



**Regione Lombardia**  
Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità



AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO

## ATTIVITÀ E STUDI PROPEDEUTICI RELATIVI ALLA REGIMAZIONE DEL PO NEL TRATTO TRA CREMONA E FOCE MINCIO

IPOTESI, ANALISI E VERIFICHE PRELIMINARI

### **RELAZIONE DI SINTESI**

I RESPONSABILI

Per **AIPO**

Dott. Ing. Luigi Fortunato

Dott. Ing. Luigi Mille

Dott. Ing. Marcello Moretti

Per **I.L.**

Dott. Ing. Vittorio Peruzzi

GIUGNO 2009

## **GRUPPO DI LAVORO AIPO**

Prof. Ing. Alessandro Paoletti – Studio Paoletti Ingegneri Associati

Dott. Ing. Stefano Croci – Studio Paoletti Ingegneri Associati

Dott. Ing. Aldo Marcello – Claudio Marcello s.r.l.

Prof. Ing. Domenico Zampaglione

Prof. Arch. Guido Ferrara – Ferrara Associati - Studio di progettazione ambientale

Dott. Arch. Giuliana Campioni - Ferrara Associati - Studio di progettazione ambientale

Dott. Geol. Giovanni Savazzi

Dott.sa Valeria Mezzanotte

Dott. Ing. Riccardo Zoppellaro

Dott. Ing. Gianluca Zanichelli

Dott. Ing. Mirella Vergnani

Dott. Ing. Isabella Botta

Dott. Ing. Remo Passoni

Dott. Ing. Federica Pellegrini

Dott. Ing. Marco La Veglia

Dott. Ing. Angelo Ferrari

Dott. Ing. Antonio Arena

Dott. Ing. Luigi Sinigardi

Dott. Paolo Michelini

## **GRUPPO DI LAVORO IL**

Dott. Cecilia Felicetti – Infrastrutture Lombarde

Dott. Cesare Prete – Infrastrutture Lombarde

Dott. Ing. Federico Ciampitti – ELC Electroconsult

Dott. Ing. Alberto Lugaresi – ELC Electroconsult

Dott. Ing. Franco de Siervo – ELC Electroconsult

Dott. Ing. Edoardo Visca – ELC Electroconsult

Dott. Arch. Juan Carlos Mignone – ELC Electroconsult

Dott. Ing. Alessandro Alberti – ELC Electroconsult

Dott. Ing. Pietro Grosso Sembenelli – Sembenelli Consulting

Dott. Ing. Giuseppe Sembenelli – Sembenelli Consulting

Dott. Ing. Marco Scarella – Sembenelli Consulting

Geom. Luciano Barbaro – Sembenelli Consulting

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. OGGETTO E SCOPO .....   | 2  |
| 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....  | 9  |
| 3. SITUAZIONE ATTUALE: SINTESI DELLE CRITICITÀ PRESENTI NEL TRATTO.  | 10 |
| 4. PRINCIPALI ATTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI .....   | 12 |
| 5. SCELTA DEI SITI E DELLE OPERE.....  | 13 |
| 6. BENEFICI ED IMPATTI SUL SISTEMA PO .....  | 17 |
| 6.1 RECUPERO IDRAULICO/MORFOLOGICO DEL FIUME .....   | 17 |
| 6.2 MIGLIORAMENTO DELLE CONDIZIONI DI NAVIGABILITÀ .....   | 21 |
| 6.3 PRODUZIONE DI ENERGIA IDROELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE .....   | 23 |
| 6.4 MIGLIORAMENTO DELLE POSSIBILITÀ DI DERIVAZIONE A FINI IRRIGUI.....   | 23 |
| 6.5 INNALZAMENTO E STABILIZZAZIONE DELLE FALDE IDRICHE .....   | 25 |
| 6.6 DISPONIBILITÀ DI RISORSA IDRICA DA GESTIRE DURANTE I PERIODI<br>SICCITOSI .....  | 25 |
| 6.7 RIQUALIFICAZIONE PAESISTICA ED AMBIENTALE .....  | 27 |
| 6.8 ANALISI DELLE INTERFERENZE CON LE AREE GOLENALI ED EXTRA-<br>GOLENALI IN FUNZIONE DELL'INNALZAMENTO DELLA FALDA FRETICA..... | 29 |
| 6.9 ANALISI DELLE INTERFERENZE CON I MANUFATTI DI ATTRAVERSAMENTO .....  | 30 |
| 6.10 INTERAZIONE CON LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL PO.....  | 32 |
| 7. REALIZZAZIONE DELLE OPERE.....  | 34 |
| 7.1 FASI DI COSTRUZIONE DELLE OPERE .....  | 34 |
| 7.2 CRONOGRAMMA .....  | 38 |
| 7.3 COSTI.....   | 42 |
| 7.3.1 Costi di realizzazione .....   | 42 |
| 7.3.2 Quadro economico degli interventi .....  | 43 |
| 7.3.3 Costi di gestione .....  | 44 |
| 8. PIANO ECONOMICO FINANZIARIO .....   | 47 |
| 9. PRIME IPOTESI DI REGIMAZIONE A VALLE DI FOCE MINCIO .....   | 51 |

## 1. OGGETTO E SCOPO

Il presente rapporto ha lo scopo di presentare, in forma sintetica, la proposta tecnica di regimazione del fiume Po mediante opere di sostegno, nel tratto compreso tra Cremona e la foce del fiume Mincio.

L'idea progettuale prevede di innalzare l'attuale livello idrico di magra del fiume Po, riportandolo mediamente alle quote di circa 50 anni fa.

Il rialzamento proposto rimane all'interno dell'alveo inciso, senza interessare le aree golenali e, pertanto, senza produrre alcuna alterazione del regime idraulico di piena.

Tale intervento assume un ruolo fondamentale per il riassetto del fiume e per avviare il processo di recupero ambientale, in quanto attraverso di esso sarà possibile raggiungere i seguenti obiettivi:

- *riequilibrio idraulico/morfologico del fiume*: le forme di fondo (barre e canali), che oggi sono interessate dalla corrente solo nel corso di piene significative, verranno interessate dai deflussi anche in condizioni di magra e quindi parteciperanno maggiormente alle dinamiche di trasporto solido, contribuendo a raggiungere l'obiettivo del riassetto morfologico dell'alveo. Oltretutto si ritornerà ad avere anche in condizioni di magra un alveo pluricursale. Inoltre, la riduzione della velocità media della corrente in condizioni ordinarie, legata agli effetti di rigurgito indotti dalle opere di sostegno, comporterà una diminuzione delle azioni erosive attualmente in atto sul fondo alveo, contribuendo in tal modo a ridurre l'attuale tendenza alla canalizzazione del fiume;
- *miglioramento delle condizioni di navigabilità*: l'innalzamento dei livelli idrici di magra potrà garantire le condizioni di navigabilità in classe V per tutto l'anno e il miglioramento delle condizioni di accesso al porto di Cremona;
- *produzione di energia idroelettrica da fonte rinnovabile*: la realizzazione delle traverse per innalzare i livelli idrici permetterà di ottenere, in corrispondenza delle stesse, dei dislivelli idrici che potranno essere utilizzati per produrre energia idroelettrica; tale produzione sarà assai rilevante sia in senso assoluto (920'000 MWh/anno, pari al 3% della produzione idroelettrica nazionale), sia per il fatto che proviene dallo sfruttamento di risorse rinnovabili. Inoltre, tale produzione energetica sarà in grado di rendere l'intervento in oggetto economicamente auto sostenibile;

- *miglioramento delle possibilità di derivazione a fini irrigui*: l'innalzamento dei livelli idrici di magra potrà garantire migliori possibilità di prelievo idrico e risparmi energetici per il sollevamento delle acque. Inoltre, non sarà più necessario ricorrere a nuovi impianti idrovori sussidiari agli esistenti, come è avvenuto negli ultimi anni con costi rilevanti per far fronte al continuo approfondimento del livello idrico di magra conseguente all'abbassamento dell'alveo del Po e al verificarsi di periodi estremamente siccitosi;
- *innalzamento e stabilizzazione delle falde idriche*: l'innalzamento dei livelli fluviali permetterà di incrementare i livelli delle falde riportandoli ai livelli di circa 50 anni fa, con importante recupero della risorsa idrica sotterranea e minori costi di sollevamento;
- *maggior disponibilità di risorsa idrica da gestire durante i periodi siccitosi*: il volume idrico invasabile sia all'interno dell'alveo inciso (circa 150 Mm<sup>3</sup>) che nell'acquifero circostante potrà rendersi disponibile, in situazioni di deficit idrico, per incrementare la portata defluente nel tratto di Po a valle in occasione di periodi di magra eccezionali. Questo potrà indurre diversi benefici, tra cui: garantire la funzionalità permanente delle derivazioni idriche superficiali ad uso irriguo ed industriale (raffreddamento delle centrali termoelettriche di Ostiglia e Sermide) e per contrastare la risalita del cuneo salino nell'area del delta;
- *riqualificazione paesistica ed ambientale*: con il rialzamento del livello il fiume potrà rioccupare parte degli spazi che gli sono stati sottratti con l'opera di regolarizzazione del suo corso. Questo potrà essere guidato con estrema facilità alla creazione di zone umide, veri e propri biotopi artificiali, che col tempo potrebbero assumere un valore naturalistico proprio, da vedere in modo integrato con i SIC-ZPS esistenti.

In sintesi, la proposta presenta un carattere multifunzionale e viene a costituire un'opportunità per l'intero territorio, i cui elementi di attrazione vengono inseriti in un circuito più ampio e complesso con offerte e prestazioni altrimenti inimmaginabili.

Dal punto di vista tecnico l'intervento prevede la realizzazione di quattro traverse, ubicate nei pressi di:

1. Motta Baluffi (CR) e Roccabianca (PR);
2. Viadana (MN) e Brescello (RE);
3. Borgoforte (MN) e Motteggiana (MN);
4. Sustinente (MN) e Quingentole (MN), a valle di foce Mincio.

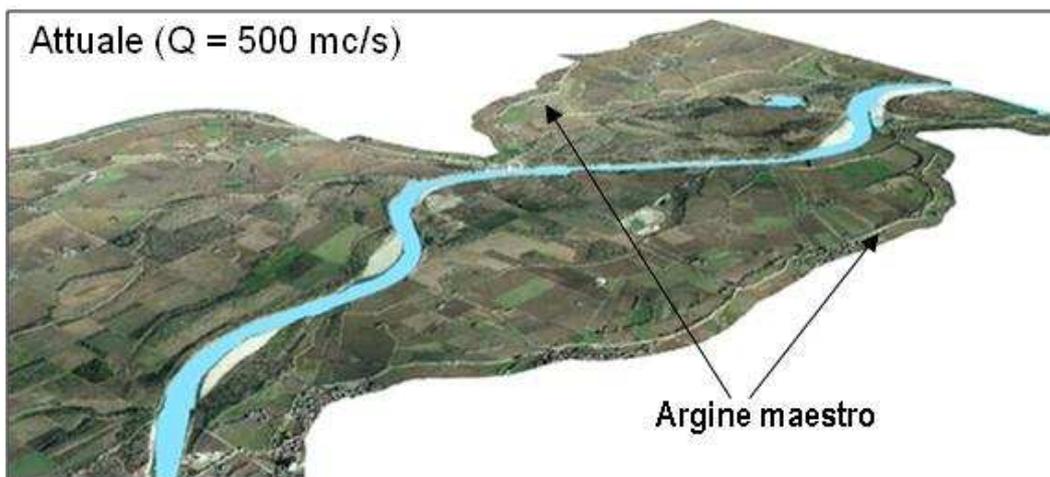
**Figura 1 – Ubicazione delle quattro traverse**

Ciascuna delle quattro traverse sarà composta da:

- un'opera di sostegno dei livelli con paratoie mobili;
- una conca di navigazione;
- una centrale di produzione idroelettrica ad acqua fluente;
- un'opera specifica per il passaggio dell'ittiofauna.

L'intervento in oggetto prevede di posizionare la centrale affiancata all'opera di sostegno dei livelli, in modo tale da non dover realizzare dei canali di restituzione; in tal modo tutta la portata del Po rimarrà sempre all'interno dell'attuale alveo.

A monte di ciascuna delle quattro traverse si produrrà un innalzamento dell'attuale livello del Po, innalzamento che rimarrà comunque confinato all'interno dell'alveo inciso. Il nuovo livello verrà mantenuto fino a che la portata del Po non raggiunga un determinato valore (variabile da circa 2'000 a circa 2'500 m<sup>3</sup>/s a seconda della traversa); per portate superiori (piene ordinarie e straordinarie) le paratoie di cui sono dotati gli sfioratori verranno completamente aperte, in modo da consentire il libero deflusso della portata.



**Figura 2 – Assetto attuale dell'alveo di magra del Po a monte di Motta Baluffi e Roccabianca**

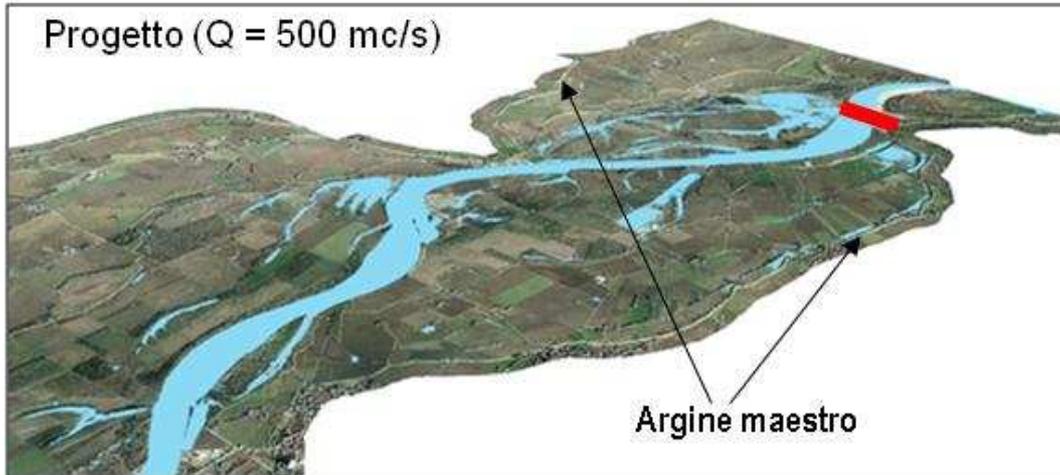


Figura 3 – Assetto di progetto dell'alveo di magra del Po a monte di Motta Baluffi e Roccabianca conseguente alla presenza della prima opera di sostegno

E' importante sottolineare che l'idea progettuale si fonda su due criteri generali che hanno condizionato fin dall'inizio le scelte progettuali operate nel corso dello studio:

- garantire la totale trasparenza delle traverse alle piene straordinarie, vale a dire concepire le traverse, ed in particolare gli sfioratori, in modo tale che la loro presenza non aumenti il livello che il Po raggiunge attualmente in occasione di quelle piene;
- far sì che la configurazione delle opere (ed in particolare dello sfioratore e della centrale idroelettrica) e le loro regole di gestione garantiscano un adeguato trasporto del sedimento al fondo e l'apporto solido nei tratti posti a valle di foce Mincio. A tale fine il condotto di alimentazione delle turbine e la soglia fissa di alcune luci dello sfioratore avranno una quota prossima al valore del talweg del Po nell'intorno di ogni traversa, in modo tale che il trasporto solido al fondo che giunge in prossimità delle opere possa oltrepassarle e proseguire verso valle.

E' importante mettere in evidenza che le traverse modificano il livello idrico del Po (per portate inferiori a 2'000 – 2'500 m<sup>3</sup>/s), ma non alterano minimamente il regime dei deflussi del Po. Si deve evitare che il termine "bacinizzazione" sia erroneamente interpretato come formazione di invasi potenzialmente forieri di modificazioni del regime delle portate fluenti. Le opere sono di fatto concepite come traverse puramente ad acqua fluente: cioè la portata turbinata sarà uguale in ogni istante alla portata del Po a monte di ciascuna traversa. L'unica variazione indotta dalle opere è relativa al livello idrico, con gli evidenti riflessi positivi sopra elencati.

Solo durante saltuarie e straordinarie operazioni di riempimento e svuotamento (messa in esercizio iniziale, manutenzione, rilasci per sopperire a periodi di scarsità idrica e successive fasi di ripristino del livello di regolazione, ecc.) potranno sussistere delle differenze tra le portate a monte e a valle delle opere di sostegno (fasi di invaso e svaso). Peraltro tali operazioni straordinarie dovranno essere condotte sulla base di disciplinari attinenti a tempi e modalità tali da minimizzare tali differenze e renderle compatibili con l'assetto del tratto di valle.

Relativamente all'aspetto *energetico* occorre in primo luogo rimarcare come la realizzazione delle opere in progetto si inquadri in modo significativo e certamente non trascurabile nelle politiche internazionali in tema di energia e in particolare negli obiettivi europei e nazionali (Dichiarazione degli Enti Locali nell'ambito del World Water Forum – Messico 2006/Istanbul 2009) noti con lo slogan 20% / 20% / 20%, e cioè:

- riduzione della domanda di energia (risparmio energetico) del 20%;
- riduzione delle emissioni di gas serra del 20% rispetto ai valori del 1990;
- raggiungimento di un livello pari ad almeno il 20% di energia rinnovabile rispetto al consumo complessivo.

Infatti, la produzione energetica media annua di circa 920 GWh/anno, conseguibile con gli impianti in oggetto, incrementa di circa il 3 % la produzione idroelettrica nazionale e di circa il 2% la complessiva produzione nazionale da fonti rinnovabili, con ciò contribuendo in modo assai significativo al raggiungimento del secondo e terzo obiettivo: + 20 % da fonte rinnovabile su base nazionale e - 20 % di CO<sub>2</sub> emessa.

Inoltre, le opere in progetto consentiranno di contribuire in modo sensibile anche al primo degli obiettivi prima indicati (risparmio energetico del 20%), in quanto con il rialzamento dei livelli del Po e delle corrispondenti falde idraulicamente connesse si conseguirà una rilevante riduzione dei costi energetici sia dei sollevamenti irrigui da pozzo (difficilmente valutabile ma certamente presente), sia degli impianti idrovori dei Consorzi di Bonifica del territorio interessato oggi in esercizio per il sollevamento delle acque di irrigazione, risparmio valutabile in circa 10'000 MWh/anno. In effetti il complessivo risparmio energetico risulta essere superiore ai maggiori oneri energetici, associati al rialzamento dei livelli, necessari per garantire il drenaggio delle falde da parte del reticolo di bonifica, valutabile in circa 8'000 MWh/anno.

Inoltre, e questo è un elemento cruciale per rendere effettivamente possibile la realizzazione del progetto, la vendita dell'energia elettrica prodotta dalle centrali idroelettriche permetterà,

attraverso il sistema della finanza di progetto, la completa auto-sostenibilità finanziaria dell'iniziativa senza dover ricorrere ad alcun contributo pubblico: infatti, con riguardo alle tempistiche complessive dell'iniziativa, al prezzo dell'energia e dei certificati verdi, ai volumi di energia prodotta e alle ipotesi connesse alla strutturazione finanziaria, i risultati emergenti dall'analisi finanziaria evidenziano indicatori di sintesi relativi alla convenienza economica e alla sostenibilità finanziaria del progetto in linea con gli standard di mercato registrati in relazione ad operazioni di project financing avviate e giunte al financial close sino al terzo trimestre del 2008.

Relativamente all'*ambiente* e al *paesaggio*, si sottolinea come l'innalzamento del tirante idrico indotto dalle traverse, ed il conseguente ampliamento della superficie interessata dal regime di magra, permetta di mutare le condizioni di aridità che contraddistinguono le fasce di tangenza all'alveo, di riaprire permanentemente i canali laterali, di rivitalizzare le lanche esistenti, con la possibilità di crearne di nuove, e pertanto di migliorare le condizioni ambientali del fiume.

Il fiume vedrà quindi, per la prima volta dopo tanti anni, la regressione parziale della canalizzazione e potrà riprendere, almeno in parte, possesso degli spazi che gli sono stati sottratti, riacquistando un andamento morfologicamente più articolato, con evidenti benefici per l'ambiente fluviale e l'assetto paesaggistico complessivo.

Con particolare riferimento alla tematica del *trasporto solido al fondo*, le analisi condotte nel presente studio hanno permesso di effettuare una prima valutazione degli effetti indotti dalle opere in progetto, tra cui:

- la presenza delle opere di sostegno produce una inevitabile riduzione della capacità di trasporto al fondo del corso d'acqua, più sensibile a partire dalla coda della zona di rigurgito verso la traversa;
- tuttavia, nella quasi totalità delle sezioni esaminate, il valore della capacità di trasporto medio annuo di progetto si manterrà comunque al di sopra (o prossimo) del valore medio annuo del trasporto solido disponibile, noto dal Programma generale di Gestione dei Sedimenti, recentemente adottato dall'Autorità di Bacino del fiume Po. Pertanto nel medio e lungo termine la presenza delle opere di sostegno non inciderà sul trasporto solido effettivo a valle degli stessi;
- passando dalle condizioni attuali a quelle di progetto, si verificheranno delle variazioni nel regime del trasporto solido al fondo, il quale tenderà ad accentuare il proprio carattere

impulsivo (portata solida più ridotta rispetto all'attuale, nei periodi di basse portate quando le opere di sostegno sono chiuse e portata solida maggiore dell'attuale, nei periodi di portate maggiori quando le opere di sostegno sono aperte);

- la riduzione della capacità di trasporto al fondo, indotta dalla presenza delle opere di sostegno dei livelli idrici, comporterà una positiva riduzione dell'attuale tendenza erosiva e di approfondimento del fondo alveo;
- l'allargamento della sezione liquida, conseguente alle opere di sostegno, consentirà di riattivare il trasporto solido anche in quelle forme morfologiche (barre, isole) oggi non più attive a causa della progressiva canalizzazione del fiume.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il bacino del Po è il più grande d'Italia, sia per lunghezza dell'asta principale (650 km) che per entità dei deflussi (la portata massima storica defluita nella sezione di chiusura di Pontelagoscuro, in occasione della piena del 1951, è di 10'300 m<sup>3</sup>/s). La superficie del bacino idrografico, alla sezione di Pontelagoscuro, è pari a circa 70'700 km<sup>2</sup>.

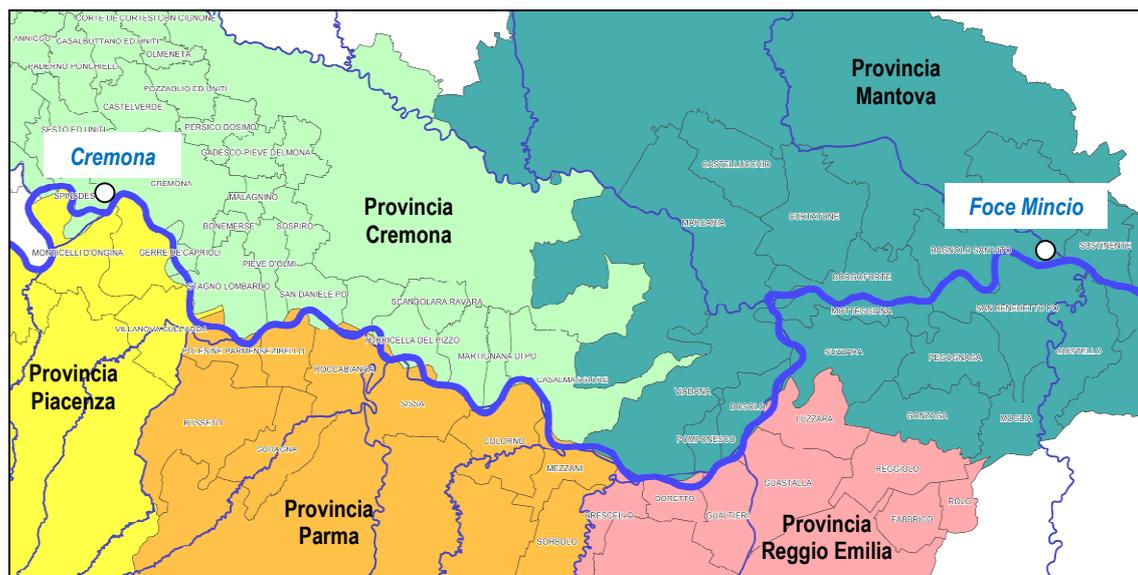
Il bacino idrografico del Po comprende complessivamente 3'210 comuni localizzati in sette Regioni (Piemonte, Valle d'Aosta, Liguria, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, Toscana) e nella Provincia Autonoma di Trento.

### **Figura 4 – Inquadramento amministrativo del bacino del Po (fonte: Autorità di Bacino del Fiume Po)**

Il bacino idrografico del Po è un'area economicamente strategica per il Paese, con un Prodotto Interno Lordo che copre circa il 40% di quello nazionale, in virtù della presenza di grandi industrie, di una quota considerevole di piccole e medie imprese, nonché di attività agricole e zootecniche.

Il tratto di fiume Po oggetto della proposta progettuale è compreso tra Cremona e foce Mincio. Lo sviluppo complessivo è pari a 121 km, dall'accesso al porto di Cremona (progressiva ufficiale km 373,5) alla foce del fiume Mincio (progressiva ufficiale km 494,5).

Dal punto di vista amministrativo, il tratto d'interesse attraversa le regioni Lombardia ed Emilia Romagna, le provincie di Cremona, Mantova, Piacenza, Parma e Reggio Emilia. Nel tratto in oggetto il Po riceve diversi affluenti: in sinistra idraulica il fiume Oglio ed il fiume Mincio, mentre in destra i fiumi Arda, Taro, Parma, Enza, Crostolo e Secchia (a valle di foce Mincio).



**Figura 5 – Inquadramento territoriale**

Il tratto di fiume Po in oggetto attraversa una vasta porzione della pianura padana che risulta essere gestita, per quanto riguarda gli aspetti idraulici legati alla bonifica e all'irrigazione, da numerosi consorzi (vedere Figura 6)

**Figura 6 – Consorzi di Bonifica con l'ubicazione delle traverse previste lungo il Po**

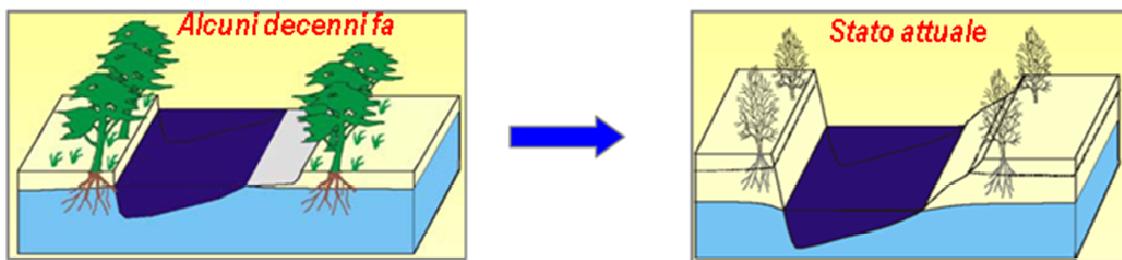
### **3. SITUAZIONE ATTUALE: SINTESI DELLE CRITICITÀ PRESENTI NEL TRATTO**

Il tratto di fiume Po compreso tra Cremona e foce Mincio risente oggi di diverse criticità, tra cui le principali sono:

- il fondo alveo è in continuo abbassamento, soprattutto nel tratto compreso tra Isola Serafini e foce Taro. Tale abbassamento, tra l'altro, induce problemi strutturali alle opere presenti lungo l'alveo (ponti, argini in frodo, difese spondali);
- l'apporto solido di sedimenti da monte è ridotto, a causa del minor contributo dai bacini montani, delle estrazioni di inerti peraltro assai ridotte rispetto al passato e a causa della presenza, della configurazione e della gestione dello sbarramento di Isola Serafini. Complessivamente il minor apporto solido da monte è corresponsabile dell'abbassamento del fondo alveo nel tratto in oggetto;
- l'alveo di magra, monocursale e canalizzato, a suo tempo modificato per consentire la navigabilità per portate di 400 m<sup>3</sup>/s, mediante interventi di regimazione della corrente mediante pennelli e curve di navigazione, è in grado di contenere valori di portata

dell'ordine di 4'000 – 5'000 m<sup>3</sup>/s, per cui l'espansione della corrente nelle aree golenali e la riattivazione delle lanche ancora presenti a tergo dei pennelli di navigazione avviene solo in occasione di eventi di piena di una certa entità. Pertanto l'alveo inciso oggi è prevalentemente monocursale, con conseguente esaltazione del processo di abbassamento del fondo alveo nel tratto in oggetto;

- l'attuale assetto non garantisce, mediamente, la navigabilità commerciale (obiettivo strategico) dell'intero tratto per un periodo di circa 2 mesi all'anno;
- il progressivo abbassamento delle quote di fondo alveo ha comportato un notevole abbassamento anche del livello idrico, soprattutto in condizioni di magra, peggiorando le possibilità di derivazione a fini irrigui e abbassando il livello delle falde circostanti;
- l'abbassamento del livello idrico ha indotto la perdita di zone umide con depauperamento degli habitat e degli ecosistemi.



Le criticità sopra elencate comportano da un lato un notevole peggioramento delle condizioni morfologiche ed ambientali del fiume Po, dall'altro limitano notevolmente le attività antropiche presenti lungo il fiume.

#### **4. PRINCIPALI ATTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI**

I principali atti di pianificazione vigenti, approvati ed adottati dall’Autorità di Bacino del Fiume Po, che riguardano anche il tratto di fiume Po in oggetto, sono:

- il Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI);
- il Programma generale di gestione dei sedimenti alluvionali del fiume Po – Stralcio da confluenza Tanaro a confluenza Arda e Stralcio da confluenza Arda a incile del Po di Goro (PGS).

Altri atti di pianificazione relativi al tratto di asta fluviale in studio sono:

- i Piani di Tutela delle Acque regionali;
- il “Progetto Po, fiume d’Europa” della Regione Emilia Romagna;
- i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale delle province interessate.

Inoltre, il tratto del Po considerato viene direttamente ad interessare, sia in alveo che nelle aree limitrofe al corso del fiume, i seguenti siti della Natura 2000:

- SIC ZPS IT4010018 – Isola Serafini-Cremona
- ZPS IT4020019 – Zibello-San Daniele Po
- SIC ZPS IT4020022 – Stagno-Roccabianca
- SIC ZPS IT4020017 – Sanguigna-Sacca
- SIC ZPS IT4020025 – Riserva naturale orientata Parma Morta
- SIC ZPS IT4030020 – Guastalla –Luzzara.

Infine è importante richiamare ulteriori atti che sono attualmente in fase di approvazione o di stesura, con i quali l’intervento in oggetto dovrà in seguito essere posto a confronto, al fine di verificarne la compatibilità, soprattutto in termini di obiettivi:

- il Progetto Speciale Strategico “Valle fiume Po”;
- il Piano di Gestione delle acque del distretto del fiume Po.

Nella versione integrale dello studio vengono esposti gli studi di compatibilità tra l’intervento proposto (regimazione del fiume Po) e le linee di intervento previste nel PAI e nel PGS. Vengono inoltre effettuate alcune considerazioni rispetto al “Progetto Po” della Regione Emilia Romagna, alla pianificazione paesistica dei P.T.C.P. e ai siti SIC e ZPS e al Progetto Speciale Strategico “Valle Po” e al Piano di Gestione delle acque del distretto del fiume Po, in fase di redazione.

## 5. SCELTA DEI SITI E DELLE OPERE

L'ubicazione delle opere di regimazione e la scelta della quota idrica di regolazione si basano essenzialmente sulla possibilità di innalzare l'attuale livello idrico del fiume Po, in condizioni di magra, mediamente attorno alle quote di circa 50 anni fa.

Per poter individuare correttamente la posizione, le caratteristiche e le modalità di funzionamento delle opere, in modo da raggiungere gli obiettivi elencati nel capitolo 1 (recupero idraulico/morfologico del fiume, miglioramento delle condizioni di navigabilità, produzione di energia idroelettrica da fonte rinnovabile, miglioramento delle possibilità di derivazione a fini irrigui, innalzamento e stabilizzazione delle falde idriche, maggiore disponibilità di risorsa idrica da gestire durante i periodi siccitosi) senza indurre criticità al sistema fluviale e al suo intorno, si è tenuto conto di diversi aspetti, che di fatto rappresentano dei veri e propri vincoli al progetto. I principali sono:

- le opere non possono essere ubicate appena a valle delle confluenze con i corsi d'acqua emiliani, soprattutto il Taro ma anche Parma ed Enza. Questo perché, come messo in luce dagli studi condotti nell'ambito del Programma generale di gestione dei sedimenti, tali affluenti appenninici immettono sedimenti caratterizzati da una granulometria superiore a quella del Po (gli affluenti apportano ghiaia mentre il fondo del Po è prevalentemente sabbioso), che viene movimentato dalla corrente del Po con molta difficoltà e solo durante eventi di piena di una certa intensità. Non è quindi ipotizzabile posizionare una traversa appena a valle di tali confluenze, altrimenti il materiale immesso dagli affluenti avrà ancora più difficoltà ad essere trasportato verso valle;
- le opere non dovranno alterare i caratteri idrodinamici della piena di progetto (T=200 anni), pertanto sono concepite in modo tale da non indurre innalzamenti del profilo idrico in occasione di eventi di piena duecentennali e non aumentare il rischio di allagamento per le popolazioni rivierasche;
- il livello di rigurgito indotto dalle traverse non compromette eccessivamente la funzionalità del reticolo superficiale (naturale e artificiale). Ad esempio, il livello del Mincio in prossimità dei laghi di Mantova non può superare la quota assoluta di 15 m s.m.. In particolare, siccome l'ultimo elemento di regolazione lungo il corso del Mincio, situato a Governolo, attualmente regola il livello idrico alla quota di circa 14.2 m s.m., la quota di regolazione appena a valle della confluenza Po – Mincio dovrà essere pari a circa 14.2 m s.m.;

- il livello di rigurgito indotto dalle traverse generalmente non innalza eccessivamente il livello della falda freatica per non indurre criticità nelle aree extra-golenali, soprattutto nei tratti in cui il piano golenale risulta essere pensile (quota piano campagna extragolenale minore della quota del piano campagna golenale); nelle zone dove il livello di rigurgito indotto dalle traverse sarà superiore alla quota del piano campagna saranno previsti dei sistemi per disconnettere il livello della falda con il livello del Po;
- le opere non inducono criticità al sistema difensivo arginale, in quanto le quote di coronamento delle traverse ed i conseguenti livelli idrici del Po saranno contenuti all'interno dell'alveo inciso in modo tale che gli argini (maestri e golenali) non verranno interessati direttamente dai livelli di rigurgito;
- le opere non comprometteranno la funzionalità delle infrastrutture strategiche già presenti. Ad esempio, a monte del tratto in studio è ubicata la centrale idroelettrica di Isola Serafini, per cui la posizione e la quota di regolazione del primo sostegno previsto nel tratto in studio sono tali da garantire il funzionamento della suddetta centrale.

Le analisi condotte hanno portato ad individuare i seguenti siti:

1. Motta Baluffi (CR) e Roccabianca (PR);
2. Viadana (MN) e Brescello (RE);
3. Borgoforte (MN) e Motteggiana (MN);
4. Sustinente (MN) e Quingentole (MN), a valle di foce Mincio.

Le quote di regolazione per ciascun sostegno sono pari a:

1. 30 m s.m.;
2. 24,2 m s.m.;
3. 19 m s.m.;
4. 14,2 m s.m..

Ciascuna opera di sostegno dei livelli sarà costituita da:

- una *traversa fluviale*, il cui compito è di creare il dislivello altimetrico (o salto) tra il bacino artificiale a monte e il corso naturale del fiume a valle;
- una *conca di navigazione*, la cui struttura dà modo ai natanti di superare il dislivello altimetrico realizzato dalla traversa;
- un'*opera specifica per il passaggio dell'ittiofauna*, in modo tale da consentire alla fauna ittica di superare l'opera di sostegno durante i naturali cicli migratori;

- una *centrale idroelettrica* ad acqua fluente, il cui obiettivo è di generare energia sfruttando il salto utile.

**Figura 7 – Schema planimetrico dell’opera di sostegno**

**Figura 8 – Schema della sezione trasversale della traversa**

**Figura 9 – Schema della sezione trasversale della centrale**

La posizione delle opere è stata determinata sulla base delle seguenti scelte costruttive:

- le opere saranno costruite in adiacenza ad uno degli argini maestri. Questa soluzione comporta difatti una serie di importanti benefici, tra i quali:
  - l’accesso alle opere può essere realizzato direttamente dal rilevato d’argine, in tal modo, non essendo necessarie ulteriori opere di collegamento, quali passerelle o viadotti, si riducono gli ingombri in alveo delle opere e si semplificano le operazioni di manutenzione e movimentazione delle apparecchiature della centrale e delle traverse;
  - durante il deflusso delle piene più importanti l’aggiramento in gola delle opere di sostegno può avvenire su un solo fianco con benefici sulla sicurezza e sulla protezione delle opere;
- la conca di navigazione sarà posizionata in prossimità del filone principale della corrente, in questo modo sarà sempre garantito il necessario tirante d’acqua per i natanti in ingresso ed in uscita dalla conca;
- la conca di navigazione sarà separata dalla traversa interponendo ad esse la struttura della centrale. Questa soluzione nasce dall’esigenza di assicurare una via di avvicinamento alla conca quanto più possibile protetta dalle correnti in ingresso e in uscita della traversa durante il rilascio di portate significative.

Nelle figure seguenti vengono riportati degli stralci planimetrici con l’ubicazione delle quattro opere di regolazione.

**Figura 10 – Foto aerea del Po con l’ubicazione dell’opera di sostegno n. 1**

**Figura 11 – Foto aerea del Po con l’ubicazione dell’opera di sostegno n. 2**

**Figura 12 – Foto aerea del Po con l’ubicazione dell’opera di sostegno n. 3**

**Figura 13 – Foto aerea del Po con l’ubicazione dell’opera di sostegno n. 4**

## **6. BENEFICI ED IMPATTI SUL SISTEMA PO**

Nel presente capitolo vengono presentati gli effetti indotti lungo il Po dalla regimazione idraulica conseguente alla presenza delle quattro traverse individuate in precedenza, soprattutto per verificare l'effettivo raggiungimento degli obiettivi prefissati (benefici) e per valutare se gli impatti sul sistema fluviale e sulle opere presenti siano compatibili, oppure se siano necessari interventi complementari per ridurre o annullare eventuali incompatibilità.

### **6.1 RECUPERO IDRAULICO/MORFOLOGICO DEL FIUME**

Allo stato attuale, nel tratto tra Cremona e foce Mincio, le condizioni idromorfologiche sono lontane dall'essere inalterate, come richiesto dalla Direttiva 2000/60. Basti pensare al continuo processo di canalizzazione dell'alveo inciso, che di fatto ha reso l'alveo monocursale anche per portate di piena più che ordinarie. A tale proposito basti osservare le differenze tra l'assetto attuale del Po nel tratto in oggetto e l'assetto riprodotto dalla cartografia Brioschi di fine '800, la quale, essendo precedente alla realizzazione delle opere di navigazione (curve di navigazione e pennelli), è da ritenersi rappresentativa di condizioni morfologiche inalterate.

**Figura 14 – Alveo di magra attuale nei pressi di San Benedetto Po (in rosso sono evidenziati gli argini maestri, mentre in arancione gli argini golenali)**

**Figura 15 – Alveo di magra in seguito alla presenza dell'opera di sostegno posto a valle foce Mincio**

**Figura 16 – Alveo di magra nel 1873 (Carta Brioschi)**

Confrontando le precedenti figure si osserva come il nuovo assetto indotto dalle traverse è molto simile all'assetto fluviale rappresentato nella cartografia Brioschi di fine ottocento.

La presenza delle opere di regolazione induce un innalzamento del livello idrico del Po in condizioni di magra ed ordinarie. Di seguito si riportano, per ciascuna delle opere di sostegno, le planimetrie che mettono a confronto l'attuale alveo di magra (ortofoto febbraio 2005) e l'alveo

di magra a seguito della presenza delle traverse, in cui sono state evidenziate (in blu) le aree che hanno una quota inferiore al livello idrico di regolazione indotto dalle opere previste.

Osservando le figure appare evidente che in alcune zone il livello di regolazione risulta essere superiore alle quote di alcune aree golenali ed extra-golenali. In altri termini, a seguito della realizzazione delle traverse, l'innalzamento dei livelli idrici (associato a portate inferiori a 2'000 – 2'500 m<sup>3</sup>/s) produrrà una condizione di rigurgito della falda, il cui livello, in una fascia di ampiezza variabile determinata sostanzialmente dalla permeabilità dei terreni, tenderà a riequilibrarsi ad una quota prossima al nuovo “livello di base” fissato dalle traverse. Va da sé che, localmente, in tali tratti potranno innescarsi fenomeni di ristagno e di allagamento permanente per effetto dell'innalzamento indotto del livello della falda freatica e di subalveo. Tale effetto è particolarmente evidente nei tratti situati appena a monte delle traverse stesse, dove i nuovi livelli fluviali di magra saranno maggiori anche di quelli relativi al 1954.

Nei casi in cui tali aree di allagamento risultano incompatibili con l'uso attuale del territorio in quanto interessano zone poste all'interno di golene chiuse o addirittura zone esterne agli argini maestri sono stati studiati, a livello di fattibilità, gli interventi atti a garantire il mantenimento di livelli della falda compatibili con l'uso attuale del territorio.

**Figura 17 – Planimetria del Po allo stato attuale (ortofoto febbraio 2005)**

**Figura 18 – Planimetria del Po con evidenziato l'effetto di rigurgito indotto dalla traversa n. 1**

**Figura 19 – Planimetria del Po allo stato attuale (ortofoto febbraio 2005)**

**Figura 20 – Planimetria del Po con evidenziato l'effetto di rigurgito indotto dalla traversa n. 2**

**Figura 21 – Planimetria del Po allo stato attuale (ortofoto febbraio 2005)**

**Figura 22 – Planimetria del Po con evidenziato l'effetto di rigurgito indotto dalla traversa n. 3**

**Figura 23 – Planimetria del Po allo stato attuale (ortofoto febbraio 2005)**

**Figura 24 – Planimetria del Po con evidenziato l'effetto di rigurgito indotto dalla traversa n. 4**

Osservando le rappresentazioni cartografiche riportate in precedenza si può constatare che l'innalzamento del livello idrico indotto dalle opere di sostegno fa sì che alcune forme di fondo (canali e barre) poste all'interno dell'alveo inciso, che allo stato attuale risultano essere ben al di sopra del livello di magra, vengono sommerse anche per valori di portata ridotti. Questo significa che grazie alle opere di sostegno sarà possibile avere un alveo pluricursale anche in condizioni di magra (attualmente ciò avviene solo per portate superiori a circa 4'000 m<sup>3</sup>/s, mentre le previsioni del Programma di Gestione dei Sedimenti conducono a stimare che questo potrà accadere solo per portate superiori a circa 1'000 – 1'500 m<sup>3</sup>/s, per effetto di interventi di abbassamento dei pennelli di navigazione e riapertura delle lanche laterali).

Si può quindi affermare che l'innalzamento dei livelli ottenuto attraverso la bacinnizzazione concorre al recupero morfologico dell'alveo inciso del Po, in quanto permette di ottenere nuovamente un alveo inciso pluricursale in condizioni di magra.

### ***Analisi del trasporto solido***

Durante lo svolgimento dello studio sono state condotte approfondite analisi modellistiche volte a definire le modalità di trasporto solido di fondo del fiume Po sia nelle condizioni attuali sia in quelle conseguenti alla realizzazione delle traverse. Si ritiene, infatti, che una corretta impostazione dell'analisi delle condizioni sedimentologiche di progetto non può prescindere da

una approfondita comprensione della “storia sedimentologica” recente e attuale del corso d’acqua. Tenuto presente questo presupposto, la cospicua mole di dati e di risultati pregressi, inerenti il trasporto solido del F. Po e derivanti perlopiù dal Programma generale di Gestione dei Sedimenti (PGS) redatto dall’Autorità di Bacino, ha consentito di costruire un modello matematico in grado di riprodurre la “storia sedimentologica” del corso d’acqua nell’intervallo temporale 1982 – 2006, per poi analizzare gli effetti dovuti all’inserimento delle traverse, nell’ipotesi che si ripeta il medesimo regime delle portate idriche giornaliere che hanno caratterizzato l’intervallo temporale in analisi. Il modello, infatti, è in grado di riprodurre le condizioni sedimentologiche del corso d’acqua sulla base delle portate idriche giornaliere desunte dagli idrogrammi giornalieri registrati nelle stazioni di misura di Cremona, Boretto e Borgoforte, situate all’interno del segmento fluviale in studio, per l’intero suddetto intervallo temporale 1982 – 2006.

L’applicazione del modello al segmento fluviale in esame, tenuto conto delle finalità del presente studio di fattibilità, è stata eseguita assumendo le seguenti ipotesi semplificative:

- l’analisi delle condizioni di progetto è stata eseguita a fondo fisso, trascurando le variazioni geometriche transitorie delle sezioni dovute alle dinamiche deposizionali o erosionali evidenziate dal modello (giorno per giorno e anno per anno);
- nella simulazione non sono stati considerati i legami sedimentologici tra sezioni consecutive.

Le suddette semplificazioni sono più che accettabili per gli scopi e il grado di approssimazione richiesti nella presente fase di studio di fattibilità dell’intervento. Considerato che, utilizzando un congruo numero di sezioni, il modello matematico implementato consente di eseguire l’analisi anche a fondo mobile, tenendo conto della continuità sedimentologica tra sezioni consecutive, l’analisi del trasporto solido potrà essere affinata e portata ad un maggiore grado di dettaglio nelle successive fasi progettuali. Le analisi modellistiche condotte hanno permesso di ottenere alcuni risultati, di seguito sintetizzati:

- la capacità di trasporto di fondo media annua del F. Po allo stato attuale è maggiore o uguale al valore medio annuo del trasporto solido effettivo noto dal Programma generale di Gestione dei Sedimenti;
- condizioni di trasporto apprezzabili si verificano in concomitanza di portate significative, confermando un regime annuo attuale a carattere relativamente impulsivo, con capacità di trasporto decisamente contenuta per portate minori di 2000 m<sup>3</sup>/s circa;

- la presenza delle opere di sostegno dei livelli produce un'inevitabile riduzione della capacità di trasporto al fondo del corso d'acqua, più sensibile a partire dalla coda della zona di rigurgito verso la traversa;
- tuttavia, nella quasi totalità delle sezioni esaminate, il valore della capacità di trasporto medio annuo di progetto si mantiene sempre al di sopra (o prossimo) del valore medio annuo del trasporto solido disponibile, noto dal PGS. Nel medio e lungo termine, la presenza delle opere di sostegno non incide sul trasporto solido effettivo a valle degli stessi;
- l'aumento dei livelli provoca una benefica riduzione dell'attuale tendenza erosiva e di approfondimento del fondo alveo;
- il contributo al trasporto solido da parte delle barre laterali può localmente subire incrementi relativi per effetto della bacinizzazione e del relativo incremento dei tiranti, ma ciò non costituisce una "regola generale";
- passando dalle condizioni attuali a quelle di progetto, si accentua il carattere impulsivo del trasporto solido al fondo;
- emerge la necessità di prevedere locali interventi di manutenzione dell'alveo (movimentazione di materiale litoide dalle zone con ridotta capacità di trasporto alle zone in cui la capacità di trasporto è adeguata a consentire il trasporto verso valle).

## **6.2 MIGLIORAMENTO DELLE CONDIZIONI DI NAVIGABILITÀ**

Per quanto riguarda la navigazione del fiume Po, l'obiettivo di rendere il tratto idoneo per navigli di classe V durante l'intero anno implica che siano ovunque garantiti i tiranti idrici anche in condizioni di magra pari ad almeno 3.5 m (pescaggio di 2.50 – 2.80 m + franco). Tale condizione deve essere valida lungo l'intero tratto per una larghezza di almeno 36 m (rettangolo di navigazione minimo), in modo tale da consentire il passaggio contemporaneo di due natanti (la larghezza di un'imbarcazione di classe V è pari a circa 11,4 m). La suddetta verifica è stata condotta determinando lungo tutto il tratto di Po in studio i tiranti idrici. In prima istanza tali tiranti sono stati ottenuti come differenza fra le quote di regolazione e le quote del fondo alveo (ricavate dal modello digitale dell'alveo inciso – fonte: Autorità di Bacino del Fiume Po, 2005).

Di seguito si riportano alcune planimetrie in cui sono evidenziati i valori dei tiranti idrici.

**Figura 25 – Tiranti idrici a monte della traversa n. 1**

**Figura 26 – Tiranti idrici a monte della traversa n. 2**

**Figura 27 – Tiranti idrici a monte della traversa n. 3**

**Figura 28 – Tiranti idrici a monte della traversa n. 4**

I risultati delle analisi idrauliche mostrano che lungo l'intero corso del fiume Po tra Cremona e foce Mincio si potrà avere un tirante superiore a 3,5 m (pescaggio + franco) per una fascia di ampiezza sempre superiore a circa 100 m, ad eccezione di un ridotto tratto appena a valle di foce Taro, in cui si avranno tiranti compresi tra 2,5 m e 3,5 m (superiori a circa 3 m per una portata di 500 m<sup>3</sup>/s).

Relativamente ai porti di Cremona e di Mantova ed alle relative conche presenti si sottolinea che:

- il nuovo livello idrico in prossimità del canale di accesso al porto di Cremona, condizionato dal primo sostegno (quello a monte di foce Taro), risulterà pari a circa 30,3 m s.m. (per Q = 500 m<sup>3</sup>/s), per cui non sarà più necessario utilizzare la pre-avanconca che ha una quota di regolazione pari a circa 30 m s.m.). Essendo la quota di fondo dell'avanconca pari a 26 m s.m., l'altezza idrica garantita sarà pari a circa 4,3 m, sufficiente a garantire l'accesso dei natanti all'avanconca. Il livello di regolazione dell'avanconca è pari a circa 32,80 m s.m. (quota della soglia di fondo pari a 28,85 m s.m.), per cui essa dovrà necessariamente essere mantenuta in esercizio per garantire l'accesso alla conca del porto di Cremona. Per ridurre il tempo di passaggio attraverso il sistema conca/avanconca sarà necessario realizzare una nuova conca;
- il nuovo livello idrico in prossimità della confluenza del fiume Mincio, condizionato dall'ultimo sostegno, risulterà compreso tra 14,2 m s.m. e 14,5 m s.m. (per portate pari a circa 2'000 m<sup>3</sup>/s), per cui non sarà più necessario utilizzare la conca di Governolo che ha una quota di regolazione pari a 14,2 m s.m.. Anche i sistemi di regolazione del Lago di Mezzo ed Inferiore (quota regolazione pari a 14,3 m s.m.) e del Lago Vallazza (quota regolazione pari a 14,25 m s.m.), in funzione dei nuovi livelli del Po, potranno essere in alcuni periodi non più utilizzati. La biconca di San Leone, avendo una quota di regolazione pari a 12,60 m

s.m., dovrà essere utilizzata solo per evitare di innalzare troppo i livelli del Canale Fissero Tartaro – Canal Bianco;

- il nuovo livello di regolazione del Po in prossimità di foce Mincio permetterà, inoltre, di migliorare le condizioni di accesso al Canale Fissero Tartaro – Canal Bianco direttamente dai Laghi di Mantova e dal Mincio. Attualmente, nei periodi in cui il Po è in secca, nel Mincio viene realizzata una soglia provvisoria posta a monte della confluenza in Po, in modo da innalzare i livelli nel Mincio e agevolare l'accesso alla conca di San Leone.

### **6.3 PRODUZIONE DI ENERGIA IDROELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE**

Per quanto riguarda la produzione di energia idroelettrica da fonte rinnovabile, sono state condotte delle analisi che hanno portato a determinare il valore dell'energia annua che ciascun impianto può produrre, in funzione del tipo di macchine ipotizzate e nell'ipotesi che il regime idraulico del Po non si discosti da quello medio registrato nel periodo dal 1982 al 2006. Di seguito si riportano i valori di produzione energetica annua per ciascuna centrale.

**Tabella 1 – Energia annua prodotta**

| Impianto                     | Energia producibile (MWh) |
|------------------------------|---------------------------|
| Motta Baluffi<br>Roccabianca | 260'000                   |
| Viadana<br>Brescello         | 240'000                   |
| Borgoforte<br>Motteggiana    | 240'000                   |
| Sustinente<br>Quingentole    | 180'000                   |

Pertanto, l'energia producibile complessivamente dai quattro impianti potrà essere pari a 920'000 MWh all'anno. Tale produzione energetica corrisponde a circa il 3% dell'energia idroelettrica nazionale e a circa il 2% dell'energia da fonte rinnovabile nazionale.

### **6.4 MIGLIORAMENTO DELLE POSSIBILITÀ DI DERIVAZIONE A FINI IRRIGUI**

Lungo il tratto di asta fluviale in oggetto sono presenti importanti opere di derivazione idrica a fini irrigui. L'innalzamento del livello idrico indotto dalle traverse consente di migliorare le possibilità di derivazione e di ridurre gli oneri energetici necessari per il sollevamento.

Considerando i principali impianti di sollevamento lungo il Po utilizzati a fini irrigui (Boretto, Quingentole, Casalmaggiore, Isola Pescaroli, Gerre dè Caprioli e Polesine Parmense), si ha che l'innalzamento dei livelli idrici è in grado di indurre un risparmio energetico massimo giornaliero complessivo (associato alla portata di concessione) di oltre 100'000 kWh/giorno, mentre il risparmio energetico dell'intera stagione irrigua (da metà aprile a metà settembre) può essere stimata complessivamente pari a circa 10'000'000 kWh/anno.

In particolare, le valutazioni condotte sulle portate irrigue realmente prelevate in condizioni medie anziché sulle portate di concessione, portano a stimare, per alcuni impianti di cui sono stati forniti i dati, i seguenti risparmi energetici:

- Impianto di Isola Pescaroli a San Daniele Po (Consorzio di Bonifica Navarolo):
  - o Consumo energetico misurato (2004): 1'860 MWh
  - o Consumo energetico calcolato con corrente regolata: 450 MWh
  - o Risparmio energetico calcolato da corrente libera a regolata: 1'410 MWh (76%)
- Impianto di Casalmaggiore (Consorzio di Bonifica Navarolo):
  - o Consumo energetico misurato (2004): 1'360 MWh
  - o Consumo energetico calcolato con corrente regolata: 290 MWh
  - o Risparmio energetico calcolato da corrente libera a regolata: 1'070 MWh (78%)

Con riferimento, invece, all'impianto di Boretto, si ha che il consumo energetico medio nel periodo 2000 – 2008 è stato pari a circa 4'000 MWh (dato fornito dal Consorzio di Bonifica Parmigiana Moglia Secchia). Considerando una prevalenza media pari a circa 4,5 m (assunta differenza tra la quota a cui viene sollevata l'acqua, pari a circa 21.5 m s.m. e il livello assoluto del Po per la portata di magra pari a 500 m<sup>3</sup>/s, pari a circa 17 m s.m.) e considerando che grazie all'innalzamento dei livelli idrici in seguito alla regimazione del Po tale prevalenza si ridurrebbe di circa 2,2 m, si ha che il risparmio energetico medio annuo conseguente sarà pari a circa 2'000 MWh/anno.

In conclusione, si può affermare che la presenza delle opere di sostegno ed il conseguente innalzamento dei livelli idrici porta ad un miglioramento assai significativo delle possibilità di derivazione a fini irrigui e ad corrispondente risparmio energetico assai consistente.

## **6.5 INNALZAMENTO E STABILIZZAZIONE DELLE FALDE IDRICHE**

Negli ultimi 50 anni la falda freatica nei pressi del Po ha subito un sensibile calo dei livelli, correlato ai sensibili abbassamenti subiti dal fondo alveo del Po e dai livelli idrici dello stesso.

L'innalzamento del livello idrico in alveo, ad opera delle opere qui proposte, indurrà un innalzamento della falda freatica.

Oltretutto, siccome la variabilità del livello fluviale in funzione della portata defluente in alveo risulterà più contenuta rispetto allo stato attuale, si avrà che il livello della falda resterà più stabile.

I suddetti effetti sulla falda comporteranno notevoli benefici sia in termini ambientali, che in relazione alle diverse attività antropiche presenti, correlate alla necessità di prelievo della risorsa idrica dalla falda.

E' possibile, però, che in alcune zone il livello idrico di regolazione del Po sia superiore al livello del piano campagna di alcune aree extra-golenali particolarmente depresse. In tali casi la risalita della falda associata al nuovo livello idrico del Po risulterebbe non compatibile con la sicurezza idraulica e l'uso del suolo, pertanto sarà necessario attuare gli interventi, descritti nello studio (par. 6.8) atti a disconnettere il livello della falda dal livello del Po, in modo da renderla compatibile con le quote delle aree depresse.

## **6.6 DISPONIBILITÀ DI RISORSA IDRICA DA GESTIRE DURANTE I PERIODI SICCIOSI**

Il volume idrico invasato all'interno dell'alveo inciso per effetto delle quattro opere di sostegno dei livelli idrici, in aggiunta rispetto a quello già attualmente presente in condizioni di magra, sarà pari a circa 150 Mm<sup>3</sup>. Tale valore è stato calcolato come prodotto tra l'area compresa tra il livello idrico indotto dai sostegni e l'attuale livello idrico (per  $Q = 500 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e la larghezza media dell'alveo inciso, che risulta compresa tra 250 – 300 m.

In prima approssimazione, considerando l'invaso di circa 150 Mm<sup>3</sup> ed ipotizzando di utilizzare tale risorsa per un periodo consecutivo di circa 10 giorni, si otterrebbe un valore di portata aggiuntiva defluente verso valle pari a circa 170 m<sup>3</sup>/s. Tale valore non è per nulla trascurabile nei periodi particolarmente siccitosi, quando si pensi che durante la magra estiva del 2006 la portata minima raggiunta a Pontelagoscuro è stata di 168 m<sup>3</sup>/s.

Tale risorsa idrica invasata potrà quindi essere utilizzata, durante periodi estremamente siccitosi, per incrementare la portata nel tratto a valle, sia per contrastare la risalita del cuneo salino nel

delta, sia per incrementare il livello idrico e garantire la derivazione delle opere di presa idropotabili, irrigue, industriali e per il raffreddamento delle centrali termoelettriche di Ostiglia e Sermide.

**Figura 29 – Opera di presa della centrale termoelettrica di Sermide**

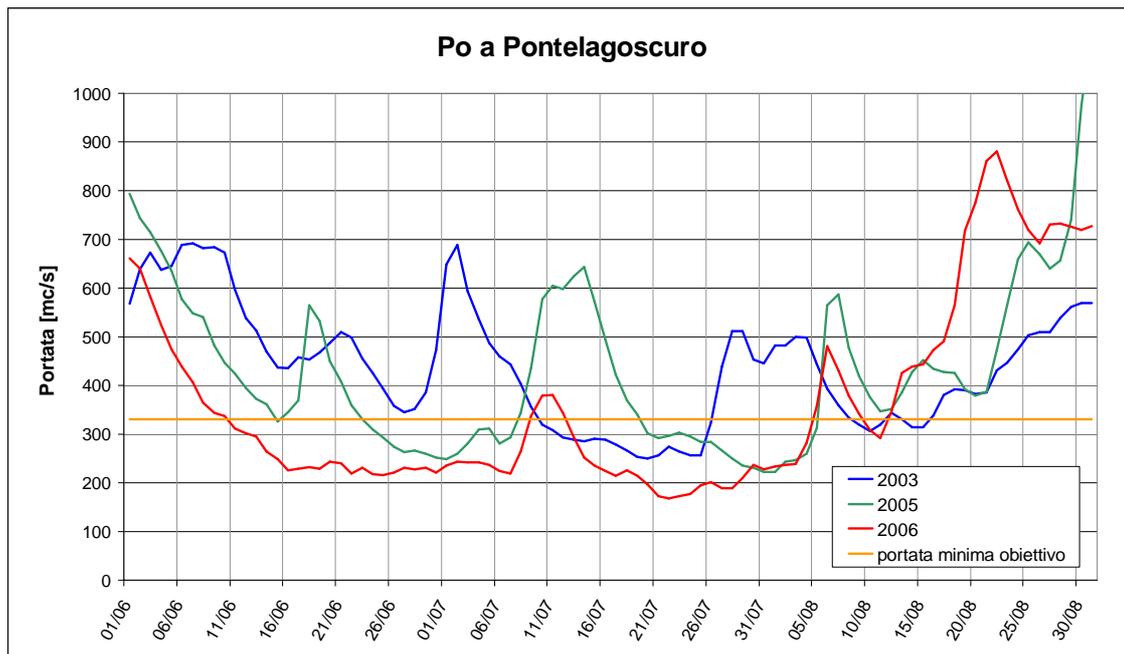
La risalita del cuneo salino si verifica quando la portata del fiume non è sufficiente a contrastare l'ingressione marina; si stima che la portata minima di sicurezza per contrastare tale effetto sia pari a circa 330 – 350 m<sup>3</sup>/s a Pontelagoscuro (fonte: ARPAV).

Gli effetti negativi indotti dalla risalita del cuneo salino sono diversi, tra cui: l'interruzione delle derivazioni irrigue e degli approvvigionamenti acquedottistici, la salinizzazione delle falde freatiche, l'inaridimento delle zone litoranee e le alterazioni degli habitat e degli ecosistemi.

I possibili interventi per contrastare la risalita del cuneo salino sono, ad esempio, i seguenti: garantire a Pontelagoscuro una portata non inferiore a 330 m<sup>3</sup>/s, la realizzazione di barriere antisale e la realizzazione di bacini di accumulo di acqua dolce.

Considerando l'intervento volto a garantire un adeguato deflusso a Pontelagoscuro ( $Q > 330$  m<sup>3</sup>/s) e prendendo in esame gli eventi di magra verificatisi nel 2003, 2005 e 2006 si ha:

- il numero di giorni complessivi in cui la portata defluente è stata inferiore a quella obiettivo è stato pari a: 22 giorni nel 2003 (di cui 17 consecutivi), 32 nel 2005 (di cui 14 e 17 consecutivi), 53 giorni nel 2006 (di cui 28 e 23 consecutivi);
- il volume di deficit idrico complessivo per i tre anni suddetti è stata rispettivamente pari a 80 Mm<sup>3</sup> nel 2003, 154 Mm<sup>3</sup> nel 2005 e 445 Mm<sup>3</sup> nel 2006;
- in relazione ai suddetti valori si può osservare che il volume invasabile a tergo delle quattro traverse, pari a circa 150 Mm<sup>3</sup>, rappresenta il 187% del volume di deficit verificatosi nel 2003, il 97% nel 2005 e il 34% nel 2006.



**Figura 30 – Andamento delle portate estive del Po a Pontelagoscuro**

Pertanto, se si fosse potuto disporre del suddetto volume di invaso, negli anni 2003 e 2005 gli effetti negativi indotti dal periodo di magra sarebbero stati evitati, o per lo meno notevolmente attenuati. Per l'evento di magra del 2006 (peraltro assolutamente eccezionale, corrispondente ad un tempo di ritorno maggiore di 200 anni) gli effetti negativi sarebbero stati solo ridotti nella loro durata, fatto comunque non trascurabile.

Pertanto, la risorsa idrica invasata può essere efficace per incrementare la portata di magra del Po nei periodi straordinari di estrema siccità, al fine di ridurre o eliminare gli effetti negativi associati al verificarsi di portate molto ridotte.

## **6.7 RIQUALIFICAZIONE PAESISTICA ED AMBIENTALE**

Relativamente all'*ambiente* e al *paesaggio*, si sottolinea come l'innalzamento del tirante idrico indotto dalle traverse, ed il conseguente ampliamento della superficie interessata dal regime di magra, permetta di mutare le condizioni di aridità che contraddistinguono le fasce di tangenza all'alveo, di riaprire permanentemente i canali laterali, di rivitalizzare le lanche esistenti, con la possibilità di crearne di nuove, e pertanto di migliorare le condizioni ambientali del fiume.

Il fiume vedrà quindi, per la prima volta dopo tanti anni, la regressione parziale della canalizzazione e potrà riprendere, almeno in parte, possesso degli spazi che gli sono stati

sottratti, riacquistando un andamento morfologicamente più articolato, con evidenti benefici per l'ambiente fluviale e l'assetto paesaggistico complessivo.

L'intervento in oggetto si propone inoltre di sviluppare, nei siti artificializzati, nuova natura, e realizzare unità para-naturali in grado di contenere le attuali fasi di degrado e riportare l'assetto ecosistemico del fiume e del territorio di pertinenza ad una condizione di sviluppo sostenibile.

L'intervento di regimazione potrà quindi concorrere al raggiungimento degli obiettivi previsti dalla pianificazione di bacino vigente e dalla Direttiva Europea 2000/60, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque che “impedisca un ulteriore deterioramento, protegga e migliori lo stato degli ecosistemi acquatici e degli ecosistemi terrestri e delle zone umide direttamente dipendenti dagli ecosistemi acquatici sotto il profilo del fabbisogno idrico”.

Lungo il tratto di asta fluviale in studio sono presenti siti di interesse comunitario (SIC) e zone di protezione della fauna (ZPS). La stragrande maggioranza delle schede di rilevamento di ciascun SIC e ZPS denunciano fra i maggiori elementi di criticità degli habitat naturali protetti, la mancanza d'acqua nei periodi siccitosi. Risulta quindi che le opere di bacinizzazione, capaci di incrementare di circa il 70% la superficie coperta dal fiume proprio nei periodi di magra (si tratta di ben 2'570 ha riconquistati), possono produrre implicitamente un impatto più che positivo anche da questo punto di vista.

### **Figura 31 – Confronto fra alveo di magra attuale e di progetto**

Occorre, infine, sottolineare che l'attuale accentuarsi della canalizzazione e della configurazione monocorsuale del Po è del tutto inaccettabile e lontanissima da condizioni inalterate. L'opzione “zero” non è pertanto sostenibile; anzi, occorrerebbe intervenire con tempestività.

La realizzazione delle opere infrastrutturali previste nel presente studio consente appunto di dare avvio alla costruzione nel tempo breve di un modello evolutivo e sostenibile del paesaggio e di gestione integrata dell'alveo fluviale e della regione di pertinenza, con particolare riguardo all'area golenale, nonché di conseguire un obiettivo non secondario che consiste nel far convivere le attività di tutela ambientale e di rivitalizzazione del fiume con attività strategiche per il contesto territoriale di cui il Po fa parte.

## **6.8 ANALISI DELLE INTERFERENZE CON LE AREE GOLENALI ED EXTRA-GOLENALI IN FUNZIONE DELL'INNALZAMENTO DELLA FALDA FRETICA**

Come già messo in evidenza precedentemente, in alcuni tratti i livelli di regolazione delle opere di sostegno, scelti per poter raggiungere gli obiettivi posti alla base della presente proposta d'intervento, sono tali da indurre delle situazioni di allagamento in alcune aree golenali ed extra-golenali particolarmente depresse, caratterizzate da quote del piano campagna inferiori ai livelli di regolazione. Tali situazioni di allagamento sono associate all'innalzamento del livello di falda, correlato all'incremento dei livelli idrici del Po.

In alcuni casi tali allagamenti risultano incompatibili con l'uso attuale del territorio in quanto interessano zone poste all'interno di golene chiuse o addirittura zone esterne agli argini maestri. In tali situazioni sarà necessario prevedere degli interventi atti a garantire il mantenimento di livelli della falda compatibili con l'uso attuale del territorio.

Tali opere dovranno:

- creare una “disconnessione” idraulica tra il nuovo livello idrico del fiume e il livello della falda nelle zone da proteggere, in modo da rallentare fortemente la velocità di filtrazione della falda di subalveo dal fiume verso le zone golenali ed extra - golenali;
- creare un drenaggio a gravità in grado di smaltire le portate in eccesso e mantenere il livello della falda freatica a livelli compatibili con l'uso del suolo.

La necessità di creare una “disconnessione” idraulica tra il Po e le aree da proteggere deriva dalla necessità di limitare la portata di subalveo con la quale il Po alimenterà la falda, in relazione al fatto che i nuovi livelli idrici saranno, in alcuni tratti, superiori al piano campagna.

Tale “disconnessione” idraulica potrà essere realizzata attraverso la formazione di diaframmi, ad esempio mediante la tecnica del jet – grouting, lungo i tratti in cui il livello di regolazione del Po risulti essere superiore rispetto al nuovo livello di falda compatibile con il sistema antropico presente. Tale livello di falda, di progetto, potrà essere più elevato rispetto a quello attuale (obiettivo di rialzamento delle falde), purché compatibile con l'uso del suolo.

Il sistema suddetto non impedirà al Po di alimentare la falda freatica circostante, ma permetterà di ridurre, in funzione delle necessità, l'entità della portata.

Inoltre, nei tratti in cui il livello idrico del Po sarà superiore al piano campagna, si avrà che il Po non potrà più drenare la falda, come invece accade oggi, ad esclusione dei periodi di piena.

Pertanto, la portata proveniente dalla falda freatica potrebbe anch'essa gravare sulle aree depresse.

Per rendere tutto ciò compatibile con l'uso del suolo presente, occorrerà disporre di un sistema di drenaggio in grado di raccogliere e convogliare a valle di ogni singola traversa, sia la portata proveniente dalla falda freatica (non più drenata dal Po in ragione dei maggiori livelli idrici di quest'ultimo), sia la portata proveniente dal Po (in ragione del fatto che i livelli di regolazione sono superiori alle quote delle aree depresse). Tali sistemi di drenaggio dovranno recapitare le suddette portate nel Po, in generale a valle delle traverse, ove il livello idrico di progetto, pur superiore all'attuale, sarà compatibile con le quote del piano campagna delle aree golenali ed extra-golenali. A valle delle traverse, infatti, il livello idrico del Po sarà tale per cui la falda freatica potrà essere interamente drenata dal Po senza indurre allagamenti nelle aree circostanti.

Le suddette aree depresse che necessitano di interventi di protezione fanno parte dei consorzi di bonifica presenti lungo il Po. Ogni consorzio è attraversato da una fitta rete di canali di bonifica, che svolgono la funzione di raccogliere le acque meteoriche del bacino e di recapitarle in Po, funzionanti a gravità (quando il livello idrico del Po è inferiore alla quota idrica mantenuta nel tratto terminale della rete di bonifica, denominato "zero di bonifica") o per sollevamento meccanico (quando il livello idrico del Po è superiore allo "zero di bonifica").

Osservando che già oggi durante gli eventi di piena del Po, i canali prossimi all'alveo drenano parte della portata della falda che localmente si innalza a causa dell'apporto del Po, in seguito alla realizzazione delle traverse si dovrà intervenire per adeguare la rete dei canali esistenti, in modo da incrementare la capacità di drenaggio e di smaltimento degli stessi in corrispondenza delle aree caratterizzate da quote del piano campagna inferiori alle quote di regolazione.

Le successive attività di progettazione comprenderanno specifiche analisi di approfondimento e definiranno puntualmente gli interventi strutturali necessari a garantire la funzionalità dei sistemi di bonifica e, di conseguenza, la sicurezza dei territori e l'attuale livello di uso del suolo.

## **6.9 ANALISI DELLE INTERFERENZE CON I MANUFATTI DI ATTRAVERSAMENTO**

Per quanto riguarda l'interferenza tra i ponti presenti lungo il Po ed i nuovi livelli idrici, sono state condotte delle analisi per verificare se il *tirante d'aria*, cioè la differenza tra la quota di intradosso di ogni manufatto di attraversamento e il livello idrico indotto dalle opere di sostegno sia sufficiente a garantire il passaggio dei natanti.

In particolare, per le tipologie di natanti previste nel tratto in oggetto, l'altezza necessaria del tirante d'aria risulta essere pari a 7 m.

Nella tabella successiva vengono riportati i valori delle quote dell'intradosso degli impalcati dei ponti, la quota del tirante idrico corrispondente alla portata di apertura delle paratoie (2'000 m<sup>3</sup>/s per l'impianto di Motta Baluffi – Roccabianca, 2'500 m<sup>3</sup>/s per l'impianto di Viadana – Brescello e 2'200 m<sup>3</sup>/s per gli impianti di Borgoforte – Motteggiana e Sustinente – Quingentole) e il valore del tirante d'aria corrispondente.

**Tabella 2 – Determinazione del tirante d'aria per i manufatti di attraversamento del fiume Po**

|    | <b>Attraversamento</b>      | <b>Quota intradosso<br/>[m s.m.]</b> | <b>Quota massima<br/>livello idrico<br/>regolato<br/>[m s.m.]</b> | <b>Tirante d'aria<br/>[m]</b> |
|----|-----------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------|
| 1  | Strada Statale n. 10 + FFSS | 42,0                                 | 31,7  | 10,3                          |
| 2  | Autostrada A21              | 40,7                                 | 31,2  | 9,5                           |
| 3  | Strada Provinciale n. 33    | 37,7                                 | 30,2  | 7,5                           |
| 4  | Ferrovia Parma – Brescia    | 31,9                                 | 25,2  | 6,7                           |
| 5  | Strada Statale n. 343       | 32,7                                 | 25,1  | 7,6                           |
| 6  | Strada Statale n. 358       | 29,8                                 | 21,7  | 8,1                           |
| 7  | Strada Provinciale n. 35    | 29,5                                 | 20,6  | 8,9                           |
| 8  | Ferrovia Modena – Mantova   | 25,1                                 | 16,3  | 8,8                           |
| 9  | Strada Statale n. 62        | 26,3                                 | 16,3  | 10,0                          |
| 10 | Autostrada A22              | 27,1                                 | 15,8  | 11,3                          |
| 11 | Strada Statale n. 413       | 25,0                                 | 15,0  | 10,0                          |

Dalla lettura dei dati sopra riportati si evince che solo il ponte ferroviario della linea Parma – Brescia, a Casalmaggiore, presenta un valore del tirante d'aria inferiore al limite di 7 m, di circa 30 cm. Peraltro, già con una portata di 2'000 m<sup>3</sup>/s il livello idrico diminuisce a 24,9 m s.m. ed il corrispondente tirante d'aria assume il valore di 7,0 m, idoneo al passaggio dei natanti.

Inoltre è da segnalare che tale manufatto di attraversamento attualmente risulta non essere compatibile con la piena di riferimento del PAI, in quanto il livello di piena per un tempo di ritorno di 200 anni è pari a circa 32.6 m s.m., mentre la quota d'intradosso del ponte è pari a 31.9 m s.m.; per tale motivo tale manufatto di attraversamento dovrebbe essere adeguato per motivi di sicurezza, indipendentemente dall'intervento previsto nel presente studio.



**Figura 32 – Ponte linea ferroviaria Parma - Brescia**

#### **6.10 INTERAZIONE CON LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL PO**

Il rialzamento di alcuni metri dei livelli corrispondenti a portate medio-basse indurrà una riduzione della velocità nei tratti a monte delle traverse, un incremento dell'area bagnata e della superficie di contatto con l'atmosfera con conseguente possibilità di migliorare le cinetiche di reazione e riossigenazione, il recupero della pluricursalità dell'alveo ed incremento della superficie di contatto con le sponde, che dovrebbero influire positivamente sulla diversificazione degli habitat, quindi sulla biodiversità, e, in ultima analisi, sul potenziale di autodepurazione del fiume. Tuttavia la qualità dell'acqua (a carichi esterni invariati) potrebbe essere alterata per effetto della diminuzione della velocità conseguente all'innalzamento del livello idrico.

Poiché nelle nuove condizioni, la velocità media della corrente diminuirebbe in misura molto diversa nei diversi tratti interessati, con una media pari a circa il 50% circa, ma con valori compresi tra 0 e 80% circa (per portate di magra e poco a monte delle opere). L'attuale disponibilità di fosforo potrebbe, in alcuni tratti, essere sufficiente a supportare fenomeni di eutrofizzazione.

D'altra parte, lo sviluppo della biomassa algale è fortemente condizionato, oltre che dalla disponibilità di nutrienti, anche dall'intensità della radiazione solare e dalla sua penetrazione o estinzione all'interno del corpo idrico, che a loro volta dipendono da diversi fattori quali il colore, la trasparenza, la presenza di solidi sospesi.

Sono attualmente in atto studi integrativi volti a determinare:

- gli impatti sulla qualità delle acque e sulle biocenosi acquatiche (modellazione QUAL2K EPA su scenario attuale e scenario obiettivo 2016):
  - o effetti sulla qualità chimica, fisica e biologica delle acque;
  - o effetti della modificazione quantitativa e/o qualitativa degli habitat idraulici;
  - o effetti della modificazione sul substrato di fondo;
  - o effetti della modifica del regime termico;
  - o effetti dell'interruzione della continuità fluviale;
  - o effetti dell'utilizzo idroelettrico dell'acqua attraverso le turbine.
- impatti sul popolamento ittico (specie stanziali e migratrici):
  - o modificazione quantitativa e/o qualitativa degli habitat idraulici;
  - o modificazione sul substrato di fondo
  - o modificazioni indotte dall'interruzione della continuità fluviale

Questi studi hanno lo scopo di delineare l'approccio metodologico che andrebbe seguito per lo Studio di Impatto e, al contempo, fornire una prima indicazione sull'entità dell'impatto alla scala locale dei tratti interessati.

## **7. REALIZZAZIONE DELLE OPERE**

### **7.1 FASI DI COSTRUZIONE DELLE OPERE**

Nello studio di fattibilità è stato affrontato il tema della cantierizzazione allo scopo di presentare alcune linee guida generali per l'esecuzione delle opere secondo uno schema replicabile per ciascun sostegno. Tali linee guida costituiscono una prima preliminare analisi delle possibili soluzioni tecniche per la costruzione delle opere proposte che nelle successive fasi progettuali dovranno essere ulteriormente sviluppate e integrate.

Alla base della cantierizzazione si pone il problema della gestione del fiume, in particolare delle sue piene, e della continuità nell'esercizio della navigazione durante la costruzione delle opere in alveo. Per far fronte a queste problematiche si è ipotizzato di suddividere la costruzione delle opere in due macro fasi:

- nella prima fase si realizza la traversa;
- nella seconda fase, realizzata la deviazione del fiume nello sfioratore, si costruiscono la centrale e la conca di navigazione.

#### **Fase 1a – Attività preliminari**

Le prime attività del cantiere riguardano l'organizzazione delle aree da utilizzare per l'installazione dei principali impianti (stoccaggio dei materiali, impianti di betonaggio, mulini e vagli, officine, ecc), a questa funzione possono essere impiegate le golene più elevate nelle immediate vicinanze delle opere, eventualmente protette con l'impiego di argini temporanei o rinforzi degli attuali argini di golena. Gli accessi saranno collegati agli argini maestri e alle principali strade carrabili, opportune strade di cantiere, anche temporanee, saranno realizzate nelle golene.

La divisione delle due macro fasi del cantiere sarà fisicamente rappresentata da un diaframma in calcestruzzo realizzato sulla sponda dell'alveo in corrispondenza di una delle pile della traversa.. Ultimata la costruzione del diaframma inizieranno gli scavi della fondazione della traversa. L'area di scavo sarà protetta con argini impostati sui fianchi del diaframma. Per consentire un lavoro all'asciutto sul fondo dello scavo (ben al disotto della falda) sarà realizzata una palancolata continua di adeguata profondità lungo l'intero perimetro dello scavo (ad eccezione del lato di competenza del diaframma) e predisposta un impianto well-point per un aggotamento continuo.

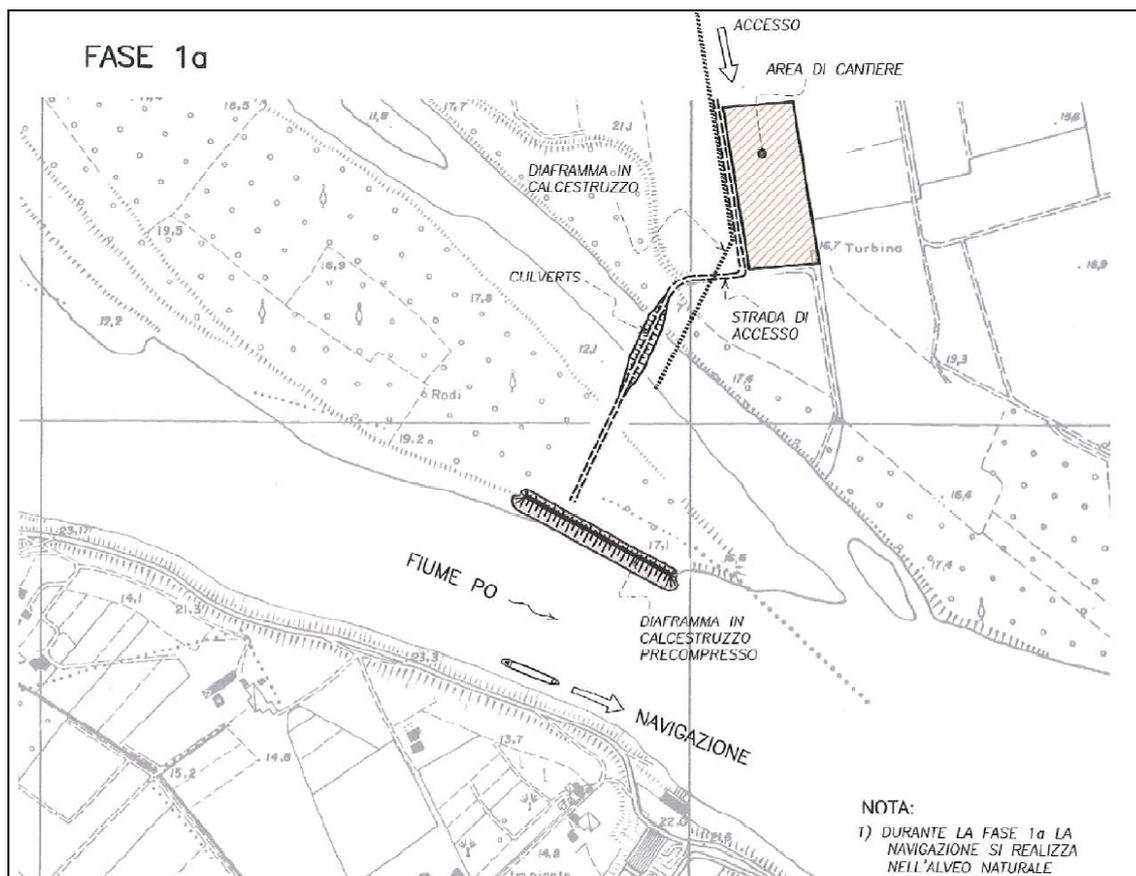


Figura 33 – Fase di cantiere 1a

### Fase 1b – Costruzione della traversa e deviazione del fiume

La costruzione della traversa riguarderà la quasi totalità delle luci previste ad eccezione di 2 (o 3 a seconda della sezione) che saranno completate successivamente insieme ai lavori della centrale. La scelta di rimandare la costruzione delle 2 ultime luci è dovuta essenzialmente alla necessità di non restringere la sezione d'alveo naturale durante questa fase dei lavori, con l'obiettivo di non alterare le condizioni idrauliche del fiume e di non ostacolare l'esercizio della navigazione. Pertanto, durante l'intera prima fase la navigazione si svolgerà nell'alveo naturale del fiume lungo la normale via di navigazione e non subirà sostanziali modifiche o interruzioni.

Terminata la costruzione della traversa inizierà la fase di deviazione del fiume che verrà gradualmente condotto nello sfioratore della traversa. La deviazione sarà realizzata chiudendo l'alveo con delle avandighe in materiale sciolto avanzando progressivamente dalla sponda opposta alla traversa. Ultimata la chiusura dell'alveo, intestando le avandighe sul diaframma, l'intera portata del fiume defluirà nello sfioratore.

Per consentire l'esercizio della navigazione durante le successive fasi della cantierizzazione saranno previste una o più luci della traversa con soglia ribassata, impostate a una profondità tale da garantire, anche in condizione di forte magra, un battente d'acqua sufficiente per la navigazione.

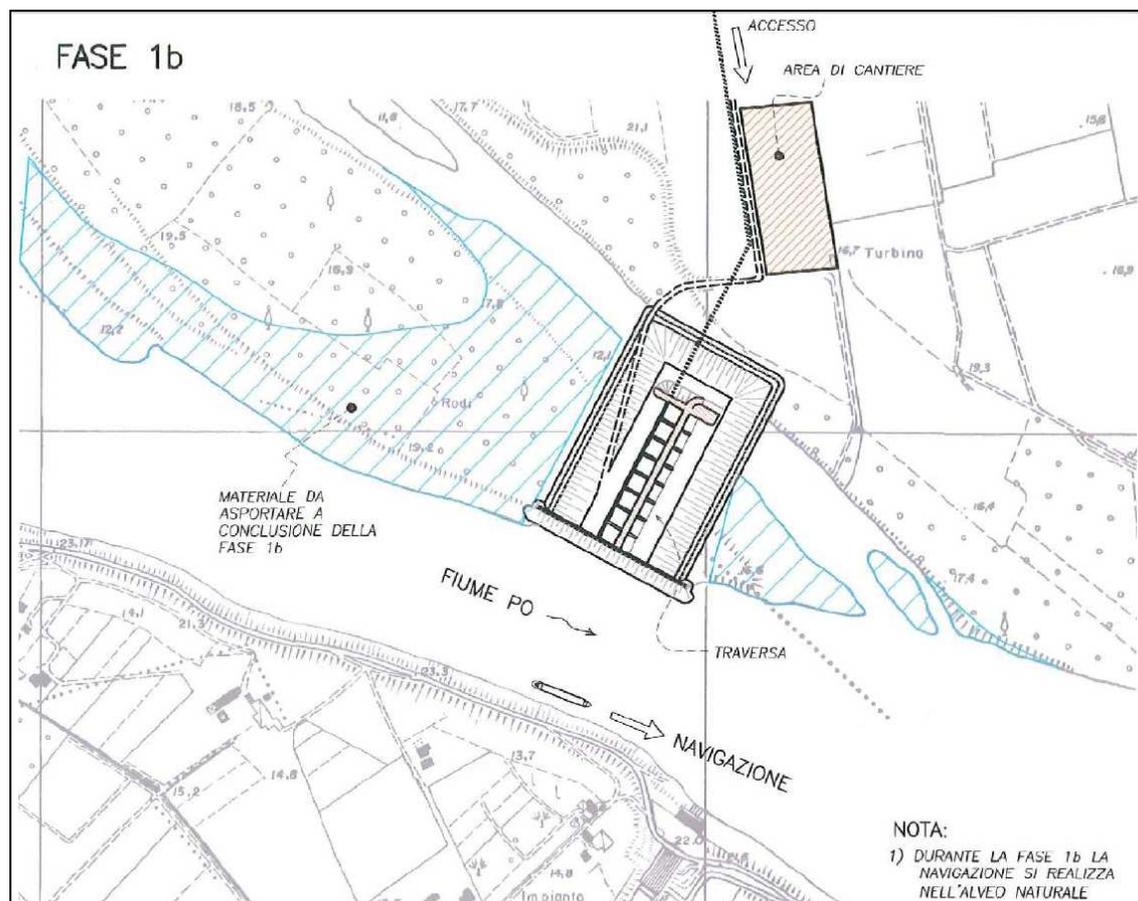
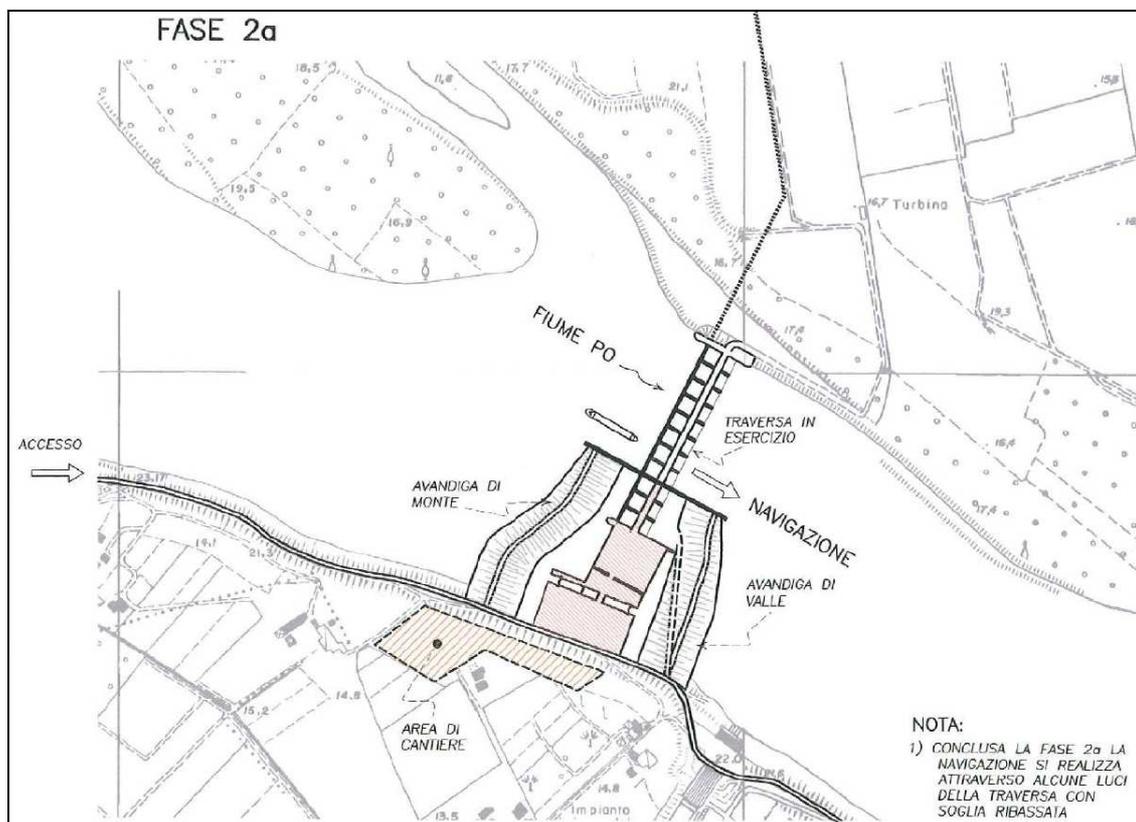


Figura 34 – Fase di cantiere 1b

### Fase 2a – Costruzione della centrale e della conca

La seconda fase della cantierizzazione riguarda la costruzione della conca di navigazione e della centrale idroelettrica. Gli scavi della fondazione verranno realizzati internamente alle due avandighe. L'area di scavo verrà protetta con una palancolata continua di adeguata profondità realizzata lungo il coronamento delle avandighe e intestata sul diaframma. Per consentire il lavoro all'asciutto sarà prevista predisposta un impianto wellpoint per un aggottamento continuo. Durante la prima parte della seconda fase si procederà alla costruzione del blocco centrale, delle ultime luci della traversa non ancora completate, della struttura del passaggio per pesci, della conca di navigazione e dei rilevati di sponda.

Terminati le strutture proprie di questa fase inizierà la progressiva demolizione delle avandighe e il ripristino della navigazione lungo il filone principale della corrente. Con la messa in servizio della conca di navigazione si potrà procedere con il completamento delle soglie ribassate dello sfioratore.



**Figura 35 – Fase di cantiere 2a**

### **Fase 2b – Completamento dell’opera di sostegno**

Nell'ultima fase della cantierizzazione verranno realizzate tutte le opere complementari alla conca di navigazione e alla centrale idroelettrica. Le strutture su pali o su cassoni, come i muri guida del mandracchio, le banchine di ormeggio, i guardavia, saranno realizzate in acqua con impiego di arginature provvisorie o direttamente da pontone.

In questa fase verranno inoltre installate le apparecchiature elettromeccaniche di centrale e completati gli arredi, le case di guardia e di controllo e tutti dispositivi di ormeggio.

In ultimo verranno ripristinate le arginature e le opere di protezione spondale, realizzate le diaframature e le canalizzazioni in progetto per il controllo della falda e ultimati gli accessi carrabili, connettendo in modo definitivo le opere alle principali strade provinciali e nazionali.



equipaggiamento, allo stesso fornitore (o raggruppamento di fornitori), a garanzia dell'uniformità delle forniture;

- di comprimere i tempi di costruzione traendo vantaggio dal fatto che potrà essere utilizzata in sequenza, per i vari siti, la stessa mano d'opera specializzata.

Per ciascun sostegno, le durate complessive indicate per la costruzione delle opere civili, l'installazione delle apparecchiature elettromeccaniche, la realizzazione delle opere connesse con il controllo della falda, ed infine le prove e la messa in servizio delle paratoie, dei gruppi generatori e delle conche, coincidono con quelle adottate per la redazione dell'analisi economico-finanziaria del progetto.

Le sequenze ed i tempi indicati dal cronogramma potranno subire variazioni, nel corso dei successivi sviluppi della progettazione, per tener conto dei condizionamenti imposti dal regime idrologico del Po, che in questa fase di pre-fattibilità non sono stati considerati.

Si sottolinea che, prima di poter dare inizio ai lavori di realizzazione dei sostegni idrici, sarà necessario portare a compimento le attività propedeutiche, indicate sinteticamente nel cronogramma con la voce "Progettazione", che riguardano essenzialmente le seguenti attività:

- a) esame ed approvazione del presente Studio;
- b) individuazione del soggetto che dovrà assumere le funzioni di amministrazione aggiudicatrice in relazione all'opera in oggetto e adeguamento degli atti programmatici con riguardo al progetto in oggetto;
- c) elaborazione del Progetto Preliminare da porre a base della procedura concorsuale finalizzata all'affidamento della concessione di costruzione e gestione. Ciò comporta, fra l'altro, lo svolgimento delle seguenti attività:
  - l'esecuzione di specifiche indagini topografiche e geognostiche sul territorio interessato alla costruzione dei sostegni e delle opere accessorie, fra le quali in particolare le opere attinenti al controllo della falda;
  - il completamento degli studi idraulici/idrologici e morfologici;
  - il completamento degli studi paesaggistico/ambientali;
  - l'esecuzione dei modelli fisici a fondo mobile dei tratti fluviali in prossimità delle opere previste,
  - il completamento e l'eventuale modifica e/o integrazione degli atti di pianificazione;
  - l'aggiornamento dell'analisi economico-finanziaria,
  - lo Studio di Impatto Ambientale e la Valutazione Ambientale Strategica.

- d) l'acquisizione dei pareri preventivi degli Enti coinvolti attraverso l'utilizzo della Conferenza di servizi, al fine di poter implementare il progetto in funzione di quelle che potranno tradursi in prescrizioni vincolanti in sede di Conferenza di servizi da convocarsi sul Progetto Definitivo;
- e) l'approvazione del Progetto Preliminare da parte delle autorità competenti;
- f) la redazione dei documenti di gara per la concessione (documentazione tecnica – es. capitolato prestazionale –, giuridica – bando di gara, lettera di invito, schema di contratto di concessione, disciplinare di gestione);
- g) l'avvio della procedura ad evidenza pubblica secondo le modalità di cui al Codice dei contratti;
- h) la valutazione delle offerte da parte di apposita Commissione giudicatrice;
- i) l'individuazione del Concessionario e la stipula del contratto di concessione;
- j) la redazione, da parte del Concessionario, del Progetto Definitivo e sua approvazione in sede di Conferenza di servizi;
- k) l'approvazione del Progetto Definitivo da parte delle Autorità competenti, con conseguente aggiornamento del Piano economico-finanziario;
- l) la finalizzazione, da parte del Concessionario, degli accordi di finanziamento con le banche, nonché dei contratti con le imprese esecutrici delle opere civili e con i fornitori delle apparecchiature elettromeccaniche;
- m) la redazione degli elaborati del Progetto Esecutivo attinenti ai primi lavori da eseguire per il sostegno di Baluffi-Roccabianca, quali, ad esempio, il cantiere con le sue opere accessorie, gli scavi, e simili.

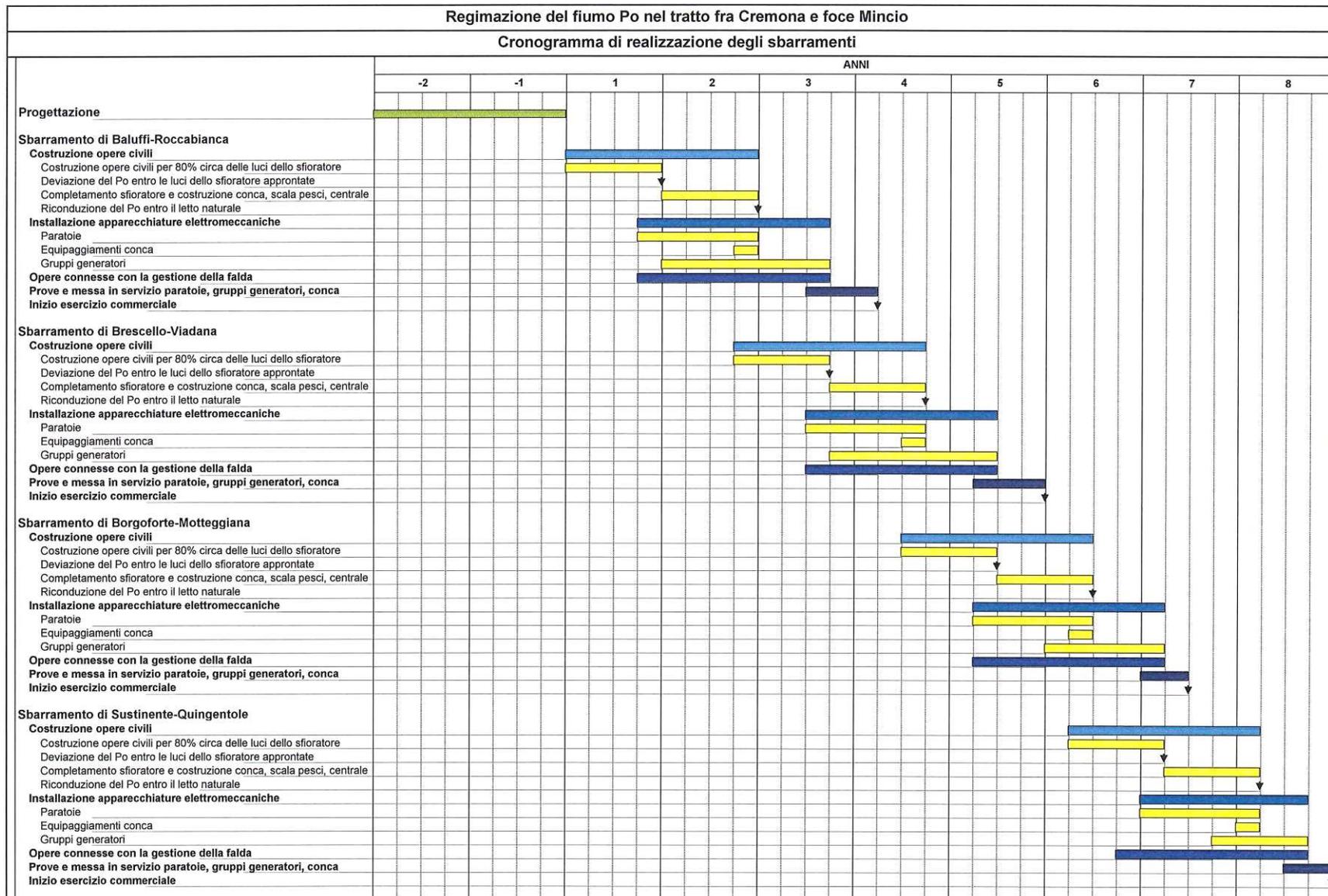


Figura 37 – Cronogramma di realizzazione delle opere

## 7.3 COSTI

### 7.3.1 Costi di realizzazione

I costi di realizzazione dei quattro sostegni di Motta Baluffi – Roccabianca, Viadana – Brescello, Borgoforte – Motteggiana, e Sustinente – Quingentole sono indicati nelle tabelle che seguono.

| <b>1- Motta Baluffi-Roccabianca</b> |   |                   |                     |
|-------------------------------------|---|-------------------|---------------------|
|                                     |   | Parziali          | Totali e imprevisti |
|                                     |   | 10 <sup>3</sup> € |                     |
| <b>1</b>                            | <b>Maneggio fiume e cantiere</b>  |                   | 27.125              |
| 1.1                                 | Scavi   |                   | 3.240               |
| 1.2                                 | Cantierizzazione, palancole, diaframmi, argini, protezioni, aggotamento |                   | 20.979              |
| 1.3                                 | Imprevisti (12%)  |                   | 2.906               |
| <b>2</b>                            | <b>Opere permanenti traversa e collegamento alla rete ele.</b>          |                   | 152.438             |
| 2.1                                 | Opere civili  |                   | 86.721              |
| 2.1.1                               | Traversa esclusa centrale   | 34.386            |                     |
| 2.1.2                               | Centrale  | 32.491            |                     |
| 2.1.3                               | Conca di navigazione comprensiva di scala pesci                         | 19.845            |                     |
| 2.2                                 | Apparecchiature elettromeccaniche                                       |                   | 54.425              |
| 2.2.1                               | Paratoie e panconi traversa e conca                                     | 4.820             |                     |
| 2.2.2                               | Apparecchiature di centrale e sottostazione                             | 46.575            |                     |
| 2.2.3                               | Collegamento alla Rete Elettrica Nazionale                              | 3.030             |                     |
| 2.3                                 | Imprevisti (8%)   |                   | 11.292              |
| <b>3</b>                            | <b>Costi connessi alla realizzazione della traversa</b>                 |                   | 12.650              |
| 3.1                                 | Gestione della falda  |                   | 11.000              |
| 3.1.1                               | Diaframmi   | 9.000             |                     |
| 3.1.2                               | Canali  | 2.000             |                     |
| 3.2                                 | Espropri, compensazioni ed imprevisti (15%)                             |                   | 1.650               |
| <b>4</b>                            | <b>Costo base (1 + 2 + 3 - 1.3 - 2.3 - 3.2)</b>                         |                   | 176.365             |
| <b>5</b>                            | <b>Espropri, compensazioni ed imprevisti (1.3 + 2.3 + 3.2)</b>          |                   | 15.848              |
| <b>6</b>                            | <b>Indagini, ingegneria, direzione lavori (10% di 4+5)</b>              |                   | 19.221              |
| <b>7</b>                            | <b>Costo totale (4 + 5 + 6)</b>   |                   | 211.435             |

Figura 38 – Costi di costruzione del sostegno Motta Baluffi - Roccabianca

| <b>2 - Brescello-Viadana</b> |   |                   |                     |
|------------------------------|---|-------------------|---------------------|
|                              |   | Parziali          | Totali e imprevisti |
|                              |   | 10 <sup>3</sup> € |                     |
| <b>1</b>                     | <b>Maneggio fiume e cantiere</b>  |                   | 30.130              |
| 1.1                          | Scavi   |                   | 4.716               |
| 1.2                          | Cantierizzazione, palancole, diaframmi, argini, protezioni, aggotamento |                   | 22.186              |
| 1.3                          | Imprevisti (12%)  |                   | 3.228               |
| <b>2</b>                     | <b>Opere permanenti traversa e collegamento alla rete ele.</b>          |                   | 159.318             |
| 2.1                          | Opere civili  |                   | 93.991              |
| 2.1.1                        | Traversa esclusa centrale   | 38.199            |                     |
| 2.1.2                        | Centrale  | 32.491            |                     |
| 2.1.3                        | Conca di navigazione comprensiva di scala pesci                         | 23.301            |                     |
| 2.2                          | Apparecchiature elettromeccaniche                                       |                   | 53.525              |
| 2.2.1                        | Paratoie e panconi traversa e conca                                     | 5.120             |                     |
| 2.2.2                        | Apparecchiature di centrale e sottostazione                             | 46.575            |                     |
| 2.2.3                        | Collegamento alla Rete Elettrica Nazionale                              | 1.830             |                     |
| 2.3                          | Imprevisti (8%)   |                   | 11.801              |
| <b>3</b>                     | <b>Costi connessi alla realizzazione della traversa</b>                 |                   | 32.200              |
| 3.1                          | Gestione della falda  |                   | 28.000              |
| 3.1.1                        | Diaframmi   | 18.000            |                     |
| 3.1.2                        | Canali  | 10.000            |                     |
| 3.2                          | Espropri, compensazioni ed imprevisti (15%)                             |                   | 4.200               |
| <b>4</b>                     | <b>Costo base (1 + 2 + 3 - 1.3 - 2.3 - 3.2)</b>                         |                   | 202.418             |
| <b>5</b>                     | <b>Espropri, compensazioni ed imprevisti (1.3 + 2.3 + 3.2)</b>          |                   | 19.229              |
| <b>6</b>                     | <b>Indagini, ingegneria, direzione lavori (10% di 4+5)</b>              |                   | 22.165              |
| <b>7</b>                     | <b>Costo totale (4 + 5 + 6)</b>   |                   | 243.812             |

Figura 39 – Costi di costruzione del sostegno Viadana – Brescello

| <b>3 - Borgoforte-Motteggiana</b> |   |                   |                     |
|-----------------------------------|---|-------------------|---------------------|
|                                   |   | Parziali          | Totali e imprevisti |
|                                   |   | 10 <sup>3</sup> € |                     |
| <b>1</b>                          | <b>Maneggio fiume e cantiere</b>  |                   | 29.512              |
| 1.1                               | Scavi   |                   | 3.276               |
| 1.2                               | Cantierizzazione, palancole, diaframmi, argini, protezioni, aggotamento |                   | 23.074              |
| 1.3                               | Imprevisti (12%)  |                   | 3.162               |
| <b>2</b>                          | <b>Opere permanenti traversa e collegamento alla rete ele.</b>          |                   | 144.446             |
| 2.1                               | Opere civili  |                   | 85.832              |
| 2.1.1                             | Traversa esclusa centrale   | 37.850            |                     |
| 2.1.2                             | Centrale  | 27.096            |                     |
| 2.1.3                             | Conca di navigazione comprensiva di scala pesci                         | 20.886            |                     |
| 2.2                               | Apparecchiature elettromeccaniche                                       |                   | 47.915              |
| 2.2.1                             | Paratoie e panconi traversa e conca                                     | 5.120             |                     |
| 2.2.2                             | Apparecchiature di centrale e sottostazione                             | 39.845            |                     |
| 2.2.3                             | Collegamento alla Rete Elettrica Nazionale                              | 2.950             |                     |
| 2.3                               | Imprevisti (8%)   |                   | 10.700              |
| <b>3</b>                          | <b>Costi connessi alla realizzazione della traversa</b>                 |                   | 41.400              |
| 3.1                               | Gestione della falda  |                   | 36.000              |
| 3.1.1                             | Diaframmi   | 26.000            |                     |
| 3.1.2                             | Canali  | 10.000            |                     |
| 3.2                               | Espropri, compensazioni ed imprevisti (15%)                             |                   | 5.400               |
| <b>4</b>                          | <b>Costo base (1 + 2 + 3 - 1.3 - 2.3 - 3.2)</b>                         |                   | 196.097             |
| <b>5</b>                          | <b>Espropri, compensazioni ed imprevisti (1.3 + 2.3 + 3.2)</b>          |                   | 19.262              |
| <b>6</b>                          | <b>Indagini, ingegneria, direzione lavori (10% di 4+5)</b>              |                   | 21.536              |
| <b>7</b>                          | <b>Costo totale (4 + 5 + 6)</b>   |                   | 236.894             |

Figura 40 – Costi di costruzione del sostegno Borgoforte - Motteggiana

| <b>4 - Sustinente-Quingentole</b> |   |                   |                     |
|-----------------------------------|---|-------------------|---------------------|
|                                   |   | Parziali          | Totali e imprevisti |
|                                   |   | 10 <sup>3</sup> € |                     |
| <b>1</b>                          | <b>Maneggio fiume e cantiere</b>  |                   | 31.885              |
| 1.1                               | Scavi   |                   | 4.680               |
| 1.2                               | Cantierizzazione, palancole, diaframmi, argini, protezioni, aggotamento |                   | 23.788              |
| 1.3                               | Imprevisti (12%)  |                   | 3.416               |
| <b>2</b>                          | <b>Opere permanenti traversa e collegamento alla rete ele.</b>          |                   | 133.455             |
| 2.1                               | Opere civili  |                   | 83.001              |
| 2.1.1                             | Traversa esclusa centrale   | 41.242            |                     |
| 2.1.2                             | Centrale  | 21.713            |                     |
| 2.1.3                             | Conca di navigazione comprensiva di scala pesci                         | 20.047            |                     |
| 2.2                               | Apparecchiature elettromeccaniche                                       |                   | 40.568              |
| 2.2.1                             | Paratoie e panconi traversa e conca                                     | 5.278             |                     |
| 2.2.2                             | Apparecchiature di centrale e sottostazione                             | 33.220            |                     |
| 2.2.3                             | Collegamento alla Rete Elettrica Nazionale                              | 2.070             |                     |
| 2.3                               | Imprevisti (8%)   |                   | 9.886               |
| <b>3</b>                          | <b>Costi connessi alla realizzazione della traversa</b>                 |                   | 66.700              |
| 3.1                               | Gestione della falda  |                   | 58.000              |
| 3.1.1                             | Diaframmi   | 43.000            |                     |
| 3.1.2                             | Canali  | 15.000            |                     |
| 3.2                               | Espropri, compensazioni ed imprevisti (15%)                             |                   | 8.700               |
| <b>4</b>                          | <b>Costo base (1 + 2 + 3 - 1.3 - 2.3 - 3.2)</b>                         |                   | 210.038             |
| <b>5</b>                          | <b>Espropri, compensazioni ed imprevisti (1.3 + 2.3 + 3.2)</b>          |                   | 22.002              |
| <b>6</b>                          | <b>Indagini, ingegneria, direzione lavori (10% di 4+5)</b>              |                   | 23.204              |
| <b>7</b>                          | <b>Costo totale (4 + 5 + 6)</b>   |                   | 255.243             |

Figura 41 – Costi di costruzione dello sostegno Sustinente – Quingentole

### 7.3.2 Quadro economico degli interventi

Il costo complessivo per la realizzazione delle quattro traverse, ampiamente dettagliato nel paragrafo precedente, è stato adeguato alle previsioni di crescita inflattiva, in funzione delle

tempistiche stimate di costruzione; il costo dell'intervento, risulta dunque pari a 1,12 miliardi di euro (IVA esclusa) – 1,345 miliardi di euro, IVA inclusa, secondo quanto riportato nella tavola che segue.

**Tabella 3 – Quadro economico degli interventi suddiviso per ubicazione traversa (valori correnti)**

| <b>Quadro economico degli interventi (M€)</b>     | <b>Totale</b>    | <b>Roccabanca</b> | <b>Viadana</b> | <b>Motteggiana</b> | <b>Quingentole</b> |
|---|------------------|-------------------|----------------|--------------------|--------------------|
| Costi di cantiere                                 | 125'373          | 27'323            | 30'965         | 31'574             | 35'512             |
| Opere civili                                      | 412'408          | 97'835            | 108'189        | 102'849            | 103'536            |
| Costi connessi alla realizzazione della traversa  | 160'126          | 12'410            | 32'229         | 43'137             | 72'349             |
| Apparecchiature elettromeccaniche                 | 231'029          | 61'400            | 61'610         | 57'415             | 50'605             |
| <b>Totale Lavori e Impianti</b>                   | <b>928'937</b>   | <b>198'967</b>    | <b>232'994</b> | <b>234'975</b>     | <b>262'002</b>     |
| Imprevisti  | 90'539           | 17'879            | 22'134         | 23'081             | 27'445             |
| Indagini, ingegneria, direzione lavori            | 101'243          | 21'634            | 25'404         | 25'598             | 28'607             |
| <b>Totale generale investimento (iva esclusa)</b> | <b>1'120'718</b> | <b>238'480</b>    | <b>280'531</b> | <b>283'653</b>     | <b>318'054</b>     |
| IVA Lavori e Impianti                             | 185'787          | 39'793            | 46'599         | 46'995             | 52'400             |
| IVA Imprevisti                                    | 18'108           | 3'576             | 4'427          | 4'616              | 5'489              |
| IVA spese tecniche                                | 20'249           | 4'327             | 5'081          | 5'120              | 5'721              |
| <b>Totale generale investimento (iva inclusa)</b> | <b>1'344'862</b> | <b>286'176</b>    | <b>336'638</b> | <b>340'384</b>     | <b>381'665</b>     |

### 7.3.3 Costi di gestione

I costi di gestione dei quattro sostegni di Motta Baluffi-Roccabianca, Brescello-Viadana, Borgoforte-Motteggiana, e Sustinente - Quingentole sono indicati nelle tabelle che seguono.

Essi sono stati valutati in termini percentuali rispetto al costo di realizzazione delle opere cui si riferiscono, ma tenendo conto dell'influenza che esercitano, sulla definizione di tali percentuali, la tipologia delle opere ed il tasso di degrado al quale esse sono esposte per tutta la durata della concessione. Per questa ragione, ad esempio, i costi di gestione delle apparecchiature elettromeccaniche, che subiscono un degrado più rapido di quello delle opere civili, crescono più rapidamente, col trascorrere del tempo, dei costi di gestione di queste.

Per gli equipaggiamenti elettromeccanici, per i quali si prevede una vita utile non inferiore a quarant'anni, oltre al costo delle parti di ricambio indicato nelle tabelle, si è previsto, al ventesimo anno dall'inizio del servizio commerciale di ciascun sostegno, un intervento di manutenzione straordinaria di costo pari al 20% del costo di costruzione.

Nei casi in cui le opere previste per la gestione della falda a monte dei sostegni comporti il sollevamento meccanico delle portate drenate, è stato messo in conto il costo dell'energia elettrica necessaria.

| <b>1- Motta Baluffi-Roccabianca</b> |   |  |                         |                                  |
|-------------------------------------|---|--|-------------------------|----------------------------------|
|                                     |   | <b>Costo annuo operazione e manutenzione</b> |                         |                                  |
|                                     |   | Dall' avviamento al quarto anno              | Dal quinto al nono anno | Dal decimo anno alla dismissione |
|                                     |   | 10 <sup>3</sup> €/anno                       |                         |                                  |
| <b>1</b>                            | <b>Traversa</b>                               |  |                         |                                  |
| 1.1                                 | Opere civili                                  | 173  | 260                     | 347                              |
| 1.2                                 | Apparecchiature elettromeccaniche             | 327  | 653                     | 1.306                            |
| 1.3                                 | Parti di ricambio                             | 0  | 136                     | 272                              |
|                                     |   |  |                         |                                  |
| <b>2</b>                            | <b>Opere Connesse</b>                         |  |                         |                                  |
| 2.1                                 | Gestione della falda Manutenzione             | 40   | 60                      | 100                              |
|                                     |   |  |                         |                                  |
| <b>3</b>                            | <b>Costo di gestione variabile negli anni</b> | 540  | 1.109                   | 2.025                            |
|                                     | % sul Costo Totale                            | 0,26%  | 0,52%                   | 0,96%                            |
| <b>4</b>                            | <b>Costo energetico gestione falda</b>        | 0  | 0                       | 0                                |

**Figura 42 – Costi di gestione del sostegno Motta Baluffi - Roccabianca**

| <b>2 - Brescello-Viadana</b> |   |  |                         |                                  |
|------------------------------|---|--|-------------------------|----------------------------------|
|                              |   | <b>Costo annuo operazione e manutenzione</b> |                         |                                  |
|                              |   | Dall' avviamento al quarto anno              | Dal quinto al nono anno | Dal decimo anno alla dismissione |
|                              |   | 10 <sup>3</sup> €/anno                       |                         |                                  |
| <b>1</b>                     | <b>Traversa</b>                               |  |                         |                                  |
| 1.1                          | Opere civili                                  | 188  | 282                     | 376                              |
| 1.2                          | Apparecchiature elettromeccaniche             | 321  | 642                     | 1.285                            |
| 1.3                          | Parti di ricambio                             | 0  | 134                     | 268                              |
|                              |   |  |                         |                                  |
| <b>2</b>                     | <b>Opere Connesse</b>                         |  |                         |                                  |
| 2.1                          | Gestione della falda                          | 200  | 300                     | 500                              |
| <b>3</b>                     | <b>Costo di gestione variabile negli anni</b> | 709  | 1.358                   | 2.428                            |
|                              | % sul Costo Totale                            | 0,29%  | 0,56%                   | 1,00%                            |
| <b>4</b>                     | <b>Costo energetico gestione falda</b>        | 200  | 200                     | 200                              |

**Figura 43 – Costi di gestione del sostegno Viadana - Brescello**

| <b>3 - Borgoforte-Motteggiana</b> |   |  |                         |                                  |
|-----------------------------------|---|--|-------------------------|----------------------------------|
|                                   |   | <b>Costo annuo operazione e manutenzione</b> |                         |                                  |
|                                   |   | Dall' avviamento al quarto anno              | Dal quinto al nono anno | Dal decimo anno alla dismissione |
|                                   |   | 10 <sup>3</sup> €/anno                       |                         |                                  |
| <b>1</b>                          | <b>Traversa</b>                               |  |                         |                                  |
| 1.1                               | Opere civili                                  | 172  | 257                     | 343                              |
| 1.2                               | Apparecchiature elettromeccaniche             | 287  | 575                     | 1.150                            |
| 1.3                               | Parti di ricambio                             | 0  | 120                     | 240                              |
|                                   |   |  |                         |                                  |
| <b>2</b>                          | <b>Opere Connesse</b>                         |  |                         |                                  |
| 2.1                               | Gestione della falda                          | 200  | 300                     | 500                              |
| <b>3</b>                          | <b>Costo di gestione variabile negli anni</b> | 659  | 1.252                   | 2.233                            |
|                                   | % sul Costo Totale                            | 0,28%  | 0,53%                   | 0,94%                            |
| <b>4</b>                          | <b>Costo energetico gestione falda</b>        | 900  | 900                     | 900                              |

**Figura 44 – Costi di gestione del sostegno Borgoforte - Motteggiana**

| <b>4 - Sustinente-Quingentole</b> |   |  |                         |                                  |
|-----------------------------------|---|--|-------------------------|----------------------------------|
|                                   |   | <b>Costo annuo operazione e manutenzione</b> |                         |                                  |
|                                   |   | Dall' avviamento al quarto anno              | Dal quinto al nono anno | Dal decimo anno alla dismissione |
|                                   |   | 10 <sup>3</sup> €/anno                       |                         |                                  |
| <b>1</b>                          | <b>Traversa</b>                               |  |                         |                                  |
| 1.1                               | Opere civili                                  | 166  | 249                     | 332                              |
| 1.2                               | Apparecchiature elettromeccaniche             | 243  | 487                     | 974                              |
| 1.3                               | Parti di ricambio                             | 0  | 101                     | 203                              |
|                                   |   |  |                         |                                  |
|                                   |   |  |                         |                                  |
| <b>2</b>                          | <b>Opere Connesse</b>                         |  |                         |                                  |
| 2.1                               | Gestione della falda                          | 300  | 450                     | 750                              |
| <b>3</b>                          | <b>Costo di gestione variabile negli anni</b> | 709  | 1.287                   | 2.258                            |
|                                   | % sul Costo Totale                            | 0,28%  | 0,50%                   | 0,88%                            |
| <b>4</b>                          | <b>Costo energetico gestione falda</b>        | 400  | 400                     | 400                              |

**Figura 45 – Costi di gestione del sostegno Sustinente - Quingentole**

## 8. PIANO ECONOMICO FINANZIARIO

Sulla base delle previsioni di carattere progettuale, al fine di verificare la fattibilità economico-finanziaria dell'intervento, è stato predisposto un Piano economico-finanziario *ad hoc* per tener conto delle caratteristiche peculiari dell'iniziativa, che rappresenta nel panorama nazionale, un *unicum* nel suo settore.

Le simulazioni economico-finanziarie sono state elaborate ipotizzando la realizzazione dell'intervento attraverso il finanziamento integrale con capitali privati, ossia senza alcuna forma di contribuzione pubblica, né in corso d'opera, né alla scadenza della concessione (con la previsione, ad esempio, di un prezzo di subentro secondo quanto previsto dall'art. 143, comma 7 del Codice dei contratti).

Si ritiene opportuno sottolineare come l'analisi economico-finanziaria è stata elaborata nel corso del primo trimestre del 2009, in un contesto economico caratterizzato da un progressivo rallentamento dell'economia reale e, soprattutto, da un deterioramento dei mercati finanziari mondiali tale da condizionare, sempre più pesantemente, i comportamenti di tutti gli operatori del sistema.

Le assunzioni contenute nel Piano economico-finanziario, se pur in parte condizionate da tale contesto, **non possono essere rappresentative delle condizioni di mercato originate da tali avvenimenti**, in considerazione di due elementi principali, ovvero:

- 1) non si può parlare al momento di condizioni di mercato "consolidate", essendo le stesse in continuo divenire e fortemente condizionate dal repentino susseguirsi degli avvenimenti stessi;
- 2) l'orizzonte temporale assunto nello sviluppo del presente Piano economico-finanziario. Si consideri che il periodo di tempo previsto per lo sviluppo e l'ultimazione di tutta una serie di attività propedeutiche all'avvio della concessione non è inferiore ai 3 anni. Pertanto, in questa fase non è necessario dover procedere con assunzioni condizionate da fattori contingenti che, anzi, si spera, saranno superati a tale data (diverso il caso in cui il piano finanziario dovesse essere finalizzato all'avvio della procedura di gara o all'avvio del processo di sindacazione del debito).

Il Piano, in coerenza con la logica in precedenza descritta, è stato strutturato ipotizzando l'affidamento della progettazione definitiva ed esecutiva, della realizzazione delle 4 traverse e

della loro gestione ad un unico operatore attraverso un unico contratto di concessione, da realizzarsi secondo le tempistiche di seguito sinteticamente riportate.

| 2009  | 2010 | 2011 | 2012 | 2013   | 2014                                | 2015   | 2016   | 2017           | 2018   | 2019   | 2020              | 2021   | 2022   | 2023 |
|---|------|------|------|--|-------------------------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|------|
| Attività propedeutiche<br>entrata in vigore concessione |      |      |      | 1° gennaio 2013<br>entrata vigore<br>concessione   | Avvio lavori costruzione e gestione |        |        |                |        |        |                   |        |        |      |
|   |      |      |      | Definitivo e VIA   | Anno 1                              | Anno 2 | Anno 3 | Anno 4         | Anno 5 | Anno 6 | Anno 7            | Anno 8 | Anno 9 |      |
| Roccabianca   |      |      |      | [Gantt chart bar: Construction (red) from 2015 to 2018, Start of management (yellow) in 2018, Management and regime (green) from 2019 to 2023] |                                     |        |        |                |        |        |                   |        |        |      |
| Viadana   |      |      |      | [Gantt chart bar: Construction (red) from 2016 to 2019, Start of management (yellow) in 2019, Management and regime (green) from 2020 to 2023] |                                     |        |        |                |        |        |                   |        |        |      |
| Motteggiana   |      |      |      | [Gantt chart bar: Construction (red) from 2017 to 2020, Start of management (yellow) in 2020, Management and regime (green) from 2021 to 2023] |                                     |        |        |                |        |        |                   |        |        |      |
| Quingentole   |      |      |      | [Gantt chart bar: Construction (red) from 2018 to 2021, Start of management (yellow) in 2021, Management and regime (green) from 2022 to 2023] |                                     |        |        |                |        |        |                   |        |        |      |
| Legenda:  |      |      |      | Costruzione  |                                     |        |        | Avvio gestione |        |        | Gestione e regime |        |        |      |

Figura 46 – Cronogramma intervento

Il costo complessivo per la realizzazione delle quattro traverse, ampiamente dettagliato nel capitolo precedente, è stato adeguato alle previsioni di crescita inflattiva, in funzione delle tempistiche stimate di costruzione; il costo dell'intervento, risulta dunque pari a 1,12 miliardi di euro (IVA esclusa) – 1,345 miliardi di euro, IVA inclusa.

Al fine di determinare il fabbisogno complessivo necessario allo sviluppo dell'operazione, occorre inoltre considerare le ulteriori spese da sostenere in fase di costruzione per la strutturazione dell'intervento, da parte della Società di Progetto (SPV) che si aggiudicherà la concessione, quali spese generali e amministrative, spese assicurative e oneri connessi al montaggio finanziario dell'operazione, tra cui *due diligence* tecniche, legali ed economico-finanziarie richieste dagli Istituti finanziatori, commissioni o *fees* da riconoscere sui prestiti da contrarre, imposta sostitutiva, oltre al pagamento di tutti gli oneri finanziari previsti nel periodo di costruzione, che si ipotizzano capitalizzati o portati a Stato Patrimoniale, a diretto incremento del valore dell'investimento.

**Tabella 4 – Fabbisogno finanziario complessivo**

|  |                  |
|--|------------------|
| Spese generali e amministrative                          | 2'549            |
| Assicurazioni  | 21'039           |
| <b>a) Costi SPV capitalizzati in costruzione</b>         | <b>23'587</b>    |
| Due diligence, advisory, independent engineering         | 8'066            |
| Commissioni e imposta sostitutiva (fees)                 | 18'233           |
| Oneri finanziari capitalizzati                           | 134'176          |
| <b>b) Costo dei finanziamenti capitalizzato</b>          | <b>160'475</b>   |
| <b>a) + b) Totale costi capitalizzati (IVA esclusa)</b>  | <b>184'062</b>   |
| <b>c) Totale generale investimento (IVA esclusa)</b>     | <b>1'120'718</b> |
| <b>a) + b) + c) Fabbisogno complessivo (IVA esclusa)</b> | <b>1'304'748</b> |
| <i>IVA su costi capitalizzati</i>                        | 2'123            |
| <i>IVA su investimento complessivo</i>                   | 224'144          |
| <b>IVA totale</b>  | <b>226'267</b>   |
| <b>Fabbisogno finanziario complessivo (IVA inclusa)</b>  | <b>1'531'047</b> |

Il totale delle risorse complessivamente assorbite dal progetto nella fase di costruzione è dunque ipotizzato pari a ca. 1,301 miliardi di euro, oltre IVA. Oltre a tale impiego di risorse, il futuro concessionario dovrà prevedere che, nel periodo, graveranno sulle sue casse ulteriori 226 milioni di euro circa, per assolvere l'imposta sul valore aggiunto, che necessita l'attivazione di una linea di finanziamento *ad hoc*.

La durata complessiva della concessione è stata assunta pari a 32 anni. I primi 2 anni sono interamente dedicati allo sviluppo di attività, quali progettazione definitiva e Valutazione di Impatto Ambientale, propedeutiche all'inizio dei lavori, previsto al 1° gennaio 2015.

L'avvio della gestione è previsto per ogni traversa dopo la fine dei lavori e il relativo collaudo, e sconta, al primo anno, una perdita di produzione ipotizzata pari a ca. 45 gg. L'entrata in funzione di tutte e 4 le centrali è prevista, invece, all'anno 9 (2023), mentre la gestione a regime è rimandata al decimo anno di concessione, anno in cui anche la centrale di "Quingentole" avrà scontato il fattore di rump-up di ca. il 12,5% ipotizzato.

Le analisi economico-finanziarie elaborate (riportate nella versione integrale dello studio) sulla base delle risultanze delle valutazioni tecnico-progettuali e delle ipotesi assunte con riguardo alle

tempistiche complessive dell'iniziativa, al prezzo dell'energia e dei certificati verdi, ai volumi di energia prodotta e alle ipotesi connesse alla strutturazione finanziaria, muovono dall'esigenza espressa dal committente di verificare la possibilità di realizzare l'intervento in oggetto attraverso il finanziamento integrale dello stesso con capitali privati, senza alcuna forma di contribuzione pubblica, ovvero attraverso il ricorso allo strumento della finanza di progetto.

I risultati emergenti dall'analisi finanziaria evidenziano indicatori di sintesi relativi alla convenienza economica e alla sostenibilità finanziaria del progetto in linea con gli standard di mercato registrati in relazione ad operazioni di project avviate e giunte al financial close sino al terzo trimestre del 2008 e forniscono utili indicazioni quanto all'investimento massimo sostenibile in relazione a tale intervento, dati i volumi di energia producibile che dovrà attestarsi sui valori stimati nell'ambito del presente documento, con una soglia di tolleranza massima del +5%.

In sede di approfondimento progettuale e di elaborazione del piano economico-finanziario da utilizzare ai fini dell'avvio della procedura concorsuale finalizzata alla individuazione del concessionario risulterà necessario procedere all'aggiornamento delle variabili e delle *assumption* ipotizzate in base alle risultanze dei successivi livelli di progettazione – quanto a costi di investimento, connessi costi di gestione e manutenzione e volumi di produzione di energia – e in base alle nuove condizioni del mercato finanziario, come risultanti a seguito dell'assestamento dei mercati che ad oggi viene ipotizzato nel corso del primo trimestre dell'anno 2010.

## **9. PRIME IPOTESI DI REGIMAZIONE A VALLE DI FOCE MINCIO**

Lo studio condotto ha come oggetto l'individuazione delle opere finalizzate alla regimazione del Po nel tratto tra Cremona e foce Mincio. Diversi Enti, in particolare la Regione Emilia Romagna e alcuni comuni della Provincia di Mantova, hanno richiesto espressamente di iniziare a valutare la possibilità di prevedere delle opere di regimazione anche a valle di foce Mincio.

Una prima ipotesi prevede di realizzare un unico sostegno nell'intero tratto compreso tra il quarto (Sustinente/Quingentole a valle di foce Mincio e Secchia) e Pontelagoscuro, a valle della confluenza con il F. Panaro e quindi a valle del nodo idraulico di Pilastresi e dell'opera di presa del Cavo Napoleonico.

La quota di regolazione, in funzione delle diverse esigenze (miglioramento dell'assetto idraulico e morfologico, miglioramento delle condizioni di navigabilità, miglioramento delle possibilità di derivazione irrigua ed industriale, ecc.) e della necessità di garantire la sicurezza dei territori limitrofi (contenimento della risalita della falda freatica a valori compatibili con le quote del piano campagna delle aree extra – golenali, funzionalità dei sistemi di scarico delle reti di bonifica, ecc.) è stata posta, in prima ipotesi, pari a 7,50 m s.m.

**Figura 47 – Foto aerea del Po con l'ubicazione del opera di sostegno n. 5**

**Figura 48 – Planimetria del Po con l'ubicazione dell'opera di sostegno n. 5**

Gli effetti indotti lungo il Po dalla regimazione idraulica conseguente alla presenza della quinta traversa possono essere così riassunti:

1. *recupero idraulico/morfologico del fiume*: la presenza dell'opera di regolazione induce un innalzamento del livello idrico del Po in condizioni di magra ed ordinarie, in grado di modificare l'assetto planimetrico dell'alveo di magra rendendolo pluricursale in diversi tratti dove oggi risulta essere monocursale.
2. *Miglioramento delle condizioni di navigabilità*: per effetto dell'innalzamento dei livelli idrici, lungo l'intero corso del fiume Po compreso tra il quarto e il quinto sostegno si potrà avere un tirante superiore a 3,5 m (pescaggio + franco) per una fascia di ampiezza sempre superiore al rettangolo di navigazione minimo, pari a 36 m.

3. *Produzione di energia idroelettrica da fonte rinnovabile*: in prima approssimazione la presenza del quinto sostegno porterebbe a un incremento della produzione totale delle centrali di circa 120 GWh/anno.
4. *Miglioramento delle possibilità di derivazione a fini irrigui*: a monte del quinto sostegno, sono presenti importanti opere di derivazione idrica a fini irrigui del Consorzio di Bonifica Leo Burana Scoltenna Panaro (Pilastresi, Sussidiario I Pilastresi, Sussidiario II Pilastresi - in fase di realizzazione) e l'impianto idrovoro di Palantone che preleva l'acqua dal Po per alimentare il Cavo Napoleonico e il Canale Emiliano Romagnolo. L'innalzamento dei livelli conseguente alla realizzazione del quinta opera di sostegno potrà comportare un miglioramento delle possibilità di derivazione ed un risparmio energetico.
5. *Miglioramento delle possibilità di derivazione per i sistemi di raffreddamento delle centrali termoelettriche*: lungo il tratto di asta fluviale compreso tra il quarto e il quinto sostegno, sono presenti due importanti centrali termoelettriche (Ostiglia e Sermide), che utilizzano l'acqua del Po per alimentare il sistema di raffreddamento. L'innalzamento dei livelli conseguente alla realizzazione del quinta opera di sostegno potrà garantire il funzionamento degli impianti di raffreddamento delle due centrali per qualsiasi valore della portata di magra.
6. *Disponibilità di risorsa idrica da gestire durante i periodi siccitosi*: riprendendo le stesse considerazioni esposte in precedenza nel paragrafo 6.6, si ha che il volume idrico invasabile all'interno dell'alveo inciso per effetto del quinto sostegno, in aggiunta rispetto a quello già attualmente presente in condizioni di magra, sarà pari a circa 25 Mm<sup>3</sup>. Tale risorsa, che si aggiunge ai 150 Mm<sup>3</sup> disponibili a monte dei precedenti quattro sostegni, potrà essere utilizzata, durante periodi estremamente siccitosi, per incrementare la portata nel tratto di valle, soprattutto per contrastare la risalita del cuneo salino nel delta.
7. *Riqualificazione paesistica ed ambientale*: come già descritto nel precedente paragrafo 6.7, l'innalzamento del pelo libero in condizioni di magra indotto dalla traversa ed il conseguente incremento della superficie dell'alveo di magra, consentirà di avviare un processo di riqualificazione fluviale attraverso: la conservazione degli habitat significativi e la ricostruzione di nuove unità ambientali; la parziale ricostruzione dell'andamento naturale del tracciato ricreando senza sforzo meandri, curve e fasce ripariali tampone; riaprire rami secondari, che ricreando porzioni di greto, rendono più efficace la salvaguardia degli habitat vitali all'avifauna e alla fauna ittica.

Anche in questo caso si potrà verificare che in alcune zone il livello di regolazione risulti essere superiore alle quote di alcune aree golenali ed extra-golenali, con conseguente formazione di fenomeni di ristagno e di allagamento permanente per effetto dell'innalzamento indotto del livello della falda freatica e di subalveo. Tale effetto, particolarmente evidente nei tratti situati appena a monte della traversa, dovrà essere contrastato attraverso la realizzazione e/o il potenziamento dei sistemi di drenaggio.

Una seconda ipotesi, solo accennata, prevede invece l'individuazione di due sostegni, uno nei pressi dei comuni di Calto e Fellonica, circa 10 km a monte di foce Panaro, e uno tra i comuni di Occhiobello e Ferrara, circa 1 km a monte dei ponti nei pressi di Pontelagoscuro.

La quota di regolazione del quinto sostegno potrebbe essere pari a circa 9,5 – 10,0 m s.m., mentre quella del sesto potrebbe essere pari a circa 5,0 – 5,5 m s.m..

Tali quote di regolazione permettono di innalzare i livelli idrici del Po, in condizioni di magra ed ordinarie fino a valori di portata di circa 2'000 m<sup>3</sup>/s, mantenendolo sempre all'interno dell'alveo inciso, garantendo il raggiungimento di diversi benefici, analogamente a quanto esposto in precedenza.

Attraverso l'approfondimento delle analisi e il confronto con i diversi Enti presenti sul territorio, sarà possibile individuare l'opzione più idonea.