



ELABORATO:

RELAZIONE GENERALE

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDAZIONE	VERIFICA
00	PRIMA EMISSIONE	SETTEMBRE 2024		
01				
02				

RUP

Dott. Ing. Marco La Veglia

I PROFESSIONISTI INCARICATI:



Dott. Ing. Stefano Croci

Geom. Luca Filippucci

Dott. Geol. GIOVANNI SAVAZZI

TIPOLOGIA

PE

COMMESSA

250-58

DOCUMENTO

AT

NUMERO

A.01

SCALA

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. ANALISI DEL CONTESTO FLUVIALE E GEOMORFOLOGICO E DEFINIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO	3
3. DESCRIZIONE TECNICA DEGLI INTERVENTI PREVISTI	20
4. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLA SCOGLIERA	25
5. BILANCIO DELLE TERRE.....	32
6. PIANO PARTICELLARE D'ESPROPRIO.....	33
7. IMPORTO LAVORI E QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO	34
8. CRONOPROGRAMMA DELL'INTERVENTO	35
9. ATTI DEL PROGETTO.....	36

RELAZIONE GENERALE

1. PREMESSA

Il presente progetto esecutivo ha per oggetto le “*Opere di difesa spondale a protezione dell'Argine Maestro del fiume Po in froldo in comune di Senna Lodigiana (LO) – LO-E-32*”.

I successivi capitoli della relazione illustrano il presente progetto. In particolare nel capitolo 2 viene descritto il contesto fluviale e geomorfologico del tratto di asta di fiume Po di interesse per il presente progetto. Nel capitolo 3 vengono descritte le opere previste in progetto, mentre nel capitolo 4 sono riportati i calcoli di dimensionamento dei massi da scogliera, e nel capitolo 5 è riportato il bilancio di gestione delle materie.

Il capitolo 6, invece, riporta una sintesi delle valutazioni effettuate in merito al piano particellare d'esproprio, mentre il capitolo 7 richiama il computo metrico estimativo delle opere e il quadro economico di progetto.

Nel capitolo 8 è riportato il cronoprogramma dell'intervento e la relazione generale si conclude con l'elenco degli elaborati del progetto (capitolo 9).

2. ANALISI DEL CONTESTO FLUVIALE E GEOMORFOLOGICO E DEFINIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

L'intervento in progetto è previsto all'interno del fiume Po, in sinistra idraulica, in Comune di Senna Lodigiana (LO), in corrispondenza della progressiva km 315.

Dal punto di vista geomorfologico e sedimentologico il fiume Po è caratterizzato da condizioni molto diversificate lungo il suo percorso, dipendenti sia dalle diverse condizioni geologiche riscontrabili da monte verso valle, sia dal relativo regime idraulico.

Nel dettaglio, dal punto di vista geomorfologico, l'intero tratto fluviale del Po può essere suddiviso in sei macro-tratti principali, contraddistinti da un diverso assetto geomorfologico, litostratigrafico e sedimentologico:

- 1) macro-tratto compreso tra confluenza Stura di Lanzo e confluenza Sesia;
- 2) macro-tratto compreso tra confluenza Sesia e confluenza Ticino;
- 3) macro-tratto compreso tra confluenza Ticino e confluenza Trebbia;
- 4) macro-tratto compreso tra confluenza Trebbia e confluenza Secchia;
- 5) macro-tratto compreso tra confluenza Secchia e Pontelagoscuro;
- 6) macro-tratto compreso tra Pontelagoscuro e diramazione Po di Goro.

L'intervento in progetto è posto all'interno del macro-tratto 3, compreso tra le confluenze Ticino e la confluenza Trebbia.

Il macro-tratto 3, pur conservando un discreto grado di "naturalità geomorfologica", è caratterizzato da un alveo fortemente regolarizzato da importanti interventi antropici, eseguiti negli ultimi due secoli, che hanno comportato "tagli di meandro", realizzazione di arginature e di difese spondali.

Questo macro-tratto segna il passaggio dal sistema braided ad un sistema fluviale, planiziale, di "bassa energia". L'alveo inciso e le relative sponde sono infatti impostate in una piana di esondazione e di divagazione olocenica, costituita da depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso-limosi.

A questa "regola" fanno eccezione alcune situazioni locali, in cui la presenza di sponde impostate in ghiaie è però connessa ad apporti esterni, ad opera di corsi d'acqua, affluenti di destra (ad es.: confluenza Tidone e confluenza Trebbia).

Le forme di fondo sono costituite prevalentemente da depositi sabbiosi, talora con ghiaietto (dimensioni dei ciottoli fino a 8 – 12 mm).

L'alveo di magra appare spesso impostato in depositi sabbioso-ghiaiosi o ghiaiosi; in superficie, all'interfaccia con la corrente idrica, si riscontra, in generale, una maggiore concentrazione ghiaiosa a causa del fenomeno di "corazzamento", dovuto al dilavamento della frazione sabbiosa.

Depositi sabbioso-ghiaiosi si riscontrano anche al piede delle sponde, al di sotto dei depositi sabbiosi olocenici, in continuità laterale con quelli presenti sul fondo alveo.

I dati ad oggi disponibili evidenziano che questi depositi ghiaioso-sabbiosi hanno un lieve grado di alterazione e inglobano resti "legnosi" e/o torbosi talora di notevoli dimensioni. Le percentuali relative di sabbia e ghiaia sono estremamente variabili sia verticalmente, sia lateralmente.

Detti depositi sembrano rappresentare il tetto del substrato sabbioso-ghiaioso pleistocenico, intaccato e movimentato dal fiume Po in gran parte del fondo alveo a valle del sistema "braided", specialmente in occasione di eventi di piena straordinari.

A supporto di questa ipotesi, si consideri che in gran parte della piana olocenica costituente il "Siccomario", i depositi recenti, sulla base delle numerose indagini geognostiche eseguite per vari scopi pubblici e privati negli ultimi decenni, hanno spessori mediamente dell'ordine di 8 – 12 metri (pari al dislivello attuale tra piana olocenica – golena – e fondo alveo inciso).

L'assetto litostratigrafico sopra descritto sembra aver potuto condizionare la locale origine di alcune forme di fondo nell'alveo inciso. In particolare, ci si riferisce a gran parte di quelle barre contraddistinte da elevata persistenza morfologica nel periodo di analisi, dotate in generale di un substrato sabbioso-ghiaioso relativamente stabile (almeno in condizioni ordinarie), ma soggette a periodica rimozione e risedimentazione più o meno corticale di sedimenti prevalentemente sabbiosi. Ciò si spiega osservando che, almeno in condizioni ordinarie, il Po sembra non riuscire a movimentare, nei tratti a valle del sistema "braided", sedimenti di dimensioni maggiori di quelle del ghiaietto.

Nel dettaglio, di seguito vengono esposti i risultati delle analisi geomorfologiche eseguite nell'ambito dell'aggiornamento del Programma di Gestione dei Sedimenti del fiume Po, considerando l'intervallo temporale compreso tra il 1982 e il 2005.

L'ambito dell'intervento previsto nel presente progetto è posto all'interno del "tratto omogeneo C", compreso tra la confluenza Ticino e la confluenza Trebbia.

In tale tratto il fiume Po assume progressivamente i caratteri di un corso d'acqua monocursale, da sinuoso a meandriforme. L'alveo è incassato in depositi prevalentemente sabbiosi da fini a molto fini, costituenti le sponde incise. Le forme di fondo (barre) sono

costituite prevalentemente da sabbie, talora con ghiaietto. Si riscontra la presenza di un substrato sabbioso-ghiaioso affiorante localmente al piede delle sponde e, in continuità con questo, al di sotto dei depositi sabbiosi di barra (substrato delle barre sabbiose), ad eccezione del tratto posto nei pressi della località "Port'Albera" dove si riscontra la presenza di depositi sabbiosi anche in alveo. Qui, infatti, è presente il substrato lapideo in condizioni di affioramento o sub-affioramento, il quale esercita un'azione di "soglia" naturale, in grado di indurre localmente il corso d'acqua a condizioni di deposito generalizzate.

Le caratteristiche sostanziali di questo tratto sono di seguito sintetizzate:

SINTESI TRATTO C - Intervallo temporale di osservazione = 1982 - 2005	
TOTALE EROSIONE (mc)	16.285.694
TOTALE DEPOSITO (mc)	16.924.753
BILANCIO (EROSIONE-DEPOSITO) (mc)	-639.059
PERCENTUALE DI DEPOSITI STABILI O IN VIA DI STABILIZZAZIONE	54%
PERCENTUALE DI DEPOSITI INSTABILI	46%

SINTESI TRATTO C - Intervallo temporale di osservazione = 2002 - 2005	
TOTALE EROSIONE (mc)	4.565.956
TOTALE DEPOSITO (mc)	171.417
BILANCIO (EROSIONE-DEPOSITO) (mc)	4.394.539
PERCENTUALE DI DEPOSITI STABILI O IN VIA DI STABILIZZAZIONE	4%
PERCENTUALE DI DEPOSITI INSTABILI	96%

- il volume di materiale complessivamente eroso dalle sponde e attraverso la rimobilizzazione delle barre, nell'intervallo temporale complessivamente esaminato, risulta pari a circa 16,3 Mm³, di cui 4,9 (30%) circa derivano dalla rimobilizzazione di forme di fondo (barre). Ben il 70% delle forme di erosione sono a carico delle sponde. Questo dato evidenzia una discreta naturalità geomorfologica di questo tratto (planiziale, meandriforme) in cui la l'erosione e la "migrazione" delle sponde costituisce un elevato input al trasporto solido;
- il volume complessivamente depositato ammonta a 16,9 Mm³ circa, da cui risulta un bilancio "erosione – deposito" leggermente negativo (bilancio delle forme di fondo in leggero deposito). La differenza tra erosioni e depositi è talmente esigua da poter considerare il tratto, nel periodo 1982-2005, sostanzialmente in equilibrio. Tale condizione di equilibrio nel periodo 1982-2005 è condizionata dal comportamento del corso d'acqua nel recente periodo 2002-2005, in cui si è manifestata una decisa condizione di erosione. Infatti, il bilancio erosioni-depositi nel 2002-2005 è fortemente

positivo. Tale condizione, caratterizzante il periodo 2002-2005, è da attribuire sostanzialmente agli effetti della piena dell'autunno 2002. Tale evento di piena fu infatti determinato essenzialmente dai bacini alpini centro orientali (Ticino, Adda, Oglio, Mincio), il cui trasporto solido verso il Po è decisamente inferiore rispetto a quello di pertinenza dei bacini "piemontesi", a causa della presenza di ampi specchi lacustri (Lago Maggiore, Lago di Como, Iseo e Garda). È pertanto verosimile che la piena del 2002, nel tratto in esame, fosse caratterizzata da condizioni idrauliche e sedimentologiche complessivamente favorevoli ai fenomeni erosivi;

- si riscontra una condizione di sostanziale equilibrio tra depositi stabili o in via di stabilizzazione e depositi instabili nel periodo 1982 – 2005 (il 54% dei depositi è stabile, il 46% instabile);
- l'84% circa del materiale complessivamente eroso dalle sponde e dalle barre, nel periodo 1982-2005, risulta essere stato mobilizzato in condizioni di regime ordinario. Le modificazioni delle forme di fondo appaiono pertanto condizionate in maggior misura dal regime ordinario.

Entrando maggiormente nel dettaglio del tratto di interesse, di seguito si riportano alcuni stralci delle carte delle tendenze evolutive contenute all'interno del Programma di Gestione dei sedimenti e di alcuni studi di successivo aggiornamento, da cui si evince che:

- nel periodo 1982-2002:
 - la sponda sinistra del fiume Po si è mantenuta stabile;
 - a monte del tratto di interesse (progr. 312-313 km) si sono verificati dei depositi di barra in sinistra e delle erosioni di barra in destra, che hanno comportato uno spostamento dell'alveo di magra verso destra;
 - in corrispondenza del vertice del meandro (progr. 315 km) si è verificato un deposito di barra che ha comportato una riduzione della larghezza dell'alveo di magra;
- nel periodo 2002-2005:
 - la sponda sinistra del fiume Po, precedentemente stabile, ha subito un fenomeno erosivo indotto dalla dinamica evolutiva del tratto di monte, verificatasi nel periodo precedente ed amplificato da ulteriori depositi di barra nel periodo 2002-2005. Tali depositi hanno indotto un ulteriore restringimento dell'alveo di magra e, di conseguenza, una tendenza erosiva verso il lato sinistro, opposto.

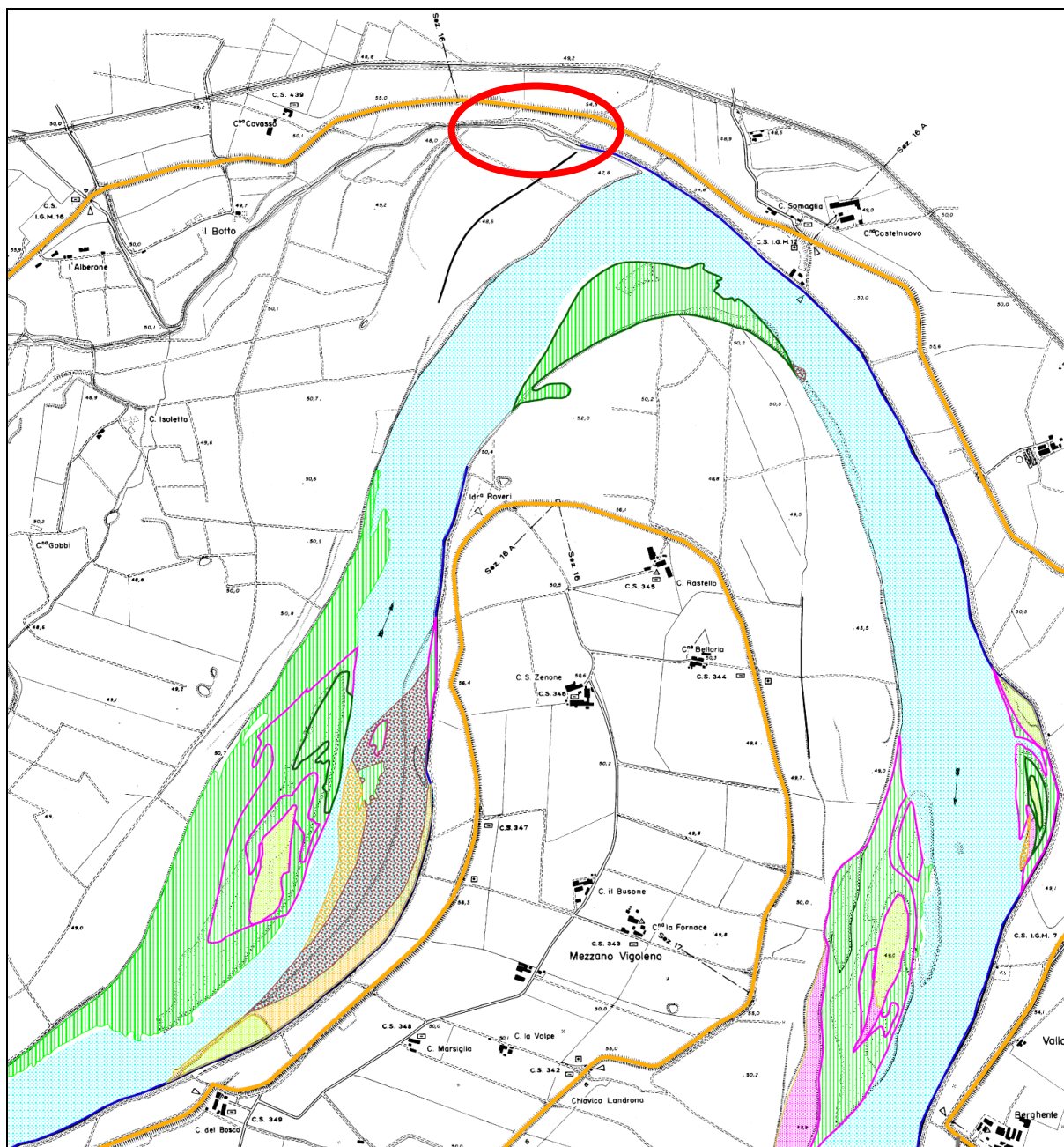


Figura 1 – stralcio della cartografia delle tendenze evolutive nel periodo 1982-2002



























	Morfologia: barra esistente dal 1982.
	Variazione altimetrica: a=incremento di quota (deposito); b=equilibrio; c=diminuzione di quota (erosione).
	
	Morfologia: formazione o accrescimento di barra nell'alveo inciso, nel periodo 1982 - 2002;
	Litologia: deposito di ghiaie prevalenti (>60%) con granulometria crescente da valle verso monte, frammiste con sabbie grossolane (<20%) e ghiaietto (<=20%), su substrato ghiaioso-sabbioso, grossolano;
	Tendenza evolutiva: a = deposito stabile o con tendenza alla stabilizzazione, generalmente vegetato; b = deposito instabile, con tendenza alla rimobilizzazione; c = barra soggetta alla rimobilizzazione ma con tendenza al mantenimento delle condizioni che favoriscono il deposito, specialmente durante la fase discendente dell'evento di piena.
	Morfologia: formazione o accrescimento di barra nell'alveo inciso, nel periodo 1982 - 2002;
	Litologia: deposito di sabbie prevalenti (>70%) da fini a grossolane, localmente frammiste con ghiaietto (<15%), su substrato sabbioso-ghiaioso, relativamente grossolano;
	Tendenza evolutiva: a = deposito stabile o con tendenza alla stabilizzazione, generalmente vegetato; b = deposito instabile, con tendenza alla rimobilizzazione e al trasporto della frazione sabbiosa in regime ordinario e straordinario; c = barra soggetta alla rimobilizzazione e al trasporto della frazione sabbiosa, in particolare durante la fase crescente di un evento di piena ordinaria e/o straordinaria, ma con tendenza al mantenimento delle condizioni che favoriscono il deposito, specialmente durante la fase discendente dell'evento di piena.
	canale a Morfologia: deposito di canale nel periodo 1982-2002;
	canale c Litologia: sabbie da fini a molto fini con limi; Tendenza evolutiva: a=deposito stabile o con tendenza alla stabilizzazione, generalmente vegetato; c=deposito generalmente privo di vegetazione, situato all'interno di canali attivi (specialmente in regime straordinario).
	Morfologia: erosione di barra nel periodo 1982-2002;
	Litologia: deposito di ghiaie prevalenti (>60%) con granulometria crescente da valle verso monte, frammiste con sabbie grossolane (<20%) e ghiaietto (<=20%); Dinamica: a = asportata in regime ordinario (piene con tempo di ritorno sensibilmente minore del periodo di osservazione); b = asportata in regime straordinario (piene straordinarie, con tempo di ritorno maggiore o confrontabile con il periodo di osservazione).
	Morfologia: erosione di barra nel periodo 1982-2002;
	Litologia: deposito di sabbie prevalenti (>70%) da fini a grossolane, localmente frammiste con ghiaietto (<15%); Dinamica: a = asportata in regime ordinario (piene con tempo di ritorno sensibilmente minore del periodo di osservazione); b = asportata in regime straordinario (piene straordinarie, con tempo di ritorno maggiore o confrontabile con il periodo di osservazione).
	Morfologia: arretramento planimetrico per erosione della sponda dell'alveo inciso nel periodo 1982 - 2002;
	Litologia: deposito di ghiaie prevalenti (>60%) con granulometria crescente da valle verso monte, frammiste con sabbie grossolane (<20%) e ghiaietto (<=20%); Dinamica erosionale: a=asportata in regime ordinario (piene con tempo di ritorno sensibilmente minore del periodo di osservazione); b= asportata in regime straordinario (piene con tempo di ritorno maggiore o confrontabile con il periodo di osservazione). c= processo di erosione esaurito per cause naturali o artificiali.
	
	Morfologia: arretramento planimetrico per erosione della sponda dell'alveo inciso nel periodo 1982-2002;
	Litologia: deposito di sabbie prevalenti (>70%) da fini a grossolane, localmente frammiste con ghiaietto (<15%). Frequenti lenti di natura ghiaioso-sabbiosa, relativamente grossolane, localmente affioranti al piede della scarpata;
	Dinamica erosionale: a=asportata in regime ordinario (piene con tempo di ritorno sensibilmente minore del periodo di osservazione); b= asportata in regime straordinario (piene con tempo di ritorno maggiore o confrontabile con il periodo di osservazione). c= processo di erosione esaurito per cause naturali o artificiali.
	Morfologia: accrescimento di sponda dell'alveo inciso nel periodo 1982-2002;
	Opera di difesa longitudinale
	Opera di difesa longitudinale distrutta
	Pennello
	Pennello distrutto
	Argini maestri
	Argini golenali

Figura 2 – Legenda della cartografia delle tendenze evolutive nel periodo 1982-2002

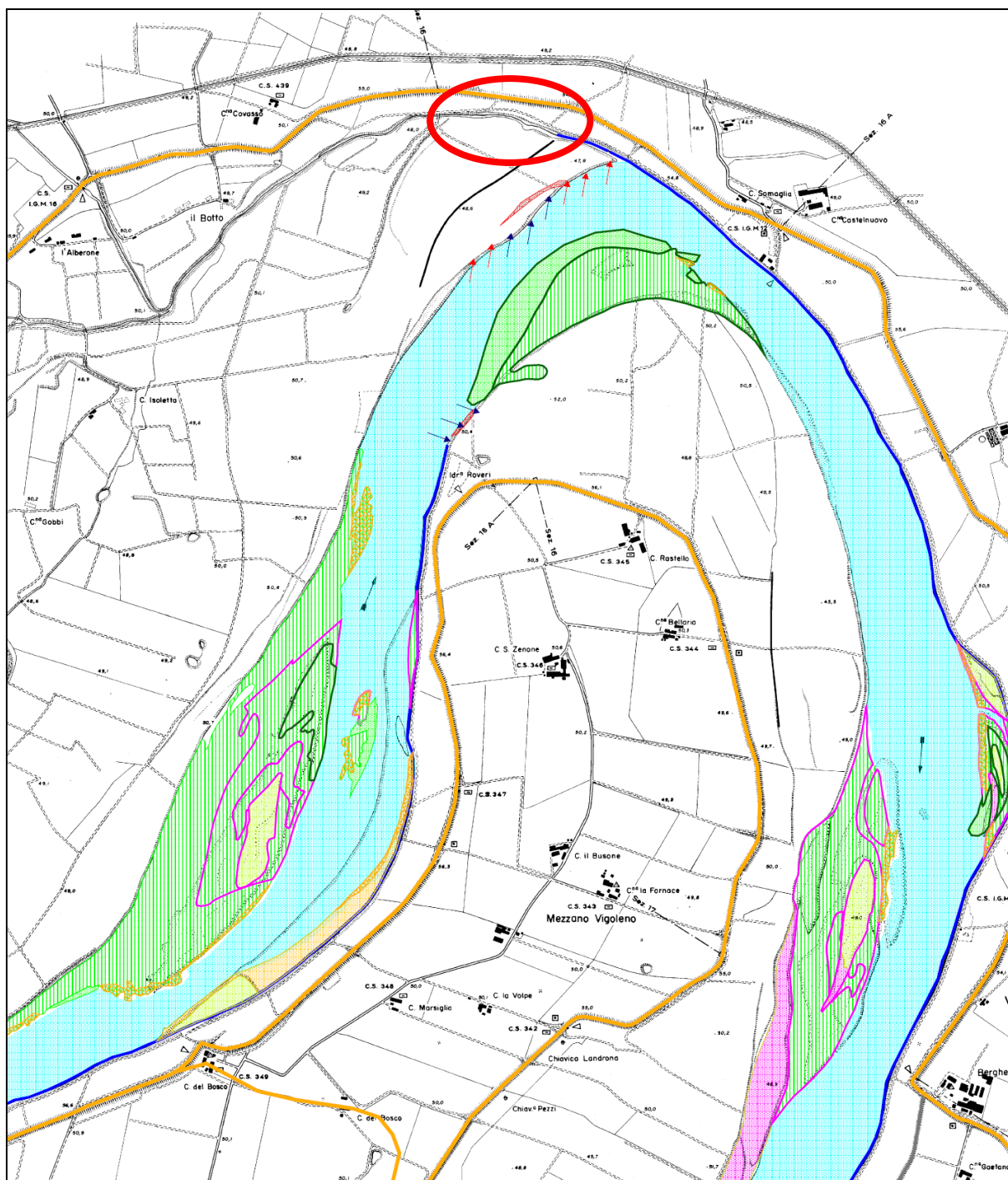


Figura 3 – stralcio della cartografia delle tendenze evolutive nel periodo 2002-2005



Morfologia: barra esistente dal 1982.

Variazione altimetrica 1982-2005: a=incremento di quota (deposito); b=equilibrio; c=diminuzione di quota (erosione).



Morfologia: formazione o accrescimento di barra nell'alveo inciso nel periodo 1982-2002;

Litologia: deposito di ghiaie prevalenti (>60%) con granulometria crescente da valle verso monte, frammiste con sabbie grossolane (<20%) e ghiaietto (<=20%);

Tendenza evolutiva: a=deposito stabile o con tendenza alla stabilizzazione, generalmente vegetato; b=deposito instabile, con tendenza alla rimobilizzazione e al trasporto in regime ordinario e straordinario; c=deposito soggetto a rimobilizzazione e trasporto, in particolare durante la fase crescente di un evento di piena ordinaria e/o straordinaria ma con tendenza al mantenimento delle condizioni che favoriscono il deposito, specialmente durante la fase discendente dell'evento di piena.

canale a



canale c



Morfologia: deposito di canale nel periodo 1982-2002;

Litologia: deposito di sabbie prevalenti;

Tendenza evolutiva: a=deposito stabile o con tendenza alla stabilizzazione, generalmente vegetato;

c=deposito generalmente privo di vegetazione, situato all'interno di canali attivi (specialmente in regime straordinario).



Morfologia: formazione o accrescimento di barra nell'alveo inciso nel periodo 1982-2002;

Litologia: deposito di sabbie prevalenti (>70 %) da fini a grossolane, localmente frammiste con ghiaietto (<15%), su substrato sabbioso-grossolano, relativamente grossolano;

Tendenza evolutiva: a=deposito stabile o con tendenza alla stabilizzazione, generalmente vegetato; b=deposito instabile, con tendenza alla rimobilizzazione e al trasporto in regime ordinario e straordinario; c=deposito soggetto a rimobilizzazione e trasporto, in particolare durante la fase crescente di un evento di piena ordinaria e/o straordinaria ma con tendenza al mantenimento delle condizioni che favoriscono il deposito, specialmente durante la fase discendente dell'evento di piena.

canale a



canale c



Morfologia: deposito di canale nel periodo 1982-2002;

Litologia: sabbie da fini a molto fini con limi;

Tendenza evolutiva: a=deposito stabile o con tendenza alla stabilizzazione, generalmente vegetato;

c=deposito generalmente privo di vegetazione, situato all'interno di canali attivi (specialmente in regime straordinario).



Morfologia: formazione o accrescimento di barra nell'alveo inciso nel periodo 2002-2005;

Litologia: deposito di ghiaie prevalenti (>60%) con granulometria crescente da valle verso monte, frammiste con sabbie grossolane (<20%) e ghiaietto (<=20%);

Tendenza evolutiva: a=deposito stabile o con tendenza alla stabilizzazione, generalmente vegetato; b=deposito instabile, con tendenza alla rimobilizzazione e al trasporto in regime ordinario e straordinario; c=deposito soggetto a rimobilizzazione e trasporto, in particolare durante la fase crescente di un evento di piena ordinaria e/o straordinaria ma con tendenza al mantenimento delle condizioni che favoriscono il deposito, specialmente durante la fase discendente dell'evento di piena.

canale a



canale c



Morfologia: deposito di canale nel periodo 2002-2005;

Litologia: deposito di sabbie prevalenti;

Tendenza evolutiva: a=deposito stabile o con tendenza alla stabilizzazione, generalmente vegetato;

c=deposito generalmente privo di vegetazione, situato all'interno di canali attivi (specialmente in regime straordinario).



Morfologia: formazione o accrescimento di barra nell'alveo inciso nel periodo 2002-2005;

Litologia: deposito di sabbie prevalenti (>70 %) da fini a grossolane, localmente frammiste con ghiaietto (<15%), su substrato sabbioso-grossolano, relativamente grossolano;

Tendenza evolutiva: a=deposito stabile o con tendenza alla stabilizzazione, generalmente vegetato; b=deposito instabile, con tendenza alla rimobilizzazione e al trasporto in regime ordinario e straordinario; c=deposito soggetto a rimobilizzazione e trasporto, in particolare durante la fase crescente di un evento di piena ordinaria e/o straordinaria ma con tendenza al mantenimento delle condizioni che favoriscono il deposito, specialmente durante la fase discendente dell'evento di piena.

canale a



canale c



Morfologia: deposito di canale nel periodo 2002-2005;

Litologia: sabbie da fini a molto fini con limi;

Tendenza evolutiva: a=deposito stabile o con tendenza alla stabilizzazione, generalmente vegetato;

c=deposito generalmente privo di vegetazione, situato all'interno di canali attivi (specialmente in regime straordinario).



Figura 4 – Legenda della cartografia delle tendenze evolutive nel periodo 2002-2005

Di seguito si riporta uno stralcio della cartografia dell'assetto attuale redatta nell'ambito del Programma Generale di Gestione dei Sedimenti fluviali del fiume Po (PGGS) del 2005 (ma le valutazioni sono relative alle dinamiche avvenute nel periodo 1982-2002), da cui emerge che:

- si ha la presenza di lunghi tratti di argine maestro in frodo, protetto da opere di difesa soggette all'azione diretta della corrente ordinaria

- nel ventennio 1982-2002 si è verificata la chiusura dei canali laterali delle due isole presenti nel tronco;
- la sponda sinistra del fiume Po nell'ambito di interesse del presente progetto era classificata come "*fronte potenziale di erosione spondale*" (ed in effetti nel periodo 2002-2005 l'erosione spondale si è attivata).

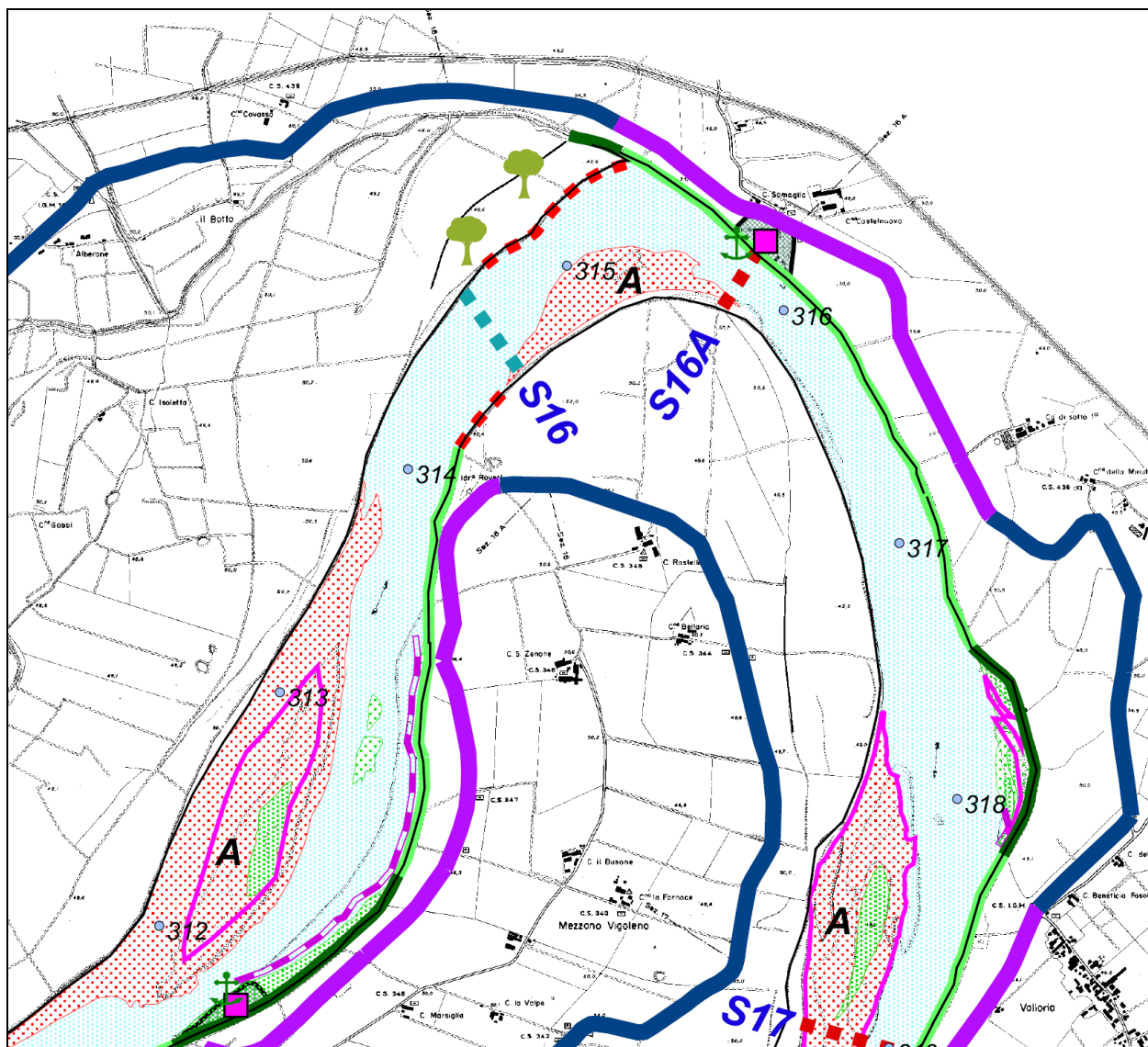















Figura 5 – stralcio della cartografia dell'assetto attuale del corso d'acqua






USI ANTROPICI

-  Attracco
-  Porto
-  Derivazione ad uso irriguo
-  Derivazione ad uso industriale o idroelettrico
-  Cava attiva
-  Cava non attiva
-  Cava a fossa
-  Cava a fossa con acqua
-  Impianto di vagliatura e stoccaggio
-  Presenza di pioppeti a tergo di sponde in erosione







PONTI

-  Ponte su rilevato
-  Ponte su viadotto
-  Ponte in costruzione


ARGINI

-  Argine maestro arretrato ($d > 200$ m) rispetto alla sponda stabile o all'erosione attiva con proiezione ventennale
-  Argine maestro prossimo ($d < 200$ m) alla sponda stabile o all'erosione attiva con proiezione ventennale protetto da opere di difesa
-  Argine maestro prossimo ($d < 200$ m) alla sponda stabile o all'erosione attiva con proiezione ventennale non protetto da opere di difesa
-  Argine golenale
-  Argine maestro in progetto




OPERE DI DIFESA

-  Opera strategica soggetta a sollecitazioni dirette
-  Opera strategica non soggetta a sollecitazioni dirette
-  Opera strategica distrutta
-  Opera non strategica che induce sollecitazioni su opere strategiche
-  Opera non strategica non induce sollecitazioni su opere strategiche
-  Opera non strategica distrutta



ALVEO INCISO

-  Limite di sponda



Evoluzione fondo medio alveo nel periodo 1979 - 1999

-  Fondo alveo con tendenza all'abbassamento
-  Fondo alveo con tendenza all'innalzamento
-  Fondo alveo con tendenza alla stabilità




Deposito di sponda formati nel periodo 1982 - 2002

-  Elemento che può indurre criticità
-  Elemento che non induce criticità o induce effetti positivi






Barre preesistenti al 1982

-  Elemento che può indurre criticità
-  Elemento che non induce criticità o induce effetti positivi

Depositi di barra formati nel periodo 1982 - 2002

-  Elemento che può indurre criticità
-  Elemento che non induce criticità o induce effetti positivi
-  Limite di barra stabile o tendente alla stabilizzazione

Fenomeni erosivi formati nel periodo 1982 - 2002

-  Fronte attivo di erosione spondale
-  Fronte potenziale di erosione spondale
-  Tendenza erosione spondale attiva
-  Fronte attivo di erosione di barra
-  Fronte potenziale di erosione di barra

Trasporto solido




-  Tratto con tendenza al deposito
-  Tratto con tendenza all'equilibrio
-  Tratto con tendenza all'erosione

Figura 6 – legenda della cartografia dell'assetto attuale del corso d'acqua

Di seguito si riporta uno stralcio della cartografia degli obiettivi redatta nell'ambito del Programma Generale di Gestione dei Sedimenti fluviali del fiume Po (PGGS) del 2005 (ma le valutazioni sono relative alle dinamiche avvenute nel periodo 1982-2002), da cui emerge che l'obiettivo principale del tratto era di modificare la configurazione planimetrica dell'alveo di magra al fine di ridurre l'azione idrodinamica della corrente diretta contro opere strategiche (argini maestri froldo e opere difese di sponda poste a loro protezione).

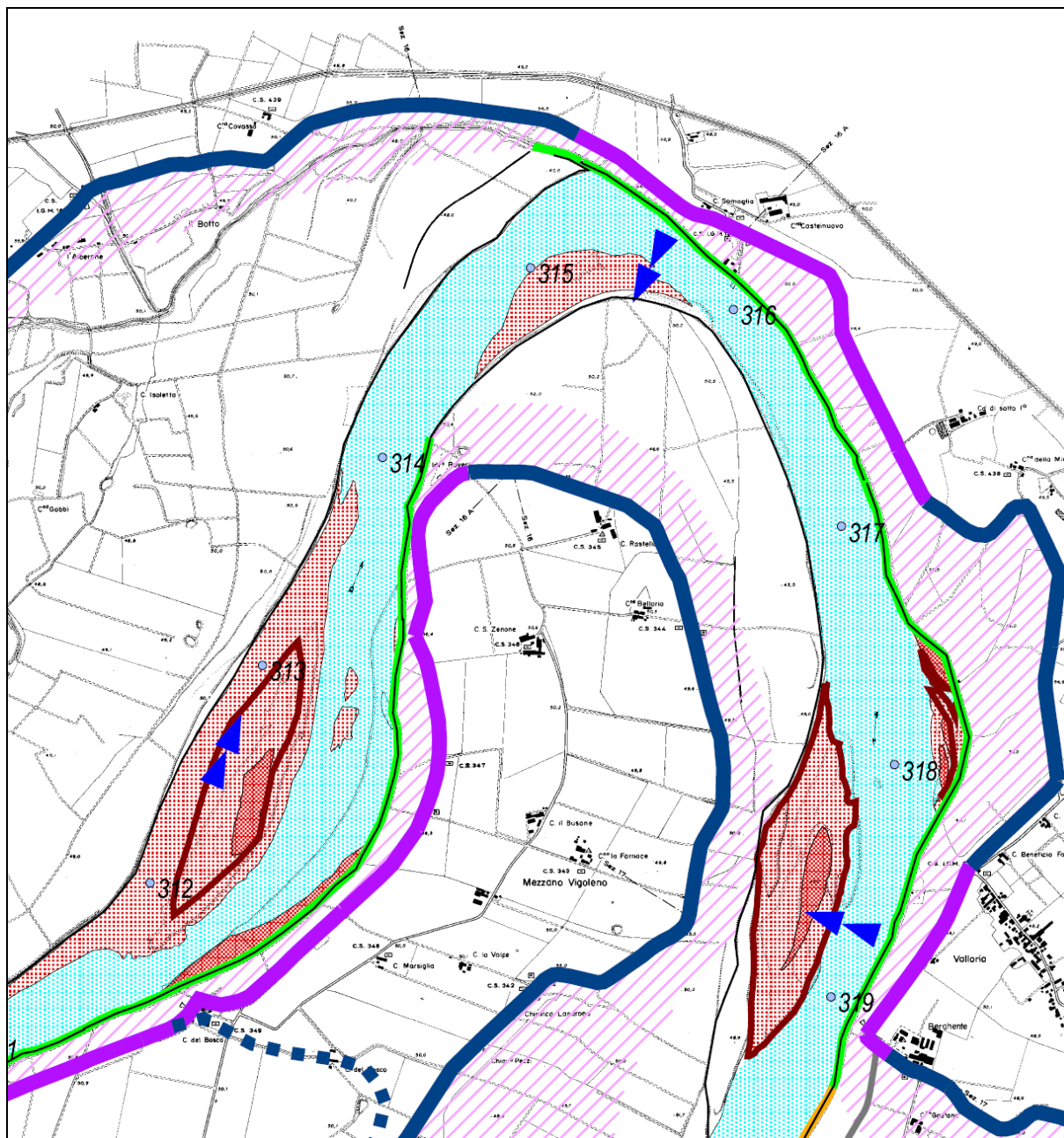


Figura 7 – stralcio della cartografia degli obiettivi del corso d'acqua

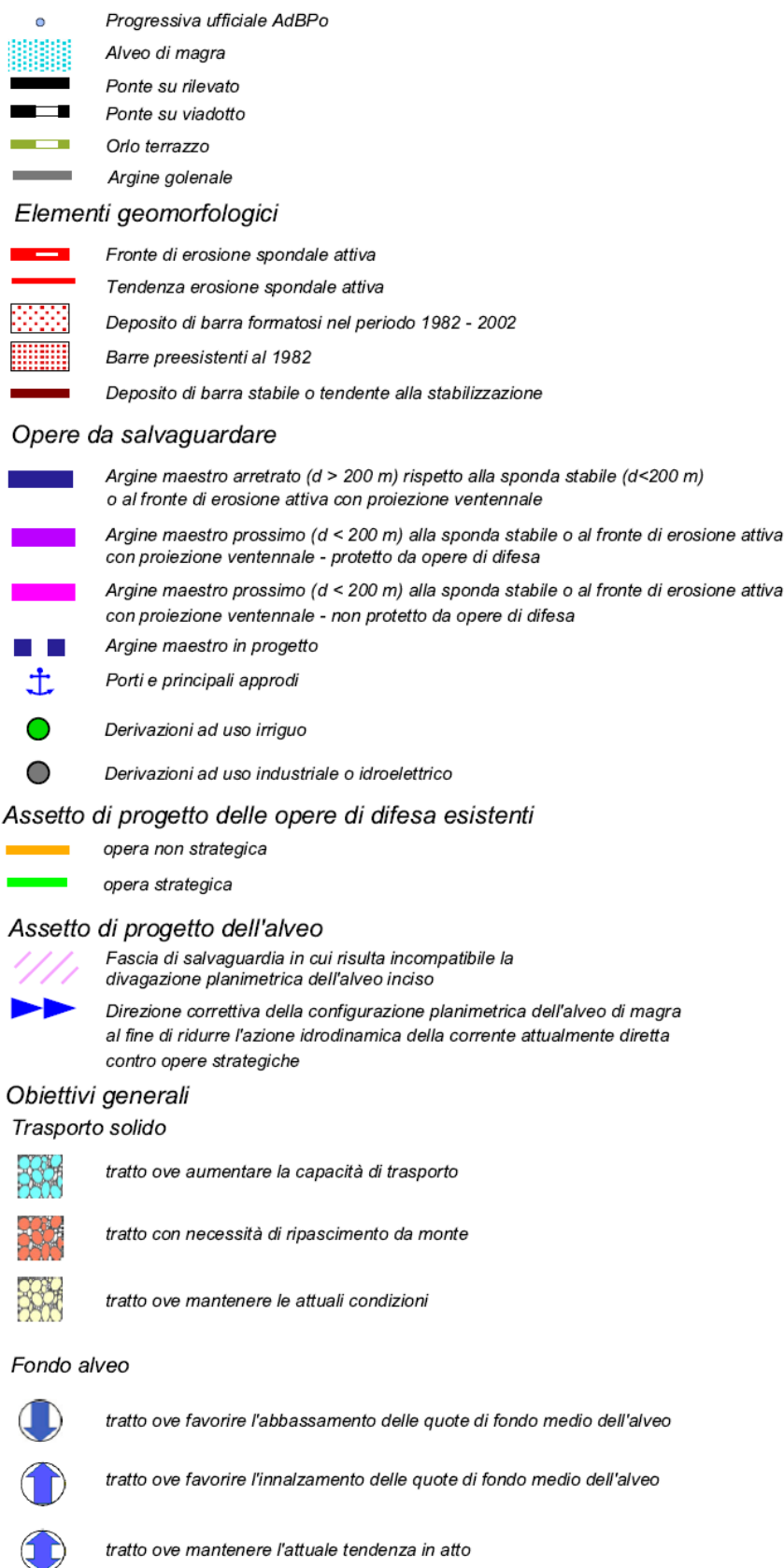


Figura 8 – legenda della cartografia degli obiettivi del corso d'acqua

Di seguito si riporta uno stralcio della cartografia degli interventi redatta nell'ambito del Programma Generale di Gestione dei Sedimenti fluviali del fiume Po (PGGS) del 2005 (ma le valutazioni sono relative alle dinamiche avvenute nel periodo 1982-2002), da cui emerge che l'intervento previsto nel tratto è della realizzazione di alcuni pennelli in grado di deviare la corrente ordinaria verso la sponda opposta rispetto alla posizione delle arginature in froldo; per quanto riguarda le isole si prevede l'apertura dei canali laterali ostruitisi nel ventennio 1982-2002. Gli effetti attesi erano lo spostamento dell'alveo ordinario verso la sponda opposta rispetto alla posizione delle arginature in froldo e riduzione delle sollecitazioni dirette contro le opere di difesa longitudinali strategiche.

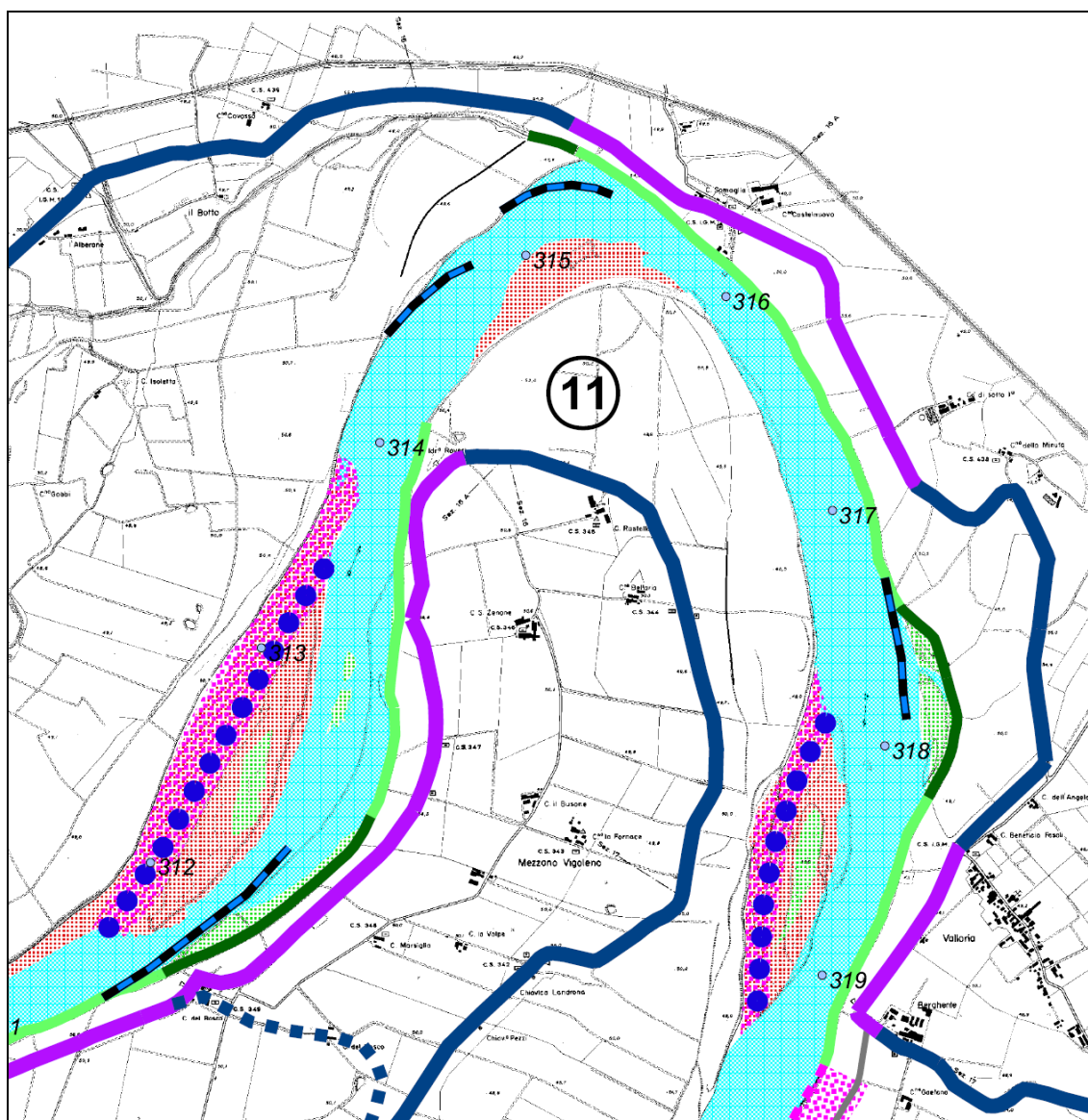

















Figura 9 – stralcio della cartografia degli interventi del corso d'acqua




-  Alveo di magra
-  Ponte su rilevato
-  Ponte su viadotto
-  Argine maestro arretrato ($d > 200$ m) rispetto alla sponda stabile ($d < 200$ m) o al fronte di erosione attiva con proiezione ventennale
-  Argine maestro prossimo ($d < 200$ m) alla sponda stabile o al fronte di erosione attiva con proiezione ventennale - protetto da opere di difesa
-  Argine maestro prossimo ($d < 200$ m) alla sponda stabile o al fronte di erosione attiva con proiezione ventennale - non protetto da opere di difesa
-  Argine maestro in progetto
-  Argine golenale

Interventi strutturali strategici di carattere straordinario

-  Opera di difesa da dismettere
-  Opera di difesa da modificare
-  Nuova opera di difesa (scogliera)
-  Nuova opera di difesa (pennello)
-  Movimentazione o asportazione di materiale litoide
-  Aree connesse ad interventi strutturali
-  Adeguamento strutture interferenti non compatibili

Interventi strutturali strategici di carattere ordinario

Intervento di by-pass dello sbarramento di Isola Serafini - movimentazione annuale e controllata di materiale litoide dal fondo alveo per garantire la continuità del trasporto solido e nel breve-medio termine il ripascimento del tratto di valle.

-  Zona di prelievo di materiale litoide dal fondo alveo
-  Zona di deposito del materiale litoide nel fondo alveo
-  Intervento di manutenzione a carico della vegetazione arborea

Interventi non strutturali strategici di carattere ordinario










-  Fronte attivo di erosione spondale da non contrastare per non alterare il bilancio del trasporto solido
-  Tendenza erosione spondale associata al fronte di erosione
-  Fronte attivo di erosione spondale attualmente da non contrastare per non alterare il bilancio del trasporto solido. Necessità di monitoraggio con frequenza elevata al fine di valutare l'evoluzione e la compatibilità con il sistema difensivo presente e l'eventuale necessità di realizzazione di opere di difesa per arrestare il processo in corso
-  Tendenza erosione spondale associata al fronte di erosione
-  Opera di difesa spondale strategica, soggetta a sollecitazioni dirette da parte della corrente, da mantenere nel tempo e da monitorare con frequenza elevata per verificarne l'efficienza
-  Opera di difesa spondale strategica, non soggetta a sollecitazioni dirette da parte della corrente, da mantenere nel tempo e da monitorare per verificarne l'efficienza
-  Opera di difesa spondale attualmente non strategica, da non mantenere e da monitorare per verificarne la progressiva e naturale dismissione
-  Barre di sedimento da sottoporre a monitoraggio frequente in seguito alle criticità indotte dalle stesse al fine di verificare la necessità di interventi futuri
-  Barre di sedimento da non sottoporre a monitoraggio

Figura 10 – legenda della cartografia degli interventi del corso d'acqua

Tali interventi non sono mai stati progettati e realizzati.

Nemmeno nell'ambito del progetto di RINATURAZIONE DEL PO, inserito nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, tali interventi sono stati inseriti.

Nel frattempo la sponda sinistra del fiume Po ha continuato ad arretrare a causa dei fenomeni erosivi attivatisi dopo il 2002.

Nella successiva figura è rappresentata l'evoluzione della dinamica erosiva della sponda sinistra del fiume Po, che dal 2002 al 2021 è arretrata, nel punto massimo, di circa 70 m (circa 3.5 m all'anno).

Nella stessa figura è riportata anche l'opera di difesa in cassero realizzata da AIPo nel biennio 2008-2009 e l'opera oggetto del presente progetto.

Entrambi gli interventi hanno lo scopo di proteggere l'argine maestro dalla possibile ulteriore evoluzione dell'erosione spondale in atto.

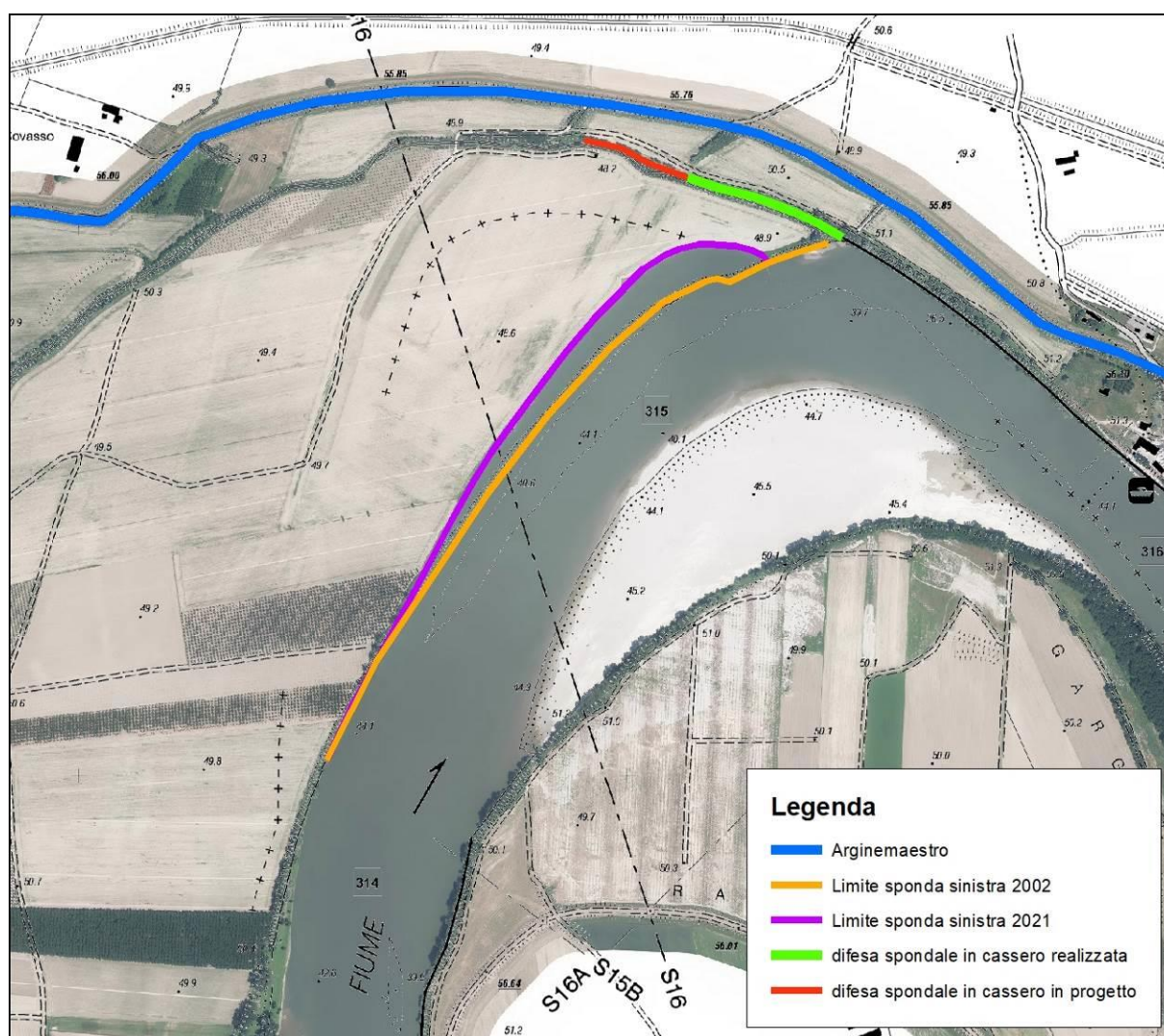


Figura 11 – evoluzione dell'erosione spondale e opere realizzate e previste in progetto

Si sottolinea che la dinamica evolutiva di arretramento della sponda sinistra è di per sé compatibile con l'assetto idraulico e morfologico del fiume Po, in quanto a tergo della stessa è presente un'ampia golena.

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico della cartografia Brioschi in cui si può osservare come in tale tratto il meandro fosse ampio e occupava parte della golena attualmente posta a tergo della sponda in erosione.

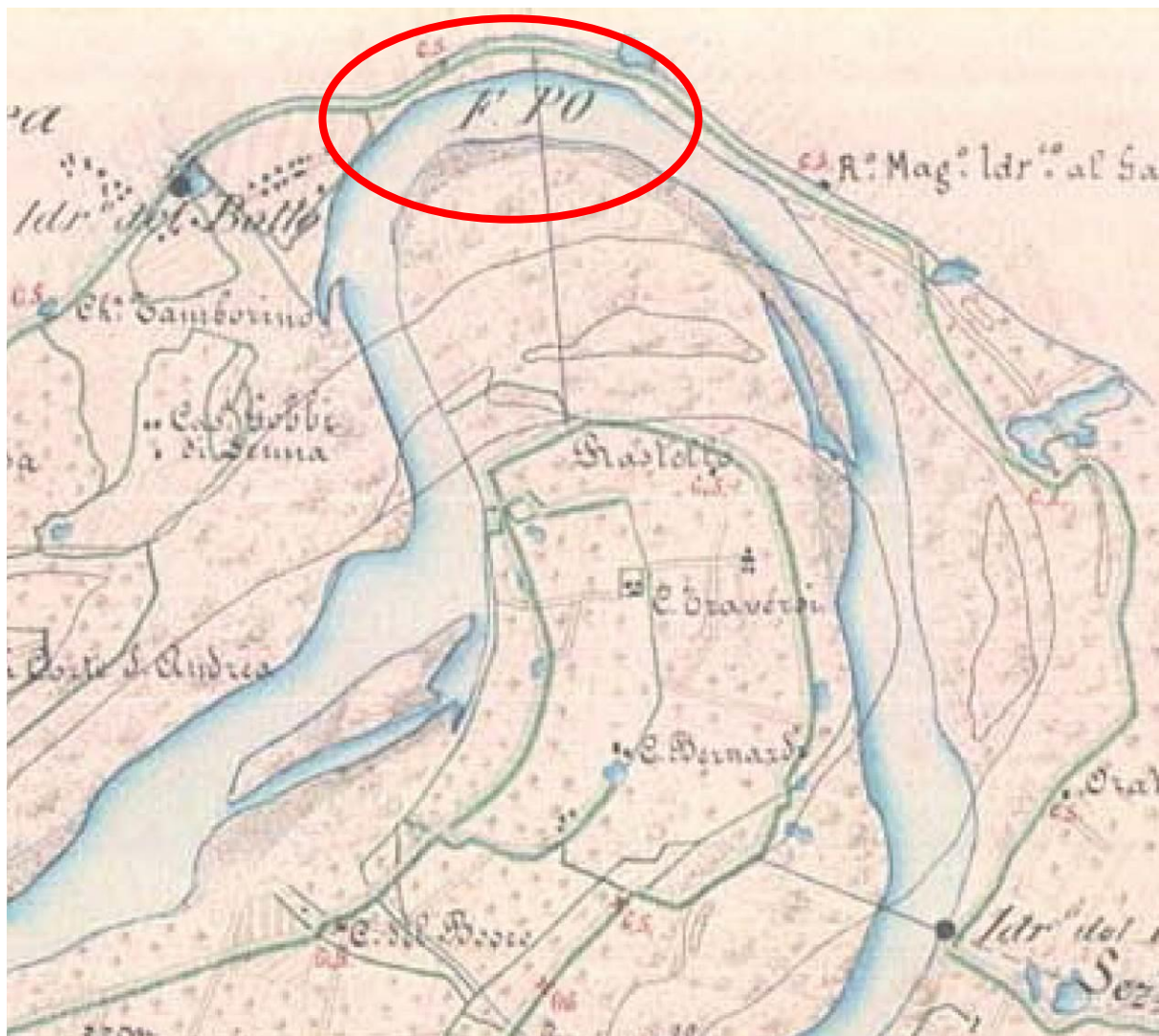


Figura 12 – estratto della cartografia Brioschi (1853)

Certamente è necessario proteggere l'argine maestro, come tra l'altro riportato nella precedente cartografia degli obiettivi del corso d'acqua del PGGS, in cui è definita la *“fascia di salvaguardia in cui risulta incompatibile la divagazione planimetrica dell'alveo inciso”* e le due suddette opere concorrono a rendere effettiva ed efficace tale fascia.

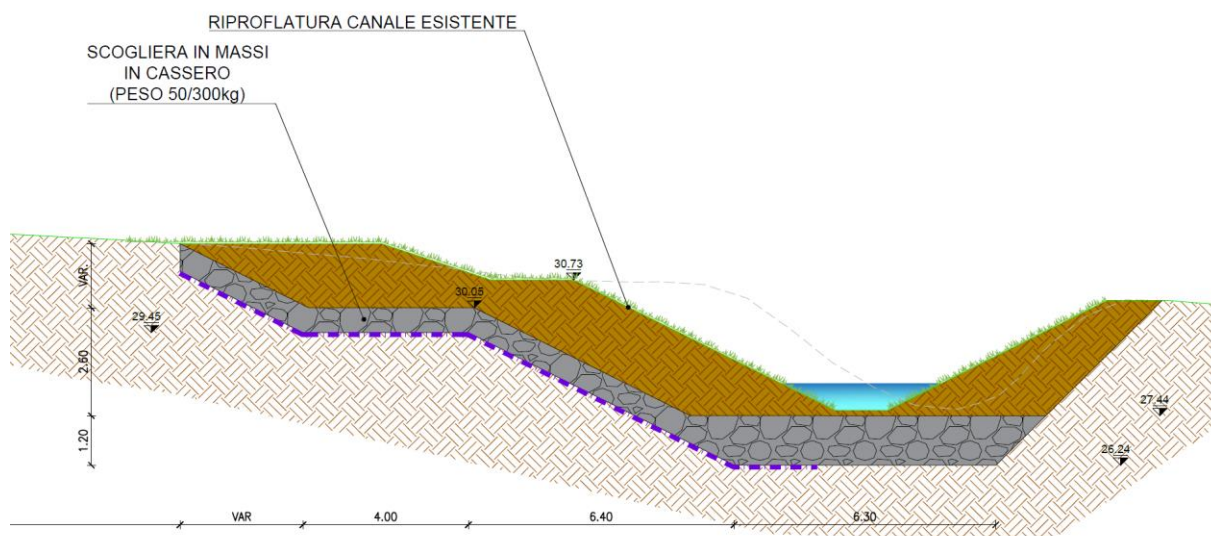


Figura 14 – sezione tipologica dell'intervento di formazione della protezione spondale in cassero

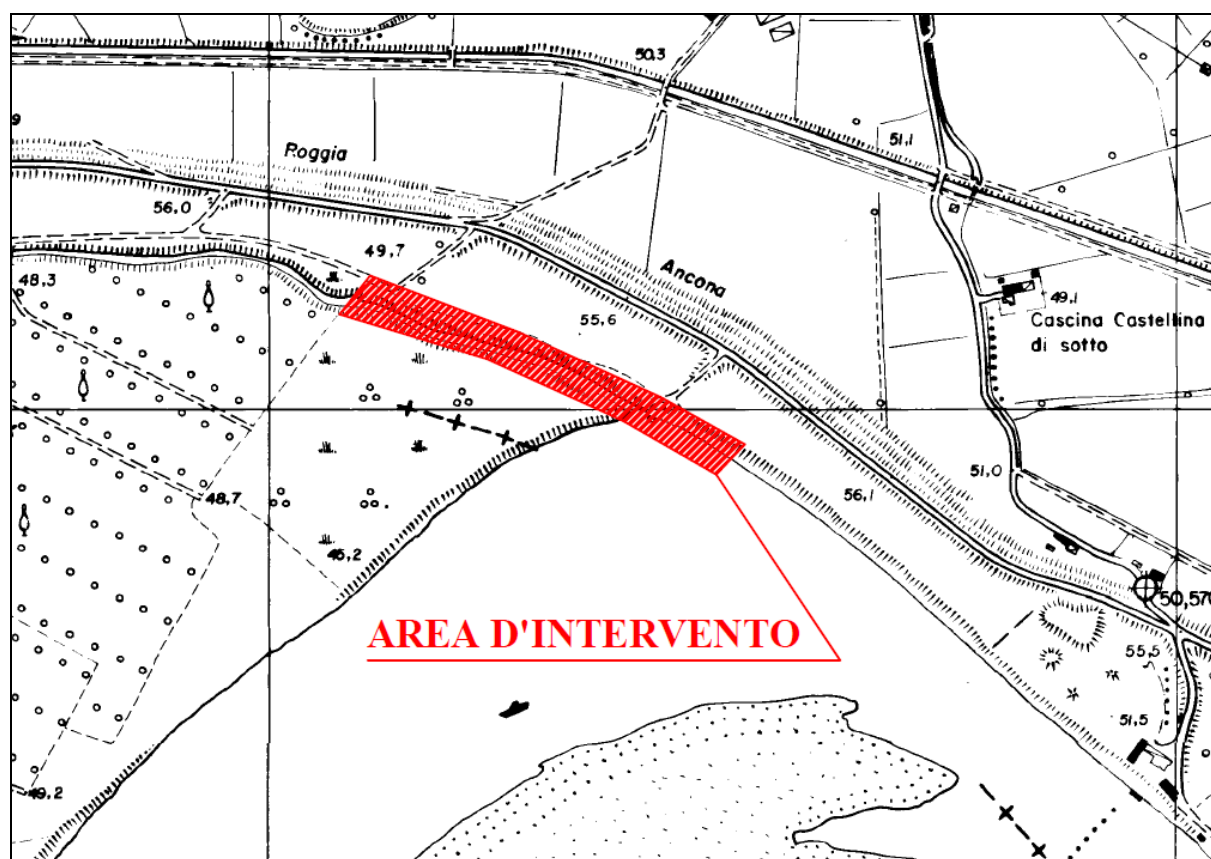


Figura 15 – difesa spondale in cassero realizzata nel 2008-2009, posta appena a valle dell'opera in progetto

Di seguito si riportano alcune foto relative alla fase di realizzazione dell'intervento effettuato nel 2009.





Per l'intervento di formazione della protezione spondale in cassero, sono previste le seguenti lavorazioni:

- Esecuzione con mezzi meccanici delle operazioni di scotico di terra vegetale, radici e ceppaie sull'intera superficie destinata alla formazione dell'opera spondale. Il materiale proveniente dalle suddette operazioni di scotico dovrà essere stoccato nell'ambito del cantiere per poi essere riutilizzato alla fine dei lavori, secondo le sagome in progetto.
- Scavo di sbancamento del terreno posto in corrispondenza della Roggia Risaloro per raggiungere il piano di posa dei massi da scogliera. Il materiale proveniente dalle suddette operazioni di scavo dovrà essere stoccato nell'ambito del cantiere per poi essere riutilizzato alla fine dei lavori, per ripristinare la sezione della Roggia Risaloro, secondo le sagome in progetto.
- Fornitura e posa in opera di geotessile non tessuto in polipropilene su superfici orizzontali e/o inclinate, compresi i risvolti, le sovrapposizioni, i picchetti di fissaggio e quant'altro necessario per garantire la completa copertura della superficie posta al di sotto della scogliera in massi.
- Fornitura e posa dei massi da scogliera (peso masso compreso tra 50 e 300 kg) secondo le

sagome previste in progetto.

- Rinterro al di sopra della difesa in massi e ripristino della sezione della Roggia Risaloro, secondo le geometrie riportate negli elaborati grafici progettuale, utilizzando il materiale proveniente dallo scavo di sbancamento. Il rinterro dovrà essere effettuato attraverso la realizzazione di strati di spessore massimo pari a 30 cm, che dovranno essere opportunamente compattati in più passate mediante l'utilizzo di mezzi meccanici fino al raggiungimento del 95% dello Standard Proctor modificato.
- Stesa e modellazione del terreno di coltivo proveniente dalle operazioni di scotico e successivo inerbimento sull'intera superficie delle superfici interessate dal rinterro. La semina dovrà essere effettuata con un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate e idonee al sito e con la distribuzione di una miscela composta da fieno o paglia e concime, mediante l'uso di irroratrici.

L'opera che verrà realizzata sarà interamente interrata e alla fine dei lavori lo stato attuale dell'ambito di intervento verrà ripristinato, compreso il corso della Roggia Risarolo.

4. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLA SCOGLIERA

Come già specificato in precedenza, l'intervento previsto in progetto è del tutto analogo a quanto già progettato e realizzato da AIPo nel biennio 2008-2009, nel medesimo tratto di sponda di Po, immediatamente a valle dell'intervento in progetto. Pertanto, di seguito si riportano i calcoli di dimensionamento idraulico della scogliera già riportati nel precedente progetto, che si ritiene essere tuttora validi e applicabili.

Per il calcolo della pezzatura del materiale da impiegarsi per la realizzazione delle opere di difesa spondale si è fatto uso delle formule relative al moto incipiente di una particella di diametro d assegnato, in base alle formulazioni teorico-sperimentali di Shields, derivanti dall'imposizione dell'equilibrio fra le forze di trascinamento e quelle resistenti.

Una particella sul fondo è sottoposta all'azione della forza peso, a quella dell'attrito e a quelle della portanza e della resistenza idrodinamiche.

Dall'imposizione della condizione di equilibrio discende che esiste una relazione fra un parametro θ , detto *parametro di mobilità di Shields*, ed un parametro adimensionale, detto

numero di Reynolds del grano, $Re^* = \frac{u^* d}{\nu}$, dove ν è la viscosità cinematica dell'acqua (pari a $1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$, alla temperatura di 10°C).

Tale relazione può essere espressa come segue:

$$\theta = \frac{u^{*2}}{gd\Delta} = f(Re^*);$$

il parametro θ dipende da u^* , velocità di attrito, pari a $\sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$, dal diametro della particella d ,

e dal peso del materiale immerso $\Delta = \frac{\rho_s - \rho}{\rho}$.

La funzione f è stata determinata sperimentalmente da Shields, ed è riportata nel diagramma di Figura 16, nel quale il campo di valori al di sotto della curva rappresenta la condizione di stabilità.

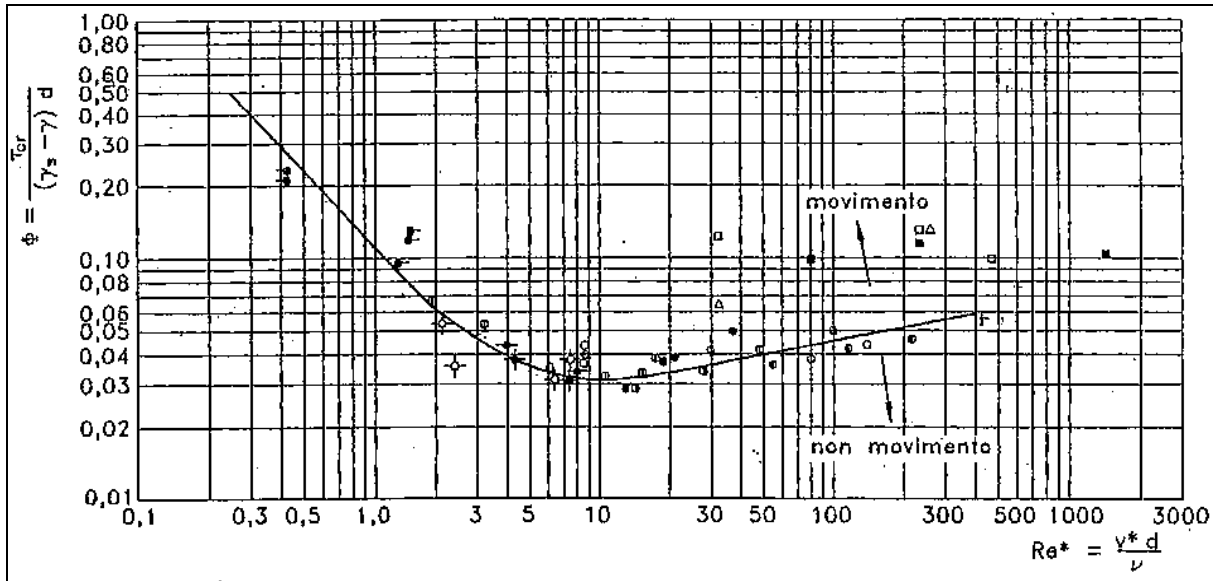


Figura 16 – Abaco sperimentale di Shields. [da “Sistemazione dei corsi d’acqua” – Da Deppo, Datei, Salandin]

Si osserva, con riferimento al campo di stabilità, che il diagramma può essere diviso in tre parti:

- la prima, per $Re^* \leq 2$, valida per condizioni di moto viscoso;
- la seconda, per $2 < Re^* < 200$, in cui la mobilità dipende sia dalla dimensione del grano che dalla viscosità del fluido, valida per un regime di moto intermedio;
- la terza, per $Re^* \geq 200$, valida per condizioni di moto turbolento.

In questo ultimo caso il parametro θ è pressoché costante e vale circa 0,057.

Introducendo dei fattori correttivi al parametro θ si possono considerare vari effetti di tipo fisico che comportano delle variazioni di schematizzazione del fenomeno:

- l’effetto della pendenza del fondo;
- l’effetto dell’inclinazione delle sponde;
- l’effetto della bassa sommergenza, che si ha quando il diametro del materiale assume dei valori confrontabili con quelli del tirante idrico;
- l’effetto delle circolazioni secondarie all’estradosso di una curva.

Il primo di tali effetti viene tenuto in conto moltiplicando il valore di θ per il fattore

$$\cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg} \phi},$$

in cui α è l'angolo formato fra il fondo e l'orizzontale, e ϕ è l'angolo di attrito interno del materiale che lo costituisce.

Per il secondo effetto Lane (1953) ha proposto l'introduzione di un fattore correttivo, k , che vale:

$$k = \cos \beta \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \beta}{\tan^2 \phi}},$$

in cui β rappresenta l'angolo di inclinazione delle sponde.

Anche l'effetto della bassa sommergezza, che si ha quando il diametro del materiale assume dei valori confrontabili con quelli del tirante idrico, viene tenuto in conto attraverso l'uso di un coefficiente correttivo, esprimibile attraverso la relazione (Armanini, 1990):

$$1 + 0,67 \sqrt{\frac{d}{h}}.$$

L'introduzione del fattore correttivo dovuto alle circolazioni secondarie tiene in conto lo sbilanciamento degli sforzi tra intradosso ed estradosso nel caso di corrente in curva. Ciò comporta l'esistenza di uno sforzo in direzione radiale, che può essere espresso con la seguente relazione (Rozovskii, 1957):

$$(\tau_0)_r = -2 \cdot \left(\frac{n}{k} \right)^2 \frac{1}{(2+n)(3+n)} \rho u_{*x}^2 \frac{h}{r_m},$$

in cui:

- k è la costante di Von Kàrmàn;
- r_m è il raggio di curvatura medio del corso d'acqua;
- u^* è la velocità di attrito;
- h è il tirante idrico;
- n è l'esponente della legge di potenza della distribuzione in direzione verticale della componente longitudinale della velocità (compreso fra 7 e 11).

Questa ultima relazione include, come caso particolare, l'effetto dell'inclinazione trasversale delle sponde, per cui il fattore correttivo ad esso correlato deve essere posto pari ad uno se si considera l'effetto delle circolazioni secondarie.

Come è facilmente verificabile, il primo fattore correttivo risulta essere molto prossimo all'unità per valori trascurabili della pendenza del fondo, mentre l'impiego del secondo fattore va sempre in favore di sicurezza.

Nel caso in esame sono state formulate alcune ipotesi ed assunzioni di calcolo, che si elencano di seguito:

- si ammette valida la relazione di Gauckler-Strickler: $u = k_G R^{2/3} i^{1/2}$, che può ritenersi sufficientemente veritiera nel caso di turbolenza pienamente sviluppata, condizione soddisfatta per la massima parte dei moti a pelo libero;
- lo sforzo tangenziale massimo è dato dall'espressione $\tau_0 = \xi \gamma R i$, in cui ξ è un parametro adimensionale che dipende dalla forma della sezione e dal rapporto fra b , larghezza del fondo, ed h , tirante idrico. Tale parametro, introdotto per tenere in considerazione la disuniformità della distribuzione degli sforzi sul perimetro della sezione, è stato diagrammato sperimentalmente da Carlson e Lane (1953), come riportato in figura 5.

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho}{\rho} = 1,65.$$

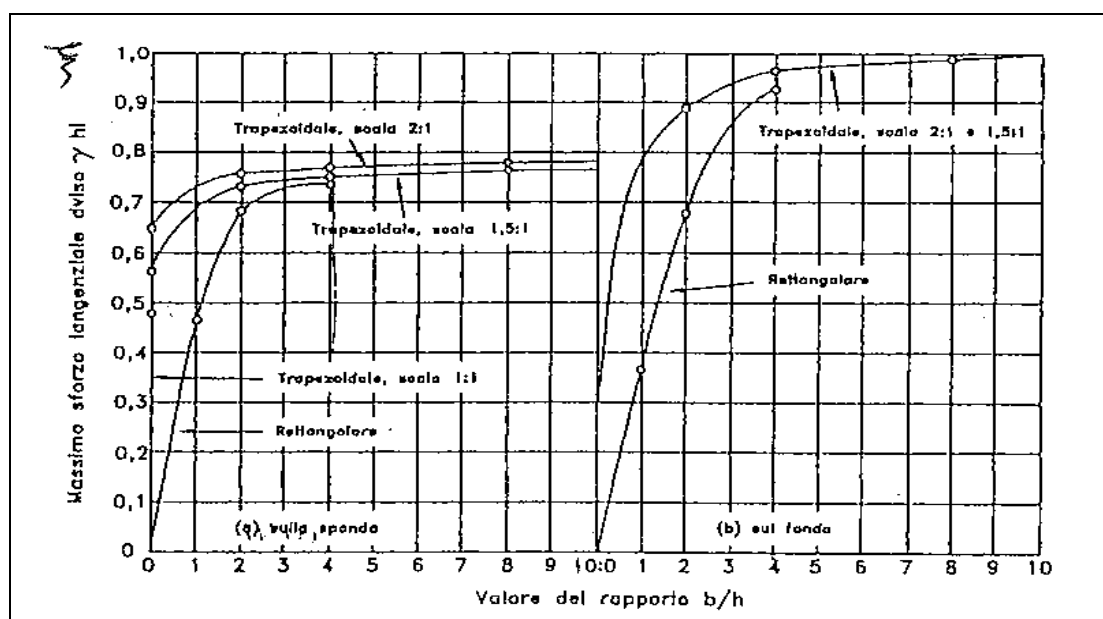


Figura 17 – Massimi sforzi tangenziali sul fondo di una sezione trapezia [da “Criteri di dimensionamento e di verifica delle stabilizzazioni di alveo e di sponda con massi sciolti e massi legati” – Armanini, Scotton]]

Il calcolo si è svolto sulla base dei dati topografici e batimetrici a disposizione, derivati dal rilievo CORIP 1999. Prese in esame le sezioni di Po ricadenti nel tratto di intervento, si sono

ricavati i tiranti idrici relativi alla piena di riferimento, con tempo di ritorno di 200 anni, di P.A.I., da cui si sono derivati i parametri idraulici di progetto.

Come era da aspettarsi, per ciascuna sezione i valori del raggio idraulico si avvicina molto a quello del tirante idrico medio di piena, con differenze assolutamente non rilevanti nel calcolo di stabilità del pietrame in argomento.

Dato l'elevato valore di b (larghezza dell'alveo relativa alla sezione in esame) rispetto al tirante h , si è posto senza perdita di significatività del calcolo, $\xi = 1$, inoltre si è ritenuto di dover tenere in conto, data la configurazione planimetrica del tratto di fiume Po in argomento, e a favore di sicurezza, solo dell'effetto dell'inclinazione delle sponde per cui, avendo posto:

- $\beta = 33^\circ$ (scarpa 3/2);
- $\phi = 38^\circ$, angolo di attrito interno del materiale,

risulta:

$$k = 0,466.$$

Inoltre, in considerazione della distribuzione degli sforzi tangenziali nella sezione, come riportato esemplificativamente in figura 6 per una sezione trapezia, si è introdotto il coefficiente correttivo 1,35 per la stima degli sforzi tangenziali massimi al fondo; per ottenere il valore del diametro del materiale si è applicata la relazione $d = 1,06 d_{90}$ e il peso del singolo masso si è supposto pari a quello della sfera equivalente.

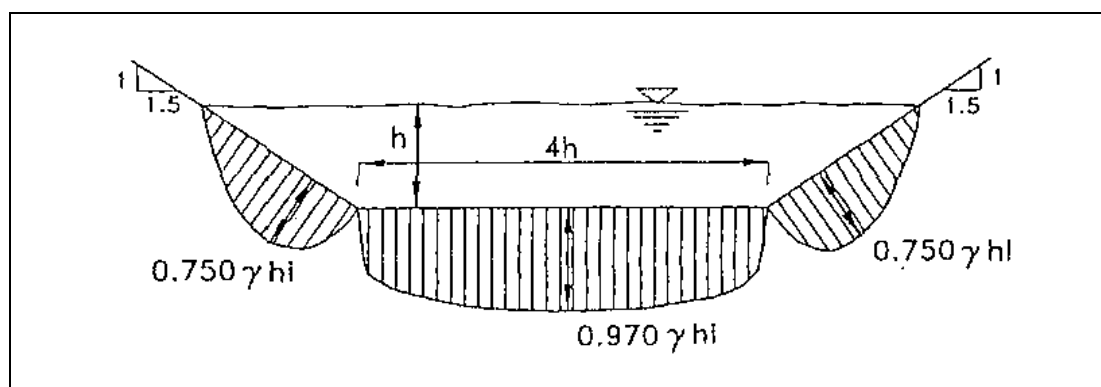


Figura 18 – Andamento degli sforzi tangenziali lungo il perimetro di una sezione trapezia [da “Criteri di dimensionamento e di verifica delle stabilizzazioni di alveo e di sponda con massi sciolti e massi legati” – Armanini, Scotton]

I risultati sono sintetizzati nella tabella di seguito riportata, dove viene distinto il caso del dimensionamento della parte del fondo da quello relativo alle sponde:

Dimensionamento pietrame al fondo

Sezione	h_{media} (m)	R (m)	i	L (m)	u^* (m/sec)	d_{tent} (m)	Re^*	$d_{90 \text{ fondo}}$ (m)	d_{fondo} (m)	peso (Kg)
16	7.7	8.3595	0.0019	1076.6	0.395	0.160	48328	0.160	0.170	7
16a	7.7	7.0736	0.0019	1076.63	0.363	0.136	37621	0.136	0.144	4
20b	6.5	6.66299	0.0019	782.5	0.352	0.128	34391	0.128	0.136	3
20c	6.5	7.06937	0.0019	782.5	0.363	0.136	37584	0.136	0.144	4
21	6.5	6.71438	0.0019	1071.96	0.354	0.129	34790	0.129	0.137	4
23	7.5	5.2855	0.0019	1559.92	0.314	0.101	24302	0.101	0.108	2
23bis	6.35	4.5099	0.0019	1559.92	0.290	0.087	19154	0.087	0.092	1

Dimensionamento pietrame di sponda

Sezione	h_{media} (m)	R (m)	i	L (m)	u^* (m/sec)	d_{tent} (m)	Re^*	$d_{90 \text{ sponda}}$ (m)	d_{sponda} (m)	peso (Kg)
16	7.7	8.3595	0.0019	1076.6	0.353	0.246	66291	0.246	0.261	25
16a	7.7	7.0736	0.0019	1076.63	0.325	0.210	52023	0.210	0.222	15
20b	6.5	6.66299	0.0019	782.5	0.315	0.197	47304	0.197	0.208	13
20c	6.5	7.06937	0.0019	782.5	0.325	0.208	51549	0.208	0.220	15
21	6.5	6.71438	0.0019	1071.96	0.316	0.198	47840	0.198	0.210	13
23	7.5	5.2855	0.0019	1559.92	0.281	0.159	34003	0.159	0.168	7
23bis	6.35	4.5099	0.0019	1559.92	0.259	0.135	26796	0.135	0.143	4

Tenute in debito conto le approssimazioni fatte, l'esperienza nelle realizzazioni di opere analoghe da parte di AIPo, ed un opportuno fattore di sicurezza, dipendente dall'andamento tipico del corso d'acqua in esame e dalla durabilità e dalla resistenza dell'opera da realizzare, si è optato per il posizionamento di massi del peso di 50 – 100 kg; la stabilità di ogni singola pietra è ovviamente assicurata dal proprio peso, sicuramente maggiore del valore minimo risultante dal calcolo.

Lo spessore minimo della mantellata, t , può essere ricavato dalla relazione empirica (D. Stephenson – *Rockfill Hydraulic Engineering* – Elsevier, Amsterdam – 1979):

$$t = \frac{Ri}{(\Delta - 1)(n + 1)k}$$

in cui:

- R = raggio idraulico;
- i = pendenza motrice;
- Δ = peso specifico relativo del pietrame;

- n = porosità;
- α = angolo di inclinazione del paramento sull'orizzontale;
- ϕ = angolo di attrito interno del materiale;
- $k = \cos \beta \sqrt{1 - \frac{\text{tg}^2 \beta}{\text{tg}^2 \phi}}$;

Con i valori correnti, per la sezione in cui risulta il valore massimo del raggio idraulico, considerata la pendenza motrice media pari a 20 cm/Km, $\Delta = 1,65$, $n = 0,25$ e con i valori già impiegati di $\beta = 33^\circ$ (scarpa 3/2) e $\phi = 38^\circ$, si ottiene $t = 4,2$ cm.

Tale valore minimo di spessore della mantellata è sicuramente garantito dal progettato posizionamento di massi della classe di peso 50 – 100 Kg sulla sponda.

5. BILANCIO DELLE TERRE

Per la realizzazione delle opere in progetto, come emerge da quanto riportato nel computo metrico estimativo allegato al progetto, è necessario effettuare scavi e riporti, in particolare:

- Scavi di sbancamento per la formazione del piano di posa dei massi per la formazione della protezione spondale in cassero, per un volume complessivo pari a 10'149.44 m³
- Riporti per copertura della protezione spondale e per il ripristino della sezione della Roggia Risarolo, per un volume complessivo pari a 5'875.25 m³
- Riporti per stesa a tombamento di buche e bassure ovvero a formazione di depositi provvisori all'interno del demanio fluviale o in aree demaniali, poste ad una distanza massima di 5 km, per un volume complessivo pari a 4'274.19 m³

Il bilancio delle terre tra scavi e riporti è pari a zero.

Oltre alle terre, per l'esecuzione delle opere previste in progetto è necessario approvvigionare dall'esterno massi da scogliera (peso compreso tra 50 e 300 kg) per un volume complessivo pari a 3'409.28 m³.

6. PIANO PARTICELLARE D'ESPROPRIO

Per la realizzazione delle opere in progetto, ricomprese nel territorio del Comune di Senna Lodigiano, in provincia di Lodi, si rende necessario interessare terreni di proprietà privata.

Le necessità complessive per la realizzazione delle opere in progetto risultano quindi le seguenti:

- Indennità per esproprio:	€	3'000,00
- Indennità aggiuntiva per fittavolo o coltivatore diretto:	€	3'000,00
- Indennità per occupazione temporanea:	€	1'533.33
- Imprevisti:	€	1'000,00
- Oneri accessori:	€	<u>1'466.67</u>
TOTALE	€	10'000,00

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato A-2 – Piano particellare d'esproprio.

7. IMPORTO LAVORI E QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO

L'importo per la realizzazione degli interventi è pari a € **353'000,00**, di cui € 340'337.93 di importo lavori e € 12'662.07 di costi della sicurezza.

Nella tabella seguente si riporta il dettaglio dei lavori, delle somme a disposizione e del quadro economico complessivo.

	Opera	Importi
1	Lavori di formazione difesa spondale in cassero	340'337.93
2	Costi sicurezza (non soggetti a ribasso)	12'662.07
3	TOTALE OPERE	353'000.00
4	IVA sui lavori	77'660.00
5	Imprevisti e arrotondamenti	6'021.36
6	Spese per rilievi e indagini	5'000.00
7	Spese tecniche per progettazione, collaudo, Direzione dei Lavori e Coordinamento della Sicurezza in fase di Progettazione ed Esecuzione, comprensive di IVA e oneri previdenziali	44'788.64
8	Spese per occupazione temporanea ed espropri	10'000.00
9	Spese amministrative, varie, arrotondamenti (1%)	3'530.00
10	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	147'000.00
	TOTALE FINANZIAMENTO	€ 500'000.00

L'importo complessivo delle somme a disposizione della Stazione Appaltante è quindi pari a € **147'000,00**.

Pertanto, l'importo complessivo del finanziamento necessario per la realizzazione dell'intervento di “*Opere di difesa spondale a protezione dell'Argine Maestro del fiume Po in froldo in comune di Senna Lodigiana (LO) – LO-E-32*” ammonta a € **500'000,00**.

8. CRONOPROGRAMMA DELL'INTERVENTO

Di seguito si riporta il cronoprogramma dell'intervento, in cui si prevede una durata del cantiere pari a 100 giorni naturali e consecutivi.

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Installazione cantiere										
Taglio vegetazione										
Scavo di sbancamento										
Posa tessuto non tessuto										
Posa massi da scogliera										
Rinterri e ripristino alveo Roggia										
Sistemazioni finali										
Rimozione cantiere										

9. ATTI DEL PROGETTO

ATTI	
Cod.	Titolo
A.1	Relazione generale
A.2	Piano particellare di esproprio
A.3.1	Elenco prezzi unitari
A.3.2	Computo metrico estimativo
A.3.3	Quadro incidenza manodopera
A.3.4	Quadro economico di progetto
A.4	Capitolato speciale d'appalto
A.5.1	Piano di Sicurezza e Coordinamento
A.5.2	Fascicolo dell'opera
DISEGNI	
Cod.	Titolo
D.1.0	Corografia di inquadramento area di intervento
D.2.0	Planimetria opere in progetto
D.3.0	Quaderno delle sezioni opere in progetto
D.4.0	Sezione tipologica opere in progetto
D.5.0	Planimetria tracciamento opere in progetto

Milano, settembre 2024

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Dott. Ing. Stefano Croci