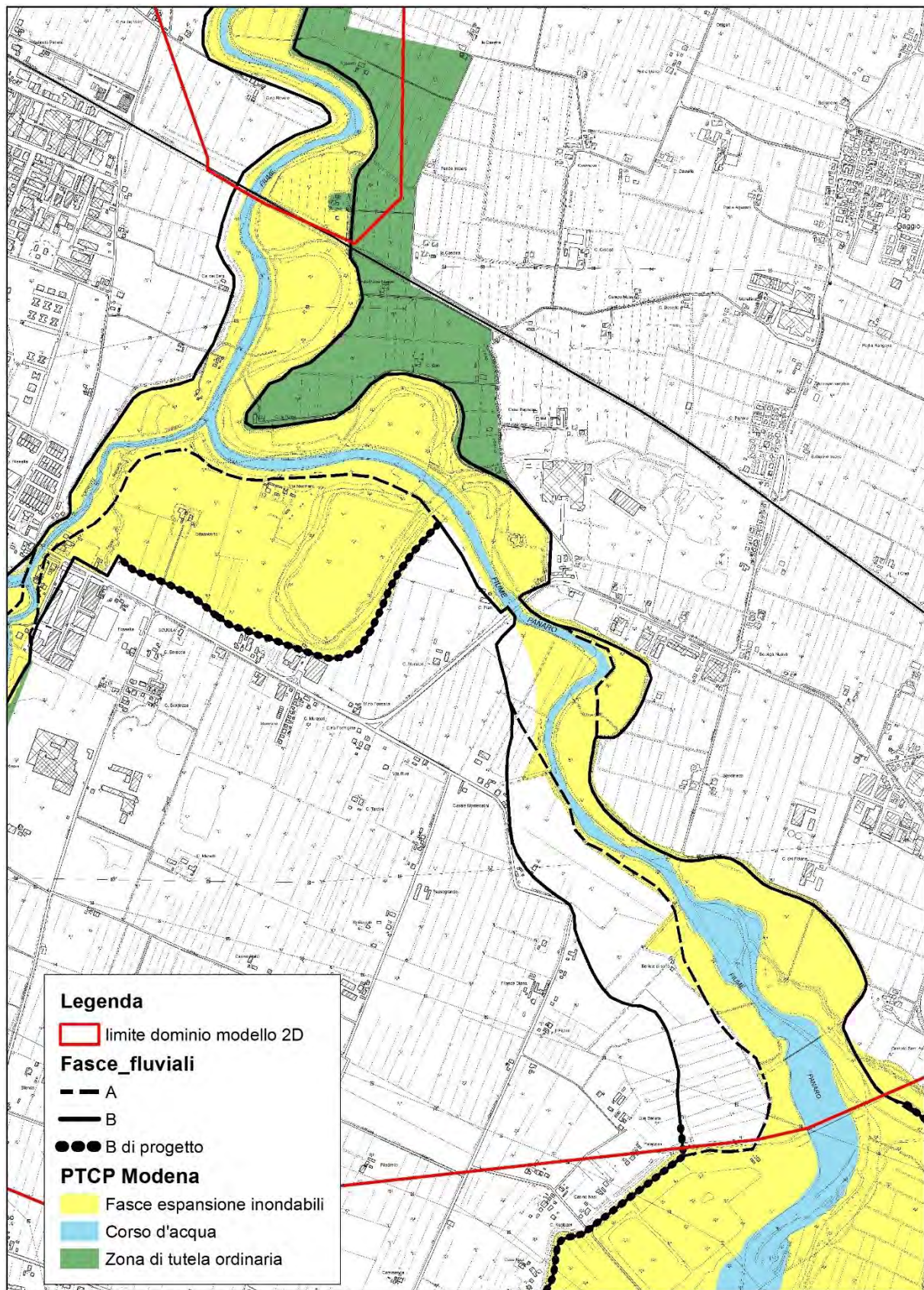


Figura 1 – Confronto fra PTCP Modena e fasce fluviali PAI

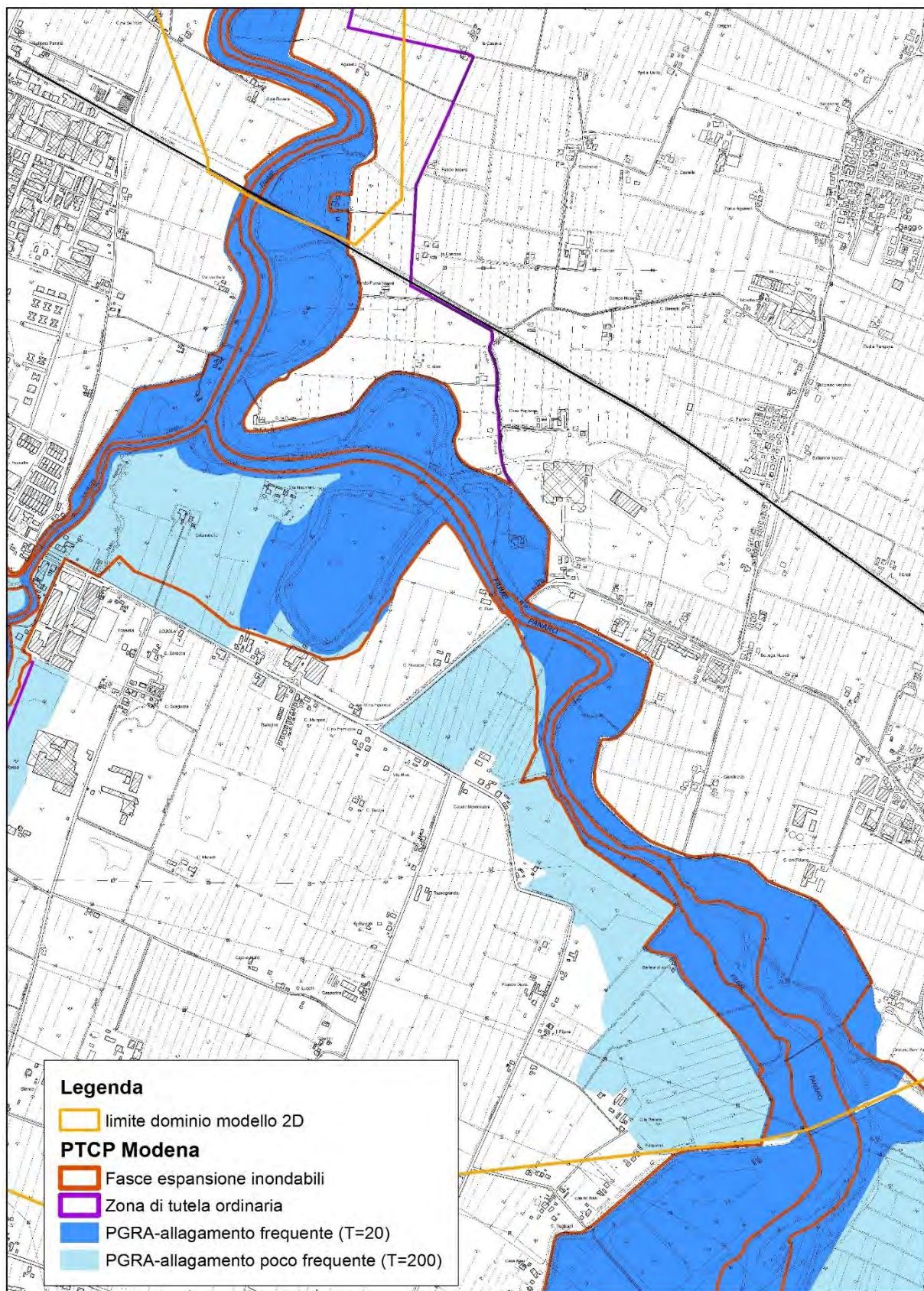


Figura 2 – Confronto fra PTCP Modena e PGRA

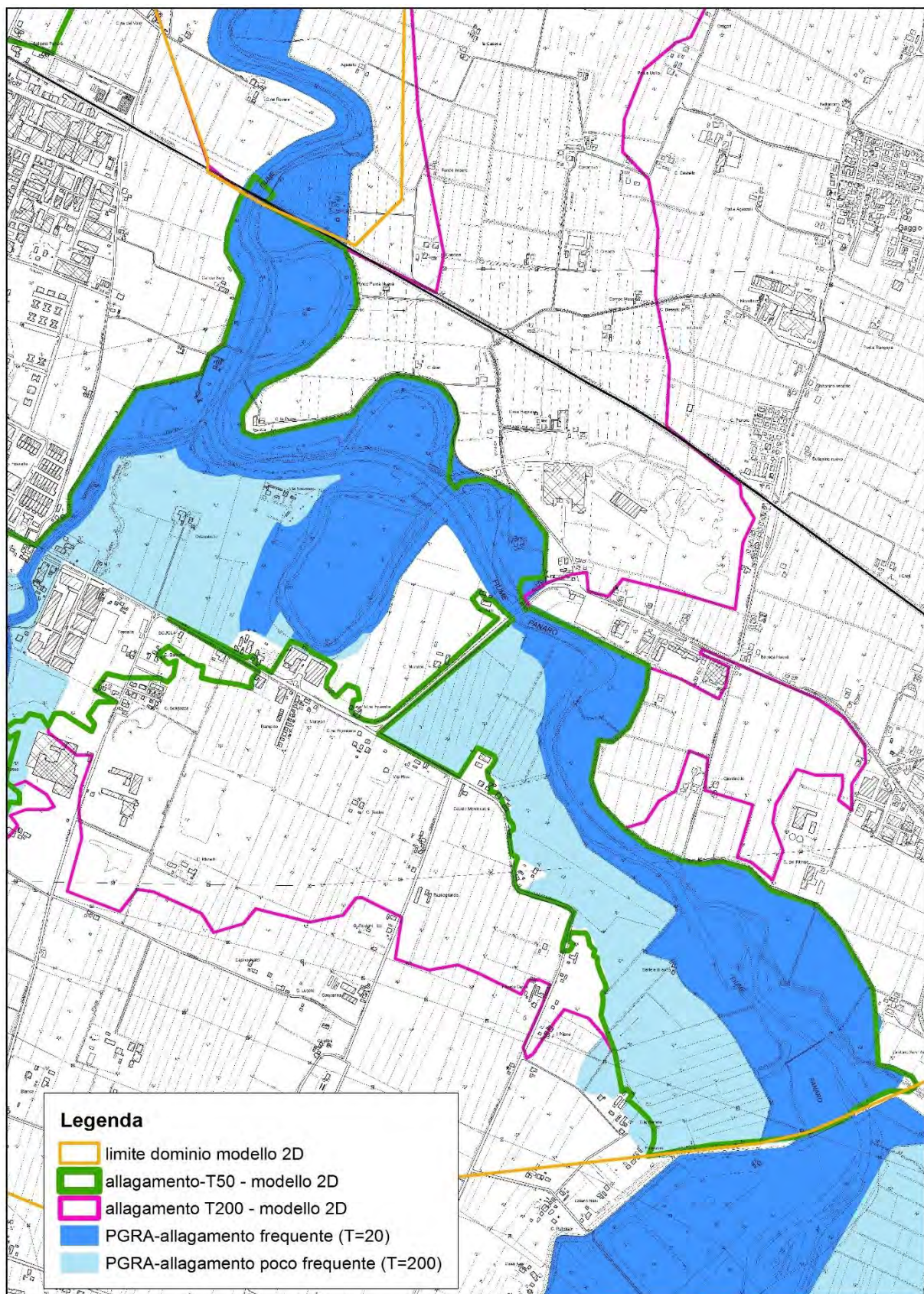


Figura 3 – Confronto fra PGRA e aree di allagamento definite con il modello bidimensionale

3. PROPOSTE DI TRACCIATO DEL NUOVO ARGINE DEL FIUME PANARO IN SINISTRA IDRAULICA IN COMUNE DI MODENA PRESENTATE ALL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO E RELATIVO PARERE RILASCIATO

3.1 PROPOSTE DI TRACCIATO DEL NUOVO ARGINE DEL FIUME PANARO IN SINISTRA IDRAULICA, IN COMUNE DI MODENA

In funzione di quanto esposto nei capitoli precedenti e in relazione alla scelta effettuata nell'ambito del progetto *“Fiume Panaro - Avvio adeguamento strutturale e funzionale del sistema arginale alla portata progettuale di riferimento, tramite interventi di sistemazione morfologica dell'alveo, adeguamento in quota e in sagoma, a valle della cassa fino al confine provinciale. Intervento realizzabile per stralci funzionali (Ordinanza n.8 del 23/06/2015, allegato 1, codice intervento n. 11784, come modificata Ordinanza n.2 del 23/02/2016) - MO-E-1346”*, secondo cui gli interventi di adeguamento degli argini esistenti del fiume Panaro devono essere effettuati rispetto al livello idrico della piena cinquantennale con un metro di franco di sicurezza (decisione assunta in seno allo staff tecnico di coordinamento istituito ai sensi dell'Ordinanza 1/2014, in base ai confronti multicriteria esposti nella relazione A.2 allegata al progetto di fattibilità tecnico-economica), si è deciso di:

1. prevedere un nuovo argine del fiume Panaro in sinistra idraulica, tra la via Emilia e la confluenza con il T. Tiepido;
2. prevedere interventi di protezione locale in sinistra idraulica tra la cassa di Sant'Anna e la via Emilia;
3. non prevedere nessun ulteriore intervento in destra idraulica rispetto a quelli già previsti nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico-economica e recentemente già realizzati (adeguamento in quota dell'argine esistente tra gli stanti 10 e 17 in Comune di Castelfranco Emilia).

Si segnala che, come messo in evidenza già nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico-economica redatto nel mese di marzo 2017, occorre prevedere interventi di arginatura lungo l'asta del T. Tiepido e del suo affluente Grizzaga, ma tali interventi non sono oggetto del nostro incarico di progettazione.

Relativamente all'intervento citato al precedente punto 1., nella Figura 4 sono riportate due ipotesi di tracciato, in parte coincidenti, così caratterizzate:

- **Alternativa n. 1:** l'argine si intesta sul rilevato della via Emilia in prossimità della C.na

Formigine e corre parallelamente alla via Emilia costeggiando gli insediamenti e le infrastrutture già presenti, fino a giungere in corrispondenza della sponda destra del T. Tiepido appena a valle del ponte della via Emilia. Il presente tracciato, come messo in evidenza nella Figura 5, non ripercorre esattamente il limite della fascia del PTCP, ma si attesta sempre in prossimità degli insediamenti e delle infrastrutture da proteggere, quindi massimizza l'estensione delle aree agricole che resteranno allagabili. In tale caso è necessario anche realizzare un argine locale a protezione degli insediamenti posti lungo la via Emilia in prossimità del ponte S. Ambrogio. La lunghezza complessiva dell'argine in progetto è pari a 1'700 m (1'450 m + 250 m).

- **Alternativa n. 2:** l'argine si intesta sul rilevato della via Emilia in prossimità del ponte di Sant'Ambrogio, costeggia la sponda sinistra ove attualmente è presente un rilevato (percorso Natura) caratterizzato da quote inferiori rispetto alla piena cinquantennale più 1 m di franco, poi lambisce il paleo alveo presente e successivamente corre parallelamente alla via Emilia costeggiando gli insediamenti e le infrastrutture già presenti, fino a giungere in corrispondenza della sponda destra del T. Tiepido appena a valle del ponte della via Emilia. Il presente tracciato, come messo in evidenza nella Figura 6, segue quasi sempre il limite della fascia del PTCP, ad eccezione della zona posta in destra idraulica del T. Tiepido, fino al Fosso Bernardi, in quanto sono già presenti alcuni insediamenti. La lunghezza complessiva dell'argine in progetto è pari a 2'080 m.

Le due alternative di tracciato sono state sottoposte all'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, al fine di avere un parere relativo al tracciato da considerare nella progettazione.

12

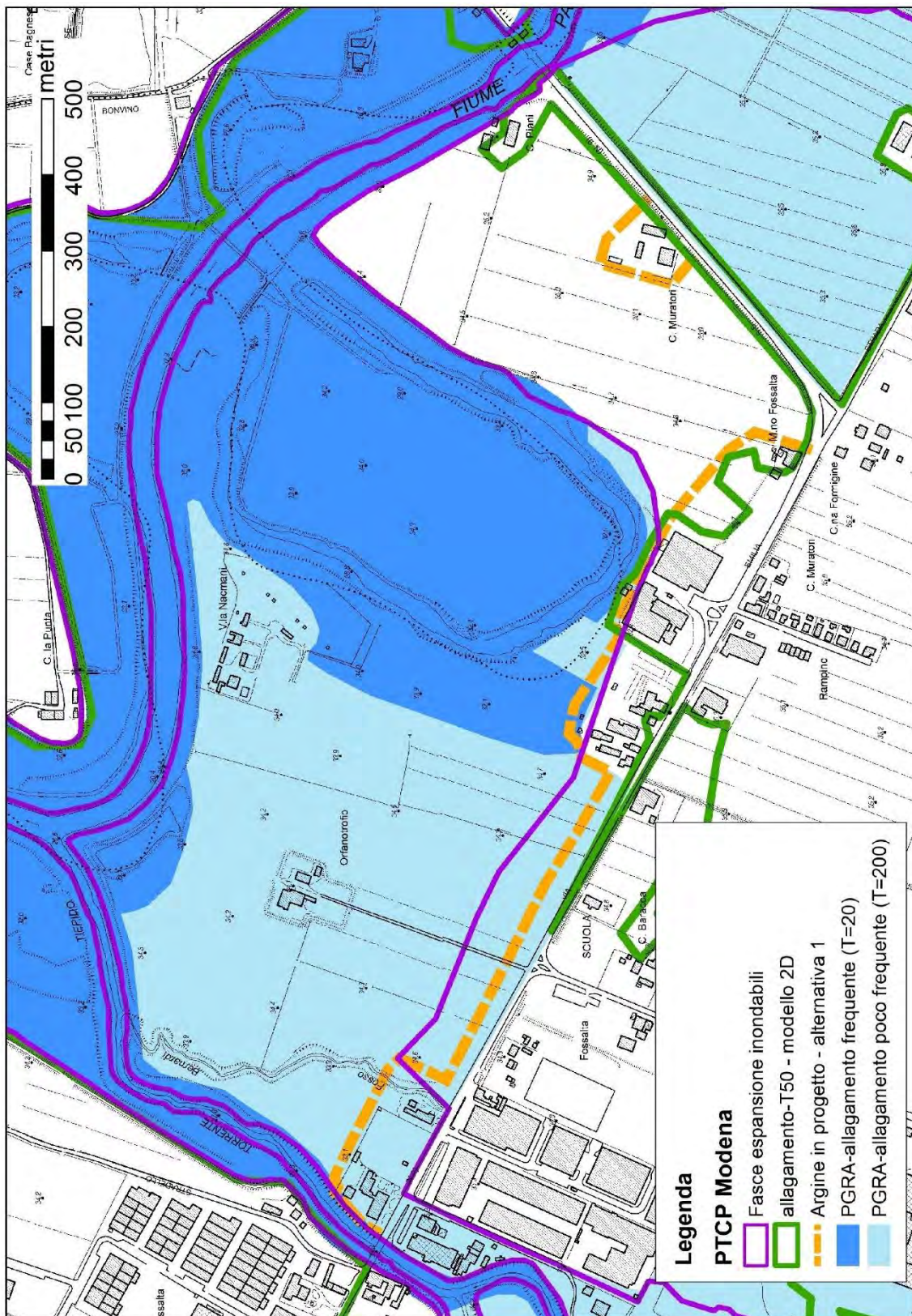


Figura 5 – sovrapposizione tra il tracciato dell'alternativa n. 1, le fasce del PTCP e le aree di pericolosità del PGRA e le aree di allagamento definite con il modello 2D.

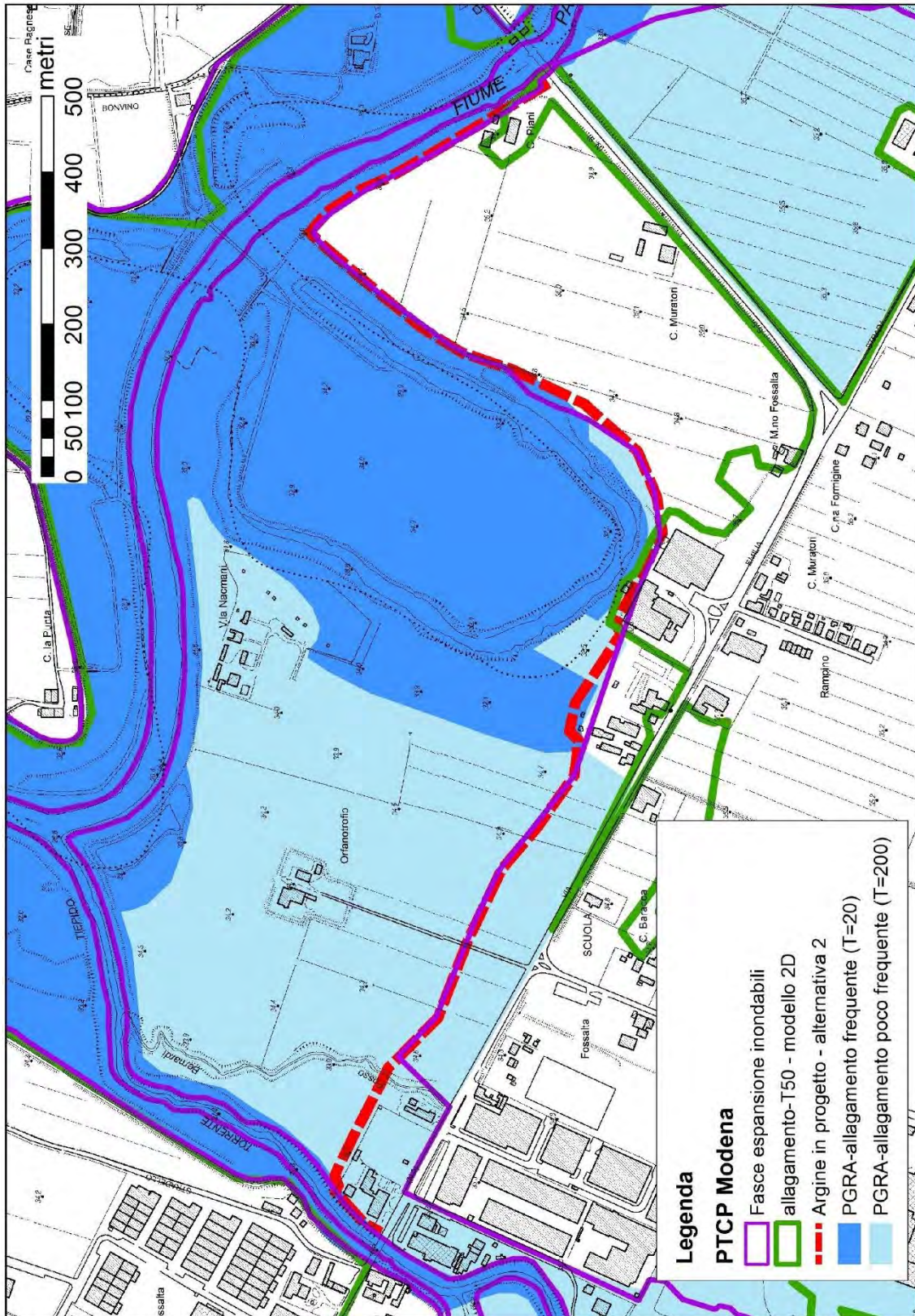


Figura 6 – sovrapposizione tra il tracciato dell’alternativa n. 2, le fasce del PTCP e le aree di pericolosità del PGRA e le aree di allagamento definite con il modello 2D.

Per valutare gli effetti in termini idraulici delle due alternative di tracciato, sono state effettuate alcune simulazioni con il modello bidimensionale del fiume Panaro implementato nell'ambito del suddetto progetto di fattibilità tecnico-economica. In particolare, per ogni alternativa di tracciato, sono state simulati gli idrogrammi di piena per T=50 anni e per T=200 anni definiti dall'università UNIMORE, di seguito riportati nella Figura 25.

Si specifica che la simulazione della piena duecentennale è stata effettuata considerando gli argini esistenti sormontabili, ma senza considerarne il collasso.

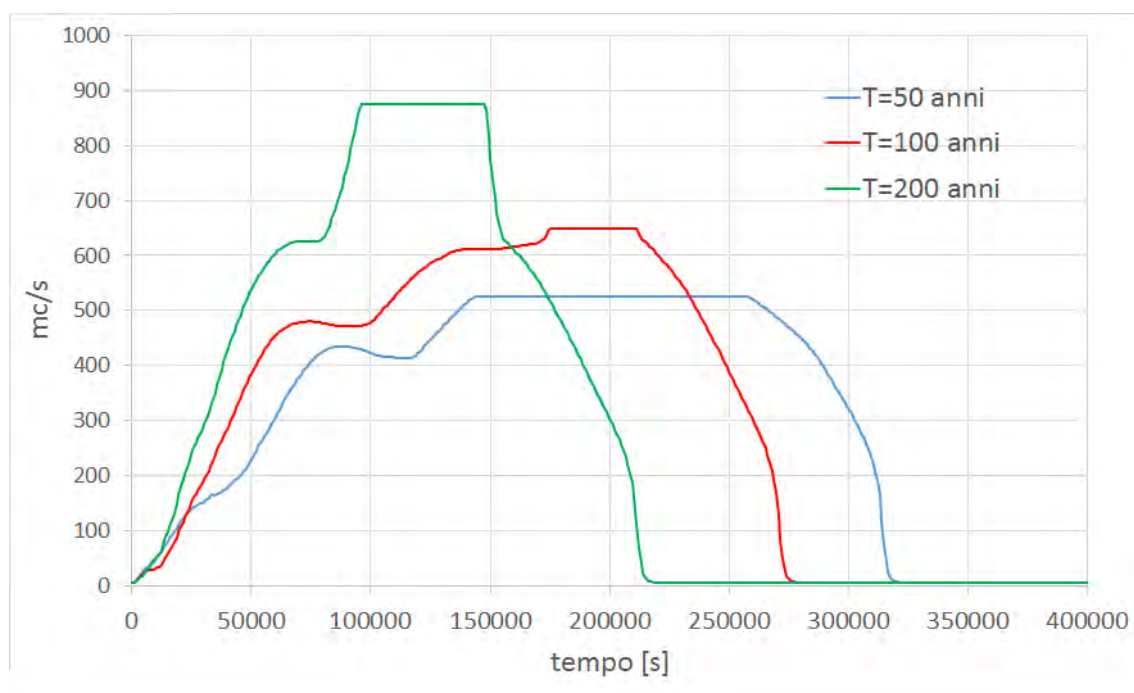


Figura 7 – Portate di piena in uscita dalla cassa di espansione di Sant’Anna calcolate da UNIMORE

Nelle figure seguenti si riportano i risultati delle simulazioni condotte, in termini di area di allagamento, livelli massimi al colmo e differenza tra i livelli delle alternative considerate.

Nelle simulazioni è stato considerato che l'allagamento non possa avvenire dal T. Tiepido a monte della via Emilia, ipotizzando l'esistenza di opere di contenimento. Questo è stato fatto per verificare i soli effetti indotti dalle due suddette alternative.

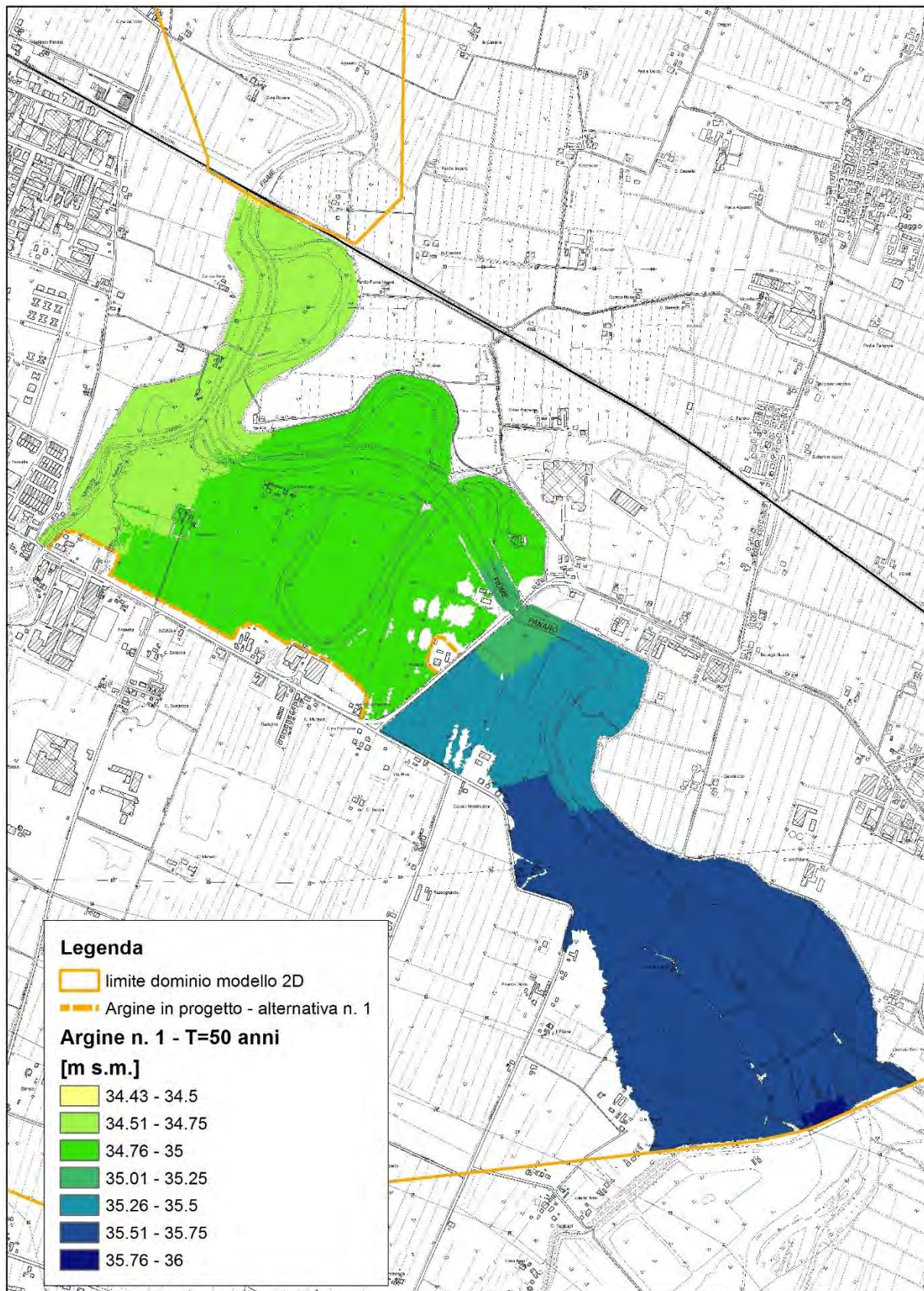


Figura 8 – Alternativa n. 1 – T=50 anni

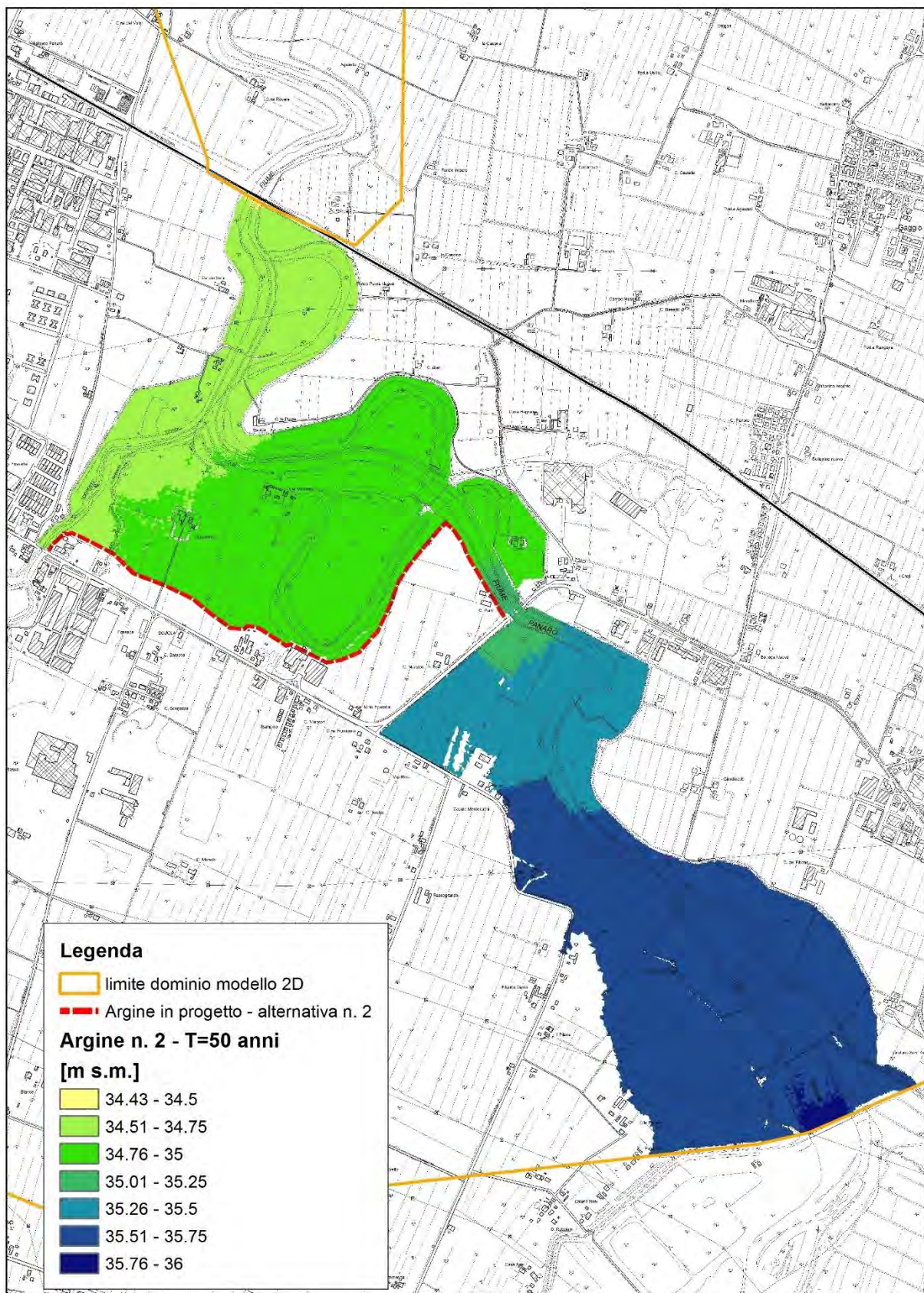


Figura 9 – Alternativa n. 2 – T=50 anni

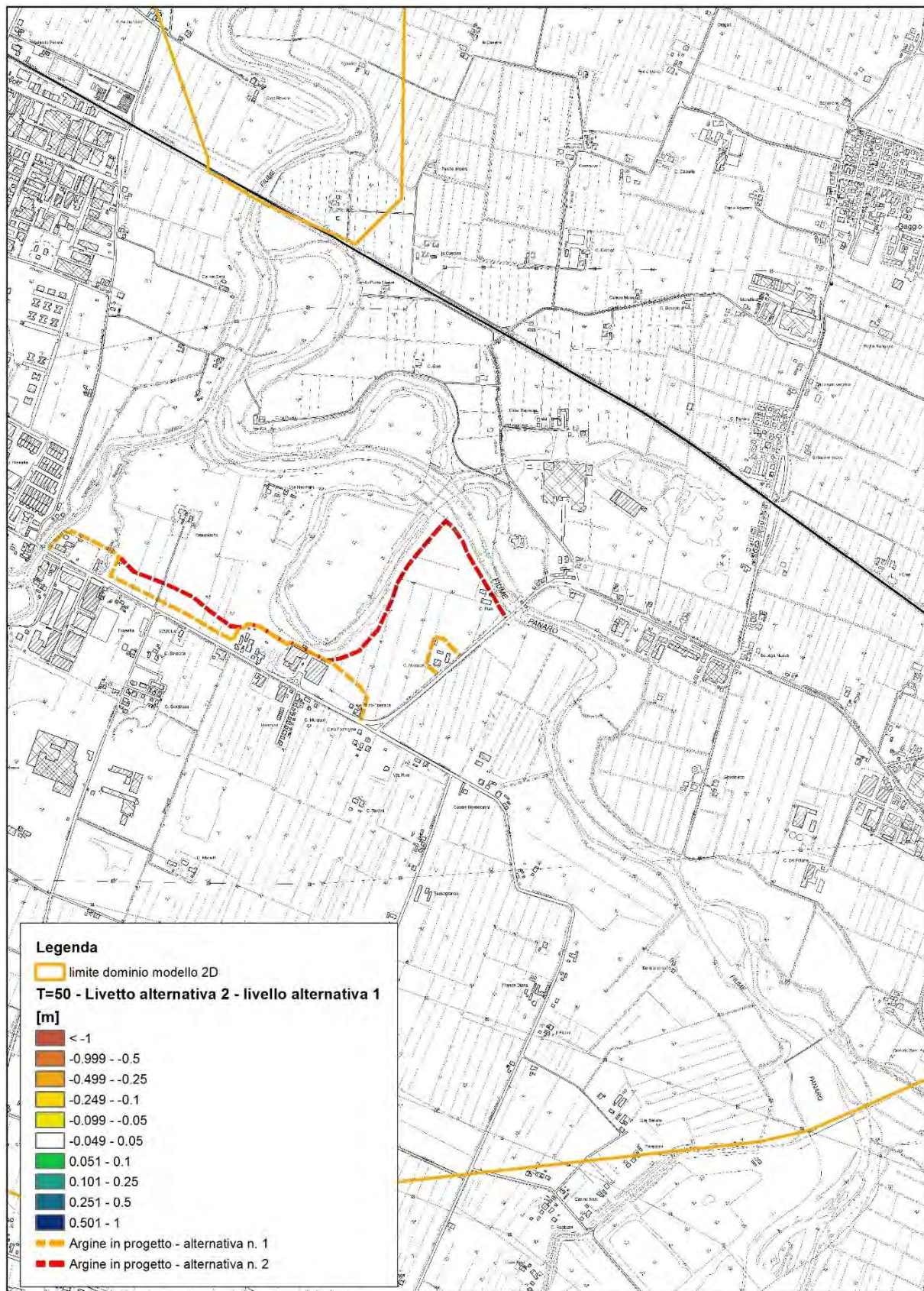


Figura 10 – differenza tra i livelli dell'Alternativa n. 2 e Alternativa n. 1 – T=50 anni

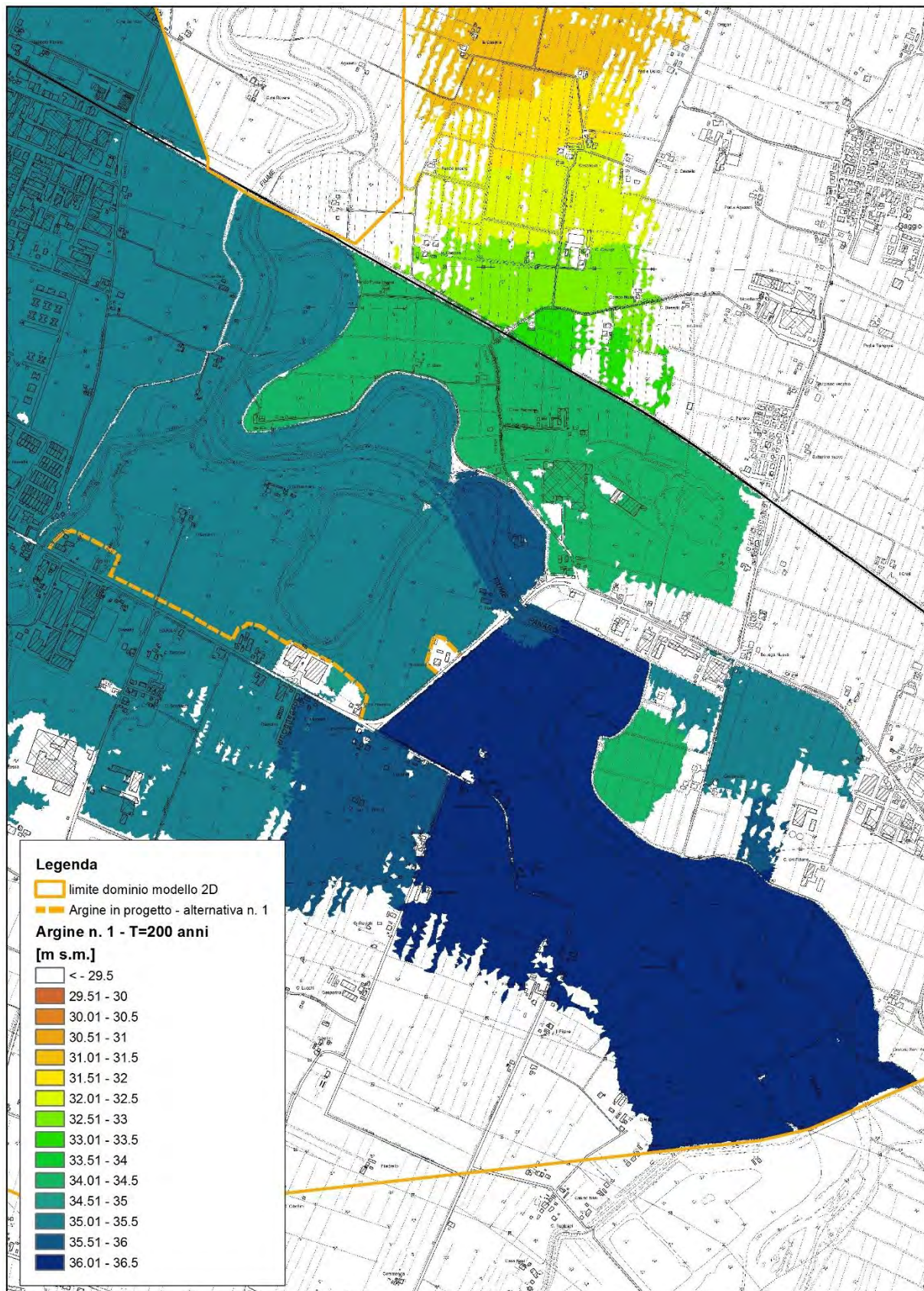


Figura 11 – Alternativa n. 1 – T=200 anni

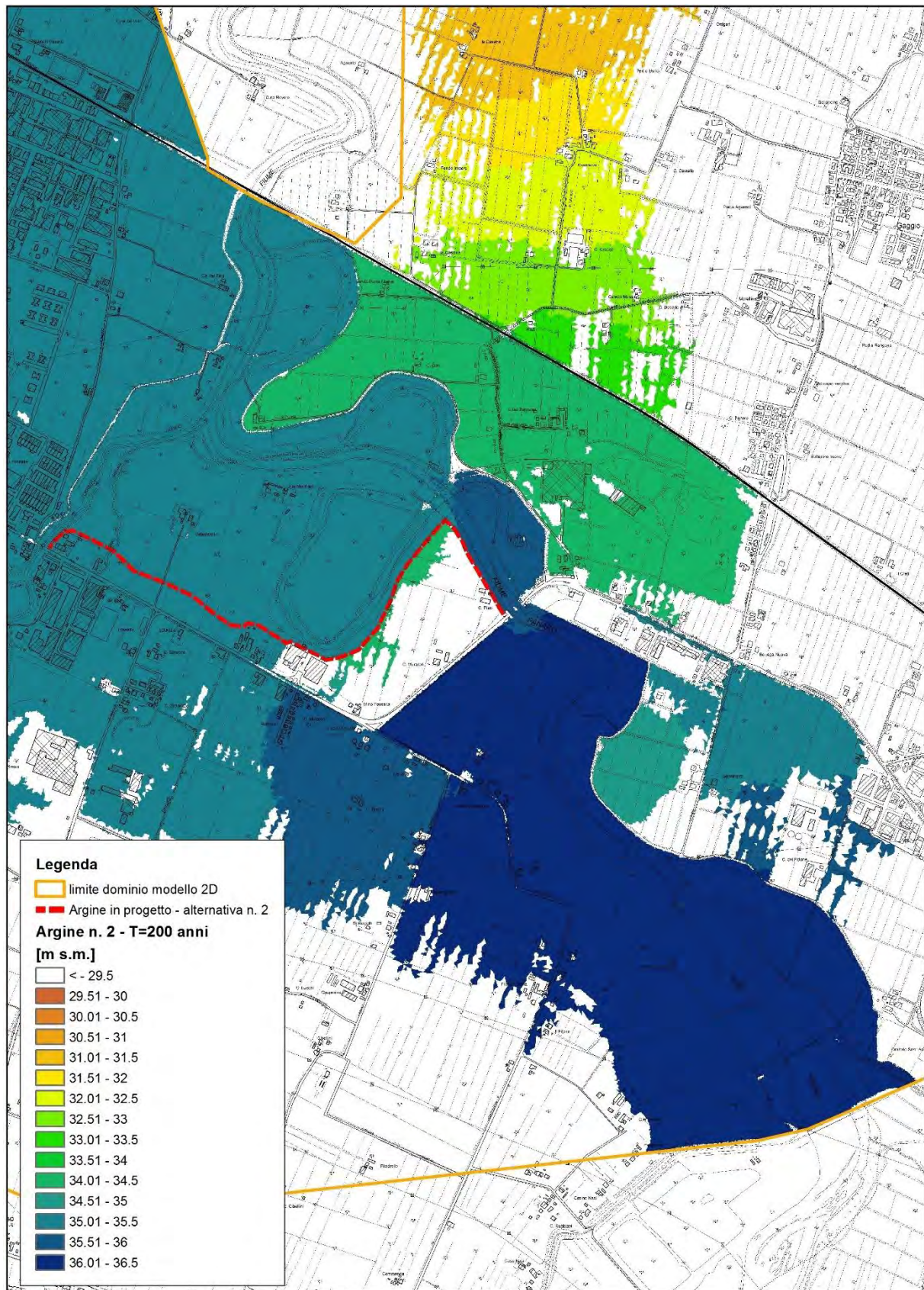


Figura 12 – Alternativa n. 2 – T=200 anni

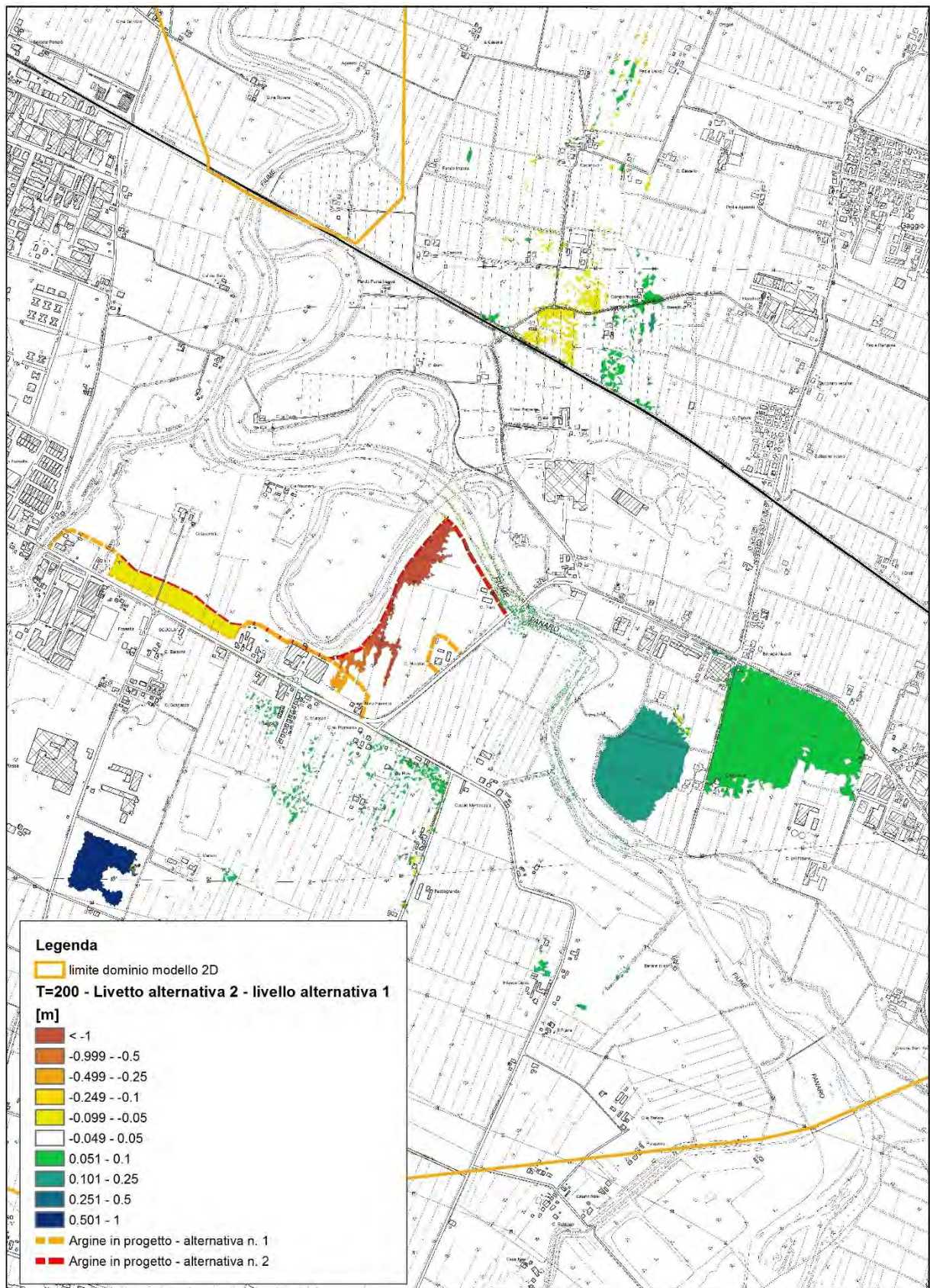


Figura 13 – differenza tra i livelli dell'Alternativa n. 2 e Alternativa n. 1 – T=200 anni

Dalle analisi dei risultati ottenuti si può dedurre che:

- in un evento di piena cinquantennale (tempo di ritorno di riferimento per la definizione degli interventi in progetto) le due soluzioni sono del tutto equivalenti dal punto di vista idraulico, infatti i livelli idrici nelle due configurazioni sono praticamente gli stessi, in quanto le differenze sono comprese tra ± 5 cm;
- in un evento di piena duecentennale le due soluzioni sono del tutto equivalenti dal punto di vista idraulico, infatti i livelli idrici nelle due configurazioni sono praticamente gli stessi, in quanto le differenze sono comprese tra ± 5 cm, ad eccezione di alcune zone limitate poste in prossimità delle due alternative di tracciato (livello alternativa n. 2 < del livello alternativa n. 1) e in alcune aree esterne (livello alternativa n. 2 > del livello alternativa n. 1) interessate dalla tracimazione degli argini.

3.2 PARERE AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO

Nel presente paragrafo si riporta il parere rilasciato dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, secondo cui *“Pertanto, in via preliminare, vista la valutazione tecnica della Segreteria, solamente la prima ipotesi di tracciato (“indicata come Alternativa 1”) può attualmente essere considerata compatibile con gli indirizzi e le prescrizioni della pianificazione vigente e l'esigenza di proteggere beni esposti. Sulla base di tali valutazioni AIPO potrà procedere con l'iter di progettazione più efficace per le finalità di urgente messa in sicurezza del territorio esposto a rischio di alluvioni.”*.

Quindi il progetto di fattibilità tecnico-economica redatto nel mese di giugno 2019 e il presente progetto definitivo sono stato redatti considerando come punto di partenza la suddetta alternativa n.1.



AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO

Rif. Vs. Prot. 26021 del 5/11/2018
Rif. Ns. Prot. 8638 del 9/11/2018

AIPO
 Ufficio Operativo Modena
 Direzione territoriale idrografica
 Emilia-Romagna orientale
ufficio-mo@cert.agenziapo.it

e p.c.

Regione Emilia Romagna
 Servizio Difesa del Suolo della Costa
 e Bonifica
difsuolo@postacert.regione.emilia-romagna.it

Agenzia Regionale per la sicurezza
 territoriale e Protezione Civile
 Servizio coordinamento programmi
 speciali e presidi di
 competenza
stpc.programmi speciali@postacert.regione.emilia-romagna.it

OGGETTO: "Fiume Panaro - Realizzazione nuovo argine in sinistra idraulica del fiume Panaro tra la cassa di espansione e il T. Ticpido, richiesta parere preventivo ex art. 28 delle norme di attuazione del PAI

U
 autorità di bacino distrettuale del fiume po
 AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO
 Protocollo N.0001814/2019 del 26/03/2019

Con riferimento alla nota di codesta Agenzia Prot. 26021 del 5/11/2018 con la quale è stato richiesto alla Segreteria Tecnica dell'Autorità di bacino di esprimersi sui tracciati del nuovo argine proposti nel progetto di adeguamento del sistema arginale in corso di realizzazione per il tratto a valle della confluenza del torrente Ticpido, intitolato *Avvio adeguamento strutturale e funzionale del sistema arginale alla portata progettuale di riferimento, tramite interventi di sistemazione morfologica dell'alveo, adeguamento in quota e in sagoma, a valle della cassa fino al confine provinciale. Intervento realizzabile per stralci funzionali. (Ord. n. 8 del 23/06/2015 allegato 1, codice intervento 11784, come modificata Ordinanza n. 2 del 23/06/2016 - MO-E-1346)* si comunica quanto segue.

Visti:

- il Regolamento attuativo dell'art. 28 delle Norme di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI),

43121 Parma – Via Garibaldi, 75 – Tel. 0521/2761 – Fax 0521/772655 –
 E-mail: protocollo@postacert.adbpo.it Cod. Fisc.:92038990344

AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO

- la relazione tecnica intitolata *Argine F. Panaro nei pressi della via Emilia. Analisi tracciati alternativi*;
 - la valutazione in via tecnica formulato dall'Ing. Piero Tabellini della Segreteria Tecnica di questa ADPO di seguito allegata;
- si ritiene che

in relazione alla complessità tecnica della questione che coinvolge e comporta scelte di pianificazione e individuazione di nuovi scenari di assetto di progetto dell'intero corso d'acqua, sia necessario inviare alla Conferenza Operativa, ormai di prossima costituzione, l'esame dello *Studio idrologico e idraulico del Fiume Panaro* (sviluppato dall'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia) e gli esiti delle analisi idrauliche svolte nel *progetto di adeguamento del sistema arginale del fiume Panaro*, per l'approvazione in via tecnica ai fini di poter avviare le necessarie Varianti al PAI e alle mappe del PGRA.

Tuttavia, in relazione all'urgente necessità, manifestatasi anche nel recentissimo evento di piena del febbraio scorso, di procedere alla progettazione degli interventi in oggetto, per la protezione dei beni esposti alle più ricorrenti piene, è necessario **prendere atto di quanto rappresentato nella valutazione tecnica della Segreteria, allegata, ovvero che le due ipotesi alternative di tracciato arginale presentate, sono entrambe difformi dal limite di progetto individuato nel PAI vigente e la scelta tra le due alternative deve essere effettuata in relazione alla coerenza con gli obiettivi della pianificazione di bacino e con la necessità di protezione dei beni esposti.**

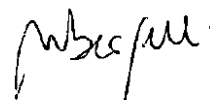
Pertanto, in via preliminare, vista la valutazione tecnica della Segreteria, solamente la prima ipotesi di tracciato ("indicata come Alternativa 1") può attualmente essere considerata compatibile con gli indirizzi e le prescrizioni della pianificazione vigente e l'esigenza di proteggere beni esposti.

Sulla base di tali valutazioni AIPO potrà procedere con l'*iter* di progettazione più efficace per le finalità di urgente messa in sicurezza del territorio esposto a rischio di alluvioni.

Distinti saluti.

Il Segretario Generale

(Meuccio Berselli)



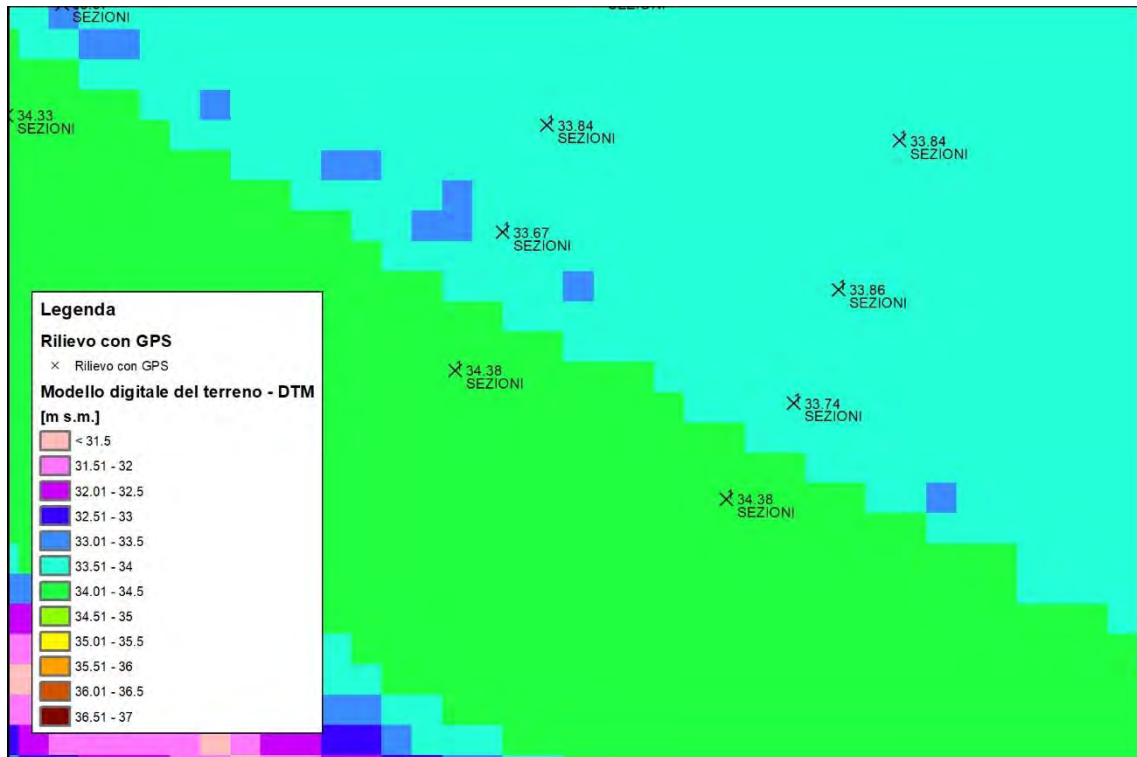
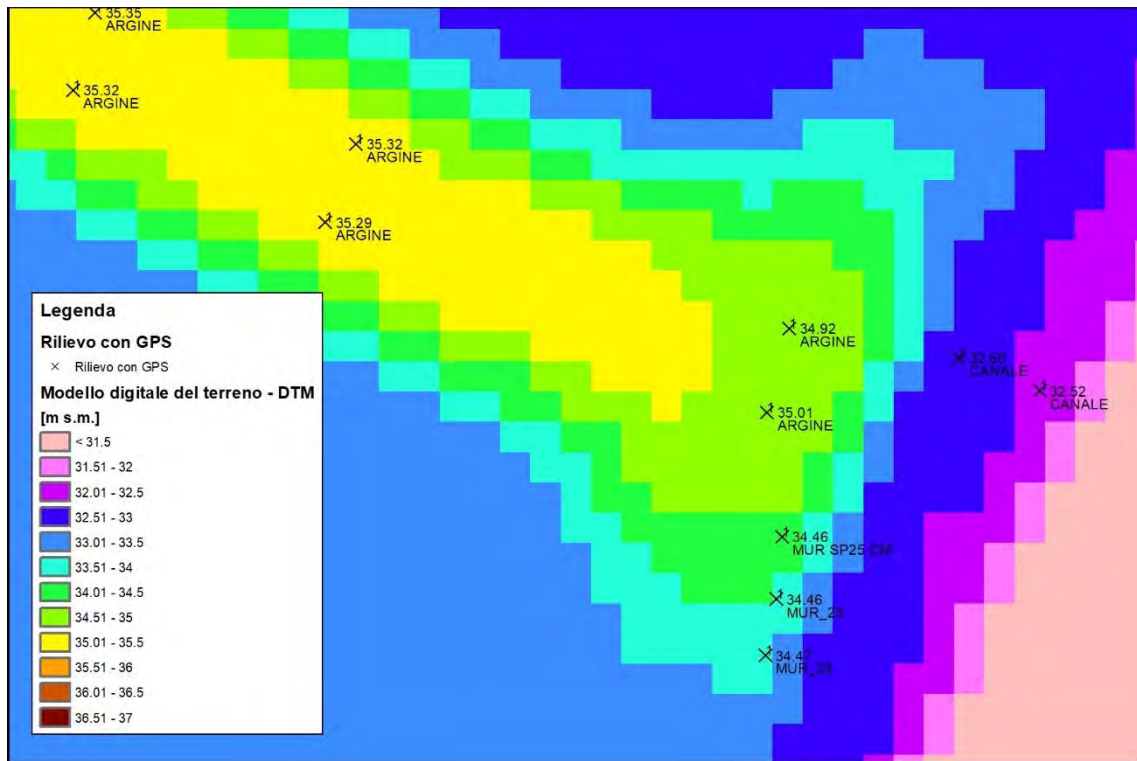
4. DATI TOPOGRAFICI UTILIZZATI PER IL PROGETTO

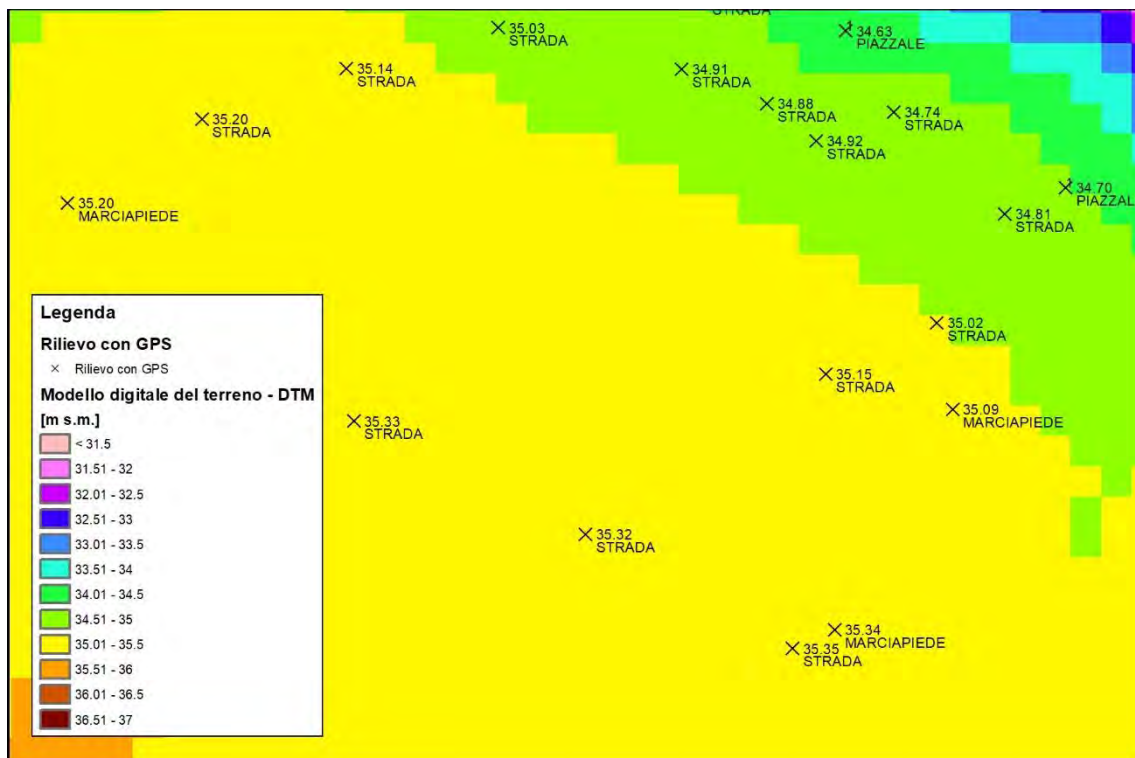
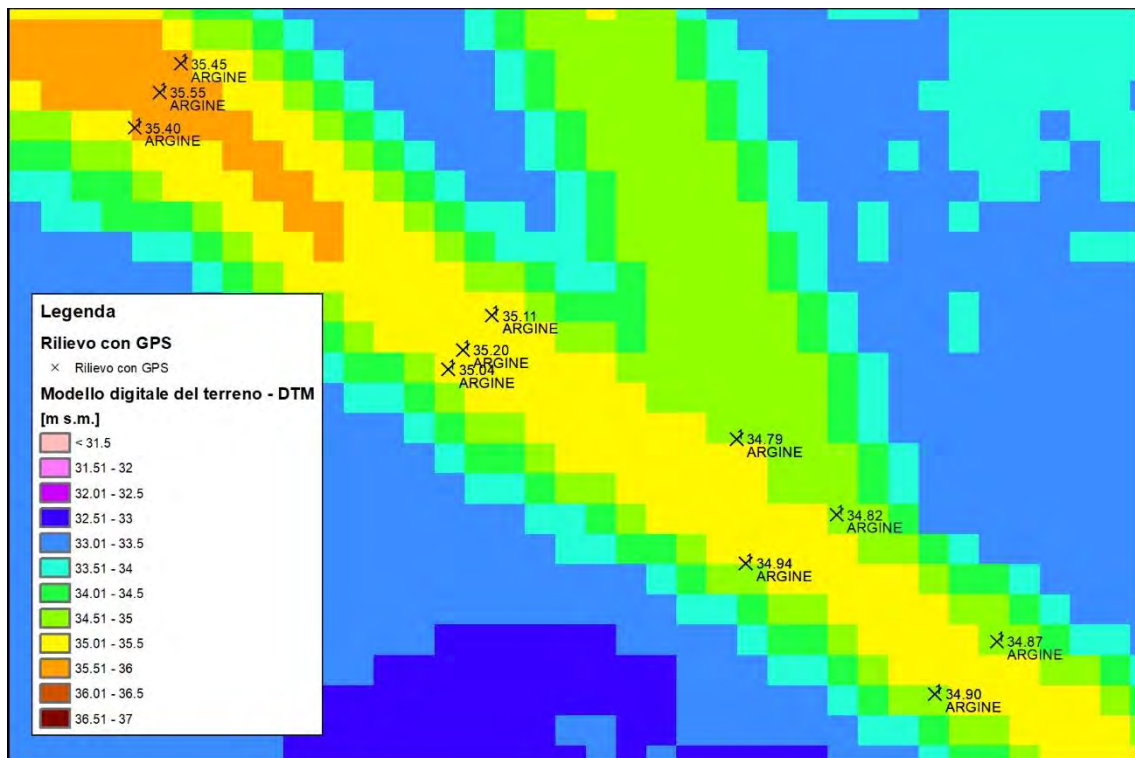
Le informazioni topografiche utilizzate nello sviluppo del presente progetto sono:

- modello digitale del terreno (DTM), a maglia 1 m, effettuato con volo Lidar nel 2015. Le quote del DTM sono rappresentate nell'elaborato D.3.1 "Planimetria dello stato attuale – modello digitale del terreno";
- rilievo in campo eseguito dagli scriventi mediante strumentazione GPS, nel corso dell'anno 2019 e 2020, durante la stesura del progetto di fattibilità tecnico-economica e del progetto definitivo. La posizione e le quote dei punti rilevati sono riportate nell'elaborato D.3.2 "Planimetria dello stato attuale - rilievo di campagna".

E' stato verificato che le due distinte informazioni topografiche fossero tra loro coerenti. La verifica è stata effettuata confrontando le quote di punti battuti con il GPS e le corrispondenti quote desunte dal DTM. Un esempio di tale confronto è riportato nella successive Figure.

In particolare il rilievo con GPS è stato utilizzato per caratterizzare le quote e le geometrie dei manufatti esistenti, come ad esempio il muro arginale nei pressi dell'Hotel Rechi, le distanze/posizioni dei fabbricati, la posizione dei sottoservizi, ecc., mentre il DTM è stato utilizzato per caratterizzare le quote del piano campagna dove è prevista la realizzazione del nuovo argine in terra.





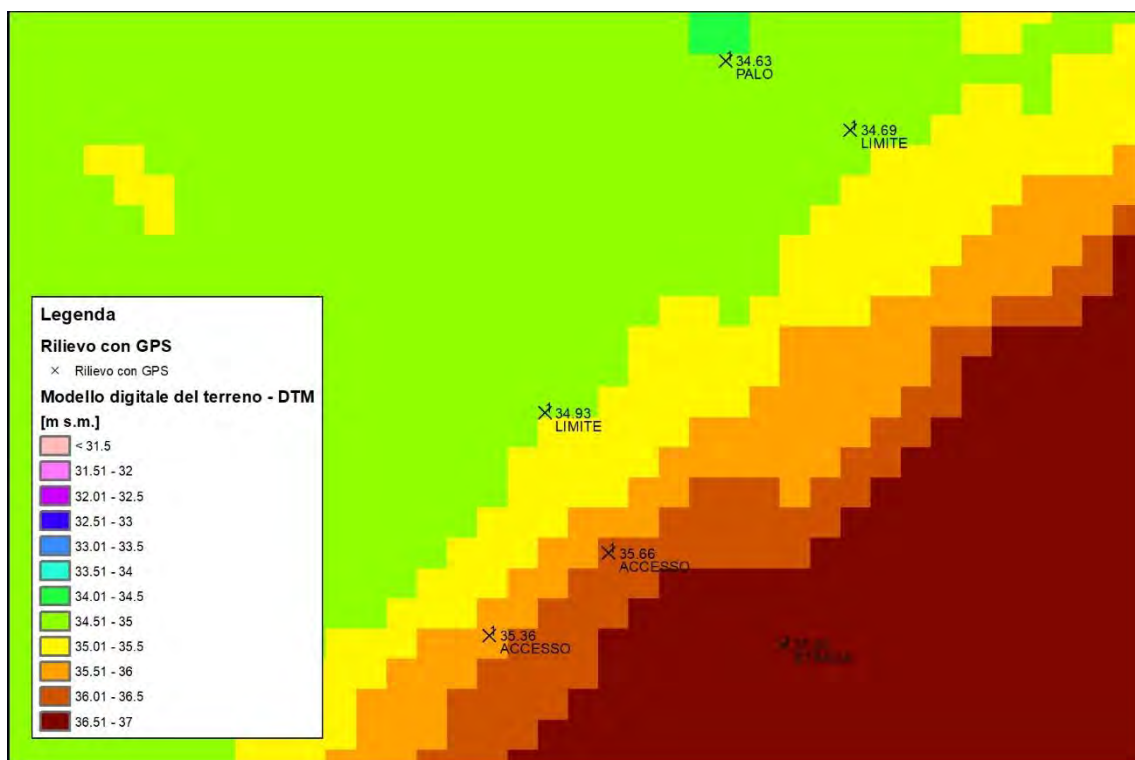
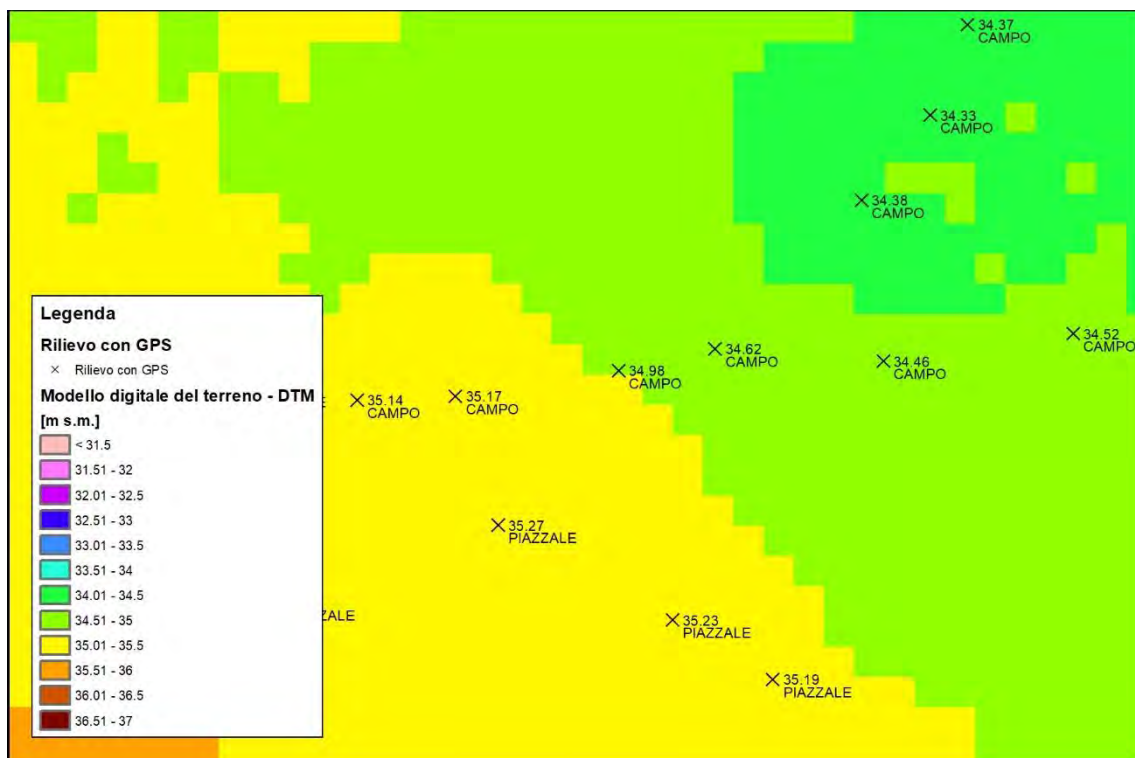


Figura 14 – confronto tra quote rilevate con GPS e quote del DTM.

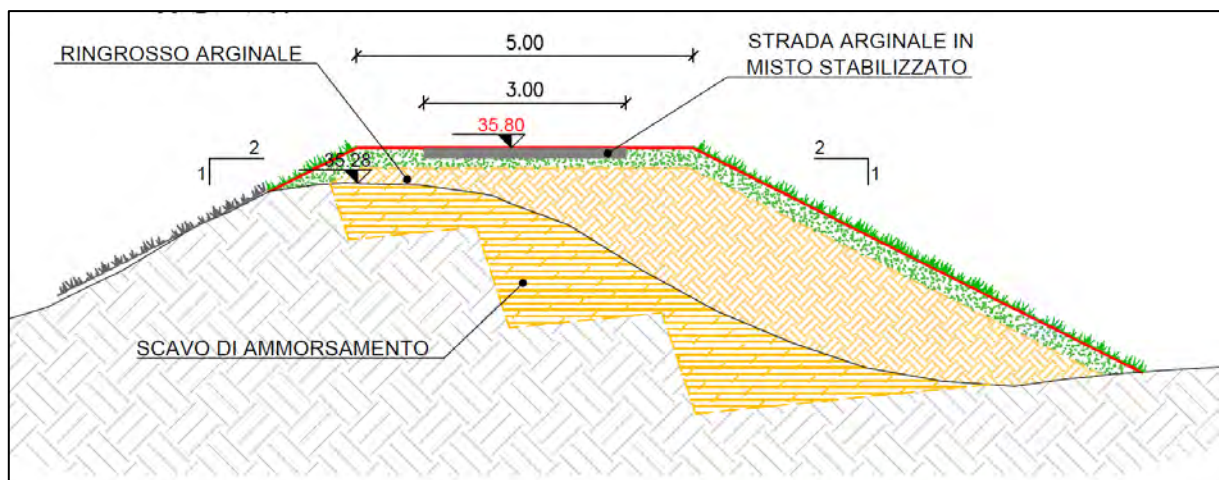


Figura 16. Sezione tipologica di intervento "B".

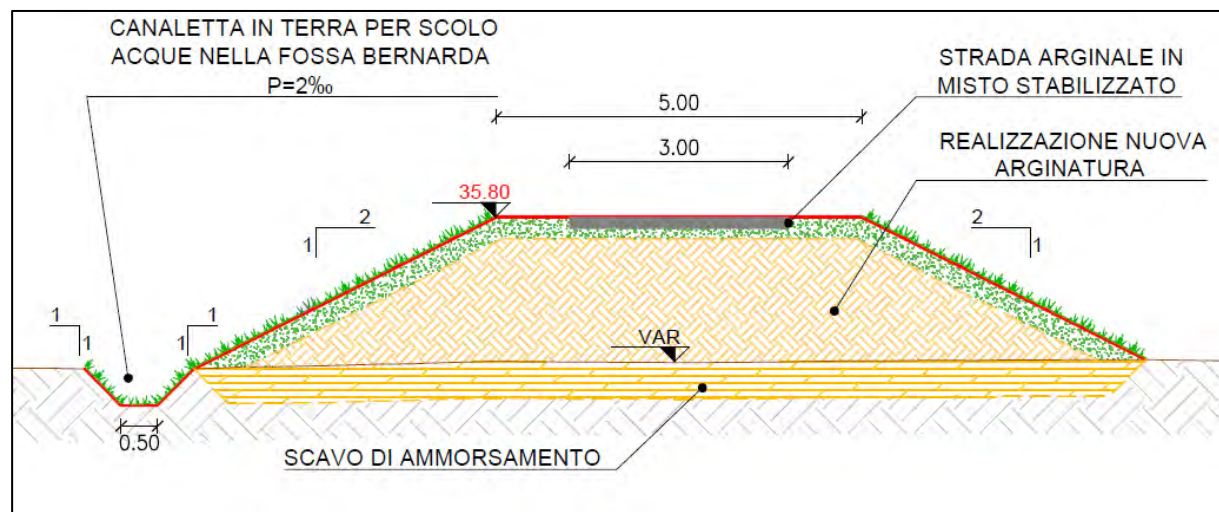


Figura 17. Sezione tipologica di intervento "C".

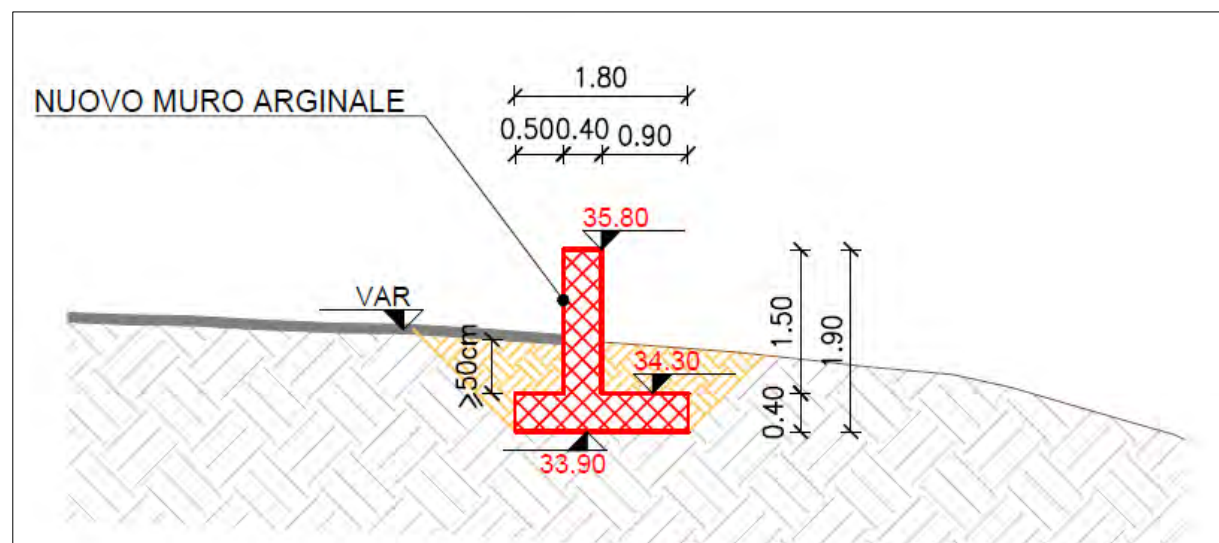


Figura 18. Sezione tipologica di intervento "D".

Di seguito si elencano le singole lavorazioni previste per le suddette tipologie di intervento:

Tipologia “A”

- scavo a sezione obbligata per il raggiungimento del piano di fondazione del muro esistente;
- formazione di un nuovo muro in c.a., addossato al muro esistente;
- rinterri per sistemazione della banca superiore posta ai piedi del nuovo muro, lato fiume.

Per tale tipologia di intervento, l'altezza del muro è pari a 2.40 m rispetto all'estradosso della fondazione, ma sporge rispetto al muro esistente di 55 cm. Rispetto alla banca lato fiume, il muro ha un'altezza fuori terra pari a 1.90 m.

Tipologia “B”

- scotico del paramento arginale oggetto di intervento di ringrosso e sovrizzo;
- scavo di sbancamento per l'ammorsamento del terreno per il ringrosso e il sovrizzo arginale e per la formazione del dreno;
- formazione di rilevato per ringrosso e rialzo arginale con materiale proveniente dagli scavi eseguiti lungo gli argini stessi e con materiale proveniente da cava, mediante compattazione per successivi strati non superiori a 30 cm. L'inclinazione dei paramenti arginali è pari a 2.2:1 (b:h) lato fiume e 2:1 (b:h) lato campagna, mentre la larghezza del coronamento è pari a 5 m;
- inerbimento paramenti arginali, mediante stesa e modellazione terreno di coltivo, idrosemina e protezione con biostuoia in fibre naturali di paglia e cocco;
- formazione pista di servizio lungo il coronamento arginale con misto stabilizzato, di larghezza pari a 3 m e spessore pari a 30 cm.

In tale tipologia di intervento, la massima altezza di sovrizzo dell'argine esistente è pari a circa 0.95 m (sezione 47, nei pressi dell'argine esistente a protezione del ristorante “La Brace”), il che porta ad avere un'altezza massima dell'argine rialzato pari 4.7 m.

Tipologia “C”

- scotico del piano campagna (spessore 20 cm);
- scavo di sbancamento per l'ammorsamento del nuovo rilevato (spessore 30 cm);
- formazione di nuovo rilevato arginale con materiale proveniente dagli scavi eseguiti lungo gli argini stessi e con materiale proveniente da cava, mediante compattazione per successivi strati non superiori a 30 cm. L'inclinazione dei paramenti arginali è pari a 2.2:1 (b:h) lato fiume e 2:1 (b:h) lato campagna, mentre la larghezza del coronamento è

pari a 5 m;

- inerbimento paramenti arginali, mediante stesa e modellazione terreno di coltivo, idrosemina e protezione con biostuoia in fibre naturali di paglia e cocco;
- formazione pista di servizio lungo il coronamento arginale con misto stabilizzato, di larghezza pari a 3 m e spessore pari a 30 cm;
- formazione di un fosso di drenaggio al piede, lato campagna, per consentire di raccogliere le acque provenienti dalla zona extra-arginale e convogliarle all'interno del reticolo di scolo esistente (es. Fossa Bernarda) e da questo al fiume Panaro.

Per tale tipologia di intervento, la massima altezza del nuovo argine è pari a 2.5 m, nella sezione 43, poco a valle della zona industriale dove è prevista la realizzazione del nuovo muro. Si segnala che nei pressi della Fossa Bernarda l'argine nuovo è alto 5.45 m (sezione 86) ma tale altezza è calcolata rispetto al fondo alveo.

Tipologia "D"

- demolizione della pavimentazione esistente o scotico del piano campagna (spessore 20 cm);
- scavo a sezione obbligata per raggiungere il piano di fondazione del nuovo muro arginale in c.a.;
- formazione di nuovo muro arginale in c.a.;
- rinterro della fondazione del muro in c.a..

Per tale tipologia di intervento, l'altezza del muro è pari a 1.50 m rispetto all'estradosso della fondazione, ma sporge rispetto al piano campagna di un'altezza massima di 1.1 m (sez. 33), mentre l'altezza minima è pari a 0.6 m (sezione 35).

5.3 CARATTERISTICHE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Nello specifico l'intervento può essere così descritto, procedendo dal rilevato di accesso al ponte Sant'Ambrogio fino alla confluenza con il T. Tiepido:

- formazione di un nuovo rilevato arginale (intervento tipo C), dal rilevato di accesso al ponte Sant'Ambrogio della via Emilia fino a giungere nei pressi degli insediamenti produttivi posti tra la via Emilia e la lanca del fiume Panaro, per un'estensione pari a **580 m** (da sez. 1 a sez. 32) e un'altezza massima pari a 2 m rispetto all'attuale piano campagna. Lungo il nuovo rilevato arginale è prevista la realizzazione di un manufatto per garantire la continuità idraulica di un fosso di scolo e allo stesso tempo impedire che

- durante la piena l'acqua possa espandersi oltre l'argine, verso la via Emilia; tale intervento consiste nella posa di una tubazione in c.a. di diametro 1.0 m, munita di clapet all'estremità di valle, lato fiume);
- formazione di un nuovo muro arginale (intervento tipo D) tra gli insediamenti produttivi e la lanca del Panaro, per uno sviluppo di **200 m** (da sez. 32 a sez. 42); l'altezza del muro è pari a 1.5 m rispetto all'estradosso della fondazione, mentre l'altezza del muro rispetto all'attuale piano campagna varia da un massimo di 1.1 m (sez. 33) a un minimo di 0.6 m (sezione 35);
 - adeguamento in quota e in sagoma di rilevato arginale esistente (intervento tipo B), per un'estensione pari a **220 m** (da sez. 42 a sez. 53), con un'altezza massima dell'argine successivo al rialzo pari a 4.7 m (sezione 47). Lungo il rilevato arginale esistente è presente un manufatto in c.a. che garantire la continuità idraulica di un fosso di scolo. Il presente progetto prevede la demolizione del manufatto esistente e la formazione di un nuovo manufatto che continui a garantire la continuità idraulica e allo stesso tempo impedisca che durante la piena l'acqua possa espandersi oltre l'argine, verso la via Emilia; tale intervento consiste nella posa di una tubazione in c.a. di diametro 1.0 m, munita di clapet all'estremità di valle, lato fiume;
 - formazione di un nuovo rilevato arginale (intervento tipo C), sempre parallelo alla via Emilia, per un'estensione pari a **600 m** (da sez. 53 a sez. 87) e un'altezza massima pari a 2.3 m (sez. 81). Lungo tale tratto di nuovo argine è prevista la formazione di un canale di drenaggio delle acque provenienti a sud dell'argine con convogliamento all'interno della Fossa Bernarda; nel punto in cui l'argine in progetto interseca l'alveo della Fossa Bernarda è prevista la formazione di una chiavica munita di paratoia a comando manuale e di clapet di sicurezza, per consentire in condizioni di piena di evitare il rigurgito del fosso e indurre allagamenti nella zona retrostante l'argine. In condizioni ordinarie la paratoia della chiavica rimane aperta per consentire il deflusso delle acque di drenaggio che vengono recapitate nella Fossa Bernarda. Il canale in c.a. ha una sezione pari a 2.0 x 2.0 m;
 - adeguamento in quota e in sagoma di rilevato arginale esistente (intervento tipo B), per un'estensione pari a **140 m** (da sez. 87 a sez. 94), con un'altezza massima dell'argine successivo al rialzo pari a 4.6 m, rispetto alla golenia (sezione 94);
 - rialzamento e ringrosso di un muro in c.a. esistente (intervento tipo A), per una lunghezza pari a **90 m** (da sez. 94 a sez. 99); l'altezza del muro nuovo, accostato a quello esistente, è

pari a 2.4 m rispetto all'estradosso della fondazione, mentre l'altezza del muro rispetto al piano campagna lato fiume è pari a 1.9 m (la quota di sommità del nuovo muro è pari a 35.8 m s.m. mentre la quota della banca è pari a 33.9 m s.m.). L'altezza al di sopra del muro esistente è pari a 0.55 m.

L'estensione complessiva dell'intervento è pari a circa **1'830 m**.

La quota di sommità delle suddette opere di protezione è pari a 35.8 m s.m., in relazione al fatto che il livello della piena cinquantennale è in tale tratto pari a 34.8 m s.m..

Lungo l'intero tracciato delle opere in progetto sono previsti:

- rampe in terra che consentono l'accesso al coronamento arginale per manutenzione e anche per oltrepassare l'argine e consentire quindi il collegamento tra le aree golenali e quelle tra l'argine in progetto e la via Emilia;
- fosso di drenaggio al piede del nuovo argine, lato campagna, per consentire di raccogliere le acque provenienti dalla zona extra-arginale e convogliarle all'interno della Fossa Bernarda o di altri fossi di scolo e da questi al fiume Panaro.

Lungo il tracciato dell'argine in progetto sono presenti alcuni manufatti in c.a., posti in corrispondenza di alcuni fossi di scolo, tra cui la Fossa Bernarda. I manufatti svolgono la duplice funzione di:

- se non sono presenti fenomeni di esondazione del fiume Panaro, i manufatti consentono lo scolo delle acque provenienti di monte verso il fiume Panaro;
- se sono presenti fenomeni di esondazione del fiume Panaro, i manufatti impediscono, grazie alla presenza di clapet e paratoia (prevista solo in corrispondenza della Fossa Bernarda, con comando manuale tramite volantino e attuatore portatile a batteria) che le acque del Panaro possano sottopassare l'argine in progetto e allagare le aree poste a tergo dello stesso.

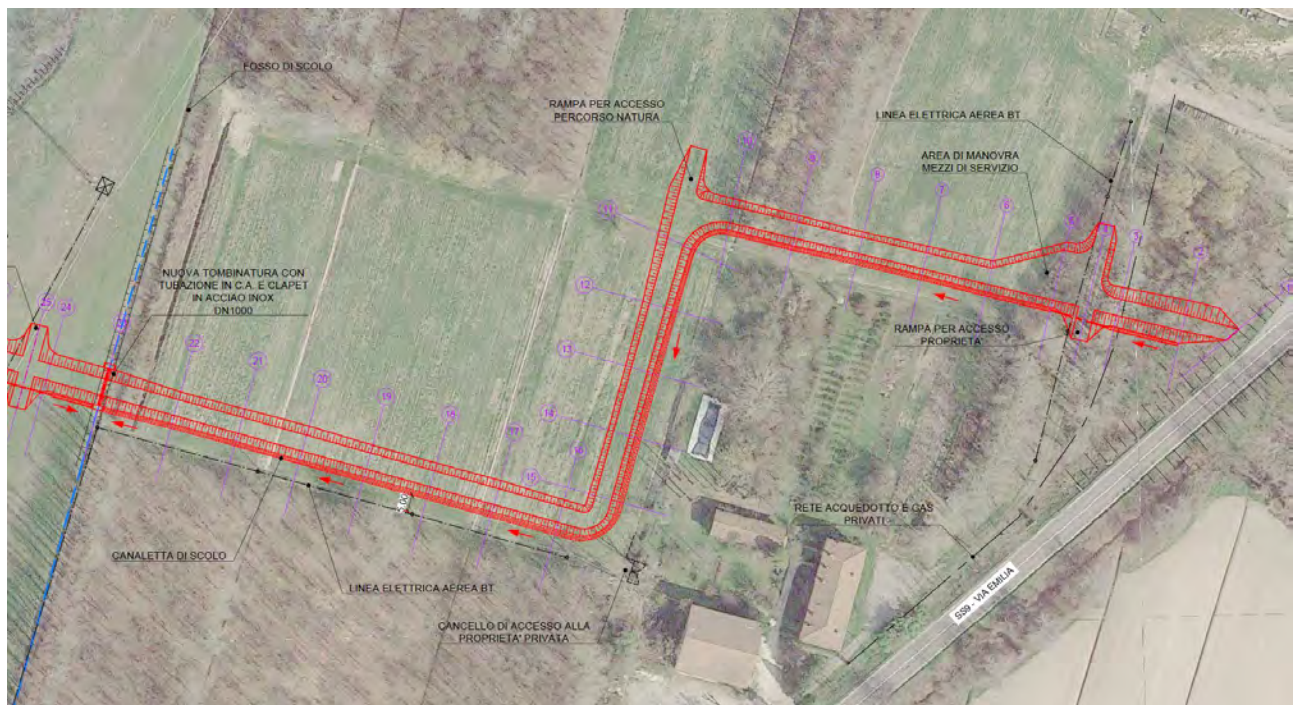


Figura 19. Stralcio planimetria di progetto (1 di 5).

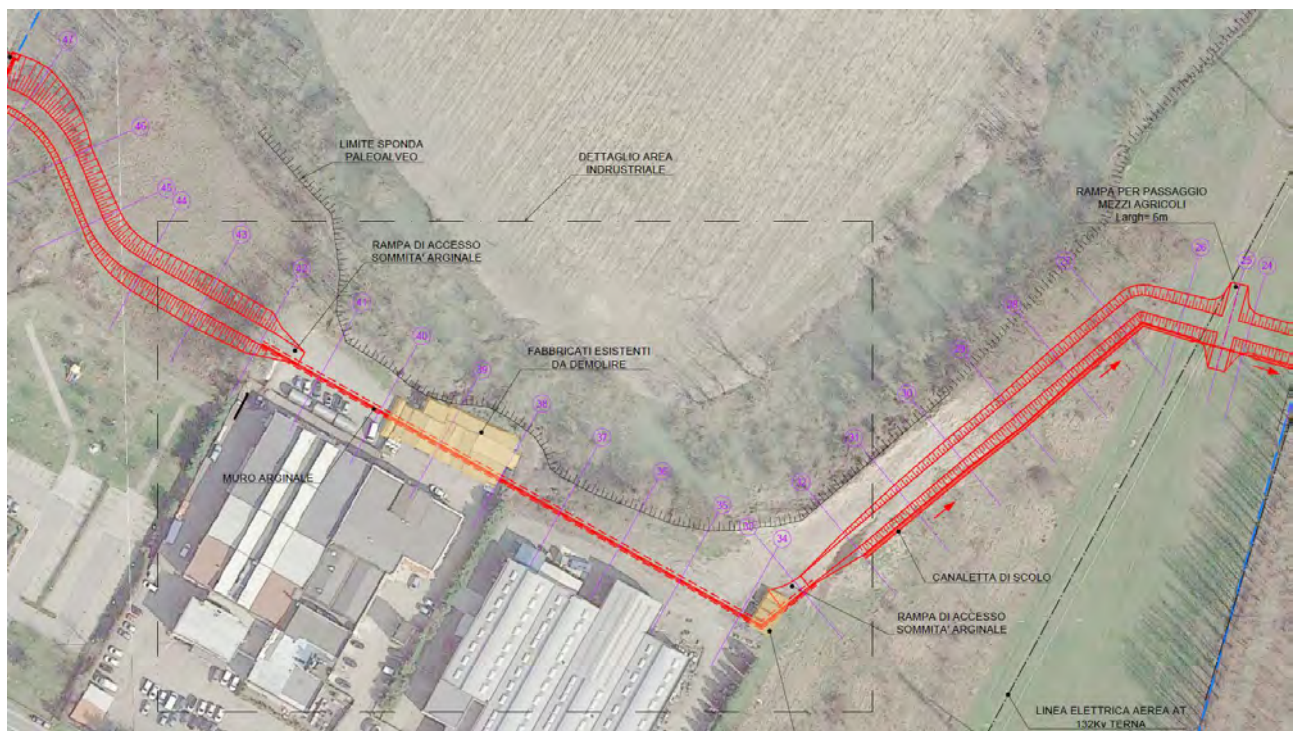


Figura 20. Stralcio planimetria di progetto (2 di 5).

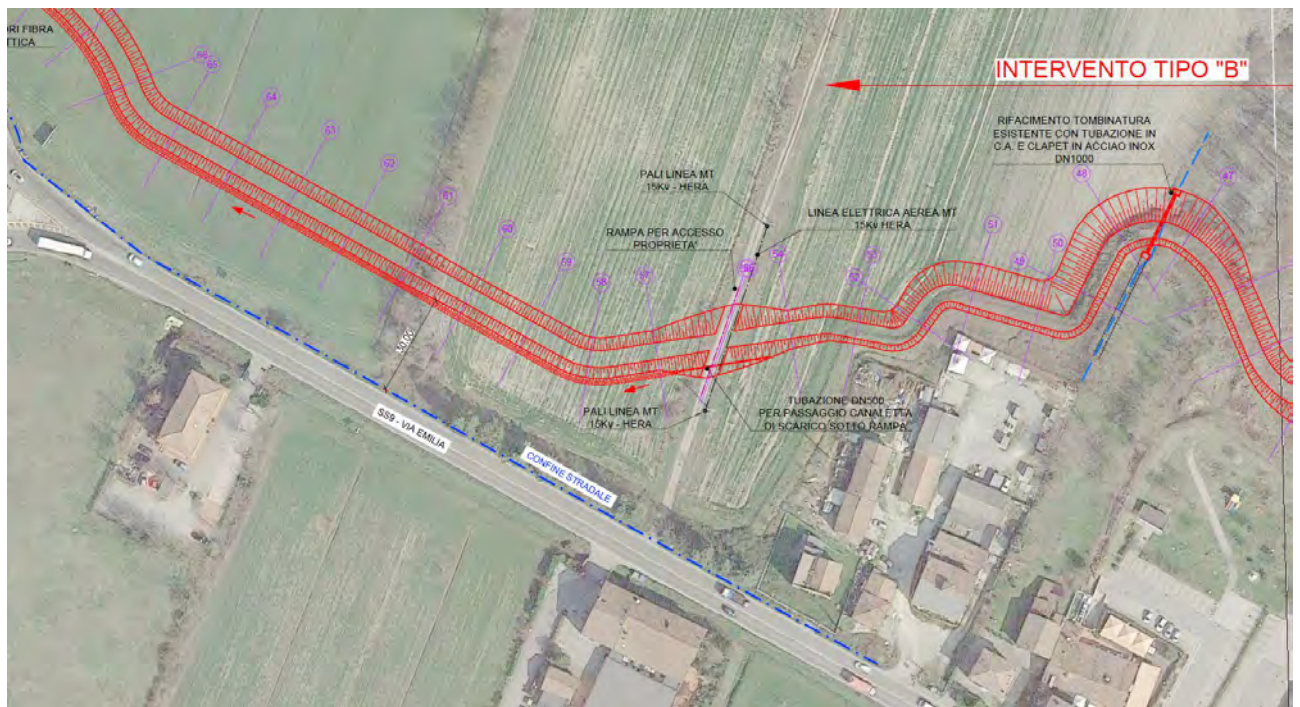


Figura 21. Stralcio planimetria di progetto (3 di 5).

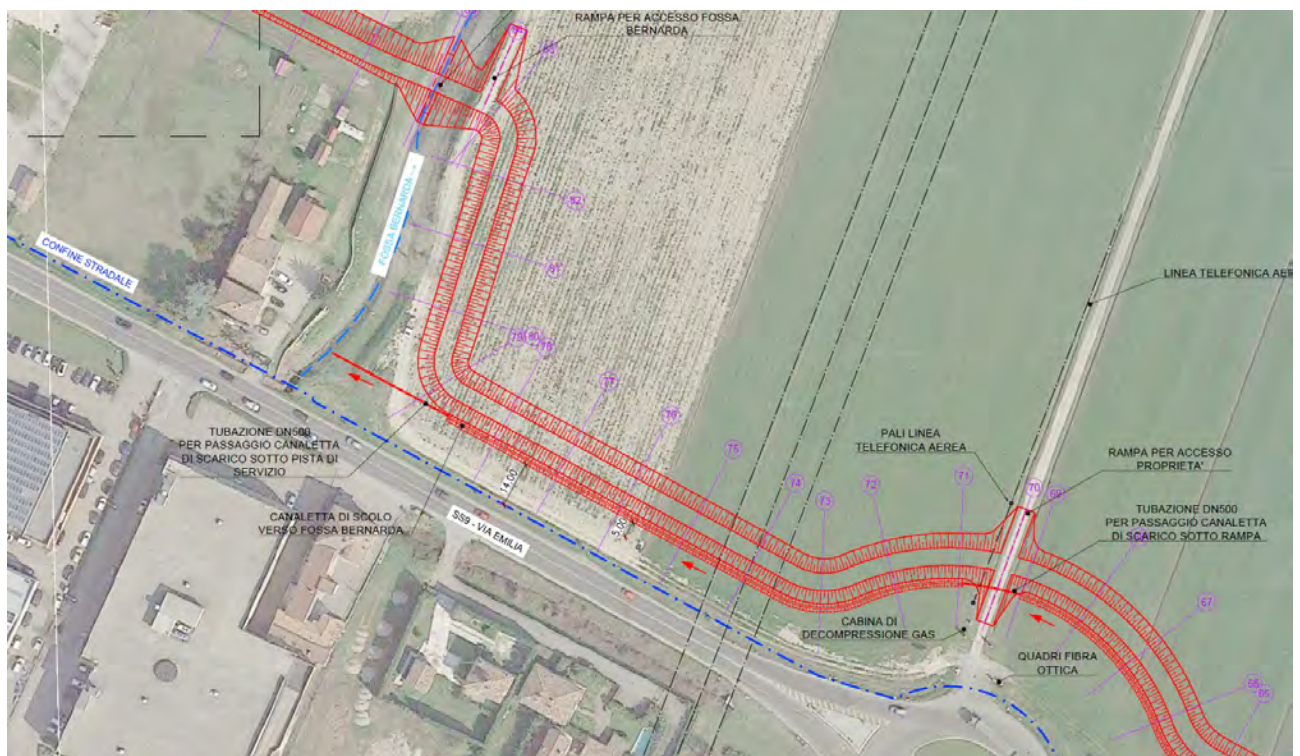


Figura 22. Stralcio planimetria di progetto (4 di 5).

[illegible]

37

6. CARATTERISTICHE IDROLOGICO-IDRAULICHE DEL FIUME PANARO DESUNTE DA STUDI PREGRESSI

6.1 PREMESSA

Il sistema fluviale del F. Panaro è complesso e risulta costituito principalmente da tre unità:

- 1) il bacino idrografico di monte;
- 2) la cassa di espansione in località Sant'Anna;
- 3) l'asta di valle, dalla cassa fino al Po.

Il bacino idrografico di monte del fiume Panaro, chiuso alla traversa fluviale in ingresso alla cassa di espansione posta in località Sant'Anna subito a valle del ponte dell'autostrada A1 per un'estensione totale di 880 kmq.

Il fiume Panaro ha origine dalla confluenza del torrente Scoltenna e del torrente Leo che scendono rispettivamente dalle valli di Fiumalbo-Pievepelago e di Fanano.

Il bacino idrografico include la fascia di crinale dell'Appennino Tosco-Emiliano caratterizzata da notevoli precipitazioni stagionali e la vetta del Monte Cimone (2165 m s.m.) nelle cui zone di versante si possono avere anche forti pendenze del terreno e zone del bacino pedecollinari con pendenze modeste e minori precipitazioni.

La cassa di espansione è situata in località Sant'Anna a San Cesario sul Panaro ed è costituita da un manufatto principale in calcestruzzo che funge da sbarramento del corso d'acqua, un corpo di arginature maestre che sottende un invaso in linea ed uno sfioratore laterale interno all'invaso in linea che regola il deflusso verso un invaso sussidiario fuori linea. L'invaso fuori linea è interno alle arginature maestre dell'invaso in linea, ma risulta protetto da un argine interno secondario sormontabile.

Il manufatto regolatore principale è dotato di 5 scarichi di fondo principali munite di paratoie regolabili e 4 scarichi di fondo laterali di servizio. Tale manufatto è sormontabile e presenta una quota di sfioro tale da non provocare la crisi dell'opera per gli eventi di piena rari.

L'invaso sussidiario fuori linea è stato ideato per attivarsi poco prima che si raggiunga la quota di sfioro del manufatto regolatore principale in modo da incrementare il volume di laminazione della cassa di espansione.

L'asta fluviale a valle della cassa di espansione è sottesa da un corpo arginale continuo in destra e sinistra idraulica che accompagnano il corso d'acqua lungo tutto il suo sviluppo di circa 68 km fino alla confluenza con il fiume Po.

Lungo il corso fluviale, il fiume Panaro riceve in sinistra idraulica le acque di due affluenti: il

torrente Tiepido in località Fossalta ed il Naviglio a Bomporto.

Come già affermato in precedenza, il tratto oggetto del presente progetto appartiene solo alla terza unità, esteso fino al confine tra le province di Modena e Ferrara.

In tale tratto il sistema arginale maestro del fiume Panaro si sviluppa con continuità su entrambe le sponde poco a valle della cassa di espansione. In particolare, in destra idraulica ha origine circa 350 m a valle del manufatto moderatore, dopo l'immissione del diversivo Muzza, mentre in sinistra ha origine alla confluenza del torrente Tiepido, risalendo lungo di esso fino al ponte della via Emilia in località Fossalta di Modena.

Tra la cassa di espansione e la confluenza del torrente Tiepido vi è pertanto un'area "polmone" di espansione delle piene, delimitata in parte da scarpate naturali, in parte da rilevati stradali, in parte da rilevati arginali "secondari". Gli argini maestri si sviluppano poi con continuità giungendo fino al Po, ove si raccordano con le sue arginature maestre.

All'interno degli argini maestri il fiume Panaro è sostanzialmente privo di significative aree golenali, se si eccettuano i primi 8 e gli ultimi 5 chilometri di asta arginata.

6.2 EVENTI DI PIENA RECENTI ED ANALISI DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO

Quanto di seguito riportato è stato ricavato dal documento *"Area a rischio significativo di alluvione - ARS Distrettuali – Scheda monografica Fiume Panaro dalla cassa di espansione alla confluenza in Po"*.

Gli eventi alluvionali storici di riferimento per l'asta del fiume Panaro sono quelli verificatisi nel 1940 e del 1973. In occasione di quest'ultimo si verificarono 5 rotte arginali con tracimazioni estese complessivamente lungo 8,35 km di cui 4,60 in destra e 3,75 in sinistra, con l'allagamento di estese porzioni della pianura retrostante, tra cui i centri abitati di Bastiglia e Bomporto e il quartiere di Modena Est. L'evento del 1973 fu anche quello in cui fu stimata la massima portata al colmo in prossimità della via Emilia, con valore di circa 1400 m³/s a Spilamberto.

A seguito di tali eventi venne realizzata la cassa di espansione, in funzione dal 1982, più volte modificata con ampliamento dei volumi di invaso grazie sia all'ampliamento della superficie che all'innalzamento della quota di sfioro superficiale del manufatto moderatore, tanto che nelle ultime principali piene occorse dal 2008 ad oggi, che hanno messo a dura prova il sistema arginale di valle, non si è mai completamente invasata, mostrando anzi ancora un buon margine di volume di invaso.

Storicamente, gli argini del Panaro, nel tempo ed in seguito agli eventi di piena più rilevanti,

sono stati progressivamente rialzati e ringrossati, fino a diventare delle vere e proprie dighe in terra pensili sul piano di campagna, di altezza massima anche di 10 metri e ad oggi non più significativamente adeguabili in quota per raggiunte condizioni limite strutturali. Oltre al rischio di tracimazione, essi sono quindi soggetti ad altre due tipologie di rischio: il rischio di sifonamento e sfiancamento e il rischio di erosione (in molti tratti, sono praticamente in frodo).

Proprio recentemente nel corso dell'evento di piena del 17-19 gennaio 2014, si sono verificati segnali di fragilità (ad es. filtrazioni) che, in assenza di un pronto intervento, avrebbero potuto causare rotte arginali.

Per tali ragioni le proposte di adeguamento del sistema difensivo contenute nel PAI, prevedono soltanto limitati adeguamenti delle quote arginali e puntano sul miglioramento della capacità di deflusso dell'alveo arginato e sul miglioramento della stabilità e resistenza strutturale del sistema arginale maestro.

Le portate di piena di riferimento sono indicate nella tabella 31 dell'apposita Direttiva del PAI, riportata nella Tabella 1.

Tabella 1 – Portate di piena di riferimento del F. Panaro indicate nel PAI

Tabella 31: portate di piena per i corsi d'acqua principali del bacino del Panaro (Panaro, Tiepido)										
Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km²	Q20 m³/s	Q100 m³/s	Q200 m³/s	Q500 m³/s	Idrometro Denominazione
		Progr. (km)	Cod.	Denomin.						
Panaro	Panaro	84.029	175	Marano sul P.	696	960	1180	1380	1550	
Panaro	Panaro	104.273	136	San Cesario	759	1030	1270	1480	1660	
Panaro	Panaro	113.283	117	Saliceto P.	1043	780	880	940	-	
Panaro	Panaro	174.940	3	Confl. in Po	1070	780	880	940	-	
Panaro	Tiepido	12.643	31	Gorzano	44	100	155	175	210	
Panaro	Tiepido	25.965	11	San Damaso	67	120	180	200	240	

A valle della cassa di espansione di Sant'Anna, nel PAI è indicato un valore di portata al colmo di riferimento valido per tutto il tratto arginato. Tale valore, assunto pari a 940 m³/s, è un valore obiettivo, relativo all'assetto di progetto del corso d'acqua definito nel Piano, sostenibile solo in condizioni di buona manutenzione. Tale valore necessita oggi di attenta verifica, poiché l'attuale capacità del tratto arginato, fortemente condizionata dallo stato di manutenzione della vegetazione dell'alveo e dalla sedimentazione sui piani golenali, risulta complessivamente inferiore.

6.3 ANALISI IDROLOGICO-IDRAULICHE SVOLTE DA UNIMORE

L'UNIMORE ha effettuato la stima delle portate massime che devono essere smaltite dall'asta fluviale di valle con il controllo stazionario e non stazionario degli organi di scarico della cassa di espansione di Sant'Anna, tali per cui il sistema soddisfi un periodo di ritorno di 50, 90, 100, e 200 anni. I valori di portata al colmo calcolati costituiscono la portata di riferimento a cui adeguare l'asta fluviale di valle per garantire condizioni di sicurezza idraulica ad un determinato periodo di ritorno.

I risultati ottenuti da UNIMORE, espressi in termini di portate al colmo per diversi valori del tempo di ritorno, sono riassunti nella successiva Tabella 2, mentre nella successiva Figura 25 sono riportati gli idrogrammi di piena in uscita dalla cassa di laminazione di Sant'Anna, nella configurazione a controllo non stazionario. Tali idrogrammi sono stati utilizzati nell'ambito delle analisi idrauliche svolte dagli scriventi e descritte nel successivo capitolo 7 per dimensionare le opere di adeguamento arginale.

Tabella 2 – Sintesi dei risultati dello studio UNIMORE

Tabella 8. Portata massima rilasciata dalla cassa di espansione di Sant'Anna nell'asta fluviale di valle per assicurare il rispetto di un dato periodo di ritorno del sistema con un controllo stazionario e non stazionario delle paratoie. È stata considerata la configurazione con 5 scarichi di fondo operativi.

Periodo di ritorno, T (a)	Portata massima gestibile dal sistema fluviale ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)	
	Controllo stazionario	Controllo non stazionario
50	675	525
90	875	600
100	900	650
200	1100	875

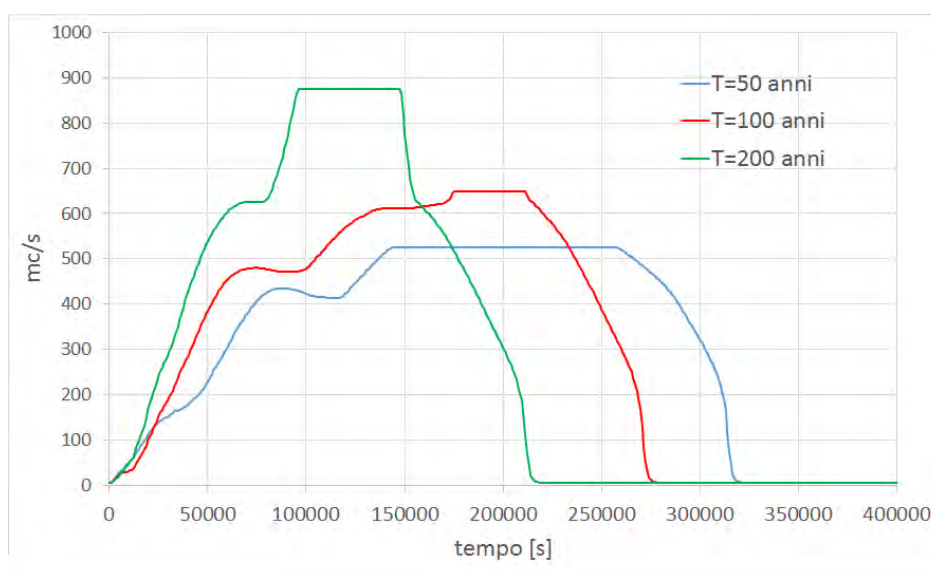


Figura 25 – Portate di piena in uscita dalla cassa di espansione di Sant'Anna calcolate da UNIMORE

Dall'analisi dei risultati riportati in Tabella 2 si può osservare che il rischio di eventuale non operatività del controllo non stazionario della cassa di espansione di Sant'Anna è tutt'altro che trascurabile in termini di tempo di ritorno di riferimento delle portate che possono proseguire a valle della stessa verso il tratto arginato; infatti, la mancata operatività del controllo non stazionario equivale al rischio di incrementare il tempo di ritorno da 50 a 100 anni o da 100 a 200 anni.

Si osserva, inoltre, che la portata di piena definita nel PAI, pari a $940 \text{ m}^3/\text{s}$, risulta essere compresa tra i valori definiti da UNIMORE per il medesimo valore del tempo di ritorno (200 anni), a seconda della modalità di controllo dell'organo di scarico della cassa.

7. ANALISI IDRAULICHE DEL F. PANARO MEDIANTE IMPLEMENTAZIONE DI MODELLO IDRAULICO BIDIMENSIONALE

A partire dai dati e dai rilievi disponibili e dalle analisi idrauliche già effettuate dall'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, sono stati condotti i necessari approfondimenti idraulici finalizzati a definire le criticità idrauliche del fiume Panaro e definire le caratteristiche degli interventi per ridurre il rischio di esondazione. In particolare, a tale scopo è stato implementato un unico modello bidimensionale a fondo fisso dell'intero tratto di fiume Panaro compreso tra la cassa di espansione di Sant'Anna e la confluenza in Po. Il modello bidimensionale di dettaglio del fiume Panaro è stato implementato per un'estensione longitudinale lungo l'asse pari a circa 67 km, comprendente l'intera larghezza dell'alveo di piena, esteso al limite della fascia B del PAI, e coincidente con le arginature presenti e diffuse lungo praticamente l'intero tratto.

La superficie del dominio di calcolo del modello idraulico è pari a 11.3 kmq, e siccome il numero delle celle di calcolo è pari a circa 870'000, si ha che la superficie media degli elementi di calcolo è pari a circa 13 mq. In corrispondenza delle pile dei ponti le dimensioni delle celle di calcolo sono state ridotte per poter tenere in conto l'ingombro delle opere presenti in alveo.

Per meglio definire i comportamenti morfodinamici del fiume Panaro, il modello bidimensionale a fondo fisso è stato implementato con diversi scenari di portata di riferimento (idrogrammi per tempo di ritorno pari a $T = 50$, $T = 100$ e $T = 200$ anni), oltre che con l'idrogramma relativo all'evento di piena verificatosi nel mese di dicembre del 2009, evento utilizzato per la taratura del modello. In Tabella 3 sono riportati i valori di portata al colmo in ingresso al modello (condizione al contorno di monte) e il corrispondente livello idrico di valle (condizione al contorno di valle) posto in corrispondenza della confluenza del F. Panaro nel F. Po utilizzati per l'implementazione del modello idraulico bidimensionale a fondo fisso. Come valore del livello di valle è stato assunto il medesimo valore utilizzato nella modellazione del F. Panaro da parte di UNIMORE. Tale valore corrisponde ad una piena di Po dell'ordine di 10'000 m³/s, che è caratterizzata da un tempo di ritorno compreso tra 20 e 50 anni.

Tabella 3 – condizioni al contorno per l’implementazione del modello idraulico bidimensionale a fondo fisso

evento	Portata (m ³ /s)	Livello di valle (m s.m.)
Dicembre 2009	520	Variabile con valore massimo in corrispondenza del colmo di piena pari a 10.3
50 anni	525	15.0
100 anni	650	15.0
200 anni	875	15.0

Nella Figura 26 è riportato l’intero dominio di calcolo del modello bidimensionale del fiume Panaro.

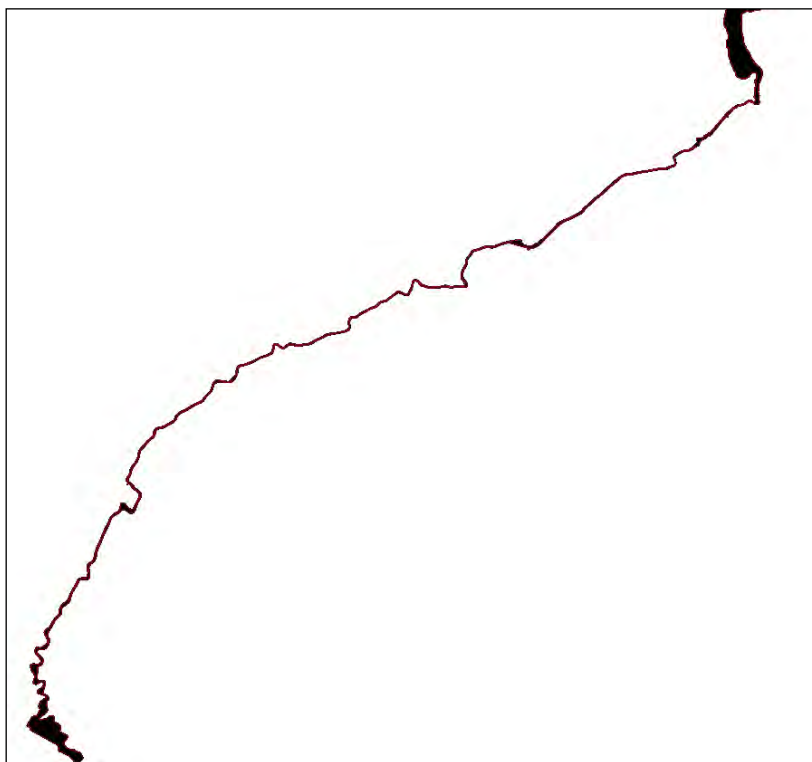


Figura 26 – magliatura del modello implementato del fiume Panaro

Le caratteristiche topografiche delle aree interessate dalla modellazione sono state dedotte sulla base delle seguenti informazioni:

- modello digitale del terreno (DTM), a maglia 1 m, effettuato con volo Lidar nel corso del mese di maggio del 2015;
- modello digitale del terreno (DTM), a maglia 1 m, effettuato con volo Lidar nel corso del mese di settembre del 2015;
- rilievo batimetrico dell’alveo di magra effettuato tra la fine del 2016 e l’inizio del

2017.

I due rilievi Lidar differiscono tra loro per i seguenti aspetti: il rilievo di maggio è stato effettuato con un livello idrico maggiore rispetto a quello di settembre e la copertura vegetazionale presente a settembre era maggiore rispetto a quella presente a maggio.

Si è proceduto a generare un nuovo D.T.M., sempre a maglia 1 m, ottenuto attraverso l'unione dei due rilievi Lidar e della batimetria del fondo alveo, attraverso un applicativo GIS che restituisce in ogni punto della maglia dei rilievi la quota più bassa; in tale modo si è ottenuto un modello digitale del terreno caratterizzato da una ridotta presenza di copertura vegetazionale e comprensivo delle quote di fondo alveo rilevate.

A partire dal modello idraulico bidimensionale descritto nel paragrafo precedente ed in relazione agli idrogrammi in uscita dalla cassa di espansione di Sant'Anna, definite da UNIMORE, sono state condotte le seguenti simulazioni in moto vario:

1. evento di piena con tempo di ritorno pari a 50 anni, caratterizzato da una portata al colmo pari a $525 \text{ m}^3/\text{s}$;
2. evento di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni, caratterizzato da una portata al colmo pari a $650 \text{ m}^3/\text{s}$;
3. evento di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni, caratterizzato da una portata al colmo pari a $875 \text{ m}^3/\text{s}$.

In relazione a quanto descritto nella relazione A.2 – “*Analisi multicriteria delle soluzioni alternative*”, allegata al progetto di fattibilità tecnico-economica redatto a marzo 2017, con particolare riferimento al possibile ampliamento della capacità d'invaso della cassa di espansione di Sant'Anna, i risultati relativi all'evento caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni sono validi anche per eventi caratterizzati da tempi di ritorno pari a 100 e 200 anni. In pratica, attraverso l'incremento della capacità di laminazione della cassa di Sant'Anna sarà possibile lasciar defluire a valle della cassa stessa una portata al colmo pari a $525 \text{ m}^3/\text{s}$ anche in occasione di eventi del bacino a monte della cassa caratterizzati da tempi di ritorno pari a 100 e 200 anni.

La modellazione bidimensionale è stata condotta considerando come limiti del dominio di calcolo il coronamento arginale, senza quindi analizzare la propagazione della piena nelle aree esterne alle arginature in caso di tracimazione delle stesse. Questo in quanto il modello in oggetto è stato implementato con la finalità di progettare gli interventi di adeguamento arginale, non per definire le aree di allagamento allo stato attuale per i diversi valori del tempo di ritorno.

L'analisi è stata estesa alle aree extra-golenali solo per la parte di asta fluviale compresa tra la cassa di espansione di Sant'Anna e la confluenza con il T. Tiepido, in quanto in tale tratto, soprattutto in sinistra idraulica, non è presente un vero e proprio sistema arginale, ma sono presenti solo rilevati arginali "secondari" e rilevati stradali. Tale analisi è stata effettuata solo con riferimento al tempo di ritorno cinquantennale.

Con riferimento al presente progetto, di seguito vengono presentati i risultati del modello idraulico bidimensionale in corrispondenza del tratto di fiume Panaro posto appena a valle della cassa di Sant'Anna e la confluenza con il T. Tiepido. Tale tratto non presenta, in sinistra idraulica, un vero e proprio sistema difensivo, infatti gli argini maestri del Panaro si sviluppano appena a valle del ponte della via Emilia sul T. Tiepido.

Tra la cassa di espansione e il rilevato di accesso della via Emilia al ponte di Sant'Ambrogio la regione fluviale è delimitata in parte da scarpate naturali, da rilevati stradali (via Montecatini) e in parte da rilevati arginali "secondari". Proseguendo verso valle, la regione fluviale è delimitata in sinistra idraulica dal rilevato della via Emilia, che si estende fino al T. Tiepido.

Nella seguente Figura 28 è indicato anche il punto in cui hanno inizio gli argini maestri del F. Panaro, in sinistra idraulica (cerchio rosso).

In destra idraulica, invece, l'argine maestro del Panaro inizia circa 350 m a valle della cassa di laminazione di Sant'Anna. Per tale tratto è stata condotta una modellazione bidimensionale estesa oltre ai suddetti limiti (scarpate naturali, rilevati stradali e rilevati arginali "secondari") per verificare ove si estende l'allagamento. In particolare di seguito viene rappresentata graficamente l'estensione dell'allagamento conseguente alla piena con tempo di ritorno cinquantennale, che ricordiamo, è caratterizzata da una portata al colmo pari a $525 \text{ m}^3/\text{s}$.

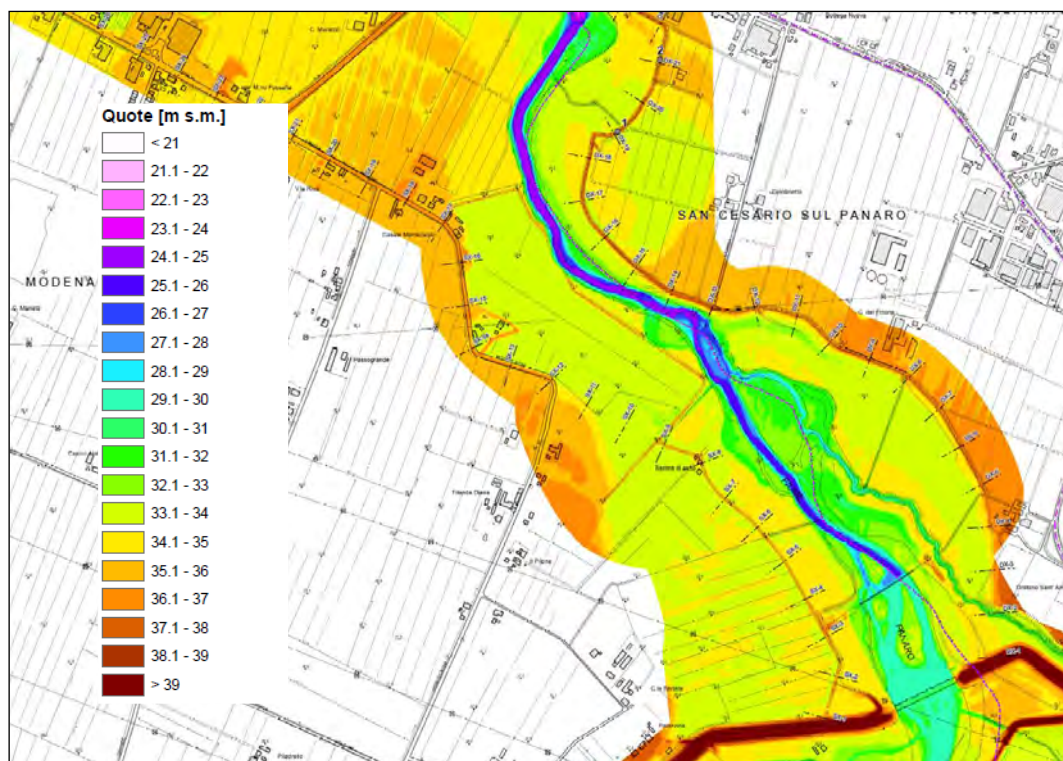


Figura 27 – Stralcio planimetrico dell’assetto attuale del corso d’acqua con riportate le quote altimetriche – tratto tra la cassa di Sant’Anna e il rilevato della via Emilia di accesso al ponte di Sant’Ambrogio

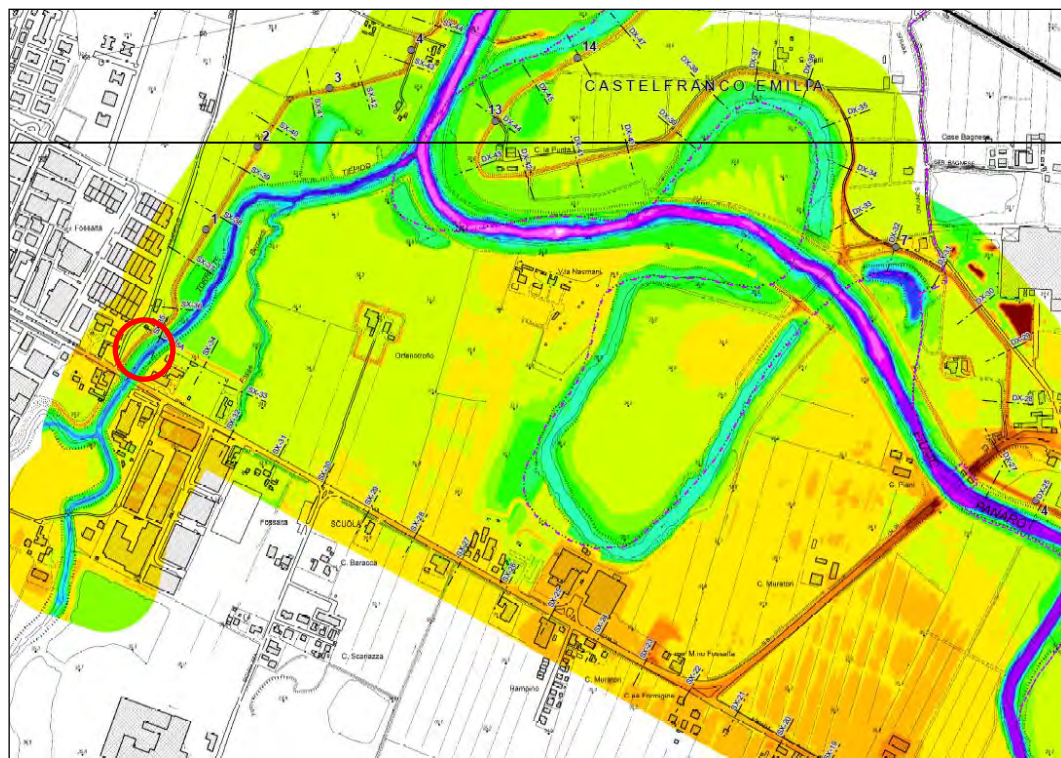


Figura 28 – Stralcio planimetrico dell’assetto attuale del corso d’acqua con riportate le quote altimetriche – tratto il rilevato della via Emilia di accesso al ponte di Sant’Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido

Nella simulazione non è stato inserito nessun valore di portata di piena nel T. Tiepido, considerando l'ipotesi di non contemporaneità degli eventi, al fine di valutare gli effetti di rigurgito lungo l'asta del Tiepido per effetto della piena del T. Panaro.

Nelle figure seguenti sono riportate le aree di allagamento ottenute attraverso il modello bidimensionale, con indicazione dei tiranti idrici.

In particolare, nella Figura 29 è riportato il risultato esteso all'intero dominio di calcolo, mentre nella Figura 30 c'è il dettaglio relativo alla zona tra la cassa e la via Emilia, e nella Figura 31 il dettaglio del tratto tra la via Emilia e il T. Tiepido.

La modellazione è stata effettuata utilizzando come geometria del sistema fluviale ed extra-fluviale il modello digitale del terreno (DTM). Siccome nel DTM non sono presenti le opere di difesa costituite da muri, l'allagamento ottenuto dal modello potrebbe in realtà essere minore, qualora tali opere fossero più alte del livello idrico della piena considerata.

Si osserva, inoltre, che nelle zone in cui l'allagamento giunge in prossimità del limite del dominio di calcolo le altezze idriche sono sovrastimate, in quanto nella realtà l'acqua continuerebbe a defluire verso valle, mentre nel modello è come se ci fosse un muro che ostacola il deflusso.

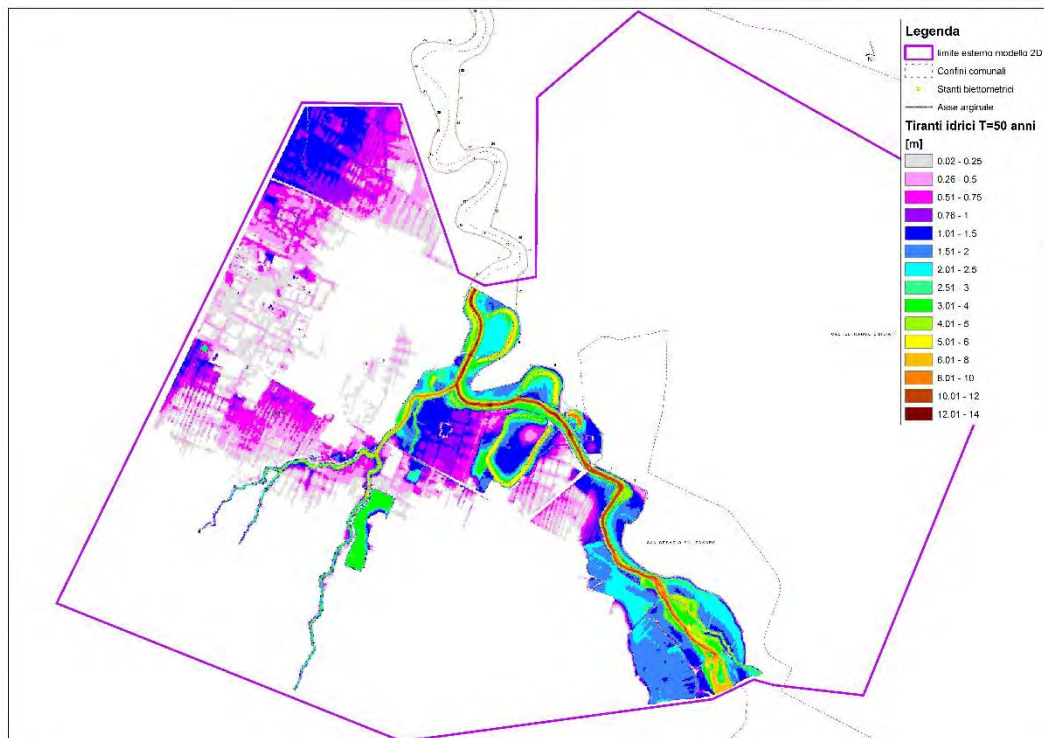


Figura 29 – Aree di allagamento per la piena T=50 anni con particolare riferimento al tratto compreso tra la cassa di Sant'Anna e il T. Tiepido – esteso al dominio di calcolo

Dalle analisi sin qui condotte emerge:

- in sponda destra i limiti delle scarpate naturali (tratto lungo 350 m a valle della cassa di Sant'Anna) e le arginature maestre (fino al ponte ferroviario ove termina il modello in oggetto) sono in grado di contenere il deflusso della piena cinquantennale;
- in sponda sinistra:
 - o tra la cassa e la via Emilia l'allagamento della piena cinquantennale interessa aree agricole e alcune cascine, oltre a limitati tratti della viabilità ordinaria (via Montecatini);
 - o a valle del rilevato di accesso della via Emilia al ponte di Sant'Ambrogio si verificano alcune importanti fenomeni di esondazione:
 - lungo la via Emilia, in particolare tra l'incrocio con la Strada Scariazza e il ponte sul T. Tiepido;
 - lungo il T. Tiepido in sponda destra, con interessamento di alcune aree urbanizzate;
 - lungo il T. Grizzaga (affluente sinistro del T. Tiepido), sia in sponda destra che in sponda sinistra, con interessamento di aree urbanizzate della città di Modena.

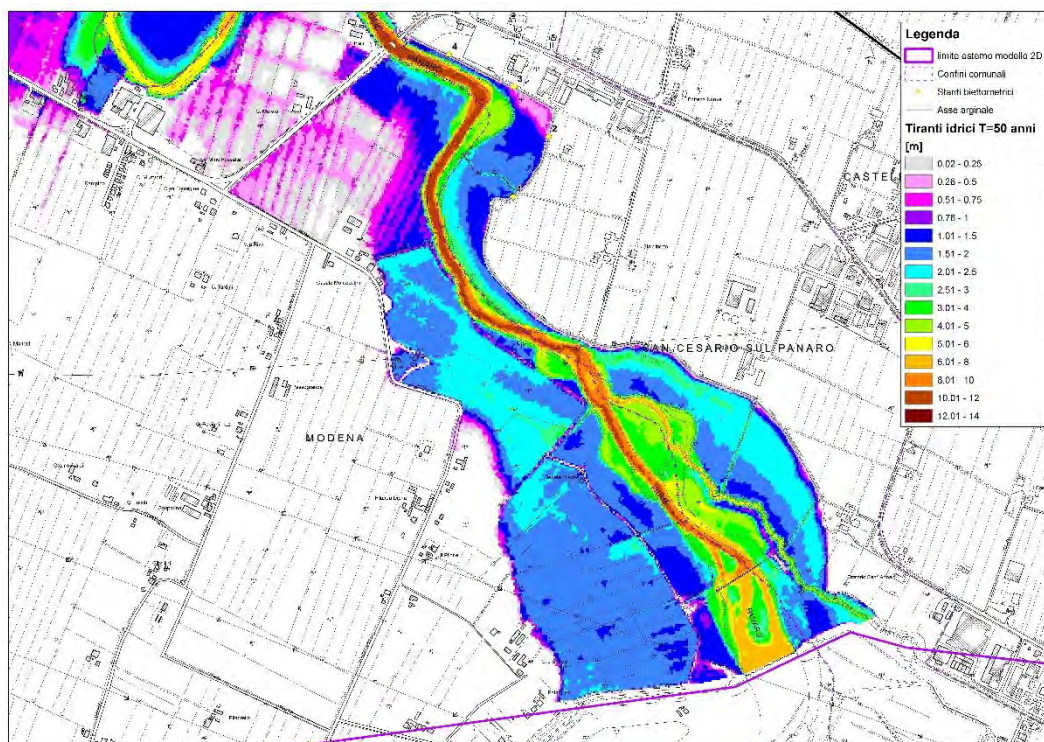


Figura 30 – Aree di allagamento per la piena T=50 anni con particolare riferimento al tratto compreso tra la cassa di Sant'Anna e il T. Tiepido – particolare del tratto tra la cassa e la via Emilia

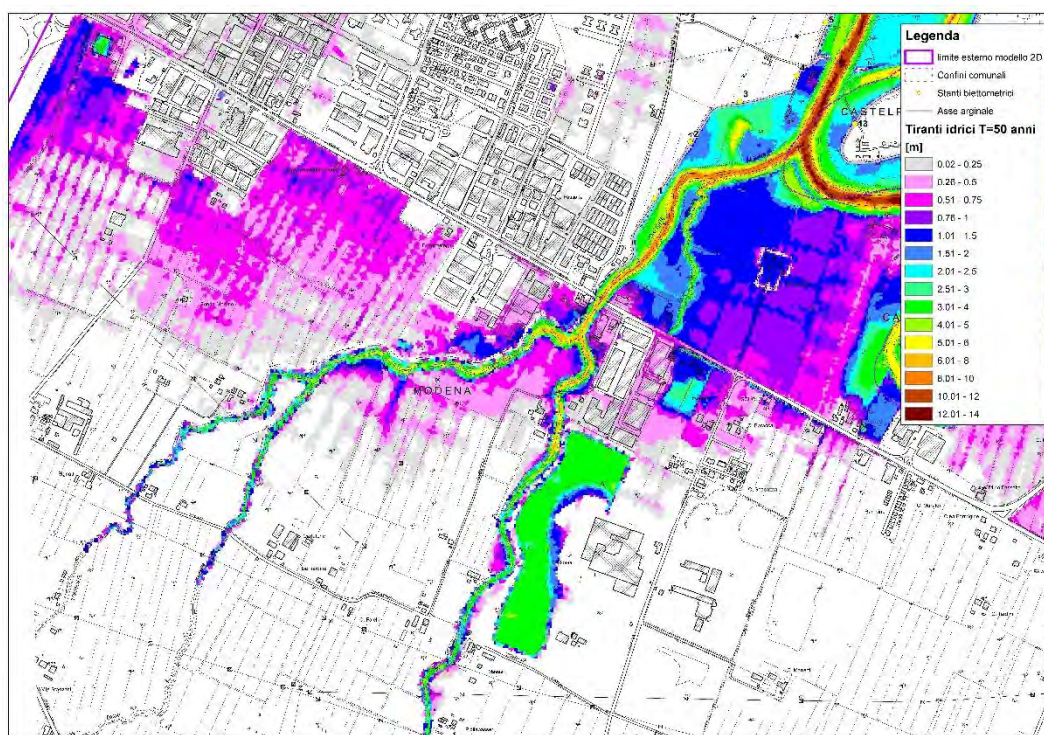


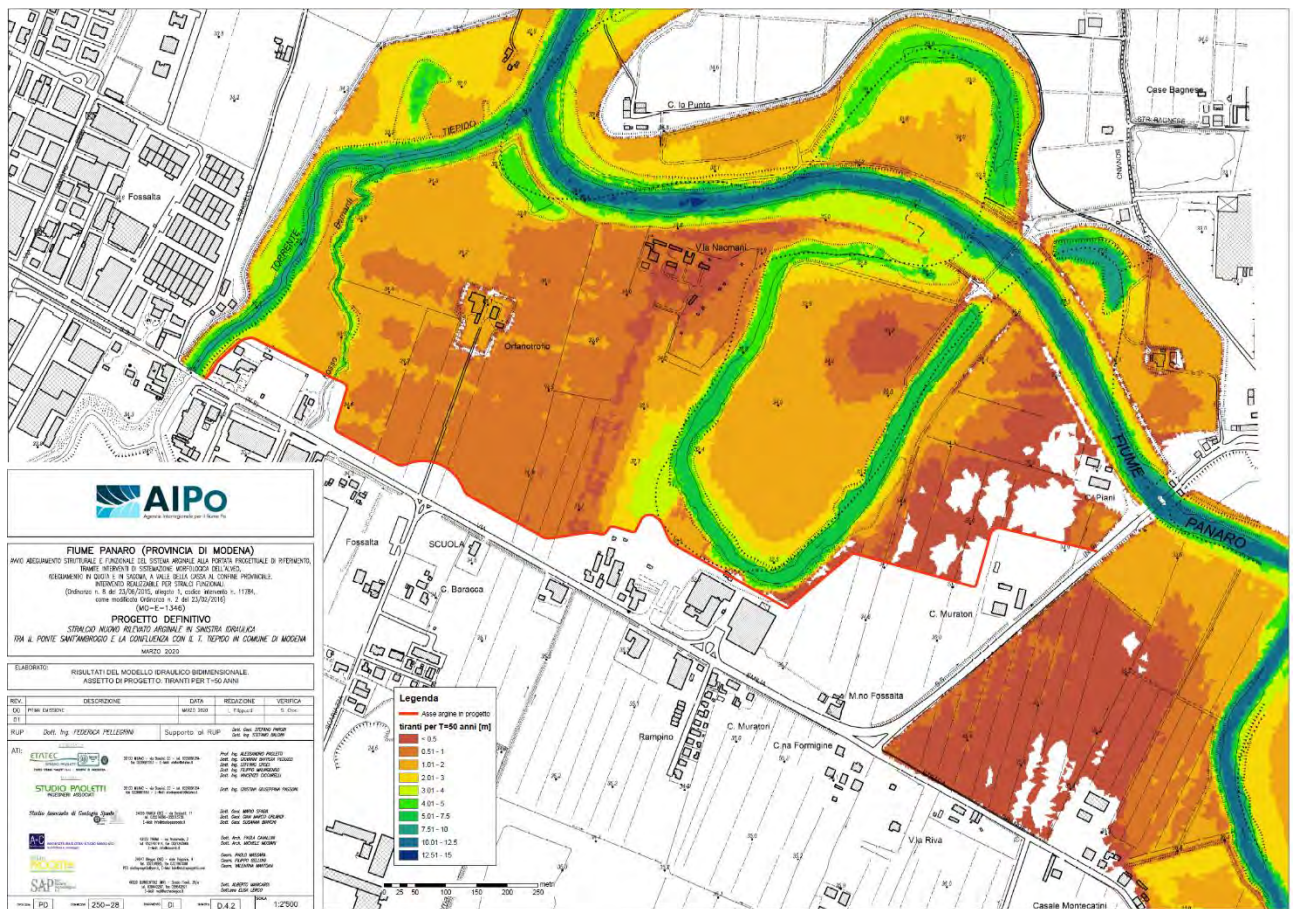
Figura 31 – Aree di allagamento per la piena T=50 anni con particolare riferimento al tratto compreso tra la cassa di Sant’Anna e il T. Tiepido – particolare del tratto tra la via Emilia e il T. Tiepido

Il presente progetto, come già accennato in precedenza, riguarda il tratto di argine posto in sinistra idraulica del fiume Panaro, tra il rilevato di accesso al ponte di Sant’Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido, mentre non entra nel merito delle opere necessarie lungo il T. Tiepido e i suoi affluenti. Tale argine è caratterizzato da una quota di coronamento pari a 35.80 m s.m., un metro al di sopra del livello idrico relativo alla portata di 525 m³/s in uscita dalla cassa di laminazione di Sant’Anna (T=50 anni nell’assetto attuale e T=100 e 200 anni previo ampliamento della volumetria della cassa stessa).

Nelle figure seguenti si riportano i risultati delle simulazioni condotte, in termini di area di allagamento, livelli massimi al colmo, tiranti al colmo e velocità massima della corrente, con riferimento all’evento di riferimento caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni. Per maggiori dettagli si rimanda alle tavole allegate al presente progetto (D.3.1, D.3.2 e D.3.3).

Nelle simulazioni è stato considerato che l’allagamento non possa avvenire dal T. Tiepido a monte della via Emilia, ipotizzando l’esistenza di opere di contenimento. Questo è stato fatto per verificare i soli effetti indotti dalle opere oggetto del presente progetto.

Dai risultati emerge che il livello della piena è pari a circa 34.80 m s.m., quindi la quota di coronamento dell’argine in progetto è stata posta a 35.80 m s.m..



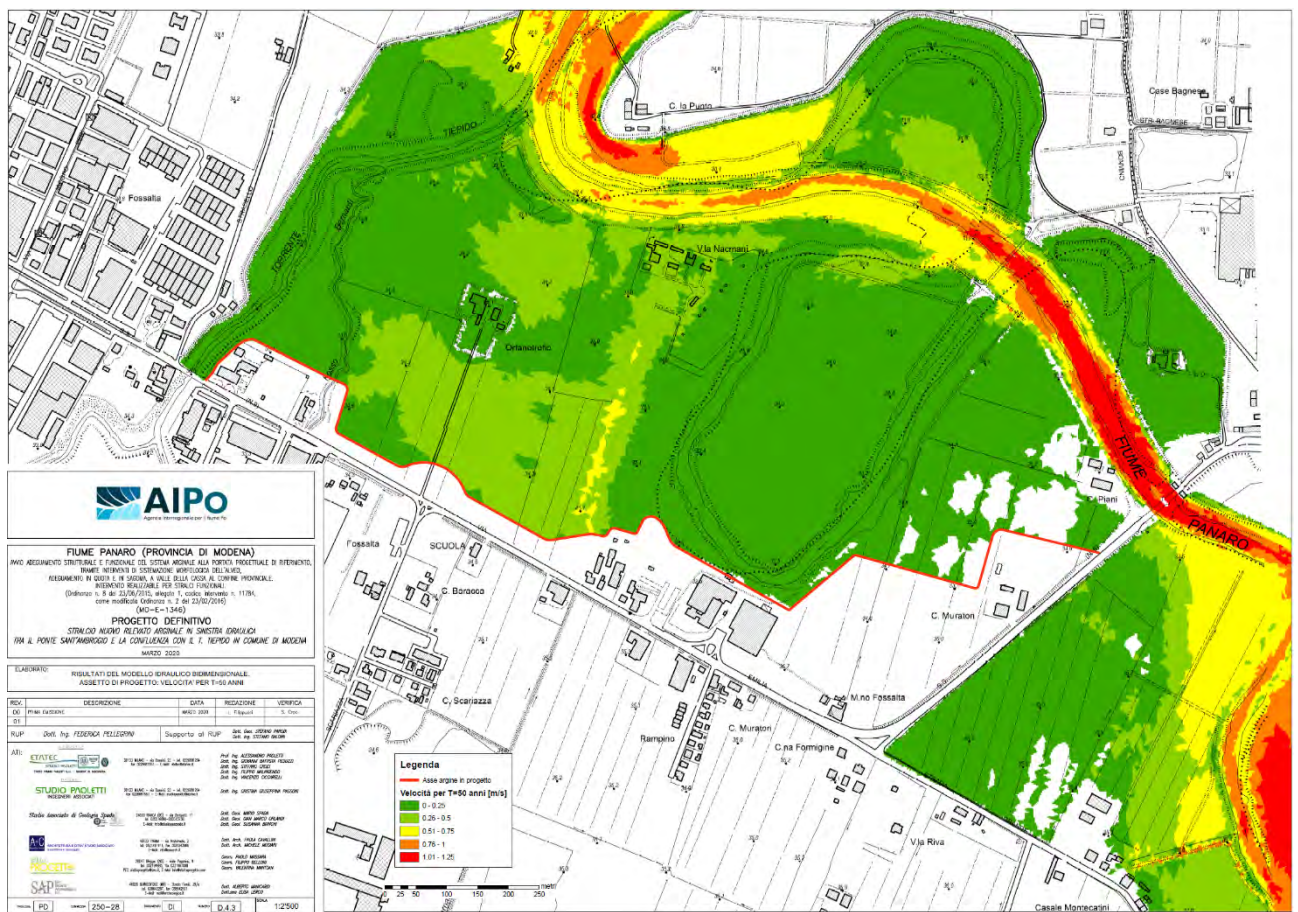
Legenda

--- Asse argine in progetto

tiranti per T=50 anni [m]

- < 0.5
- 0.51 - 1
- 1.01 - 2
- 2.01 - 3
- 3.01 - 4
- 4.01 - 5
- 5.01 - 7.5
- 7.51 - 10
- 10.01 - 12.5
- 12.51 - 15

Figura 33 – tiranti idrici di piena per T=50 anni – assetto di progetto.



Legenda

— Asse argine in progetto

Velocità per T=50 anni [m/s]

- 0 - 0.25
- 0.26 - 0.5
- 0.51 - 0.75
- 0.76 - 1
- 1.01 - 1.25

Figura 34 – velocità della corrente per T=50 anni – assetto di progetto.

8. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

8.1 ASSETTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO

Le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geologico tecniche e sismiche delle aree di intervento sono state definite ed affinate a livello di progetto definitivo sulla base di una campagna di indagini, condotta dalla Ditta Parmageo, consistente in:

- n° 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti fino a 15.0 m da p.c.;
- n° 6 campioni indisturbati sottoposti a prove geotecniche di laboratorio;
- n° 8 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono (CPTU), spinte fino a 15.0 m da p.c.;
- n° 2 prove penetrometriche statiche con punta elettrica, piezocono e cono sismico (S-CPTU), spinte fino a rifiuto;

Tutti i dati di sottosuolo sono stati elaborati, al fine di generare un modello 3D del sottosuolo dell'area di intervento e di un suo significativo intorno.

L'assetto complessivo dell'area è relativamente semplice (Figura 35):

- *il Subsintema di Ravenna (AES8)* sovrasta, su tutta l'area di studio, AES7. Ha uno spessore medio di 20 metri ed affiora direttamente in superficie solo a nord di Modena, per un breve tratto in destra idrografica. Dal punto di vista litologico è costituito in prevalenza da depositi fini, da argille ed argille limose a limi argillosi; nell'area del modello 3d *non affiora e il tetto si trova a circa 6-8 metri dal piano campagna*.
- *l'Unità di Modena (AES8a)* è l'unità di tetto ed è presente in superficie su tutta la zona di studio. *Si tratta di depositi post-romani, con uno spessore medio di 8 metri*. Dal punto di vista litologico sono costituiti da miscele di sabbie e limi, con subordinata argilla.

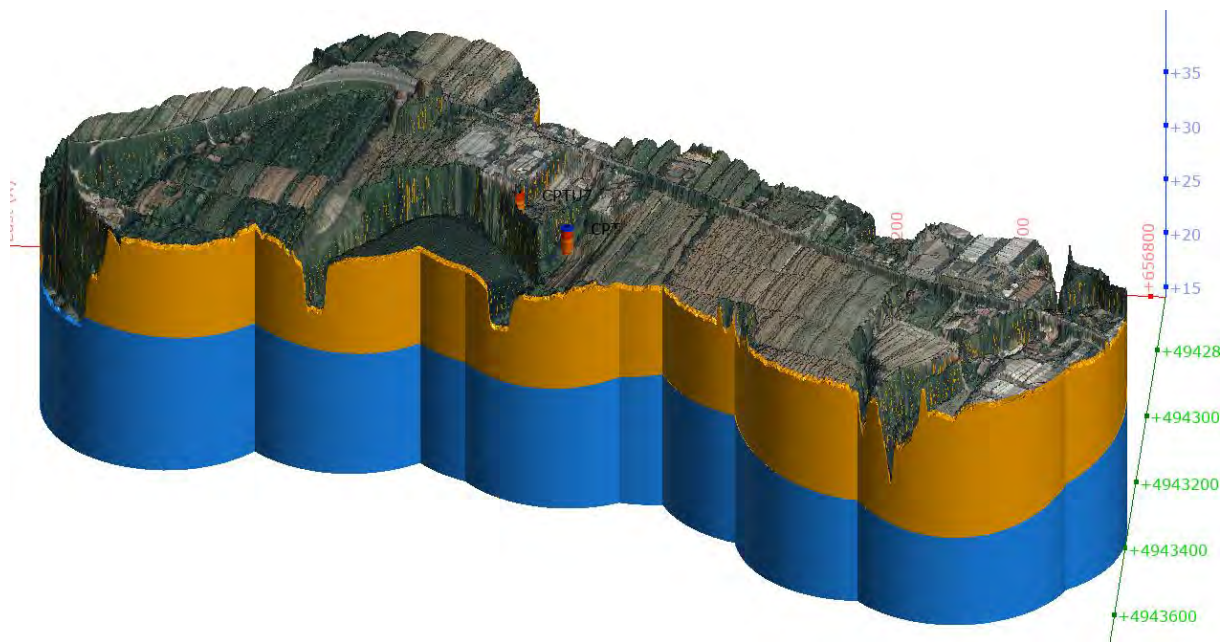


Figura 35 – modello geologico-stratigrafico: in azzurro AES8, in arancione AES8a.

La superficie freatica, sulla base delle misurazioni eseguite nel dicembre 2019 nelle indagini, si attesta a quote medie pari a 6,4 metri da piano campagna con valori massimi e minimi di soggiacenza rispettivamente di 10 metri e 4,5 metri (Figura 36).

La soggiacenza è minore nel settore occidentale e tende ad aumentare verso est dove si registra la massima profondità della falda.

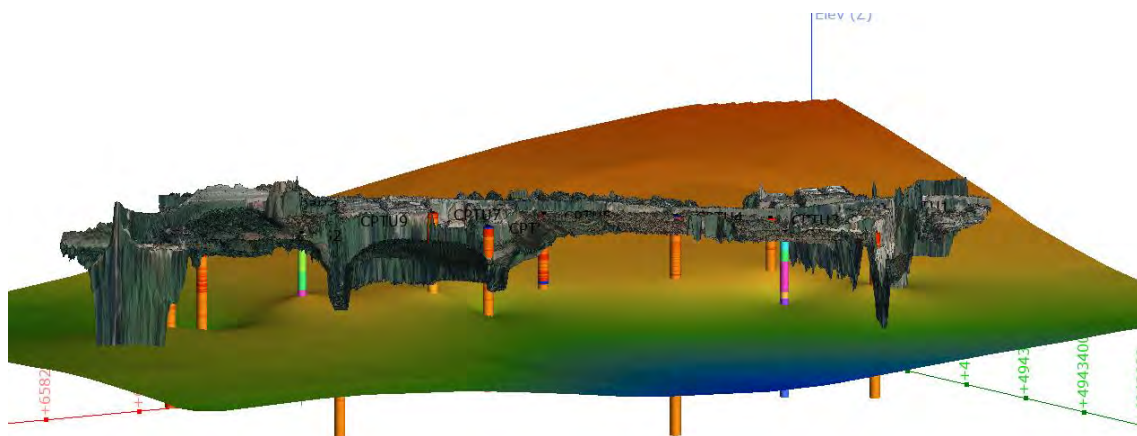


Figura 36 – andamento della superficie della falda ricostruita dalle misurazioni delle prove penetrometriche.

8.2 MODELLO LITOLOGICO E LITOTECNICO

La fase successiva di avanzamento dei lavori di analisi e modellazione è stata quella del modello 3D su base litologica elaborando tutte le prove CPTu e tutti i dati disponibili secondo la procedura per il calcolo del SBT di Robertson (2009).

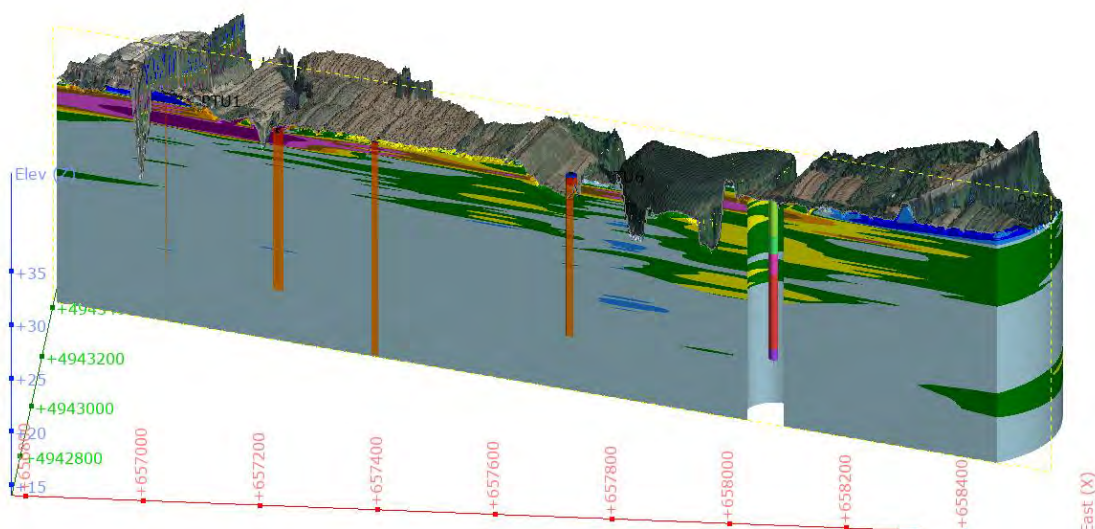


Figura 37 – Taglio longitudinale 3D dell'area in base al Soil Behaviour Type (blu: argille, azzurro-verde: miscele di limi ed argille, arancione: sabbie; in marrone e in viola sono rappresentati i terreni addensati e molto addensati)..

Complessivamente il modello evidenzia per l'area in esame le seguenti caratteristiche:

- sabbie e limi da addensati a molto addensati nella porzione più superficiale e negli argini fino ad una profondità di circa 2 metri dal piano campagna;
- prevalenza di limi, limi sabbiosi e limi argillosi al di sotto dei precedenti, con lenti di sabbie da fini a medie e sabbie limose,
- argille limose / limi argillosi ed argille con locali lenti di sabbia nella porzione inferiore e fino a circa 20-25 metri di profondità.

8.3 RISPOSTA DEI TERRENI ALLE SOLLECITAZIONI SISMICHE

Le N.T.C. 2018 prevedono per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'effetto della risposta locale, cioè delle modificazioni che subisce l'azione sismica nel passaggio dal substrato rigido alla superficie del sito.

Per questo tipo di valutazione la norma prevede un approccio di tipo semplificato che si basa proprio sull'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento.

Nell'area di studio sono state eseguite due prove SCPTu con cono sismico, che forniscono un profilo di velocità delle onde sismiche V_s , fino alla profondità massima della prova. Entrambe le prove indicano una classe di sottosuolo C.

Un tema delicato, da affrontare e verificare in questa zona e nel contesto idrogeologico e litologico descritto è quello della liquefazione.

Per il caso specifico non è applicabile a priori nessuna delle condizioni di esclusione previste dalla norma e quindi è stata effettuata un'analisi specifica del potenziale di Liquefazione (IL) secondo il metodo NCEER Robertson e Wride (1998).

Le verifiche effettuate portano ad escludere il fenomeno della liquefazione per l'area.

9. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

9.1 RELAZIONE GEOTECNICA

Nella “Relazione geotecnica” (All. A.5 del presente progetto) vengono illustrate ed analizzate le verifiche di carattere geotecnico delle sezioni più rappresentative per ciascuna tipologia di intervento in progetto. Dopo aver definito n. 7 tratti omogenei lungo lo sviluppo delle difese arginali in progetto, per ognuno di essi è stata analizzata la geometria, la stratigrafia e la caratterizzazione geotecnica, così da permettere la costruzione della geometria rappresentativa delle condizioni più gravose previste lungo il tratto analizzato.

I parametri geotecnici sono ricavati dalla campagna di indagine eseguita a supporto della progettazione definitiva, e sono descritti al § 3 della relazione.

I calcoli e le verifiche sono conformi alle norme attualmente in vigore, ed in particolare alle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) ed alla relativa Circolare applicativa (Circolare Ministeriale del 21 gennaio 2019, n. 7). Si è inoltre fatto riferimento, per quanto riguarda le combinazioni di carico e le situazioni progettuali, al D.M. 26 giugno 2014 - Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse).

Le analisi sono condotte su sezioni trasversali, con modellazione bidimensionale dei fenomeni, e riguardano essenzialmente calcoli di filtrazione e di stabilità.

I calcoli di filtrazione sono svolti attraverso una analisi ad elementi finiti, sia in condizioni stazionarie che in regime transitorio, così da modellare in modo realistico il passaggio di una piena. Questo tipo di calcolo restituisce il reticolo di filtrazione ed il campo delle pressioni interstiziali nel terreno, consentendo di verificare le condizioni idrauliche (velocità, portata, ecc.) e fornendo l'input, relativamente alle condizioni di filtrazione nel terreno, per le verifiche di stabilità.

Per le verifiche di stabilità si ricorre a modelli basati sui classici metodi all'equilibrio limite, che consistono nel confrontare la resistenza a rottura disponibile e quella effettivamente mobilitata. Vengono prese in esame superfici circolari; la ricerca delle superfici viene condotta automaticamente dal programma di calcolo, che genera migliaia di possibili cerchi di scivolamento. I metodi di verifica utilizzati sono scelti tra quelli classici di letteratura; in particolare, le verifiche sono state condotte con i metodi di Bishop, Janbu corretto e Morgenstern-Price. Le verifiche in condizioni sismiche sono condotte mediante una analisi di

tipo pseudo-statico, che considera un sistema di forze orizzontali e verticali applicate ai volumi di terreno coinvolti.

In merito ai livelli idrici considerati nei calcoli, con riferimento a quanto illustrato nella “Relazione idraulica” (Allegato A.3 del presente progetto), la legge di variazione dei livelli del Fiume Panaro nel corso di una piena assunta nei calcoli (piena di progetto) è caratterizzata da:

- salita del livello del fiume fino a testa argine in 24 ore;
- mantenimento di tale quota per 48 ore;
- discesa in 24 ore.

Sulla testa degli argini e sulle banchine transitabili si considera un sovraccarico accidentale uniformemente distribuito con valore caratteristico di 10kPa, per tenere in conto del possibile transito e stazionamento anche di mezzi pesanti necessari a future manutenzioni delle scarpate arginali.

Le situazioni progettuali prese in esame, coerentemente anche con l'impostazione prevista nelle norme tecniche per le dighe (§ C.8 del D.M. 26 giugno 2014), sono:

- in condizioni di piena: viene analizzato il regime transitorio della falda, conseguente al passaggio in alveo della piena di progetto;
- in condizioni sismiche: con il livello di falda stazionario viene analizzata l'introduzione delle azioni sismiche.

Le verifiche di stabilità agli SLU riguardano entrambe le situazioni progettuali; sono soddisfatte se viene rispettata la condizione $E_d \leq R_d$, dove E_d è il valore di progetto dell'azione e $R_d = R/\gamma_R$ il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le analisi sono condotte sia lato fiume sia, ove significativo, lato campagna, in entrambe le situazioni progettuali (in condizioni di piena e sismiche).

Tutte le verifiche di stabilità condotte risultano soddisfatte, avendo sempre raggiunto i minimi fattori richiesti in normativa, sia in condizioni statiche che sismiche, sia lato fiume che lato campagna.

9.2 RELAZIONE SISMICA E DELLE STRUTTURE

Nella “Relazione sismica e delle strutture” (All. A.6 del presente progetto) vengono illustrati i criteri di definizione delle azioni sismiche considerate in progetto e vengono esposte le analisi di carattere strutturale che hanno consentito il dimensionamento dei manufatti.

I calcoli e le verifiche sono conformi alle norme attualmente in vigore, ed in particolare alle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) ed alla relativa Circolare applicativa (Circolare Ministeriale del 21 gennaio 2019, n. 7).

9.2.1 Definizione dell'azione sismica

Per la definizione dell'azione sismica, per le opere in progetto si sono assunte:

- Vita Nominale $V_N = 50$ anni (“Opere ordinarie, ponti opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale”, v. Tabella 2.4.I NTC);
- Classe d'uso III (“Costruzioni in cui si preveda affollamenti significativi [...] Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso” v. § 2.4.2 NTC);

e quindi:

- Coefficiente d'uso $C_U = 1,5$;
- Periodo di riferimento dell'azione sismica $V_R = 75$ anni.

I valori dei parametri (a_g , F_0 e T_C^*) relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008. I punti del reticolo di riferimento sono definiti in funzione della località dove è ubicata l'opera. Con questi dati e considerando:

- Categoria topografica T1;
- Categoria del suolo C (vds. relazione geologica, All. 4 del progetto).

si sono ricavati, per il sito in esame, i parametri necessari alla valutazione dell'azione sismica, ottenendo valori di accelerazione massima di $2,652 \text{ m/s}^2$ all'SLV (periodo di ritorno dell'azione sismica $T_R = 712$ anni) ed a $1,107 \text{ m/s}^2$ all'SLD (periodo di ritorno dell'azione sismica $T_R = 75$ anni).

9.2.2 Verifiche delle strutture

Per tutte le strutture in calcestruzzo armato previste in progetto, al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul

calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI 11104:2016, adottando le seguenti classi di esposizione:

- XC4: corrosione indotta da carbonatazione - ambiente ciclicamente asciutto e bagnato;
- XF1: attacco dei cicli gelo/disgelo – moderata saturazione d’acqua, in assenza di agente disgelante;
- XF3: attacco dei cicli gelo/disgelo – elevata saturazione d’acqua, in assenza di agente disgelante.

Per le strutture in calcestruzzo armato si è previsto l’utilizzo di un calcestruzzo di classe C(32/40); questa scelta è stata dettata non tanto da necessità strutturali di resistenza, ma da aspetti riguardanti la durabilità della struttura. Per le armature metalliche si adottano barre in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento.

Si elencano di seguito i manufatti presi in esame e le relative verifiche svolte.

- Nuovo muro arginale delle sezioni 34÷41. Si tratta di un nuovo muro a mensola di c.a., di altezza complessiva pari a 1,90 m, per il quale sono state condotte sia le verifiche di tipo geotecnico (scorrimento, ribaltamento, carico limite) sia quelle di resistenza degli elementi strutturali; le verifiche di stabilità globale del complesso muro-terreno sono invece riportate nella relazione geotecnica.
- Adeguamento del muro arginale delle sezioni 95÷99 lungo il Torrente Tiepido, con la formazione di un getto continuo sia lungo la fondazione che lungo il paramento del muro esistente. Il nuovo getto sarà armato prescindendo dall’armatura di quest’ultimo, a cui sarà collegato mediante ferri inghisati; per le verifiche di stabilità globale si è considerata invece la sezione complessiva formata dal muro esistente e dal nuovo getto. Come per il nuovo muro delle sezioni 34÷41, sono espresse in questa relazione le verifiche di tipo geotecnico (scorrimento, ribaltamento, carico limite) e quelle strutturali, mentre le verifiche di stabilità globale sono riportate nella relazione geotecnica.
- Manufatto di scarico previsto in corrispondenza della sezione 85 di progetto, costituito da uno scatolare in c.a. gettato in opera delle dimensioni interne di 2,00 x 2,00 m. Questa struttura è stata analizzata attraverso un semplice modello di calcolo ad elementi finiti costituito da elementi “beam”, che ha portato alla determinazione dello stato tenso-deformativo nelle differenti combinazioni di carico, così da permettere le verifiche agli stati limite ultimi (resistenza) ed agli stati limite di esercizio

(deformabilità, fessurazione, controllo delle tensioni in esercizio).

- Muri di raccordo lato fiume e lato campagna dello scatolare della sezione 85. Si tratta di una struttura ad 'U', con dimensioni interne di 2,20 x 2,20 m, anch'essa analizzata attraverso un modello di calcolo in modo del tutto analogo allo scatolare 2,00 x 2,00 m.
- Muri di raccordo lato fiume e lato campagna delle tubazioni Ø1000 previste nelle sezioni 23 e 47bis. Si tratta anche in questo caso di strutture ad 'U', con dimensioni interne di 1,80 m di larghezza per 1,50 m di altezza, di cui si è eseguita l'analisi strutturale al fine di verificare la sezione di base dei piedritti.

Tutte le verifiche riportate in relazione risultano soddisfatte, essendo sempre rispettata la condizione $E_d \leq R_d$, dove E_d è il valore di progetto dell'azione e $R_d = R/\gamma_R$ il valore di progetto della resistenza.

10. VALUTAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA

Nell'ambito del presente progetto è stata aggiornato il Documento di valutazione archeologica preventiva già effettuata nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico-economica generale presentato nel mese di marzo 2017.

Il tratto di intervento in oggetto ricade in una fascia di territorio ad elevato rischio di ritrovamenti archeologici.

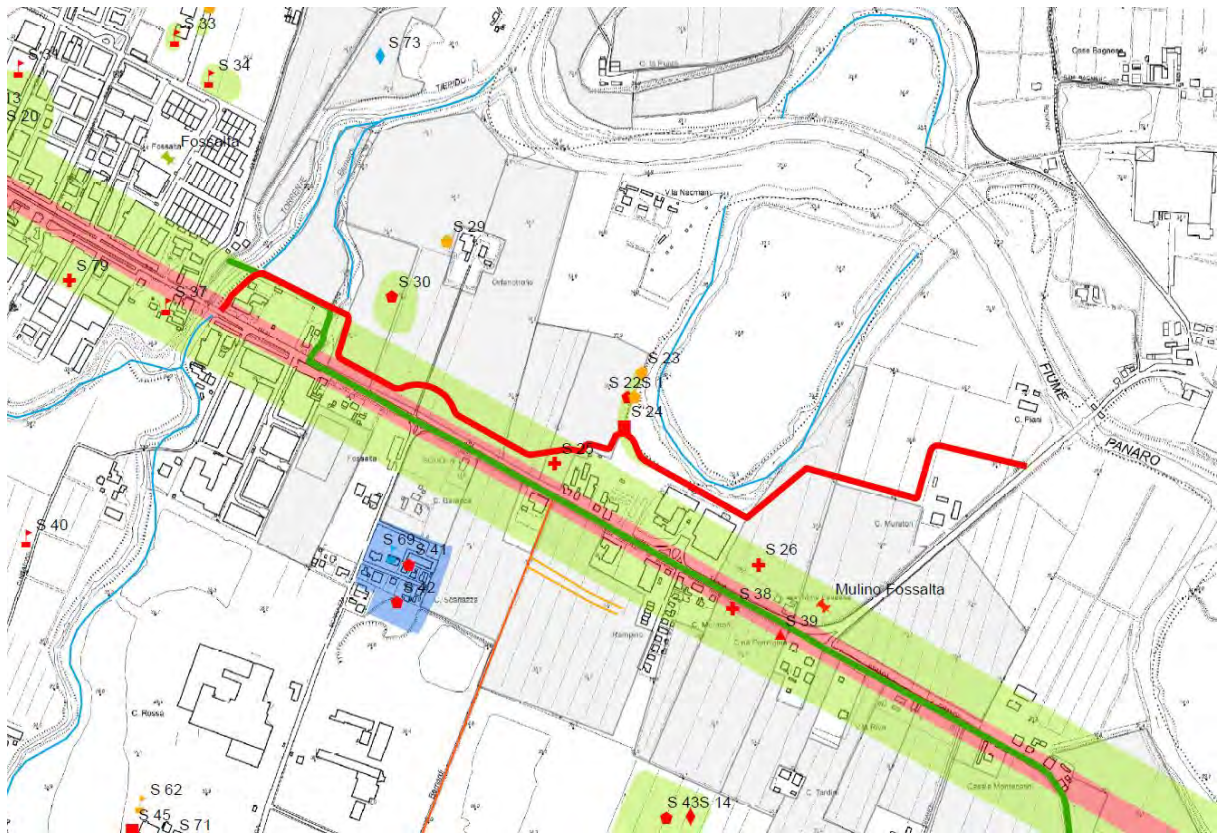
Rispetto alla precedente indagine, si abbassa il livello di rischio per il tratto più orientale, intorno a C.na Muratori, e per i primi 400 metri lineari paralleli alla via Emilia, in quanto non più direttamente ricadenti all'interno della fascia di rispetto della via Emilia.

Permane invece un rischio molto elevato per il tratto a sud della lanca del Panaro, dove la nuova arginatura proposta attraversa, per un'estensione di circa 200 metri lineari, una sequenza di siti archeologici già noti, per cui sussiste un vincolo di controllo archeologico preventivo, segnalato da PRG.

Per la seconda parte del tracciato, parallela alla via Emilia, si sottolinea, in particolare, la presenza, intorno al percorso della strada romana, della fascia ampia 50 metri sottoposta a vincolo di scavo archeologico preventivo e di quella ampia 200 metri con vincolo di controllo archeologico preventivo, come risulta da Piano Regolatore Generale del Comune di Modena, all'interno delle quali ricade in toto la nuova arginatura proposta.

Per quanto riguarda la tipologia di intervento in progetto, questo prevede perlopiù la formazione di nuovi rilevati arginali o adeguamento in quota di quelli esistenti. Le attività di scavo previste sono in parte localizzate su rilevato arginale esistente; i lavori andranno quindi ad incidere per la maggior parte sui depositi di recente formazione, pertinenti all'attuale corso del fiume. Il rischio maggiore sembra quindi quello di intercettare depositi già intaccati o sconvolti nel corso dell'epoca moderna e contemporanea, in probabile giacitura secondaria. Nei casi in cui è previsto lo scavo a partire dall'attuale piano di campagna, questo risulta limitato dal punto di vista areale e di profondità massima di circa 0,5 metri, con il rischio di intaccare quindi solamente i depositi alluvionali superficiali.

In sintesi, con le premesse di cui sopra, il nuovo tracciato proposto, in particolare nel suo tratto più occidentale, attraversa aree ad elevato rischio di ritrovamenti archeologici. Permane tale rischio soprattutto nei tratti dove si intende procedere alla creazione di un nuovo rilevato arginale. Un rischio medio-alto di intercettare evidenze di natura archeologica permane nel tratto più orientale, in virtù della densità di ritrovamenti archeologici dell'area e della vicinanza al tracciato della via Emilia.



Legenda tavole

Ritrovamenti archeologici

- Età Medioevale, Abitato
- ✦ Età Medioevale, Area sepolcrale
- Età Medioevale, Impianto produttivo
- Età Medioevale, Infrastruttura
- ⋯ Età Medioevale, Sporadico
- Età Moderna, Abitato
- ◆ Età Moderna, Impianto produttivo
- Età Moderna, Infrastruttura
- ⋯ Età Moderna, Sporadico
- Età Romana, Abitato
- ✦ Età Romana, Area sepolcrale
- ▲ Età Romana, Epigrafe
- ◆ Età Romana, Impianto produttivo
- Età Romana, Infrastruttura
- ⋯ Età Romana, Sporadico
- Protostorica, Abitato
- ⋯ Protostorica, Sporadico

Anomalie lineari

- Centuriazione
- Geometrica/Lineare
- Paleoidrografia

Toponimi

- ◆ Fitotponimo
- ◆ Geomorfologia
- ◆ Idrografia
- ◆ Struttura

UT

Vincoli

- Vincolo archeologico di tutela
- Scavo archeologico preventivo
- Controllo archeologico preventivo

Argini in progetto

Ipotesi argini

11. PIANO PARTICELLARE DELLE AREE E CRITERI ESTIMATIVI

11.1 PREMESSA

Le aree interessate dai lavori si suddividono in:

- 1) sedimi di aree private,
- 2) sedimi di aree demaniali,

11.2 LE MAPPE CATASTALI

Le mappe catastali sono state scaricate digitalmente, nel mese di giugno 2019, dal SISTER in formato TIFF. I fogli catastali coinvolti dall'esproprio sono i seguenti:

Comune di Modena Fg. 190-191

Comune di Castelfranco Emilia Fg. 85

11.3 CRITERI ADOTTATI NELL'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI OCCUPAZIONE

Aree di esproprio

I contorni delle nuove opere sono stati prelevati direttamente dai file del progetto e quindi inseriti nelle tavole di piano particellare, cercando di non coinvolgere aree al di fuori di quelle necessarie alle opere da realizzare.

Rispetto al piede dell'argine lato campagna, è stato mantenuto un metro in più, al fine di permettere la realizzazione di un fosso di scolo. Tale fosso non è necessario lato fiume poiché provvede già la pendenza naturale del terreno allo scolo delle acque.

Nei tratti in cui viene eseguito il ringrosso di un muro esistente, o è prevista la realizzazione di un nuovo muro, l'area in esproprio coincide con la larghezza della fondazione.

Aree di occupazione temporanea e di cantiere

L'occupazione di cantiere per il ringrosso o la realizzazione di nuovi argini è prevista lato fiume, per una larghezza totale di 15,00 m onde permettere il passaggio dei mezzi e lo stoccaggio temporaneo dei materiali, e lato campagna una larghezza di 5,0 m onde permettere il passaggio dei mezzi.

Per la realizzazione dei muri è prevista invece una doppia fascia lato fiume e lato campagna, della larghezza di 5,00 m.

11.4 LE VISURE CATASTALI

Individuate le particelle interessate dalle occupazioni, sono state eseguite le relative visure

catastali per determinarne i dati identificativi (intestazione, superficie, redditi ecc.). Tali visure sono state eseguite anch'esse nel mese di Giugno 2019.

11.5 ELENCO DITTE

Tutte le informazioni relative alle visure catastali nonché quelle relative alle informazioni sulle superfici delle aree da occuparsi sono riassunte nelle tabelle dell'Elenco Ditte.

11.6 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali Leggi in materia espropriativa cui fare riferimento sono:

- DPR 327/2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni.
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 348 del 24 ottobre 2007 (modifiche all'art. 37 DPR 327/2001).
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 181 del 10 giugno 2011 (modifiche all'art. 40 DPR 327/2001).

11.7 CRITERIO DI RICERCA DELLE INDENNITÀ DA OFFRIRE IN RELAZIONE ALLA DESTINAZIONE URBANISTICA DELLE AREE

La determinazione del valore venale di un'area è fatta ai sensi degli Art. 32/37/38/39/40/41/42 del DPR 327/01, pertanto va ricercato il valore relazionato alla destinazione urbanistica di quell'area.

La norma vigente prevede che, il prezzo da offrire alle ditte espropriate, debba corrispondere al valore venale dell'area da espropriare. Al fine di valutare correttamente le aree è stata ricercata la destinazione urbanistica degli immobili in esproprio (allegato 1).

All'interno del Comune di Modena, sono state individuate le seguenti destinazioni urbanistiche:

- Strada
- Aree di valore naturale e ambientale - parco fluviale
- Ambiti ad alta vocazione produttiva agricola tipo b - di interesse ambientale
- Aree di tutela e ricostruzione ambientale situate in territorio extraurbano
- Ambiti specializzati per attività produttive tipo a - aree di rilievo comunale

La strada, sulla base di valutazioni pregresse in ambito espropriativo e progettuale, è stata valutata 15€/mq.

Le Aree “di valore naturale e ambientale - parco fluviale” e gli “Ambiti ad alta vocazione

produttiva agricola tipo b - di interesse ambientale” sono stati valutati come un’area agricola. Dalla rilevazione dei prezzi di terreni agricoli in tabella 1 è emersa una richiesta media di € 4,35 per mq. Tali valori risultano in linea con il “listino dei valori agricoli della provincia di Modena” edito da Exeo s.r.l., sono pertanto stati assunti questi ultimi, in quanto essendo suddivisi per tipologia di coltivazione garantiscono una maggiore precisione nella determinazione del valore.

Le “Aree di tutela e ricostruzione ambientale situate in territorio extraurbano” rappresentano un ambito urbano consolidato, sono pertanto stati considerati dei terreni edificati a carattere residenziale. Il valore medio di un terreno edificabile residenziale nella zona di Modena è pari ad € 190 per mq, tale valore è stato ridotto al 20% in quanto il terreno espropriato è stato considerato una pertinenza di un terreno edificato.

La stessa metodologia è stata applicata per la valutazione delle aree “Ambiti specializzati per attività produttive tipo a - aree di rilievo comunale”, in quanto le aree in esproprio sono pertinenze di aree produttive.

Il valore medio rilevato desumibile in tabella 1 è di € 66,81. Il dato è stato ottenuto eliminando due valori ritenuti incongrui (indicati in rosso), poiché troppo bassi o troppo alti.

A questo punto è stata applicata una riduzione del valore in quanto l’area risulta già edificata, adottando un valore del 30% del valore originario per un importo di 20,00 €/mq.

Nel Comune di Castelfranco Emilia risulta una sola area, denominata “Ambiti del territorio rurale”. Tale area è stata valutata come un’area agricola sulla base dei valori riportati nel “listino dei valori agricoli della provincia di Modena”.

11.8 CRITERIO INDENNITÀ PER LE OCCUPAZIONI TEMPORANEE

Alle aree soggette ad occupazione temporanea, stimata per un periodo di mesi 5 verrà riconosciuta alla proprietà un’indennità pari ad 1/12 dell’indennità di esproprio per ogni anno, e per ogni mese o frazione di mese, una indennità pari ad 1/12 di quella annua.

11.9 CONSIDERAZIONE FINALE SULLE SOMME DA PAGARE

Le somme da reperire, in relazione ai valori applicati nell’elenco ditte, si suddividono nelle seguenti voci:

a)	indennità di occupazione permanente	€ 107.865,50
b)	Indennità per occupazione d'urgenza <u>Valore suscettibile a variazione in quanto determinato dal periodo intercorrente tra la data di immissione in possesso e la data in cui verrà liquidato l'acconto dell'80%</u>	€ 6.741,93
c)	indennità di occupazione temporanea (stimati mesi 6)	€ 6.112,93
d)	indennità di occupazione temporanea per aree di cantiere (stimati mesi 6)	€ 0,00
d)	indennità coltivatori dir./affittuari <u>Questo valore potrebbe variare dopo stato di consistenza delle aree</u>	€ 57.024,94
e)	totale delle indennità da corrispondere	€ 177.744,97
f)	Indennità per danni derivanti dall'esproprio e imprevisti: 30% di a) <u>Valore suscettibile a variazione determinato dall'oggettiva situazione in loco dei danni da stimare per causa lavori, dopo lo stato di consistenza</u>	€ 32.359,65
	ONERI TOTALI PER PROCEDURE ESPROPRIATIVE	€ 210.104,62

NOTA:

Gli importi sopra indicati, potranno subire variazioni in più o in meno, successivamente al frazionamento, che determinerà l'effettiva area di esproprio. In funzione delle superfici reali si determinerà a consuntivo il saldo da corrispondere alle ditte, nel rispetto dell'acconto dell'80% dell'indennità provvisoria da corrispondere ai sensi dell'art. 20 comma 6.

12. STIMA DELLE OPERE E QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO

L'importo per la realizzazione degli interventi di formazione del nuovo rilevato arginale in sinistra idraulica tra il ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido, in Comune di Modena, è pari a € 998'817.62, di cui € 936'569.40 per importo lavori (per dettagli si rimanda al computo metrico estimativo, elaborato n. A-13-3) e € 62'248.22 per i costi della sicurezza (per dettagli si rimanda al Piano di Sicurezza e Coordinamento, elaborato A-15-1).

	Opera	Importi
1	PC-01 - Nuovo rilevato arginale in sinistra idraulica tra il ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido	€ 927'769.70
2	PC-02 - Opere di compensazione ambientale	€ 8'799.70
3	Costi della sicurezza (non soggetti a ribasso)	€ 62'248.22
4	TOTALE OPERE IN APPALTO	€ 998'817.62

L'importo delle somme a disposizione della Stazione Appaltante è stato valutato tenendo conto di diverse voci, tra cui le principali sono:

1. IVA sui lavori (pari al 22% dell'importo dei lavori).
2. Imprevisti;
3. Rilievi, accertamenti e indagini;
4. Spese tecniche;
5. Oneri per procedure espropriative relative a indennità occupazione permanente, indennità occupazione temporanea, indennità coltivatori diretti/affittuari, Indennità per occupazione d'urgenza, indennità per danni derivanti dall'esproprio e imprevisti;
6. Oneri amministrativi.

Nella tabella seguente si riporta il dettaglio delle somme a disposizione e del quadro economico complessivo dell'intervento denominato “avvio adeguamento strutturale e funzionale del sistema arginale alla portata progettuale di riferimento, tramite interventi di sistemazione morfologica dell'alveo, adeguamento in quota e in sagoma, a valle della cassa fino al confine provinciale. Intervento realizzabile per stralci funzionali. (Ordinanza n. 8 del 23.06.2015, allegato 1, codice intervento n. 11784, come modificata da ordinanza n. 2 del 23.02.2016) - (MO-E-1346)” comprensivo dei lavori principali, attualmente in fase di realizzazione, e dei lavori previsti nel presente progetto, denominato “Stralcio nuovo rilevato arginale in sinistra idraulica tra il ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido in Comune di Modena”.

Nella tabella seguente si riporta il dettaglio delle somme a disposizione e del quadro economico dell'intervento oggetto del presente progetto.

Tabella 4 – Quadro economico

A) LAVORI			
A.1	Importo per l'esecuzione dei lavori "Stralcio nuovo rilevato arginale in sinistra idraulica tra il ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido in Comune di Modena"		936.569,40
A.2	Oneri per piani di sicurezza non soggetti a ribasso		62.248,22
	TOTALE PER LAVORI (A)		998.817,66
B) SOMME A DISPOSIZIONE PER L'AMMINISTRAZIONE €			
B1	Allacciamenti a pubblici servizi e risoluzione interferenze reti		5.000,00
B2	Imprevisti ed arrotondamenti		59.604,43
B3	Espropri acquisizione aree, occ.ni accordi bonari comprese spese tecniche		237.391,56
	B5.1	Spese servizi specialistici per espropri (I.V.A. e oneri compresi)	27.286,94
	B.5.2	Espropri, acquisizione aree, occupazioni ed accordi bonari	210.104,62
B4	Accantonamento adeguamento prezzi (1.5% di A1)		14'048.54
B5	Spese tecniche		53.982,26
	B5.1	Spese per incentivo progettazione (1,5% A1 + A2)	14.982,26
	B5.2	Coordinamento sicurezza in fase di esecuzione, supporto alla direzione dei lavori, compresa IVA ed oneri.	39.000,00
B6	Spese accertamenti di laboratorio, verifiche tecniche di CSA, collaudi		20.939,32
B7	IVA sui lavori (22%)		219.739,88
B8	Spese istruttorie relative alla procedura di verifica di assoggettabilità a VIA		500,00
B9	Incremento spese generali per COVID - Regione Emilia-Romagna Ordinanza 9 settembre 2020, n. 25 - Misure per la sicurezza anti Covid-19 nei cantieri della ricostruzione post sisma: aggiornamento dell'elenco prezzi di riferimento e riconoscimento dei maggiori costi - B.U.R. 9 settembre 2020, n. 312 (incremento del 2% delle spese generali relative ad A1+A2)		19.976.35
B10	Spese per la manutenzione delle opere a verde e di compensazione ambientale nell'ambito del progetto "Stralcio nuovo rilevato arginale in sinistra idraulica tra il ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido in Comune di Modena"		20.000,00
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (B)			651.182,34
TOTALE			1.650.000,00

Nella tabella seguente, invece, si riporta il dettaglio delle somme a disposizione e del quadro economico dell'intervento complessivo.

A) LAVORI			
A1	Importo per l'esecuzione dei lavori principali (ATI Valbasento -Paeco) al netto del ribasso del 25,131%	6.508.814,86	
A1.1	Oneri per piani di sicurezza non soggetti a ribasso	96.689,47	
	TOTALE PER LAVORI (A)		6.605.504,33
B) SOMME A DISPOSIZIONE PER L'AMMINISTRAZIONE			
B1	Lavori esclusi dall'appalto dei lavori principali comprensivi di IVA ed oneri		
	INTERVENTI PRIORITARI:		2.729.445,60
B1.1	Intervento stralcio Navicello – stanti 37-38, sponda sinistra	125.534,87	
B1.2	Intervento stralcio Castelfranco Emilia – stanti 10-17, sponda destra	953.910,73	
B.1.3	Stralcio nuovo rilevato arginale in sinistra idraulica tra il ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido in Comune di Modena	1.650.00,00	
B2	Rilievi, accertamenti ed indagini		395.405,64
B2.1a	Indagini geologico-geotecniche ed ambientali: indagini geognostiche di prima fase (netto aff.to) compresa IVA (impegnati)	28.388,38	
B2.1b	Indagini geologico-geotecniche ed ambientali: indagini geognostiche di seconda fase, compresa IVA	95.154,12	
B2.1c	Indagini geognostiche geofisiche, VIA EMILIA compresa IVA e oneri PARMAGEO	23.615,17	
B2.2	Indagini topografiche, rilievi (netto aff.to) Zenith-Oikos	96.198,07	
B2.3.1	Indagini archeologiche, compreso IVA ed oneri AR/S ARCHEOSISTEMI	6.100,00	
B2.3.2	Indagini archeologiche, compreso IVA ed oneri (assistenza per lavori A2)	12.000,00	
B2.4	Indagini preventive ricerca ordigni bellici (indagine elettromagnetica e radarstratigrafica), compresa IVA ed oneri (per lavori A1)	25.000,00	
B2.5	Rilievo DTM2015 e aggiornamento - CGR BLOM	27.816,00	
B2.6	Convenzione UNIPR – collaudo topografia	10.980,00	
B2.7	Attività II fase Esplora	15.243,90	
B2.8	Indagini geognostiche III Fase – Subsoil	36.000,00	
B2.9	Studio del processo di liquefazione dei substrati sabbiosi – Università Bicocca Milano	18.910,00	
B3	Allacciamenti a pubblici servizi e risoluzione interferenze reti, di cui: € 1.175,46 già impegnati		10.000,00
B4	Imprevisti ed arrotondamenti		188.734,43

B5	Espropri acquisizione aree, accordi bonari comprese spese tecniche		593.192,25
B5.1	Espropri, acquisizione aree, occupazioni ed accordi bonari (lavori A1)	552.314,80	
B5.2	Supporto al RUP per completamento procedure espropriative per stralcio Castelfranco Emilia-stralcio Navicello (impegnati)	16.772,79	
B.5.3	Spese servizi specialistici per espropri (I.V.A. e oneri compresi) (SPER, Pescara) - Stralcio lavori A1	24.104,66	
B6	Accantonamento adeguamento prezzi (1.5% di A1)		97.632,22
B7	Spese tecniche		667.843,95
B7.1	Spese per incentivo progettazione (1,5%) su A1+A1.1	99.082,56	
B7.2a	Servizi di ingegneria e architettura: Progettazione preliminare/definitiva/esecutiva e coord. Sicurezza in fase di progettazione (importo al netto del ribasso del 46,62%), compresi oneri e IVA (già impegnata)	272.800,12	
B7.2b	INCARICO COMPLEMENTARE relativo ai Servizi di ingegneria e architettura: coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione interventi stralcio Navicello e Castelfranco Emilia, indagine elettromagnetica interventi stralcio Navicello e Castelfranco Emilia, approfondimento progettuale (a livello di progetto di fattibilità tecnico-economica) del tratto a monte del sistema arginato, maggior onere progettazione di fattibilità tecnico-economica nel tratto arginato compresi oneri e IVA (già impegnati)	135.761,60	
B7.3	Spese per incarico verifica preventiva della progettazione compresi oneri e IVA (art. 26 D.Lgs. 50/2016) (importo al netto del ribasso del 55,96% già impegnati)	46.374,89	
B7.4	Coordinamento sicurezza in fase di esecuzione, direzione dei lavori (direttore operativo e ispettore di cantiere) e controllo archeologico in corso d'opera, compresa IVA ed oneri. Lavori A1 (RTP ETATEC)	113.824,78	
B8	Spese per commissioni aggiudicatrici		0
B9	Spese per pubblicità di gara (già impegnate)		9.526,42
B10	Spese accertamenti di laboratorio, verifiche tecniche di CSA, collaudi		79.060,68
B11	Contributo ANAC - incarico progettazione, rilievo topografico, verifica		5.000,00

		preventiva (€ 1.085,00) - per ulteriori incarichi		
	B12	IVA sui lavori (22% di A1)		1.453.210,95
	B13	ECONOMIA DERIVANTE DAL RIBASSO DI GARA (LAVORI A1)		2.665.443,53
	B14	RISORSE PER ULTERIORI STRALCI ESECUTIVI		4.500.000,00
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (B)			13.394.495,67
TOTALE PROGETTO (A+B)				20.000.000,00

13. ATTI DEL PRESENTE PROGETTO ESECUTIVO

Nel presente capitolo si riporta l'elenco elaborati del presente progetto esecutivo

ATTI	
A.1	Relazione generale
A.2	Relazione tecnica descrittiva delle opere in progetto
A.3.1	Relazione idrologica
A.3.2	Relazione idraulica
A.4	Relazione geologica, idrogeologica e sismica
A.5	Relazione geotecnica
A.6	Relazione sismica e delle strutture
A.7	Documento di valutazione archeologica preventiva
A.8.1	Studio di fattibilità ambientale
A.8.2	Verifica di assoggettabilità a VIA
A.9	Relazione paesaggistica
A.10	Relazione interferenze sottoservizi
A.11	Relazione sulla gestione delle materie
A.12.1	Relazione sui criteri da adottare per la stima del più probabile valore di mercato e delle indennità di espropriazione
A.12.2	Piano particellare di esproprio
A.13.1	Analisi Nuovi Prezzi
A.13.2	Elenco prezzi unitari
A.13.3	Computo metrico estimativo
A.13.4	Descrizione dei prezzi a corpo
A.13.5	Stima delle opere
A.13.6	Quadro economico di progetto
A.14	Capitolato speciale d'appalto
A.15.1	Piano di sicurezza e coordinamento
A.15.2	Fascicolo dell'opera
A.16	Cronoprogramma
A.17	Quadro di incidenza della manodopera
A.18	Schema di contratto
A.19	Piano di manutenzione dell'opera
DISEGNI	
D.1.0	Corografia generale di inquadramento
D.2.0	Assetto geologico, idrogeologico e litologico di dettaglio
D.3.1	Planimetria dello stato attuale - modello digitale del terreno
D.3.2	Planimetria dello stato attuale - rilievo di campagna
D.4.1	Risultati del modello idraulico bidimensionale. Assetto di progetto: livelli per T=50 anni
D.4.2	Risultati del modello idraulico bidimensionale. Assetto di progetto: tiranti per T=50 anni
D.4.3	Risultati del modello idraulico bidimensionale. Assetto di progetto: velocità per T=50 anni
D.5.1	Planimetria generale delle opere in progetto
D.5.2	Planimetria opere in progetto
D.5.3	Planimetria di dettaglio delle opere in progetto

D.6.0	Profilo longitudinale: stato di fatto e assetto di progetto
D.7.0	Sezioni trasversali: stato di fatto e assetto di progetto
D.8.0	Sezioni tipologiche e particolari costruttivi nuova arginatura e adeguamento argini esistenti
D.9.1	Nuovo muro arginale
D.9.2	Rialzo muro arginale esistente
D.9.3	Manufatto di intercettazione su Fossa Bernarda
D.9.4	Manufatti di intercettazione dei fossi di scolo
D.9.5	Nuovo muro arginale e rialzo muro arginale esistente - carpenterie metalliche e opere in c.a.
D.9.6	Manufatto di intercettazione su Fossa Bernarda - carpenterie metalliche e opere in c.a.
D.9.7	Manufatti di intercettazione dei fossi di scolo - carpenterie metalliche e opere in c.a.
D.10.0	Progetto di inserimento paesaggistico e compensazione ambientale
D.11.0	Planimetria del Piano particellare d'esproprio

Milano, novembre 2020

I PROFESSIONISTI INCARICATI:

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI

Dott. Ing. Stefano Croci

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA

Dott. Geol. Gian Marco Orlandi

A+C_ARCHITETTURA E CITTA' STUDIO ASSOCIATO

Arch. Paola Cavallini

**A TUTTO PROGETTO – STUDIO ASSOCIATO DEI GEOMETRI PAOLO
MASSARA E FILIPPO BELLONI SOCIETA' SEMPLICE**

Geom. Paolo Massara

SAP SOCIETA' ARCHEOLOGICA S.R.L.

Dott. Agostino Favaro