



CONSORZIO DEL TICINO

TRAVERSA DELLA MIORINA
COMUNE DI CASTELLETTO SOPRA TICINO (NO)



LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER IL
RIPRISTINO DELLA CAPACITA' D'INVASO DI RITENUTA

INTERVENTO SU CAMPATE 3 E 4 IN SPONDA DESTRA TICINO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE



PROGETTAZIONE, COORDINAMENTO DELLE
ATTIVITÀ SPECIALISTICHE, STRUTTURE
PROVVISIONALI E CANTIERIZZAZIONE

MAJONE&PARTNERS
ENGINEERING

DOTT. ING. DENIS CERLINI
DOTT. ING. NICOLA PESSARELLI
DOTT. ING. BEATRICE MAJONE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:
DORIANA BELLANI

CARPENTERIE



DOTT. ING. STEFANO BARBARESÌ
DOTT. ING. FRANCESCO BARBARESÌ

VIA DEL MONACO, 3 - 61121 PESARO (PU)
TEL. 0721403695 - FAX 072140895
EMAIL: bbprogetti.barbaresi@gmail.com
P.I. 02304940410

COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA

STUDIO DI ARCHITETTURA ED INGEGNERIA

M I C R O N

DOTT. ING. MASSIMO MARSILI
via Brescia n.2 - 20063 Cernusco sul Naviglio (MI)
Tel. 335.67.63.018
E-Mail: massimo.marsili@studiomicron.it

ASPETTI IDRAULICI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI



DOTT. ING. MASSIMO SARTORELLI

DATA: MAG 2021	REV.1	LUGLIO 2021
	REV.2	
	REV.3	

SCALA:

FILE:

TAVOLA:

RGE 01

La presente tavola è tutelata dai diritti di copyright. Art. 1151-2-3 C.C.

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 OGGETTO DELL'INTERVENTO.	3
1.2 PRINCIPI DELLA REGOLAZIONE.	3
1.3 LO SBARRAMENTO DELLA MIORINA.	4
1.4 LA MANUTENZIONE DELLE CHIUSURE MOBILI: VERSO LA SOSTITUZIONE INTEGRALE.....	7
2. IL PROGETTO DEFINITIVO.	11
2.1 LA FORNITURA DELLE VENTOLE MOBILI.....	11
2.2 L'APPONTAMENTO DEL CANTIERE.	12
2.3 LA MESSA IN ASCIUTTA.	13
2.4 LA SOSTITUZIONE DELLE VENTOLE MOBILI	14
2.5 LA RIMOZIONE DEL CANTIERE.	15
2.6 ASPETTI IDROLOGICI E IDRAULICI.....	15
2.7 ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI.....	17
2.8 PROGRAMMAZIONE ED ESECUZIONE DEI LAVORI.	18
2.9 IL QUADRO ECONOMICO DELL'INTERVENTO.....	21
2.10 I PREZZI	22
2.11 I TEMPI DI ESECUZIONE.....	22
3. L'APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO	23
3.1 APPROVAZIONE DEL C.D.A. DEL CONSORZIO	23
3.2 PARERE TECNICO AMMINISTRATIVO DEL PROVVEDITORATO OO.PP PER LOMBARDIA ED EMILIA ROMAGNA	23
3.3 AGGIORNAMENTI E AFFINAMENTI PROGETTUALI SUL PROGETTO DEFINITIVO.....	25
3.4 APPROVAZIONE EX LEGGE 584/1994 DEL SERVIZIO DIGHE	25
3.5 PARERI AMBIENTALI E TERRITORIALI	26
4. DAL DEFINITIVO ALL' ESECUTIVO - LE MIGLIORIE E GLI AFFINAMENTI PROGETTUALI	28
4.1 APPROFONDIMENTI GEOGNOSTICI	28
4.2 RILIEVI BATIMETRICI E TOPOGRAFICI	30
4.3 VERIFICHE DI FILTRAZIONE.....	30
4.4 ELEMENTI A TENUTA PER LA CHIUSURA DEL PALANCOLATO CONTRO LE PILE	30
4.5 PROGETTAZIONE DI DETTAGLIO DELLE CARPENTERIE	31
5. IL PROGETTO ESECUTIVO.....	32
5.1 LA FORNITURA DELLE CARPENTERIE IN ACCIAIO INOX.....	32

5.1.1	Nuove soluzioni strutturali	32
5.1.2	Il dimensionamento delle nuove parti in acciaio.	33
5.2	I LAVORI IN ALVEO PER LA MESSA IN ASCIUTTA.	35
5.2.1	Il dimensionamento delle palancole.....	35
5.2.2	La chiusura del palancole contro le pile.....	36
5.2.3	Allestimento del cantiere	37
5.2.4	Pontoni e macchine operatrici	38
5.2.5	Risanamento superficiale, posa palancole e chiusure contro le pile.....	38
5.2.6	Pompaggio, messa in asciutta e formazione di cordolo di sigillatura.....	39
5.3	LA SOSTITUZIONE DELLE CARPENTERIE.....	40
5.3.1	Smontaggio e trasporto a riva	40
5.3.2	Montaggio basi di rotazione.....	41
5.3.3	Trasporto e assemblaggio puntone/cavalletto	41
5.3.4	Trasporto in sede e montaggio portina.....	41
5.3.5	Risanamento cremagliere.....	42
5.4	LA RIMOZIONE DELLE OPERE PROVVISORIALI E IL RIPRISTINO DELLA SEZIONE DI DEFLUSSO.....	42
6.	LE TEMPISTICHE	43
6.1	APERTURA CANTIERE E ATTIVITÀ PREPARATORIE	43
6.2	ESECUZIONE OPERE PROVVISORIALI E DEFINITIVE	44
6.2.1	Campata 3 e Campata 4	44
6.2.2	Campata 4.....	44
6.2.3	Campata 3.....	45
6.3	RIMOZIONE OPERE PROVVISORIALI	47
6.4	SMOBILIZZO CANTIERE	47
7.	ASPETTI AMBIENTALI	48
8.	ASPETTI IDROLOGICO IDRAULICI.....	49
9.	LA SICUREZZA IN CANTIERE	51
9.1	PERIODI DI NORMALE ATTIVITÀ – IL PIANO DI SICUREZZA	51
9.2	EVENTI DI PIENA – PIANO DI MONITORAGGIO	51
9.3	I COSTI DELLA SICUREZZA	54
10.	ASPETTI ECONOMICI.....	55
10.1	IL QUADRO ECONOMICO DEL PROGETTO ESECUTIVO.....	55
10.2	I PREZZI	56
10.3	CAPITOLATO SPECIALE E SCHEMA DI CONTRATTO	56
11.	IL PIANO DI MANUTENZIONE	58

1. PREMESSA

1.1 *Oggetto dell'intervento.*

Le opere previste nel presente intervento sono costituite dall'integrale sostituzione delle chiusure mobili tipo Chanoine che costituiscono l'organo di ritenuta dello sbarramento della Miorina in Golasecca (VA), sbarramento che opera la regolazione delle acque del lago Maggiore allo sbocco in Ticino per usi irrigui e idroelettrici.

L'intervento prevede la sostituzione delle chiusure relative alle due campate dello sbarramento prospicienti la sponda destra piemontese del fiume Ticino: la sostituzione delle chiusure delle due campate lombarde, in sinistra idraulica, è attualmente in corso di esecuzione in altro appalto, e la suddivisione in due degli interventi di sostituzione di è resa necessaria per l'ovvia impossibilità di interrompere il deflusso delle acque del lago Maggiore nel fiume Ticino.

Per meglio comprendere la peculiarità delle varie fasi operative si ritiene opportuno riassumere qui di seguito il processo intellettuale che ha portato a concepire le opere da realizzare per restituire alla traversa della Miorina la piena capacità d'invaso e di ritenuta.

1.2 *Principi della regolazione.*

Nel 1924 il prof. Fantoli fissava i quattro punti fondamentali della regolazione del lago Maggiore:

- le opere da costruire all'incile del Ticino devono avere esclusivamente la funzione di regolazione del lago ben distinta dallo sfruttamento industriale del primo tratto di fiume;
- la regolazione deve essere contenuta entro i limiti di +1,00 e -0,50 m sullo zero di Sesto Calende;
- la derivazione dal lago regolato deve mettere a disposizione nel fiume fino a un massimo di 200 m³/sec anche negli stati depressi dello svasso lacuale;

- non si deve alterare, anzi perseguirne un anche modesto ma sicuro miglioramento, il regime di piena del lago e del fiume, così da rispettare nel modo più assoluto i grandi interessi costituiti.

Per rispettare le precedenti disposizioni fondamentali il prof. Fantoli propose e il progettista ing. Ferniani definì le caratteristiche della diga, che dovevano peraltro tener conto di quanto prescritto dal Consiglio Superiore dei LL.PP. nella seduta del 28.12.1927: *“la traversa mobile (...) deve dare la massima garanzia di funzionamento, (...) deve essere completamente abbattibile, (...) di tipo e modalità di manovra rispondenti agli ultimi perfezionamenti che la tecnica ha realizzato”*.

1.3 **Lo sbarramento della Miorina.**

Nacque pertanto nel 1935 il progetto esecutivo della diga della Miorina.

Essa è costituita da una platea in calcestruzzo che ne costituisce la fondazione, posata sull'alveo e ammorsata in esso da due taglioni longitudinali a monte e a valle, e da tre taglioni ortogonali in corrispondenza delle tre pile che suddividono la diga in quattro campate.

La ritenuta delle acque del lago viene effettuata da centoventi chiusure mobili, del tipo “Chanoine”, costituite da ventole piane che sono fissate a un cavalletto incernierato alla base nella platea e che sono tenute in posizione ciascuna da un puntone, incernierato alla sommità del cavalletto, che poggia e scorre su una cremagliera dentata in modo da assumere diverse posizioni, compresa quella orizzontale che consente alla chiusura di diventare trasparente al flusso della corrente.

La posizione 0 (zero) è quella che corrisponde alla posizione di “abbattuto”, quando la portina è contenuta nella sede di riposo, ad angolo zero sull'orizzontale.

Le posizioni 1, 2, 3 sono intermedie rispetto alla posizione 4 di massima “chiusura”, in cui la portina realizza la massima capacità d'invaso.

Le centoventi chiusure sono numerate progressivamente da 1 a 120 partendo dalla sponda lombarda verso quella piemontese.

La descrizione seguente della singola chiusura mobile è tratta dalla relazione tecnica del progetto esecutivo dello sbarramento, datato gennaio 1935, e dalle relazioni di variante del 1939 e del 1941.

Ventola

Ogni ventola è costituita da un'intelaiatura di travi a doppio t, rivestita a monte da una lamiera di spessore 5 mm. Nella faccia a valle, poco sotto a metà altezza, sono fissati i supporti dell'asse orizzontale, al quale sono collegati gli organi di sostegno e di manovra.

Il suo lato inferiore è in acciaio fuso di forma adatta per l'appoggio e lo strisciamento sulla soglia cilindrica, il lato superiore è arrotondato per migliorare il deflusso dell'acqua sfiorante e termina con un tubo che serve per l'aggancio della ventola con il braccio di manovra del carro e per la movimentazione della ventola nelle operazioni di manutenzione; lungo i bordi lamierini flessibili piegati a S assicurano l'impermeabilità tra la ventola e le attigue.

La ventola ha dimensioni di mm. 4016 x 1607, per una superficie di tenuta pari a m² 6,45.

Puntone

L'asta cilindrica costituente il puntone propriamente detto si collega alle estremità dell'asse orizzontale della porta a mezzo di un pezzo speciale intermedio in acciaio fuso; l'attacco del puntone alle estremità dell'asse rende più stabile la ventola.

L'asta del puntone è realizzata con un tubo Mannesmann del diametro di mm.150, riempito di calcestruzzo di cemento per appesantirla.

La movimentazione delle portine avviene mediante l'uso dei carri ponte (...).

Sotto la tettoia di servizio sono depositate nove portine supplementari, complete di tutte le loro parti, per consentire la sostituzione periodica di quelle ammalorate e procedere alla manutenzione e al ripristino delle parti usurate.

Cavalletto

Il cavalletto è un telaio in acciaio fuso che è incernierato alla base alla soglia e in sommità alla portina, e che costituisce il collegamento tra puntone, portina e soglia.

Soglia e portasoglia

La soglia è anch'essa in acciaio fuso e ha forma cilindrica aperta verso valle.

In due diaframmi verticali laterali vengono collocate le estremità dell'asse inferiore del cavalletto, ivi fermate da grosse lamiere appositamente sagomate e imbullonate. La soglia è fissata alle due estremità a una piastra portasoglia in ghisa, solidale alla platea a mezzo di un bullone ad asse verticale: ogni porta soglia tiene due soglie contigue.

Guida a scivolo

La guida a scivolo è in acciaio fuso, è imbullonata alla platea e ha una guida a quattro tacche sulla quale scorre il pattino del puntone quando si rialza la ventola. Le tacche consentono di fissare la ventola nelle varie posizioni da 1 a 4, l'ultima tacca ha un piano inclinato che fa cadere il pattino del puntone sul condotto laterale della guida, in modi da consentire al puntone di scivolare verso valle fino a far assumere alla ventola la posizione orizzontale di abbattuto.

Parti accessorie allo sbarramento sono le pile, che reggono una travatura reticolare in acciaio ove scorrono i due carri che movimentano le ventole tramite un braccio meccanico comandato oleodinamicamente.

La soluzione scelta, dopo un'attenta e prolungata analisi delle traverse fluviali già realizzate nel mondo, risultò vincente, e lo è tutt'ora, perché con lucida preveggenza rispetto alle esigenze di compatibilità ambientale, oggi assai più evidenti, proponeva una soluzione con elementi di tenuta completamente abbattibili piuttosto che estraibili o ribaltabili verso l'alto, com'è il caso di paratoie piane o a settore, che esercitano la sconnessione fra monte e valle attraverso luci di fondo, di ben più drastico effetto rispetto alla continuità dell'ambiente fluviale.

Inoltre, *“le ventole Chanoine, aperte alternativamente in modo da obbligare l'acqua a passare attraverso le aperture lasciate tra elementi di diversa inclinazione, provocano a valle dello sbarramento corrosioni a una distanza minore di quella prodotta per egual portata da altre paratoie”* (Relazione tecnica del progetto esecutivo del 1935).

In altri termini, l'energia cinetica dell'acqua si dissipa più facilmente e più rapidamente che con altre configurazioni di paratoie, e gli effetti di erosione di fondo si esauriscono quasi subito a valle dello sbarramento.

Inoltre, sempre dalla citata relazione tecnica del 1935:

- *il frazionamento in piccoli elementi evita il danno delle vibrazioni osservate qualche volta nelle grandi paratoie, allorché sono fermate in posizione di parziale apertura;*
- *la ripartizione delle pressioni d'acqua sulla platea in muratura per le Chanoine è pressoché uniforme, mentre nel caso di grandi paratoie dette pressioni sono riportate e concentrate sulle pile, le quali richiedono fondazioni di grande importanza;*
- *per evacuare i depositi solidi, nel caso di grandi paratoie, si devono provocare cacciate d'acqua abbassando parzialmente le paratoie stesse. Nel caso di ventole si si effettua lo stesso lavaggio (...) si rialzano le ventole meno insabbiate e il restringimento della sezione provoca l'asportazione dei depositi prossimi.*

Ora, mentre è evidente come da allora la tecnologia e la tecnica delle costruzioni si siano evolute, è altrettanto evidente come le leggi della scienza delle costruzioni e dell'idraulica poste alla base del progetto originario siano oggi sempre le stesse: ciò mostra come le considerazioni sull'impatto ambientale e sull'invasività della struttura sul deflusso delle acque siano ancora estremamente attuali e tali da confermare che la

traversa così come realizzata sia la soluzione migliore per la gestione corretta della regolazione del lago Maggiore.

1.4 La manutenzione delle chiusure mobili: verso la sostituzione integrale.

Sin dalla sua progettazione la chiusura mobile è stata concepita per poter essere rimossa da soglia e portasoglia tramite semplici operazioni, essere portata in officina e essere oggetto di manutenzione periodica, mediante smontaggio delle sue componenti, sabbiatura delle parti in acciaio e sostituzione delle parti ammalorate.

Fino alla fine del secolo scorso l'attività di manutenzione ha consentito di ripristinare ciclicamente le chiusure: presso l'archivio del Consorzio è conservato un registro in cui sono state via via riportate la data di intervento, il numero della chiusura rimossa e quello della chiusura riposizionata.

L'esperienza degli operai, le attrezzature disponibili e la pratica operativa hanno consentito di mantenere le chiusure a un buon livello di efficienza, consentendo di sostituire periodicamente nove elementi per volta.

In tempi recenti il Consorzio ha provveduto a raccogliere le informazioni sulla procedura di smontaggio e rimontaggio tramite interviste agli operai, al fine di predisporre un manuale che rimanesse agli atti e potesse fissare definitivamente le operazioni da svolgere, anche per valutare e discutere gli aspetti inerenti la sicurezza dei lavoratori impegnati ed eventualmente predisporre migliorie e aggiustamenti.

Sono emersi subito elementi critici che hanno costretto ad approfondite riflessioni sulla possibilità di procedere:

- l'intera sequenza prevede passaggi non più compatibili con le norme di sicurezza, poiché alcune operazioni sono da eseguirsi in condizioni di equilibrio precario, senza possibilità di ancoraggi sicuri per le imbragature dell'operatore, che peraltro deve muoversi con un'agilità che le imbragature non consentono;
- alcune attrezzature non sono più utilizzabili in piena sicurezza, perché le norme attuali sono molto più severe e non consentono ad es. di operare sullo scudo di monte per agganciare la ventola;

- il numero di persone da utilizzare per la procedura è di almeno sei-sette unità, tutte esattamente addestrate per le operazioni da svolgere: allo stato attuale l'organico operativo del Consorzio è ridotto a quattro unità, che sono appena sufficienti per la regolazione ma non bastano per la manutenzione delle chiusure.

Da tutto ciò ne è conseguito che la manutenzione delle chiusure mobili è stata interrotta.

Altro elemento critico da non sottovalutare è l'esistenza di parti sempre in immersione, quali soglia, portasoglia e guida a scivolo, la cui manutenzione non è MAI stata fatta sin dall'inizio della regolazione.

Mentre la guida a scivolo è facilmente raggiungibile e ispezionabile e quindi si può per lo meno intervenire facilmente per rimuovere eventuali ostruzioni, soglia e portasoglia sono prive di qualsiasi possibilità d'intervento perché essendo solidali al calcestruzzo della platea sono sempre sommerse.

Inoltre, esiste anche uno scudo mobile che era stato predisposto per intervenire d'urgenza nel caso in cui una chiusura avesse all'improvviso un cedimento strutturale in qualche suo componente in maniera tale da comprometterne l'utilizzo o addirittura la stabilità.

Da informazioni assunte dagli operai uno di questi eventi si verificò alla fine degli anni ottanta in una chiusura a metà della prima campata, e le maestranze allora in organico provvidero al ripristino dell'assetto della chiusura proprio utilizzando tale scudo, che peraltro era stato concepito per intervenire sulle chiusure intermedie in campata ma non adatto alle chiusure adiacenti alle pile.

Nella seconda metà del 2010 il Consorzio ha avviato anche lo studio di un nuovo e più moderno scudo di monte, da utilizzare in una nuova procedura di manutenzione da predisporre per essere compatibile con le norme per la sicurezza dei lavoratori.

Utilizzando l'esperienza degli uffici tecnici ENEL si era anche riusciti a produrre un'idea di scudo modulare che permettesse di isolare dalla spinta della corrente due chiusure per volta in modo da intervenire più celermente nella manutenzione.

Lo scudo era costituito da due intelaiature in acciaio da posizionarsi a monte sulle chiusure adiacenti, e da lamiere piane da sistemare contro le intelaiature, in modo da co-

struire lo scudo utilizzando il carro di servizio esistente. Il dispositivo era poi dotato di accessi pedonabili, piani di lavoro e protezioni in modo da consentire di operare in piena sicurezza.

Lo studio però non ha più avuto seguito sia per gli elevati pesi in gioco da movimentare, sia per la complessità dell'intero sistema, che introduceva ulteriori complicazioni operative costituite dalla procedura di montaggio dello scudo in aggiunta alle operazioni di montaggio e smontaggio delle chiusure, di per se già abbastanza complesse.

Si era giunti anche a produrre un elaborato di specifiche tecniche per richiedere una sorta di progettazione e fornitura del nuovo scudo, ma contatti informali con imprese specializzate hanno poi mostrato lo scarso interesse del mercato a partecipare all'appalto.

Il logorio a cui sono sottoposte le ventole non più risanate, in parte costantemente immerse e in parte sottoposte a cicli di bagnasciuga, ha portato nel tempo a diversi inconvenienti legati al deterioramento delle portine, dei cavalletti e delle lamiere di ritenuta laterale, che oggi non danno più la certezza di massima efficienza e quindi di massima capacità di ritenuta possibile così come calcolata in origine.

L'impossibilità di fare manutenzione ha pertanto indotto il Consorzio a studiare una soluzione differente per il risanamento integrale dello sbarramento.

E' nata così l'idea di sostituire tutte le ventole mobili attuali in ferro con altre assolutamente identiche come forma, dimensioni e funzionamento ma realizzate in acciaio inox, così da avere manufatti su cui non sarebbe stato necessario intervenire per un lasso di tempo molto maggiore.

La sostituzione integrale deve essere però realizzata ponendo in asciutta le aree della platea su cui sono incernierate le ventole, tenendo comunque sempre attivo il deflusso attraverso lo sbarramento: si è posto quindi il problema di definire il numero di campate sulle quali intervenire.

Alla fine si è scelto di intervenire contemporaneamente su due campate, accedendo al cantiere dalla sponda lombarda per il risanamento delle due campate in sinistra idraulica, e dalla sponda piemontese per quelle in destra.

Le esigenze dettate dall'approvvigionamento idrico per le colture agricole stagionali piemontesi e lombarde obbligano il Consorzio a procedere con l'inizio lavori in alveo non prima del mese di luglio: in quel periodo dell'anno si presume di poter avere il lago al di sotto del metro sullo zero idrometrico di Sesto Calende.

Al contempo, la fine dei lavori in alveo non potrà procrastinarsi oltre la fine di aprile dell'anno successivo, sia per questioni legate all'utilizzo irriguo della risorsa che per il rispetto di alcune norme ambientali sulla riproduzione della fauna ittica.

Va da sé che l'approvvigionamento delle sessanta ventole dovrà assolutamente avvenire prima dell'avvio del cantiere, poiché non è pensabile che un qualche ritardo nella fornitura possa influire negativamente sul lasso di tempo in cui può realizzarsi l'asciutta delle due campate.

2. IL PROGETTO DEFINITIVO

È nato così un progetto definitivo, attentamente studiato per risolvere nel migliore dei modi possibili le problematiche connesse alla messa in asciutta delle due campate lombarde e la sostituzione delle ventole mobili.

Se ne riportano qui di seguito le caratteristiche principali.

2.1 *La fornitura delle ventole mobili.*

La prima fase operativa dell'appalto dovrà quindi necessariamente dedicata alla fornitura delle parti della chiusura mobile che si è deciso di sostituire.

Esse sono:

- la portina o ventola vera e propria, costituita da un telaio in ferro, dal mantello in lamiera, da un'unghia inferiore e da lamierini laterali di tenuta; nella parte centrale rivolta verso valle del telaio della portina è presente un dispositivo che consente lo sgancio e la rotazione della stessa sul perno del cavalletto;
- il cavalletto, costituito da un telaio in ferro, alla cui parte superiore è fissata la portina e nella cui parte inferiore sono presenti i perni per la rotazione della ventola;
- la base di rotazione in ghisa, così come viene denominata nei disegni di progetto la soglia precedentemente citata, imbullonata alla controplacche (controsoglie) fissate nella platea, base in cui è ricavata ai due lati la metà della sede del perno del cavalletto che permette la rotazione della ventola;
- le piastre laterali, che imbullonate lateralmente alla base di rotazione realizzano la seconda metà della sede del perno che consente al cavalletto di ruotare e quindi di far ruotare la ventola;
- le parti accessorie necessarie a fissare la portina al cavalletto, il cavalletto a forchetta e puntone, dadi e bulloni vari.

L'appalto pertanto prevede la fornitura di 60 manufatti così descritti:

- portina (ventola) rettangolare piana costituita da un diaframma in lamiera elettrosaldato in acciaio inox irrigidito da profilati disposti in modo da resistere uniformemente alla pressione; tutta la carpenteria sarà assemblata utilizzando acciaio inox

AISI 304, completa delle parti accessorie quali l'unghia di base e il sistema di blocco della rotazione sul cavalletto; la portina sarà completata dalle tenute laterali, in lamierino di acciaio inox applicate mediante viti in acciaio inox con eventuale piatto inox di ripartizione del carico;

- cavalletto costituito da un telaio in acciaio inox avente in sommità il perno di collegamento alla portina per consentirne la rotazione, e alla base il perno per collegare il cavalletto alla base di rotazione fissata alla platea;
- base di rotazione in acciaio inox, costituita da un elemento ottenuto per fusione o per lavorazione di pezzi massicci che verrà collegato tramite prigionieri alle piastre in acciaio (controplacche) inglobate nella platea e in cui sono ricavate le due mezze lune che costituiscono metà della sede di rotazione del perno inferiore del cavalletto;
- placche (2 per ventola) in acciaio inox che costituiscono l'altra metà della sede di rotazione del perno del cavalletto, da fissare tramite bulloni lateralmente alla base di rotazione;
- parti accessorie necessarie a fissare la portina al cavalletto, il cavalletto a forchetta e puntone, dadi e bulloni vari.

La fornitura del suddetto materiale dovrà avvenire in una prima fase di 6/8 mesi, in cui l'appaltatore dovrà procedere all'ordine, al controllo esecutivo e alla conformità finale della fornitura, terminando almeno un mese prima dell'inizio dei lavori in alveo, e cioè entro la metà del mese di giugno.

La definizione delle caratteristiche costruttive delle parti da sostituire è evidenziata nel progetto nella riproduzione delle tavole costruttive originali dei manufatti.

E' stata effettuata una verifica di stabilità delle ventole mobili, con già inserite le nuove parti di carpenteria in INOX.

2.2 **L'approntamento del cantiere.**

L'area di cantiere sulla terraferma è individuata dalle planimetrie di progetto, e comprende apprestamenti situati sia in sponda destra che in sponda sinistra del Ticino.

In sponda destra idraulica, che verrà anche individuata come sponda piemontese, verrà posizionato l'accesso all'alveo per la movimentazione delle ventole mobili, ossia lo smontaggio, il trasporto a terra e il carico su automezzo di quelle esistenti, e lo scarico il trasporto in sito e il rimontaggio delle nuove. A tal fine è prevista una realizzazione di un accesso carrabile all'alveo in asciutta, per poter utilizzare un mezzo semovente dotato di gru per carico, scarico e movimentazione delle carpenterie.

A causa delle limitazioni dimensionali della strada di accesso alla via alzaia piemontese, l'accesso al cantiere dei mezzi più pesanti e ingombranti avverrà sempre dalla sponda sinistra lombarda, ove verrà ancora utilizzata la stradina laterale che funge da via alzaia turistica e l'area di accesso al ponte carri. Le aree saranno idoneamente delimitate e saranno resi disponibili gli spazi per le baracche e gli uffici di cantiere.

Durante la progettazione della prima fase, dovendosi porre in asciutta la platea per le operazioni di smontaggio e rimontaggio delle ventole, si sono studiate tutte le possibili soluzioni per isolare dalla corrente le due campate verso la sponda lombarda.

La scelta di operare su mezzo sbarramento per volta è stata conseguente anche alla necessità di arrivare con mezzi e personale alla campata centrale con accesso da riva: una volta realizzata, la tura per la campata centrale avrebbe occluso anche la sezione di deflusso della campata laterale.

Anche per la seconda fase la soluzione migliore come tempi di realizzazione, tenuta idraulica e velocità di rimozione è stata individuata nella posa di palancole in acciaio infisse con l'ausilio di un pontone idoneamente attrezzato, e per ridurre i tempi di posa si è scelto di operare contemporaneamente a monte e a valle con due pontoni che dovranno consentire di chiudere le aree operative della platea fino alla prima pila laterale.

2.3 **La messa in asciutta.**

Una volta ultimato il perimetro di chiusura della campata laterale, si procederà a svuotare l'acqua presente con l'ausilio di pompe, che saranno mantenute in sito e utilizzate ogniqualvolta sarà necessario per mantenere in asciutta il più possibile le aree di lavoro.

Appena stabilizzata la situazione si potranno iniziare le operazioni di sostituzione delle ventole della campata laterale; nel contempo, verranno ultimati la posa delle palancole di chiusura fino ai cassoni della pila centrale e il pompaggio dell'acqua per mettere in asciutta anche l'area di lavoro della seconda campata.

Le operazioni di messa in asciutta si completeranno con la rimozione della tura provvisoria sulla pila tra le due campate, così da rendere completamente agibile tutta l'area di lavoro.

Verrà infine realizzata la rampa in terra per l'accesso all'alveo della gru semovente.

2.4 **La sostituzione delle ventole mobili**

Appena verrà resa agibile l'area di lavoro della prima campata si potrà iniziare la fase di sostituzione delle ventole mobili.

Per movimentare i materiali in alveo sarà calato sulla platea di valle un mezzo semovente dotato di gru, che potrà viaggiare lungo tutta la campata sulla zona più a valle della platea libera dalle cremagliere.

Le operazioni di sostituzione avranno la seguente sequenza operativa:

- la portina verrà sganciata dal cavalletto operando sul sistema di blocco meccanico sito nella parte centrale rivolta verso valle del telaio, e fatta ruotare fino a farle assumere la posizione orizzontale, quindi verrà idoneamente imbragata per il sollevamento, verranno rimossi i quattro bulloni di fissaggio e la relativa staffa, e verrà sollevata e allontanata dalla gru semovente;
- verrà realizzata l'imbragatura del cavalletto e dell'insieme forcella/puntone, così da consentire lo smontaggio dei quattro bulloni delle piastre laterali di tenuta che vincolano il cavalletto alla base e che consentono la rotazione: in questo modo l'insieme cavalletto- forcella /puntone sarà libero di essere trasportato a riva, ove forcella e puntone verranno separati dal cavalletto e inviati in fabbrica per il ripristino della verniciatura protettiva;
- si procederà quindi con lo sbullonamento delle basi di rotazione, in ghisa, imbullonate alle controplacche fissate nella platea: qualora lo sbullonamento risultasse im-

possibile, si provvederà al taglio della testa del dado imbullonato, così da rendere comunque rimovibile la base di rotazione che sarà anch'essa trasportata a riva;

- al contempo verrà valutata la necessità di risanare la cremagliera dentata: tale operazione potrà utilmente essere eseguita durante lo smontaggio della base di rotazione;
- a questo punto potrà iniziare il montaggio dei nuovi manufatti; dapprima la base di rotazione imbullonata, montando eventualmente un nuovo bullone perforando e sigillando con adesivi chimici se necessario, poi montando e fissando il cavalletto alla base di rotazione con le piastre laterali, infine mettendo in posizione forcella/puntone e cavalletto e collegandoli come previsto;
- da ultimo verrà posizionata la ventola, fissata al cavalletto e bloccata in posizione operativa.

Terminato il montaggio di una o più ventole sarà opportuno procedere a una verifica del corretto funzionamento delle stesse alzandole e abbassandole con il carro di manovra, in modo da verificare prontamente eventuali malfunzionamenti e porvi immediatamente rimedio.

2.5 **La rimozione del cantiere.**

Una volta ultimata la sostituzione delle sessanta ventole mobili e completata la totale rimozione dalla platea di materiali e mezzi d'opera sarà possibile rimuovere le palancole della tura, mantenendo tuttavia la chiusura mobile realizzata a monte e a valle contro la pila centrale.

2.6 **Aspetti idrologici e idraulici.**

E' subito parso evidente che la parzializzazione della sezione di deflusso del Ticino alla Miorina provocata dalle ture produrrà effetti sulle portate defluite attraverso le due campate rimaste libere e regolabili, con conseguenti influssi sia sui livelli lago che sul Ticino.

In termini generali, la relazione idrologico idraulica evidenziava che:

- 1) tali effetti si manifestano solo ed esclusivamente quando il deflusso dal lago verso il fiume avviene in regime libero, ossia quando lo sbarramento, seppur parzializzato, si presenta in condizioni di abbattimento totale;
- 2) l'entità di tali effetti è estremamente ridotta quando una sola delle quattro campate è palancolata, mentre diventa sensibilmente più marcata quando le campate chiuse sono due; nel primo caso la perdita di capacità di deflusso è infatti dell'ordine del 5-6%, nel secondo caso del 20-21%;
- 3) in caso di eventi di piena e di morbida, a parità di afflussi al lago e di condizioni iniziali, la riduzione della capacità di deflusso si traduce in:
 - a. un incremento del livello massimo raggiunto dal Lago Maggiore;
 - b. una riduzione del colmo di piena del Fiume Ticino emissario;
 - c. un ritardo nel raggiungimento del colmo di piena (del lago e del fiume) e un prolungamento della fase di rientro dalla piena stessa.

Si è osservato anche che, a livello locale, posta pari a 195.50 m s.l.m. la quota a cui inizia l'allagamento controllato del cantiere¹, quindi in condizioni idrauliche potenzialmente critiche per la sicurezza del cantiere, l'abbassamento della quota del pelo libero tra la sezione in corrispondenza dell'idrometro di Sesto Calende e lo sbarramento della Miorina è dell'ordine di 60 cm nei momenti in cui sono chiuse 2 campate su 4 e di 100 cm quando è chiusa una campata sola.

In condizioni di regime libero, la chiusura di una o due campate dello sbarramento determina una riduzione della portata scaricata.

La perdita di capacità di deflusso, intesa come portata che viene scaricata dal lago a parità di livello idrometrico all'idrometro di Sesto Calende è dell'ordine del 5-6% quando una sola delle quattro campate è chiusa e dell'ordine del 20-21% quando sono chiuse due campate su quattro.

Questo effetto induce a rimandare il più possibile la chiusura completa della seconda campata: a fronte di questo risultato, il cronoprogramma prevede di iniziare la posa

¹ Tale quota è stata modificata in sede di progettazione esecutiva in 195.00 m s.l.m.

delle palancole nella seconda campata alla fine di ottobre², con la chiusura completa della campata a metà dicembre: ciò può dare la garanzia di iniziare poi le operazioni di sostituzione delle portine con l'inizio di gennaio dell'anno seguente. Così facendo, il rischio di piena del lago nel periodo autunnale risulta sensibilmente più basso di come sarebbe se si avviassero i lavori di chiusura della seconda campata a metà settembre.

Un elemento sicuramente a favore della sicurezza idraulica, sia per il cantiere che per le popolazioni rivierasche del lago, sarà il livello di regolazione massima a cui sarà tenuto lo sbarramento durante la fase critica dell'esecuzione dei lavori: il livello di +1,00, previsto a partire da inizio agosto fino a metà settembre, sarà ulteriormente abbassato a +0,50 fino a metà dicembre, per poi essere riportato a + 1,00 fino alla fine di lavori.

2.7 **Aspetti paesaggistici e ambientali.**

L'impatto dell'intervento proposto in questo progetto è stato valutato in un'analisi di fattibilità ambientale, i cui risultati sono riportati in un apposito studio di fattibilità allegato al progetto.

Si riportano comunque di seguito i risultati dello studio.

Le opere in progetto non avranno alcun impatto una volta realizzate, trattandosi del rifacimento integrale di manufatti identici a quelli esistenti.

Anche l'attività di cantiere, se si escludono gli aspetti idraulici legati alla parzializzazione della sezione di deflusso della Miorina, non avrà conseguenze rilevanti sull'ambiente circostante, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:

- Atmosfera
- Suolo e sottosuolo
- Acque superficiali e sotterranee
- Fauna, flore, ecosistemi
- Rumore
- Sistema insediativo e salute pubblica
- Paesaggio.

² Le tempistiche qui e di seguito indicate sono state affinate in sede di progettazione esecutiva

Per quanto concerne l'acquisizione dei pareri ambientali, considerato che sono presenti vincoli paesaggistici ai sensi dell'art.142 del D.Lgs.42/2004 (presenza di aree protette, tutela del Fiume Ticino e delle rispettive sponde per una fascia di 150 m ciascuna) e dell'art. 136 del D.Lgs.42/2004 (Bellezze d'insieme), il progetto viene sottoposto all'Autorizzazione Paesaggistica, sulla base dell'art. 146 del D.Lgs 42/2004 - Codice dei beni culturali e del paesaggio "Codice Urbani".

Data la presenza di Aree Natura 2000 (ZPS IT20803011 – Boschi del Ticino), il progetto definitivo viene sottoposto alla Valutazione di Incidenza, ai sensi dell'art. 5 del DPR n° 357/97 e della DGR 14106 dell'8/08/2003.

L'intervento non viene sottoposto alla procedura di VIA o di assoggettabilità alla VIA ai sensi del D.Lgs.152/06 Titolo III e s.m.i., nonostante ricada all'interno di Aree Protette, perché non è ricompreso tra i punti degli allegati II, III e IV della Parte Seconda del Codice.

2.8 Programmazione ed esecuzione dei lavori.

La peculiarità del presente intervento è insita nel fatto che si dovrà operare su parti sommerse nell'alveo di un corso d'acqua di cui non è in alcun modo possibile deviare il corso né interromperne il deflusso.

Di conseguenza il programma lavori ha dovuto tener conto di vincoli di tipo diverso, che ne hanno fortemente condizionato il periodo di inizio e di fine.

Come detto, esigenza prioritaria per il Consorzio è quella di garantire le portate derivate dagli Utenti nel periodo irriguo, che va da aprile a ottobre; in quei mesi lo sbarramento deve essere in grado di operare la regolazione con la massima flessibilità consentita dalla movimentazione delle quattro campate della traversa, per poter immagazzinare nel lago i volumi da restituire gradualmente alle risaie e ai campi; a metà luglio statisticamente il lago si trova a un livello inferiore al metro sullo zero idrometrico: in queste condizioni si può ritenere possibile gestire l'invaso disponendo di luci di deflusso progressivamente ridotte di una e poi di due campate.

Un altro aspetto è legato al livello del lago durante la fase di asciutta vera e propria delle zone d'alveo a monte e a valle delle due campate lombarde: si è calibrata tale fase in

modo che coincida con la stagione invernale, statisticamente quella che vede i più bassi livelli di invaso: questo fatto incide positivamente sia sulla facilità di mantenere in asciutta la zona operativa, sia sul rischio allagamenti del cantiere.

Da questo punto di vista la fase più critica si potrà avere nei mesi autunnali, quando maggiore è il rischio di lago alto: si deve però osservare che nei primi mesi sarà ancora disponibile per la gestione dei deflussi la campata centrale, finché non verrà chiusa definitivamente, e ciò sarà sicuramente a vantaggio sia del regime idrico del lago che dell'attività di cantiere.

Inoltre, come già accennato in precedenza, l'avvio dei lavori in alveo dovrà avvenire solamente allorquando saranno rese disponibili per il montaggio tutte le ventole nuove da montare: visti i tempi ristretti per operare in asciutta non è pensabile che un ritardo nella fornitura delle ventole causi un ritardo nel montaggio e quindi un allungamento dei tempi di asciutta.

Scendendo più in dettaglio, si può ipotizzare un programma temporale dei lavori così definito:

- l'avvio del cantiere, una volta installate le postazioni fisse, avrà inizio con la posa delle palancole, che potrà avvenire contemporaneamente a monte e a valle tramite l'uso di due pontoni galleggianti per ridurre i tempi di posa; il pontone che opererà a valle potrà attraversare la conca senza problemi, qualora provenga dal lago; l'altezza delle palancole non potrà necessariamente superare la quota di sommità del muro laterale della conca, cioè quota +195,50; carico e scarico delle palancole dovrà necessariamente avvenire dalla sponda lombarda, per difficoltà di accesso carrabile alla sponda piemontese;
- le palancole giunte alla pila intermedia verranno chiuse a monte e a valle tramite un'idonea chiusura mobile costituita da cassoni in calcestruzzo posati contro la pila, in maniera da consentire di operare subito sulla prima campata;
- una volta chiuso il perimetro di cantiere sulla prima campata, verrà messa in asciutta l'area di lavoro.

Questa fase potrà concludersi ragionevolmente entro metà settembre³.

- Una volta posta in asciutta la prima campata, verrà realizzata in aderenza alla spalla destra a valle la rampa di accesso in alveo per la gru semovente telescopica, e si inizierà lo smontaggio della ventola mobile (portina, cavalletto, puntone, base di rotazione), verrà eventualmente risanata la cremagliera in ghisa, e verrà montata la nuova ventola.

Entro metà dicembre saranno presumibilmente state sostituite le ventole della prima campata

- A metà ottobre si darà corso alle operazioni di chiusura della campata centrale, che per ragioni legate alla riduzione della sezione di deflusso dovrebbero terminare a metà/fine dicembre, ma che potrebbero essere anticipate o posticipate in funzione dei tempi delle lavorazioni nella campata laterale e/ delle condizioni meteo.

La chiusura totale della campata centrale potrà avvenire entro metà dicembre.

- Potranno iniziare a questo punto le operazioni di messa in asciutta e di sostituzione delle ventole anche in seconda campata.

La sostituzione delle ventole dello sbarramento potrà essere ultimata entro metà marzo successivo.

- A fine marzo avrà inizio la fase di rimozione del cantiere in alveo, con la rimozione delle palancole a cominciare dalla pila centrale e delle chiusure di monte e di valle contro la pila.

Presumibilmente a metà aprile potrà essere completato l'intervento in alveo

³ Le tempistiche qui e di seguito indicate sono state affinate in sede di progettazione esecutiva

2.9 Il quadro economico dell'intervento

Il quadro economico è stato formulato adottando lo schema previsto dal Ministero Infrastrutture e Trasporti – Direzione generale per le dighe, e viene ad essere così definito:

A. IMPORTO PER LAVORI E FORNITURE	A. Importo per affidamento dei lavori, delle forniture e servizi		€	€
	A.1	Importo dei lavori		
		di cui importo dei lavori a misura	€ 0,00	
		di cui importo lavori a corpo	€ 0,00	
		Totale importo lavori		€ 2.428.700,00
	A.2	Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso		€ 24.500,00
	A.3	Importo forniture		€ 0,00
B. SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE	A.4	importo servizi (progettazione, DL, Coord. sicurezza, Responsabile dei lavori ecc.)		€ 221.190,00
	Totale importo (A.1+A.2+A.3+A.4)			€ 2.674.390,00
	B. Somme a disposizione della Stazione Appaltante			€
	B.1	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto		€ 147.541,00
	B.2	Rilievi, diagnosi iniziali, accertamenti e indagini		€ 0,00
	B.3	Allacciamento ai pubblici servizi		€ 0,00
	B.4	Imprevisti (max. 10% di A) il 10% di A1 + A2		€ 245.320,00
	B.5	Acquisizione aree o immobili, servitù, occupazioni		€ 0,00
	B.6	Accantonamento di cui all'articolo 133 del D.Lgs.163/2006		€ 0,00
	B.7.1	Incentivi per funzioni tecniche previste dall'art.113 , comma 2, primo capoverso, D.Lgs 50/2016 e s.m.i.:		€ 0,00
	B.7.2	Importo previsto da contratti o convenzioni che prevedono modalità diverse per la retribuzione delle funzioni tecniche svolte dai propri dipendenti, art. 113, comma 2, secondo capoverso, D.Lgs 50/2016 e smi		€ 0,00
	B.8	Spese per attività di supporto tecnico-amministrativo (enti pubblici o Società in house delle Amministrazioni centrali dello Stato, ovvero, di società in house providing) art.15 atto di Convenzione.		€ 0,00
	B.9	Spese per commissioni aggiudicatrici		€ 30.000,00
	B.10	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche		€ 27.377,00
	B.11	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici		€ 78.792,00
	B.12	Altre spese tecniche (Assistente Governativo)		€ 40.000,00
	B.13	Opere di mitigazione e compensazione ambientale, monitoraggio ambientale		€ 32.787,00
	B.14	Arrotondamento		€ 2.481,52
	Totale Somme a disposizione della Stazione Appaltante (B1+...+B14)			€ 604.298,52
C. I.V.A.	C. I.V.A.			
	C.1	I.V.A. su Lavori	22%	534.314,00
	C.2	I.V.A. su Forniture	%	0,00
	C.3	I.V.A. su Servizi	22%	48.661,80
	C.4	I.V.A. su Oneri della sicurezza	22%	5.390,00
	C.5	I.V.A. su Somme a disposizione della Stazione Appaltante	22%	132.945,68
Totale IVA				721.311,48
TOTALE COSTO INTERVENTO (A+B+C)				€ 4.000.000,00

2.10 I prezzi

La valutazione economica dell'intervento è stata effettuata applicando alle diverse voci di computo i prezzi unitari dell'elenco prezzi, che sono stati desunti dai bollettini prezzi di Regione Piemonte 2018, di Regione Emilia Romagna 2018, di ANAS, attingendo ove possibile dalle voci di elenco di opere compiute.

Ove ciò non è stato possibile si è costruita un'apposita analisi, partendo dai prezzi della mano d'opera pubblicati dal Ministero del Lavoro per la provincia di Milano del 2018, valutando i tempi delle varie lavorazioni, costruendo una squadra tipo, stimando i materiali e i mezzi d'opera necessari e applicando al prezzo finale così ottenuto una maggiorazione del 24,3% per spese generali e utile dell'impresa.

Per alcune voci si è acquisita un'offerta da ditta specializzata nel settore specifico.

2.11 I tempi di esecuzione

Come detto, la finestra temporale utilizzabile per il cantiere è effettivamente fissata tra metà luglio e fine aprile dell'anno successivo.

Quest'arco di tempo deve essere preceduto dal tempo necessario alla produzione in serie delle carpenterie in acciaio inox da sostituire, valutato in sei/otto mesi al massimo.

Di conseguenza, l'avvio dell'esecuzione dei patti contrattuali dovrebbe avvenire attorno a fine ottobre/inizio novembre, con la fase di approvvigionamento materiali, per poi concludersi attorno a fine aprile di due anni dopo per complessivi diciotto mesi.

Nel presente capitolo si è riportata l'esposizione sommaria del progetto definitivo: nel seguito verranno esposti l'iter di approvazione e le modifiche ed affinamenti effettuati nell'ambito del presente progetto esecutivo, che, come si vedrà, ha individuato soluzioni innovative e migliorative dal punto di vista tecnico ed economico, pur rispettando in toto quanto stabilito in sede di progettazione definitiva.

3. L'APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO

3.1 Approvazione del C.d.A. del Consorzio

Il C.d.A. del Consorzio del Ticino ha approvato il progetto definitivo nella seduta del 18 giugno 2019 dando mandato al Direttore di procedere all'acquisizione dei pareri e delle approvazioni di legge.

3.2 Parere tecnico amministrativo del Provveditorato OO.PP per Lombardia ed Emilia Romagna

Il progetto definitivo è stato sottoposto al parere tecnico amministrativo del Provveditorato Interregionale alle OO.PP. per Lombardia ed Emilia Romagna, il quale ha espresso parere favorevole tramite il proprio Comitato Tecnico Amministrativo in data 24 settembre 2019 con voto n°41/MIBO.

Il parere veniva espresso con alcune prescrizioni e raccomandazioni, testualmente riportate qui di seguito.

- *Il progetto definitivo così come presentato dal Consorzio risulta completo in tutti i suoi elaborati previsti dalla normativa vigente per il livello di progettazione definitivo. Tuttavia, si rappresenta che gli elaborati grafici tavola 8, 9, 10, 11, 12, 13 allegati al progetto definitivo presentato sono estratti dal progetto originario della traversa risalente al 1935. A tal riguardo, la commissione prescrive la necessaria nuova redazione dei sopra citati elaborati tecnici (sempre a livello definitivo) nei quali dovrà essere compiutamente graficizzata la consistenza effettiva dei nuovi elementi e più in generale tutte le caratteristiche dimensionali dei singoli componenti oggetto di modifica (supporti ventole, parti mobili quali elementi resistenti della carpenteria, scudo metallico, unioni bullonate, parti saldate, ecc.);*
- *Il progetto dovrà altresì essere integrato delle necessarie verifiche strutturali delle nuove ventole in acciaio, dei relativi supporti e delle altre parti mobili con riferimento alla consistenza effettiva dei nuovi elementi e alle caratteristiche dimensionali dei singoli componenti della struttura metallica;*

- I prezzi utilizzati nel progetto, qualora non ritenuti più congrui dall'organo tecnico del consorzio, dovranno essere aggiornati al nuovo prezziario OOPP Lombardia 2019; in alternativa, occorrerà apposita dichiarazione integrativa dei progettisti che attesti la congruità e l'attualità dei prezzi utilizzati per la redazione del progetto;
- Le analisi dei prezzi contengono quantità inserite "a stima", senza giustificativi annessi; è necessario integrarle con il dettaglio compositivo inerente gli importi stimati mediante apposite pezze giustificative (prezzi da prezziario, listini, preventivi).
- Il quadro economico non è adeguato alle prescrizioni del D.Lgs 50/2016, appare opportuno dettagliare meglio le voci inerenti le somme a disposizione. A riguardo la Commissione osserva che la progettazione è commissionata all'esterno del Consorzio e, pertanto, prescrive di specificare le spese di progettazione in dettaglio; ugualmente è opportuno specificare le previsioni di spesa per progettazione esecutiva e per le altre attività di supporto all'esecuzione dei lavori (sempre se commissionate a professionisti esterni). Inoltre, la Commissione osserva che il quadro economico dell'intervento prevede una spesa per i lavori soggetta a ribasso di € 2.453.200,00 comprensiva del costo della manodopera. Di conseguenza andranno estrapolati i costi della manodopera dalla spesa per i lavori, in modo da indicare l'incidenza che la stessa ha sull'importo dei lavori;
- Il progetto appare "cablato" su cronoprogramma assoluto, ossia con previsione d'esecuzione delle lavorazioni con riferimento a calendarizzazione specifica durante l'anno. Ragionevolmente si tiene conto delle situazioni di irrigazione, di andamento stagionale delle piogge e delle portate da modellazione idrogeologica. Non si tiene conto della tempistica di appalto delle opere e contrattualizzazione (o se questa specifica in capitolato che le lavorazioni vadano avviate obbligatoriamente in una determinata fase dell'anno, non è stato reperito). Apparirebbe opportuno inserire apposite clausole di salvaguardia da eventuali richieste dell'impresa di maggiori oneri per impossibilità d'esecuzione dei lavori secondo cronoprogramma per imprevisti o per andamento stagionale diverso da quello posto a base di programmazione dei lavori.

3.3 **Aggiornamenti e affinamenti progettuali sul progetto definitivo**

Il progetto definitivo è stato aggiornato in esito alle modifiche e alle integrazioni richieste in sede di approvazione del progetto definitivo degli interventi previsti sulle campate lombarde, e con particolare riferimento alle prescrizioni emerse in quella sede da parte del Provveditorato Interregionale alle OO.PP. per Lombardia ed Emilia Romagna:

- si è inserito lo sviluppo esecutivo degli elaborati grafici e della relazione di calcolo e dimensionamento strutturale delle parti di carpenteria da sostituire, dimensionando idoneamente le nuove portine in acciaio INOX e tutte le parti di nuova realizzazione;
- si è di conseguenza rielaborata la relazione generale, in cui si sono illustrate le modifiche e le migliorie apportate al progetto che risultavano evidenziate con grafica colorata;
- si è colta l'occasione per adeguare il quadro economico allo schema previsto dal Ministero Infrastrutture e Trasporti – Direzione generale per le dighe, ridistribuendo nei vari paragrafi le somme indicate nel quadro economico originario.

E' nata così una versione del progetto definitivo aggiornata al luglio 2020, che è stata sottoposta all'iter di ottenimento pareri e approvazioni di legge: con nota n°38T-2020-U-DB del 21.09.2020 infatti è stato comunicato l'Avvio del Procedimento e di Conferenza dei Servizi in forma semplificata ed in modalità asincrona (artt. 14 e 14 bis l.n. 241/1990 e s.s.mm.ii.) inviando agli enti competenti richiesta dei pareri di competenza.

3.4 **Approvazione ex legge 584/1994 del Servizio Dighe**

Il progetto definitivo è stato trasmesso all'Ufficio Tecnico per le dighe di Torino in data 21.09.2020, per l'esame preventivo e la relazione istruttoria necessaria per ottenere l'approvazione della Direzione Generale per le dighe del Ministero Infrastrutture.

Sulla scorta di tale relazione istruttoria, con nota prot. n°26257 del 03.12.2020 la suddetta Direzione generale, ha approvato per i soli aspetti tecnici e subordinatamente alle seguenti prescrizioni da ottemperare nella successiva fase di progettazione:

- *per quanto attiene alle tavole grafiche di progetto, anche queste adeguate alle richieste formulate nella fase istruttoria dello stralcio lato Lombardia, si evidenzia che, sep-*

pure il Concessionario ha indicato le quote plano-altimetriche di progetto con riferimento alla quota assoluta di zero pari a 191,10 m s.l.m., sono presenti evidenti refusi nelle altre quote planoaltimetriche di progetto, le quali si ritiene possano essere adeguate nella fase esecutiva della progettazione.

- *il progetto strutturale nella fase esecutiva della progettazione dovrà rispettare le prescrizioni del Cap.10 delle NTC2018, anche al fine di ottemperare agli obblighi di cui al comma 7 bis dell'art.1 del D.L. 507/1994, conv. L. 584/1994.*

Alle sopra citate prescrizioni si è puntualmente ottemperato nella redazione del presente progetto esecutivo.

3.5 **Pareri ambientali e territoriali**

Alla Conferenza di Servizi sono stati inoltre invitati, per il parere di competenza, i seguenti Enti territoriali:

- Regione Piemonte direzione OO.PP. Difesa del suolo;
- Provincia di Novara;
- Autorità di Bacino per il Po;
- A.I.Po Ufficio di Milano;
- Soprintendenza Archeologica Belle Arti e Paesaggio;
- Ente di gestione Aree protette del Ticino e del lago Maggiore (Parco piemontese);
- Comune di Castelletto sopra Ticino;

e, per conoscenza:

- Regione Lombardia UTR Insubria;
- Comune di Golasecca.

Entro i termini previsti dalla conferenza sono pervenuti i seguenti pareri:

- Regione Piemonte direzione OO.PP. – Difesa del Suolo, che ha comunicato la propria non competenza a esprimere un parere sul progetto;
- Comune di Castelletto Ticino, che ha richiesto integrazioni nell'ambito del procedimento di autorizzazione paesaggistica, puntualmente fornite da parte del Consorzio;
- Regione Lombardia, che ha espresso parere favorevole;

- *Ente di gestione Aree protette del Ticino e del lago Maggiore*, che ha espresso parere favorevole e giudizio positivo di valutazione di incidenza con le seguenti prescrizioni:
 - tutela del periodo di frega del pigo;
 - divieto di stoccaggio e sversamento in alveo di materiali inquinanti;
 - rimozione e smaltimento dei materiali utilizzati in cantiere;
 - tutela dell'ittiofauna con recupero dei soggetti di interesse comunitario e smaltimento delle specie alloctone;
 - monitoraggio ambientale da svolgersi nella porzione di alveo piemontese;
 - ripristino degli eventuali danni alla vegetazione e al manto erboso.
- *A.I.Po*, che ha espresso il nulla osta idraulico favorevole con prescrizioni inerenti:
 - la richiesta di comunicazione delle date di inizio e di fine dei lavori;
 - la raccomandazione di attuare ogni provvedimento che la stessa AIPo ritenesse opportune ai fini del buon regime idraulico del Ticino post lacuale;
- *Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio*, che ha espresso parere favorevole in ambito di procedimento paesaggistico;
- *Comune di Castelletto Ticino*, che ha espresso il parere favorevole della Commissione Locale per il Paesaggio ai fini dell'autorizzazione Paesaggistica.

Tutti gli altri Enti interpellati non hanno espresso alcun parere.

A chiusura del procedimento della conferenza dei servizi il Direttore del Consorzio in qualità di Responsabile del Procedimento, con propria determina dirigenziale n° 4 del 15.01.2021, ha dichiarato concluso positivamente l'iter della Conferenza dei Servizi.

4. DAL DEFINITIVO ALL' ESECUTIVO - LE MIGLIORIE E GLI AFFINAMENTI

PROGETTUALI

Parallelamente all'avvio delle procedure della conferenza dei servizi si è iniziato ad approfondire le tematiche contenute nelle scelte operative del progetto definitivo, per poi avere un quadro il più completo possibile dei dettagli delle lavorazioni necessarie.

4.1 Approfondimenti geognostici

In primis, si è svolta un'indagine più approfondita sui terreni di sedime dell'alveo del Ticino a monte e a valle dello sbarramento, per verificare il dimensionamento delle palancole e il loro tracciato geometrico volto a ottimizzare le operazioni di infissione, oltre che la loro capacità di isolare e mantenere il più possibile in asciutta il cantiere in alveo.

Si sono ritenute valide le indagini svolte nell'ambito della progettazione degli interventi in sponda sinistra lombarda, per i quali il dott. Geol. Davide Roverselli aveva a suo tempo suggerito di effettuare un'indagine di tipo geoelettrico non invasivo per determinare le caratteristiche geofisiche del sedime dell'alveo, e definire un modello geologico/stratigrafico del sottosuolo.

L'indagine si era svolta con le seguenti modalità:

- un profilo sviluppato in direzione trasversale al corso del Ticino immediatamente a monte della traversa, finalizzato alla ricostruzione del modello geologico/stratigrafico del sottosuolo sulla base di una caratterizzazione di tipo geoelettrico;
- cinque profili in direzione longitudinale al corso del fiume, tra le campate 1 e 2⁴, finalizzati alla ricostruzione nel dettaglio della briglia a valle di protezione della traversa e della massicciata immediatamente a valle della briglia.

⁴ Data la sostanziale omogeneità litologica emersa dal modello geologico, non si è ritenuto necessario eseguire ulteriori indagini in corrispondenza delle campate 3 e 4 oggetto del presente intervento

Le modalità di esecuzione dell'indagine e i criteri di valutazione dei risultati sono ampiamente descritti nella relazione sulle indagini a firma del dott. Roverselli allegata al progetto esecutivo.

Le osservazioni conclusive dell'indagine si possono così riassumere:

- il modello geologico dedotto dall'elaborazione dei dati geofisici è risultato decisamente compatibile con i dati forniti dalle indagini dirette (sondaggi geognostici pregressi e attuali), la cui lettura e rielaborazione risulta molto ben corroborata ed integrata dall'indagine svolta;
- le sezioni eseguite in direzione perpendicolare alla traversa per la ricostruzione di un modello della briglia di valle tra le campate 1 e 2 hanno permesso di confermare sostanzialmente lo schema costruttivo del progetto, di verificare la continuità della briglia lungo l'intero tratto indagato, esteso con buona omogeneità sia in senso Laterale che verticale, e di evidenziare la presenza di materiale grossolano (scogliera) nel settore di valle della briglia;
- il limite di valle della briglia è risultato posto mediamente a 5 metri dal bordo di valle delle pile, mentre il limite di valle della scogliera di protezione è posto a una distanza massima di 14 metri dal medesimo punto di riferimento.

Si precisa che il manufatto che nella relazione del geologo viene indicato come “briglia” deve intendersi il tratto della platea in calcestruzzo che a valle si estende lungo tutto lo sbarramento.

Contemporaneamente all'indagine geoelettrica era stato eseguito un sondaggio geognostico a carotaggio continuo con esecuzione di prove di permeabilità in foro di sondaggio, prelievi di campione di terreno rimaneggiati e analisi in laboratorio dei campioni prelevati.

I risultati del sondaggio sono riportati nella relazione di indagine allegata al progetto esecutivo: particolarmente significativi sono i valori misurati di permeabilità, che hanno consentito di perfezionare il sistema di ritenuta palancole – terreno – platea – chiusure contro le pile per la messa in asciutta del cantiere in alveo.

4.2 Rilievi batimetrici e topografici

Ai rilievi batimetrici già eseguiti per i precedenti interventi relativi alle 2 campate lombarde (23-24.01.2020) si è effettuata una nuova battuta (03.03.2021) che ha permesso di confermare le quote dell'alveo del Ticino a monte e a valle della platea, anche ai fini della verifica del pescaggio minimo per i pontoni. Il rilievo ha confermato la presenza di prismi di calcestruzzo posati a monte immediatamente a ridosso della fondazione delle pile, ed alcuni trovanti di grosse dimensioni, mentre a valle per un tratto variabile tra 7 e 12 metri dalla platea è presente una scogliera di acciottolato di medie dimensioni. E' stato inoltre svolto il rilievo topografico della sponda destra in corrispondenza della traversa, indispensabile per la corretta impostazione della rampa di discesa in alveo prevista.

4.3 Verifiche di filtrazione

Le verifiche di filtrazione, eseguite ipotizzando diversi valori di permeabilità dei quali sono stati adottati quelli più cautelativi, hanno suggerito una modifica al tracciato planimetrico delle palancole, che sono state avvicinate quanto più possibile alla soglia in calcestruzzo con la finalità di ridurre al minimo la portata di filtrazione. A tal fine si è previsto uno scavo di bonifica nella fascia di terreno prossima alla soglia grazie al quale rimuovere i prismi presenti (e potenzialmente interferenti con l'infissione delle palancole) e successivamente, una volta messa in asciutta l'area di cantiere, da intasare con calcestruzzo per garantire il miglior controllo delle portate di sotto filtrazione.

Tutte queste attività di verifica e accertamento hanno consentito di ottimizzare forma e dimensione, profondità d'infissione e tracciato delle palancole, in modo da ridurre in modo considerevole l'area da tenere in asciutta e da ridurre altresì il pompaggio in continuo per consentire le lavorazioni in alveo.

4.4 Elementi a tenuta per la chiusura del palancolato contro le pile

Altro affinamento progettuale ha portato a una diversa soluzione per la chiusura del palancolato contro le pile: la soluzione scelta, costituita da panconi / panconcelli modulari, consentirà una posa più rapida e una maggior garanzia di tenuta idraulica.

4.5 **Progettazione di dettaglio delle carpenterie**

Il progetto delle carpenterie è sceso nel dettaglio esecutivo dei vari manufatti e delle singole parti che lo compongono: sono stati adottati profilati INOX che hanno consentito un deciso risparmio rispetto a quelli in acciaio del progetto originario del secolo scorso, pur mantenendo stesso schema progettuale, stesso aspetto e dimensioni.

5. IL PROGETTO ESECUTIVO

Le opere previste nel presente intervento si scindono in due tipologie differenti di opere:

- i lavori in alveo necessari a porre in asciutta le due campate dello sbarramento in destra idraulica (piemontese);
- la fornitura delle parti delle chiusure mobili da sostituire, il risanamento delle parti da mantenere, lo smontaggio delle vecchie chiusure in acciaio e il montaggio delle nuove in acciaio INOX.

Dal punto di vista delle capacità produttive, il progetto è rivolto a operatori economici qualificati aventi specifica esperienza realizzativa nel campo delle dighe di ritenuta.

Le fasi temporali sono state distinte nell'appalto in modo da aprire il cantiere in alveo avendo già tutte le parti da sostituire prodotte e pronte a piè d'opera.

Qui di seguito verranno distintamente descritte le lavorazioni previste nelle due categorie citate, nell'ordine cronologico di svolgimento del contratto.

5.1 *La fornitura delle carpenterie in acciaio INOX.*

5.1.1 *Nuove soluzioni strutturali*

Come ampiamente descritto nel progetto definitivo, scopo dell'intervento è sostituire le parti ammalorate delle chiusure mobili con analoghe parti in acciaio INOX AISI 304.

Nello sviluppo esecutivo del progetto si è affrontato il dimensionamento e la definizione di ogni singola parte dei manufatti per valutarne, rispetto al progetto originario del secolo scorso, la realizzabilità secondo i disegni di allora.

È emersa l'opportunità, in certi casi la necessità, di utilizzare lamierati e profilati diversi dagli originali che comunque ne conservassero la forma e soprattutto le caratteristiche meccaniche.

I nuovi elementi sono stati soprattutto utilizzati nelle strutture secondarie di rinforzo della portina, ove ad es. le travi a C originarie sono state sostituite da elementi pantografati a L, saldati di testa alla lamiera del manto di ritenuta vero e proprio. La sezione resistente dell'ala della C originaria che era solidale con il manto è stata considerata

come integrata nella sezione del manto stesso, manto il cui spessore originario di 6 mm è stato maggiorato del 33% portandolo a 8 mm sia per assorbire le sollecitazioni parzialmente scaricate dal telaio di rinforzo, come appena detto, sia per tener conto dell'eventuale futura erosione indotta dallo scorrere dell'acqua, valutata in 1 mm alla fine della vita utile del manufatto.

Anche per le due travi longitudinali laterali della portina si è previsto l'utilizzo di lamiera pantografate a C in luogo delle travi IPE a doppio T originarie.

Motivo principale dell'utilizzo delle lamiera pantografate in luogo dei profilati estrusi è che tali profilati non sono previsti nella normale produzione dell'acciaio INOX, e sarebbero dovuti essere realizzati appositamente con costi notevolmente più elevati.

Le sezioni commerciali dell'acciaio INOX consentono invece di mantenere la forma originale delle portine, e il peso superiore conseguente agli spessori, ove maggiorati, è stato compensato dalla sezione semplificata delle singole parti della struttura, con sezioni a L in luogo di C e a C in luogo di doppio T.

Le parti in fusione, quelle aventi un maggior costo di realizzazione, sono rimaste unicamente l'unghia inferiore della portina e la base di rotazione.

Il cavalletto è stato dimensionato utilizzando tubi di sezione idonea normalmente presenti in commercio.

La differente estensione delle luci delle due campate è stata assorbita nel dimensionamento della singola chiusura nel modo seguente:

- il telaio e il mantello della portina sono uguali per le due campate, ovvero per tutte le 60 chiusure;
- l'unghia inferiore della portina e la base di rotazione sono di differenti misure per le due campate;
- la differenza su telaio e mantello della portina è assorbita dalla differente misura dei lamierini laterali di tenuta.

5.1.2 *Il dimensionamento delle nuove parti in acciaio.*

La relazione di calcolo delle chiusure mobili relativa alla progettazione delle parti di carpenteria da modificare, contiene anche le verifiche di stabilità dell'intera chiusura

mobile nel nuovo assetto che prevede parti nuove in acciaio INOX e parti in ghisa ancora idonee e restaurate.

Si riportano qui di seguito le parti più significative della relazione, rimandando alla lettura dell'elaborato completo allegato al progetto.

Per il dimensionamento si adottano la seguenti norme:

- UNI-CNR 10011; UNI-CNR 10012 e per quanto in esse non contemplato DIN 19704 e DIN 19705
- UNI CNR 10021
- D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 02/02/2009 n°617/C.S.LL.PP.

Il calcolo viene condotto seguendo come normative di riferimento le "Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione il collaudo e la manutenzione delle strutture in acciaio CNR UNI 10011" (edizione giugno 1988) e le NTC del 17/01/2018 con le successive modifiche e integrazioni.

La verifica è condotta il metodo degli Stati Limite, senza considerare riduzioni di tali tensioni dovuti a fenomeni di fatica (ipotesi valida nel caso in cui il numero di cicli di sollecitazione sia inferiore a 10.000).

Nelle conclusioni:

Come sopra evidenziato si evince che, anche sotto le assunzioni conservative adottate e meglio descritte nei dettagli in appendice, tutti gli unity check trovati sono inferiori all'unità dimostrando l'idoneità della struttura a sostenere i carichi a cui sarà sottoposta nelle diverse fasi della sua vita utile.

I risultati ottenuti sono derivati dalla condizione SLU, dimensionante rispetto alle altre. Una verifica a fatica andrebbe condotta agli SLE, con coefficienti di carico inferiori alla precedente e, visti i margini di sicurezza raggiunti, si ritiene che siano tali da poter far trascurare i suddetti fenomeni.

In conclusione la sezione composta, realizzata in acciaio AISI 304, risulta idonea allo scopo per cui è stata progettata.

La relazione di calcolo è stata integrata con la verifica in caso di sollevamento. Viene descritto lo scenario di carico, e analizzati i principali elementi strutturali della chiusura, in particolare il tubolare superiore a cui è applicato lo sforzo del braccio di sollevamento.

Tutte le verifiche hanno avuto unity check inferiori a 1, e quindi le verifiche hanno avuto risultato positivo.

Una ulteriore verifica, definita dal verificarsi del transito di un'onda di piena con trasporto di acque fangose alle profondità maggiori e tronchi e ramaglie in superficie, non ha determinato alcun aggravio dello stato tensionale della struttura in quanto:

1. le verifiche sono state eseguite in una condizione particolarmente penalizzante, costituita dalla presenza di un battente di acqua a monte di 4,00m e nullo a valle, che non ha mai avuto riscontro nella reale gestione dello sbarramento; solitamente in condizioni estreme non supera 1.50 m di dislivello monte valle;
2. il transito delle piene avviene a sbarramento abbattuto, e comunque in tali circostanze, il livello dell'acqua a valle sarebbe molto prossimo a quello di monte; pertanto è stata omessa tale ulteriore verifica in quanto ritenuta meno gravosa dell'ipotesi assunta a base dei calcoli.

Le tavole descrittive dei manufatti di carpenteria sono le seguenti:

- Le tavole da TAV07/18 a TAV11/22 sono le tavole descrittive delle chiusure attuali, riprese dai disegni originali di progetto;
- La tavola TAV12/23 compara lo stato di fatto con lo stato di progetto finale delle chiusure ammodernate;
- Le tavole da TAV13/24 a TAV 21/32 illustrano i nuovi manufatti con viste d'assieme, prospetti, sezioni e assonometrie.

5.2 I lavori in alveo per la messa in asciutta.

5.2.1 Il dimensionamento delle palancole

Le nuove conoscenze acquisite sulle caratteristiche di permeabilità e di consistenza dei terreni di fondo alveo sia a monte che a valle hanno permesso di riconsiderare le caratteristiche geometriche della palancolata da installare per isolare le due campate e permettere la sostituzione delle carpenterie.

Si è presa in esame una palanca della lunghezza massima disponibile in commercio pari a m. 13,00, e se ne è considerata l'infissione per m.8,60 e una lunghezza libera fuori terra di m.4,40.

La relazione di calcolo allegata al progetto, a cui si rimanda per eventuali approfondimenti conoscitivi, ha preso in esame:

- le verifiche strutturali degli elementi costitutivi della paratia di ritenuta provvisoria (palancole tipo ArcelorMittal AU20), nelle diverse configurazioni di riferimento di massima sollecitazione di tali elementi strutturali, con obiettivo principale la determinazione delle condizioni di lavoro degli elementi strutturali tali da garantire il mantenimento della geometria originaria e quindi la loro estrazione;
- le verifiche di filtrazione della paratia di sostegno, in diverse configurazioni e con l'obiettivo di controllare l'assenza di movimentazione della frazione fine del materiale d'alveo (tali, cioè, da indurre a fenomeni di sifonamento in corrispondenza della struttura di contenimento), nonché di stimare la portata di filtrazione da emungere con l'impianto di sollevamento di cantiere per garantirne l'evacuazione e quindi il mantenimento in asciutta delle aree operative durante le lavorazioni.

I risultati delle verifiche strutturali hanno permesso di confermare la stabilità del palancole sia nelle condizioni di esercizio che in quelle di raggiungimento di livelli d'acqua più elevati.

Le verifiche di filtrazione, eseguite sul palancole con il tracciamento previsto dal progetto definitivo, hanno confermato la verifica al sifonamento della struttura provvisoria, ma hanno evidenziato una permeabilità sensibilmente elevata: tale risultato ha consigliato di ridurre al minimo l'area da porre in asciutta spostando la linea di tracciamento il più possibile a ridosso della platea della diga.

Con le palancole infisse a circa m.1,5 dalla platea si è ottenuto il duplice risultato di ridurre lo sviluppo lineare del palancole e di diminuire sensibilmente l'area da tenere in asciutta, e di conseguenza di dimensionare in maniera congrua e fattibile le pompe sia per la messa in asciutta iniziale sia per l'aggettamento continuo.

5.2.2 *La chiusura del palancole contro le pile.*

Come illustrato in precedenza, la chiusura del perimetro di ritenuta contro le pile era previsto realizzarsi mediante la posa sul basamento della pila a monte e sulla platea a valle di cassoni in calcestruzzo che per peso proprio assicuravano la stabilità contro la

spinta dell'acqua e la tenuta idraulica, ed erano facilmente asportabili per rendere transitabile la platea tra le due campate.

L'affinamento progettuale successivo ha portato a sviluppare una diversa soluzione, che prevede la chiusura tramite panconi unici o panconcelli sovrapposti posati a raggiungere la quota di difesa posta a 195,00, fissati alla pila e alla palancolata tramite appositi gargami in ferro precedentemente fissati alla pila e a una palanca realizzata appositamente. Questa soluzione aveva un punto singolare costituito dalla difficoltà di realizzare la chiusura nella parte inclinata della pila a valle: la soluzione scelta prevede la chiusura tramite sacchettatura in sabbia, soluzione che risolve anche brillantemente un altro problema in caso di piena: essendo facilmente rimovibile la sacchettatura, con la sua rimozione si riesce a costituire un punto ove produrre una tracimazione controllata all'interno del cantiere a partire dalla quota di +195,00, riuscendo a ridurre gli effetti di una tracimazione incontrollata in vari punti della palancolata.

5.2.3 Allestimento del cantiere

L'avvio del cantiere vero e proprio avverrà all'inizio del mese di luglio, con la delimitazione delle aree e la posa delle baracche di cantiere nelle apposite aree destinate; l'area di cantiere sulla terraferma è costituita da due differenti zone, individuate sulle planimetrie di progetto: la prima, in sponda sinistra lombarda, comprende la stradina laterale alla conca di navigazione, con i due accessi a monte e a valle, gli spazi adibiti allo stoccaggio dei panconi di tura della conca, ed eventualmente anche parte del piazzale di servizio antistante gli uffici del Consorzio; la seconda, in sponda destra piemontese, prevede l'ampliamento dell'area di pertinenza del consorzio (attualmente recintata) fino a comprendere la strada alzaia che verrà adeguata (in larghezza e sezione) al transito dei mezzi operativi. Le aree di cantiere saranno idoneamente delimitate e saranno resi disponibili gli spazi per le baracche e gli uffici di cantiere.

Poiché si prevede che le movimentazioni dei materiali da scaricare dai mezzi di trasporto e caricare sui mezzi di cantiere avvengano dalla sponda destra, verrà reso disponibile un mezzo di sollevamento capace di 1 ton a 20 m di sbraccio; in sponda sinistra sarà un'autogru posta sulla stradina, a monte della travatura reticolare per evitare pericoli

di contatto con la linea elettrica aerea esistente a garantire il carico dei moduli dei pontoni in conca e delle palancole per la successiva infissione.

5.2.4 *Pontoni e macchine operatrici*

Per la operatività in alveo è previsto l'utilizzo di due pontoni che possano operare contemporaneamente a monte e a valle dello sbarramento.

I pontoni potranno essere del tipo modulare e per il montaggio e il varo potrà essere utilizzata la conca di navigazione esistente, compatibilmente con le dimensioni del pontone.

Qualora i pontoni provenissero dal lago in navigazione dovranno comunque avere dimensioni tali da poter eseguire la concata per il passaggio a valle, e contemporaneamente essere idonei a caricare le macchine operatrici (escavatore e vibroinfissore per le palancole).

I pontoni saranno manovrati dalla conca all'alveo e viceversa tramite l'utilizzo di un rimorchiatore/spingitore, saranno posizionati parallelamente allo sbarramento e saranno opportunamente ancorati per lavorare stabilmente nelle posizioni necessarie alle lavorazioni da effettuare.

I particolari relativi al varo e all'ancoraggio dei pontoni sono riportati nella tavola TAV05/16.

5.2.5 *Risanamento superficiale, posa palancole e chiusure contro le pile*

Appena montato ogni pontone, tramite l'utilizzo di un'autogru da 60 t verrà caricato un escavatore a benna mordente e con il rimorchiatore il pontone verrà spostato dalla conca e messo nella posizione di lavoro.

Si darà corso quindi al risanamento superficiale delle aree prospicienti la platea sia a monte che a valle, costituito dalla rimozione dei prismi di calcestruzzo a ridosso delle pile a monte e dell'acciottolato superficiale a valle, per un'ampiezza di 1,50-2,00 metri lungo tutto lo sviluppo della platea nelle due campate, nonché degli eventuali trovanti superficiali eventualmente incontrati.

Terminato il risanamento della prima delle due campate (campata n.4), ogni pontone verrà trainato con il rimorchiatore in prossimità della sponda sinistra ove l'autogru sca-

richerà l'escavatore e collocherà sul pontone la macchina per l'infissione delle palancole.

Il pontone poi sarà rimorchiato nuovamente in posizione operativa e caricato con le palancole, dopodiché avrà inizio l'infissione vera e propria.

In primis verranno realizzate la colonna contro la sponda destra a monte della traversa, successivamente riempita con materiale isolante argilloso per la tenuta idraulica, ed il palancolato, sempre contro la sponda destra ma a valle della traversa, che confinerà la rampa di accesso all'alveo di successiva realizzazione; da essi partirà il palancolato vero e proprio che permetterà la messa in asciutta.

La posa delle palancole sarà conclusa con la chiusura contro la pila laterale della campata n.4 prevista per la prima fase dei lavori.

Dopo il risanamento, ovvero prima dell'ultimazione del palancolato, potranno essere installate le guide sulle pile per la posa dei panconi / panconcelli modulari in acciaio INOX o alluminio che costituiranno la chiusura del palancolato contro le pile.

Il completamento della tura avverrà con la posa dei panconcelli in acciaio INOX o alluminio nelle guide fissate contro le pile a monte e nei supporti verticali posati a valle. I particolari del palancolato e delle ture sono riportati nelle tavole di progetto TAV22/33, 23/34, 24/35 e 25/36, il tracciato del palancolato è riportato nella tavola TAV03/14.

5.2.6 *Pompaggio, messa in asciutta e formazione di cordolo di sigillatura*

Una volta completato il perimetro della chiusura verranno realizzati i due cordoli in calcestruzzo a monte e a valle lungo tutta la platea tra la platea stessa e il palancolato: tale cordolo, posato su geotessile, consentirà di sigillare il terreno rimasto tra la platea e le palancole, contribuendo a ridurre in maniera significativa le filtrazioni.

Verranno poi posizionate le pompe necessarie alla messa in asciutta dell'alveo della campata n.4.

Una volta completato lo svuotamento verranno realizzati gli alloggiamenti per ospitare le pompe dedicate all'aggettamento dell'acqua ancora stagnante sul fondo del cantiere.

Una volta posto in asciutta e stabilizzate le filtrazioni, si procederà a una sommaria pulizia della platea per consentire di effettuare le lavorazioni sulle carpenterie nelle migliori condizioni operative e di sicurezza.

Verrà poi realizzata, in sponda destra, la rampa per l'accesso alle aree di lavoro sia dei mezzi operativi che delle maestranze.

A questo punto la campata n.4 sarà pienamente disponibile per lo smontaggio e la sostituzione delle ventole, attorno a ciascuna delle quali saranno predisposte ture locali e pompe di aggettamento per il prosciugamento locale delle acque di filtrazione.

Contemporaneamente alla messa in asciutta della campata n.4 proseguiranno le operazioni di risanamento superficiale e di infissione delle palancole nella campata n.3, quella centrale, ripetendo le operazioni precedentemente descritte per la campata laterale.

Quando saranno ultimate la chiusura della campata centrale, la messa in asciutta e la pulizia, si provvederà a rimuovere i panconcelli di separazione tra le due campate, in modo da rendere completamente agibile il cantiere della campata centrale.

La descrizione grafica delle fasi operative di realizzazione delle opere provvisorie e della messa in asciutta è affidata all'album TAV06/17.

5.3 La sostituzione delle carpenterie

5.3.1 Smontaggio e trasporto a riva

La portina verrà sganciata dal cavalletto operando sul sistema di blocco meccanico sito nella parte centrale rivolta verso valle del telaio, e fatta ruotare fino a farle assumere la posizione orizzontale, quindi verrà idoneamente imbragata per il sollevamento, verranno rimossi i quattro bulloni di fissaggio e la relativa staffa, e verrà sollevata e allontanata dalla gru semovente;

Verrà realizzata l'imbragatura del cavalletto e dell'insieme forcella/puntone, così da consentire lo smontaggio dei quattro bulloni delle piastre laterali di tenuta che vincolano il cavalletto alla base e che consentono la rotazione: in questo modo l'insieme cavalletto- forcella /puntone sarà libero di essere trasportato a riva, ove forcella e punto-

ne verranno separati dal cavalletto e inviati in fabbrica per il ripristino della verniciatura protettiva;

Si procederà quindi con lo sbullonamento delle basi di rotazione, in ghisa, imbullonate alle controplacche fissate nella platea: qualora lo sbullonamento risultasse impossibile, si provvederà al taglio della testa del dado imbullonato, così da rendere comunque rimovibile la base di rotazione che sarà anch'essa trasportata a riva.

5.3.2 *Montaggio basi di rotazione*

Al contempo sarà già disponibile in loco la nuova base di rotazione, che dovrà essere posizionata mediante opportuno mezzo di sollevamento sopra la piastra inghisata nella platea, e fissata con lo stesso sistema con cui erano fissate le vecchie basi.

Qualora per difficoltà operative nello smontaggio si sia proceduto al taglio della testa del bullone, si procederà alla perforazione del bullone residuo, all'inghisaggio del nuovo bullone nella nuova sede con resine e all'imbullonatura della base.

5.3.3 *Trasporto e assemblaggio puntone/cavalletto*

Il nuovo cavalletto, a cui sarà già stata preventivamente montata la forcella e il puntone risanati, sarà trasportato in loco con il mezzo di sollevamento, posto in posizione nelle due sedi semicirculari della base di rotazione e fissato definitivamente con la posa delle due piastre laterali e la loro imbullonatura.

Per consentire condizioni di lavoro più comode ed efficienti il puntone sarà situato sulla cremagliera in maniera da lasciare a un'altezza congrua la parte superiore del cavalletto ove fissare la portina.

5.3.4 *Trasporto in sede e montaggio portina*

La portina sarà opportunamente imbragata e trasportata in orizzontale fino al punto di montaggio, sarà posizionata sul cavalletto e collegata a esso tramite l'imbullonatura delle staffe di fissaggio.

Una volta completato il montaggio di una o più chiusure si potrà provarne il completo funzionamento tramite il braccio di manovra del carro dello sbarramento.

5.3.5 *Risanamento cremagliere*

Al contempo verrà valutata la necessità di risanare la cremagliera dentata: tale operazione potrà utilmente essere eseguita durante lo smontaggio della base di rotazione. Evidentemente tutte queste operazioni saranno ripetute per tutte le 60 chiusure mobili delle due campate oggetto di intervento, una volta che sarà resa e mantenuta asciutta e praticabile la sommità della platea di fondazione.

5.4 *La rimozione delle opere provvisorie e il ripristino della sezione di deflusso*

Ultimata la sostituzione delle chiusure mobili, si procederà all'allagamento controllato delle due campate e con l'utilizzo di entrambi i pontoni alla rimozione delle palancole. I panconcelli modulari / panconi di tenuta contro le pile a monte e a valle resteranno nella disponibilità del Consorzio per futuri successivi utilizzi.

6. LE TEMPISTICHE

La particolare complessità degli interventi da realizzare, che debbono essere eseguiti senza influenzare le possibilità di derivazione degli Utenti, e che prevedono di parzializzare la sezione di deflusso del Ticino fino a ridurla alla metà, impone di strutturare l'opera in due periodi distinti.

Per evitare ritardi nell'apertura del cantiere in alveo, che per rispetto delle esigenze della regolazione dovrà necessariamente e obbligatoriamente aprirsi non prima di luglio dell'anno "x" e chiudersi entro la metà aprile dell'anno successivo "x+1", si è scelto di avere tutte le parti da sostituire già disponibili all'avvio dei lavori in alveo.

Pertanto, il contratto prevede un periodo di nove mesi in cui si dovrà procedere alla realizzazione dei prototipi delle portine, dei cavalletti e delle basi di rotazione completi di tutte le parti accessorie.

La fase del cantiere vero e proprio prenderà avvio a metà luglio.

Si riporta, di seguito, l'elenco delle fasi e delle sotto fasi previste, con riferimento al Cronoprogramma dei lavori in alveo (elaborato CRN44), cui si rimanda per le specifiche durate delle fasi.

6.1 *Apertura cantiere e attività preparatorie*

1 ALLESTIMENTO CANTIERE SPONDA SX (baraccamenti, recinzioni, apprestamenti vari)

2. ARRIVO E POSIZIONAMENTO PONTONI GALLEGGIANTI:

2.1 Posizionamento a monte - montaggio moduli

2.2 Posizionamento a valle - montaggio moduli

3. ALLESTIMENTO CANTIERE SPONDA DX (baraccamenti, recinzioni, apprestamenti vari):

3.1 Taglio vegetazione, sistemazione e ampliamento pista per l'accesso alle aree di cantiere

3.2 Rimozione recinzione esistente e regolarizzazione piano di lavoro

3.3 Realizzazione pista di accesso alle aree di lavoro

3.4 Installazione/predisposizione mezzo di sollevamento con portata minima 1 t e sbraccio minimo 20 m per permettere di calare le portine da sostituire

6.2 Esecuzione Opere Provvisoriali e Definitive

6.2.1 Campata 3 e Campata 4

4. PULIZIA ALVEO PER PALANCOLE

4.1 Carico degli escavatori sui pontoni, mediante autogru in sponda sinistra

4.2 Spostamento del pontone dalla conca al punto di inizio lavori, mediante rimorchiatore

4.3 Bonifica locale del fondale da massi e trovanti che potrebbero ostacolare l'infissione delle palancole

5. INSTALLAZIONE GARGAMI CONTRO LE PILE

5.1 Installazione dei gargami dei panconi / panconcelli modulari in alluminio in corrispondenza della Pila 2

5.2 Installazione dei gargami dei panconi / panconcelli modulari in alluminio in corrispondenza della Pila 3

6.2.2 Campata 4

6. SCARICO E POSIZIONAMENTO PALANCOLE (contemporaneamente a monte e a valle)

6.1 Spostamento dei pontoni in adiacenza alla conca e successivamente all'interno di quest'ultima con il rimorchiatore. Scarico sul pontone del vibroinfissore per le palancole

6.2 Posizionamento del pontone nell'area di carico delle palancole

6.3 Infissione delle palancole (quota difesa 195.50 m s.l.m.), a partire dalla colonna a monte e dalla rampa a valle, entrambe contro la sponda dx

6.4 Riempimento della colonna con materiale argilloso per la tenuta idraulica

6.5 Completamento palancolato a monte e a valle, da dx verso sx, fino agli elementi di tenuta (panconi/panconcelli) contro la Pila 3

7. INSTALLAZIONE GARGAMI ALLE PALANCOLE (*), SCARICO E POSIZIONAMENTO PANCONI

7.1 Installazione dei gargami dei panconi / panconcelli modulari in alluminio alle palancole

7.2 Installazione panconi:

- a monte a destra Pila 3 (Panc B) fino a quota di tenuta 195.00 m s.l.m.
- a valle Pila 3 (Panc A) fino a quota di tenuta 195.00 m s.l.m.
- a valle Pila 3 (Sacchetti di sabbia) completamento quota di tenuta a 195.00 m s.l.m.

8 GETTO CORDOLO CHIUSURA

9 INSTALLAZIONE POMPE PER SVUOTAMENTO CAMPATE (quota di lavoro 190.50 m s.l.m.)

10 REALIZZAZIONE RAMPA PER L'ACCESSO ALLE AREE DI LAVORO E PREDISPOSIZIONE AREE PER SOSTITUZIONE PORTINE

10.1 Realizzazione di rampa per l'accesso dei mezzi alle aree di lavoro

10.2 Pulizia sommaria e preparazione della platea di lavoro

10.3 Installazione di pompe di aggrottamento per il prosciugamento locale delle acque di filtrazione previa eventuale realizzazione di ture locali

10.4 Arrivo mezzo di sollevamento per movimentazione portine

11. SMONTAGGIO E CARICAMENTO PORTINE

12. SMONTAGGIO E CARICAMENTO ALTRI ELEMENTI

13. CONTROLLO E RIMESSA IN PRISTINO CREMAGLIERA

14. MONTAGGIO ALTRI ELEMENTI MANUFATTO

15. MONTAGGIO NUOVE PORTINE COMPLETE IN INOX

6.2.3 Campata 3

16. SCARICO E POSIZIONAMENTO PALANCOLE (contemporaneamente a monte e a valle)

⁵ Le attività contrassegnate con (*) sono da anticipare non appena le condizioni idrometriche e del cantiere lo consentono per favorire la chiusura dell'area di cantiere nel più breve tempo possibile

16.1 Spostamento dei pontoni in adiacenza alla conca-e successivamente all'interno di quest'ultima con il rimorchiatore. Scarico sul pontone del vibroinfissore per le palancole

16.2 Posizionamento del pontone nell'area operativa in sponda sx e caricamento delle palancole

16.3 Infissione delle palancole (quota difesa 195.50 m s.l.m.)

17. INSTALLAZIONE GARGAMI ALLE PALANCOLE (*), SCARICO E POSIZIONAMENTO PANCONI

17.1 Installazione dei gargami dei panconi / panconcelli modulari in alluminio alle palancole

17.2 Installazione panconi:

- a monte a sinistra Pila 2 (Panc B) fino a quota di tenuta 195.00 m s.l.m.
- a valle Pila 2 (Panc A) fino a quota di tenuta 195.00 m s.l.m.
- a valle Pila 2 (Sacchetti di sabbia) completamento quota di tenuta a 195.00 m s.l.m.
- a monte a sinistra Pila 3 (Panc B) completamento a quota di tenuta 195.00 m s.l.m.

18. GETTO CORDOLO CHIUSURA

19. INSTALLAZIONE POMPE PER SVUOTAMENTO CAMPATE E PREDISPOSIZIONE AREE PER SOSTITUZIONE PORTINE

19.1 Posizionamento pompe e aggottamento fino alla messa in asciutta (quota di lavoro 190.50 m s.l.m.)

19.2 Pulizia sommaria e preparazione della platea di lavoro

19.3 Rimozione dei panconi metallici (Panc. A) in corrispondenza della Pila 3, per consentire transito dalla Campata 4 alla Campata 3

19.4 Installazione di pompe di aggottamento per il prosciugamento locale delle acque di filtrazione previa eventuale realizzazione di ture locali

20. APPROVVIGIONAMENTO MEZZO DI SOLLEVAMENTO A TERRA IN SPONDA DX

21. SMONTAGGIO E CARICAMENTO PORTINE

22. SMONTAGGIO E CARICAMENTO ALTRI ELEMENTI

23. CONTROLLO E RIMESSA IN PRISTINO CREMAGLIERA

24. MONTAGGIO ALTRI ELEMENTI MANUFATTO

25. MONTAGGIO NUOVE PORTINE COMPLETE IN INOX

6.3 Rimozione opere provvisionali

26. OPERAZIONI PRELIMINARI

26.1 Recupero del mezzo di sollevamento

26.2 Spegnimento e rimozione delle pompe

26.3 Allagamento controllato delle due campate

27. SMONTAGGIO E RECUPERO PANCONI

28. SMONTAGGIO E RECUPERO PALANCOLE

29. SISTEMAZIONE ALVEO MASSI ANTIEROSIONE

30. RIMESSA IN PRISTINO TRAVERSA COMPLETA

6.4 Smobilizzo cantiere

31. PARTENZA PONTONI GALLEGGIANTI

30. SMONTAGGIO MODULI PONTONI, CARICAMENTO SU AUTOCARRO E RICONSEGNA

31. PULIZIA GENERALE E RIMOZIONE CANTIERE COMPRESI RIPRISTINI

7. ASPETTI AMBIENTALI

La sostanziale conferma a livello esecutivo degli interventi adottati in alveo nell'ambito del progetto definitivo, e del progetto esecutivo degli interventi sulle due campate lombarde, porta a confermare i risultati ottenuti nell'analisi dell'impatto paesistico e ambientale effettuata nella fase di progetto precedente.

Si riporta qui di seguito quanto già riassunto nella relazione del progetto definitivo:

“Le opere in progetto non avranno alcun impatto una volta realizzate, trattandosi del rifacimento integrale di manufatti identici a quelli esistenti.

Anche l'attività di cantiere, se si escludono gli aspetti idraulici legati alla parzializzazione della sezione di deflusso della Miorina, non avrà conseguenze rilevanti sull'ambiente circostante, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:

- Atmosfera
- Suolo e sottosuolo
- Acque superficiali e sotterranee
- Fauna, flore, ecosistemi
- Rumore
- Sistema insediativo e salute pubblica
- Paesaggio.”

È importante sottolineare che la Conferenza dei Servizi in forma semplificata ed in modalità asincrona (artt. 14 e 14 bis l.n. 241/1990 e s.s.mm.ii.) si è conclusa senza prescrizioni particolari o vincoli autorizzando il presente intervento di manutenzione alla diga della Miorina nelle campate 3 e 4 in sponda destra idraulica del Ticino.

8. ASPETTI IDROLOGICO IDRAULICI

Lo sviluppo esecutivo delle soluzioni progettuali individuate dal progetto definitivo non ha prodotto sostanziali differenze sul comportamento idraulico del sistema lago-diga-cantiere-fiume.

La conferma delle quote di progetto delle opere provvisorie conferma anche tutte le considerazioni sull'influenza che avrà il cantiere sul regime idraulico del sistema e sulla regolazione.

La relazione idrologico idraulica, in analogia a quanto svolto nella progettazione degli interventi sulle due campate lombarde, ha incluso simulazioni anche delle piene di novembre 2018 e ottobre 2019, in quanto eventi recenti e quindi con maggior probabilità di essere simili a possibili eventi che potrebbero occorrere durante il cantiere.

Sono state inoltre recepite le previste condizioni di allagamento controllato costituite dalla chiusura combinata panconcelli/sacchettatura a +195,00.

Le finalità della relazione, si ricorda, erano ancora le stesse definite in precedenza:

- previsione degli effetti del cantiere sul regime idraulico del Lago Maggiore e del Fiume Ticino;
- valutazione delle variazioni dei principali parametri idraulici in corrispondenza delle opere provvisorie a servizio del cantiere, sulla cui base effettuare una previsione degli effetti delle piene sulla sicurezza e sull'operatività del cantiere.

Rimandando alla relazione per un più completo esame dell'attività svolta, si riportano qui di seguito le conclusioni a cui si è giunti.

La momentanea chiusura di una o due campate dello sbarramento della Miorina fino alla quota di +195.50 m s.l.m., garantendo l'assenza di acqua in cantiere fino alla quota di +195.00 m s.l.m., comporta una riduzione della capacità di scarico del lago, effetto che si manifesta solo in condizioni di regime libero, ossia quando lo sbarramento è completamente aperto e non vi è alcun tipo di regolazione. La perdita di capacità deflusso, intesa come portata che viene scaricata dal lago a parità di livello idrometrico all'idrometro di Sesto Calende è dell'ordine del 5-6% quando una sola delle quattro campate è chiusa e dell'ordine del 20% quando sono chiuse due campate su quattro.

Alla luce di tali risultati la progettazione degli interventi e la programmazione delle varie fasi delle lavorazioni è stata fatta cercando di rendere il più breve possibile il periodo in cui rimangono chiuse due campate. Inoltre, preso atto del fatto che le piene del lago si manifestano prevalentemente tra ottobre e novembre, la chiusura completa della seconda campata (n.3) è stata prevista per l'inizio di novembre.

Per quanto concerne gli effetti della temporanea chiusura di una o due campate sul regime idraulico del Lago Maggiore, tali effetti si manifestano solo ed esclusivamente quando il deflusso dal lago verso il fiume avviene in regime libero, ossia quando lo sbarramento, seppur parzializzato, si presenta in condizioni di abbattimento totale.

L'entità di tali effetti è estremamente ridotta quando una sola delle quattro campate è palancolata, mentre diventa sensibilmente più marcata quando le campate chiuse sono due; nel primo caso la perdita di capacità di deflusso è infatti dell'ordine del 5-6%, nel secondo caso del 20%.

In caso di eventi di piena e di morbida, a parità di afflussi al lago e di condizioni iniziali, la riduzione della capacità di deflusso si traduce in:

- a. un incremento del livello massimo raggiunto dal Lago Maggiore;
- b. una riduzione del colmo di piena del Fiume Ticino emissario;
- c. un ritardo nel raggiungimento del colmo di piena (del lago e del fiume);
- d. una maggior durata dell'evento di piena, che si manifesta specialmente durante la fase di rientro.

Occorre infine evidenziare che il cantiere per l'esecuzione delle lavorazioni in questione (che riguardano le 60 portine relative alla campata 3 e campata 4 in sponda destra Ticino) potrà beneficiare dell'avvenuta sostituzione delle altre 60 portine (relative alla campata 1 e campata 2 in sponda sinistra Ticino) in termini di ripristinata efficienza del sistema di parzializzazione dei deflussi dalla traversa di regolazione. Sarà possibile, in altri termini, ottimizzare le condizioni idrometriche a monte e a valle dello sbarramento in funzione delle varie fasi di cantiere.

9. LA SICUREZZA IN CANTIERE

9.1 Periodi di normale attività – il piano di sicurezza

Prendendo spunto dalle prime indicazioni di sicurezza facenti parte del progetto definitivo si è analizzato passo per passo tutto lo sviluppo della progettazione esecutiva, individuando nelle varie fasi e tipologie di lavorazione i pericoli e il relativo rischio per la sicurezza dei lavoratori e in genere di tutti coloro che frequenteranno il cantiere.

Ne è scaturito il *Piano di sicurezza e di Coordinamento* allegato al presente progetto, al quale si rimanda per i particolari.

Durante i periodi di invaso del lago entro i limiti normali e in condizioni normali di deflusso, che nella fattispecie saranno mantenuti entro il limite di +0,50 m sopra lo zero idrometrico di Sesto Calende, ovvero alla quota assoluta di + 193,51 m s.l.m., l'altezza d'acqua che si avrà a monte dello sbarramento potrà stimarsi inferiore a m 2,40, mentre a valle potrà essere leggermente inferiore per effetto della presenza della regolazione.

In queste condizioni si ha un franco di ritenuta di oltre 2,00 m. che si è ritenuto sicuramente valido ai fini della sicurezza della tenuta idraulica e ampiamente sufficiente a consentire di eseguire in alveo tutte le operazioni previste.

9.2 Eventi di piena – piano di monitoraggio

La situazione avanti descritta rappresenta lo scenario ideale per consentire il miglior svolgimento delle attività in alveo.

Poiché però i lavori dovranno svolgersi in un ambito fluviale soggetto a variazioni di livello in conseguenza di eventi meteorologici più o meno prevedibili, è stato indispensabile studiare e mettere a punto una procedura di monitoraggio, di all'erta e di abbandono del cantiere in caso di eventi di piena.

Ne è scaturito il *Piano di monitoraggio idrologico e di allertamento* allegato al progetto, che costituisce lo strumento di input per le procedure previste dal piano di sicurezza. Senza qui ripetere quanto riportato nel piano, se ne ricordano i tratti essenziali.

Nella prima parte del piano si è ripetuta una verifica idraulica specifica per valutare il tempo che si avrebbe a disposizione dal momento del verificarsi di determinate situazioni di piena al momento in cui il livello raggiunge il massimo di ritenuta delle protezioni.

Considerando la quota di + 195,00 quella a cui avviene la tracimazione controllata, è risultato che:

- con una campata chiusa, ovvero nel periodo tra settembre e novembre quando si potranno utilizzare liberamente tre campate, il tempo di crescita della piena è risultato di 33 ore;
- con due campate chiuse, nel periodo novembre - marzo quando si potranno utilizzare liberamente due campate, il tempo di crescita è risultato di 27 ore.

Contrariamente a quanto sarebbe logico supporre, la situazione più critica è quella con solamente una campata chiusa, perché nel periodo autunnale le piene del Ticino sono statisticamente più frequenti, mentre da dicembre a marzo, pur con due campate chiuse, la possibilità di un evento di piena è storicamente assai ridotta.

Nel piano di sicurezza sono stati definiti quattro livelli di riferimento rispetto all'idrometro alla Miorina, a cui corrispondono determinate e prefissate operazioni da compiersi in cantiere:

- < + 193,50 Condizioni di normale operatività
al disotto della quale, con un franco di 1,50 m. il cantiere lavora regolarmente;
- + 193,50 Fase di preallertamento:
non deve essere previsto l'abbandono del cantiere, ma lo stesso deve essere organizzato in modo da velocizzare la fase di abbandono; all'interno del cantiere devono essere lasciati solo mezzi, macchinari e materiali necessari per le lavorazioni previste per la giornata lavorativa in corso e la successiva; tutto il resto deve essere portato preventivamente fuori dal cantiere. In questa fase deve inoltre essere contattato in via preliminare l'operatore dell'autogru per allertarlo rispetto a un suo possibile prossimo intervento;
- + 194,00 Fase di allertamento:

l'allertamento comporta l'immediata chiamata dell'autogru e, a meno di contrordini, tutte le successive operazioni di abbandono del cantiere. Dal segnale di allertamento al termine dell'evacuazione del cantiere devono passare meno di 18 ore.

- + 194,50 Completamento dell'evacuazione del cantiere:

l'evacuazione del cantiere deve essere portata a termine con un franco residuo di almeno 25 cm tra il livello idrometrico a monte del palancolato e la quota di allagamento controllato.

- +195,00 Allagamento controllato del cantiere:

l'allagamento controllato viene avviato al superamento della quota idrometrica di +195,00 m s.l.m. in corrispondenza della sacchettatura sulla pila.

Nella seconda parte del piano si è affrontata la modalità di sorveglianza continua e di attivazione delle procedure in caso di evento.

Essendo il Consorzio del Ticino l'Ente preposto alla regolazione del lago Maggiore tramite la gestione della diga della Miorina, è stato logico e naturale avvalersi della profonda conoscenza delle dinamiche idrologico – idrauliche del lago che il Consorzio ha maturato in decenni di gestione.

Il Consorzio tiene sotto controllo giornalmente una serie di informazioni che consentono di gestire la regolazione normale.

Non appena il manovratore di turno, in qualsiasi momento del giorno e della notte, percepisce dalle informazioni ricevute la possibilità di qualche evento anomalo, avverte immediatamente il Direttore che svolge anche la funzione di Regolatore.

Il Direttore, valutata la situazione, provvede ad avvisare l'Ingegnere Responsabile, il quale contatta le figure responsabili del cantiere quali il Direttore dei lavori, il Coordinatore della sicurezza e il responsabile del cantiere per l'impresa.

Da questo punto in poi, in funzione degli eventi, verranno prese le opportune decisioni in base all'andamento dinamico del livello del lago e delle prescrizioni del piano di sicurezza.

9.3 *I costi della sicurezza*

Parte integrante del piano di sicurezza e di coordinamento è la stima dei costi della sicurezza.

Tale stima è estratta dal computo metrico e comprende i costi di tutti gli apparecchi di protezione individuale, dell'allestimento del cantiere, degli accessi e delle vie di fuga dall'alveo e dei mezzi e dispositivi di recupero in caso di caduta in acqua accidentale.

I costi della sicurezza sono stati stimati in complessivi € 39.078,29, importo che a norma di legge non verrà sottoposto a ribasso in fase di gara.

10. ASPETTI ECONOMICI

10.1 Il quadro economico del progetto esecutivo

Gli affinamenti progettuali e alcune soluzioni innovative scelte per talune lavorazioni hanno comportato una nuova rimodulazione delle voci del quadro economico, in funzione della variata entità sia dei prezzi che delle quantità.

L'importo complessivo dell'onere finanziario da sostenere è comunque rimasto invariato, per un importo complessivo di € 4.000.000.

Il quadro economico complessivo dell'intervento, redatto secondo le prescrizioni della Direzione Generale Dighe, è stato prodotto come elaborato a se stante ed è allegato al presente progetto: ad esso ci rimanda per approfondimenti sulle varie voci.

Si riportano qui di seguito le principali varianti rispetto al quadro economico del progetto definitivo:

- **Punto A1:** *Importo dei lavori*

L'importo dei lavori a base d'asta è aumentato, rispetto al progetto definitivo, per effetto di alcune rivisitazioni dei prezzi, ed alla più precisa valutazione delle varie categorie di opere, con particolare riferimento alle forniture delle carpenterie

- **Punto B1:** *Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto*

L'importo dei lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto è stato ridotto a € 60.000.

- **Punto B8:** *Spese per attività di supporto tecnico-amministrativo*

È stata prevista la somma di € 30.000 per la convenzione con il Consorzio ETV Villorresi per le procedure d'appalto.

- **Punto B11:** *Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici.*

La voce è stata incrementata ad € 180.000.

- **Punto B4:** *Imprevisti (max. 10% di A)*

La voce è stata portata a circa il 5 % di A

10.2 I prezzi

Per valutare correttamente il prezzo congruo da corrispondere all'appaltatore per l'esecuzione del contratto d'appalto si è proceduto a una revisione critica delle analisi dei prezzi effettuate in fase definitiva.

Nella maggior parte dei casi si è trattato di affinare le previsioni dei tempi di lavorazione e dei relativi costi, laddove non si è potuto rintracciare una voce di prezzo nei prezziari ufficiali.

L'elenco prezzi scaturisce quindi in maggior misura da prezzi di opere compiute desunti dal prezziario ufficiale vigente della Regione Piemonte, che era stato utilizzato come base di consultazione nel progetto definitivo.

Il costo della mano d'opera, che era stato desunto dalle ultime tabelle disponibili pubblicate dal Ministero del Lavoro per la provincia di Milano, coincide con quello riportato nel bollettino del Piemonte, essendo il prezzo in questo caso già maggiorato delle spese generali e utili.

Ove necessario si è allargato l'utilizzo ad altri prezziari consimili, quali quello delle Regioni Emilia, Lombardia, Friuli e del Comune di Venezia.

Si è inoltre provveduto ad aggiornare i prezzi elementari sulla base delle voci unitarie di tali listini di riferimento utilizzati nelle stime economiche.

Per talune lavorazioni specifiche si è ricorso a preventivi di ditte specializzate, utilizzando le offerte o come prezzo finito o come elemento per costruire un'analisi: dato l'aumento dei prezzi elementari di alcune materie prime (es. acciaio INOX) rispetto alle previsioni assunte nel progetto dei lavori relativi alle due campate lombarde, attualmente in corso di appalto, si è provveduto a contattare alcuni fornitori per avere conferma degli incrementi ipotizzati.

Nelle analisi si sono poi applicate le usuali percentuali di maggiorazione per spese generali e utili del 13% e del 10%, che combinate danno un unico valore del 24,3%.

10.3 Capitolato speciale e schema di contratto

Allegati e parte integrante del progetto sono il capitolato speciale d'appalto e lo schema di contratto.

Il capitolato (elaborato CSA41) è suddiviso in tre parti:

- 1) la prima parte, generale ed amministrativa, descrive le caratteristiche principali del rapporto di collaborazione, fissando i termini contrattuali amministrativi ed economici;
- 2) la seconda parte, tecnica, descrive in dettaglio tutte le singole lavorazioni, mettendo in risalto le caratteristiche costruttive di ogni manufatto, le modalità di messa in opera e le prescrizioni a cui attenersi per una prestazione a opera d'arte.
- 3) la terza parte fissa le caratteristiche dei materiali e dei mezzi d'opera da utilizzare, facendo riferimento a normative specifiche per ogni categoria.

Infine, lo schema di contratto (elaborato SCO42) riassume tutte le specifiche norme contrattuali per fornire la traccia del contratto vero e proprio che verrà stipulato con l'Appaltatore in seguito all'aggiudicazione.

11. IL PIANO DI MANUTENZIONE

Il piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti (elaborato PMO41) riguarda le nuove chiusure mobili, come saranno effettivamente realizzate a seguito degli interventi di cui al presente progetto.

Esso prende in esame le caratteristiche di ogni portina, definendo gli opportuni interventi di manutenzione ordinaria e la relativa cadenza temporale, distinguendone le parti state sostituite e quelle che sono state semplicemente mantenute.

Gli interventi di manutenzione periodica sono individuati nelle schede di manutenzione, a cui dovrà attenersi nel futuro il Consorzio durante la gestione dello sbarramento.