



AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO

**Strada G. Garibaldi, n. 75
CAP 43121 PARMA (PR)**

FIUME MELLA
OPERE IDRAULICHE DI 3^a CATEGORIA
IN COMUNE DI CONCESIO
PROVINCIA DI BRESCIA

ATTUAZIONE DELLE PREVISIONI DEL PAI IN COMUNE DI CONCESIO (BS),
LOCALITÀ COSTORIO E CAMPAGNOLA, PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE
IDRAULICHE DI CONTROLLO DELLE INONDAZIONI INDIVIDUATE COME LIMITE
DI PROGETTO TRA LA FASCIA 'B' E LA FASCIA 'C' DEL FIUME MELLA

2° LOTTO parte I

INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA SPONDA DESTRA
IDROGRAFICA DEL MELLA – SOPRALZO ARGINE

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Elaborato	Denominazione
02	RELAZIONI SPECIALISTICHE
	Denominazione
01	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Codice progetto:	Data Progetto: 30 Marzo 2018	Progettista Dott. Ing. Giuseppe Rossi Ordine Ingg. BS n. A1383 Via F. Baracca, 4/C 25128 Brescia
Codice CUP:	Revisione:	
Codice CIG:	Data Rev.:	

INDICE

1. PREMESSA	3
2. PROCEDIMENTO	3
3. RISULTANZE DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL FIUME MELLA (ADBPO)	4
4. MODELLAZIONE IDRAULICA	10
4.1 PORTATA DI PIENA DI RIFERIMENTO	10
4.2 METODO E CODICE DI CALCOLO	13
4.3 SCHEMA GEOMETRICO DI CALCOLO	13
4.4 CONDIZIONI AL CONTORNO	14
4.5 COEFFICIENTI DI SCABREZZA	14
4.6 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO	15
4.7 CALCOLO IDRAULICO - PROFILO DEL PELO LIBERO	15
4.8 ESAME DEI RISULTATI	15
5. SINTESI DELLO STUDIO E MOTIVAZIONE DELLA PROPOSTA PROGETTUALE.....	22

1. PREMESSA

La proposta progettuale preliminare di attuazione delle previsioni del PAI, per la realizzazione delle opere idrauliche di controllo delle inondazioni, individuate come limite di progetto tra la Fascia “B” e la Fascia “C” del fiume Mella, in Comune di Concesio tra le località Costorio e Campagnola, approvata dalle Autorità idrauliche competenti, è il risultato di una analisi idraulica approfondita, compiuta sulla base dell’esame della situazione attuale dei luoghi, oggetto di un rilievo topografico di dettaglio, e della verifica di congruità nei confronti delle risultanze dello studio di fattibilità della sistemazione idraulica del F. Mella, compiuto dall’Autorità di Bacino.

Nel seguito della presente relazione si fornisce una sintesi della predetta analisi idraulica, rinviando agli elaborati della proposta progettuale preliminare per maggiori dettagli.

2. PROCEDIMENTO

Nello svolgimento dello studio idraulico, si è fatto preciso riferimento ai dati ed alle analisi contenute nello *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza, del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio”*, redatto a cura dell’Autorità di Bacino, per l’aggiornamento e l’approfondimento del quadro conoscitivo relativo alla pianificazione per l’assetto idrogeologico del bacino del fiume Po, inerenti l’asta del Fiume Mella, consultati presso gli uffici dell’AIPO.

Detto studio individua lungo il corso del Mella, da Brozzo alla foce in Oglio, nove tratti omogenei, dal punto di vista idrologico e idraulico.

Per ciascuno di essi, lo studio dell’AdBPo fornisce una serie di dati conoscitivi e di informazioni relative alla definizione degli assetti e delle condizioni attuali e di progetto, inerenti gli aspetti idraulici ed ambientali del corso fluviale, organizzati in tabelle e testi descrittivi ed in tavole grafiche.

Il tronco fluviale oggetto del presente studio, si trova a cavallo fra il termine del tratto ME_03 e l’inizio del tratto ME_04, fra le progressive chilometriche 31,47 e 34,37 e fra le sezioni 073 e 069-02, da quota 218,80 a quota 194,04 msm.

Le tavole dell’Atlante cartografico alla scala 1:10'000 interessate, sono individuate con i codici: ME-17 e ME-18.

Al fine di aggiornare i dati conoscitivi dello Studio di fattibilità dell’AdBPo e di verificare con maggior dettaglio le analisi idrauliche e la fattibilità degli interventi di adeguamento, l’assetto attuale del corso d’acqua è stato acquisito mediante un rilievo topografico di dettaglio ed una serie di ispezioni puntuali.

I nuovi rilievi topografici e le ricognizioni compiute lungo il tronco fluviale allo studio, hanno consentito di aggiornare i dati conoscitivi dello Studio di fattibilità e di verificare con maggior dettaglio le analisi idrauliche e la fattibilità degli interventi di adeguamento.

Al fine di definire, con la maggiore precisione possibile, le modalità di deflusso della piena di riferimento lungo il tratto del Mella nella località interessata dal progetto dell'impianto di depurazione comprensoriale della Valle Trompia, si è eseguito un nuovo studio idraulico, mediante modellazione del deflusso della piena, lungo il tratto del Mella fra le località Costorio e Campagnola del Comune di Concesio, sulla base del nuovo rilievo topografico e delle accurate ispezioni locali. Ciò ha consentito di eseguire la modellazione idraulica sulla base di uno schema geometrico maggiormente dettagliato ed aggiornato, rispetto alla configurazione risultante dai precedenti studi.

3. RISULTANZE DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL FIUME MELLA (AdBPo)

In questo capitolo, si riportano in sintesi i dati relativi all'assetto di progetto contenuti negli elaborati dello Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Mella, predisposto dall'Autorità di Bacino, relativi al tronco fluviale del Mella interessato dal presente progetto, identificato con il codice ME 03, fra le progressive km 31,78 e 33,45.

Stralcio elaborato 3.2.4.2/1/8R - **Relazione descrittiva degli interventi di sistemazione idraulica e morfologica dell'unità funzionale ME-UF8**

Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei fiumi Oglio, Cherio, Mella, Garza, Chiese
Asta fluviale: Mella

UNITÀ FUNZION. (UF)	DENOMINAZIONE	TRONCO	SISTEMA DIFENSIVO	Prog. Ini (km)	Prog. Fine (km)	Interventi idraulici (ME ISI)	Interventi morfologici (ME IS)
01	BROZZO - MARCHENO	ME-01	ME-01-01	16.00	20.05	-	01 - 02 - 03 - 04 - 05 - 06
02	GARDONE VAL TROMPIA	ME-01	ME-01-02	20.05	22.96	01 - 03	07 - 08 - 09
03	SAREZZO 1	ME-01	ME-01-03 A	22.96	25.00	05	10 - 11
04	SAREZZO 2	ME-02	ME-02-03 B	25.00	28.37	06 - 08	12 - 13 - 14 - 15
05	COGOZZO	ME-02	ME-02-04	28.37	29.36	-	16
06	VILLA CARCINA 1	ME-02	ME-02-05 A	29.36	30.00	09	17
07	VILLA CARCINA 2	ME-03	ME-03-05 B	30.00	31.78	10 - 11 - 12	18 - 19
08	CONCESIO	ME-03	ME-03-06	31.78	33.45	12	
09	COLLEBEATO - URAGO MELLA	ME-04	ME-04-08	34.37	39.54	13 - 15	-
10	BRESCIA - CORTICELLE PIEVE 1	ME-05	ME-05-09 A	39.54	48.00	16	
11	BRESCIA - CORTICELLE PIEVE 2	ME-06	ME-06-09 B	48.00	58.15	18 - 19 - 20 - 21	20 - 21 - 22 - 23
12	CASE SAN ROCCO	ME-07	ME-07-10	58.15	58.78	-	24
13	CASCINA CALCAGNA - FIENILE LOPPIO	ME-07	ME-07-11	58.78	61.22	-	25 - 26
14	CASCINA DUE SERIOLE	ME-07	ME-07-12	61.22	62.42	-	27
15	OFFLAGA - MANERBIO 1	ME-08	ME-08-13 A	62.42	68.00	22	28 - 29 - 30
16	OFFLAGA - MANERBIO 2	ME-09	ME-09-13 B	68.00	72.52	-	31 - 32 - 33
17	MILZANELLO	ME-09	ME-09-14	72.52	73.93	-	34
18	CASCINA GAMBARO - CIGOLE	ME-09	ME-09-15	73.93	81.79	-	35 - 36
19	CA' DEL SECCO	ME-10	ME-10-18	89.56	93.16	-	37

Il presente progetto riguarda l'Unità Funzionale n. 08 e gli interventi in essa compresi, descritti in dettaglio nei capitoli successivi.

Attività: 3.2.4.2	Prodotto: 3.2.4.2/1	Elaborato: 3.2.4.2/1/8R	Pg. 18 di 27
Definizione a livello di fattibilità degli interventi di adeguamento	Relazioni descrittiva	Relazione descrittiva degli interventi di sistemazione idraulica e morfologica dell'Unità Funzionale ME-UF8	

5 TRONCO ME - 03 - DALLA PROGR. 30.000 ALLA PROGR. 33.000

5.1 Descrizione

Il tronco si sviluppa dalla località Cailina di Villa Carcina, fino alla località Daina di Concesio, per una lunghezza complessiva di circa 3 km.

Questo tratto ha inizio ad una quota di circa 230 m. s.m. e termina all'altezza degli impianti sportivi del comune di Concesio, ad una quota di circa 210 m. s.m.

In corrispondenza di questo tratto, la valle si allarga, cosicché il fiume comincia a scorrere in aree prevalentemente agricole e molto meno antropizzate, rispetto ai tratti precedenti.

Lungo il tratto non sono presenti importanti infrastrutture viarie; il corso d'acqua viene attraversato da tre strutture viarie, una delle quali è la SP19.

La destinazione d'uso prevalente è quella agricola, fatta eccezione per alcune zone residenziali e produttive in corrispondenza della zona terminale di Villa Carcina e dell'attraversamento di Concesio.

Il tratto è pertanto caratterizzato da un uso agricolo prevalente e presenta quindi una potenzialità bassa, fatto salvo il primo chilometro che risulta essere in prevalenza urbanizzato.

5.2 Assetto attuale

5.2.1 Assetto idraulico

In questo tronco il Mella scorre in un alveo in cui le opere idrauliche (briglie, difese spondali, argini) sono praticamente continue; all'interno del tratto sono presenti sostanzialmente due sistemi difensivi (di cui il primo è in parte contenuto nel tratto n.3), finalizzati in parte alla difesa delle sponde e in parte al contenimento dei livelli. I sistemi difensivi presenti sono quelli di "Villa Carcina 2" (difese di sponda longitudinali; ME03-05b), "Concesio" (argini e briglie; ME03-06).

In tale tratto le piene si originano attraverso i contributi di bacini montani direttamente afferenti all'asta e attraverso l'immissione di alcuni torrenti e si propagano all'interno dell'alveo principale e nel piano campagna, in destra e in sinistra idraulica.

La capacità di deflusso di tale tratto è molto variabile, ma i tratti in cui si originano esondazioni, che si propagano poi per vaste aree in seguito alla pendenza del piano campagna, hanno una portata compatibile pari a circa $300+350 \text{ m}^3/\text{s}$, corrispondente a $T \geq 20$ anni. Tale capacità è notevolmente influenzata dalla presenza di alcuni manufatti interferenti (ponti e traverse) che ne riducono l'entità rispetto alla capacità intrinseca dell'alveo. Le aree di allagamento sono diffuse, in alcuni tratti ampie ed in altri ridotte, ed interessano prevalentemente terreni destinati ad uso agricolo ed alcune aree residenziali (località Cailina in comune di Villa Carcina e in comune di Concesio lungo l'intero corso del fiume, soprattutto nel tratto compreso tra il ponte della SP19 e la località Daina).

In particolare le esondazioni si possono verificare nelle seguenti zone:

- a Villa Carcina, località Cailina, tra le sezioni ME-77 e ME-74, a causa dell'effetto combinato della briglia posta alla sezione ME-75S e dei ponti posti alle sezioni ME-76P (tracimato) e ME-75.1P (in pressione); l'esondazione si sviluppa in sinistra ed in

Attività: 3.2.4.2	Prodotto: 3.2.4.2/1	Elaborato: 3.2.4.2/1/8R	Pg. 19 di 27
Definizione a livello di fattibilità degli interventi di adeguamento	Relazioni descrittiva	Relazione descrittiva degli interventi di sistemazione idraulica e morfologica dell'Unità Funzionale ME-UF8	

destra idraulica, interessando una zona soggetta a diversi usi (residenziale, industriale e agricolo);

- a Concesio, si ha un'insufficienza in corrispondenza della traversa localizzata nella sezione ME-72.03S: i volumi idrici che esondano in tal punto si propagano lungo il piano campagna in quanto lo stesso è caratterizzato da una pendenza tale da permettere il deflusso. Inoltre la possibilità che le aree esondate restituiscano parte della portata verso il corso d'acqua è impedita per lunghi tratti dalla presenza di arginature; l'esondazione interessa terreni ad uso residenziale ed agricolo.

5.2.2 Assetto morfologico

In questo tronco il Mella scorre in un alveo in cui le opere idrauliche (briglie, difese spondali, argini) sono praticamente continue, pertanto la mobilità planimetrica è praticamente assente. Per quanto riguarda il fondo alveo, si riscontra una certa stabilità. All'interno del tratto sono presenti sostanzialmente due sistemi difensivi (di cui il primo è in parte contenuto nel tratto n.3), finalizzati in parte alla difesa delle sponde e in parte al contenimento dei livelli. I sistemi difensivi presenti sono quelli di "Villa Carcina 2" (difese di sponda longitudinali; ME03-05b), "Concesio" (argini e briglie; ME03-06).

Si segnala che alcuni interventi di protezione longitudinale realizzati sono ubicati a ridosso dei centri abitati (zone incompatibili già difese), mentre altri sono posti a ridosso di aree a destinazione agricola e pertanto rendono indisponibile al corso d'acqua aree compatibili con i fenomeni di mobilità fluviale.

Nel presente tratto non sono presenti zone a destinazione d'uso incompatibile con la dinamica evolutiva del corso d'acqua che risultino essere potenzialmente interessate dal fenomeno di divagazione dell'alveo, in quanto tali aree sono localizzate in prossimità di sponde già protette o non interessate dall'azione erosiva della corrente.

Le porzioni di territorio compatibili con la dinamica evolutiva del corso d'acqua (aree a agricole e a verde) che possono essere interessate naturalmente, nello stato attuale, dalla divagazione fluviale sono inesistenti a causa della presenza continua di opere di protezione spondale.

5.2.3 Assetto naturale

Il tronco fluviale in oggetto presenta un basso valore dello stato ecologico attuale, dato da una forte influenza del comparto vegetazionale sacrificato in tutte le sue componenti e dall'influenza antropica sulla regimazione delle acque. In particolare si ha:

- un valore basso dell'indice geomorfologico (alta interferenza delle opere trasversali a causa della presenza di 7 opere interferenti su meno di 2 km di tronco interessato; alta interferenza delle opere longitudinali con la quasi totalità del territorio interessato da opere artificiali di arginazione; bassa tendenza all'erosione spondale; bassa instabilità del profilo di fondo; bassa propensione alla riattivazione delle paleoforme);
- un valore basso dell'indice vegetazionale (presenza di una fascia perifluviale costituita da specie arbustive non riparie o da erbacei o addirittura da assenza di vegetazione; restanti formazioni vegetali limitate dalla presenza di formazioni arboree-arbustive di derivazione antropica, colturale; ampiezza e continuità della vegetazione con caratteristiche non naturali; bassa eterogeneità sia in sponda destra che sinistra);

Attività: 3.2.4.2	Prodotto: 3.2.4.2/1	Elaborato: 3.2.4.2/1/8R	Pg. 20 di 27
Definizione a livello di fattibilità degli interventi di adeguamento	Relazioni descrittiva	Relazione descrittiva degli interventi di sistemazione idraulica e morfologica dell'Unità Funzionale ME-UF8	

- un valore basso dell'indice di funzionalità ripariale (bassa percentuale di copertura vegetazionale e presenza di strati vegetali scarsamente funzionale su tutto il territorio considerato);
- l'impatto antropico è dato, per quanto riguarda le aree esterne, dalla presenza prevalente di zone a destinazione agricola che conferiscono all'area un valore ecologico medio-basso, mentre in alveo, dalla forte influenza antropica conseguenza della realizzazione di numerose opere trasversali poste ad intervalli spaziali brevi e che per questo creano forti discontinuità anche se il grado di interferenza delle singole opere (stabilito in relazione al salto) non è altissimo.

5.3 Assetto di progetto

5.3.1 Assetto idraulico

Per il tratto in oggetto l'assetto idraulico di progetto tende a modificare l'attuale tipologia di sistemazione, insufficiente a garantire adeguati livelli di sicurezza al sistema territoriale, infatti attualmente sono presenti diverse zone ad alta richiesta di protezione soggette a fenomeni di esondazione.

In particolare l'assetto di progetto è così configurato:

- nel tratto "Villa Carcina 2" (km 30.00 ÷ 31.78) viene prevista la realizzazione di alcuni interventi strutturali volti a contenere la piena di progetto all'interno dell'alveo inciso; il tratto risulta essere prevalentemente non regimato, tranne nel tratto iniziale che risulta essere regimato da opere per il contenimento dei livelli. In particolare gli interventi previsti nell'assetto di progetto sono:
 - ° realizzazione di un argine in sinistra idraulica, arretrato rispetto alla sponda, ubicato a valle del ponte posto alla sezione ME-79P, fino alla sezione ME-77 (ME-ISI10);
 - ° rimozione della briglia posta in corrispondenza della sezione ME-75S con conseguente riprofilatura del fondo alveo e realizzazione di opere per la stabilizzazione dei manufatti di attraversamento (ME-ISI11);
- nel tratto "Concesio" (km 31.78 ÷ 33.45) viene mantenuto l'assetto attuale (alveo regimato con opere per il contenimento dei livelli), opportunamente integrato da opere analoghe per impedire fenomeni di esondazione in zone a forte domanda di protezione; in particolare l'assetto di progetto prevede:
 - ° realizzazione di argini lungo le sponde sinistra e destra, a monte della briglia posta nella sezione ME-72.03S (ME-ISI12);Il ponte ubicato nella sezione ME-72P risulta essere inadeguato ma compatibile e pertanto non rientra nell'assetto di progetto.

5.3.2 Assetto morfologico

L'intero tratto risulta essere diffusamente regimato da opere di controllo della dinamica evolutiva del corso d'acqua e da opere per il contenimento dei livelli di piena, pertanto la fascia di mobilità compatibile coincide per lunghi tratti con l'alveo inciso. In alcuni tratti si è definito uno spazio di mobilità esterno all'alveo inciso e compatibile con l'assetto territoriale, ottenuto attraverso la rimozione di alcune opere esistenti ritenute non necessarie, in quanto proteggono zone a destinazione agricola.

In particolare l'assetto di progetto è così configurato:

Attività: 3.2.4.2	Prodotto: 3.2.4.2/1	Elaborato: 3.2.4.2/1/8R	Pg. 21 di 27
Definizione a livello di fattibilità degli interventi di adeguamento	Relazioni descrittive	Relazione descrittiva degli interventi di sistemazione idraulica e morfologica dell'Unità Funzionale ME-UF8	

- nel tratto "Villa Carcina 2" (km 30.00 ÷ 31.78) è previsto il mantenimento delle attuali opere di difesa lungo la sponda destra, fino al km 31, in quanto gli insediamenti della località Cailina sono ubicati a ridosso del fiume, mentre è prevista la rimozione delle opere di difesa (ME-IS18, ME-IS19) poste in destra idraulica dal km 31 fino al km 31.78 e quelle in sinistra idraulica dalla sezione ME-74 fino alla sezione ME-72.03S, in quanto a tergo delle opere sono presenti zone a destinazione agricola ed il centro abitato più prossimo dista circa 80-100 m dalla sponda. Solo l'opera presente a monte del ponte posto alla sezione 76P viene mantenuta a protezione delle aree edificate a tergo dell'opera stessa. La rimozione delle opere ha permesso di definire nuovi spazi di mobilità compatibile (ME-SMC11 e ME-SMC12);
- nel tratto "Concesio" (km 31.78 ÷ 33.45) vengono mantenute le opere esistenti, costituite da argini ubicati in corrispondenza delle sponde, i quali svolgono soprattutto una funzione idraulica di contenimento dei livelli idrici di piena. Si segnala che tra i ponti ubicati nelle sezioni 72P e 71.02P in sinistra idraulica è stata definita un'area "compatibile non disponibile da tutelare" all'interno della quale è presente un elemento morfologico da salvaguardare (paleoalveo riattivabile).

5.3.3 Assetto naturale

All'interno del presente tratto si necessita di importanti interventi con piantumazioni d'alto fusto che possano agire da filtro per il territorio circostante. La possibilità di sfruttare zone destinate a seminativi a ridosso del fiume (attività 3.2.1.7) rende l'intervento efficace.

La pressione antropica risulta minore anche se alcune attività persistono a ridosso del Mella verso la fine dell'area considerata, in sponda destra. In queste condizioni, le opere di schermatura vegetale longitudinali risultano efficaci nel limitare gli impatti ove la situazione urbanistica è ormai compromessa. La creazione di impianti per la risalita della fauna ittica sulle briglie presenti nel tratto in questione permetterebbe una minimizzazione dell'impatto antropico sulla fauna ittica in un tratto comunque vocazionale.

Gli interventi migliorativi sono:

- realizzazione di diversi dispositivi per la risalita dei pesci atti a ridare continuità ecologica longitudinale al sistema idrico intervenendo sui salti delle opere classificate come MEBR0854 a monte del chilometro 31 (in Comune di Villa Carcina) e tra le progressive 32 e 33 in Comune di Concesio e classificate come METR0859, MEBR0861 -0864 - 0865 - 0869 - 0870 - 0871 - 0872);
- ricostituzione, ampliamento e adattamento vegetazionale della fascia perifluviale interrotta, mediante impianti autoctoni (convertire le presenze arboree di robinie dovute all'influenza antropica) e ad alto fusto, costituiscono l'altra parte delle soluzioni proposte. Le aree interessate sono vaste e sono collocate tra il chilometro 31 e il 32 (comuni di Villa Carcina e Concesio), in sponda destra, a ridosso del chilometro 31 (Comune di Villa Carcina), in sponda sinistra e dal chilometro 32 fino a fine tratto (Comune di Concesio), ancora in sponda sinistra;
- aumento della fascia perifluviale in profondità in una ristretta area tra il chilometro 31 e 32 (Comune di Concesio);
- interventi di schermatura longitudinale per minimizzare gli impatti dovuti agli insediamenti antropici a ridosso del Mella a monte dell'incrocio della SP19 con il corso d'acqua nelle adiacenze della Località San Vigilio in Comune di Concesio.

Attività: 3.2.4.2	Prodotto: 3.2.4.2/1	Elaborato: 3.2.4.2/1/8R	Pg. 22 di 27
Definizione a livello di fattibilità degli interventi di adeguamento	Relazioni descrittiva	Relazione descrittiva degli interventi di sistemazione idraulica e morfologica dell'Unità Funzionale ME-UF8	

6 INTERVENTI DI PROGETTO NELL'UNITÀ FUNZIONALE UF 08

6.1 Assetto di progetto

L'Unità Funzionale UF08 si estende dalla progressiva 31.780 (a monte della sezione 072.03S) fino alla progressiva 33.450 (a valle della sezione 71).

Nel tratto sono presenti un ponte (individuato dalla sezione 072P), 2 soglie di fondo (alle sezioni 072.02S e 072.01S) e una traversa (sezione 072.03S).

In questo tratto sono previsti alcuni interventi idraulici a carattere locale necessari a garantire una adeguata sicurezza idraulica alle aree oggi soggette a fenomeni di allagamento.

Le nuove opere idrauliche (ME ISI 12) sono previste lungo entrambe le sponde e sono costituite dal seguente intervento:

ME ISI 12 - formazione di sovrizzo argine in frodo tipo "A2" in sponda sinistra e destra a partire dalla progressiva 31804 (in corrispondenza della sezione 072.03S) fino alla progressiva 32426 (in corrispondenza della sezione 072P), per una lunghezza complessiva di circa 1250m e altezza media pari a 0,5m lungo entrambe le sponde.

Dal punto di vista morfologico, lungo tutto il tratto sono presenti opere spondali per il controllo dell'evoluzione morfologica, in sponda destra e in sponda sinistra. Il progetto non prevede interventi morfologici all'interno della presente unità funzionale.

Per quanto riguarda gli interventi di ripristino strutturale o di adeguamento di opere esistenti si rimanda al piano di manutenzione (Attività 3.2.4.4).

Attività: 3.2.4.2	Prodotto: 3.2.4.2/1	Elaborato: 3.2.4.2/1/8R	Pg. 23 di 27
Definizione a livello di fattibilità degli interventi di adeguamento	Relazioni descrittiva	Relazione descrittiva degli interventi di sistemazione idraulica e morfologica dell'Unità Funzionale ME-UF8	

6.2 Tipologia degli interventi idraulici e morfologici

6.2.1 Interventi tipo "A2"

L'intervento in progetto, denominato TIPO A2, prevede il sovrizzo degli argini in froldo, finalizzati alla riduzione del rischio idraulico di allagamento di aree e di contenimento dei livelli di piena.

Le operazioni preliminari necessarie per il sovrizzo/costruzione degli argini in froldo prevedono l'esecuzione della pulizia sia sul corpo arginale esistente sia sulla porzione di terreno interessata dalla formazione del rilevato arginale, con la rimozione del terreno vegetale superficiale, l'asportazione del cotico erboso ed il successivo scavo di fondazione fino ad individuare la geometria della sagoma di fondo della nuova opera di difesa, posta almeno 0,50 m sotto il p.c. esistente.

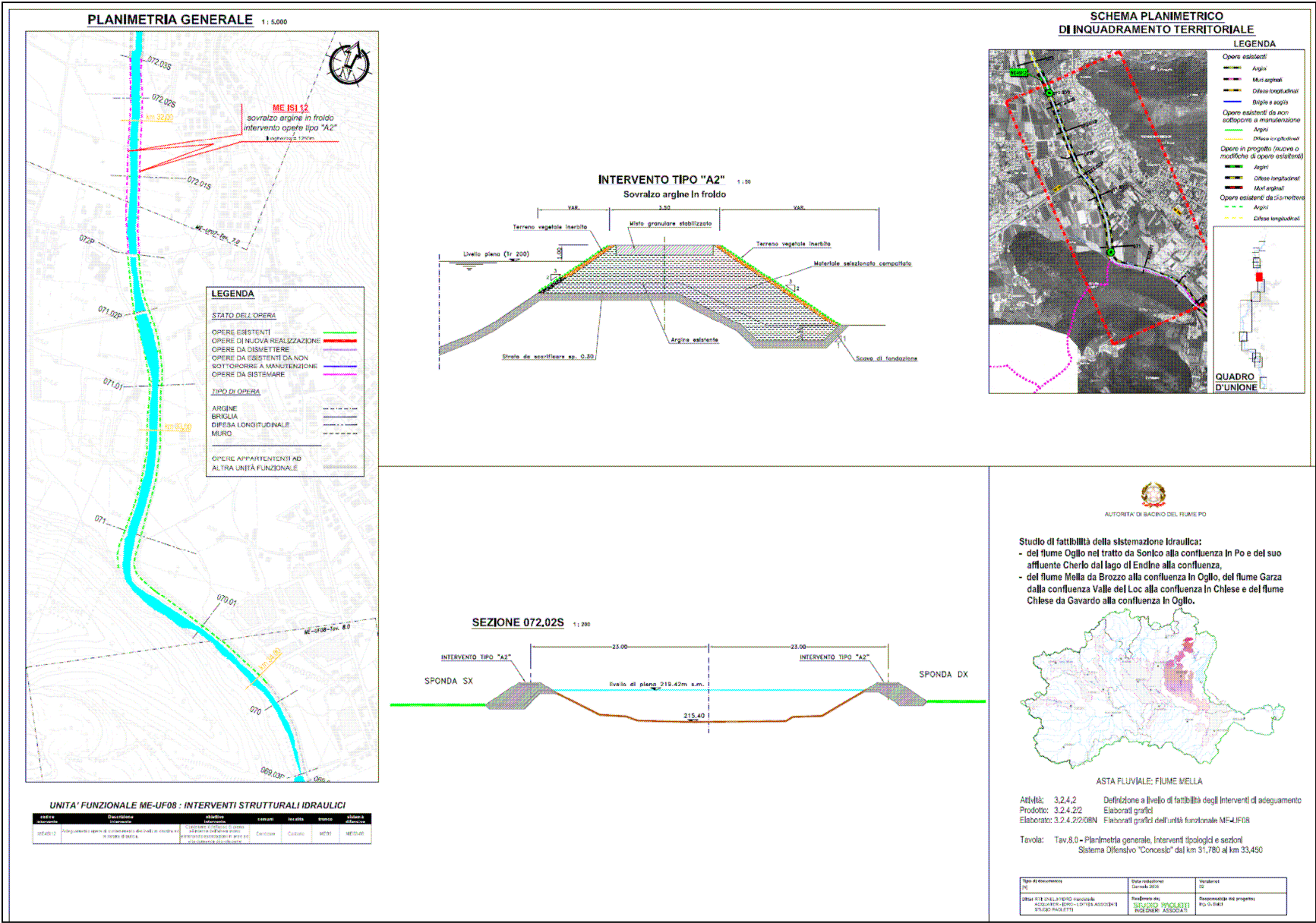
Il sovrizzo dell'argine, partendo dalla struttura esistente, viene realizzato secondo una geometria ben definita e contraddistinta da una sezione trasversale trapezia. In particolare il corpo arginale, costituito da materiale selezionato, vagliato e compattato per strati successivi, verrà disposto in modo tale da definire una pendenza di scarpata – lato fiume - pari a 3:2 (h:v). La difesa arginale avrà una altezza complessiva, a partire da quello esistente, tale da assicurare un franco di sicurezza idraulica di 1,0 m circa rispetto al livello di piena duecentennale (T=200 anni).

La sommità arginale verrà realizzata con una larghezza di 3,50 m circa che si raccorderà alla quota del terreno esterno all'alveo esistente con una pendenza di scarpata pari a 3:2 (h:v). In corrispondenza dell'ingombro della banchina verrà realizzata una strada di servizio mediante la posa di misto di cava stabilizzato per una larghezza utile di 3,0 m e spessore 0,30 m.

È previsto inoltre l'inserimento di opere di ingegneria naturalistica lungo le sponde dell'argine, che, oltre a svolgere le funzioni di inserimento ambientale e paesaggistico, assicurano una funzione di protezione delle difese spondali nei confronti del ruscellamento e dell'erosione della corrente. Queste opere consistono nella stesa di uno strato di terreno vegetale (spessore 20 cm circa) ed il successivo inerbimento delle scarpate mediante semina di specie erbose autoctone, oltre alla piantumazione di talee arbustive autoctone (salici o equivalenti) ad elevato indice di attecchimento, che garantiscano la stabilizzazione del corpo arginale stesso.

Attività: 3.2.4.2	Prodotto: 3.2.4.2/1	Elaborato: 3.2.4.2/1/8R	Pg. 24 di 27
Definizione a livello di fattibilità degli interventi di adeguamento	Relazioni descrittiva	Relazione descrittiva degli interventi di sistemazione idraulica e morfologica dell'Unità Funzionale ME-UF8	

Elaborato 3.2.4.2/2/08N - Tav. 8.0. Planimetria generale interventi tipologici e sezioni Sistema Difensivo "Concesio" dal Km 31,780 al Km 33,450



4.2 METODO E CODICE DI CALCOLO

Il procedimento di calcolo consente di determinare le caratteristiche idrauliche del moto della corrente di piena e di calcolarne il profilo idraulico all'interno dell'alveo fluviale arginato, per la portata di riferimento.

Il profilo idrico della piena è calcolato schematizzando il deflusso della corrente in condizioni di moto permanente stazionario monodimensionale.

I calcoli idraulici sono stati eseguiti tramite calcolatore elettronico, utilizzando il programma di calcolo numerico dei profili di moto permanente a pelo libero "Hec-Ras" prodotto dall'Hydrologic Engineering Center Statunitense, in grado di sviluppare rapidamente gli algoritmi di calcolo applicati a schemi tipologici e geometrici complessi e vari, rappresentanti il corso d'acqua e le aree laterali interessate dal deflusso.

La procedura di calcolo si basa sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia.

Le perdite di carico per attrito sono valutate mediante l'equazione di Manning, diversificando il coefficiente di scabrezza in funzione della natura e delle caratteristiche delle superfici interessate dal deflusso.

4.3 SCHEMA GEOMETRICO DI CALCOLO

Lo schema geometrico di base è rappresentato dalle 73 sezioni ricavate dal rilievo topografico dello stato attuale, comprendente il rilievo batimetrico dell'alveo e l'esatta conformazione delle sponde, degli argini e delle fasce laterali, fino al limite esterno della Fascia C.

Nella geometria del modello di calcolo, le sezioni sono state posizionate in corrispondenza di tutte le opere interferenti (briglie, traverse e ponti) e, nei tratti intermedi, in modo da rappresentare fedelmente le variazioni geometriche e strutturali dell'alveo lungo il percorso. In particolare, sono state replicate, con i dati del nuovo rilievo topografico, le sezioni trasversali dello Studio di approfondimento dell'AdBPo, nella loro esatta posizione, al fine di confrontare i valori dei livelli della piena, risultanti dalla modellazione, con quelli definiti nel predetto studio.

Inizialmente la modellazione è stata eseguita con riferimento allo stato attuale del corso d'acqua, al fine di definire l'estensione e le quote del sopralzo degli argini, per garantire ovunque il franco minimo di un metro sui livelli della piena.

Nel modello di calcolo per la configurazione di progetto, la geometria è ottenuta modificando lo schema dello stato di fatto secondo le previsioni della presente proposta progettuale.

4.4 CONDIZIONI AL CONTORNO

Al limite di valle, il tratto di Fiume Mella oggetto della modellazione è caratterizzato dalla presenza di un salto di fondo che costituisce sezione di controllo dei profili del pelo libero. A monte si è imposta la quota del livello della piena TR200 risultante dallo Studio di fattibilità AdBPo, corrispondente al moto uniforme della corrente, generato dalla pendenza del fondo alveo: $i = 0.010$ m/m.

Gli effetti nel calcolo idraulico della stima dei parametri relativi alle condizioni al contorno, sono minimi, se non ininfluenti, per effetto della notevole distanza fra le sezioni estreme del tronco fluviale oggetto della modellazione, ed inoltre poiché il moto si sviluppa con frequenti alternanze del regime veloce e lento.

4.5 COEFFICIENTI DI SCABREZZA

I coefficienti di scabrezza di Manning sono stati scelti a seguito di accurate ricognizioni ed osservazioni locali, quantificati secondo il metodo contenuto nella Direttiva “*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B*” del Piano Stralcio nelle Fasce Fluviali dell’Autorità di Bacino del Fiume Po,

- Alveo compreso fra gli argini

Condizioni dell'alveo	Valori
• Materiali costituenti l'alveo: alluvione fine	$n_0 = 0,025$
• Irregolarità della superficie della sezione: bassa	$n_1 = 0,005$
• Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale: graduale	$n_2 = 0,000$
• Effetto relativo di ostruzioni: trascurabile	$n_3 = 0,000$
• Effetto della vegetazione: fondo alveo	$n_4 = 0,000$
• Effetto della vegetazione: sponde	$n_4 = 0,005$
• Grado di sinuosità dell'alveo: modesto	$m_5 = 1,000$

Coefficienti applicati alle superfici dell'alveo:

$$\text{Fondo alveo: } n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times m_5 = 0,030$$

$$\text{Sponde: } n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times m_5 = 0,035$$

4.6 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO

Il calcolo del profilo idrico della piena è stato condotto con riferimento alla seguente condizione fisica:

Condizione di riferimento: intera portata fluente esclusivamente all'interno degli argini. Aree esterne a flusso nullo anche in caso di livelli idrici superiori alle quote degli argini.

Si tratta di una condizione teorica che tuttavia consente di individuare i tratti di alveo con argini insufficienti e di definire le quote di progetto, affinché la piena sia contenuta fra gli argini nell'intero tronco, con il necessario franco di sicurezza.

4.7 CALCOLO IDRAULICO - PROFILO DEL PELO LIBERO

I risultati del calcolo idraulico sono riportati nella seguente tabella riepilogativa n.1, la quale contiene i valori dei principali parametri idraulici della corrente, (profondità massima dell'acqua, quota del pelo libero, quota dell'altezza critica, quota dell'energia specifica, gradiente idraulico, velocità della corrente nell'alveo, area della sezione di deflusso, tipo di moto permanente), relativi al deflusso delle portate di riferimento aventi tempo di ritorno di 200 anni.

L'andamento e le quote del pelo libero della corrente, risultanti dalla modellazione idraulica eseguita, sono rappresentati nella tavola grafica allegata, elaborato n. 02-03.

4.8 ESAME DEI RISULTATI

Lungo l'intero tronco fluviale considerato, la portata di riferimento, per il tempo di ritorno TR200 (468 m³/s), defluisce all'interno dell'alveo arginato in condizioni di moto permanente assai irregolare, alternando frequentemente il regime lento a quello veloce, con altrettanti risalti idraulici, a causa dell'irregolarità sia del profilo del fondo dell'alveo, caratterizzato da numerosi salti di fondo e cambi di pendenza, sia dalla geometria delle sezioni.

Procedendo con l'esame da monte a valle, si evidenzia che lungo il primo tratto della lunghezza di circa 550 metri, fino alla traversa di presa del Fiume Celato (Sez. 66 della modellazione = Sez. 072.03S AdBPo), a causa di questa struttura interferente si verifica il rallentamento della corrente, la quale defluisce in regime permanente lento. I livelli della piena, all'inizio del tratto sono soggiacenti sia alle sommità degli argini sia alle quote del piano campagna. Procedendo verso la traversa, il franco di sicurezza, rispetto alla sommità degli argini, si riduce progressivamente, fino quasi ad azzerarsi lungo la sponda sinistra, mentre in destra il livello della piena supera l'argine per un breve tratto (Sez. 68).

Il tratto successivo ($L = 622$ metri), fino al ponte della strada comunale Via Mazzini (Sez. 46 della modellazione = Sez. 072P AdBPo), è caratterizzato dalla presenza di una serie di briglie equidistanti fra loro, ciascuna con salto di fondo a cascata tale da provocare il risalto idraulico della corrente. Il livello della piena rimane comunque inferiore alla quota di entrambi gli argini, con franchi variabili da circa 0,70 m a oltre 3,00 m.

Il ponte di Via Mazzini è ad unica luce, di ampiezza tale da costituire un restringimento locale della sezione dell'alveo. Ciò nonostante, il deflusso della piena duecentennale attraverso il ponte avviene a pelo libero, con franco rispetto all'intradosso dell'impalcato di 0,36 metri.

Segue, a breve distanza (174 m), il ponte della S.P. 19, le cui strutture non interferiscono in alcun modo con il deflusso della piena del Mella.

Il successivo tratto a valle del ponte della SP 19, della lunghezza di circa 770 metri, fino alla località Daina, ove l'argine destro s'intesta contro la parete rocciosa del Dosso Boscone, da sezione n. 39 a sezione n. 15 della modellazione, il Mella è arginato lungo entrambe le sponde, con argini maestri in froldo all'incirca alla medesima quota in sommità, di altezza variabile da 1,00 m a 2,80 m rispetto al piano del terreno adiacente ai rilevati arginali.

Lungo questo tratto, il franco idraulico della piena rispetto alla sommità degli argini, sia in destra che in sinistra, è ovunque abbondantemente superiore al metro. In particolare, in corrispondenza del ponte ciclopedonale (Sezione 24) il franco di sicurezza rispetto all'intradosso dell'impalcato è pari a 1,72 m.

A valle della località Daina fino al ponte di Via Campagnola, l'argine della sponda sinistra prosegue per circa 900 metri senza soluzione di continuità, mentre a destra il Mella è limitato dalla parete del Dosso Boscone. Anche questo argine maestro è in froldo, con altezza sul piano campagna via via crescente da monte a valle. Il livello della piena risulta contenuto entro la sommità dell'argine sinistro. I franchi di sicurezza sono generalmente superiori ad 1,50 m e fino a 2,00 m circa, ridotti a 0,90 m poco prima del ponte di Via Campagnola, ove il restringimento della sezione e le strutture del ponte, causano il rallentamento della corrente.

Lungo l'intero tratto oggetto della modellazione, le velocità medie della piena variano attorno ai 5 m/s, con valori estremi minimi di 2,5 m/s e massimi di poco superiori a 7 m/s, localizzati in corrispondenza dei salti di fondo.

Tabella n°1 - Risultati modellazione Fiume Mella Stato di fatto e Progetto (Q = 468 m3/s)

HEC-RAS River: Fiume Mella Reach: Mella Profile: PF 1

Sezioni Hec-Ras	Sezioni Rilievo	Sezioni AdBPo	Plan	Portata (m3/s)	Distanza dalla sez. di valle (m)	Distanza progressiva sezioni (m)	Quota fondo alveo (m)	Quota argine sinistro (m)	Quota argine destro (m)	Profondità massima acqua (m)	Livello idrico (m)	Altezza critica (m)	Energia specifica (m)	Pendenza linea energia (m/m)	Velocità nell'alveo (m/s)	Area di deflusso (m2)	Largezza massima di deflusso (m)	Numero di Froude
73	S1		Stato attuale	468	89,74	3.136,62	220,96	225,46	225,00	3,29	224,25	224,45	225,88	0,009745	5,65	82,79	31,75	1,12
73	S1		Progetto	468	89,74	3.136,62	220,96	225,46	225,00	3,29	224,25	224,45	225,88	0,009745	5,65	82,79	31,75	1,12
72	S2		Stato attuale	468	135,08	3.046,88	219,80	224,53	224,43	3,91	223,72	223,72	225,03	0,008099	5,07	92,29	35,04	1,00
72	S2		Progetto	468	135,08	3.046,88	219,80	224,71	224,43	3,91	223,71	223,71	225,03	0,008102	5,07	92,25	35,02	1,00
71	S3	073	Stato attuale	468	74,46	2.911,80	218,80	223,30	223,54	3,94	222,74	222,44	223,87	0,005864	4,72	99,20	32,90	0,87
71	S3	073	Progetto	468	74,46	2.911,80	218,80	223,74	223,54	3,94	222,74	222,44	223,87	0,005864	4,72	99,20	32,90	0,87
70	S4		Stato attuale	468	73,12	2.837,34	218,14	222,59	222,28	3,91	222,05	222,03	223,35	0,008019	5,05	92,70	34,76	0,99
70	S4		Progetto	468	73,12	2.837,34	218,14	223,22	222,28	3,91	222,05	222,03	223,35	0,008019	5,05	92,70	34,76	0,99
69			Stato attuale	468	142,99	2.764,22	217,89	222,34	222,09	3,69	221,58	221,40	222,79	0,006566	4,89	95,73	33,22	0,92
69			Progetto	468	142,99	2.764,22	217,89	222,81	222,09	3,69	221,58	221,40	222,79	0,006566	4,89	95,73	33,22	0,92
68	S5		Stato attuale	468	12,55	2.621,23	216,90	221,37	220,84	4,09	220,99	220,55	221,86	0,005119	4,15	112,73	134,08	0,79
68	S5		Progetto	468	12,55	2.621,23	216,90	222,01	220,84	4,09	220,99	220,55	221,87	0,005118	4,15	112,74	134,08	0,79
67	S6		Stato attuale	468	21,88	2.608,68	216,93	221,18	220,81	3,72	220,65	220,44	221,77	0,006450	4,68	99,91	35,72	0,89
67	S6		Progetto	468	21,88	2.608,68	216,93	221,57	220,81	3,72	220,65	220,44	221,77	0,006446	4,68	99,93	35,72	0,89
66	S7	072.03S	Stato attuale	468	3,76	2.586,80	217,45	220,70	220,62	2,86	220,31	220,31	221,60	0,007368	5,03	93,05	36,14	1,00
66	S7	072.03S	Progetto	468	3,76	2.586,80	217,45	221,82	220,62	2,87	220,32	220,32	221,60	0,007330	5,02	93,21	36,12	1,00
65			Stato attuale	468	11,33	2.583,04	214,92	220,70	220,59	5,40	220,32	217,90	220,72	0,001217	2,79	167,76	36,21	0,41
65			Progetto	468	11,33	2.583,04	214,92	221,80	220,59	5,40	220,32	217,90	220,72	0,001217	2,79	167,76	36,21	0,41
64			Stato attuale	468	0,10	2.571,71	214,92	220,47	220,49	5,41	220,33	217,91	220,70	0,001081	2,70	173,38	38,64	0,41
64			Progetto	468	0,10	2.571,71	214,92	221,67	220,49	5,41	220,33	217,90	220,70	0,001081	2,70	173,38	38,64	0,41
63			Stato attuale	468	104,82	2.571,61	216,32	221,67	220,49	2,98	219,30	219,30	220,61	0,007173	5,06	92,54	35,40	1,00
63			Progetto	468	104,82	2.571,61	216,32	221,67	220,49	2,98	219,30	219,30	220,61	0,007173	5,06	92,54	35,40	1,00
62	S8		Stato attuale	468	3,99	2.466,79	215,20	219,47	219,77	3,59	218,79	218,47	219,81	0,005412	4,47	104,63	36,74	0,85
62	S8		Progetto	468	3,99	2.466,79	215,20	220,44	219,77	3,59	218,79	218,47	219,81	0,005408	4,47	104,66	36,74	0,85
61	S9	072.02S	Stato attuale	468	2,00	2.462,80	215,20	219,47	219,77	3,27	218,47	218,47	219,76	0,006759	5,04	92,90	35,76	1,00
61	S9	072.02S	Progetto	468	2,00	2.462,80	215,20	220,42	219,77	3,27	218,47	218,47	219,76	0,006769	5,04	92,85	35,76	1,00
60			Stato attuale	468	13,41	2.460,80	214,10	219,43	219,67	2,75	216,85	217,70	219,59	0,019784	7,33	63,81	30,47	1,62
60			Progetto	468	13,41	2.460,80	214,10	220,42	219,67	2,75	216,85	217,70	219,59	0,019785	7,33	63,81	30,47	1,62
59	S10		Stato attuale	468	108,02	2.447,39	213,90	219,38	219,40	3,22	217,12	217,64	219,17	0,014094	6,34	73,78	31,58	1,32
59	S10		Progetto	468	108,02	2.447,39	213,90	220,16	219,40	3,22	217,12	217,64	219,17	0,014096	6,34	73,78	31,58	1,32

Tabella n°1 - Risultati modellazione Fiume Mella Stato di fatto e Progetto (Q = 468 m3/s)

Sezioni Hec-Ras	Sezioni Rilievo	Sezioni AdBPo	Plan	Portata (m3/s)	Distanza dalla sez. di valle (m)	Distanza progressiva sezioni (m)	Quota fondo alveo (m)	Quota argine sinistro (m)	Quota argine destro (m)	Profondità massima acqua (m)	Livello idrico (m)	Altezza critica (m)	Energia specifica (m)	Pendenza linea energia (m/m)	Velocità nell'alveo (m/s)	Area di deflusso (m2)	Largezza massima di deflusso (m)	Numero di Froude
58	S11		Stato attuale	468	9,93	2.339,37	213,60	218,56	218,23	4,01	217,61	217,17	218,56	0,004991	4,32	108,36	36,89	0,80
58	S11		Progetto	468	9,93	2.339,37	213,60	218,68	218,23	4,01	217,61	217,17	218,56	0,004991	4,32	108,36	36,89	0,80
57			Stato attuale	468	1,40	2.329,44	213,60	218,48	218,20	3,55	217,15	217,15	218,47	0,006990	5,09	91,98	35,23	1,01
57			Progetto	468	1,40	2.329,44	213,60	218,62	218,20	3,55	217,15	217,15	218,47	0,006990	5,09	91,98	35,23	1,01
56			Stato attuale	468	17,44	2.328,04	213,31	218,47	218,20	3,23	216,54	216,96	218,40	0,011386	6,05	77,39	32,84	1,26
56			Progetto	468	17,44	2.328,04	213,31	218,61	218,20	3,23	216,54	216,95	218,40	0,011386	6,05	77,39	32,84	1,26
55	S12		Stato attuale	468	94,60	2.310,60	212,85	218,31	218,15	3,09	215,94	216,54	218,12	0,017223	6,55	71,49	32,67	1,41
55	S12		Progetto	468	94,60	2.310,60	212,85	218,52	218,15	3,09	215,94	216,55	218,12	0,017223	6,55	71,49	32,67	1,41
54	S13		Stato attuale	468	3,20	2.216,00	212,19	217,40	217,17	4,02	216,21	215,90	217,22	0,005811	4,46	104,94	37,44	0,85
54	S13		Progetto	468	3,20	2.216,00	212,19	217,97	217,17	4,02	216,21	215,90	217,22	0,005825	4,46	104,86	37,43	0,85
53	S14	072.01S	Stato attuale	468	1,10	2.212,80	212,19	217,39	217,22	3,70	215,89	215,89	217,18	0,006900	5,02	93,17	36,33	1,00
53	S14	072.01S	Progetto	468	1,10	2.212,80	212,19	217,96	217,22	3,71	215,90	215,90	217,18	0,006861	5,01	93,35	36,34	1,00
52			Stato attuale	468	115,25	2.211,70	211,61	217,38	217,17	3,20	214,81	215,45	217,07	0,015934	6,66	70,30	32,74	1,45
52			Progetto	468	115,25	2.211,70	211,61	217,94	217,17	3,20	214,81	215,45	217,07	0,015926	6,66	70,31	32,74	1,45
51	S15		Stato attuale	468	13,22	2.096,45	211,29	216,13	215,88	3,77	215,06	214,60	215,94	0,004189	4,16	112,57	39,44	0,79
51	S15		Progetto	468	13,22	2.096,45	211,29	216,29	215,88	3,77	215,06	214,60	215,94	0,004164	4,14	112,92	39,60	0,78
50			Stato attuale	468	1,50	2.083,23	211,28	216,00	215,78	3,31	214,59	214,59	215,83	0,007061	4,94	94,74	38,09	1,00
50			Progetto	468	1,50	2.083,23	211,28	216,04	215,78	3,31	214,59	214,59	215,83	0,007061	4,94	94,74	38,09	1,00
49			Stato attuale	468	11,88	2.081,73	210,79	215,98	215,76	2,77	213,56	214,17	215,72	0,016220	6,52	71,83	34,61	1,44
49			Progetto	468	11,88	2.081,73	210,79	216,02	215,76	2,77	213,56	214,17	215,72	0,016220	6,52	71,83	34,61	1,44
48	S16		Stato attuale	468	75,16	2.069,85	210,11	215,94	215,85	2,56	212,67	213,52	215,43	0,023127	7,37	63,52	32,07	1,67
48	S16		Progetto	468	75,16	2.069,85	210,11	215,94	215,85	2,56	212,67	213,52	215,43	0,023128	7,37	63,52	32,07	1,67
47	S17		Stato attuale	468	29,89	1.994,69	209,50	215,11	214,98	4,55	214,05	213,26	214,85	0,004024	3,96	118,28	34,15	0,68
47	S17		Progetto	468	29,89	1.994,69	209,50	215,34	214,98	4,55	214,05	213,26	214,85	0,004024	3,96	118,28	34,15	0,68
46	S18	072P	Stato attuale	468	13,00	1.964,80	209,38	215,35	215,35	4,25	213,63	213,11	214,70	0,004412	4,57	102,41	29,48	0,78
46	S18	072P	Progetto	468	13,00	1.964,80	209,38	215,35	215,35	4,25	213,63	213,11	214,70	0,004412	4,57	102,41	29,48	0,78
45			Stato attuale	468	53,80	1.951,80	209,38	215,35	215,35	3,73	213,11	213,11	214,58	0,007266	5,37	87,10	29,48	1,00
45			Progetto	468	53,80	1.951,80	209,38	215,35	215,35	3,73	213,11	213,11	214,58	0,007266	5,37	87,10	29,48	1,00
44			Stato attuale	468	16,09	1.898,00	209,60	213,84	213,79	2,68	212,28	212,68	214,05	0,012797	5,88	79,57	37,12	1,28
44			Progetto	468	16,09	1.898,00	209,60	213,84	213,79	2,68	212,28	212,68	214,05	0,012797	5,88	79,57	37,12	1,28

Tabella n°1 - Risultati modellazione Fiume Mella Stato di fatto e Progetto (Q = 468 m3/s)

Sezioni Hec-Ras	Sezioni Rilievo	Sezioni AdBPo	Plan	Portata (m3/s)	Distanza dalla sez. di valle (m)	Distanza progressiva sezioni (m)	Quota fondo alveo (m)	Quota argine sinistro (m)	Quota argine destro (m)	Profondità massima acqua (m)	Livello idrico (m)	Altezza critica (m)	Energia specifica (m)	Pendenza linea energia (m/m)	Velocità nell'alveo (m/s)	Area di deflusso (m2)	Largezza massima di deflusso (m)	Numero di Froude
43	S19		Stato attuale	468	33,16	1.881,91	209,52	213,70	213,85	3,09	212,61	212,61	213,84	0,007508	4,93	95,00	38,31	1,00
43	S19		Progetto	468	33,16	1.881,91	209,52	213,70	213,85	3,09	212,61	212,61	213,84	0,007508	4,93	95,00	38,31	1,00
42			Stato attuale	468	0,20	1.848,75	209,39	213,45	213,33	2,42	211,81	212,16	213,50	0,011056	5,76	81,27	37,04	1,24
42			Progetto	468	0,20	1.848,75	209,39	213,45	213,33	2,42	211,81	212,16	213,50	0,011056	5,76	81,27	37,04	1,24
41			Stato attuale	468	1,77	1.848,55	209,17	213,45	213,33	2,21	211,38	211,95	213,45	0,015045	6,38	73,34	36,13	1,43
41			Progetto	468	1,77	1.848,55	209,17	213,45	213,33	2,21	211,38	211,95	213,45	0,015045	6,38	73,34	36,13	1,43
40			Stato attuale	468	68,98	1.846,78	209,17	213,43	213,31	2,28	211,45	211,95	213,39	0,014586	6,18	75,75	36,34	1,37
40			Progetto	468	68,98	1.846,78	209,17	213,43	213,31	2,28	211,45	211,95	213,39	0,014586	6,18	75,75	36,34	1,37
39	S20	071.02P	Stato attuale	468	12,23	1.777,80	208,66	212,90	212,62	2,12	210,78	211,17	212,35	0,012460	5,56	84,10	44,69	1,29
39	S20	071.02P	Progetto	468	12,23	1.777,80	208,66	212,90	212,62	2,12	210,78	211,17	212,35	0,012460	5,56	84,10	44,69	1,29
38			Stato attuale	468	8,40	1.765,57	208,50	212,66	212,69	2,12	210,62	210,99	212,20	0,012478	5,57	83,98	44,55	1,30
38			Progetto	468	8,40	1.765,57	208,50	212,66	212,69	2,12	210,62	210,99	212,20	0,012478	5,57	83,98	44,55	1,30
37	S21		Stato attuale	468	23,35	1.757,17	208,39	212,49	212,74	2,30	210,69	210,93	212,04	0,010136	5,13	91,24	45,17	1,15
37	S21		Progetto	468	23,35	1.757,17	208,39	212,49	212,74	2,30	210,69	210,93	212,04	0,010136	5,13	91,24	45,17	1,15
36			Stato attuale	468	1,29	1.733,82	208,08	212,49	212,70	1,84	209,92	210,39	211,70	0,015345	5,91	79,15	43,93	1,41
36			Progetto	468	1,29	1.733,82	208,08	212,49	212,70	1,84	209,92	210,39	211,70	0,015345	5,91	79,15	43,93	1,41
35			Stato attuale	468	96,11	1.732,53	206,71	212,49	212,70	4,07	210,78	209,02	211,13	0,001189	2,65	176,92	44,93	0,43
35			Progetto	468	96,11	1.732,53	206,71	212,49	212,70	4,07	210,78	209,02	211,13	0,001189	2,65	176,92	44,93	0,43
34			Stato attuale	468	0,13	1.636,42	206,81	211,90	211,88	3,87	210,68	209,02	211,03	0,001028	2,63	184,48	50,01	0,43
34			Progetto	468	0,13	1.636,42	206,81	211,90	211,88	3,87	210,68	209,02	211,03	0,001028	2,63	184,48	50,01	0,43
33			Stato attuale	468	69,60	1.636,29	206,48	211,90	211,88	4,24	210,72	208,69	211,01	0,000758	2,40	202,43	50,15	0,37
33			Progetto	468	69,60	1.636,29	206,48	211,90	211,88	4,24	210,72	208,69	211,01	0,000758	2,40	202,43	50,15	0,37
32			Stato attuale	468	21,87	1.566,69	205,90	211,25	211,28	3,75	209,65	209,53	210,80	0,006622	4,77	98,15	37,32	0,94
32			Progetto	468	21,87	1.566,69	205,90	211,25	211,28	3,75	209,65	209,53	210,80	0,006623	4,77	98,14	37,32	0,94
31			Stato attuale	468	1,40	1.544,82	206,15	211,08	211,08	3,75	209,90	208,99	210,56	0,003080	3,58	130,74	40,08	0,63
31			Progetto	468	1,40	1.544,82	206,15	211,08	211,08	3,75	209,90	208,99	210,56	0,003080	3,58	130,73	40,08	0,63
30			Stato attuale	468	9,62	1.543,42	205,28	211,08	211,08	4,81	210,09	208,10	210,47	0,001119	2,73	171,49	40,60	0,42
30			Progetto	468	9,62	1.543,42	205,28	211,08	211,08	4,81	210,09	208,10	210,47	0,001119	2,73	171,49	40,60	0,42
29	S22	071.01	Stato attuale	468	59,77	1.533,80	205,72	211,00	211,09	3,80	209,52	209,01	210,40	0,004810	4,15	112,64	38,02	0,77
29	S22	071.01	Progetto	468	59,77	1.533,80	205,72	211,00	211,09	3,80	209,52	209,01	210,40	0,004812	4,16	112,63	38,02	0,77

Tabella n°1 - Risultati modellazione Fiume Mella Stato di fatto e Progetto (Q = 468 m3/s)

Sezioni Hec-Ras	Sezioni Rilievo	Sezioni AdBPo	Plan	Portata (m3/s)	Distanza dalla sez. di valle (m)	Distanza progressiva sezioni (m)	Quota fondo alveo (m)	Quota argine sinistro (m)	Quota argine destro (m)	Profondità massima acqua (m)	Livello idrico (m)	Altezza critica (m)	Energia specifica (m)	Pendenza linea energia (m/m)	Velocità nell'alveo (m/s)	Area di deflusso (m2)	Largezza massima di deflusso (m)	Numero di Froude
28	S23		Stato attuale	468	30,40	1.474,03	205,38	210,47	210,55	3,32	208,70	208,70	210,00	0,008039	5,03	92,97	35,86	1,00
28	S23		Progetto	468	30,40	1.474,03	205,38	210,47	210,55	3,33	208,71	208,71	210,00	0,008034	5,03	93,00	35,86	1,00
27			Stato attuale	468	0,47	1.443,63	205,13	210,25	210,25	2,76	207,89	208,30	209,65	0,012468	5,88	79,63	38,07	1,30
27			Progetto	468	0,47	1.443,63	205,13	210,25	210,25	2,76	207,89	208,30	209,65	0,012469	5,88	79,63	38,07	1,30
26			Stato attuale	468	55,76	1.443,16	204,43	210,25	210,25	4,56	208,99	207,40	209,45	0,001466	3,01	155,71	39,87	0,49
26			Progetto	468	55,76	1.443,16	204,43	210,25	210,25	4,56	208,99	207,40	209,45	0,001466	3,01	155,71	39,87	0,49
25			Stato attuale	468	79,07	1.387,40	204,71	209,78	209,75	3,36	208,07	207,97	209,23	0,007088	4,76	98,29	37,84	0,94
25			Progetto	468	79,07	1.387,40	204,71	209,78	209,75	3,36	208,07	207,97	209,23	0,007088	4,76	98,29	37,84	0,94
24	S24		Stato attuale	468	3,40	1.308,33	204,55	210,20	210,10	3,38	207,93	207,34	208,74	0,003588	3,98	117,46	39,49	0,74
24	S24		Progetto	468	3,40	1.308,33	204,55	210,20	210,10	3,38	207,93	207,34	208,74	0,003588	3,98	117,46	39,49	0,74
23			Stato attuale	468	7,44	1.304,93	204,55	210,20	210,10	3,35	207,90	207,34	208,72	0,003687	4,02	116,40	39,41	0,75
23			Progetto	468	7,44	1.304,93	204,55	210,20	210,10	3,35	207,90	207,34	208,72	0,003687	4,02	116,40	39,41	0,75
22			Stato attuale	468	85,44	1.297,49	204,53	209,96	209,63	2,87	207,40	207,40	208,64	0,007440	4,95	94,56	37,72	1,00
22			Progetto	468	85,44	1.297,49	204,53	209,96	209,63	2,87	207,40	207,40	208,64	0,007440	4,95	94,56	37,72	1,00
21			Stato attuale	468	50,26	1.212,05	203,56	208,05	208,01	3,71	207,27	206,64	208,05	0,003799	3,92	119,27	39,95	0,72
21			Progetto	468	50,26	1.212,05	203,56	208,05	208,01	3,71	207,27	206,64	208,05	0,003799	3,92	119,27	39,95	0,72
20			Stato attuale	468	26,92	1.161,79	203,50	207,57	207,59	3,01	206,51	206,51	207,74	0,007684	4,92	95,14	38,68	1,00
20			Progetto	468	26,92	1.161,79	203,50	207,57	207,59	3,01	206,51	206,51	207,74	0,007684	4,92	95,14	38,68	1,00
19			Stato attuale	468	54,24	1.134,87	203,17	207,40	207,38	2,53	205,70	206,10	207,42	0,014454	5,81	80,51	39,13	1,29
19			Progetto	468	54,24	1.134,87	203,17	207,40	207,38	2,53	205,70	206,10	207,42	0,014454	5,81	80,51	39,13	1,29
18	S25		Stato attuale	468	25,83	1.080,63	203,00	206,90	206,93	2,85	205,85	205,62	206,81	0,005189	4,35	107,63	42,52	0,87
18	S25		Progetto	468	25,83	1.080,63	203,00	206,90	206,93	2,85	205,85	205,62	206,81	0,005189	4,35	107,63	42,52	0,87
17	S26	071	Stato attuale	468	20,86	1.054,80	202,47	206,66	206,71	3,04	205,51	205,51	206,63	0,008274	4,68	99,95	44,53	1,00
17	S26	071	Progetto	468	20,86	1.054,80	202,47	206,66	206,71	3,04	205,51	205,51	206,63	0,008274	4,68	99,95	44,53	1,00
16			Stato attuale	468	27,87	1.033,94	202,32	206,69	206,69	2,44	204,76	205,14	206,36	0,014342	5,61	83,49	44,65	1,31
16			Progetto	468	27,87	1.033,94	202,32	206,69	206,69	2,44	204,76	205,14	206,36	0,014342	5,61	83,49	44,65	1,31
15	S27		Stato attuale	468	33,73	1.006,07	202,13	206,49	206,49	2,63	204,76	204,84	205,94	0,008885	4,80	97,60	45,68	1,05
15	S27		Progetto	468	33,73	1.006,07	202,13	206,49	206,49	2,63	204,76	204,84	205,94	0,008885	4,80	97,60	45,68	1,05
14			Stato attuale	468	118,39	972,34	201,67	206,27	204,93	2,52	204,19	204,45	205,56	0,012317	5,20	89,98	47,01	1,20
14			Progetto	468	118,39	972,34	201,67	206,27	204,93	2,52	204,19	204,45	205,56	0,012317	5,20	89,98	47,01	1,20

Tabella n°1 - Risultati modellazione Fiume Mella Stato di fatto e Progetto (Q = 468 m3/s)

Sezioni Hec-Ras	Sezioni Rilievo	Sezioni AdBPo	Plan	Portata (m3/s)	Distanza dalla sez. di valle (m)	Distanza progressiva sezioni (m)	Quota fondo alveo (m)	Quota argine sinistro (m)	Quota argine destro (m)	Profondità massima acqua (m)	Livello idrico (m)	Altezza critica (m)	Energia specifica (m)	Pendenza linea energia (m/m)	Velocità nell'alveo (m/s)	Area di deflusso (m2)	Largezza massima di deflusso (m)	Numero di Froude
13			Stato attuale	468	61,18	853,95	200,65	205,30	224,58	2,92	203,57	203,57	204,63	0,008510	4,58	102,25	47,86	1,00
13			Progetto	468	61,18	853,95	200,65	205,30	224,58	2,92	203,57	203,57	204,63	0,008510	4,58	102,25	47,86	1,00
12	S28		Stato attuale	468	80,23	792,77	199,53	204,71	225,76	3,21	202,74	202,95	204,04	0,010440	5,04	92,80	47,93	1,16
12	S28		Progetto	468	80,23	792,77	199,53	204,71	225,76	3,21	202,74	202,95	204,04	0,010440	5,04	92,80	47,93	1,16
11			Stato attuale	468	81,74	712,54	198,32	203,78	216,67	2,62	200,94	201,46	202,89	0,018245	6,18	75,72	39,92	1,43
11			Progetto	468	81,74	712,54	198,32	203,78	216,67	2,62	200,94	201,46	202,89	0,018245	6,18	75,72	39,92	1,43
10	S29	070.01	Stato attuale	468	78,37	630,80	197,07	203,10	225,23	4,63	201,70	200,98	202,39	0,003606	3,69	126,87	43,30	0,69
10	S29	070.01	Progetto	468	78,37	630,80	197,07	203,10	225,23	4,63	201,70	200,98	202,39	0,003606	3,69	126,87	43,30	0,69
9			Stato attuale	468	262,63	552,43	196,46	202,47	213,90	4,13	200,59	200,55	201,92	0,008106	5,11	91,52	32,79	0,98
9			Progetto	468	262,63	552,43	196,46	202,47	213,90	4,13	200,59	200,55	201,92	0,008106	5,11	91,52	32,79	0,98
8	S30	070	Stato attuale	468	64,09	289,80	195,40	200,92	201,91	3,12	198,52	198,52	199,72	0,008317	4,85	96,44	40,04	1,00
8	S30	070	Progetto	468	64,09	289,80	195,40	200,92	201,91	3,12	198,52	198,52	199,72	0,008317	4,85	96,44	40,04	1,00
7	S31		Stato attuale	468	50,07	225,71	195,15	200,58	201,36	3,43	198,58	197,87	199,10	0,003139	3,19	146,81	56,30	0,63
7	S31		Progetto	468	50,07	225,71	195,15	200,58	201,36	3,43	198,58	197,87	199,10	0,003139	3,19	146,81	56,30	0,63
6			Stato attuale	468	46,67	175,64	194,76	200,25	200,00	3,81	198,57	197,16	198,95	0,001578	2,74	170,81	49,64	0,47
6			Progetto	468	46,67	175,64	194,76	200,25	200,00	3,81	198,57	197,16	198,95	0,001578	2,74	170,81	49,64	0,47
5			Stato attuale	468	77,17	128,97	194,39	199,97	199,59	4,14	198,53	196,93	198,87	0,001340	2,60	179,91	49,97	0,44
5			Progetto	468	77,17	128,97	194,39	199,97	199,59	4,14	198,53	196,93	198,87	0,001340	2,60	179,91	49,97	0,44
4	S32	069.03P	Stato attuale	468	0,20	51,80	194,16	199,01	199,11	3,95	198,11	196,90	198,71	0,002359	3,45	135,72	36,76	0,57
4	S32	069.03P	Progetto	468	0,20	51,80	194,16	199,01	199,11	3,95	198,11	196,90	198,71	0,002359	3,45	135,72	36,76	0,57
3,5			Bridge															
3			Stato attuale	468	30,60	47,40	194,16	199,01	199,11	3,85	198,01	196,90	198,65	0,002565	3,55	131,98	36,64	0,60
3			Progetto	468	30,60	47,40	194,16	199,01	199,11	3,85	198,01	196,90	198,65	0,002565	3,55	131,98	36,64	0,60
2		069.02S	Stato attuale	468	16,80	16,80	194,04	197,93	197,93	2,95	196,99	196,99	198,44	0,007770	5,34	87,67	30,14	1,00
2		069.02S	Progetto	468	16,80	16,80	194,04	197,93	197,96	2,95	196,99	196,99	198,44	0,007770	5,34	87,67	30,14	1,00
1			Stato attuale	468			190,62	196,07	196,07	1,72	192,34	193,80	197,77	0,054948	10,32	45,33	26,54	2,52
1			Progetto	468			190,62	196,07	196,07	1,72	192,34	193,80	197,77	0,054948	10,32	45,33	26,54	2,52

5. SINTESI DELLO STUDIO E MOTIVAZIONE DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

Premessa

Il rilievo topografico recente del corso fluviale e delle opere interferenti, conferma sostanzialmente i dati dello studio dell'AdBPo. In particolare, le sezioni trasversali utilizzate nella modellazione idraulica e le caratteristiche dei manufatti interferenti (ponti e traverse) del predetto studio, trovano corrispondenza con la situazione attuale, risultante dal rilievo di dettaglio, sia per quanto riguarda la posizione che la geometria e le quote altimetriche.

Anche l'andamento del profilo idraulico al colmo della piena di riferimento, calcolato con maggior dettaglio del modello geometrico, definito sulla base di un rilievo topografico recente, trova sostanziale corrispondenza con quello risultante dallo studio dell'AdBPo. In particolare sono confermate le criticità e le insufficienze dell'assetto difensivo.

Analisi idraulica

La verifica dell'andamento del profilo idraulico longitudinale, da Costorio a Campagnola, dimostra come, nella situazione attuale, la piena di riferimento sia contenuta entro l'alveo inciso arginato dell'intero tronco fluviale, con la sola eccezione di un breve tratto, a monte della traversa di presa del F. Celato a Costorio (Sez. 072.03S AdBPo), ove il livello della piena supera l'argine destro per un'altezza massima di 0,14 m.

L'insufficienza del franco idraulico si riscontra, oltre che a monte della traversa di presa del F. Celato, anche lungo il tratto immediatamente seguente la traversa stessa, in corrispondenza delle briglie presenti a monte del ponte di Via Mazzini (Sez. 072P AdBPo), ove il franco, rispetto all'attuale sommità arginale, si riduce a 0,60-0,80 m circa.

Nella restante parte del tronco fluviale, il franco si mantiene ovunque superiore ad un metro, con la sola insufficienza lungo un breve tratto a monte del ponte di Via Campagnola (Sez. 069.03P AdBPo), ove si riduce al massimo a 0,90 m.

Rispetto al piano campagna si riscontrano le seguenti situazioni:

All'inizio del tronco fluviale allo studio, in corrispondenza del confine comunale fra Villa Carcina e Concesio, il livello della piena soggiace rispetto al terreno ad entrambe le sponde non arginate.

Successivamente il fiume è arginato senza soluzione di continuità, con argini maestri in froldo, a quote delle sommità generalmente uguali fra sinistra e destra. Anche il piano campagna non presenta sostanziali differenze di quota nel confronto fra le due sponde, con andamento in graduale e costante pendenza nella direzione del corso fluviale e del fondo valle.

Il livello della piena si mantiene a quota superiore rispetto al piano campagna di valori compresi fra pochi centimetri e fino a poco oltre 1,70 m, nel tratto fra Costorio ed il ponte di Via Mazzini, con valori massimi in sinistra.

Dal ponte della SP 19 (Sez. 071-02P AdBPo) alla passerella ciclopedonale a monte della Sez. 071 AdBPo loc. Daina, il profilo della piena soggiace rispetto al corrispondente profilo del piano campagna, di valori variabili da pochi centimetri ad oltre un metro.

Proseguendo verso valle, in destra l'argine s'intesta contro la parete rocciosa del Dosso Boscone (loc. Daina) ed il piano campagna si approfondisce lungo la sacca, a tergo dell'argine, in cui confluiscono le acque di ruscellamento, dirette allo scarico in Mella contro il piede della pendice montuosa al termine del rilevato arginale.

In sinistra prosegue l'argine in frodo ed il piano campagna degrada a pendenza maggiore rispetto all'andamento del profilo della piena, talché la quota del pelo libero aumenta gradualmente da zero a 2,33 m presso il ponte di Via Campagnola (Sez. 079-03P AdBPo), contro il rilevato stradale di accesso al ponte stesso.

Poiché lungo il tronco precedente quello in argomento, le esondazioni presso il ponte della frazione Cailina di Villa Carcina (Sez. 076P AdBPo) possono rientrare nell'alveo lungo il tratto non arginato precedente la frazione Costorio, ed in cui il livello della piena è a quota inferiore rispetto al ciglio di sponda ed al piano campagna, gli allagamenti del territorio da Costorio a Campagnola, possono verificarsi solamente per tracimazione delle sponde e degli attuali argini a monte della traversa di presa del Fiume Celato (Sez. 072.03S AdBPo)

Analizzando gli aspetti relativi all'uso del suolo ed all'urbanizzazione del territorio in sponda sinistra del Mella, all'interno del quale è tracciato nella cartografia del PAI, esternamente agli argini maestri, il limite di progetto fra la Fascia B e la Fascia C, si evidenzia che, in caso di esondazione del Mella presso la frazione Costorio, le acque allagano la vasta area urbanizzata del fondo valle, defluendo verso Sud, per effetto della costante pendenza del terreno, senza possibilità di rientrare nell'alveo, a causa della presenza ininterrotta degli argini.

La viabilità locale ed il canale irriguo del Consorzio Federativo Utenze del Mella, esistente nel territorio alla sinistra del Mella con percorso tendente ad allontanarsi dal corso fluviale, costituiscono vie preferenziali per il rapido scorrimento delle acque esondate, verso le aree densamente urbanizzate e la viabilità principale.

Si evidenzia inoltre che, lungo tutto il corso del Mella, dalle origini fino oltre la città di Brescia, a causa della morfologia del territorio ed all'uso del suolo, non vi sono aree che possano essere convenientemente ed efficacemente destinate all'espansione ed alla laminazione della piena.

L'espansione delle acque al di fuori dell'alveo inciso, può avvenire generalmente solo a seguito della rottura delle opere di difesa (argini o muri spondali), con la diversione delle acque verso territori urbanizzati.

Proposta progettuale

L'opera idraulica di controllo delle inondazioni alla sinistra orografica del Mella, in Comune di Concesio, prevista nel PAI, segue quello che era il tracciato della prima ipotesi di realizzazione dell'Autostrada della Valle Trompia, ora radicalmente modificato. L'ipotesi di far coincidere la difesa idraulica del predetto territorio con il tracciato autostradale, non è più attuabile.

I risultati dello Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Mella, redatto a cura dell'AdBPo e le risultanze degli approfondimenti tecnici compiuti, consentono di proporre la realizzazione dell'opera di difesa idraulica secondo un tracciato diverso rispetto a quello indicato nel PAI.

Accertato lo stato di consistenza e di efficienza degli argini esistenti lungo l'intero tronco fluviale, e la situazione relativa all'uso del suolo nel territorio sia in sinistra sia in destra orografica, si ritiene necessario l'adeguamento degli argini maestri al contenimento della piena relativa al tempo di ritorno di 200 anni, con franco di sicurezza non minore di un metro, così come definito nell'assetto di progetto dello studio di fattibilità dell'AdBPo, mediante la realizzazione delle opere previste nel progetto definitivo-esecutivo del Primo lotto di interventi, per quanto riguarda la sponda sinistra, e nel presente progetto definitivo-esecutivo del Secondo lotto – Parte Prima degli interventi, per quanto riguarda la sponda destra.

Fasce fluviali

Lungo il tronco fluviale in oggetto, le aree esterne all'argine sono sottratte all'espansione delle piene e non possono costituire luoghi ove possa accumularsi temporaneamente parte del volume della piena, né tanto meno ove possa instaurarsi uno scorrimento d'acqua regolare e controllato, utile al deflusso verso valle della piena.

Nello studio di fattibilità dell'AdBPo, in particolare per la località Campagnola, il limite esterno della fascia B è tracciato in coincidenza con l'andamento dell'argine fluviale, coerentemente con i risultati delle analisi e della configurazione di progetto della sistemazione idraulica.

Brescia, 30 Marzo 2018

Dott. Ing. Giuseppe Rossi