

AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO

UFFICIO OPERATIVO DI CREMONA

area Po Lombardo - sub area Lombardia orientale

Lavori per la riduzione del rischio residuo e miglioramento del sistema difensivo del torrente Cherio tra il ponte su via Don Faustino Narcisi e la confluenza in fiume Oglio, in comune di Palosco (BG).

PROGETTO ESECUTIVO

		n. perizia
		prot.n.
elaborato	titolo elaborato	data
02	RELAZIONE IDRAULICA	scala elaborato ---

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE
A		
B		
C		
D		

IL PROGETTISTA:

Ing. Andrea CORONA

SEVA

C.so Sempione 33 - 20145 Milano

P.I. e C.F. 00196480073

Tel. 02 34938076



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Marco LA VEGLIA

Sommario

1.	PREMESSA	2
2.	INQUADRAMENTO FISICO DELL'INTERVENTO	3
2.1.	TENDENZA EVOLUTIVA DEL TORRENTE CHERIO (STUDIO DI FATTIBILITÀ DELL'ADBPO, 2003).....	5
2.2.	SCABREZZA DEL TORRENTE CHERIO (STUDIO DI FATTIBILITÀ DELL'ADBPO, 2003)	8
2.3.	CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEL MATERIALE D'ALVEO.	9
3.	INDIVIDUAZIONE DEL PROFILO DI PIENA	11
3.1	PREMESSE ALL'ANALISI IDRAULICA.....	11
3.2	IL PROFILO DI PIENA CONSIDERATO	11
3.3	SIMULAZIONI NUMERICHE – PORTATE E LIVELLI DI PIENA	14
4.	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI E PROPOSTA DI AGGIORNAMENTO DELLE ARGINATURE	19

1. PREMESSA

L'Agenzia Interregionale per il fiume Po - Ufficio Territoriale di Cremona, ha competenza sulla realizzazione degli interventi di carattere idraulico sui corsi d'acqua classificati come Reticolo idrico principale (RIP) secondo quanto previsto dalla l.r. n. 4 del 15 marzo 2016 *"Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua"*.

Alla luce dell'approfondita analisi idraulica compiuta dall'Autorità di Bacino del fiume Po le cui risultanze sono riportate all'interno dello *"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"* (2003 ÷ 2006), elencato nell'Allegato 1 alla DGR 8/7374 del 28 Maggio 2008, A.I.PO ha previsto di finanziare con proprie risorse un intervento di riduzione del rischio residuo e di miglioramento del sistema difensivo di entrambe le sponde del torrente Cherio tra il ponte su via Don Faustino Narcisi alla confluenza in fiume Oglio, in comune di Palosco (BG), dal titolo: *"Lavori per la riduzione del rischio residuo e miglioramento del sistema difensivo del torrente Cherio tra il ponte su via Don Faustino Narcisi e la confluenza in fiume Oglio, in comune di Palosco (BG)"*, che costituisce l'oggetto della presente relazione.

Nel tratto di valle del torrente Cherio, in prossimità dell'abitato del Comune di Palosco (BG), lo Studio di Fattibilità compiuto dall'Autorità di Bacino del fiume Po ha fatto emergere infatti problematiche relative ai franchi di sicurezza delle arginature, sia in sinistra che in destra idraulica, tra il ponte su via Don Faustino Narcisi e la confluenza in fiume Oglio.

Ad ulteriore conferma delle risultanze dell'analisi idraulica compiuta dall'Autorità di Bacino del fiume Po si, riportati sinteticamente in Tabella 2, si sono altresì confrontati i livelli di piena attesi con quanto previsto nell'analisi idraulica di dettaglio bidimensionale curata dalla ETATEC – STUDIO PAOLETTI Srl, commissionata da SEVA Srl nell'ambito di Autorizzazione Unica per la riattivazione e l'esercizio dell'impianto idroelettrico siti in Comune di Pontoglio (BS), prossimo all'area d'intervento.

Come descritto nel prosieguo della trattazione l'intervento consiste pertanto nel miglioramento del sistema difensivo esistente al fine della riduzione del rischio residuo di aree interessate da periodici allagamenti, costituite da una porzione dell'espansione urbana di Palosco in sponda destra e da parti periferiche dell'abitato di Palosco in sponda sinistra della parte terminale del torrente Cherio prima dell'immissione nel fiume Oglio.

2. INQUADRAMENTO FISICO DELL'INTERVENTO

Il torrente Cherio nasce dal monte Torrezzo, forma il lago di Endine e la Val Cavallina e confluisce da destra nell'Oglio a valle dell'abitato di Palosco.

Il corpo idrico, con un estensione complessiva di circa 40 Km di cui circa 27 km a valle del lago di Endine, attraversa un territorio densamente popolato toccando i comuni di Spinone al Lago, Monasterolo del Castello, Casazza, Vigano S. Martino, Grone, Borgo di Terzo, Luzzana, Entratico, Trescore Balneario, Gorlago, Carrobbio degli Angeli, Bolgare, Calcinato e Palosco. Per lunghi tratti l'alveo risulta canalizzato, nel primo tratto anche rivestito. Dove non rivestito artificialmente, il letto del Cherio è prevalentemente ghiaioso-ciottoloso, con una pendenza variabile tra lo 0,5% e l'1,4%.

Il corso del torrente Cherio può essere suddiviso in quattro tronchi omogenei in base alle caratteristiche del sistema territoriale e a quelle geomorfologiche proprie dell'asta fluviale (Figura 1):

✓ *Tronco 1 - dal Lago di Endine a Trescore Balneario-Castello (CI04):*

In tale tratto, che si sviluppa per una lunghezza di circa 11,3 km, il Cherio è caratterizzato da una bassa tortuosità e da una pendenza del fondo alveo dell'ordine dello 0,82%.

Il tessuto urbano è continuo con tipologie residenziali e commerciali generalmente molto vicine al corso d'acqua mentre sono assenti estese aree verdi in prossimità dell'alveo. La principale infrastruttura, localizzata in destra idrografica a breve distanza dal corso d'acqua, è la SS n.42.

✓ *Tronco 2 - da Trescore Balneario-Castello a Bolgare-Cascina Tezza (CI03):*

In questo tratto, che si sviluppa per una lunghezza di circa 12,5 km, la tortuosità del fiume è piuttosto rilevante e il fondo alveo ha una pendenza media dell'ordine dello 0,55%. All'interno del sistema territoriale si alternano aree urbanizzate (20%) e aree ad uso agricolo (70%);

✓ *Tronco 3 - da Bolgare-Cascina Tezza a Palosco-Villa Gallinetti (CI02):*

In tale tratto, che si sviluppa per una lunghezza di circa 2,8 km, il fondo alveo ha una pendenza media di circa 0,64%. Si evidenzia la presenza di tipologie territoriali marcatamente rurali-naturali con assenza di zone urbanizzate.

✓ *Tronco 4 - da Palosco-Villa Gallinetti alla confluenza Oglio (CI01):*

- ✓ Il tale tratto, che si sviluppa per una lunghezza di circa 3,0 km, il fondo alveo ha una pendenza media di (0,63%). Il territorio è prevalentemente agricolo con un'urbanizzazione accentuata sulla sinistra idrografica, in prossimità dell'area d'intervento. La principale infrastruttura di trasporto presente è rappresentata dalla SS n.573.

Il tratto di torrente Cherio oggetto del presente studio è compreso all'interno dell'ultimo tronco,

come evidenziato nella Figura 1 ed in particolare si estende indicativamente tra la progressiva km 39.2 (sezione CI-04, presso l'abitato di Palosco) e la progressiva km 40.2 (confluenza fiume Oglio).

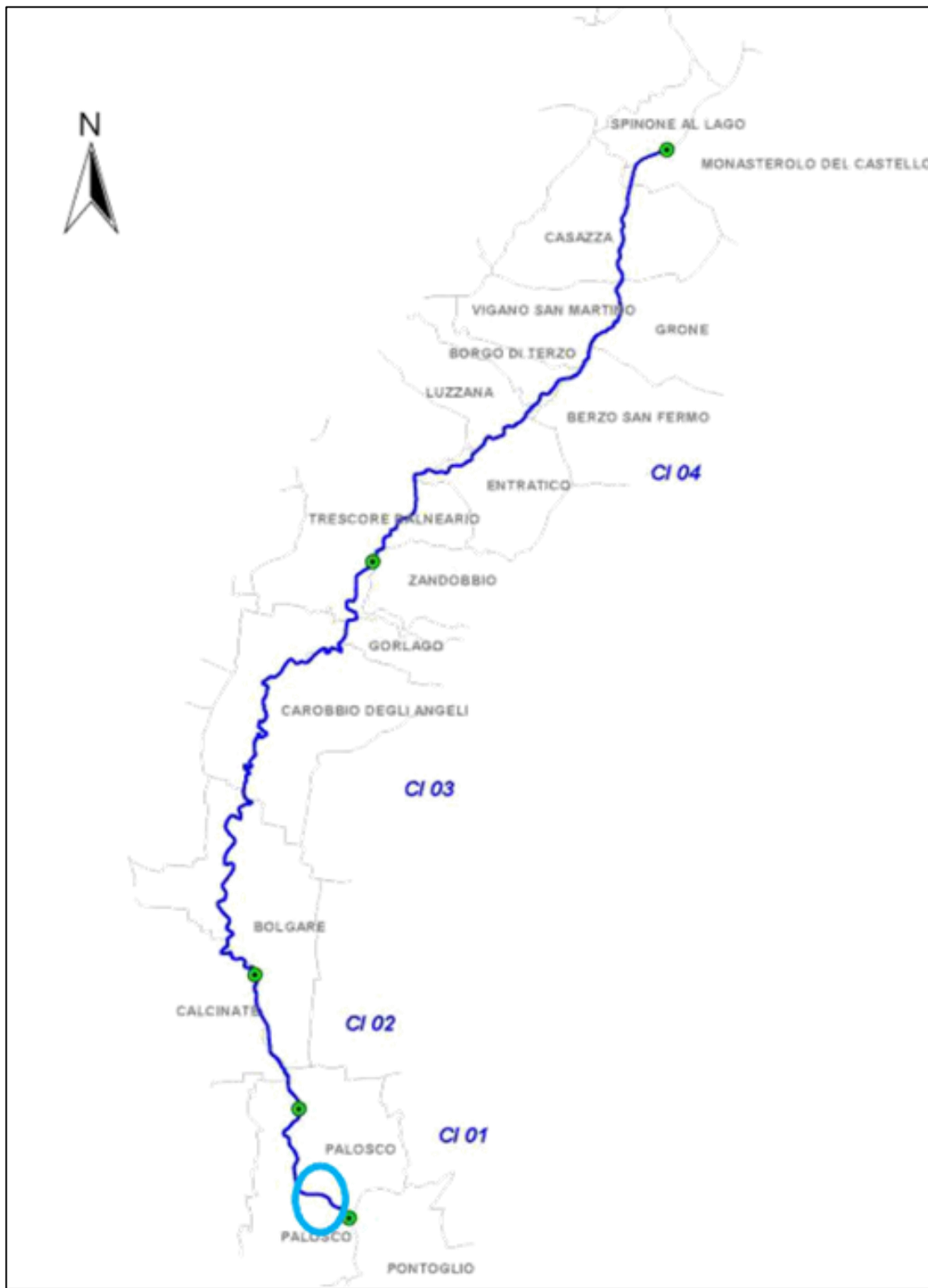


Figura 1. Fiume Cherio: suddivisione in tronchi omogenei (il tratto oggetto del presente studio è evidenziato dal cerchio azzurro).

2.1. **Tendenza evolutiva del torrente Cherio (Studio di fattibilità dell'AdBPo, 2003)**

Nell'ambito dello studio di fattibilità dell'AdBPo citato in premessa (Studio di fattibilità AdBPo, 2003) sono state condotte analisi volte a caratterizzare l'evoluzione storica dei corsi d'acqua, anche in relazione agli interventi di sistemazione idraulica eseguiti. Sulla base delle modificazioni intercorse (naturali e antropiche) e dei fenomeni morfologici in atto è stata stimata la tendenza evolutiva dell'alveo e il grado di stabilità dello stesso, valutando inoltre le possibili riattivazioni di forme fluviali relitte in riferimento ai principali eventi di piena.

Tale analisi ha fornito un quadro della dinamica evolutiva per variazione della tipologia prevalente dell'alveo, degli indici morfometrici, della stabilità delle sponde e del fondo alveo.

Ciò ha consentito di definire:

- ✓ la stabilità morfologica della fascia fluvio-golenale (alveotipo);
- ✓ la caratterizzazione e la variazione nel tempo delle forme del modellamento fluviale;
- ✓ lo spazio di mobilità storico e l'ampiezza d'equilibrio dei corsi d'acqua;
- ✓ le zone di potenziale erosione laterale relativa ad una definita proiezione temporale partendo dal calcolo del tasso di erosione laterale medio annuo;
- ✓ i tratti dei corsi d'acqua con fondo stabile, in abbassamento e in innalzamento;
- ✓ le forme riattivabili, con particolare riferimento ai paleoalvei ed alvei abbandonati, distinte per classi di pericolosità (piene per tempo di ritorno <50 anni, per tempo di ritorno compreso fra 50 e 100 anni, per tempo di ritorno > a 100 anni);
- ✓ le classi di criticità per mobilità planimetrica e del profilo di fondo alveo distinte in alta, media e bassa.

Di seguito si riportano, relativamente al tratto di interesse per lo studio in oggetto, le principali risultanze delle analisi condotte.

Il fiume Cherio è caratterizzato nel tratto in esame da un alveotipo unicursale sinuoso meandriforme, con sezione trasversale di tipo asimmetrica e pendenza media del fondo alveo moderata (0.63 %). Il materiale di fondo alveo prevalente è costituito da ghiaia con ciottoli sabbiosa. Questo tratto è caratterizzato in generale da una moderata mobilità laterale essendo presenti confinamenti laterali antropici a protezione del centro abitato di Palosco.

Solo in corrispondenza di C.na Portico si può osservare una leggera traslazione laterale dell'alveo verso Sud nell'intervallo 1889 – 1954. Nell'intervallo 1889 – 1954 si osserva inoltre una leggera traslazione verso Nord del punto di confluenza con il fiume Oglio.

Dall'analisi delle informazioni morfometriche multitemporali non si osserva una variazione significativa della larghezza media dell'alveo e dell'indice di entrenchment, a indicare una tendenza del fondo alveo alla sostanziale stabilità. Ciò è indipendente dalla presenza di opere trasversali in alveo, assai scarsa in questo tratto. La protezione offerta dalle opere longitudinali risulta moderata in

sponda destra e alta in sponda sinistra.

In Figura 2 è riportato lo stralcio planimetrico delle cartografia relativa all'elaborato 3.1.1.6/2/1C "Tendenze evolutive - Carta di analisi", mentre nella Figura 3 è riportato un estratto della cartografia relativa all'elaborato 3.1.1.6/2/2C "Tendenze evolutive - Carta di sintesi" riportate nello Studio di Fattibilità del tratto di torrente Cherio d'interesse (AdBPo, 2003).

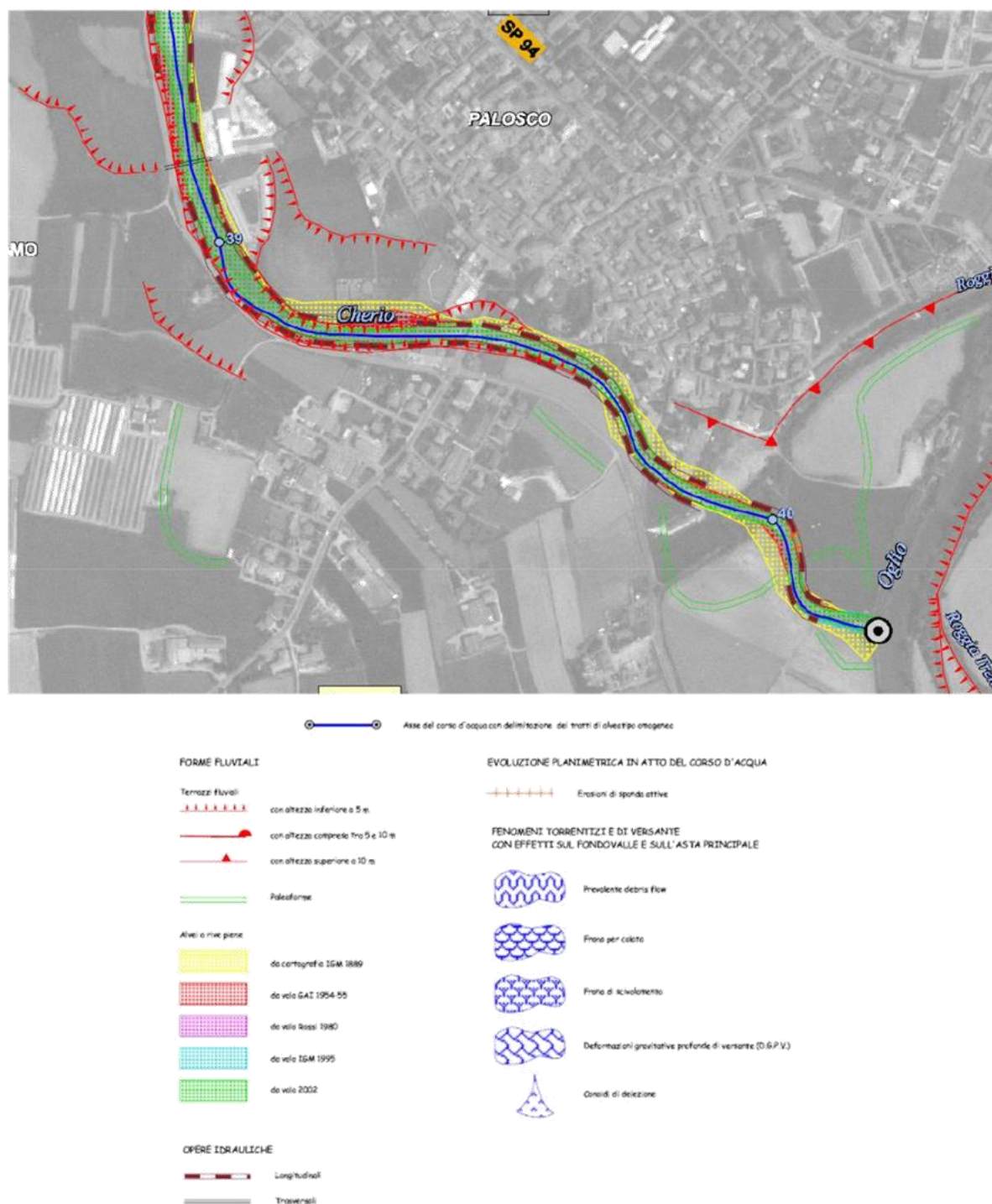
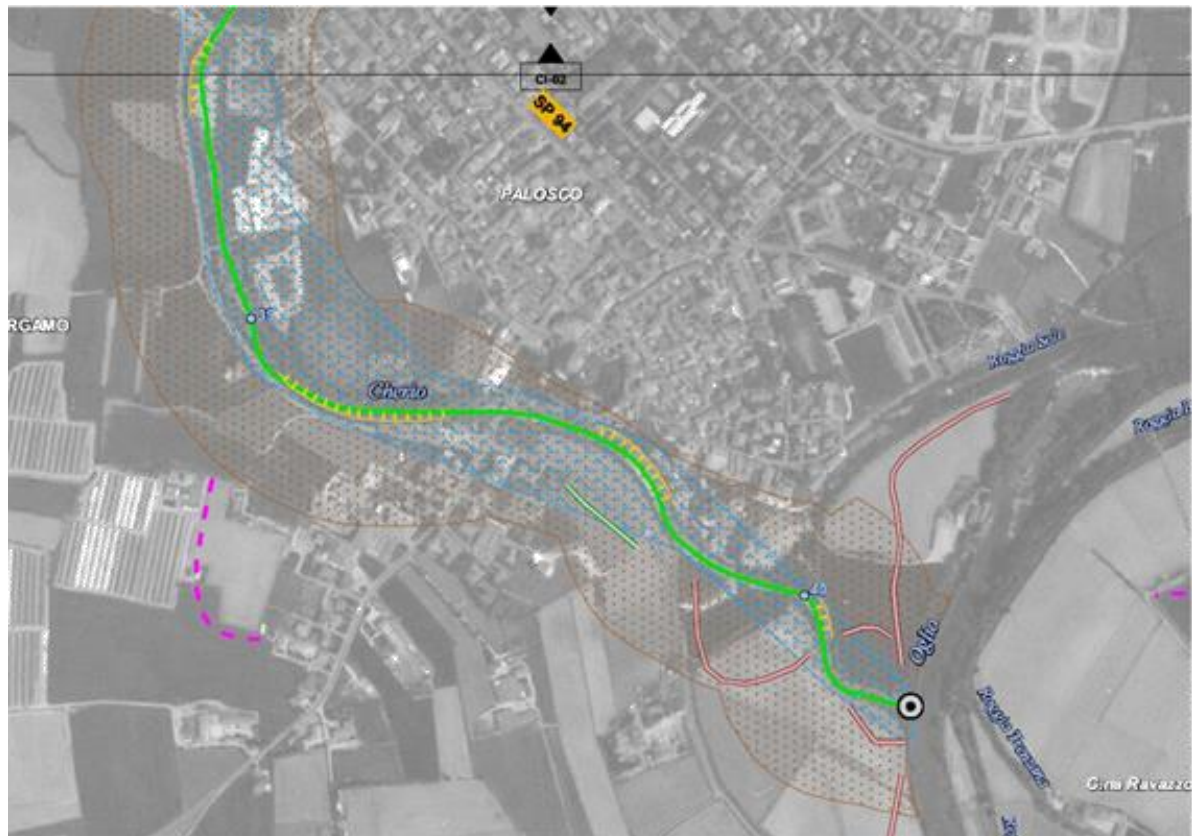


Figura 2. Tendenze evolutive torrente Cherio - Carta di analisi (fonte: Studio di fattibilità AdBPo, 2003)



LEGENDA

EVOLUZIONE PLANIMETRICA DEL CORSO D'ACQUA

Settori di sponda in erosione

- intensa
- moderata

Spazio di mobilità planimetrica dell'alveo

- Spazio di mobilità storico
- Ampiezza d'equilibrio*
- Aree potenzialmente erodibili a breve termine (10 anni)
- Aree potenzialmente erodibili a medio termine (25 anni)
- Aree potenzialmente erodibili a lungo termine (50 anni)

* NB. L'ampiezza d'equilibrio è stata definita, in base al concetto dell'equilibrio dinamico e secondo l'approccio proposto dall'Agente de l'Eau Rive Méditerranée-Corse modificato per il presente lavoro. Secondo questo approccio per i corsi d'acqua sinuosi e meandriformi l'ampiezza d'equilibrio è pari a 10 volte la lunghezza dell'alveo affluente a valle, mentre per i corsi d'acqua planorivi è stato ritenuto essere uguale all'ampiezza dello spazio di mobilità storico misurato nei settori non inghiottiti e incassati. Nel presente lavoro, per i corsi d'acqua sinuosi e meandriformi, l'area corrispondente all'ampiezza d'equilibrio sarà rappresentata suddividendo le eventuali aree occupate dai versanti e dai principali canali.

FORME FLUVIALI

Paleoforme riattivabili

- per eventi con $T_r < 50$ anni
- per eventi con $50 < T_r < 100$ anni
- per eventi con $T_r > 100$ anni

Paleoforme non riattivabili

TENDENZA DEL CORSO D'ACQUA

- Tratti con fondo alveo in innalzamento e delimitazione dei tratti di alveo tipo omogeneo
- Tratti con fondo alveo in abbassamento e delimitazione dei tratti di alveo tipo omogeneo
- Tratti con fondo alveo stabile e delimitazione dei tratti di alveo tipo omogeneo

Figura 3. Tendenze evolutive torrente Cherio - Carta di sintesi (fonte: Studio di fattibilità AdBPo, 2003)

Considerando la ricorrenza dei livelli idrici in grado di riattivare i paleoalvei e gli alvei abbandonati presenti in corrispondenza della confluenza del fiume Oglio, si può definire pertanto il tratto di

torrente Cherio oggetto d'intervento, un'alta propensione alla riattivazione di queste paleoforme. La tendenza all'erosione spondale in questo tratto risulta bassa.

In conclusione, in base alle osservazioni sopra indicate, si può definire per questo tratto una criticità media per la mobilità planimetrica e una criticità bassa per la mobilità del profilo di fondo. Queste sono indotte principalmente dalla presenza nella parte iniziale del tratto, di alvei abbandonati ad alta propensione alla riattivazione.

2.2. Scabrezza del torrente Cherio (Studio di fattibilità dell'AdBPo, 2003)

La modellazione idraulica monodimensionale condotta nell'ambito dello studio dell'AdBPo prevede l'attribuzione di un valore di coefficiente di scabrezza lungo il perimetro bagnato della sezione trasversale, in funzione delle caratteristiche della copertura e del materiale presente lungo il contorno medesimo. Il coefficiente di scabrezza adottato, sezione per sezione, è quello n di Manning.

Nella Figura 4 si riporta la mappa delle scabrezze nell'area di progetto.



MAPPA DELLE SCABREZZE
coefficiente n di Manning ($\text{sm}^{-1/3}$) e usi del suolo

	0.04-0.06 Prati e pascoli, zone aperte con vegetazione rada o assente
	0.06-0.08 Seminativi, zone agricole eterogenee, vivai, vegetazione erbacea
	0.08-0.16 Formazioni arbustive dense, zone boscate
	0.08-0.12 Zona a vegetazione ripariale
	0.12-0.16 Aree a vegetazione boschiva
	0.16-0.18 Tessuto urbano discontinuo, aree verdi urbane
	0.16-0.20 Aree industriali e commerciali
	0.18-0.20 Tessuto urbano continuo

Figura 4. Mappa delle scabrezze (fonte: Studio di fattibilità AdBPo)

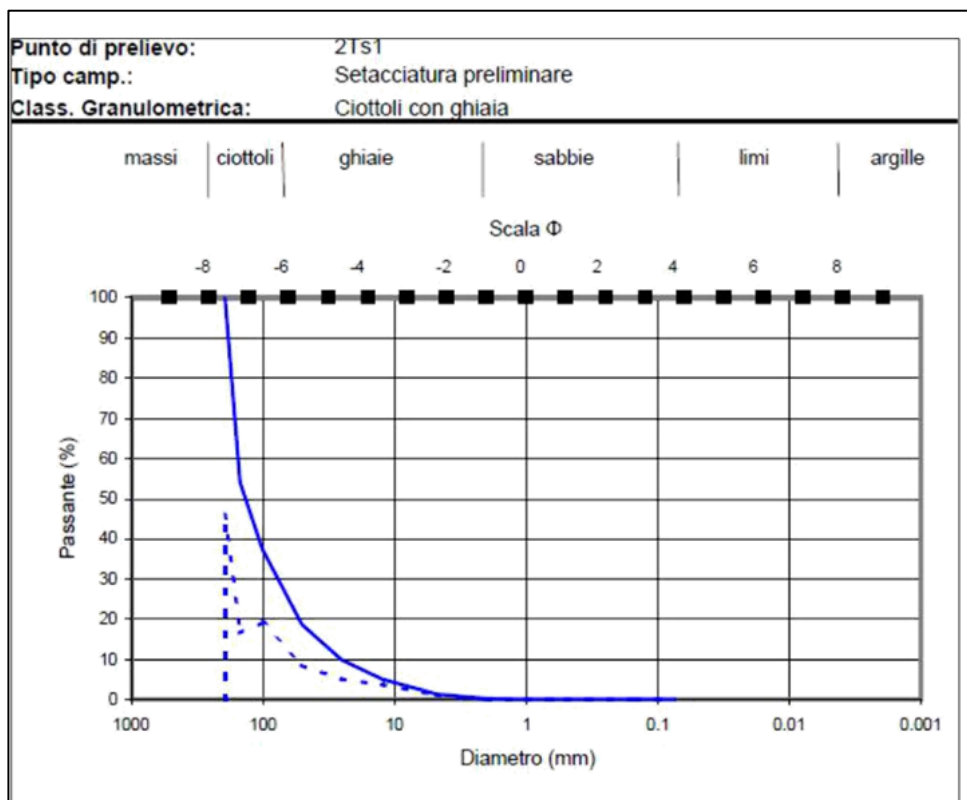


Figura 6. Curva granulometrica campione alveo - talweg 2Ts1 (fonte: Studio di fattibilità AdBPo)

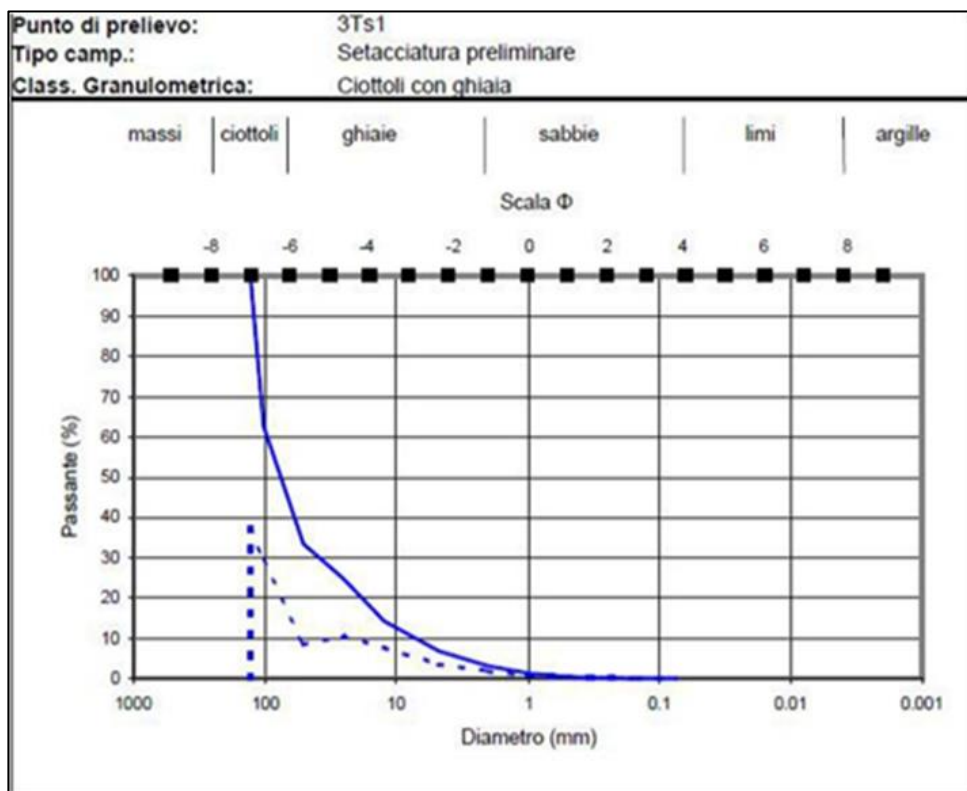


Figura 7. Curva granulometrica campione alveo - talweg 3Ts1 (fonte: Studio di fattibilità AdBPo)

3. INDIVIDUAZIONE DEL PROFILO DI PIENA

3.1 *Premesse all'analisi idraulica*

L'analisi idraulica descritta nel prosieguo della trattazione fa esplicito riferimento ai valori dei livelli idrici e ad i profili idraulici ricavati dai modelli sviluppati nel corso dello "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" (2003 ÷ 2006) condotto dall'Autorità di Bacino del fiume Po.

Lo Studio di Fattibilità non sostituisce e non aggiorna i valori di portata definiti nel PAI, tuttavia confrontando i suddetti valori con quelli riportati nella Direttiva n. 2 del PAI e considerando che la sezione di Confluenza del torrente Cherio in Oglio è posta all'incirca a metà (in termini di bacino idrografico afferente) tra le sezioni di Sarnico e Castelviseconti, si osserva una buona corrispondenza tra i valori di portata al colmo tra i valori riportati nel PAI e quelli dello studio medesimo, pertanto i risultati ottenuti sono da considerarsi validi e i margini rientranti nei franchi di sicurezza assunti.

3.2 *Il Profilo di Piena considerato*

Il bacino del fiume Cherio si sviluppa tra la quota più elevata del monte Grione (1380 m s.m.) e il punto di confluenza in Oglio (142 m s.m.l.) in territorio di Palosco. La porzione di bacino più settentrionale comprende i laghi di Endine e Gaiano e si estende per circa 37 km²; la superficie complessiva dei due specchi lacustri è di 2.2 km².

Dal punto di vista idrologico, il bacino del fiume Cherio si può suddividere in due zone distinte: la prima è costituita dal bacino tributario del lago di Endine, chiuso alla foce del lago stesso (località Casazza), con una estensione di 36.6 km²; la seconda zona è costituita dalla somma dei bacini tributari al Cherio stesso, a valle del lago.

Il fiume Cherio nasce dal lago Endine a Spinone (334 m s.m.) ed ha una lunghezza complessiva di 27 km; il suo bacino idrografico, esclusa la porzione che racchiude il lago Endine, ha una superficie di circa 112 km². L'asta principale, nel tratto fra l'uscita dal lago e gli abitati di Carrobbio degli Angeli e Gorlago ha una lunghezza di 15-17 km. Il letto del Cherio è prevalentemente ghiaioso-ciottoloso, con una pendenza variabile tra lo 0.5% e l'1.4%. Nella Tabella 4.2 sono riportate le principali grandezze geomorfologiche ed idrologiche di alcune sezioni caratteristiche.

La sezione di interesse per il presente studio è rappresentata dalla "CI_5 – Confluenza Oglio".

Sez.	Località	S [km ²]	L [km]	h _{max} [m.s.m.]	h _o [m.s.m.]
CI_0	Lago Endine	36.6	9.8	1350	340
CI_1	Casazza	41.7	12.7	1350	320
CI_2	Zandobbio	81.8	21.0	1350	252
CI_3	Carrobbio degli Angeli	109.2	24.5	1350	227
CI_4	Bolgare	120.9	31.0	1350	199
CI_5	Confluenza Oglio	148.5	39.1	1350	141

Tabella 1. Grandezze geomorfologiche dei bacini sottesi (in rosso la sezione d'interesse)

Per la determinazione degli idrogrammi di piena relativi alle diverse sezioni di interesse, nello Studio dell'Autorità di bacino del fiume Po si è implementato un modello di trasformazione afflussi-deflussi a parametri concentrati.

Di seguito si riporta, a titolo esemplificativo, un estratto degli idrogrammi sintetici calcolati nello Studio dell'Autorità di bacino calcolati per i tempi di ritorno compresi tra 2 e 500 anni.

In rosso è evidenziata la sezione d'interesse per il presente studio, nello specifico la "CI_5 Confluenza Oglio".

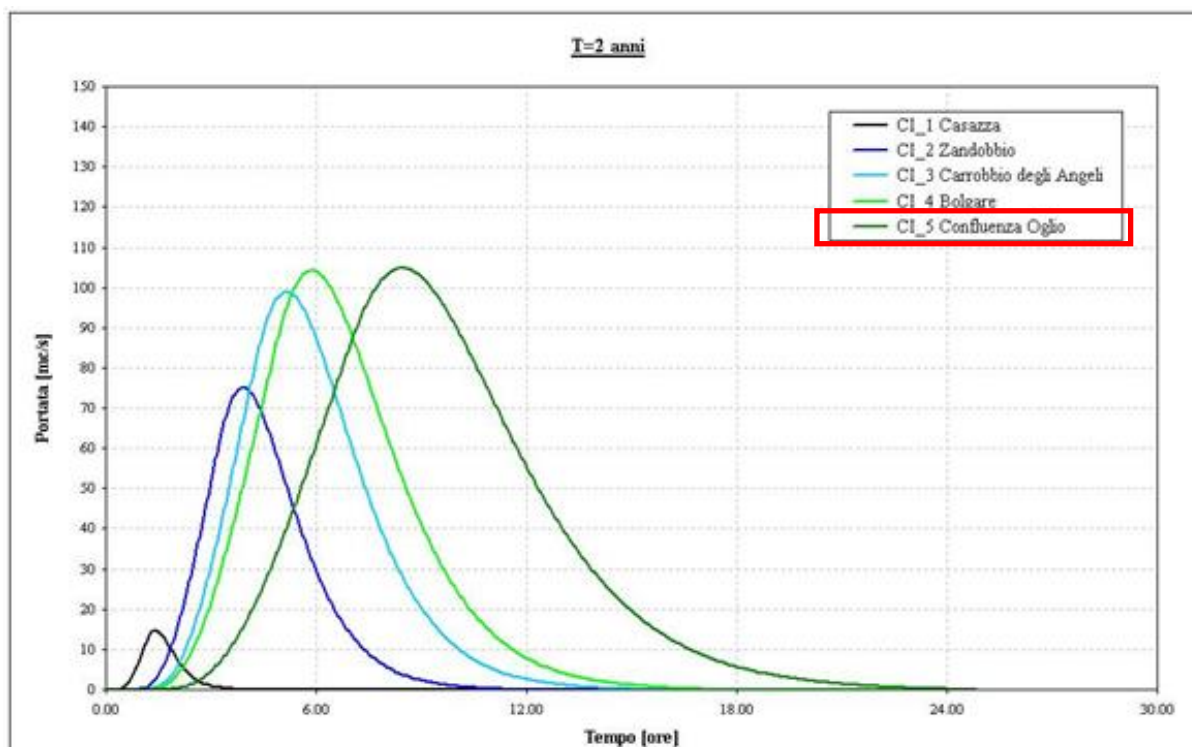


Figura 8. Idrogrammi di piena calcolati lungo il torrente Cherio per tempo di ritorno pari a 2 anni

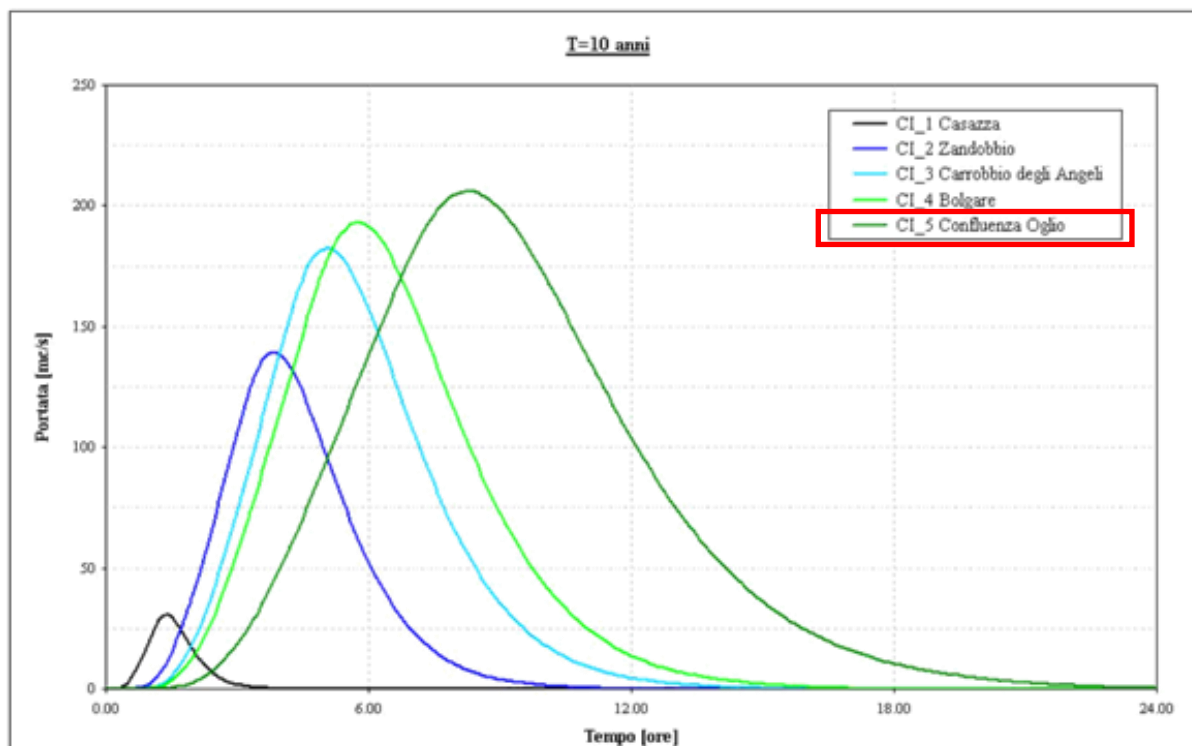


Figura 9. Idrogrammi di piena calcolati lungo il torrente Cherio per tempo di ritorno pari a 10 anni

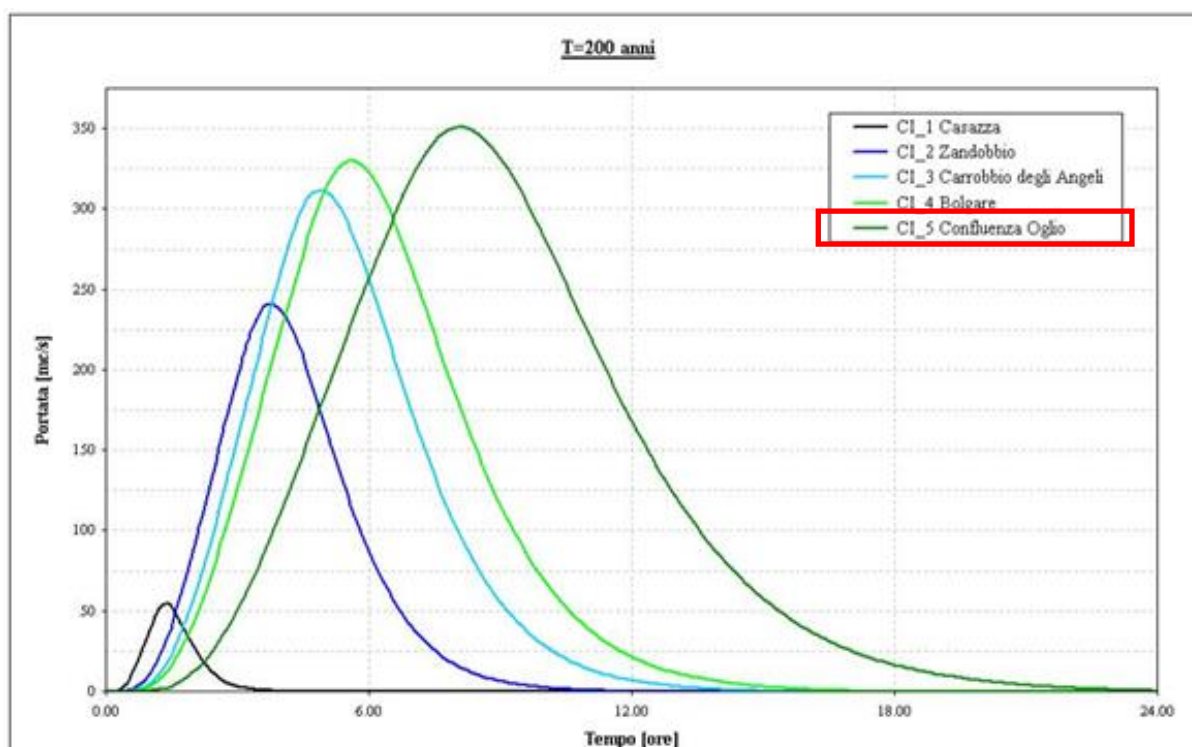


Figura 10. Idrogrammi di piena calcolati lungo il torrente Cherio per tempo di ritorno pari a 200 anni

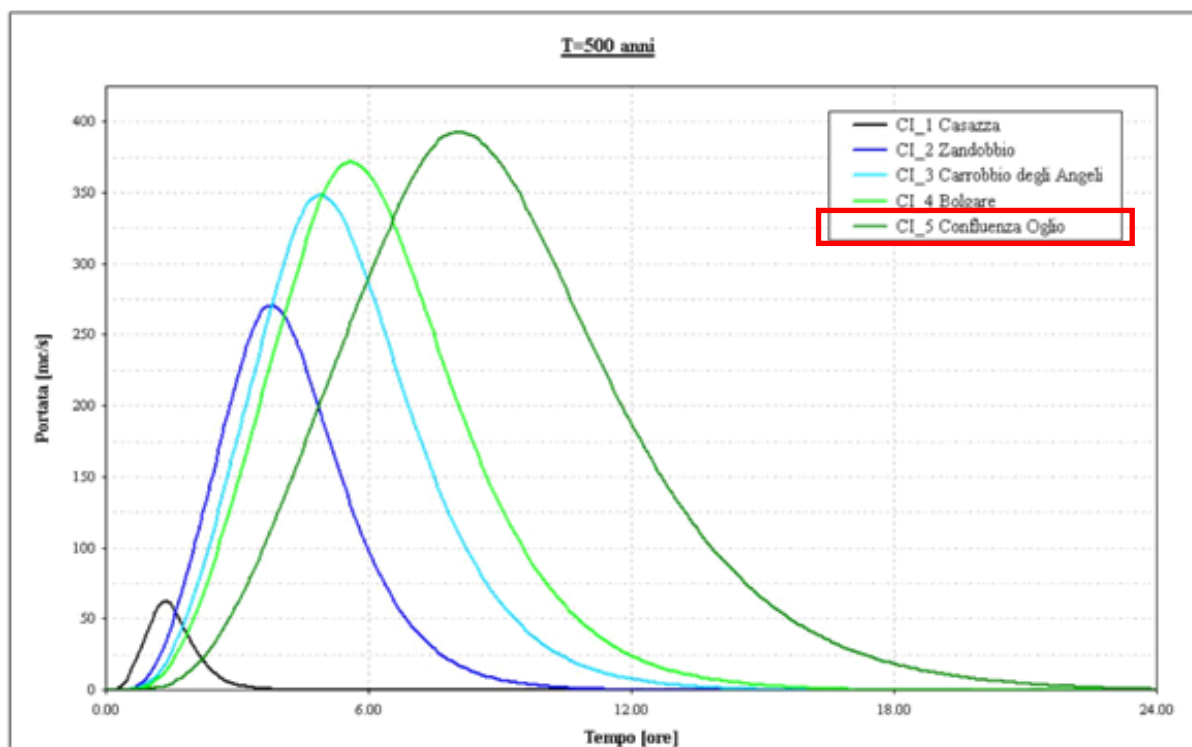


Figura 11. Idrogrammi di piena calcolati lungo il torrente Cherio per tempo di ritorno pari a 500 anni

I valori delle portate di piena al colmo per diversi tempi di ritorno, con riferimento alla sezione terminale del torrente Cherio, interessata dai lavori in oggetto “CI_5 – Confluenza Oglio”, sono stati definiti dall’Autorità di Bacino del fiume Po pari a:

- ✓ per T pari a 2 anni: 105 m³/s;
- ✓ per T pari a 10 anni: 206 m³/s;
- ✓ per T pari a 50 anni: 284 m³/s;
- ✓ per T pari a 100 anni: 316 m³/s;
- ✓ per T pari a 200 anni: 350 m³/s;
- ✓ per T pari a 500 anni: 392 m³/s.

3.3 Simulazioni numeriche – portate e livelli di piena

Nell’ambito dello studio dell’AdBPo, al fine di integrare l’analisi idrologica, descritta sinteticamente al paragrafo precedente, è stato implementato un modello idrodinamico in condizioni di moto vario, di carattere monodimensionale, su fondo non erodibile.

Le simulazioni numeriche sono state condotte per tempi di ritorno di 2, 10, 50, 100, 200 e 500 anni, considerando l’intero tratto compreso fra la fuoriuscita dal lago d’Iseo e la confluenza in Po, per una lunghezza complessiva di circa 155 km.

La condizione al contorno di monte constava di un idrogramma sintetico ricostruito sulla base dei dati misurati nella stazione di Capriolo e traslati alla sezione d'uscita dell'Oglio dal lago d'Iseo. Sono state inoltre considerate le immissioni degli idrogrammi provenienti dagli affluenti principali Cherio, Mella e Chiese.

Per quanto riguarda la condizione al contorno di valle (confluenza fiume Po), è stata effettuata una modellazione ad hoc di carattere bidimensionale in condizioni stazionarie, allo scopo di individuare il livello idrico.

Lo studio idrodinamico ha permesso di identificare, per i diversi tempi di ritorno esaminati, i livelli idrici, le velocità medie e le larghezze d'allagamento adottati per la definizione delle aree allagate. Sulla base dei risultati idrodinamici sono state tracciate le aree allagabili per i diversi tempi di ritorno in esame, sulla scorta sia delle ortofoto che della cartografia regionale in scala 1:10'000.

Il modello numerico implementato ha permesso di ricostruire gli idrogrammi di piena in moto vario per i tempi di ritorno di 2, 20, 50, 100, 200 e 500 anni.

Di seguito si riportano i risultati delle elaborazioni condotte, con particolare riferimento al tratto appena a monte della confluenza in Oglio; in particolare nelle figure successive sono riportati gli idrogrammi di piena del modello idraulico implementato dall'AdBPo, per diversi valori del tempo di ritorno, in corrispondenza della sezione CI-04 e a confluenza Oglio.

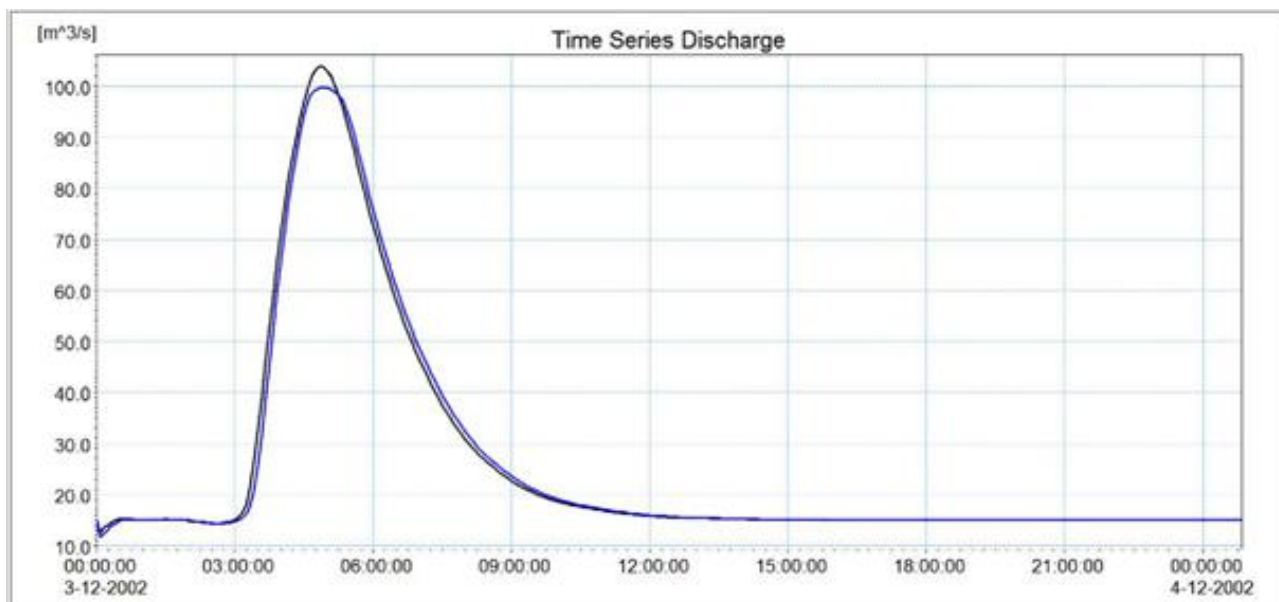


Figura 12. Idrogramma di piena per T=2 in corrispondenza della sezione CI-04 (nera) e a confluenza Oglio (blu)

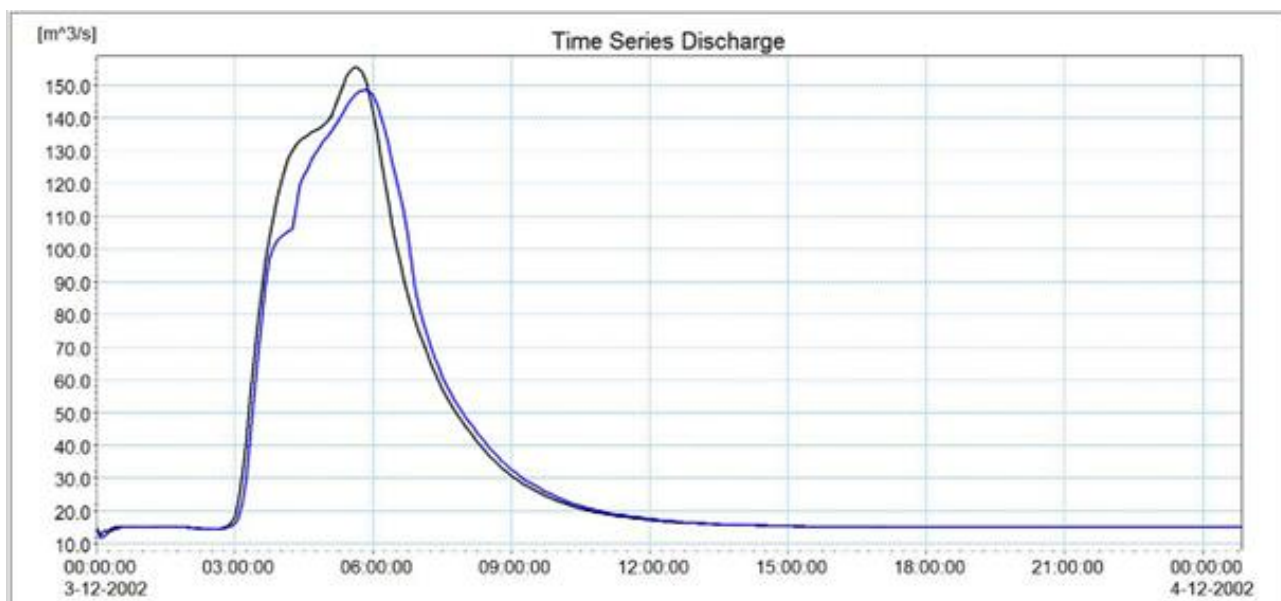


Figura 13. Idrogramma di piena per T=10 in corrispondenza della sezione CI-04 (nera) e a confluenza Oglio (blu)

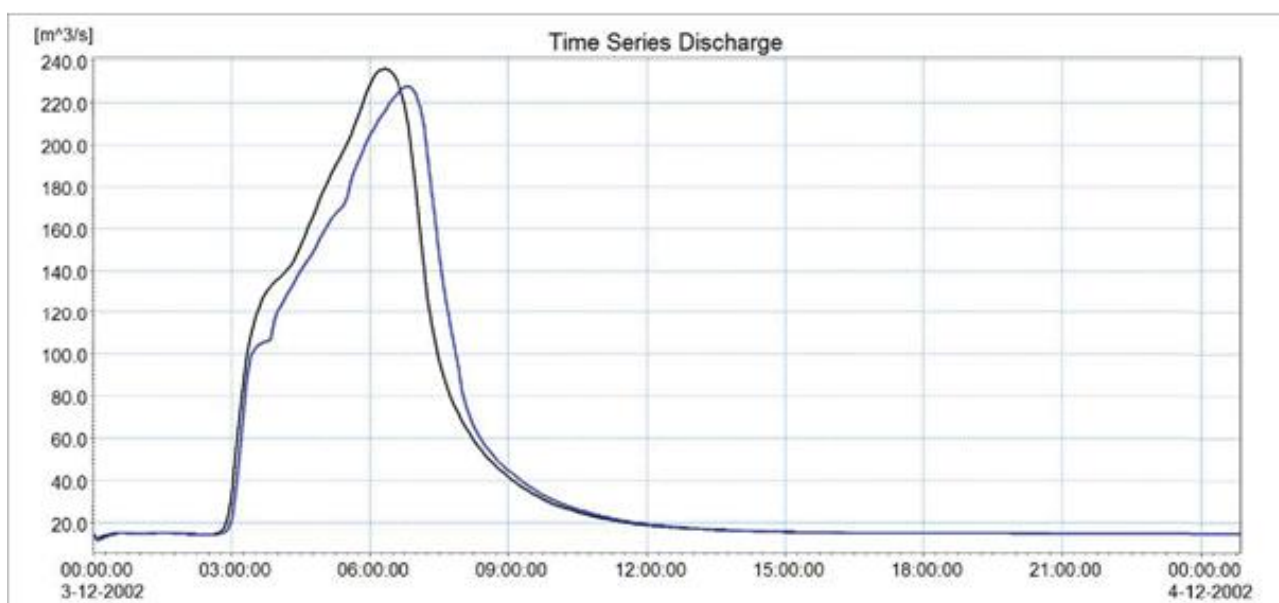


Figura 14. Idrogramma di piena per T=200 in corrispondenza della sezione CI-04 (nera) e a confluenza Oglio (blu)

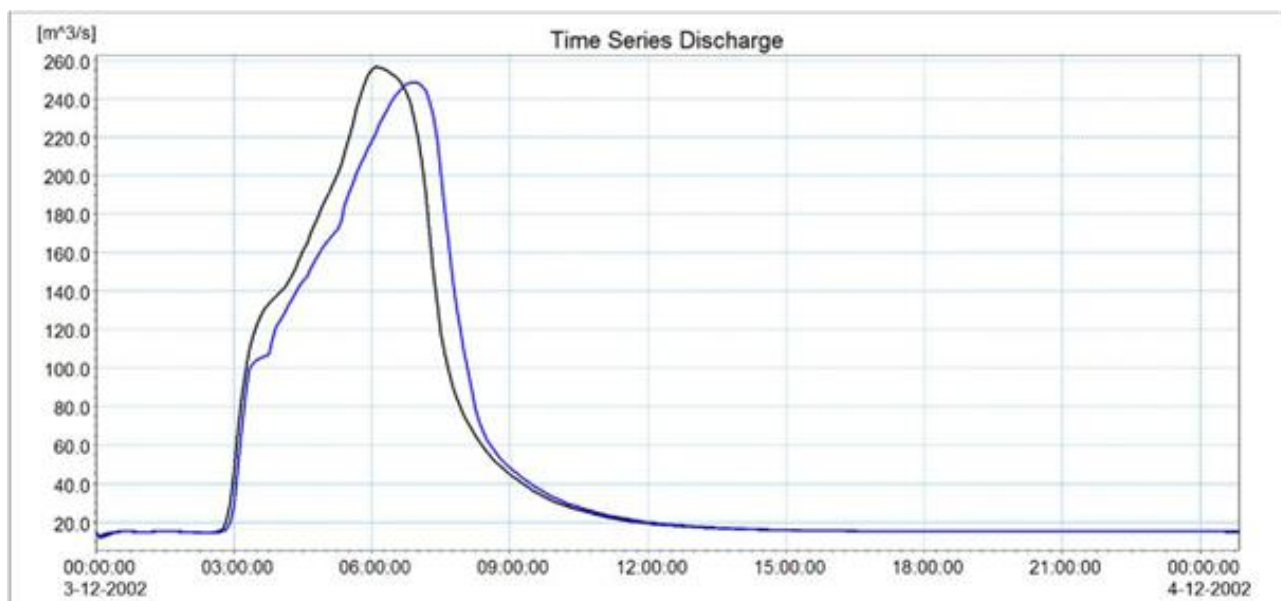


Figura 15. Idrogramma di piena per T=500 in corrispondenza della sezione CI-04 (nera) e a confluenza Oglio (blu)

Di seguito si riportano i valori delle portate al colmo del torrente Cherio a confluenza Oglio, per diversi tempi di ritorno, determinati con il modello idraulico:

- ✓ per T pari a 2 anni: 100 m³/s;
- ✓ per T pari a 10 anni: 148 m³/s;
- ✓ per T pari a 50 anni: 184 m³/s;
- ✓ per T pari a 100 anni: 206 m³/s;
- ✓ per T pari a 200 anni: 228 m³/s;
- ✓ per T pari a 500 anni: 250 m³/s.

I valori di portata al colmo riprodotti dal modello idraulico sono inferiori rispetto a quelli definiti nell'analisi idrologica (paragrafo 3.2), in quanto con le simulazioni idrauliche si è tenuto conto anche degli effetti delle esondazioni e delle insufficienze presenti lungo il corso d'acqua (es. ponti) che riducono la portata defluente verso valle.

L'analisi idraulica condotta dimostra che nell'area d'intervento l'effetto di rigurgito prodotto dai livelli di piena dell'Oglio è trascurabile.

Il modello numerico implementato ha permesso di ricostruire i profili idrici di moto vario per i tempi di ritorno di 2, 10, 50, 100, 200 e 500 anni.

Di seguito si riportano i risultati delle elaborazioni condotte, con particolare riferimento al tratto di interesse compreso tra le sezioni CI-04 e confluenza Oglio; nella Tabella 2 sono riportati i risultati dei calcoli idraulici espressi in termini di quota idrica massima (m s. m.), per T=200.

I valori della portata di piena di progetto, risultanti dalle analisi idrauliche sopradescritte, sono

riportati - sezione per sezione - negli elaborati grafici allegati al presente progetto.

Sezione	Livelli idrici (T=200) m s.m.l.
CI - 04	150.09
Ponte	148.65
Confluenza	145.58

Tabella 2. Valori dei livelli idrici per T=200

Ad ulteriore conferma delle risultanze dell'analisi idraulica compiuta dall'Autorità di Bacino del fiume Po si, riportati sinteticamente in Tabella 2, si sono altresì confrontati i livelli di piena attesi con quanto previsto nell'analisi idraulica di dettaglio bidimensionale curata dalla ETATEC – STUDIO PAOLETTI Srl, commissionata da SEVA Srl nell'ambito di Autorizzazione Unica per la riattivazione e l'esercizio dell'impianto idroelettrico siti in Comune di Pontoglio (BS), prossimo all'area d'intervento.

4. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI E PROPOSTA DI AGGIORNAMENTO DELLE ARGINATURE

Sulla base dei risultati delle simulazioni idrodinamiche compiute dall'Autorità di Bacino del fiume Po nello Studio di fattibilità AdBPo 2003 sono state tracciate le aree allagabili per i diversi tempi di ritorno in esame, sulla scorta sia delle ortofoto che della cartografia regionale in scala 1:10000.

Le aree allagabili sono riportate nell'elaborato 3.1.2.2/4/1C – Cartografia della delimitazione delle aree allagabili dello studio dell'AdBPo. Di seguito si riporta la legenda di tale cartografia (Figura 16) e lo stralcio planimetrico relativo al tratto di interesse, compreso tra le sezioni CI-04 e confluenza Oglio (Figura 17).

Si denotano esondazioni localmente ampie, con riferimento sia ai deflussi con $T=100$ anni sia a quelli con $T=10$ anni; questa situazione è particolarmente evidente nella parte terminale del tronco, dove non appare determinante l'effetto di rigurgito prodotto dai livelli di piena dell'Oglio.

Risulta evidente che l'area maggiormente interessata dagli allagamenti è rappresentata da una porzione dell'espansione urbana di Palosco in sponda destra e da parti periferiche dell'abitato di Palosco in sponda sinistra, da qui la necessità di mettere in atto gli interventi di riduzione del rischio descritti nella presente trattazione. La maggior parte dell'abitato si trova a quote piuttosto elevate, di conseguenza non viene interessata dagli effetti delle piene.

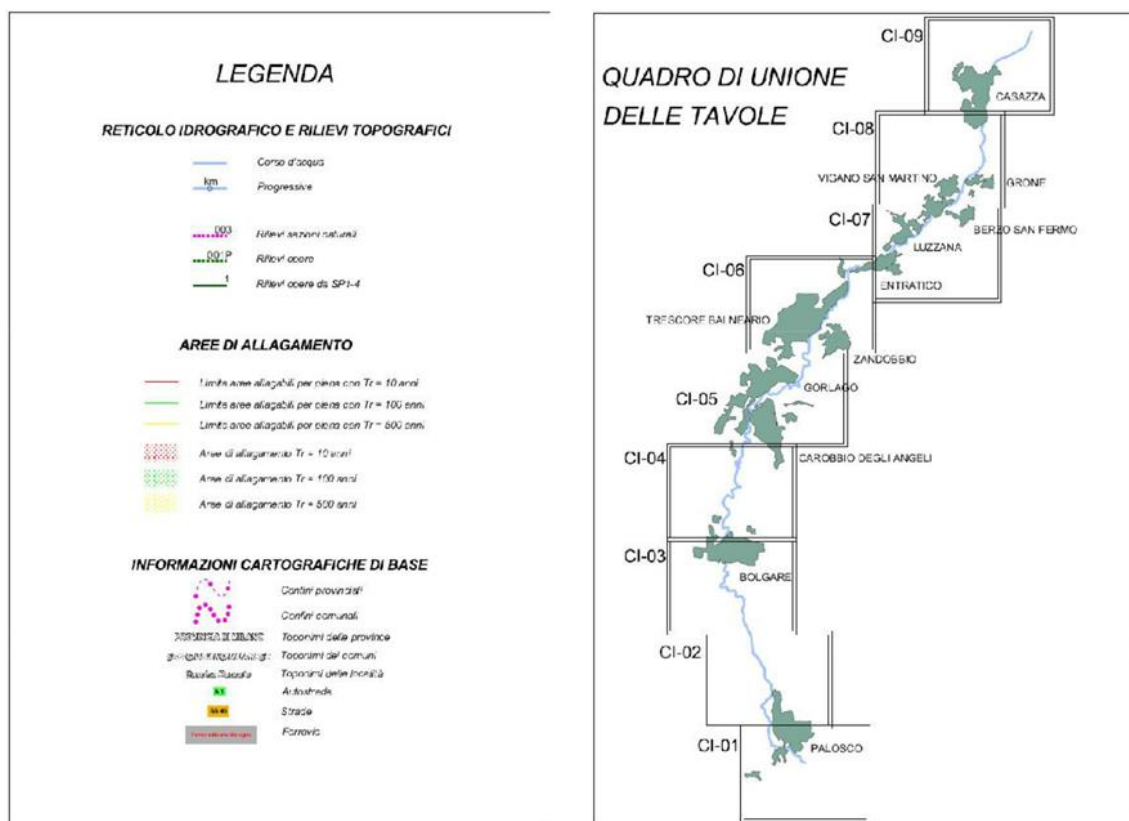


Figura 16. Legenda e quadro di unione della cartografia delle aree allagabili (Fonte: Studio di fattibilità AdBPo, 2003)



Figura 17. Cartografia delle aree allagabili – dettaglio area d'intervento (Fonte: Studio di fattibilità AdBPo, 2003)

Le analisi condotte circa le condizioni di efficienza e funzionalità del sistema difensivo presente lungo l'asta terminale del torrente Cherio di competenza dell'A.I.PO, evidenziano che l'attuale stato di consistenza, così come evidenziato in precedenza, non garantisce gli obiettivi di sicurezza posti dal P.A.I., relativi al contenimento di un evento di piena del fiume Oglio ovvero del torrente Cherio stesso con tempo di ritorno di 200 anni con il franco di sicurezza di 1 metro.

Sulla base dei risultati delle simulazioni idrodinamiche compiute dall'Autorità di Bacino del fiume Po nello Studio di fattibilità AdBPo 2003 è stato proposto un aggiornamento dell'assetto del sistema difensivo nell'area d'interesse, che la presente progettazione intende integrare alla luce di rilievi topografici di dettaglio delle sponde condotti da A.I.PO nell'area d'intervento, come compiutamente presentato all'interno degli elaborati grafici allegati.

La proposta di aggiornamento delle arginature è riportata nell'elaborato 3.1.4.1 /2C – Cartografia dell'assetto di progetto del sistema difensivo proposte nello studio dell'AdBPo. Di seguito si riporta la legenda di tale cartografia (Figura 18) e lo stralcio planimetrico relativo al tratto di interesse, compreso tra le sezioni CI-04 e confluenza Oglio (Figura 19Figura 17).

Per la definizione planimetria delle arginature in progetto si rimanda agli elaborati grafici allegati al progetto esecutivo dell'intervento.

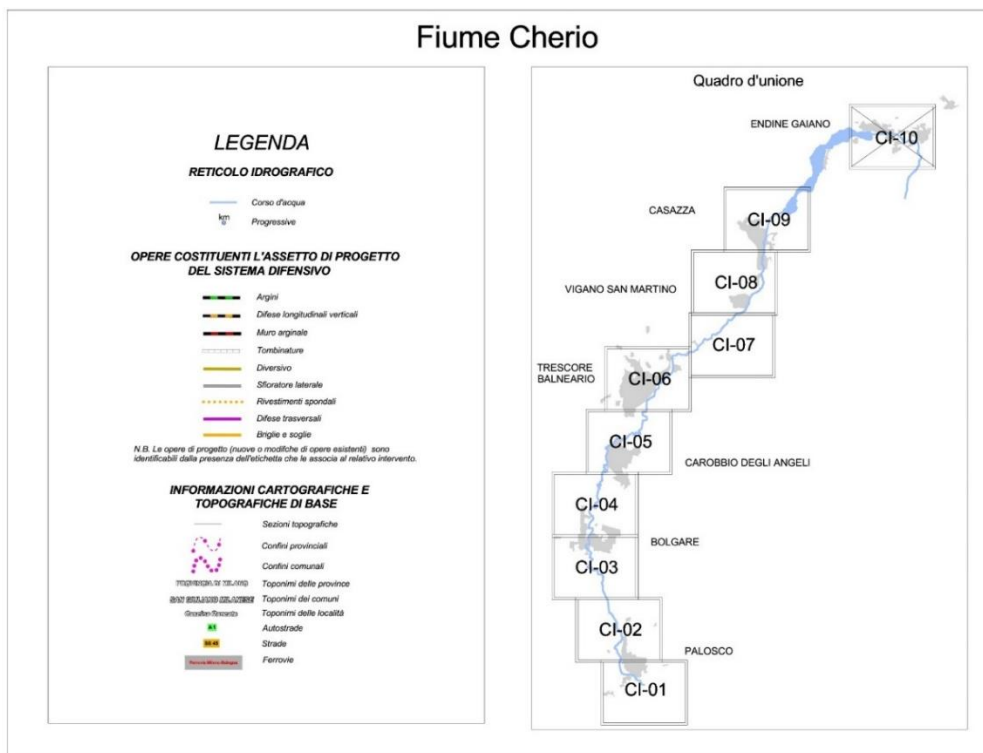


Figura 18. Legenda e quadro di unione dell'aggiornamento proposto all'assetto del sistema difensivo (Fonte: Studio di fattibilità AdBPo, 2003)

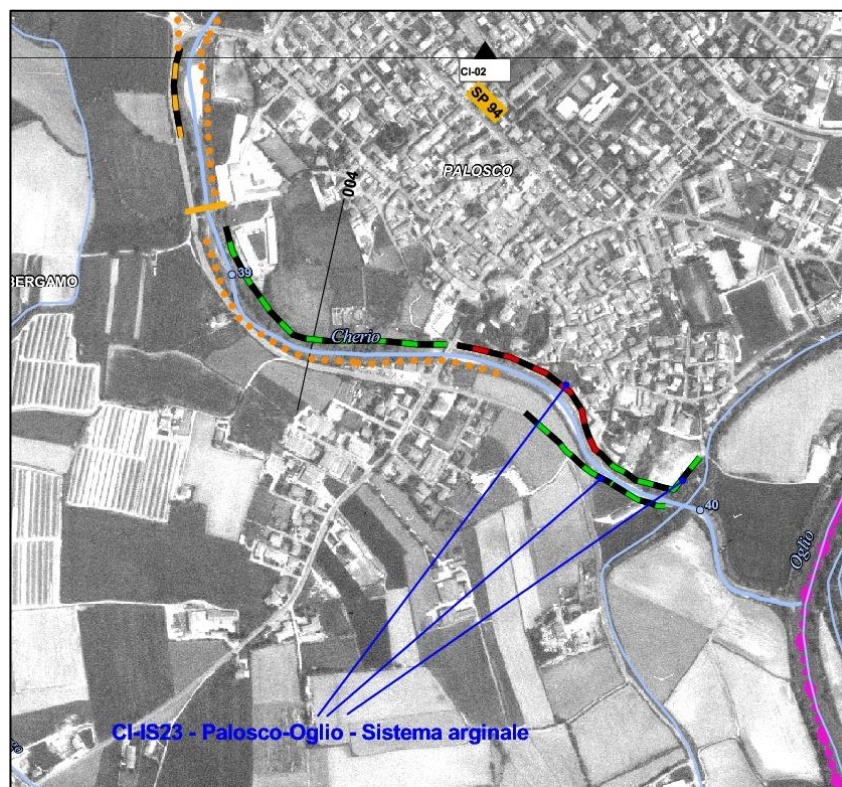


Figura 19. Dettaglio dell'aggiornamento dell'assetto difensivo proposto da AdBPo nell'area d'intervento (Fonte: Studio di fattibilità AdBPo, 2003)