

**REGIONE SICILIANA**  
**ASSESSORATO REGIONALE DELL'ENERGIA E DEI SERVIZI DI PUBBLICA UTILITÀ**  
Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti - Servizio S.03 - Dighe



Servizi di architettura e ingegneria relativi all'espletamento di:

*"Studio di rivalutazione della sicurezza sismica del corpo diga e delle opere accessorie, studio geotecnico, indagini geognostiche sulle strutture in c.a. e relative prove di laboratorio, verifiche del manto bituminoso, redazione del progetto di gestione dell'invaso ai sensi dell'art. 114 del d.lgs 152 / 2006 nonché redazione del progetto di fattibilità tecnico economica, del progetto definitivo ed esecutivo, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, con opzione per direzione lavori, direttori operativi, ispettore di cantiere e coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, degli interventi di manutenzione straordinaria scarichi e sistema di tenuta della*  
**DIGA OLIVO IN TERRITORIO DEL COMUNE DI PIAZZA ARMERINA (EN)**

CUP: G39E18000020001

CIG: 7752564233



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

**Ing. Leonardo GERACI**

DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO:

**Ing. Salvatore STAGNO**

SERVIZIO S.03 - DIGHE  
DIRIGENTE DEL SERVIZIO:

R.T.P. tra:

Mandataria	Mandante	Mandante	Mandante
 INGEGNERIA E SERVIZI	 C. & S. Di Giuseppe Ingegneri Associati Srl	 ARCHITETTI INGEGNERI GEOLOGI ASSOCIATI	 ASSOCIATI S.R.L. consulting & engineering

COORDINATORE E RESPONSABILE GENERALE DI PROGETTO ED INGEGNERE ESPERTO DIGHE: **Ing. Hermes REDI** (HMR S.r.l.)

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: **Ing. Sante DI GIUSEPPE** (C. & S. Di Giuseppe Ingegneri Associati S.r.l.)

TITOLO ELABORATO:

**PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO**  
**Parte 2 - Fase operativa**

REVISIONE	NUMERO	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICATO	APPROVATO
	00	10/2021	1 <sup>a</sup> Emissione		 Riccardo GIANGIULIO	Marco CESCHI
01	12/2022	2 <sup>a</sup> Emissione a seguito parere UTD Palermo		Riccardo GIANGIULIO	Marco CESCHI	Sante DI GIUSEPPE

A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETÀ DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE





## INDICE

<b>1. VALUTAZIONE GENERALE DELLE OPERAZIONI DI SVASO/SFANGAMENTO .....</b>	<b>2</b>
1.1. Premessa	2
1.2. Valutazione delle possibili modalità di rimozione	3
1.2.1 Rimozione a bacino vuoto	3
1.2.2 Rimozione a bacino pieno	4
<b>2. PIANO OPERATIVO 1 .....</b>	<b>9</b>
2.1. PREMESSA	9
2.2. SFANGAMENTO AREA A MONTE DEL PARAMENTO	9
2.2.1 Interventi propedeutici alle operazioni di sfangamento	9
2.2.2 Intervento di sfangamento	12
2.2.3 Individuazione area di destinazione all’interno del bacino	13
2.2.4 Rilievi batimetrici ante operam e nel corso dei lavori	14
<b>3. PIANO OPERATIVO 2 .....</b>	<b>15</b>
3.1. PREMESSA	15
3.2. SFANGAMENTO ZONA SCARICO DI FONDO	17
3.2.1 Interventi propedeutici alle operazioni di sfangamento	17
3.2.2 Intervento di sfangamento	19
3.2.3 Individuazione della destinazione finale dei sedimenti	19
<b>4. PROGRAMMAZIONE DELLE OPERAZIONI DI SFANGAMENTO .....</b>	<b>23</b>
<b>5. OPERAZIONI SISTEMATICHE di movimentazione degli scarichi .....</b>	<b>25</b>
5.1. PREMESSA	25
5.1.1. Vincoli ambientali	25
5.1.2. Rilascio in concomitanza con eventi di piena	25
5.1.3. Piano di monitoraggio	28
<b>6. COMUNICAZIONI .....</b>	<b>30</b>
<b>7. INTERVENTI DI DIFESA ATTIVA DALL’INTERRIMENTO .....</b>	<b>31</b>



## 1. VALUTAZIONE GENERALE DELLE OPERAZIONI DI SVASO/SFANGAMENTO

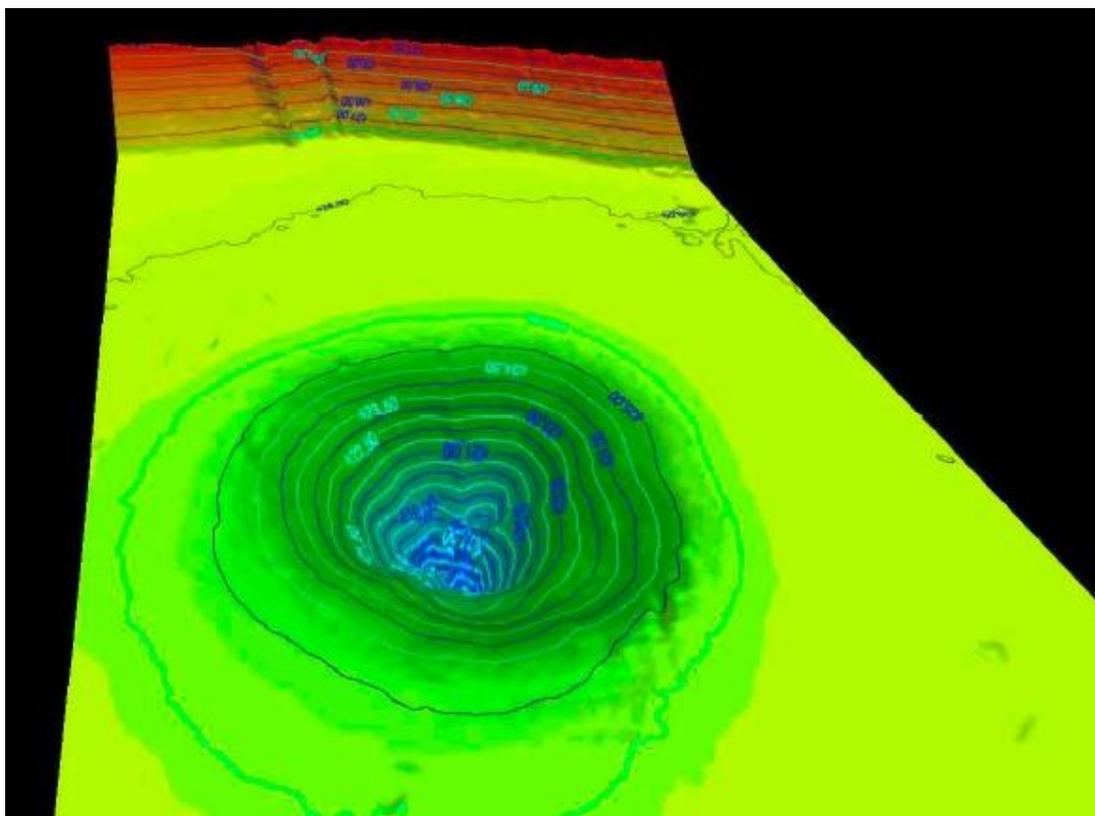
### 1.1. Premessa

Il comma 1 dell’art. 3 del D.M. 30 giugno 2004 del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio prevede che per il razionale controllo della capacità d’invaso, sia messo a punto un piano previsionale “per assicurare il mantenimento e il graduale ripristino della capacità utile, propria dell’invaso, e per garantire prioritariamente in ogni tempo il funzionamento degli organi di scarico e di presa”.

La finalità di garantire la funzionalità degli scarichi, indipendentemente dalla necessità e dalle modalità dell’eventuale intervento di sfangamento è inoltre ribadita anche al comma 5 dello stesso art. 3.

Il legislatore ha individuato nel Progetto di Gestione dell’Invaso lo strumento di definizione del quadro previsionale delle operazioni di sfangamento, svaso e sghiaiamento degli invasi connessi con le attività di manutenzione dell’impianto, anche in relazione alla salvaguardia della qualità dell’acqua invasata e del corpo ricettore; sulla scorta del quadro previsionale definito nel PGI e a seguito dell’approvazione dello stesso, **le operazioni potranno essere svolte a fronte della successiva redazione e approvazione di specifici Piani Operativi.**

Nel caso in esame, si evidenzia che, sulla base delle ultime indagini condotte nel serbatoio, allo stato attuale la capacità utile dell’invaso non risulta intaccata in quanto l’invaso non ha ancora saturato la sua massima capacità d’interrimento che è pari a 2.000.000 m<sup>3</sup> a quota 427.80 m s.l.m.; i dati rilevati hanno infatti consentito di accertare volume stimato di interrimento pari a 1.802.000 m<sup>3</sup>.



*Interrimento in corrispondenza dello scarico di fondo*

Per quanto concerne, invece, lo scarico di fondo si evidenzia che, alla sommità dell’inghiottitoio che si è venuto a formare in corrispondenza della sua opera di presa (soglia di imbocco a quota 416,00 m s.l.m.),



è stata rilevata una quota batimetrica di 426,50 m s.l.m.; il diametro del cono di depressione in corrispondenza dello scarico è di ca. 60 m.

Dall’analisi dello stato di fatto emerge un elemento di criticità del sistema dovuto al fatto che la soglia di imbocco dello scarico di fondo è stata realizzata a quota 416 m s.l.m. e, quindi, all’interno del volume destinato a contenere l’interrimento (volume “morto”) che, come in precedenza detto, è compreso tra la quota di fondo del bacino (409 m s.l.m.) e la quota di massimo svaso per l’esercizio irriguo (427.80 m s.l.m.). Di conseguenza, il progressivo accumulo del sedimento nello spazio ad esso destinato ha portato ad interessare la soglia dello scarico di fondo, minacciandone l’intasamento.

Lo stato di interrimento rilevato, quindi, sta progressivamente compromettendo la regolare funzionalità dello scarico di fondo; nell’ottica di definire il quadro previsionale prescritto dall’art. 3 del D.M. 30.06.2004, viene di seguito proposto un programma generale di interventi finalizzato al recupero di un livello adeguato di efficienza dell’opera in condizioni di esercizio.

Di seguito, pertanto, vengono sinteticamente indicate e analizzate diverse possibili operazioni specifiche di sfangamento (tra le quali è stata individuata quella che al momento risulta più rispondente al caso in esame) che sono state oggetto di uno studio condotto durante redazione del PFTE degli interventi di manutenzione straordinaria sulla diga di Olivo. Nel caso in cui il Gestore ritenesse di eseguirla, la soluzione individuata, sarà compiutamente progettata e costituirà l’oggetto di uno specifico Piano Operativo che dovrà seguire tutto l’iter autorizzativo finalizzato alla sua approvazione.

## 1.2. Valutazione delle possibili modalità di rimozione

Le modalità di rimozione dei materiali sedimentati nei serbatoi artificiali, di seguito brevemente descritte, sono fondamentale due:

- a bacino vuoto;
- a bacino pieno.

### 1.2.1 Rimozione a bacino vuoto

Con questa modalità è necessario il preventivo svuotamento totale del serbatoio per poter procedere alla rimozione dei sedimenti utilizzando mezzi di cantiere quali pale meccaniche ed escavatori e al loro trasporto nelle zone di deposito provvisorio o definitivo mediante camion. In base alle caratteristiche del luogo possono essere previsti anche sistemi misti di trasporto: i materiali scavati vengono sversati in tramogge e/o bacini e, arricchiti di acqua, trasferiti a deposito mediante tubazioni.

La modalità in esame ha, in genere, serie criticità legate alla effettiva possibilità di accesso e di movimentazione dei mezzi d’opera all’interno del serbatoio a causa dell’elevato richio di impantanamento che la scarsa capacità portante del materiale da scavare comporta. Anche in periodi siccitosi i sedimenti tendono a seccare solo negli strati superficiali per cui, oltre a non garantire in sicurezza il passaggio dei mezzi meccanici, risulta molto difficile la loro palabilità; è evidente, inoltre, che la produzione lavorativa è strettamente connessa alle condizioni climatiche.

L’organizzazione del cantiere risulta molto impegnativa dovendosi prevedere la realizzazione di adeguate piste di accesso al fondo del serbatoio nonché, con molta probabilità, la realizzazione di interventi di bonifica del fondo mediante, ad esempio, la posa di materiale arido al fine di migliorare le caratteristiche di portanza delle aree di manovra impegnate dai mezzi meccanici.



Al contrario, l’utilizzo di questi ultimi risulta flessibile in quanto la produzione può essere incrementata aumentando il numero dei mezzi impiegati a costo, però, di notevoli impatti ambientali determinati dalla formazione di polvere, rumore ed emissioni inquinanti in atmosfera.

In definitiva, questa modalità di rimozione non risulta la più idonea nel caso in esame in quanto, necessitando dello svuotamento del bacino, avrebbe conseguenze inaccettabili sull’erogazione irrigua che andrebbe interrotta almeno per una stagione irrigua. Un piano di emergenza per l’irrigazione - da adottare nel periodo di fuori servizio della diga di Olivo - è stato già studiato e, sebbene teoricamente possibile, ha evidenziato delle difficoltà operative e organizzative difficilmente gestibili: necessità di sensibilizzare gli agricoltori per l’attuazione, nella stagione irrigua interessata, di colture il meno possibile idroesigenti; censimento delle colture, distinte tra quelle arboree di durata pluriennale e quelle erbacee di durata annuale; censimento attendibile della capacità di tutti gli invasi presenti nei comprensori irrigui al fine di verificare la possibilità di un loro riempimento prima dello svaso del serbatoio della diga; acquisizione di un attendibile preventivo dei volumi necessari al soddisfacimento delle esigenze irrigue nel periodo di emergenza; esame di ogni possibilità di reperimento di risorsa idrica esterna per coprire, per quanto possibile, il deficit generato dall’interruzione del servizio della diga.

### 1.2.2 Rimozione a bacino pieno

La rimozione a bacino pieno può essere eseguita mediante:

- scavo
- idrosuzione con dragaggio.

Una terza possibilità (idrosuzione con by-pass) non è utilizzabile nel caso in oggetto in quanto, generalmente, la tubazione installata per il trasporto dei sedimenti a valle della diga collega direttamente l’area di immissione del corso d’acqua nell’invaso con la zona di deposito (sfruttando il dislivello energetico tra monte e valle) in modo che i sedimenti vengano intercettati prima del loro ingresso e della loro sedimentazione nel serbatoio.

#### 1.2.2.1 Scavo

Lo scavo dei sedimenti a bacino pieno prevede l’utilizzo di metodi meccanici quali, ad esempio, benne, benne a catena, draghe a benna mordente, a badilone, a catena, ecc.

Le fasi lavorative prevedono lo scavo, il trasporto a riva e il trasporto a deposito del materiale rimosso. Lo sfangamento previsto a serbatoio pieno sarà realizzato tramite un dragaggio classico con escavatori da galleggiante con utilizzo di benna del tipo “*Environmental grabdredger*”; la movimentazione del galleggiante modulare all’interno dell’invaso sarà ottenuta tramite imbarcazione di supporto.

Le draghe meccaniche di tipo “ambientale” sono ottenute dalle tipologie classiche mediante l’adozione di accorgimenti costruttivi, mirati principalmente ad impedire le perdite di materiale lungo la colonna d’acqua e l’incremento del contenuto d’acqua al materiale dragato.

Questo nuovo tipo di benna, quando chiusa, racchiude completamente il materiale raccolto facendo sì che il contatto tra il materiale scavato e la circostante colonna d’acqua sia minimo. L’utilizzo di una benna meccanica classica aumenterebbe invece la quantità di sedimenti sospesi.

L’apertura e la chiusura sono garantite da un gruppo idraulico incorporato o, in modo meccanico, da uno speciale sistema di cavi; in fase di risalita l’acqua intrappolata sopra il carico può fuoriuscire attraverso le aperture, aumentando così il rapporto acqua/solido.



I sedimenti vengono dragati dal fondo e sollevati dalla benna appesa alla fune di sollevamento di un escavatore o montata su un braccio rigido, riposti su vasche presenti sullo stesso galleggiante e successivamente depositati a terra.

Da qui, tramite pale meccaniche, verranno caricati sui camion deputati al trasporto alla destinazione finale che, ad esempio, può essere rappresentata da casse di colmata o altri siti idonei, dal riempimento di geofiltri da posizionare lungo le sponde dell’invaso o in altre aree.

### 1.2.2.2 Idrosuzione con dragaggio

Con l’idrosuzione con dragaggio la rimozione dei sedimenti accumulati viene realizzata tramite un impianto sommergibile aspirante-refluente munita di disgregatori e il convogliamento della miscela dragata verso un sito di deposito (temporaneo o definitivo) per la successiva fase di decantazione.

Questa modalità di rimozione è stata oggetto di uno studio preliminare di fattibilità (di seguito sinteticamente riportato) e, nel caso in esame, il sito di deposito è stato individuato in adeguate casse di colmata da realizzare a valle dello sbarramento.

La metodologia di dragaggio prevede l’utilizzo di draga con apparecchiatura pneumatica, costituita da un gruppo pompa a tre cilindri, muniti di apposite valvole, privo di organi in movimento, che viene trascinato sul piano dei sedimenti; l’unità dragante viene movimentata da un pontone galleggiante, in modo da poter aspirare il sedimento alla profondità richiesta.

Il materiale viene rimosso, anche a piccoli strati mediante apposite pale convogliatrici, che fanno affluire il materiale stesso in uno dei cilindri del gruppo pompa da cui viene fatto risalire per spinta mediante area compressa.

L’adozione di questa metodologia di sfangamento è stata studiata e valutata nell’ambito dello studio condotto in parallelo con la redazione della progettazione commissionata dalla Regione Siciliana e finalizzata a risolvere le criticità evidenziate dalla diga di Olivo (interrimento dello scarico di fondo, perdite del manto di impermeabilizzazione del paramento di monte, manutenzione straordinaria degli organi di regolazione e degli impianti elettrici, adeguamento del sistema di monitoraggio, ecc.).

Sulla scorta delle ultime indagini batimetriche condotte sul serbatoio, nell’individuazione delle diverse possibili soluzioni era stata ipotizzata e valutata la possibilità di realizzare uno sfangamento diffuso di ca. 820.000 m<sup>3</sup> (valore aggiornabile a 900.000 m<sup>3</sup> per tener conto del prevedibile incremento del volume nel lasso di tempo di tempo ricompreso tra la data dello studio e quella di effettiva realizzazione dell’intervento) di sedimenti accumulati tra lo sbarramento e lo scarico di fondo e il loro conferimento in vasche di colmata da realizzarsi poco a valle dello sbarramento; sebbene finalizzato principalmente a rendere possibili gli interventi di ripristino del manto impermeabile e di adeguamento dello scarico di fondo, l’intervento avrebbe comunque consentito anche di recuperare parte del volume morto dell’invaso, ad oggi in gran parte esaurito. (Vedasi a tale riguardo il *PGI Parte 1 - Quadro conoscitivo*)

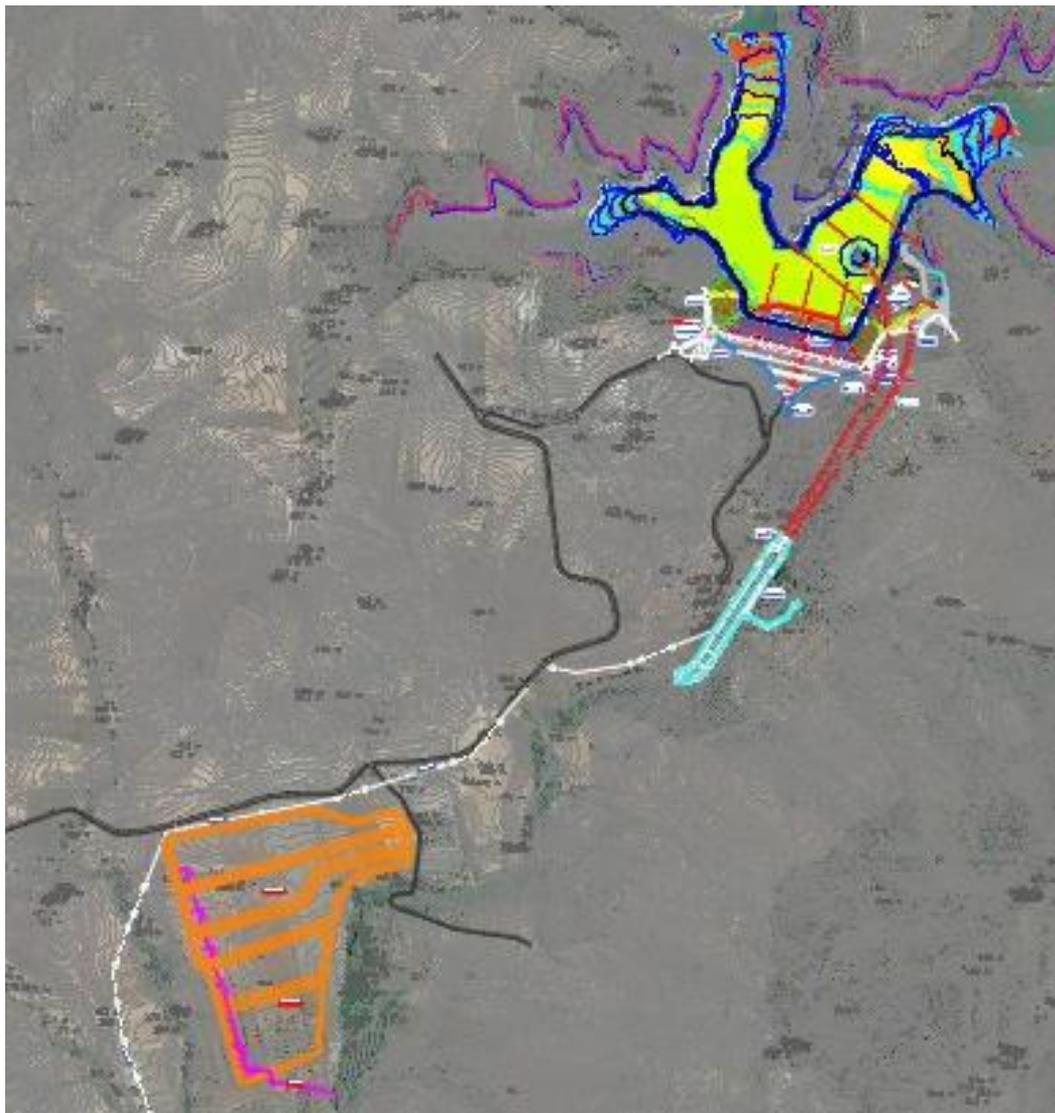
Di seguito vengono sinteticamente riportati gli esiti di tale studio.

La draga, mediante una tubazione in parte galleggiante e in parte fissa, recapita la miscela asportata fino a una tramoggia disposta a coronamento diga; il successivo vettoraggio fino alle casse di colmata (di seguito descritte) viene realizzato per gravità mediante tubazione fissa.

Per l’ubicazione delle vasche di colmata si è considerata la stessa area, individuata in un precedente progetto del 2004/2007, posta in un’area semi-pianeggiante a valle della diga in località Le Creti ad una quota di ca. 390 m s.l.m. e a circa 2 km di distanza dallo sbarramento.



La zona individuata è ricompresa tra un’ampia ansa del torrente Olivo, il torrente Polino e la S.P. 12; l’area è caratterizzata da una superficie degradante verso il torrente con un dislivello totale di ca. 10 m e pendenza variabile tra il 2% e il 4%. Sfruttando le caratteristiche orografiche del luogo e riprofilando il pendio con scavo verso monte e rilevato verso valle, si prevede la realizzazione di n. 5 casse che si sviluppano seguendo le curve di livello, delimitate da argini a forma trapezia e disposti a gradoni. Preliminarmente alla costruzione delle vasche di colmata si dovrà procedere alla realizzazione degli interventi di consolidamento dell’area di sedime individuata, mediante la realizzazione di gabbionate, la sistemazione di un fosso interferente e la protezione della condotta di derivazione irrigua che corre immediatamente a monte dell’area stessa.



*Planimetria vasche di colmata (in arancio) da PFTE*

Nella configurazione valutata nello studio, le vasche di colmata sono costituite nel complesso da 5 sottovasche (vedi figura precedente) con una capacità totale di ca. 1,20 Mm<sup>3</sup>; l’allontanamento dell’acqua contenuta nei sedimenti depositati all’interno delle vasche è agevolato dalla realizzazione di un sistema di drenaggio con geocomposito costituito da due geotessili filtranti accoppiato ad un nucleo separatore tridimensionale drenante.



Le acque di drenaggio vengono collettate da ciascun manufatto mediante una tubazione in PE; i cinque collettori confluiscono in un pozzetto di raccolta dotato di una condotta in PE di recapito delle acque nel vicino torrente Olivo.

Il riempimento delle singole vasche avviene per fasi successive: a riempimento completo della prima vasca si passerà alla seconda, mentre nella prima si comincerà a sviluppare il processo di consolidazione con scarico dell’acqua drenata. Alla fine del riempimento di tutte le vasche si ritornerà sulla prima, che a seguito del processo di consolidazione, anche se non del tutto completato, risulterà riempita solo parzialmente.

A fine riempimento delle casse di colmata e dopo un periodo sufficiente per consentire un buon consolidamento del materiale sedimentato, si prevede che tutta l’area interessata sia convenientemente sistemata per la definitiva destinazione a coltura agraria.

Un futuro piano operativo, ovviamente, valuterà l’opportunità della realizzazione di tutte le sotto-vasche potendosi procedere, nell’ambito della pianificazione generale dell’intervento, anche con una realizzazione parziale delle stesse in funzione dei volumi di sedimenti da dragare.

In alternativa e/o ad integrazione del deposito nelle vasche di colmata si può anche prevedere lo stoccaggio dei sedimenti asportati in geofiltri tubolari in polipropilene da posizionare in aree opportunamente individuate lungo le sponde del bacino.

La produzione oraria prevista è pari a ca. 1.000 m<sup>3</sup>/h di miscela acqua/fango; da indagini di mercato eseguite, il costo attuale di questa tipologia di sfangamento si attesta tra 25 e 30 €/m<sup>3</sup> di sedimento rimosso.

Come noto, con questo sistema il tenore di solido nella miscela da dragare è mediamente pari a ca. il 10% per cui nella valutazione dei volumi da sfangare bisogna prioritariamente tenere conto della risorsa idrica disponibile, aspetto questo assolutamente non secondario ma discriminante nel caso della diga di Olivo.

Nel caso in esame, i dati forniti dal gestore indicano che il volume idrico invasato dopo la stagione delle piogge è di circa 3,25 Mm<sup>3</sup> di cui circa 1,00 Mm<sup>3</sup> viene distribuito annualmente per gli usi irrigui e circa 500.000 m<sup>3</sup> vengono persi a causa di perdite nei drenaggi; di conseguenza, il volume di sedimenti da rimuovere annualmente potrebbe attestarsi cautelativamente tra 50.000 m<sup>3</sup> e 100.000 m<sup>3</sup> che richiederebbe una disponibilità idrica ricompresa tra 500.000 m<sup>3</sup> e 1 Mm<sup>3</sup>.

Per ovviare a questo problema si potrebbe ipotizzare di installare una stazione di sollevamento in corrispondenza delle casse di colmata per riportare l’acqua, separata dai sedimenti, nuovamente all’invaso ma tale soluzione, per quanto fattibile, viene tuttavia esclusa perchè troppo onerosa dal punto di vista economico.

Questo processo di dragaggio inoltre, aggiungendo una notevole quantità d’acqua al sedimento rimosso, rende più difficoltose ed onerose le successive fasi di gestione del materiale dragato che potrebbe richiedere anche l’utilizzo di flocculanti che facilitano la sedimentazione ma nel contempo determinano un aumento del volume del 10-15% rispetto al volume del materiale come prelevato nel serbatoio, con conseguente necessità di maggiore capacità iniziale delle vasche di colmata.

Sulla scorta delle considerazioni sopra descritte e in considerazione del fatto che allo stato attuale il volume utile di regolazione della diga non risulta ancora interessato dalla presenza di sedimenti, si è ritenuto di escludere l’esecuzione di uno sfangamento diffuso del bacino, anche a causa dell’esorbitante costo di questo intervento, e di ripiegare verso soluzioni che consentono una drastica riduzione dei volumi di sedimenti da rimuovere, funzionali all’esecuzione degli interventi progettati di manutenzione straordinaria della diga.



Lo studio condotto, tuttavia, potrà, in caso di necessità, essere posto a base di una eventuale futura programmazione di un intervento di sfangamento diffuso finalizzato anche alla conservazione del volume utile di regolazione.

Al momento, pertanto, si è proceduto all'elaborazione di due Piani Operativi (di seguito indicati) finalizzati:

- 1) alla realizzazione degli interventi di manutenzione straordinaria della diga, individuati nel PFTE e sviluppati nel progetto definitivo del 1° Stralcio funzionale, per il ripristino del sistema di tenuta del paramento di monte;
- 2) all'esecuzione delle opere previste per la salvaguardia del funzionamento dello scarico di fondo di cui al 2° Stralcio funzionale del PFTE approvato.



## 2. PIANO OPERATIVO 1

### 2.1. PREMESSA

Questo Piano Operativo è propedeutico finalizzato alla rimozione di sedimenti propedeutici all’esecuzione degli interventi previsti nel 1° stralcio funzionale previsto nel progetto definitivo di manutenzione straordinaria della diga (ripristino del manto bituminoso di tenuta del paramento di monte).

### 2.2. SFANGAMENTO AREA A MONTE DEL PARAMENTO

#### 2.2.1 Interventi propedeutici alle operazioni di sfangamento

La presenza di sedimenti a ridosso del paramento di monte richiede una loro preventiva rimozione fino al cunicolo perimetrale al piede.

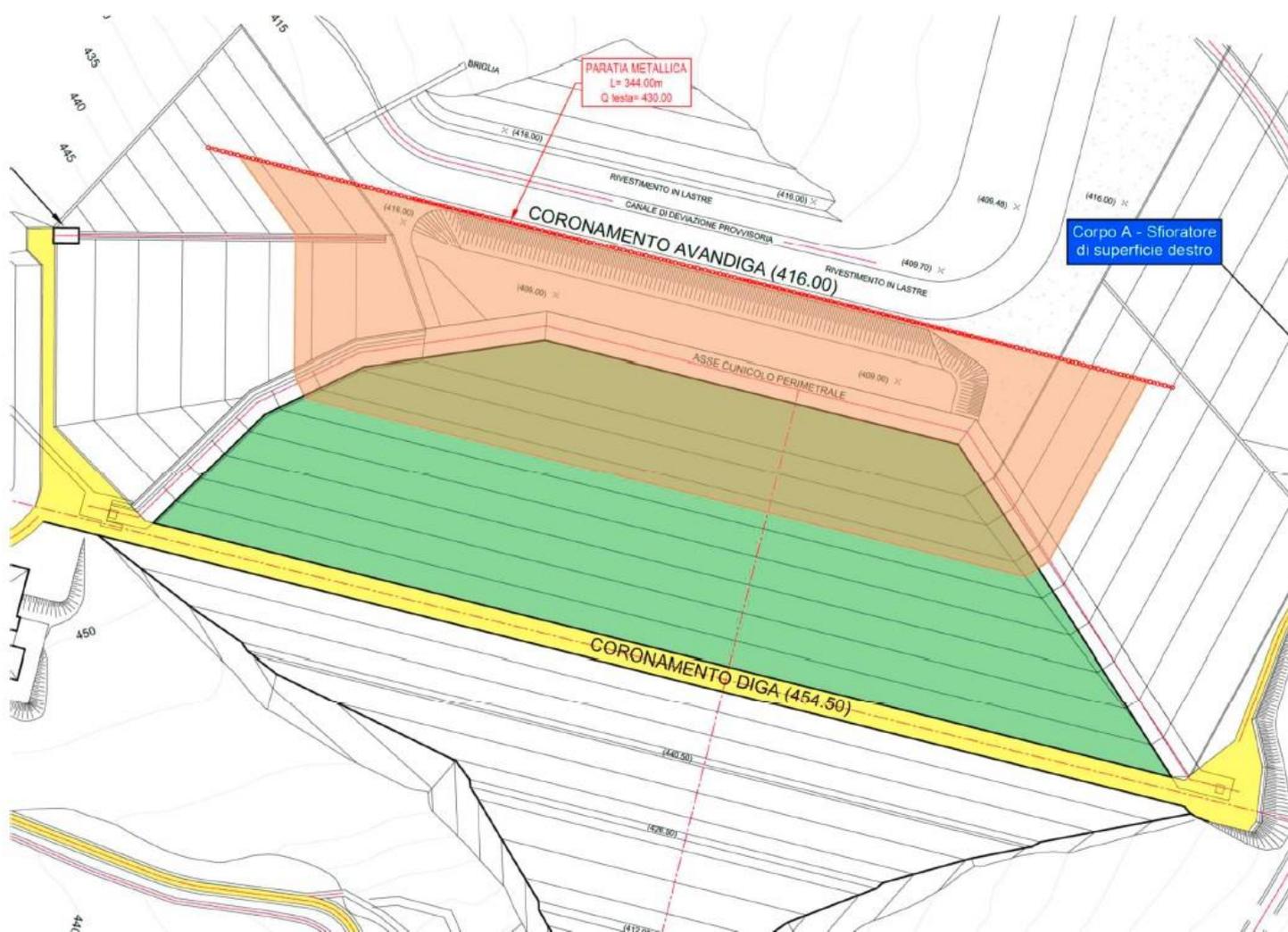
Per limitare lo sfangamento al solo spazio operativo minimo a stretto ridosso del paramento della diga, si prevede un’opportuna compartimentazione del bacino a mezzo di una barriera in palancole metalliche che consentirà, a conclusione delle operazioni di rimozione dei sedimenti) di operare all’asciutto.

Si evidenzia che è stata già condotta una preventiva caratterizzazione sia dei sedimenti che dell’acqua invasata i cui risultati sono riportati nell’elaborato *PGI Parte 1 - Quadro conoscitivo* e che la prevista realizzazione di barriera metallica, oltre a consentire una riduzione del volume di sedimenti da rimuovere, evita le rilevanti problematiche connesse alla stabilità dei fronti di scavo tipiche di questo tipo di materiale. Sarà realizzata una barriera metallica posizionata lungo l’asse dell’avandiga e infissa nel corpo della stessa, tale da formare una barriera che permetta di isolare idraulicamente la zona compresa fra diga e avandiga e ne consenta quindi lo sfangamento, il successivo prosciugamento e la creazione quindi di una zona asciutta in cui operare per il ripristino del paramento bituminoso della diga.

La barriera avrà uno sviluppo lineare di circa 340 m, un’altezza complessiva di 30 m (da quota 430 a quota 400 m s.l.m.), con una profondità di infissione nel corpo dell’avandiga di 16 m.

Come di seguito descritto, l’intervento previsto consiste nella movimentazione di un quantitativo di sedimenti che, a seguito dei rilievi eseguiti, risulta pari a ca. 275.000 mc e che sarà depositata all’interno dell’invaso, a monte dell’opera di sostegno realizzata.

Nella figura che segue è indicata la posizione della succitata paratia metallica ed è evidenziata in rosa l’area da sfangare ricompresa tra la paratia stessa e il paramento della diga.



La barriera sarà costituita da tubi fra loro ingargamati, di due diametri alternati (DN1200 sn10 e DN1000 sn10, in modo da ridurre i costi di trasporto grazie alla possibilità di infilaggio del tubo di diametro inferiore all’interno di quello di diametro superiore).

La realizzazione della barriera avverrà operando da una piattaforma galleggiante in acciaio, costituita da moduli assemblabili in galleggiamento tramite appositi perni di accoppiamento; i tubi-palancola verranno infissi con vibratore idraulico. Nel caso di impedimenti (come trovanti, blocchi, ostruzioni) sarà necessario ricorrere ad una benna a fune per svuotare il tubo e poter quindi proseguire con l’infissione a mezzo vibratore.

Le fasi operative previste sono:

Fase 1) Operando da pontone (con invaso ad una quota non inferiore a 431 m s.l.m. al fine di consentire un pescaggio minimo di 2 m per il pontone), si procede con l’infissione del palancolato attraversando in successione il sedimento, il corpo dell’avandiga e le argille della formazione di base.

Fase 2) Viene quindi rimosso il sedimento dallo spazio compreso tra il palancolato e la diga, rilanciandolo, a mezzo di nel bacino di monte.



Fase 3) Viene sversato pietrame immediatamente a valle del palancoato in modo da formare una scogliera di rinforzo del palancoato.

Fase 4) Lo spazio compreso fra il palancoato e la diga viene messo in asciutto per consentire le operazioni di ripristino del manto bituminoso.

Fase 5) Al termine del ripristino del manto bituminoso lo spazio viene riallagato ripristinando così l’equilibrio idraulico fra monte e valle del palancoato.

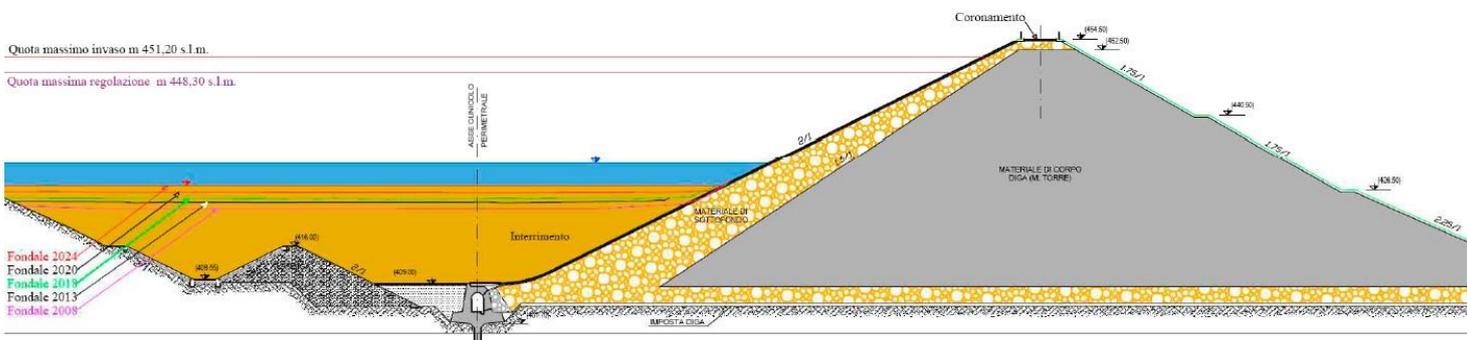
Si riportano di seguito due sezioni dell’area tracciate in corrispondenza della fase 0 (situazione iniziale) e la fase 2 (con palancoato installato e dragaggio eseguito).

FASE 0 - SITUAZIONE INIZIALE

Scala 1:1000

Quota massimo invaso m 451,20 s.l.m.

Quota massima regolazione m 448,30 s.l.m.



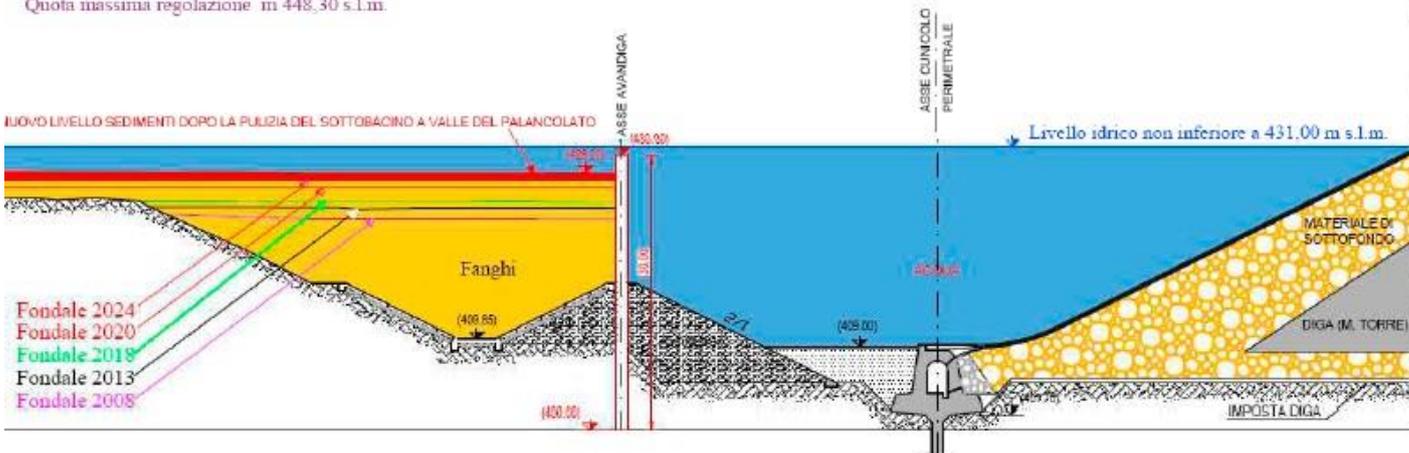
FASE 2

Scala 1:1000

Viene rimosso il sedimento nello spazio compreso tra il palancoato e la diga, rilanciandolo nel bacino di monte.

Quota massimo invaso m 451,20 s.l.m.

Quota massima regolazione m 448,30 s.l.m.





Per gli aspetti di dettaglio si rimanda agli elaborati del progetto definitivo relativi all'intervento di sfangamento.

## 2.2.2 Intervento di sfangamento

La modalità di sfangamento individuata è quella dell'aspirazione mediante pompa sommergibile aspirante-refluente descritta al precedente punto 1.2.2.2.

Il sistema avrà una portata di oltre 1.000 m<sup>3</sup>/h di miscela.

Sulla scorta delle caratteristiche reologiche del sedimento è possibile stimare una produttività media giornaliera di 900/1.000 m<sup>3</sup> di solido. L'unità dragante sarà equipaggiata con due disgregatori idraulici meccanici i quali grazie ad un regime di rotazione estremamente ridotto (50 rpm) non determinano torbidità; le pale dei disgregatori convogliano il sedimento sospeso in prossimità del filtro di aspirazione della pompa, in modo da aumentare il più possibile la percentuale di solido della miscela e consentire un'ulteriore riduzione dell'intorbidimento generale.

La movimentazione del pontone all'interno dell'invaso sarà ottenuta tramite una barca di supporto e quattro verricelli di stazionamento idraulici, con cavi di lunghezza adeguata per consentire l'ancoraggio sia al coronamento sia a corpi morti.

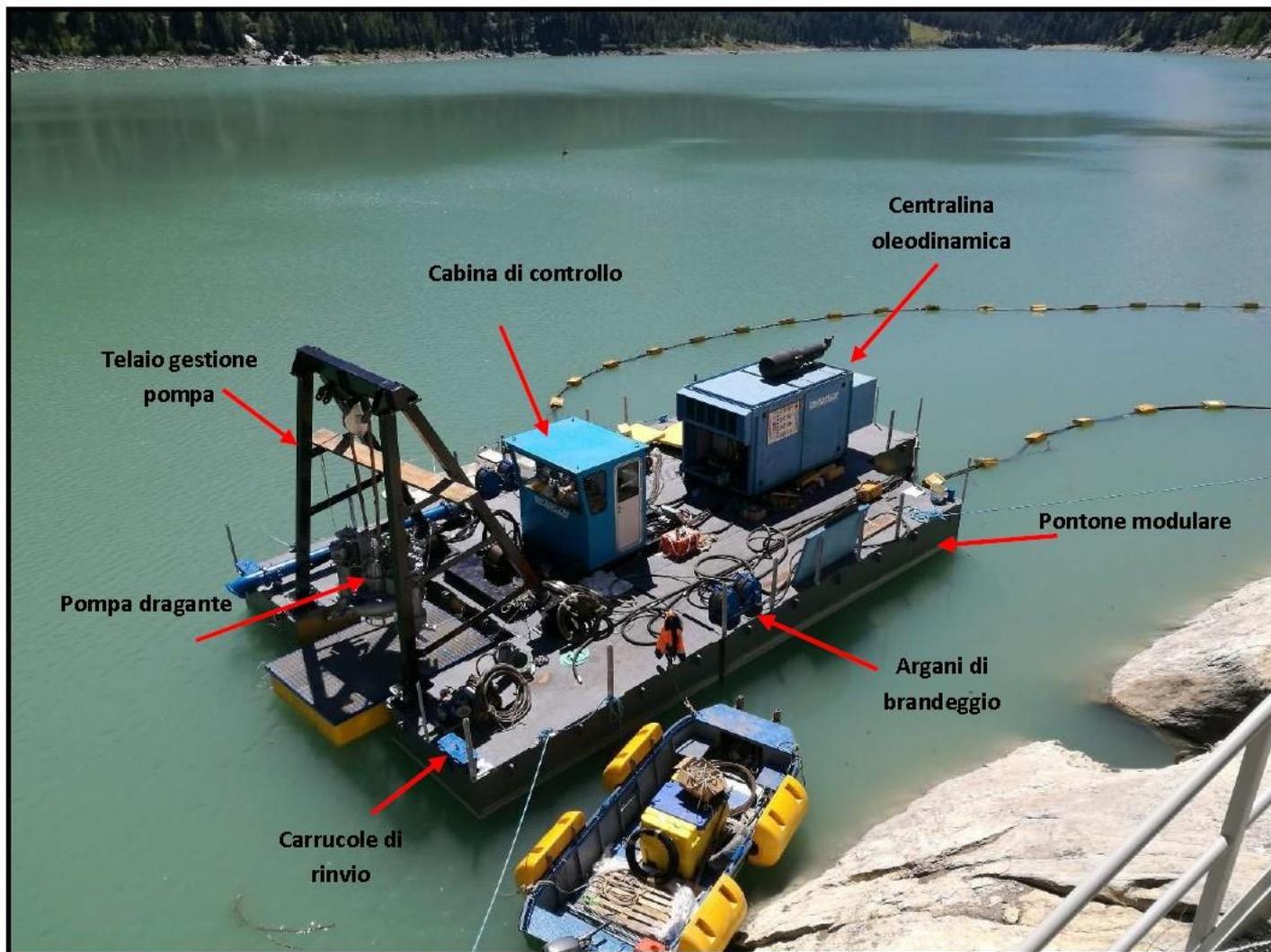
La movimentazione della pompa sarà effettuata tramite argano idraulico e relativo *deep-counter* in modo da verificare istantaneamente la profondità di dragaggio. L'attività di dragaggio prevede, quindi, una traslazione ed un brandeggio del pontone tramite gli argani posti a bordo in modo da poter gestire sempre con precisione la movimentazione della pompa.

Durante le operazioni di dragaggio, al fine di ottimizzare il funzionamento della pompa sarà effettuato un monitoraggio dei profili di scavo attraverso un sistema *sub bottom profiler*.

Tale sistema, appositamente sviluppato per il controllo della precisione in operazioni di scavo o dragaggio, è basato sull'uso di un software, formato da vari moduli, studiato in particolare per il posizionamento del pontone e il monitoraggio ad alta precisione della profondità dello scavo. L'attrezzatura di dragaggio sarà costituita in generale dai dispositivi di seguito descritti:

- Pompa aspirante - refluyente in grado di convogliare oltre 1000 m<sup>3</sup>/ora di miscela.
- Unità dragante equipaggiata con disgregatori idraulici;
- Una centrale di potenza, installata a bordo del pontone in grado di gestire tutte le componenti oleodinamiche presenti a bordo;
- Pontone modulare;
- Attrezzature e strumentazioni complementari al sistema di dragaggio installate sul pontone:
  - Argani di brandeggio
  - Gruppo elettrogeno
  - Cabinacomando
  - Argani di brandeggio con carrucole di rinvio
  - Argano principale per pompa con *deep-counter*;
  - Imbarcazione di supporto alle operazioni di dragaggio.

Nella figura che segue è indicata lo schema tipo del pontone completo delle diverse componenti



### 2.2.3 Individuazione area di destinazione all’interno del bacino

Come detto in precedenza, i fanghi dragati saranno riportati all’interno del bacino a monte della paratia metallica installata.

Al fine di non aggravare le condizioni di interrimento nell’area circostante l’opera di presa dello scarico di fondo, le zone individuate per il lo spandimento sono quelle di coda invaso (sia sul ramo sx che su quello dx) e l’ansa esistente in sponda destra che risulta sufficientemente distante dallo scarico stesso e meno soggetta all’inevitabile reflusso che, a lavori ultimati, il fango subirà.

Si riporta di seguito una planimetria con l’indicazione schematica delle aree (non direttamente interferenti con lo scarico di fondo) dove si prevede il convogliamento della miscela dragata evidenziando che si eviterà il recapito anche in fondo al ramo sx dove è previsto il varo del pontone.



#### 2.2.4 Rilievi batimetrici ante operam e nel corso dei lavori

In considerazione dell’incremento dell’interrimento nel lasso di tempo intercorrente tra la data del presente studio e quella di realizzazione dell’intervento, prima dell’avvio dei lavori di dragaggio sarà opportuno effettuare un rilievo batimetrico multibeam per la verifica del livello e del volume raggiunti dai sedimenti da dragare.

Nel corso dei lavori di dragaggio saranno effettuati rilievi batimetrici single beam periodici (finalizzati alla contabilizzazione dell’avanzamento dei lavori e, in generale, alla verifica dell’andamento del cantiere) che saranno verificati mediante un successivo rilievo multibeam.

A conclusione dei lavori di dragaggio sarà effettuato un rilievo batimetrico multibeam finale da confrontare con i precedenti rilievi effettuati.

Sempre nell’ottica di preservare lo scarico di fondo dalla risedimentazione della miscela dragata che potrebbe metterne a rischio la funzionalità, durante le operazioni di sfangamento la zona dove insiste la sua opera di presa dovrà essere periodicamente controllata con rilievi batimetrici e, qualora si rilevasse un incremento del livello dei sedimenti, si procederà con un intervento localizzato di sfangamento.



## 3. PIANO OPERATIVO 2

### 3.1. PREMESSA

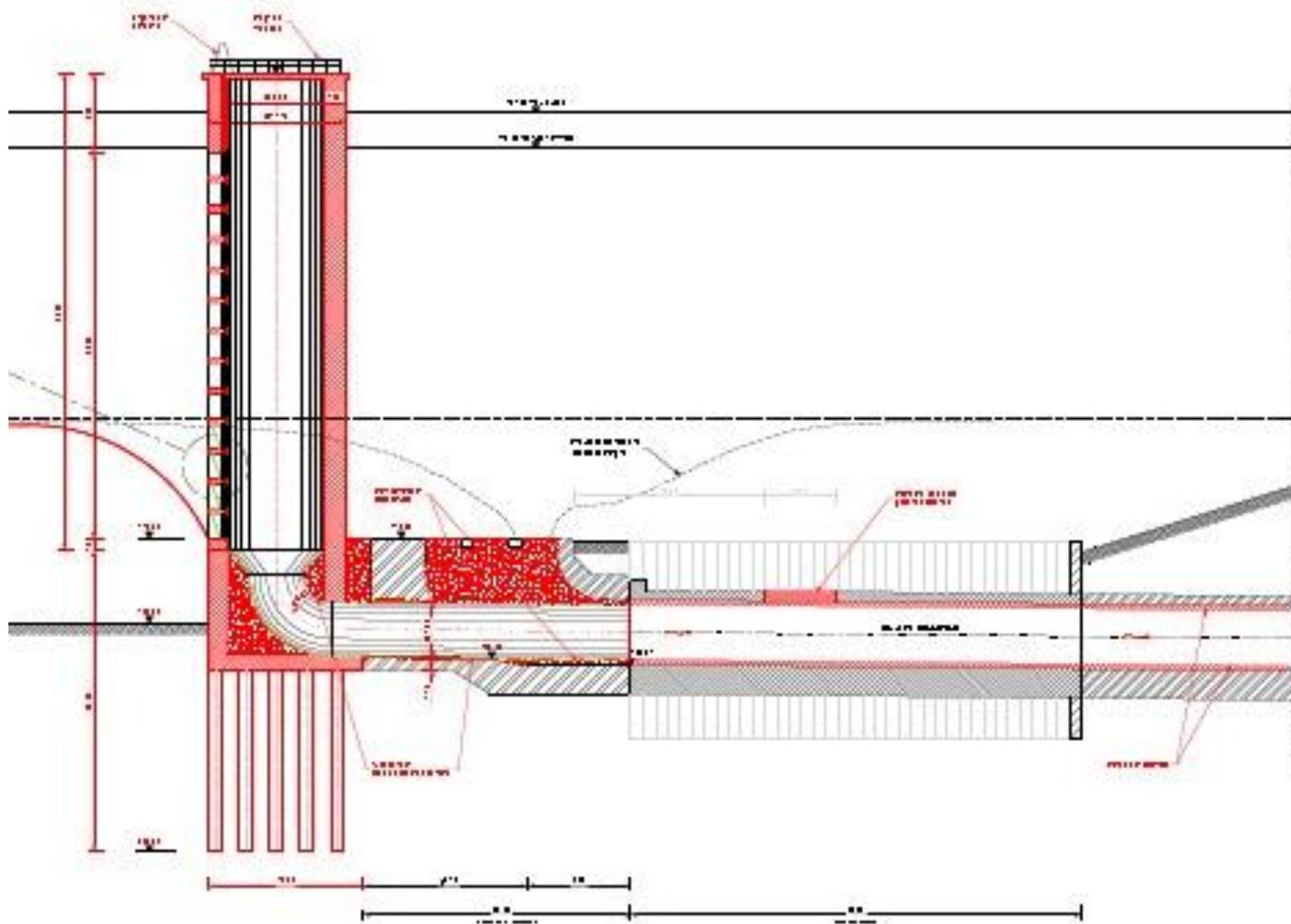
Questo Piano Operativo è finalizzato alla rimozione di sedimenti nell’area dello scarico di fondo e andrà eseguito nell’ambito dell’esecuzione dei futuri lavori previsti nel 2° Stralcio del PFTE del progetto di manutenzione straordinaria della diga di Olivo

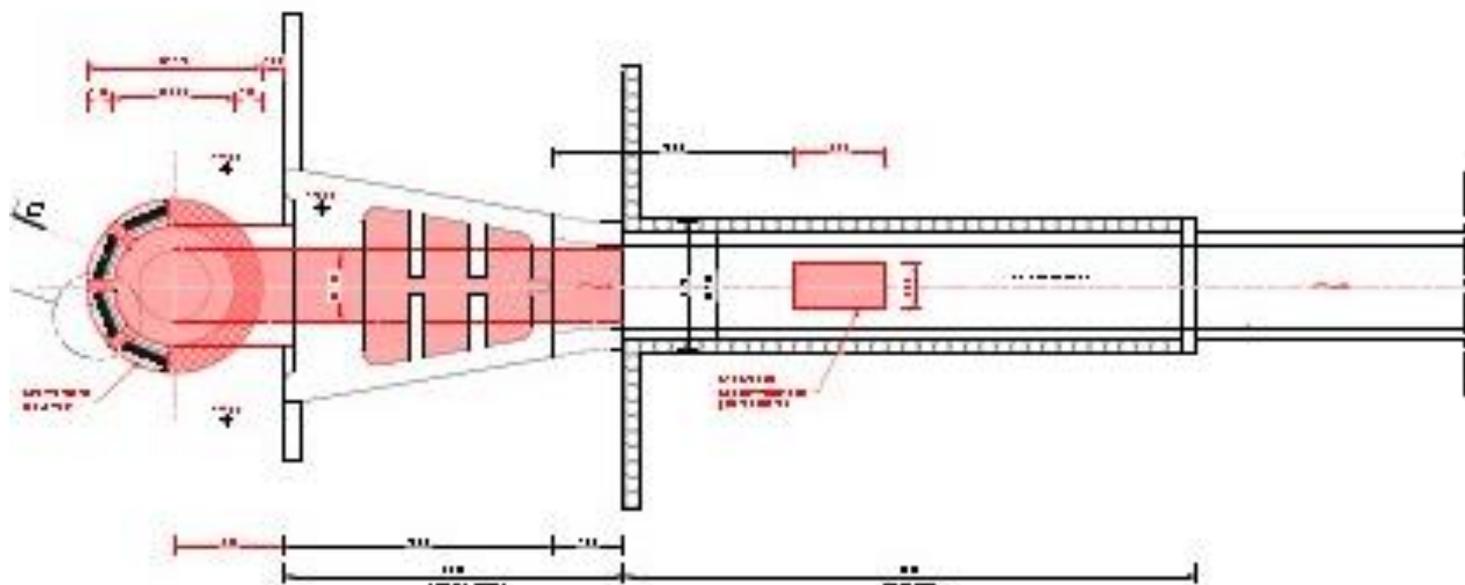
Allo stato attuale, i rilievi batimetrici indicano in corrispondenza dello scarico di fondo, alla sommità dell’inghiottitoio che si è venuto a creare, una quota batimetrica di 426,50 m s.l.m. rispetto alla quota della soglia di imbocco che è posta a 416,00 m s.l.m.

Al fine di risolvere questa criticità il succitato progetto prevede un adeguamento dello scarico di fondo mediante la realizzazione di un nuovo torrino di presa (posizionato a monte della testata del manufatto di imbocco attuale) dotato di luci di presa sovrapposte regolate da panconi che consentono, in funzione del livello di interrimento, la derivazione a quote progressivamente crescenti.

Si evidenzia, inoltre, che la funzionalità dell’opera di presa riveste una particolare importanza anche dal punto di vista della derivazione irrigua in quanto il sistema installato prevede che quest’ultima sia alimentata dalla stessa opera di imbocco dello scarico di fondo, mediante luci di presa realizzate nel rivestimento in acciaio della galleria di scarico, immediatamente a monte delle paratoie.

Nella figure che seguono sono riportate la sezione e la planimetria degli interventi previsti.





Il progetto comporta:

- la costituzione di una zona libera da fango da realizzarsi mediante paratia (a pali tubolari metallici di diametro alternato d1200-d1000) che consenta gli interventi di fondazione e elevazione del nuovo torrino di scarico; all’interno dell’area segregata dalla paratia si opererà in presenza d’acqua al fine di minimizzare lo squilibrio delle spinte, così da minimizzare l’impegno strutturale della paratia ed i relativi costi, nonché le condizioni di sicurezza del personale (subacqueo) operante
- la realizzazione di un imbocco per le portate di deviazione nella galleria di scarico, a valle della zona di lavoro di cui al precedente punto a);
- la realizzazione di una tura in galleria tra le due zone, al fine di impedire lo svuotamento della zona segregata a).

La nuova opera di presa così concepita rende possibile uno svaso del serbatoio sino alla quota 416 m s.l. m. (soglia di imbocco dello scarico di fondo) anche in presenza dell’attuale interrimento in quanto le luci poste a livello inferiore del sedimento possono continuare a essere alimentate per effetto del cono di depressione formatosi negli anni, mantenendo lo stesso in funzione mediante un adeguato programma di manutenzione con periodiche operazioni di spurgo.

### 3.2. SFANGAMENTO ZONA SCARICO DI FONDO

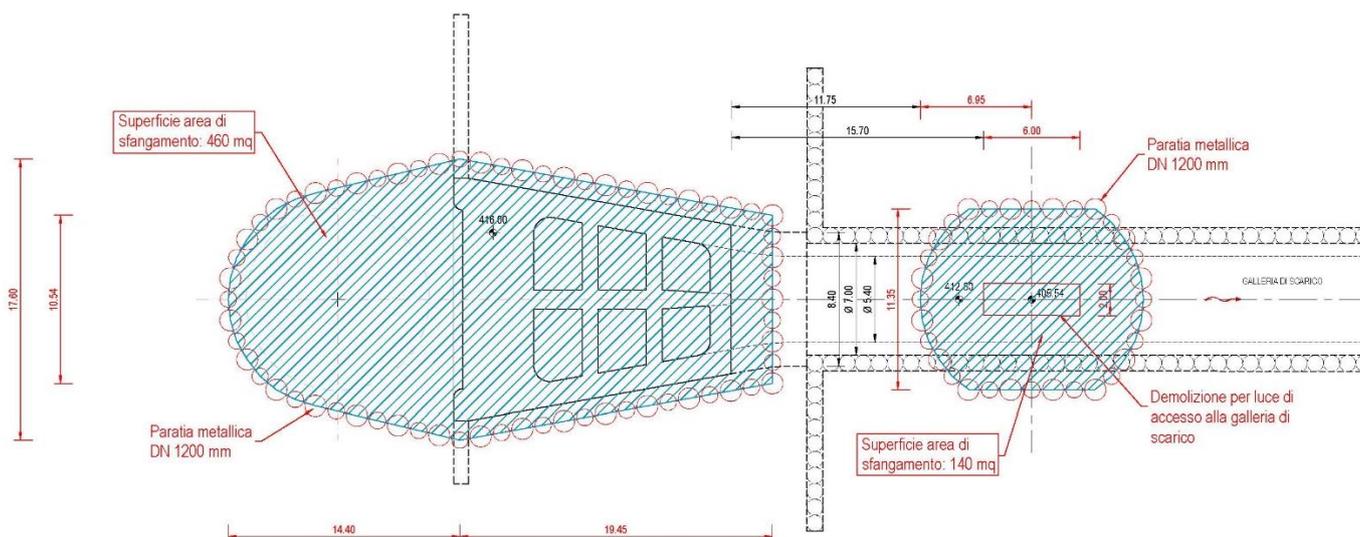
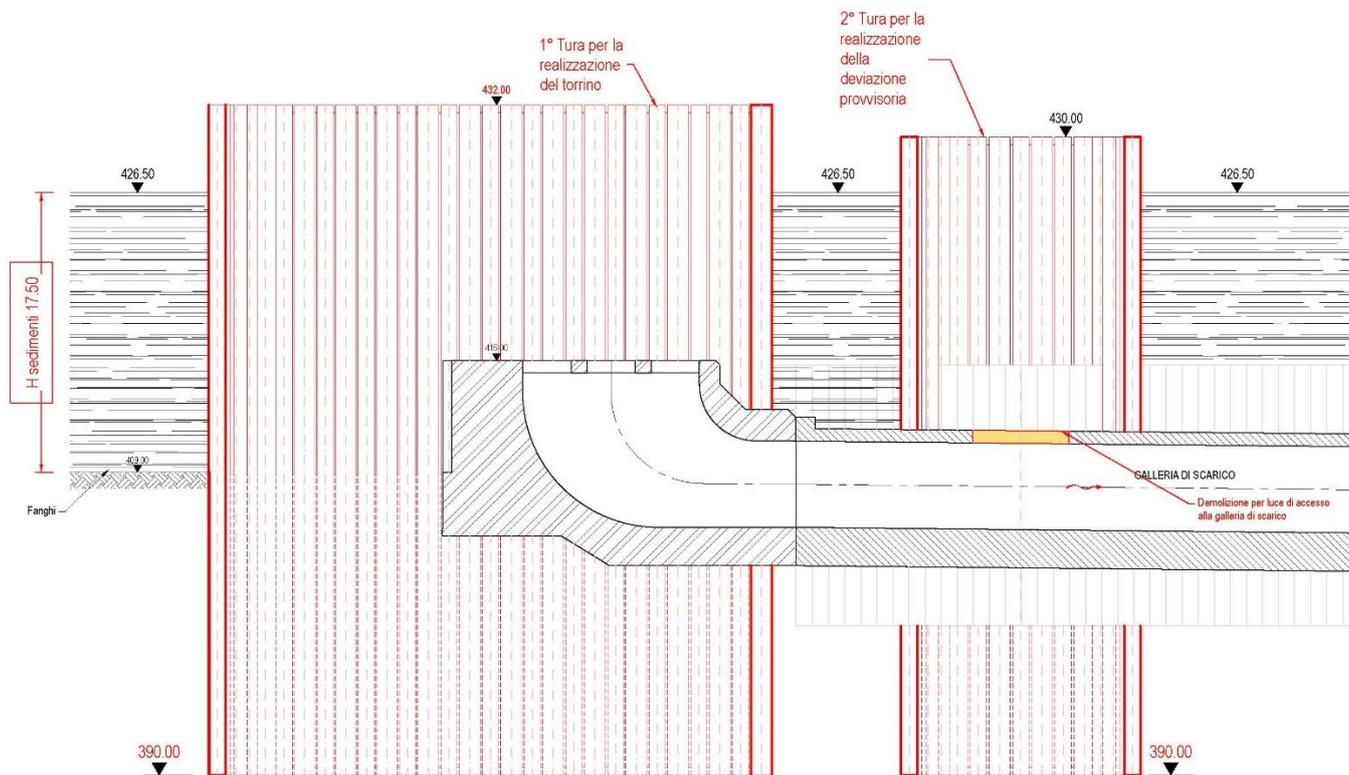
#### 3.2.1 Interventi propedeutici alle operazioni di sfangamento

Per l’esecuzione dei lavori è necessario liberare le aree di intervento dai sedimenti presenti; al fine di ridurre i volumi di sfangamento, saranno segregate la zona di realizzazione della fondazione e dell’elevazione del torrino e la zona dove è previsto l’imbocco per le portate di deviazione nell’esistente galleria di scarico.



La soluzione progettuale della paratia consente anche di risolvere a monte il problema della stabilità dei fronti di scavo.

Per quanto riguarda la caratterizzazione dei sedimenti e delle acque invase si rimanda ai risultati delle analisi condotte, riportati nell’elaborato *PGI Parte 1 - Quadro conoscitivo*.





Nella figure sopra riportate sono evidenziate le due paratie a pali tubolari metallici di diametro alternato 1200/1000 mm e le due aree segregate all'interno delle quali si opererà in presenza d'acqua al fine di minimizzare lo squilibrio delle spinte, così da minimizzare l'impegno strutturale della paratia ed i relativi costi e incrementare le condizioni di sicurezza del personale (subacqueo) operante.

Per la realizzazione dell'opera sono state individuate le seguenti fasi:

#### FASE 1

- Realizzazione della paratia della zona a), operando da pontone
- Rimozione del deposito di sedimenti all'interno della zona a) e realizzazione dei pali di fondazione
- Realizzazione della tura in galleria
- Realizzazione della paratia della zona b), operando da pontone
- Rimozione del deposito di sedimenti all'interno della zona b)
- Apertura del varco sul cielo della galleria nella zona b)

#### FASE 2

- Realizzazione della soletta di fondo del torrino (getto subacqueo)
- Getti in elevazione del torrino e collegamento del torrino con la galleria esistente

#### FASE 3

- Demolizione della tura e ripristino della calotta della galleria
- Rimozione della paratia nella parte frontale di monte del torrino, al di sopra della quota soglia
- Realizzazione degli interventi di rinforzo antisismico nella galleria

### 3.2.2 Intervento di sfangamento

Dagli elaborate progettuali già predisposti nel PFTE e dalle indagini e rilievi condotti si evidenzia che le due zone da sfangare circoscritte dalle paratie hanno una superficie di 460 mq e 140 mq; l'altezza dei sedimenti è di ca. 17,50 m per cui il volume totale da dragare ammonta a ca. 11.000 m<sup>3</sup>.

Anche per questo piano Operativo 2 la modalità di sfangamento individuata è quella dell'aspirazione mediante pompa sommergibile aspirante-refluente; le caratteristiche del sistema, la sua produttività, le sue componenti e le modalità di condotta dell'intervento risultano già indicate al precedente par. 2.2.2.

### 3.2.3 Individuazione della destinazione finale dei sedimenti

La destinazione finale dei fanghi dragati è stata individuata nel confinamento in geotubi da posizionare in aree individuate all'interno del bacino e poste a quota superiore a quella di massimo invaso (451.20 m s.l.m.)

La miscela di sedimento e acqua viene pompata dal sistema aspirante-refluente adottato e, mediante il posizionamento di una tubazione galleggiante, viene recapitato all'interno delle strutture tubolari in geotessuto.



La trama del materiale geosintetico è strutturata per trattenere all’interno la parte solida permettendo all’acqua di fuoriuscire grazie alla differenza di pressione che si viene a creare tra l’interno del geotubo e l’esterno.

L’elevata permeabilità e la ridotta porosità del tessuto che compone il geotubo permette di trattenere all’interno la componente solida consentendo all’acqua drenare e di refluire all’interno del bacino evitando, così, lo spreco di risorsa idrica invasata.



Il bacino imbrifero sotteso dalla diga di Olivo è caratterizzato fondamentalmente da due rami (uno in sx idraulica e l’altro in dx) che presentano caratteristiche alquanto differenti in relazione all’uso del suolo e alla copertura forestale.



Le aree individuate per la posa dei geotubi ricadono sia in coda invasivo principalmente sul ramo sx dove sono presenti situazioni di dissesto nelle argille con intense forme erosive del suolo la cui sistemazione e/o mitigazione contribuisce alla riduzione della produzione di materiale solido che si deposita nel bacino. La posa è prevista anche nella zona dell’insenatura presente in sponda dx poco a monte dello sbarramento.

Tali aree sono indicate nella figura che segue.



Come detto, i geotubi andranno stoccati su aree poste a quota superiore a quella di massimo invasivo, previa preparazione del piano di posa e potranno essere disposti su due o più livelli; al termine del loro riempimento si potrà procedere al loro ricoprimento mediante interventi di rinaturalizzazione con la posa di uno strato di terreno vegetale di adeguato spessore propedeutico a un auspicabile intervento di controllo dell’erosione superficiale con rivestimenti antierosivi e di stabilizzazione superficiale da realizzare sui sovrastanti versanti.

In considerazione del volume da stoccare (ca. 11.000 m<sup>3</sup>) e della possibilità di disporre i geotubi almeno su due livelli (per un’altezza di ca. 3,00 m), la superficie totale richiesta (ca. 3.600 mq) è sicuramente disponibile nei 6 siti al momento individuati.

La figura che segue è relativa alla fase di riempimento dei geotubi in un intervento analogo a quello previsto, realizzato sulla diga di Monguelfo.





## 4. PROGRAMMAZIONE DELLE OPERAZIONI DI SFANGAMENTO

L’interrimento che si è venuto a creare nel corso dell’esercizio della diga ha determinato un rilevante innalzamento del fondo dell’invaso con la conseguente notevole riduzione del volume morto di progetto ancora disponibile.

Nel caso di specie, tuttavia, sullo scarico di fondo (che è posizionato all’interno del volume morto di progetto) è presente uno strato di sedimenti di ca. 10,00 m che costituisce un evidente fattore di rischio sia per il funzionamento degli organi di scarico che per la derivazione irrigua; lo scarico, infatti, risulta ancora operativo grazie alla presenza di un inghiottitoio che si è venuto a creare in corrispondenza della sua soglia di imbocco.

Questa criticità, come detto, potrà essere definitivamente risolta realizzando gli interventi previsti nel già citato intervento di 2° Lotto del PFTE (relativo al progetto di manutenzione straordinaria della diga previa esecuzione delle operazioni di sfangamento indicati nel precedente Piano Operativo 2).

Ad oggi, il volume utile di regolazione praticamente non risulta ancora intaccato; i dati relativi al volume di interrimento attuale e all’interrimento medio annuo evidenziano che, in assenza di eventi particolari, a partire dai prossimi 7 anni si potrebbe cominciare a registrare una riduzione del volume utile di regolazione.

Questo dato potrà essere posto a base dell’elaborazione di un cronoprogramma di massima che, ovviamente, dovrà essere verificato e ricalibrato alla luce del grado di evoluzione del fenomeno - da rilevarsi mediante gli interventi indicati al precedente p.to 2.2.1.1. - anche a seguito di eventi meteorologici particolari (piogge intense, piene, ecc.) che potrebbero incidere in maniera significativa sull’effettivo stato di fatto dell’interrimento.

Al momento, quindi, si ritiene ragionevole prevedere di realizzare annualmente un’operazione di sfangamento di ca. 50.000 m<sup>3</sup> per la rimozione del volume di interrimento medio annuo stimato che risulta compatibile con la disponibilità idrica registrata storicamente nell’impianto, al netto del volume da destinare alla derivazione irrigua.

La modalità esecutiva potrà essere quella riportata nel par. 1.2.2.2 del presente documento programmando, ovviamente, la realizzazione delle vasche di colmata.

In caso di favorevoli condizioni di vaso, si potrebbe prevedere un’operazione di sfangamento di un volume di sedimento tra i 75.000 e 100.000 m<sup>3</sup> in modo da evitare l’incremento del volume dei sedimenti e recuperare parzialmente la capacità totale del serbatoio.

La frequenza dell’operazione e l’entità dei volumi sopra riportati discendono dall’analisi dell’attuale stato di fatto e dalla prevedibile evoluzione del fenomeno ricavata dalle analisi e dalle indagini fin qui condotte; è di tutta evidenza che la realizzazione di quanto programmato dovrà essere verificato dal gestore sulla scorta dell’effettiva evoluzione del fenomeno e di valutazioni di tipo tecnico ed economico.

Il progetto di gestione delinea, infatti, un quadro programmatico generale sul quale poter impostare in anticipo un’adeguata programmazione delle operazioni da realizzare nel corso della concessione di derivazione dell’acqua; essendo il progetto di gestione uno strumento revisionabile nel tempo, il programma generale qui delineato potrà essere opportunamente ricalibrato dal gestore al fine di conseguire un’ottimizzazione dinamica della gestione dell’impianto.

Una volta realizzata la nuova opera di presa dello scarico (rif. 2° lotto del PFTE dei lavori di manutenzione straordinaria della diga), nell’ambito della programmazione degli interventi di sfangamento dovrà essere ricompreso anche quello relativo alla sua manutenzione mediante un’operazione di spurgo da eseguire con cadenza annuale in occasione di piene. (vedasi seguente capitolo 5).



Nell’immediato e fino alla realizzazione del nuovo torrino si potrà procedere con cadenza annuale ad operazioni di spurgo finalizzate alla conservazione dell’operatività dell’esistente opera di presa dello scarico calibrando le modalità operative sulla base delle indicazioni riportate al successivo cap. 5.

## 5. OPERAZIONI SISTEMATICHE DI MOVIMENTAZIONE DEGLI SCARICHI

### 5.1. PREMESSA

Si è già indicato che l’intervento di sfangamento per asportazione può essere integrato con un intervento di spurgo, da effettuare con rilascio dallo scarico di fondo.

Nel caso in esame questa operazione sarà finalizzata prioritariamente a garantire e conservare il funzionamento degli organi di scarico e di presa irrigua.

Lo spurgo può anche costituire, in base alle specificità dell’impianto, un’alternativa tecnica allo sfangamento per il mantenimento e il graduale ripristino della capacità utile propria dell’invaso.

Per la diga di Olivo, tuttavia, il suo utilizzo per questo fine risulta poco praticabile a causa dei rilevanti volumi di acqua necessari per il suo funzionamento, volumi che la diga di Olivo normalmente non ha a disposizione; a tale proposito si osserva che nel periodo 2011-2021 il suo livello d’invaso ha oscillato tra quota 430 e 437 m s.l.m. con volume massimo invasato di ca. 3,25 Mm<sup>3</sup>.

Proprio per questi motivi l’intervento di spurgo di seguito indicato potrà essere realizzato in occasione di particolari situazioni ambientali quali la presenza di piene, così come di seguito indicato.

#### 5.1.1. Vincoli ambientali

Il programma degli spurghi tiene conto di alcuni ben precisi vincoli ambientali e precisamente:

- Il pieno rispetto degli “obiettivi di qualità”, fissati per le acque defluenti a valle diga nel Piano di Tutela delle Acque dell’inquinamento, come previsto nel D.Lgs. 3 aprile 2006 n°152;
- Il rispetto dei “cicli biologici delle popolazioni ittiche, presenti nel serbatoio e nell’asta fluviale a valle diga, con particolare riferimento al periodo riproduttivo e alle prime fasi di sviluppo, in modo da minimizzare gli effetti negativi sull’equilibrio del sistema acquatico, a monte e a valle dello sbarramento”.

A questo riguardo l’indagine effettuata ha potuto accertare la presenza delle seguenti specie ittiche:

- anguilla;
- carpa;
- persico.

Sulla base della stagione interessata dai loro cicli riproduttivi e delle prime fasi di sviluppo è stato accertato che il periodo critico per la fauna ittica è ricompreso tra i mesi di marzo e luglio.

#### 5.1.2. Rilascio in concomitanza con eventi di piena

Si ritiene opportuno evidenziare qui un criterio operativo, che pur non discendendo da prescrizioni normative, costituisce un vincolo di opportunità per i rilasci a valle ogni volta che si verificano situazioni meteoriche e idrologiche adeguate.

Tale criterio è quello di effettuare le operazioni di rilascio, con apertura dello scarico di fondo, in corrispondenza di eventi naturali di piena e precisamente in coda a tali eventi, cioè quando la portata al colmo è già transitata e la piena stessa è in fase di esaurimento.

In tal modo lo scarico artificiale, senza incrementare la portata massima dell’evento naturale, può inserirsi come prolungamento e sfruttare così importanti fattori ad esso connesso, quali:

- l’utilizzo di acque di piena che probabilmente sarebbero comunque riversate a valle con evidente risparmio delle acque invasate;



- possibilità di svasare a valle il deflusso di scarico in un momento in cui il corso d’acqua è già sede di deflussi consistenti così da favorire la dispersione del materiale solido a valle.
- Sulla possibilità di conoscere in tempo utile il verificarsi di eventi di piena e quindi di attivare le conseguenti operazioni di spurgo in coda al fenomeno come contemplate dal cronoprogramma, si segnala che è attivo un sistema di allarme per il rischio idrogeologico e idraulico costituito da una rete di rilevatori idrometrici e pluviometrici la cui gestione è affidata al Dipartimento della Protezione Civile Regionale il quale, tramite il Centro Funzionale Decentrato-Idro (CFD-Idro), è di supporto alle decisioni delle autorità competenti ed esegue in tempo reale e per 24 ore continuative una serie di attività tra le quali:
- l’elaborazione dell’avviso regionale di protezione civile per il Rischio Meteo-Idrogeologico e Idraulico;
  - il monitoraggio delle precipitazioni e dei livelli idrometrici;
  - l’emanazione di avvisi specifici in caso di precipitazioni significative e di superamento di soglie idrometriche;
  - segnalazione dello stato di allerta per gli enti che rientrano nelle aree di influenza delle stazioni meteorologiche che hanno superato le soglie critiche locali.

Quindi, gli stati di allerta arancione e rosso della Protezione Civile Regione Siciliana, così come resi disponibili dai bollettini di “Avviso Rischio Meteo-Idrogeologico e Idraulico”, emanati dal Dipartimento di Protezione Civile Regione Siciliana e pubblicati sul sito istituzionale dello stesso dipartimento, rappresentano fonti di riferimento per l’attivazione delle procedure connesse alla gestione delle piene.

Di seguito si riporta la valutazione di un’operazione di spurgo per liberare una fila di luci del torrino di presa (nella nuova configurazione prevista nel PFTE) finalizzata alla conservazione della sua operatività e funzionamento.

Si ipotizza di far fluitare attraverso lo scarico di fondo un volume di sedimenti di 1.000 m<sup>3</sup> che corrisponde teoricamente alla rimozione, intorno alla nuova opera di scarico, di uno strato di sedimenti di altezza 2, 5 m e larghezza 12,5 m che si dispone secondo un piano inclinato 1:5.

- Valutazione acqua di rilascio

Considerato il volume di materiale sedimentato da asportare dal bacino mediante spurgo, pari a 1.000 m<sup>3</sup>, e alla concentrazione del materiale solido nell’acqua di spurgo (assunto pari all’1,27%), il volume di acqua (V<sub>a</sub>) necessario per lo spurgo del sedimento è annualmente pari a

$$V_a = 1.000 / 0,0127 = 78.740 \text{ m}^3$$

Nella fase sperimentale prevista, dovrà essere verificata la concentrazione effettiva al fine di calibrare la durata di apertura dello scarico necessaria per lo spurgo del volume dei sedimenti considerato.

- Periodo ottimale per l’esecuzione delle operazioni di spurgo

Considerato il periodo di rispetto della fauna ittica (marzo-luglio) e quello di più probabile accadimento degli eventi di piena, il periodo ottimale per attuare i rilasci a valle va ipotizzato nella stagione autunnale e invernale, da ottobre a febbraio.



- Portata massima transitabile in alveo

Al momento, l’Autorità di Bacino ha indicato che la portata massima transitabile in alveo a valle dello sbarramento ( $Q_{Amax}$ ) è pari a  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ; tale valore, pertanto, è stato adottato nelle valutazioni di seguito indicate.

Si evidenzia, inoltre, che Regione Siciliana ha di recente commissionato uno studio idrologico, predisposto dall’ATI DHI S.r.l. – HYDRODATA S.p.A., che ha determinato la portata massima transitabile in alveo ( $Q_{Amax}$ ) e la portata di attenzione ( $Q_{min}$ ) scarico della diga; al momento, questi valori risultano in fase di validazione da parte dell’Autorità di Bacino.

- Operazioni di spurgo

L’operazione di spurgo andrà eseguita con l’apertura dello scarico di fondo fino alla portata efficace per determinare una consistente asportazione del materiale sedimentario, compatibile con la succitata  $Q_{Amax}$  di  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  indicata dall’Autorità di Bacino.

Tali interventi dovranno essere iniziati in coda agli eventi stessi, avendo però cura di dare inizio all’intervento solo quando è iniziata la fase di esaurimento della piena.

Ogni operazione di spurgo, a parte la maggior durata possibile in concomitanza con eventi di piena naturale, come già sopra precisato, dovrà essere eseguita con le seguenti modalità:

- apertura graduale dello scarico di fondo fino alla portata massima fissata in  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- mantenimento di tale apertura per un periodo continuativo di 2 h e 11’ (7.874 s), così da fluitare a valle il volume idrico necessario, pari a

$$7874 \text{ s} \times 10 \text{ m}^3/\text{s} = 78.740 \text{ m}^3$$

Tale durata, ovviamente, è qui indicata con carattere orientativo in quanto il periodo reale potrà essere fissato solo dopo l’accertamento dell’effettiva capacità di spurgo di questa operazione, come previsto nel programma di monitoraggio.

Il rilascio a valle del volume idrico sopra indicato ( $78.740 \text{ m}^3$  arrotondato a  $80.000 \text{ m}^3$ ) comporta un abbassamento del livello di invaso che è ovviamente variabile in funzione della quota raggiunta dall’acqua nel bacino alla quale corrisponde una determinata area dello specchio liquido.

Cautelativamente si è ritenuto di adottare una superficie pari a  $350.000 \text{ m}^2$  corrispondente alla quota d’invaso di 437 m s.l.m. (quota massima storicamente raggiunta dalla diga di Olivo nell’ultimo decennio).

Di conseguenza, l’abbassamento del livello di invaso risulta pari a ca. 22 cm con una velocità di svaso di ca.  $0.003 \text{ cm/s}$ , valori compatibili con le condizioni di stabilità delle sponde verificate nel corso dell’esercizio dell’invaso durante i periodi di attivazione della derivazione irrigua non essendo state mai eseguite operazioni di svuotamento dell’invaso.

- Livello massimo di concentrazione

Per quanto riguarda i livelli di concentrazione del materiale solido in sospensione nelle acque di scarico, si fissa il seguente livello massimo del 10%

Tale valore andrà confermato ed eventualmente revisionato sulla base delle risultanze della fase di monitoraggio (di seguito descritta), nella quale verrà determinata sperimentalmente proprio l’entità della torbidità specifica nelle acque di scarico, in funzione della portata e del tempo, lungo l’intero periodo di scarico.



### 5.1.3. Piano di monitoraggio

La normativa vigente prevede per tutte le operazioni di scarico a valle, con funzione di rimozione di una parte del materiale sedimentato nell’invaso, siano minuziosamente monitorate - mediante l’adozione di un piano di monitoraggio - al fine di controllare puntualmente gli effetti indotti sul corpo idrico recettore dal rilascio delle acque sia per svasso, che per spurgo dell’invaso.

Tali effetti possono essere schematicamente raggruppati in tre distinte tipologie:

- alterazioni alle caratteristiche geometriche del corpo idrico recettore, per deposito anomalo del materiale solido veicolato dal deflusso idrico o per erosione delle sponde, così da indurre una modifica alle capacità di trasporto e di contenimento del cavo fluviale.
- Alterazioni della qualità delle acque di valle, tenuto conto anche degli obiettivi di qualità prefissati dal piano di “Tutela delle acque dall’inquinamento”.
- Alterazione della vita acquatica nel tratto d’alveo immediatamente a valle dello sbarramento, con particolare riguardo alla popolazione ittica, presente nell’alveo stesso e anche nelle acque d’invaso.

Il Piano di Monitoraggio previsto è stato redatto in ottemperanza alle vigenti norme di settore e al D.S.G. 4 gennaio 2021, n. 1 “Approvazione delle linee di indirizzo per la predisposizione, l’approvazione e l’attuazione dei progetti di gestione degli invasi”.

Esso deve esaminare gli indicatori (di seguito riportati) secondo i metodi indicati nel D. Lgs. 152/2006 (Allegato 1 alla Parte Terza) al fine di raccogliere i dati di monitoraggio prima, durante e dopo le operazioni in quanto la finalità degli accertamenti non è quella della classificazione delle acque, bensì quella di individuare eventuali modificazioni indotte dal trattamento di spurgo

Si è ritenuto opportuno prevedere in via preliminare una fase sperimentale intesa ad accertare la reale entità del materiale solido fluitabile a valle mediante le operazioni di spurgo.

Tale accertamenti sono da considerarsi essenziali non solo per una più adeguata messa a punto delle stesse operazioni di spurgo ma anche per calibrare i livelli di torbidità previsti, in modo da adeguarli alle esigenze degli “obiettivi di qualità” delle acque di valle.

E’ chiaro che il monitoraggio, come sopra prospettato, è un’operazione specificatamente intesa alla salvaguardia della situazione ambientale dell’alveo a valle.

In questa prima fase a carattere preliminare, come già precisato, si potrà accertare sperimentalmente l’entità del materiale solido trasportato in sospensione dalle acque di scarico, rilasciate dallo scarico di fondo con funzione di spurgo.

La misurazione del materiale solido in sospensione dovrà essere fatta durante tutto il periodo di apertura dello scarico di fondo, in continuo o a intervalli regolari.

Per il rilevamento potranno essere utilizzati strumenti torbiometrici removibili; da immergere nelle acque di deflusso in un punto ben definito da individuare e prefissare circa 1 Km a valle della diga.

Tale postazione dovrà essere convenientemente predisposta per facilitare il posizionamento dello strumento misuratore.

Lo strumento potrà essere sia di tipo ottico, con sensore a sonda da immergere nell’acqua di deflusso, sia di tipo meccanico con campionatore integratore isoermetico.

Si ritiene comunque indispensabile, indipendentemente dal tipo di torbiometro adottato, che in prima fase siano eseguite anche prove manuali, con prelievo di campioni mediante apposito recipiente e misura diretta del materiale dopo sedimentazione, per una corretta taratura della strumentazione automatica.



Al riguardo si fa presente che potrebbe essere conveniente, per il proseguo delle operazioni di monitoraggio, attrezzare una stazione fissa con possibilità di misura contemporanea dei deflussi liquidi e solidi.

In questo caso infatti, con modesta implementazione della strumentazione, sarebbe possibile effettuare anche ulteriori misure atte a fornire con immediatezza parametri molto utili per definire la qualità dell'acqua defluente, quali soprattutto l'ossigeno disciolto, il PH e l'ammoniaca.

Tutte le misure di torbidità, o eventualmente anche di altri parametri, dovranno essere documentate e diagrammate al fine di evidenziare i valori più caratteristici, ma anche l'andamento nel tempo e in funzione della portata liquida.

Questa fase è finalizzata al controllo periodico, ma permanente, sia del trattamento di spurgo qui proposto, sia dello stato di qualità chimico-fisica e biologica delle acque del corpo idrico recettore, mediante valutazione dei principali indicatori prescelti allo scopo.

Come detto, di norma tutti gli accertamenti sulle acque vanno eseguiti prima che durante dopo le operazioni di spurgo, in quanto la loro finalità primaria non è quella della classificazione delle acque, bensì quella di individuare eventuali modificazioni indotte dal trattamento di spurgo.

Il piano di monitoraggio operativo qui proposto prende in considerazione le seguenti tipologie di indagini e di analisi:

1. Caratterizzazione del materiale di sedimentazione e dell'acqua presente nel serbatoio, sia chimico-fisica che ecotossicologica;
2. Rilevamento morfobatimetrico dell'invaso;
3. Rilevamento della torbidità dell'acqua rilasciata a valle e dell'ossigeno disciolto;
4. Ispezione visiva del tratto di alveo che si estende per 10 Km a valle della diga e individuazione delle macrofite;
5. Controllo dello stato ecologico dell'acqua di deflusso mediante indagine sugli invertebrati macrobentonitici, da eseguirsi sul corpo d'acqua recettore - per un tratto di circa 10 Km a valle della diga - ante e post operazioni di spurgo
6. Indagine quantitativa della popolazione ittica presente nell'alveo a valle, da eseguire come sopra ante e post operazioni di spurgo per il tratto già indicato dal corpo d'acqua.

Le specifiche caratteristiche dei singoli accertamenti verranno precisate al successivo paragrafo.

Si precisa in particolare che per gli accertamenti di cui ai punti 3, 5 e 6 è necessario determinare n°3 postazioni fisse, disposte rispettivamente:

- 1) a 1 Km a valle diga;
- 2) a circa 4÷5 Km a valle diga;
- 3) a circa 8÷10 Km a valle diga.

L'accertamento della torbidità delle acque di spurgo, programmato per la fase sperimentale, andrà ripetuto durante le operazioni di spurgo per verificare che non si siano superati i livelli approvati per le operazioni di spurgo e per accertare le caratteristiche quantitative e di distribuzione temporale dell'elemento fondamentale (materiale solido di spurgo) per i temuti effetti indotti nelle acque del corso d'acqua recettore.

Si ritiene inoltre opportuno che in contemporanea venga rilevato anche il tenore dell'ossigeno disciolto, che risulta strettamente correlabile con il grado di torbidità.

Ciò potrà consentire di correlare i dati relativi all'ossigeno disciolto a quelli relativi al grado di torbidità, su serie di dati significativi, al fine di individuare una legge di correlazione utile ad evidenziare le variazioni della torbidità mediante il semplice rilevamento del grado di ossigeno disciolto.



Risulta necessaria anche un’ispezione visiva da effettuarsi su tutto il tratto del corso d’acqua recettore, dalla diga fino alla 3a postazione di misura, al fine di verificare se il deflusso rilasciato ha determinato modifiche apprezzabili della sagoma geometrica del cavo naturale.

Per accertare le variazioni indotte dalle operazioni di spurgo sullo stato ecologico delle acque dell’alveo ricettore sarà realizzato il prelievo, ante e post operazioni di spurgo, di campioni d’acqua da analizzare.

L’indagine quantitativa della popolazione ittica presente nel corpo idrico recettore dovrà essere eseguita mediante cattura dei pesci con elettrostorditore su tratti predefiniti dell’asta fluviale e rilasci degli stessi, dopo esecuzione delle misurazioni di cui appresso, nel corso d’acqua a valle del tratto campionato.

Saranno prefissati n°2 tratti da campionare in zone omogenee del corso d’acqua, disposti rispettivamente: il primo tra le postazioni 1 e 2, già prefissate, e il secondo tra quelle 2 e 3.

Le tratte dovranno avere lunghezza compresa tra i 40 e i 100 m, a seconda della velocità della corrente idrica, riservando la lunghezza più breve a zone ove la corrente fosse a velocità molto bassa e quasi stagnante. Tali tratte al momento della campionatura dovranno essere confinate a monte e valle con reti in modo da evitare la fuga dei pesci prima della cattura.

Dovranno, inoltre, essere misurate in lunghezza e larghezza, per valutarne l’area della superficie bagnata; su tutti i pesci catturati verranno eseguite le seguenti misurazioni e caratterizzazioni:

- n° del pesci e relativa specie;
- misura della lunghezza di ciascun soggetto;
- misura del peso complessivo per i pesci della stessa specie.

Tutte le misure dovranno essere fatte in sito al momento della cattura e subito dopo i pesci dovranno essere rilasciati in alveo.

Successivamente i dati raccolti verranno elaborati e il peso dei pesci catturati verrà rapportato al m<sup>2</sup> di area campionata, sia in totale, sia per ogni singola specie.

L’influenza delle operazioni di spurgo sulla fauna ittica verrà infine valutata sulla base dei confronti fra le densità rilevate nelle rispettive indagini eseguite nelle varie postazioni ante e post le operazioni di spurgo.

## 6. COMUNICAZIONI

Prima dell’avvio delle operazioni di sfangamento o spurgo il gestore dovrà darne comunicazione alle autorità, alle amministrazioni competenti e ai soggetti interessati nei tempi e nei modi indicati nel citato D.S.G. 4 gennaio 2021, n. 1.

A conclusione delle operazioni, a cura del Gestore, dovrà essere redatto e presentato alla Direzione Generale per le Dighe del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, all’Ufficio tecnico per le dighe di Palermo e all’Autorità di Bacino, un rapporto tecnico finale delle operazioni eseguite e dei loro esiti.



## 7. INTERVENTI DI DIFESA ATTIVA DALL’INTERRIMENTO

Come noto l’interrimento dei serbatoi dipende generalmente dalle caratteristiche geo-morfologiche e idrogeologiche del bacino, dall’uso del suolo e dal regime idrico del corso d’acqua intercettato.

Con gli interventi di difesa attiva si cerca di ridurre la sedimentazione nell’invaso (in modo da ridurre le onerose operazioni di rimozione) adottando misure finalizzate alla riduzione dei sedimenti in ingresso e alla prevenzione della sedimentazione all’interno del serbatoio.

In questa sede ci si limita solo a suggerire eventuali interventi che, ovviamente, dovranno essere oggetto di idonee valutazioni progettuali anche in termini costi-benefici in quanto potenzialmente in grado di contribuire ad aumentare la vita utile e agevolare gli aspetti gestionali e manutentivi dell’invaso.

Nel caso in esame, pertanto, si ritiene opportuno indicare che, in considerazione delle caratteristiche geomorfologiche del sito e sulla scorta delle sopra indicate risultanze circa l’interrimento del serbatoio, sarebbe auspicabile procedere con una valutazione sia tecnica che economica sulla opportunità di realizzare sul bacino imbrifero opere di sistemazione e/o mitigazione dell’erosione del suolo al fine di ridurre la produzione di materiale solido.

Nell’ambito della programmazione degli interventi manutentivi dell’impianto si ritiene opportuno valutare anche gli interventi che in questa sede vengono sommariamente indicati.

Nell’ambito del programmato intervento di sfangamento di cui al precedente p.to 3.2 del presente documento, si è evidenziata la possibilità di localizzazione di geotubi riempiti con i sedimenti dragati su tre aree, individuate sul ramo sx del bacino imbrifero della diga in coda all’invaso, sulle quali si registrano intense forme erosive delle argille.

In occasione dell’intervento di sfangamento sopra richiamato sarebbe auspicabile programmare la sua integrazione con la realizzazione di opere di difesa attiva.

Come già indicato, il posizionamento dei geotubi potrebbe essere completato con il loro ricoprimento con uno strato di terreno vegetale e la sistemazione dei sovrastanti versanti con opere per il controllo dell’erosione superficiale.

In questa sede ci si riferisce ai rivestimenti antierosivi, anche con l’utilizzazione di prati armati, inerbimenti e miglioramento della copertura vegetale mediante sistemazioni agro-forestali e alle opere di stabilizzazione superficiale, quali, ad esempio, piantumazioni, fascinate, ecc..

Uno studio di dettaglio del bacino potrebbe anche valutare l’opportunità della realizzazione, lungo gli immissari, di briglie di trattenuta ad azione selettiva e di arginature per la trattenuta a monte del serbatoio del trasporto solido.