



DIGA ARANCIO

PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO,
AI SENSI DELL'ART. 114 DEL D. LGS.
152/2006 E SS.MM.II

PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO

R.U.P. : Geol. Giuseppe Lombardo

ING. RESP. IMPIANTO : Ing. Mario Alfonso

GESTORE IMPIANTO : D.R.A.R. Sicilia

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI IMPRESE TRA:

Mandataria



Mandanti



DIREZIONE DI PROGETTO PER L'ATI :

TECHNITAL S.p.A.

Dott. Ing. Simone Venturini

TITOLO:

DIGA ARANCIO
PIANO OPERATIVO

CODICE:

I1164S-PGI5-RT-002

		REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO			
SIGLA		C. ZAGO	C. ZAGO	S. VENTURINI			
REVISIONE	N.	DESCRIZIONE			RED.	VER.	APP.
	00	Emissione			C.Z.	C.Z.	S.V.
	01	Revisione			C.Z.	C.Z.	S.V.
	02						

NOME FILE :

I1164S-PGI5-RT-002-01

DATA :

Ottobre 2022

SCALA :

-

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 1 di 64</p>

**Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità
Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti**

Redazione dei progetti di gestione di n. 5 invasi ex art. 114 del D.Lgs. 152/2006, corredati di piani operativi e studi di valutazione ambientale, previa esecuzione di rilievi topo-batimetrici e caratterizzazione di acque e sedimenti, per l'individuazione di interventi finalizzati al recupero di capacità di invaso e funzionalità idraulica di detti serbatoi artificiali gestiti dalla Regione Siciliana

INVASO ARANCIO

CUP: G97I19000440002

CIG Lotto 1: 8294974D14

**PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO
AI SENSI DEL DLGS 152/06 E DEL D.M. 30/06/2004**

PIANO OPERATIVO

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 2 di 64</p>

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	DATI DI BASE FORNITI DALLA STAZIONE APPALTANTE	6
3.	NORMATIVA DI SETTORE	7
	3.1. Normativa nazionale	7
	3.2. Normativa Regionale	10
	3.3. Pianificazione territoriale e possibili vincoli	11
4.	CARATTERIZZAZIONE DI BASE	15
	4.1. Contesto territoriale a monte e a valle dell'invaso	15
	4.2. Inquadramento idrogeologico ed ambientale del bacino sotteso	18
	4.3. Descrizione delle caratteristiche meteorologiche e idrologiche del bacino	21
	4.4. Descrizione dell'opera di sbarramento e dell'invaso	22
	4.4.1. Invaso e diga Arancio	22
	4.4.2. Accessi alla diga	28
	4.5. Caratterizzazione dell'invaso	29
	4.5.1. Disposizione planimetrica del materiale sedimentato	29
	4.5.1. Calcolo del volume di materiale solido sedimentato nel serbatoio	31
	4.5.2. Stato di interrimento in prossimità degli organi di scarico e presa	36
	4.5.3. Caratterizzazione qualitativa dei sedimenti presenti nell'invaso	38
	4.5.4. Caratterizzazione qualitativa delle acque dell'invaso	47
5.	PARTE OPERATIVA	50
	5.1. Programma generale delle attività di svaso/sfangamento	50
	5.2. Piano Operativo relativo per la rimozione dei sedimenti in prossimità dello scarico di fondo	50
	5.2.1. Opzione 1: Rimozione per cacciate	51
	5.2.2. Opzione 2: Rimozione dei sedimenti allo scarico di fondo mediante dragaggio	51
	5.2.3. Costi per la rimozione dei sedimenti allo scarico di fondo	62

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 3 di 64</p>

INDICE DELLE FIGURE

Figura 3-1	Diagramma di flusso del processo decisionale	9
Figura 3-2	– Fortino Mazzallakkar	11
Figura 3-3	– Presenza dei siti di protezione ITA04006 “Complesso Monte Telegrafo e Rocca Ficuzza” coincidente anche con il sito ITA0200048 “Monti Sicani, Rocca Busambra e Bosco della Ficuzza”	12
Figura 3-4	Piano paesaggistico per l’invaso Arancio	14
Figura 4-1	PAI pericolosità idrogeologica nell’area di invasore. Blu a valle = pericolo alluvione elevato, arancione = pericolo frana medio (Fonte: geoportale Nazionale)	16
Figura 4-2	– Gola immediatamente a valle dell’invasore. Visibile la vasca di dissipazione ed attraversamento del Carboj.	17
Figura 4-3	reticolo idrografico afferente all’invasore (Fonte: geoportale Nazionale)	18
Figura 4-4	Bacino idrografico afferente all’invasore (Fonte: Rapporto di monitoraggio dello Stato di qualità dei laghi e degli invasi del Distretto Idrografico della Sicilia 2014-2019, ARPA)	19
Figura 4-5	– Quote di invasore e mm di pioggia dal 2016 al 2021 (Foglio di Asseverazione 2021, I semestre)	21
Figura 4-6	- Curve di possibilità pluviometrica in funzione del tempo di ritorno (TCEV)	22
Figura 4-7	Immagine satellitare della diga e dell’invasore (da: Google earth).	23
Figura 4-8	– Diga ad arco lato invasore, coronamento e scarico di superficie	25
Figura 4-9	– Sezioni dello scarico di fondo (Fonte: F.C.E.M.)	26
Figura 4-10	– Sezione dell’opera di presa	27
Figura 4-11	– Vista dell’invasore e delle sponde dal coronamento. Vista di Sambuca di Sicilia sullo sfondo	28
Figura 4-12	– Planimetria del rilievo topo-batimetrico 2022 in prossimità del corpo diga. Sono visibili lo scarico di fondo, l’opera di presa e lo scarico di superficie.	30
Figura 4-13	– Il grafico Superfici/volumi per la Diga Arancio	33
Figura 4-14	– Quote di invasore e relativi volumi, schema generale.	36
Figura 4-15	– Sezione allo scarico di fondo con profili del rilievo batimetrico 2022 (estratto da Tavola II164S-PGI5-DT012).	37

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 4 di 64</p>

Figura 4-16 Ubicazione dei punti di campionamento per la caratterizzazione dei sedimenti (punti S) e per la caratterizzazione delle acque (punti A)	39
Figura 5-1 – Area dragaggio, refluento. Dettagli delle aree di dragaggio e refluento nelle Tavole II164S-DT-014 e II164S-DT-015.	55
Figura 5-2 – Sinistra: sistema di dragaggio idraulico con tubazione galleggiante di refluento con posa diretta in geotubi. Destra: sistema in linea di miscelazione flocculante e riempimento in serie dei geotubi	57
Figura 5-3 – Particolarità di sistema drenante dei geotubi	59

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 5 di 64

1. PREMESSA

A seguito di gara a procedura aperta per l'affidamento di 2 lotti di servizi di architettura e ingegneria relativi alla redazione dei progetti di gestione di n. 8 invasi ex art. 114 del D.Lgs. 152/2006 corredati di piani operativi e studi di valutazione ambientale, previa esecuzione di rilievi topo-batimetrici e caratterizzazione di acque e sedimenti, per l'individuazione di interventi finalizzati al recupero di capacità di invaso e funzionalità idraulica di detti serbatoi artificiali gestiti dalla Regione Siciliana, il R.T.P. tra Technital S.p.A. (Capogruppo Mandataria) Geonautics (mandante) è risultato aggiudicatario dei servizi di Ingegneria del Lotto 1 succitati per gli invasi: Paceco, Arancio, Gorgo, Furore, S. Giovanni.

Il Presente documento si configura come Progetto di Gestione dell'Invaso (PGI) generato dalla diga Arancio. Il PGI è redatto ai sensi dell'art.114 del D. Lgs. 03/04/2006, n. 152, e ss.mm.ii., in conformità al D.M. Ambiente e Tutela del Territorio del 30/06/2004, ed ai sensi della recente D.S.G. n. 01/2021 con le "Prime direttive per la predisposizione, l'approvazione e l'attuazione dei progetti di gestione degli invasi".

Il PGI è stato redatto sulla base dei dati acquisiti dalla Stazione appaltante, delle batimetrie eseguite nel 1991, 2013 e nel 2022 (nonché dalle informazioni contenute nel F.C.E.M. relative ad una precedente batimetria del 1991) e dalle indagini di caratterizzazione e indagini allo scopo acquisite.

La presente relazione costituisce il Piano Operativo del Progetto di Gestione.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 6 di 64</p>

2. DATI DI BASE FORNITI DALLA STAZIONE APPALTANTE

- Batimetria 2013
- Batimetria 2022
- F.C.E.M. del 2000
- Schema Idrico
- Schema degli allacciamenti
- Relazione Idrologica e idraulica, Marzo 2021
- Documento Protezione Civile, 2021
- Verbale di Vigilanza 7 Settembre 2021
- Asseverazione primo semestre 2021
- Planimetria invaso 1:25.000
- Planimetria generale del corpo diga

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>III164S-PG15- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 7 di 64</p>

3. NORMATIVA DI SETTORE

3.1. Normativa nazionale

I Piani di gestione degli invasi sono normati a **livello nazionale** da:

- DECRETO 30 giugno 2004 del Ministero dell'ambiente e della Tutela Del Territorio “Criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi, ai sensi dell'articolo 40, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, e successive modifiche ed integrazioni, nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dal medesimo decreto legislativo.” – Definisce che il gestore predisponga il Progetto di Gestione, e lo presenti alla Regione, per l’approvazione previo parere preventivo dell'amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento. Il Progetto di gestione è finalizzato a definire il quadro previsionale delle operazioni di svaso, sfangamento e spurgo per assicurare il mantenimento della capacità utile dell'invaso e per garantire il funzionamento degli organi di scarico e di presa. Le operazioni di svaso, sfangamento e spurgo devono essere eseguite tutelando la risorsa idrica ed in conformità alle e prescrizioni contenute nei piani di tutela delle acque e nel rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici interessati e nel rispetto della normativa ambientale.
- Per gli aspetti ambientali deve essere rispettato il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante “Norme in materia ambientale” ed, in particolare, gli articoli 61, 114, 170, 177, 178, 179, 185. - Ribadisce le indicazioni già formulate nel vecchio Decreto legislativo 152/1999 che non assoggettava gli scarichi delle dighe alla disciplina degli scarichi industriali e stabiliva che le operazioni di svaso, sghiaimento e sfangamento fossero finalizzate ad "assicurare il mantenimento della capacità di invaso “imponendo al gestore la predisposizione di un “Progetto di gestione dell’invaso” da sottoporre a parere preventivo dalla regione competente. Stabilisce che il progetto di gestione debba essere redatto sulla base di criteri che saranno definiti, successivamente, dal Ministero dell’Ambiente e dal Ministero delle Infrastrutture. Stabilisce che, in attesa della definizione dei nuovi criteri, i gestori che abbiano necessità di rimuovere i sedimenti, possano seguire i criteri di cui al decreto del 30 giugno 2004.
- Comma 9 articolo 43 del D.L.201/2011 convertito con L.214/2011 “decreto salva Italia” - Stabilisce che i concessionari o i richiedenti la concessione di derivazione d’acqua da grandi dighe, che non abbiano ancora redatto il progetto di gestione dell’invaso ai sensi dell’articolo 114, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152,

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 8 di 64

sono tenuti a provvedere entro il 31 dicembre 2012. Questa prescrizione vale per le grandi dighe mentre, per le restanti, si resta in attesa dei criteri di cui all'Articolo 114 Decreto legislativo 152/2006.

- Circolare esplicativa n.12710 del 06/11/2012 della DG Dighe contenente l'Allegato con le indicazioni generali sui contenuti dei progetti di gestione per gli aspetti relativi alla sicurezza degli invasi
- Legge n. 164 del 2014, art. 7, comma 8-bis, che modifica l'art 185 del DLgs 152/06:
“Fatti salvi gli obblighi derivanti dalle normative comunitarie specifiche, sono esclusi dall'ambito di applicazione della Parte Quarta del presente decreto i sedimenti spostati all'interno di acque superficiali o nell'ambito delle pertinenze idrauliche ai fini della gestione delle acque e dei corsi d'acqua o della prevenzione di inondazioni o della riduzione degli effetti di inondazioni o siccità o ripristino dei suoli se è provato che i sedimenti non sono pericolosi ai sensi della decisione 2000/532/CE della Commissione del 3 maggio 2000, e successive modificazioni.”

Secondo quanto previsto dalla legge, il D.M.5/2/1998 e s.m.i. le possibili gestioni dei materiali di esubero prevedono per i fanghi di dragaggio non pericolosi e derivanti da *“attività di dragaggio di fondali di laghi, dei canali navigabili o irrigui e corsi d'acqua (acque interne), pulizia di bacini idrici”* il recupero con le procedure semplificate se composti da limi, argille, sabbie e ghiaie con contenuto in acqua <80%.

Per quanto riguarda la normativa in merito alla gestione dei sedimenti da dragaggio di acque interne si riporta il seguente schema presentato da ISPRA sul quale, sono indicate le vie di gestione possibili.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 9 di 64</p>

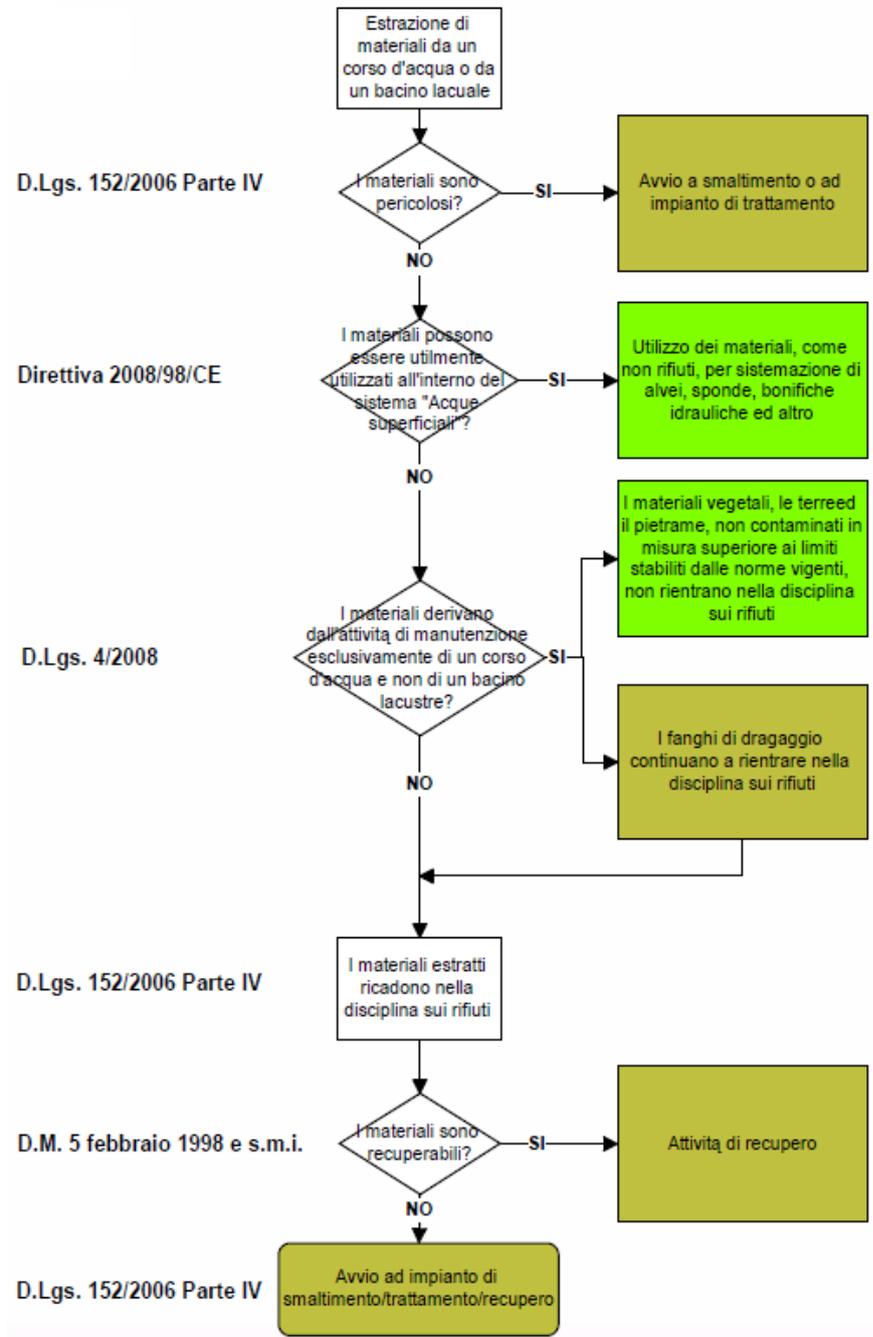


FIGURA 3-1 DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO DECISIONALE

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 10 di 64</p>

In particolare, in base alla direttiva 2008/98/CE art. 2, i sedimenti non pericolosi possono essere spostati non solo all'interno dello stesso corso d'acqua ma all'interno del sistema acque superficiali.

Tale aspetto comporta indubbi:

- benefici ambientali: i sedimenti dragati possono essere utilizzati come ripristini ambientali o rimodellazioni morfologiche
- benefici economici in quanto vengono riutilizzati materiali a km 0.

Le possibilità di riutilizzo possono quindi essere plurime e di vario tipo: accumulo in zone adiacenti al bacino, accantonamento del materiale lungo l'alveo, riprofilatura di versanti, per accumuli in rilevato, mantenimento in situ.

3.2. Normativa Regionale

- Piano di Tutela delle Acque della Sicilia, redatto nel dicembre 2007 e approvato con Ordinanza n. 333 del 24/12/2008 del Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche e la tutela delle Acque della Sicilia, nel quale sono contenute le "Direttive per la salvaguardia ed il miglioramento degli idrosistemi regionali-gestione dei serbatoi artificiali della regione siciliana-", riportanti le modalità generali per la redazione del progetto di gestione degli invasi sottesi da "grandi dighe", come individuate dalla L. 584/94, in conformità al citato art. 114 del D.lgs 52/2006, nonché delle dighe di competenza regionale.
- Il D.D.G. n. 710 del 7/05/2012 "Norme di attuazione dei progetti di gestione" "Regolamento in materia di sbarramenti di ritenuta fluviali non soggetti a D.P.R. n. 1363/1959 di competenza della Regione Siciliana". Il Decreto disciplina il procedimento di approvazione dei Progetti di Gestione delle operazioni di svasso, sfangamento e spurgo degli invasi. Gli invasi sono classificati in 3 tipologie (invasi e piccole dighe, invasi per la laminazione delle piene e traverse)
- L.R. 8 maggio 2018 n. 8, art. 3 che regola l'istituzione dell'Autorità di bacino del distretto idrografico della Sicilia, con compito fra gli altri di istruire e approvare i Piani di Gestione degli Invasi;
- D.S.G. n. 185/2020 con le "Prime direttive per la predisposizione, l'approvazione e l'attuazione dei progetti di gestione degli invasi".
- D.S.G. n 1/2021 con "Linee di indirizzo per la predisposizione, l'approvazione e l'attuazione dei progetti di gestione degli invasi.

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 11 di 64

3.3. Pianificazione territoriale e possibili vincoli

È presente un fortino arabo del 830 dc parzialmente sommerso a bordo invaso.



FIGURA 3-2 – FORTINO MAZZALLAKKAR

L'invaso Arancio è esterno ai siti di protezione ITA04006 “Complesso Monte Telegrafo e Rocca Ficuzza” coincidente anche con il sito ITA0200048 “Monti Sicani, Rocca Busambra e Bosco della Ficuzza”. In fase di redazione del PGI, e qualora si ravvisi che gli interventi di rimozione possano arrecare disturbo alle vicine aree di protezione sarà redatta la VINCA.

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 12 di 64

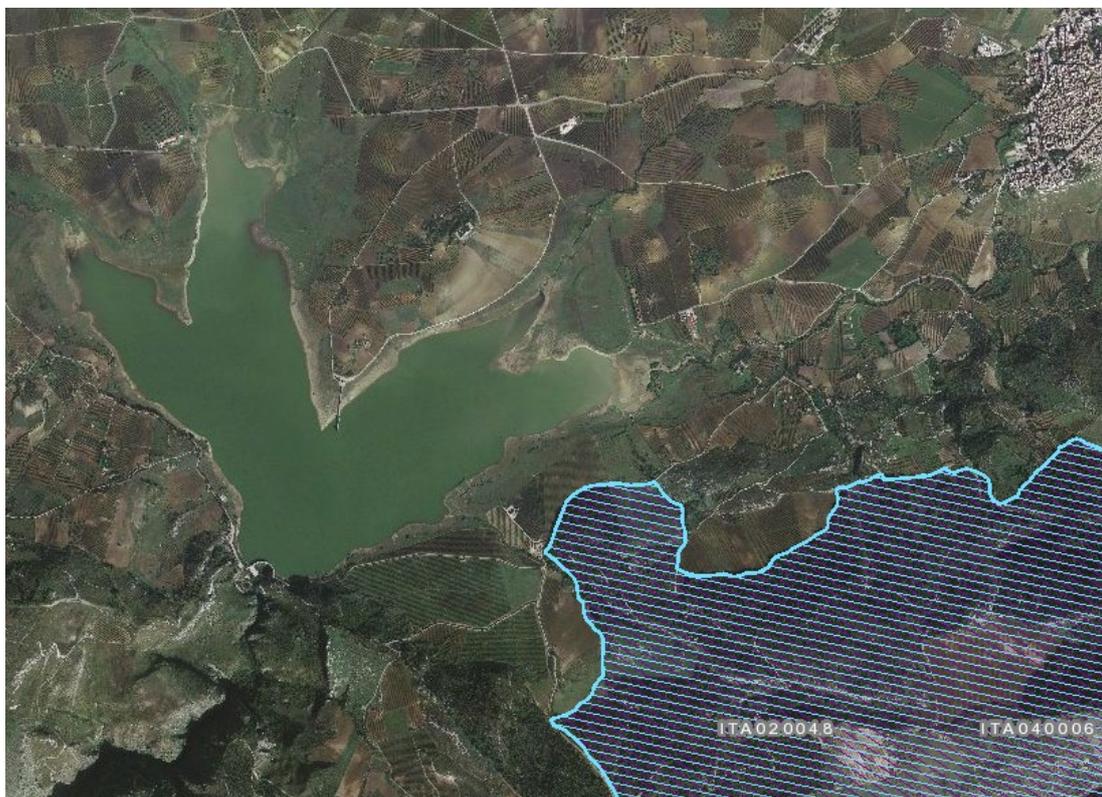


FIGURA 3-3 – PRESENZA DEI SITI DI PROTEZIONE ITA04006 “COMPLESSO MONTE TELEGRAFO E ROCCA FICUZZA” COINCIDENTE ANCHE CON IL SITO ITA0200048 “MONTI SICANI, ROCCA BUSAMBRA E BOSCO DELLA FICUZZA”

Dal punto di vista del **Piano Paesaggistico** il lago Arancio ricade all'interno del Paesaggio Locale PL04. Il Paesaggio Locale PL04 “Alta valle del Carboj”, abbraccia la porzione ad Est del territorio comunale di Santa Margherita Belice, al di sotto dell'altopiano su cui sorge il paese, comprende quasi per intero il comune di Sambuca di Sicilia, con la propaggine meridionale del monte Arancio e infine è delimitato, ad Ovest, dalla valle del torrente Rincione che sfocia nella distesa d'acqua del lago Arancio.

Gli obiettivi di qualità paesaggistica pertinenti con l'invaso sono:

- salvaguardia dei valori ambientali, morfologici e percettivi del paesaggio, delle

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 13 di 64</p>

singularità geomorfologiche e biologiche;

- azioni per il riequilibrio naturalistico ed ecosistemico;
- mantenimento e valorizzazione dell'attività e dell'identità agro-pastorale incrementando contestualmente le potenzialità agricole e turistiche della zona anche mediante la rifunzionalizzazione del patrimonio edilizio rurale;
- tutela, recupero e valorizzazione delle emergenze naturali e culturali (architetture isolate, percorsi storici, aree archeologiche, nuclei rurali abbandonati), e il loro inserimento nel circuito turistico, culturale e scientifico;
- fruizione e valorizzazione a fini turistici del paesaggio e delle risorse culturali e naturali;
- mitigazione dei fattori di degrado ambientale e paesaggistico;
- limitazione degli impatti percettivi determinati dalla realizzazione di infrastrutture, di impianti per la produzione di energia anche da fonti rinnovabili. Redazione di studi di intervisibilità che definiscano gli ambiti di vulnerabilità e limitino gli impatti sulle aree e sui siti di interesse culturale e/o paesistico, anche a distanza.

Il lago Arancio cade in Livello di tutela 3 con i seguenti obiettivi specifici di tutela e valorizzazione del patrimonio paesaggistico attraverso misure orientate a:

- favorire la formazione di ecosistemi vegetali stabili in equilibrio con le condizioni dei luoghi, ai fini della salvaguardia idrogeologica e del mantenimento di habitat e delle relative funzioni ecologiche;
- salvaguardia del fondovalle di pregio ambientale e tutela delle formazioni ripariali;
- recupero paesaggistico-ambientale ed eliminazione dei detrattori e disinquinamento dei tratti compromessi;
- tutela, riqualificazione e ripristino degli elementi di importanza naturalistica ed ecosistemica, al fine del mantenimento dei corridoi ecologici fluviali, elementi fondamentali della rete ecologica con azioni di bonifica e di delocalizzazione di funzioni incompatibili con i valori ambientali ed ecologici associati al fiume;
- recupero e rinaturalizzazione dei tratti artificiali con l'uso di tecniche dell'ingegneria naturalistica;
- effettuare ogni necessario intervento di pulizia degli alvei in funzione della prevenzione del rischio esondazione;

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 14 di 64

- utilizzazione razionale delle risorse idriche nel rispetto dei deflussi minimi vitali necessari per la vegetazione e per la fauna di ambiente acquatico;
- miglioramento della fruizione pubblica e recupero e valorizzazione dei percorsi panoramici, con individuazione di itinerari finalizzati alla fruizione dei beni naturali e culturali;
- conservazione del patrimonio naturale attraverso interventi di manutenzione e rinaturalizzazione delle formazioni vegetali, al fine del potenziamento della biodiversità;
- tutela e recupero delle emergenze storico-culturali e dei percorsi storici, con un loro inserimento nel circuito turistico, culturale e scientifico.

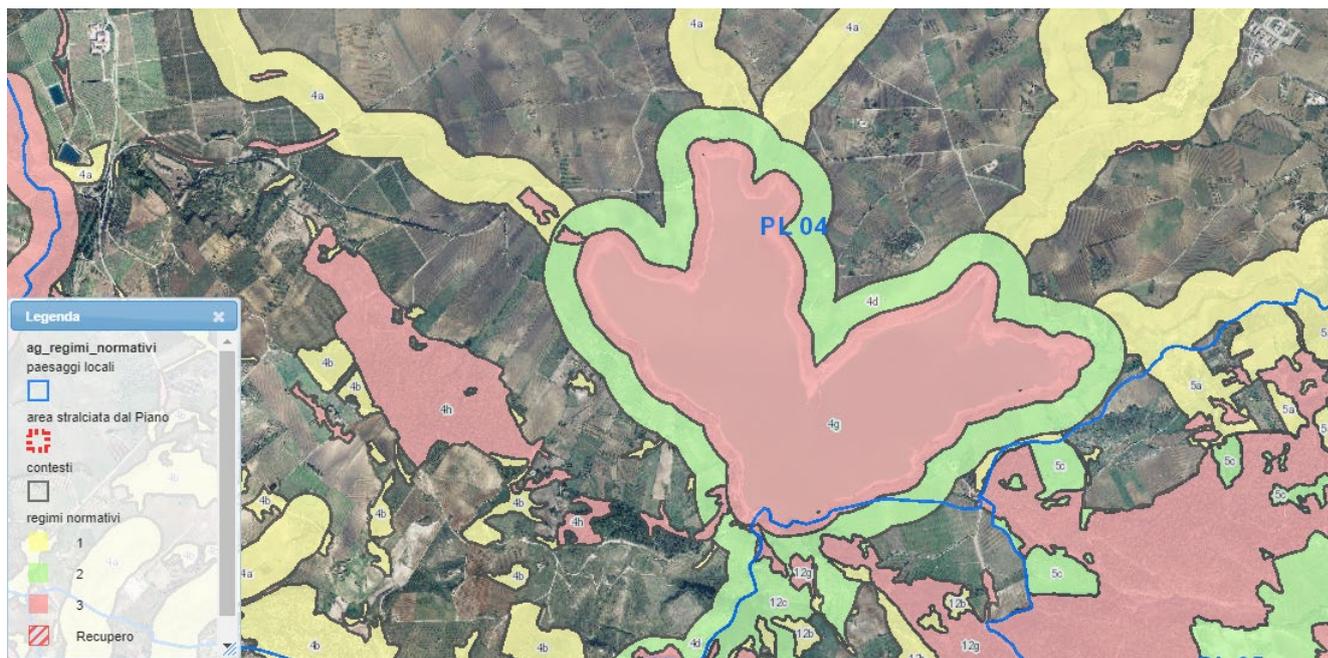


FIGURA 3-4 PIANO PAESAGGISTICO PER L'INVASO ARANCIO

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 15 di 64</p>

4. CARATTERIZZAZIONE DI BASE

4.1. Contesto territoriale a monte e a valle dell'invaso

Il serbatoio Arancio è stato ottenuto mediante lo sbarramento della gola di erosione scavata dalle acque del fiume Carboj ai piedi del monte Arancio. Ebbe origine nel 1951, allorquando l'Ente di Riforma Agraria in Sicilia (oggi Ente di Sviluppo Agricolo) costruì la diga sul Fiume Carboj alla periferia dei territori comunali di Sambuca di Sicilia e Sciacca.

L'assetto morfologico del bacino del Fiume Carboj è piuttosto vario, giacché in esso si riscontrano superfici debolmente ondulate di apprezzabile ampiezza, rilievi collinari con varie acclività dei versanti e forme più aspre, riferibili a configurazioni tipicamente montuose.

L'invaso è alimentato dal bacino imbrifero diretto, dell'estensione di 136 Km² circa, e dall'allacciamento dei torrenti Senore, Bagnitelle, Landori, C.Mulini e Carrigaglia-chi per un'estensione dei bacini allacciati di circa 73Km³. Esso è inoltre alimentato tramite connessione idraulica alla diga di Garcia sul fiume Belice sinistro. Lo schema degli allacciamenti è riportato in Tavola II164S-PGI5-DT-005.

L'area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Carboj e il bacino del Fiume Belice è per lo più drenata da brevi incisioni torrentizie che quasi tutto l'anno sono in regime di magra. Ciò dipende principalmente dalle condizioni climatiche, caratterizzate da brevi periodi piovosi e da lunghi periodi di siccità che determinano nell'area una generale caratterizzazione stagionale dei deflussi superficiali.

L'alveo a valle è spesso invaso da vegetazione ed intersecato da stradelle interpoderali. Immediatamente a valle della diga l'alveo è superato da un ponticello basso a servizio della strada di accesso carrabile alle opere di scarico, che parzializza la sezione utile di deflusso (Figura 4-2). Secondo quanto previsto dal PAI, per la presenza di una stretta incisione e di un attraversamento immediatamente a valle dell'invaso, l'area a valle dell'invaso il rischio alluvioni risulta elevato.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 16 di 64</p>



FIGURA 4-1 PAI PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA NELL'AREA DI INVASO. BLU A VALLE = PERICOLO ALLUVIONE ELEVATO, ARANCIONE = PERICOLO FRANA MEDIO (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE)

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 17 di 64</p>



FIGURA 4-2 – GOLA IMMEDIATAMENTE A VALLE DELL'INVASO. VISIBILE LA VASCA DI DISSIPAZIONE ED ATTRAVERSAMENTO DEL CARBOJ.

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 18 di 64

4.2. Inquadramento idrogeologico ed ambientale del bacino sotteso

Il percorso del F. Carboj, che si sviluppa per circa 23 km, nel tratto di monte denominato Torrente Rincione, è sbarrato dalla diga Arancio in prossimità della stretta sul monte Arancio. Lo sbarramento ha comportato la formazione dell'omonimo Lago Arancio.

All'invaso del lago Arancio vengono inoltre adottati i deflussi del Vallone Carricagiachi, del Vallone Cava e del Vallone Guaricciolo.

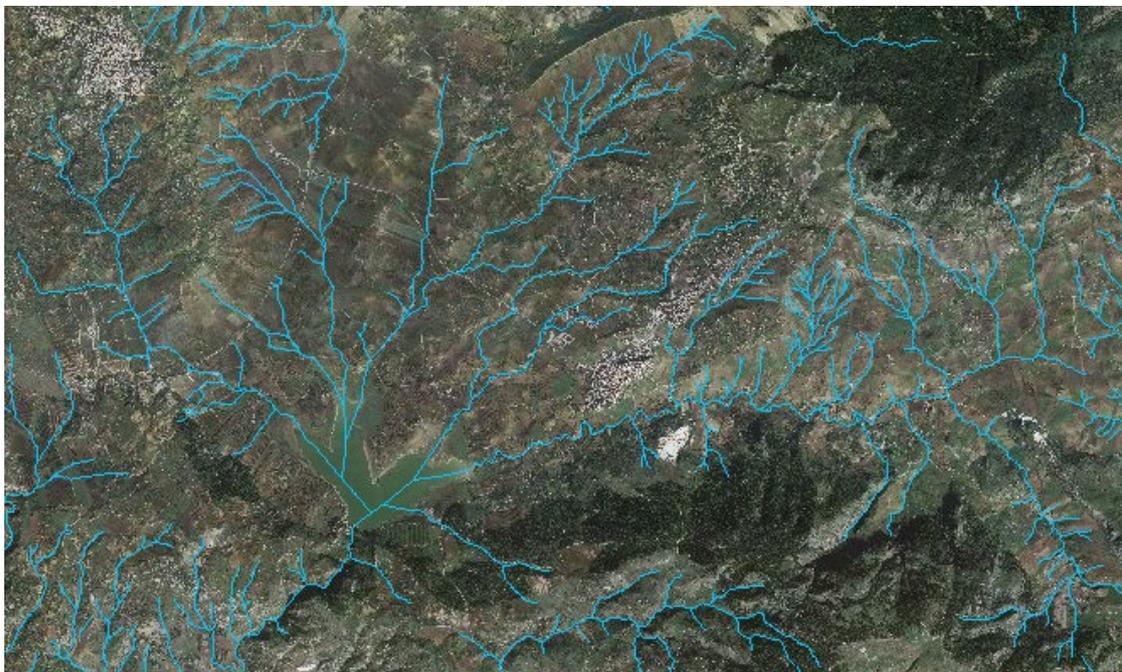


FIGURA 4-3 RETICOLO IDROGRAFICO AFFERENTE ALL'INVASO (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE)

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 19 di 64

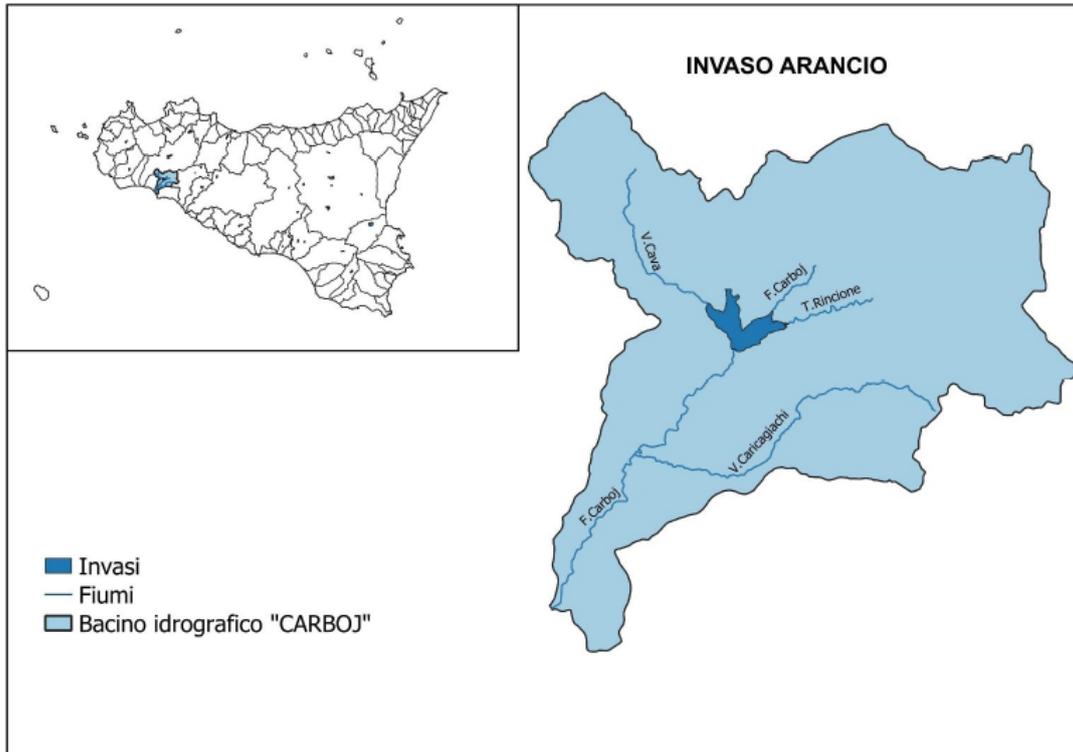


FIGURA 4-4 BACINO IDROGRAFICO AFFERENTE ALL'INVASO (FONTE: RAPPORTO DI MONITORAGGIO DELLO STATO DI QUALITÀ DEI LAGHI E DEGLI INVASI DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA 2014-2019, ARPA)

Come si legge nel “Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), All. A. 19 - Area Territoriale tra il F. Belice e il F. Carboj (058) Bacino Idrografico del Fiume Carboj (059)”, l'area territoriale compresa tra il bacino del Fiume Carboj e il bacino del Fiume Belice è per lo più drenata da brevi incisioni torrentizie che quasi tutto l'anno sono in regime di magra. Ciò dipende principalmente dalle condizioni climatiche, caratterizzate da brevi periodi piovosi e da lunghi periodi di siccità che determinano nell'area una generale caratterizzazione stagionale dei deflussi superficiali.

Occorre comunque ricordare che la densità di un reticolo idrografico è condizionata dalla natura dei terreni affioranti, risultando tanto più elevata quanto meno permeabili sono questi ultimi e quindi maggiormente diffuso è il ruscellamento superficiale.

Il reticolo idrografico superficiale, data la natura dei terreni affioranti (per lo più caratterizzati da permeabilità primaria per porosità) e per le caratteristiche climatiche della zona, risulta complessivamente assai poco sviluppato; esso inoltre denota una modesta capacità

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 20 di 64</p>

filtrante dei terreni affioranti e quindi una discreta capacità di smaltimento delle acque di ruscellamento superficiale.

Più specificatamente, essendo la capacità filtrante dei terreni funzione della granulometria e della eterogeneità dei singoli granuli, nei depositi terrosi che affiorano estesamente nelle piane alluvionali del Fiume Carboj e del Fiume Belice si assiste ad una variabilità sia verticale che orizzontale della permeabilità in funzione della prevalenza o meno della frazione pelitica.

I terreni a monte dell'invaso sono terreni fini alluvionali, argille e marne facilmente dilavabili.

Le caratteristiche litologiche dei terreni, unite all'alternanza di stagioni siccitose e stagioni piovose, portano ad un rischio **frana medio in corrispondenza del reticolo idrografico afferente all'invaso** e conseguentemente elevato trasporto solido invaso.

Le informazioni disponibili e più recenti di letteratura sulla **qualità delle acque** dell'invaso risalgono al 2018 (Rapporto di monitoraggio dello Stato di qualità dei laghi e degli invasi del Distretto Idrografico della Sicilia 2014-2019, ARPA). Le acque dell'invaso sono risultate:

TABELLA 4-1 - STATO DI QUALITÀ INVASO ARANCIO-MACROTIPO I3-ANNO 2018 (FONTE: RAPPORTO DI MONITORAGGIO DELLO STATO DI QUALITÀ DEI LAGHI E DEGLI INVASI DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA 2014-2019, ARPA)

Denominazione corpo idrico/swbcode	Coordinate stazione centro lago (ETRS 79)		Elementi Biologici Fitoplancton		Elementi chimici Macrodescrittori		Elementi chimici a sostegno (Tab 1/B)		Stato Ecologico	Stato Chimico	Livello Confidenza
			ICF	giudizio	LTLecco	giudizio	superamenti	giudizio			
Invaso Arancio IT19LW190593	Lon/Est 13,076308	Lat/Nord 37,632779	0.74	Buono	11	Sufficiente	*	Buono	Sufficiente	Buono**	Medio

*Presenza di Cromo totale in concentrazioni inferiori allo SQA.

** Presenza di Mercurio in concentrazioni inferiori allo SQA.

Le pressioni individuate a livello di corpo idrico, come riportate dall'aggiornamento del PdG (2016), sono principalmente pressioni diffuse agricole con impatto di tipo organico e pressioni puntiformi dovute agli scarichi urbani.

Dai risultati ottenuti per l'anno 2018, l'invaso Arancio raggiunge complessivamente lo STATO "SUFFICIENTE".

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 21 di 64

4.3. Descrizione delle caratteristiche meteorologiche e idrologiche del bacino

Il clima locale prevede un periodo piovoso autunno-primaverile da un periodo siccitoso più o meno prolungato che va dalla primavera all'inizio dell'autunno.

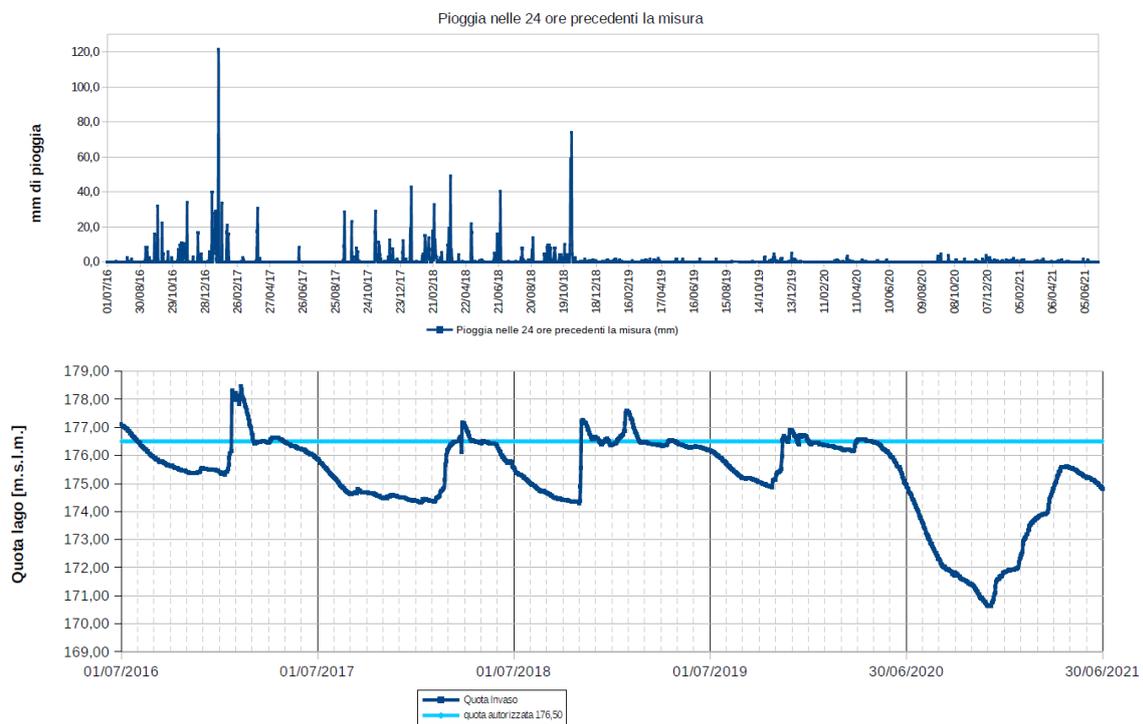


FIGURA 4-5 – QUOTE DI INVASO E MM DI PIOGGIA DAL 2016 AL 2021 (FOGLIO DI ASSEVERAZIONE 2021, I SEMESTRE)

Dalla Figura 4-5 si osservano le fluttuazioni dei livelli di invaso a seguito dei prelievi idrici per l'irrigazione durante il periodo maggio-ottobre. Si osserva che negli ultimi 5 anni la quota minima raggiunta è stata nel novembre 2020 con un valore di circa 170,70 m slm (quota di minima regolazione 157,76 m slm).

Nella Relazione Idrologico Idraulica per la stazione Diga Arancio risultano disponibili 61 anni di osservazione (dal 1955 al 2016), mentre per la stazione di S. Margherita Belice si dispone dei dati di 21 anni. L'analisi dei dati ha portato a definire le curve di possibilità pluviometrica indicate in Figura 4-6.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 22 di 64

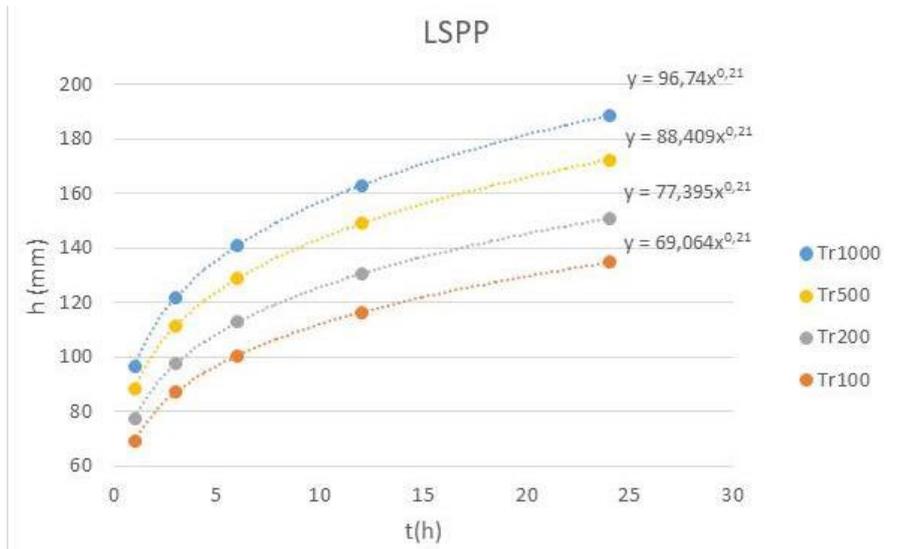


FIGURA 4-6 - CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA IN FUNZIONE DEL TEMPO DI RITORNO (TCEV)

4.4. Descrizione dell'opera di sbarramento e dell'invaso

4.4.1. Invaso e diga Arancio

Si riporta di seguito una sintesi degli aspetti salienti e pertinenti con il Piano Operativo e si rimanda al Piano di Gestione per dettagli ed ulteriori informazioni sulla diga e invasore.

L'invaso Arancio, ubicato tra i comuni di Sambuca di Sicilia e Sciacca in provincia di Agrigento, è generato dallo sbarramento del fiume Carboj in località Stretta di Monte Arancio. L'area del bacino sotteso dalla diga, completata nel 1952 e in esercizio dal 1953, è di circa 138 km² cui devono aggiungersi tre bacini allacciati per una superficie complessiva di circa 210 km².

La capacità totale (Legge 584/94) è di 34,80 Mm³. L'invaso è utilizzato solo a scopo irriguo a favore del Consorzio di Bonifica della Sicilia Occidentale. L'invaso può ricevere, come già indicato, i volumi in esubero dal lago Garcia a cui è collegato tramite una condotta di adduzione funzionante a gravità.

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 23 di 64

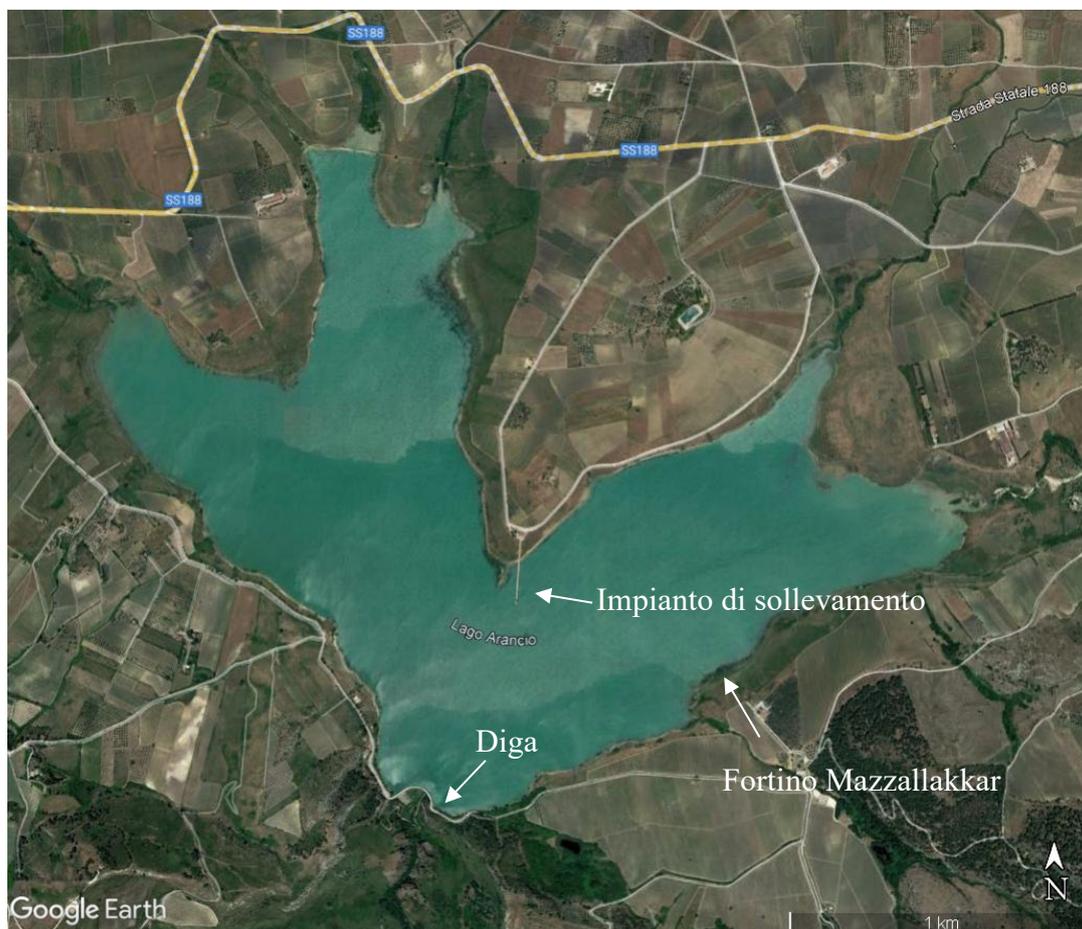


FIGURA 4-7 IMMAGINE SATELLITARE DELLA DIGA E DELL'INVASO (DA: GOOGLE EARTH).

Le caratteristiche principali del serbatoio sono le seguenti:

- Altezza diga (ai sensi del DM 24.03.82): 47 m
- Altezza diga (ai sensi della L. 584/94) 42,20 m
- Altezza di massima ritenuta: 41,60 m s.m.
- Quota di coronamento: 181 m slm
- Sviluppo del coronamento: 137,70 m
- Tipologia della diga: diga muraria a volta ad arco

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 24 di 64</p>

- Franco (ai sensi del DM 24/03/82): 1,00 m
- Franco netto (ai sensi del DM 24.03.82): 0,16 m
- Quota di massimo invaso: 180,00 m slm
- Quota massima di regolazione: 179,00 m slm
- Quota massima autorizzata per l'esercizio del serbatoio: 176,50 m slm
- Quota massima raggiungibile in occasione di eventi di piena: 178¹ m slm
- Quota di minima regolazione: 157,00 m s.m.²
- Superficie specchio liquido:
 - alla quota di massimo invaso: 3,702 Km²
 - alla quota di massima regolazione: 3,404 Km²
 - alla quota di minima regolazione: 1,776 Km²
- Volume totale di invaso (D.M. 24/3/1982): 38,40 x 10⁶ m³
- Volume di invaso (L. 584/1994): 34,80 x 10⁶ m³
- Volume utile di regolazione: 34,79 x 10⁶ m³
- Volume di laminazione: 3,60 x 10⁶ m³
- Superficie bacino imbrifero direttamente sotteso: 136 Km²
- Superficie bacino imbrifero allacciato: 73 Km²
- Portata di massima piena di progetto: 430 m³/s
- Tempo di ritorno di progetto corrispondente al valore di massima piena: N.D.

Il volume destinato all'interrimento non è noto.

¹ Autorizzazione con nota prot. N°1007 del 20/04/2010 dell'Ufficio Tecnico delle dighe di Palermo;

² Si fa notare che nel F.C.E.M. la quota dell'opera di presa è indicata alla 157,76

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 25 di 64

Il serbatoio è soggetto a limitazione d'invaso imposto dall'Ufficio Tecnico per le Dighe a causa dell'inadeguato funzionamento delle paratoie dello scarico di superficie. Ciò implica una riduzione del volume accumulabile di circa 10 Mm³.

La **diga muraria** ad arco semplice è stata collaudata, ai sensi dell'art. 14 D.P.R. n. 1363/59, il 10/07/1958 ed ha acquisito anche il collaudo statico e tecnico-amministrativo.



FIGURA 4-8 – DIGA AD ARCO LATO INVASO, CORONAMENTO E SCARICO DI SUPERFICIE

Scarico di fondo (Tavola II164S-PGI5-DT06): è costituito da una galleria del diametro di 2.00 m, con imbocco in calcestruzzo armato sagomato a pipa, munito di griglia, con soglia a quota 148.42 m s.l.m. La galleria sottopassa le fondazioni della diga in sponda sinistra ed è intercettata, a circa 86 m dall'imbocco, da due paratoie piane in serie. La galleria è stata utilizzata per la derivazione delle acque durante la costruzione della diga e, per evitare l'interrimento dell'imbocco durante l'esercizio, la soglia risulta rialzata di 8.00 m dall'alveo del torrente.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
III164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 26 di 64

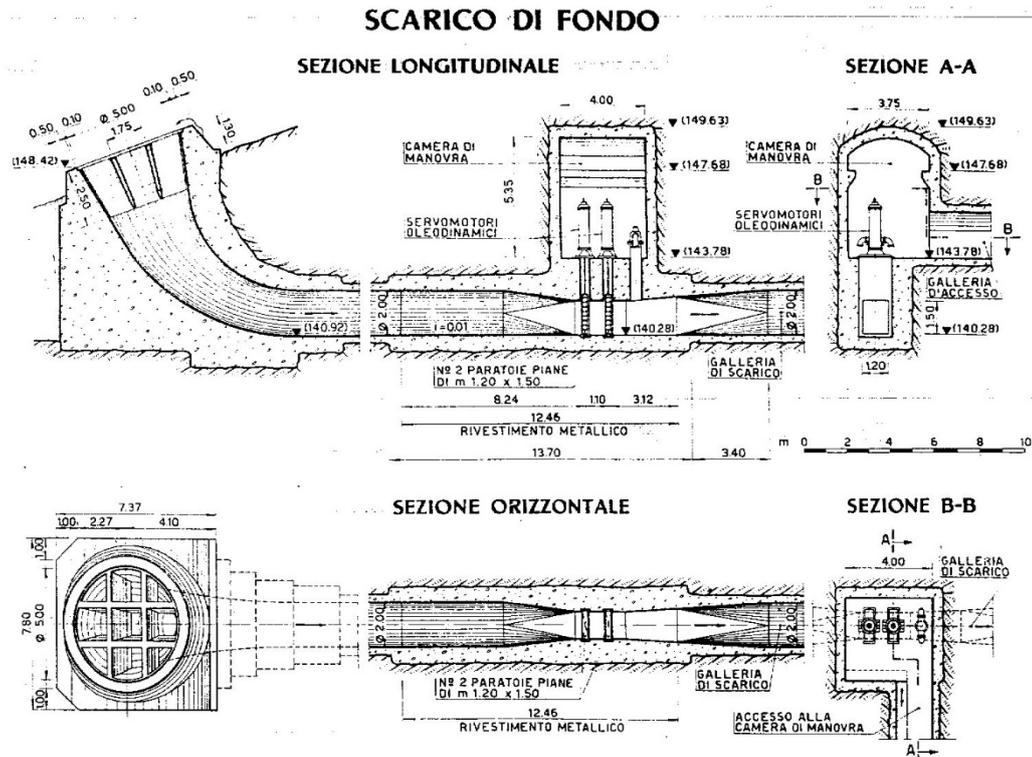


FIGURA 4-9 – SEZIONI DELLO SCARICO DI FONDO (FONTE: F.C.E.M.)

Scarico di esaurimento (Tavola III164S-PGI5-DT07): consiste in una tubazione metallica del diametro di 750 mm, che attraversa il tampone di fondazione, con imbocco svasato e soglia a quota 141.50 m s.l.m., protetto da una griglia; la tubazione è intercettata a valle da una valvola a fuso di tipo Johnson (non funzionante a causa dell'interrimento) manovrabile elettricamente o a mano da apposita cabina ricavata nel tampone di fondazione;

Opera di presa e condotte di derivazione: le opere di derivazione originaria, a scopo promiscuo idroelettrico e irriguo (oggi funzionante esclusivamente per il secondo), sono costituite da una galleria in sinistra, avente diametro 1.80 m e lunghezza di 2546.60 m, e camera di manovra ispezionabile tramite galleria, con accesso da valle diga, in sinistra. L'opera di presa è posta a quota 157.76 m s.l.m.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 27 di 64

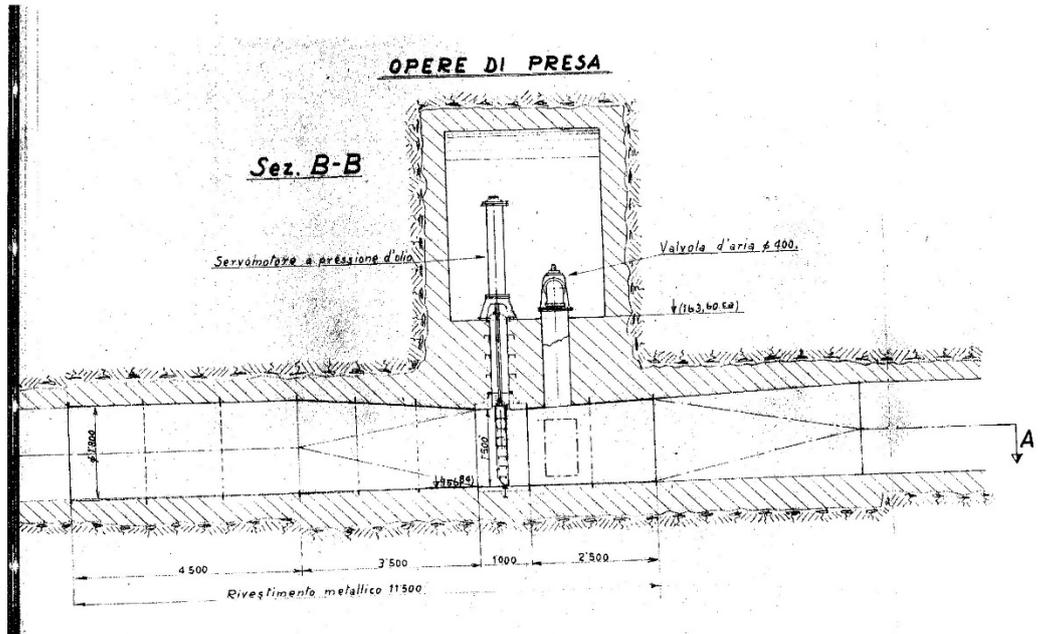


FIGURA 4-10 – SEZIONE DELL'OPERA DI PRESA

Scarico di superficie (Tavola II164S-PGI5-DT08) (Figura 4-8): è ubicato in sponda destra in prosecuzione della spalla della diga ed in direzione tangenziale all'arco di coronamento. Esso consiste in un manufatto di calcestruzzo con soglia alla quota di 177.50 m s.l.m. munito di tre luci intercettate da paratoie a ventola in grado di ritenere il livello idrico a quota 179.00 m s.l.m. Le acque di scarico sono convogliate a valle da uno scivolo provvisto al termine di una vasca di smorzamento (Figura 4-2) con fondo a quota 138.20 m s.l.m.. Le paratoie vengono tenute sempre aperte per un mal-funzionamento.

Vasca di dissipazione (Figura 4-2): la vasca di dissipazione è a pianta rettangolare, con dimensioni 30 x 8.50 m; è collocata al termine dello scivolo dello scarico di superficie ad una quota di fondo vasca pari a 138.20 m s.l.m.

Impianto di sollevamento ad uso irriguo dal lago di Arancio: sulla sponda lato nord dell'invaso è presente l'impianto di sollevamento Castellazzo-Arancio a fini irriguo. L'impianto, realizzato nel 1982, è stato successivamente rifatto dal punto di vista idraulico, meccanico ed elettrico. In particolare, sono state installate n 3+1 elettropompe ad asse verticale ciascuna sollevante una portata di 397,33 l/s con una prevalenza di 112 m. L'impianto preleva acque dall'invaso e le immette nella rete di

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 28 di 64

distribuzione a partire da aprile fino ad Ottobre. Nel periodo dal 2006 al 2008 la portata media sollevata nella stazione irrigua è risultata fra 32,52 e 34,10 l/s, mentre nella stagione non irrigua la portata media sollevata è stata fra 0,04 e 0,16 l/s. Il volume annuo sollevato nel periodo dal 2006 al 2008 è stato variabile da 506.000 Mm³ a 620.000 Mm³.

Sponde dell'invaso: la conca del serbatoio è costituita in prevalenza da sedimenti marnosi ed argillosi che danno un buon affidamento riguardo alla tenuta.

Il lago è circondato per tutta la sua estensione da colline di modesta altezza e pendii molto dolci, tipici di queste formazioni argillose e intensamente coltivati.



FIGURA 4-11 – VISTA DELL'INVASO E DELLE SPONDE DAL CORONAMENTO. VISTA DI SAMBUCA DI SICILIA SULLO SFONDO

4.4.2. Accessi alla diga

Dalla strada statale n° 624 Palermo – Sciacca, uscita per Sambuca di Sicilia e lago Arancio, si percorre la strada statale n° 188 in direzione Sambuca.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 29 di 64</p>

L'accesso alla diga è assicurato da una strada realizzata dall'ESA e indicata da apposita segnaletica.

L'accesso alle gallerie e camere di manovra è garantito da una scala in calcestruzzo in spalla sinistra e da una stradella carrabile sterrata.

4.5. Caratterizzazione dell'invaso

4.5.1. Disposizione planimetrica del materiale sedimentato

Il rilievo batimetrico del 2022 è stato eseguito con drone da imbarcazione (ASV geodrone) la distribuzione planimetrica del materiale solido in vaso è riportata in Tavola II164S-PGI5-DT-10, II164S-PGI5-DT-11.

La metodologia di indagine del rilievo topobatimetrico è riportata nella Relazione II164S-PGI4-RT-03.

Si osserva che il fondo dell'invaso ora si è mediamente attestato alla quota di 162,50-163 m slm.

In Figura 4-13 si osserva un dettaglio delle tavole sopra citate in particolare in prossimità del corpo diga e delle opere di scarico di fondo, opera di presa e superficie.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 30 di 64</p>

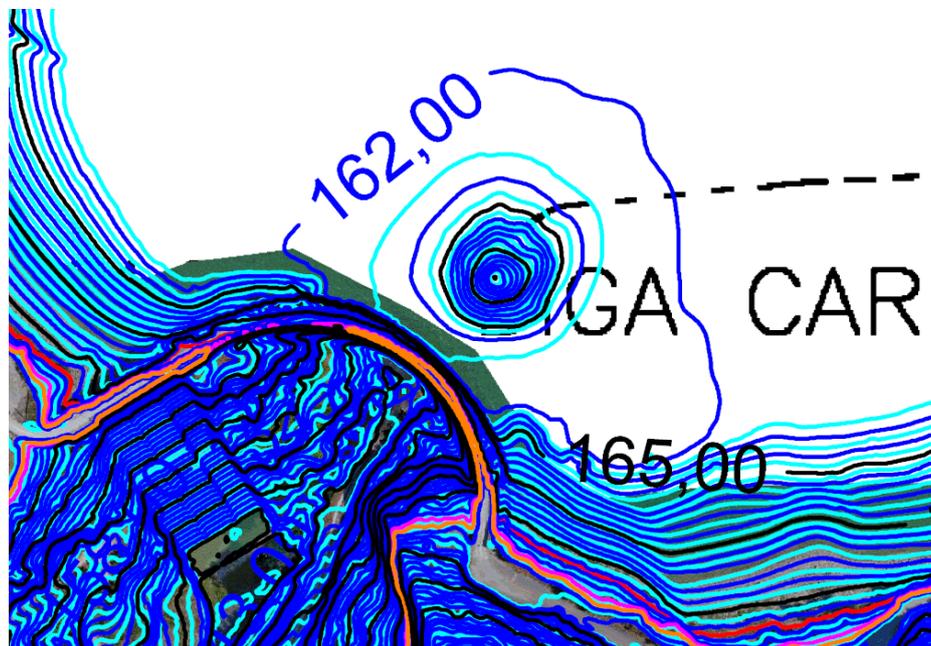
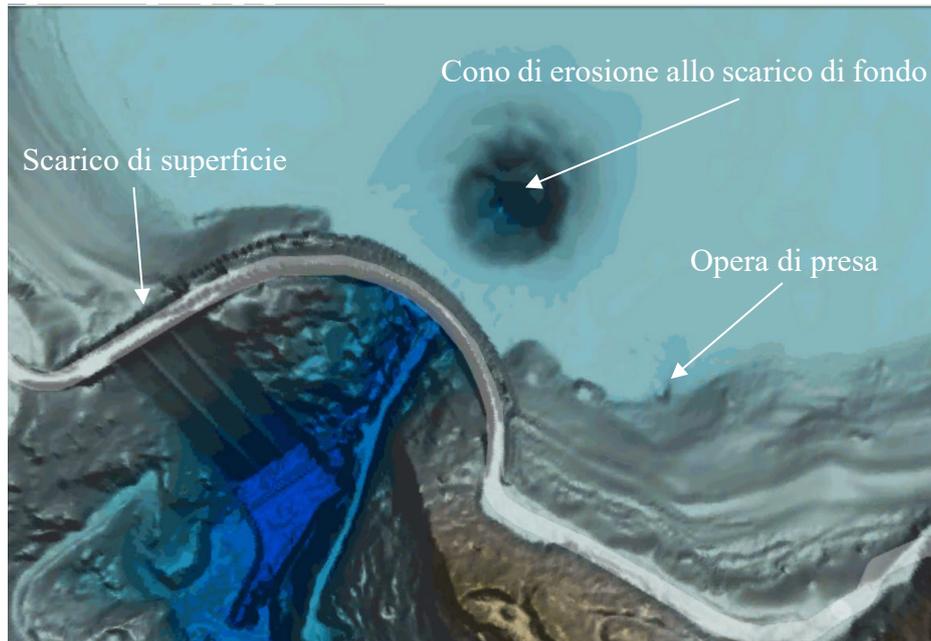


FIGURA 4-12 – PLANIMETRIA DEL RILIEVO TOPO-BATIMETRICO 2022 IN PROSSIMITÀ DEL CORPO DIGA. SONO VISIBILI LO SCARICO DI FONDO, L'OPERA DI PRESA E LO SCARICO DI SUPERFICIE.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 31 di 64</p>

Nella zona sovrastante l'imbocco dello scarico di fondo il rilievo batimetrico ha evidenziato la formazione di un cono di erosione creato dalla corrente. Tale cono di erosione era già stato rilevato nella batimetria del 2013 ed era interessato dalla presenza di sedimenti piuttosto liquefatti sebbene con un alto grado di torbidità. Infatti, nonostante la restrizione dell'area di deflusso, lo scarico profondo risulta funzionante e libero da ostruzioni significative che ne impediscono il corretto meccanismo.

Tale osservazione viene confermata anche dal presente rilievo. Per il confronto dei diversi rilievi in prossimità allo scarico di fondo si rimanda al capitolo 4.6.3.

Anche l'opera di presa si presenta libera da sedimenti.

4.5.1. Calcolo del volume di materiale solido sedimentato nel serbatoio

Nel 1991 è stata effettuata un'indagine topo-batimetrica, consistente nel rilievo topografico della parte emersa (all'epoca da quota 164,85 a quota 180,00), appoggiando il rilievo stesso a caposaldi di quota nota o a poligonali di riferimento, ed al rilievo idrografico delle superfici bagnate, che ha consentito di determinare il grado di interrimento del fondo del bacino.

La perdita di capacità di invaso era stata quantificata approssimativamente in 2.500.000 m³, pari a circa il 7% della capacità totale, e si ritiene conseguenza quasi esclusiva degli apporti di sedimentazione.

Il livello di interrimento a tergo dello sbarramento, al 1991, era a quota 158 m slm.

Un'indagine batimetrica eseguita nel **2013 ha rilevato l'invaso tra la quota minima di m 156,00 s.l.m. e la quota massima di rilievo di m 175.00 s.l.m.** a cui corrispondeva un volume invasato di 19.789.305 m³. Non sono state indagate le quote superiori.

Nella zona sovrastante l'imbocco dello scarico di fondo il rilievo batimetrico ha evidenziato la formazione di un cono di erosione creato dalla corrente e interessato dalla presenza di sedimenti piuttosto liquefatti sebbene con un alto grado di torbidità. Infatti, nonostante la restrizione dell'area di deflusso, lo scarico profondo risulta funzionante e libero da ostruzioni significative che ne impediscono il corretto meccanismo.

Dal rilievo del 2013 l'interrimento a tergo dello sbarramento risultava essere a quota 160,00 m s.l.m. quindi con ulteriore interrimento di 2,00 m. rispetto l'indagine topo-batimetrica del 1991.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 32 di 64

Al 2013, il volume d'interrimento è stato stimato in prima analisi come differenza tra il risultato della batimetria a quota 175.00 m s.l.m. (19.789.305 m³) ed il volume come risulta dalla batimetria eseguita nel 1991 che riporta un volume idrico a quota 175.00 di 20.855.203 m³; quindi, risultava volume di interrimento di 879.557 m³.

Il rilievo batimetrico del 2022 è stato eseguito con drone da imbarcazione (ASV geodrone) e l'interrimento a tergo dello sbarramento nel 2022 è risultato essere a quota 162,00 m s.l.m. quindi con ulteriore interrimento di 2,00 m rispetto l'indagine topo-batimetrica del 2013.

Il volume di invaso alla quota dell'opera di presa nel 2022 (157,76 m slm) è praticamente esaurito e pari a 1.515 m³.

Il grafico superfici/volumi per l'invaso della diga Arancio è riportato in Figura 4-16.

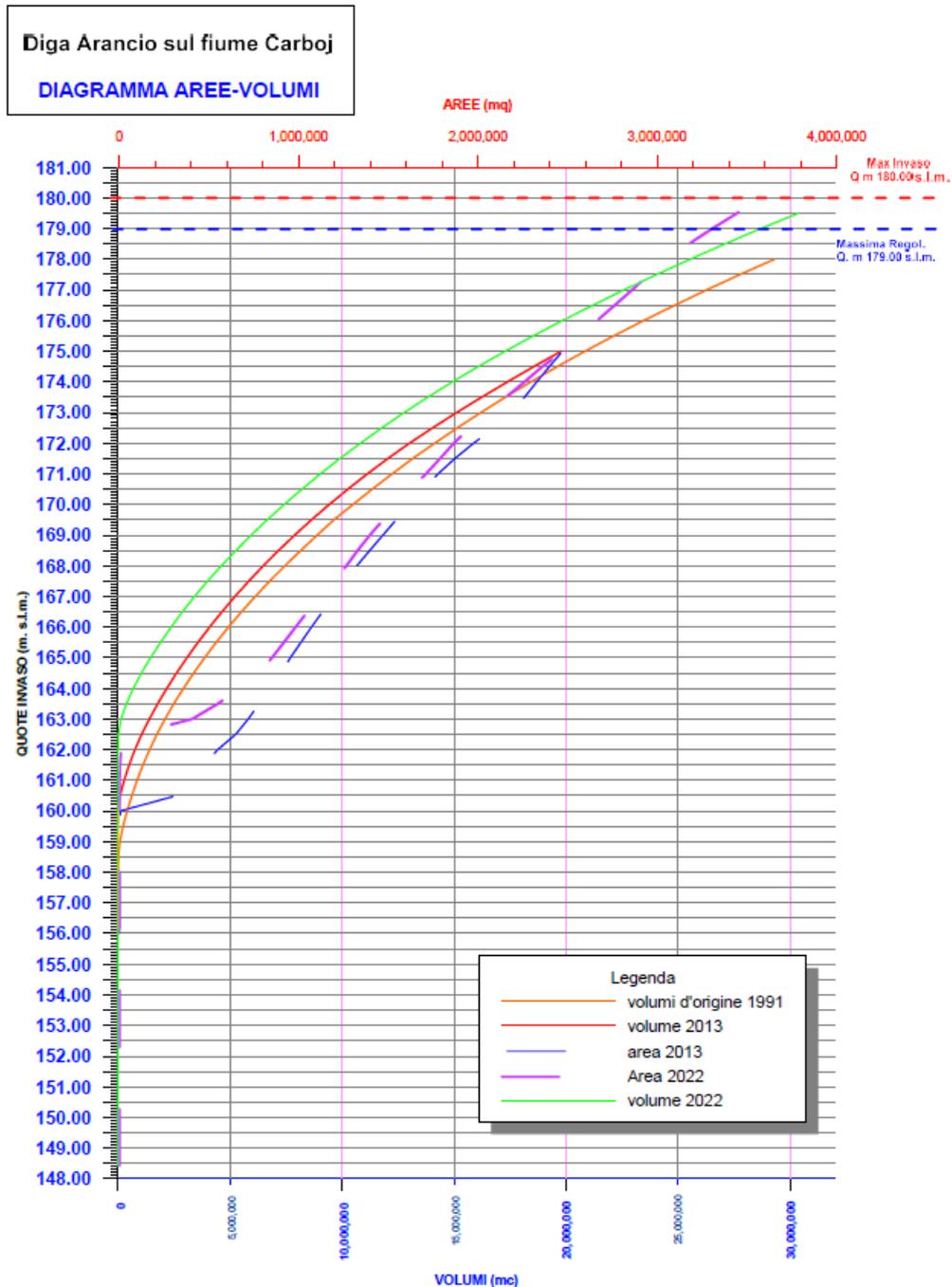


FIGURA 4-13 – IL GRAFICO SUPERFICI/VOLUMI PER LA DIGA ARANCIO

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
III164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 34 di 64

Il volume d'interrimento è stato quindi determinato come differenza tra il risultato delle batimetrie eseguite nel tempo ed i volumi indicati nel F.C.E.M. (Tabella 4-2).

In Tabella sono riportati i valori osservati durante i vari rilievi batimetrici eseguiti nel tempo. Ove riportato n.d. il dato non è disponibile.

Preme osservare che il rilievo del 2022 è stato eseguito con metodologia differente con maglia di rilievo di 50x50cm, differente dai precedenti rilievi.

Il **Grado di Interrimento (GI) percentuale del serbatoio**, definito come il rapporto, espresso in percentuale, tra il volume di interrimento presente nell'invaso ed il corrispondente volume di invaso al tempo iniziale è dato da:

$$GI = \frac{(V_{Int})_{\Delta T}}{V_{Ti}} \times 100$$

Il primo invaso sperimentale è stato eseguito nel gennaio 1953. Nelle tabelle che seguono vengono calcolati i gradi di interrimento desumibili dalle batimetrie eseguite nel tempo. Il grado di interrimento è sempre calcolato rispetto al valore iniziale del 1953.

L'interrimento da Gennaio 1953 (inizio invasi sperimentali) al 1991, 2013 e 2022 (data di esecuzione dei rilievi batimetrici), può essere così valutato:

TABELLA 4-2 – VOLUMI LIQUIDI, INTERRIMENTO NEL TEMPO E GRADO DI INTERRIMENTO: BATIMETRIE 1991, 2013 E 2022.

Quota (m slm)	Nota	Data	Volume liquido (m ³)	Volume liquido perso dal 1953 (m ³)	GI %
180	Volume totale invaso	F.C.E.M.	38.400.000	0	0%
		1991	n.d.	-	-
		2013	n.d.	-	-
		2022	32.098.283	6.301.717	16,4%

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 35 di 64

179	Volume totale invaso al li- vello massima regolazione (L.584/94)	F.C.E.M.	34.800.000	0	0%
		1991	28.984.908	5.815.092	16,7%
		2013	n.d.	-	-
		2022	28.689.406	6.110.594	17,6%
179	Volume utile regolazione	F.C.E.M.	34.795.000	0	0%
		1991	24.852.991	9.942.009	29%
		2013	n.d.	-	-
		2022	28.687.891	6.107.109	17,6%
176,5	Volume auto- rizzato	F.C.E.M.	n.d.		
		1991	24.852.991	.-	-
		2013	n.d.	-	-
		2022	21.194.258	-	-

Dai dati sopra indicati emerge che il volume utile di regolazione del serbatoio nel 2022 è pari a 28.687.891 m³ con una perdita dal 1953 (inizio invasi sperimentali) pari ad un valore stimato del 17,6% del suo volume.

Il volume autorizzato al 2022 si attesta a 21.194.258 m3.

Al di sotto dell'opera di presa in volume si è praticamente esaurito.

Di norma tale volume è ottenuto per differenza dal volume totale di invaso L.584/94 ed il volume utile (Figura 4-18); secondo i dati indicati a F.C.E.M. tale volume sarebbe pari a 5.000 m³ (34.800.000 m³-34.795.000 m³). Ciò nonostante, dalla batimetria realizzata nel 1991, si osserva che alla quota dell'opera di presa il volume disponibile in invaso era pari a 7.687 m³, superiore a quello calcolabile dal F.C.E.M. Non disponendo di una planimetria originaria dell'invaso non è possibile fare ulteriori considerazioni sul volume sedimentato al di sotto di tale quota, se non rilevare che attualmente il volume alla quota dell'opera di presa (quota 157,76 m slm) è pari a 1.515 m³.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 36 di 64

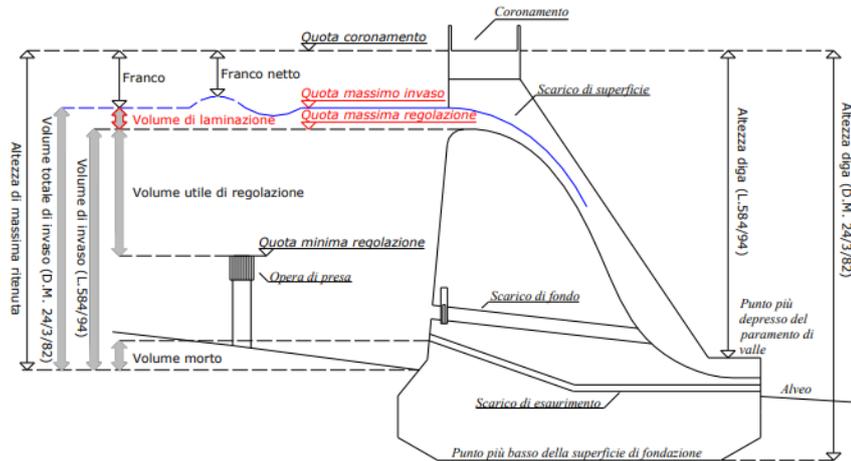


FIGURA 4-14 – QUOTE DI INVASO E RELATIVI VOLUMI, SCHEMA GENERALE.

4.5.2. Stato di interrimento in prossimità degli organi di scarico e presa

La Diga Arancio è fornita dai seguenti organi di scarico:

a) **Scarico di fondo** - soglia a quota m 148,42

Lo scarico risulta funzionante. In Tavola II164S-PGI5-DT012 si riporta una sezione con attuale interrimento dell'opera.

Come si vede dalla Tavola attorno allo scarico è presente un cono di erosione che consente allo scarico di funzionare.

Il fondo del cono di erosione il cui fondo si attesta alla 150 m slm. Dato che lo scarico risulta funzionante probabilmente lo spessore che risulterebbe presente sopra lo scarico è costituito da formazione di sedimentazioni sciolte o materiali con alto grado di torbidità così come indicato nel rilievo 2013.

Già nel 1991, da quanto osservabile dal rilievo batimetrico, la quota minima di invaso era pari a 149,10 m (ovvero 50-60 cm superiore allo scarico di fondo).

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 37 di 64

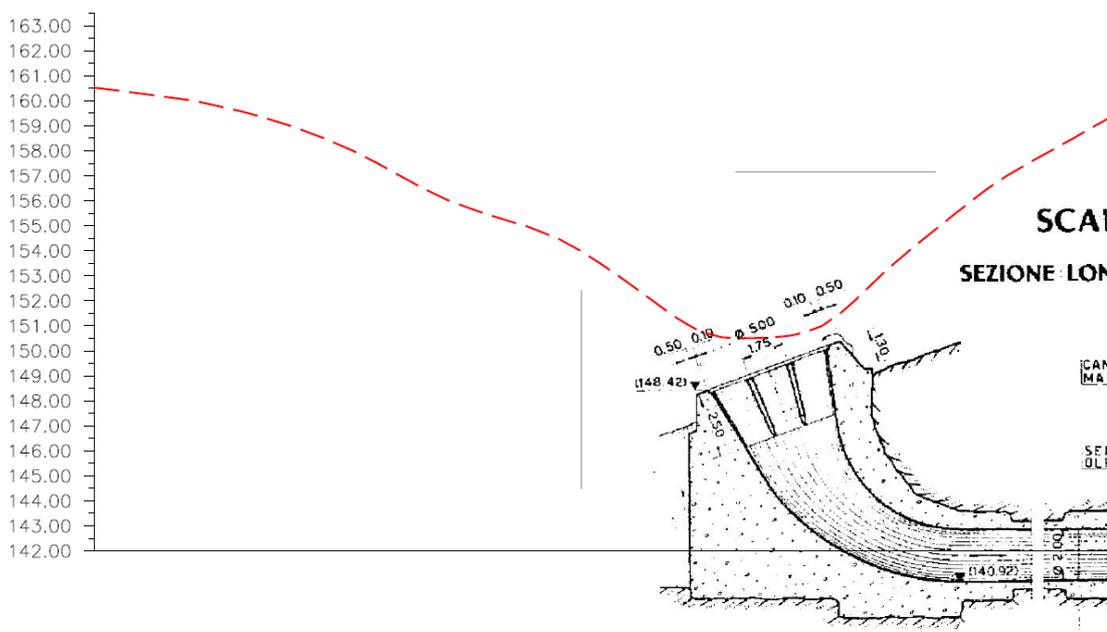


FIGURA 4-15 – SEZIONE ALLO SCARICO DI FONDO CON PROFILI DEL RILIEVO BATIMETRICO 2022 (ESTRATTO DA TAVOLA II164S-PGI5-DT012).

Sebbene lo scarico risulti funzionante, al fine di mantenerne nel tempo l'efficienza, si ravvisa l'opportunità di eseguire un intervento di pulizia che ne salvaguardi e mantenga la funzionalità.

b) **Scarico di esaurimento** - soglia a quota m 141,50

come già osservato nel rilievo batimetrico del 2013 lo scarico di esaurimento risulta interrto. Tale aspetto è indicato anche nel verbale della visita di vigilanza del Settembre 2021. Vedasi Tavola II164S-PGI5-DT013.

b) **opera di presa** è funzionante. I sedimenti arrivano alla presa con quota circa 161,50 m s.l.m., e la quota minimo di imbocco dell'opera indicata a F.C.E.M. è 157.76 m s.l.m.. Non si dispone di una sezione dell'opera di presa (se non quella di Figura 4-6 che non chiarisce la sezione all'imbocco) non è quindi possibile riportare una sezione della stessa con l'attuale interrimento.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 38 di 64

Tuttavia, si osserva dal rilievo batimetrico (Figura 4-14) la presenza di una depressione in corrispondenza dell'opera di presa, il che sta ad indicare che la presa è libera, almeno parzialmente, e funzionante, come peraltro riportato nel verbale di visita di vigilanza del settembre 2021 “...La paratoia di derivazione è mantenuta costantemente in posizione di totale apertura per consentire al CB3 di Agrigento autonome regolazioni dalla camera di manovra di rispettiva competenza posta più a valle. L'asseverazione annuale (2020) delle opere di derivazione è stata regolarmente redatta e trasmessa all'UTD di Palermo che l'ha assunta al prot. in ingresso n.1209 del 20.01.2021”.

Sempre stando al rilievo batimetrico (Vedasi Tavola II164S-PGI5-DT-011) la quota di sedime in prossimità dell'opera di presa raggiunge la quota di 162 m slm per un ampio areale.

Nel presente Piano Operativo si propone un escavo di sedimenti nell'intorno dello scarico di fondo, che va ad interessare anche l'opera di presa, ottimizzando quindi le attività di escavo in una unica operazione.

4.5.3. Caratterizzazione qualitativa dei sedimenti presenti nell'invaso

La definizione degli analiti da indagare con le analisi di laboratorio è stata effettuata tenendo conto delle pressioni antropiche presenti sul bacino imbrifero sotteso a monte della sezione di sbarramento come definite nel Piano di Caratterizzazione.

Sono stati campionati 6 sedimenti superficiali con benna Van Veen come previsto dal Piano di Caratterizzazione ed indicato nella figura che segue ed eseguite 3 carote in prossimità dello scarico di fondo (S1, S2, S3) valutate in 3 diversi livelli di profondità.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 39 di 64



FIGURA 4-16 UBICAZIONE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI (PUNTI S) E PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE (PUNTI A)

I risultati della caratterizzazione sono indicati nelle Tabelle che seguono.

I sedimenti superficiali sono risultati con predominanza della frazione granulometrica pelitica variabile fra il 55 e 86% e successivamente sabbiosa fra il 14,27 e 45% per tutti i campioni.

I sedimenti composti prelevati dalle 3 carote presentano invece componente granulometrica molto più fine, con quasi totalità della frazione pelitica 96-100%.

Per tutti i parametri analizzati nei campioni superficiali le concentrazioni risultano inferiori a colonna A, Tab. 1, All.5, Parte IV del DLgs. 152/06 (destinazione d'uso verde pubblico).

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 40 di 64

I sedimenti possono quindi essere riutilizzati per qualsiasi destinazione d'uso, come pure per la riqualificazione ambientale di zone morfologicamente dissestate o comunque alterate rispetto alla conformazione naturale dei terreni limitrofi, come ad esempio vecchie cave dismesse, per una definitiva sistemazione a verde.

I sedimenti prelevati in prossimità allo scarico di fondo presentano i seguenti superamenti:

- un superamento per Arsenico nel campione superficiale con una concentrazione di 28,1 mg/Kg contro un limite di colonna A del DLgs. 152/06 di 20 mg/Kg
- superamenti per Cadmio in tutte e tre le carote, ovvero a tutte le profondità analizzate. I superamenti sono di colonna A per i S1 (profondo) e S2 (intermedio) e di colonna B (suolo ad uso industriale) il cui limite è 15 mg/Kg.

Le concentrazioni sono comunque ampiamente al di sotto del limite per pericolosi. Si ricorda a tal riguardo che, in base alla direttiva 2008/98/CE art. 2, **i sedimenti non pericolosi possono essere spostati non solo all'interno dello stesso corso d'acqua ma all'interno del sistema acque superficiali** (Figura 3-1). Pertanto, qualora fosse necessario tali sedimenti possono essere spostati non solo all'interno dell'invaso ma anche all'interno dell'area del corpo idrico afferente. **Pertanto, è ammissibile il loro refluento in area periferica all'invaso, che come proposto è nell'interno della quota del livello di massimo di invaso.**

Gli altri parametri osservati sono nella norma.

Per i sedimenti in prossimità dello scarico di fondo, sono stati inoltre analizzati i parametri per la valutazione di idoneità allo spargimento dei sedimenti come uso agricolo, tuttavia date le concentrazioni di metalli sopra indicati essi non sono idonei.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>III164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 41 di 64</p>

TABELLA 4-3 – RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI SUPERFICIALI

Parametro	U.M.	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Residuo secco a 105°C	%	94,9	95,6	96,2	96,4	96,5	95,7
Frazione granulometrica >2mm e <2cm	%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Frazione granulometrica <2mm	%	100	100	100	100	100	100
Frazione granulometrica pelitica - argilla < 0,004 mm	%	3,3	15,0	6,7	5,7	11,4	2,39
Frazione granulometrica pelitica - silt 0,063 mm > x > 0,004 mm	%	52	71	64	60	72	47
Ghiaia (>2mm)	%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Pelite(<0,063mm)	%	55,0	86	71	66	84	49,6
Sabbia(2mm>x>0,063mm)	%	45,0	14,27	29,5	34,2	16,21	50,4
Carbonio organico totale (TOC)	%	4,75	4,22	5,05	5,21	4,97	2,37
Arsenico (As)	mg/kg	6,9	7,0	7,9	7,7	6,2	7,0
Cadmio (Cd)	mg/kg	0,052	0,067	<0,02	<0,02	0,0249	<0,02
Cromo (Cr)	mg/kg	46,5	48,9	38,6	37,5	41,5	40,7
Mercurio (Hg)	mg/kg	0,0329	0,0324	0,0368	0,0299	0,0339	0,0320
Nichel (Ni)	mg/kg	28,8	31,3	23,4	22,4	26,6	23,9
Piombo (Pb)	mg/kg	12,0	12,6	11,2	10,8	11,1	13,1
Rame (Cu)	mg/kg	22,1	24,3	18,4	17,9	18,9	17,6
Zinco (Zn)	mg/kg	73	78	63	58	59	61
Benzo(a)antracene	µg/kg	1,21	88	0,96	0,58	0,68	0,34
Benzo(a)pirene	µg/kg	1,00	23,3	0,73	0,34	0,70	0,40
Benzo(b)fluorantene	µg/kg	1,62	17,3	1,19	0,83	1,04	0,60
Benzo(g,h,i)perilene	µg/kg	1,41	4,6	4,6	0,67	1,03	0,46
Benzo(k)fluorantene	µg/kg	0,61	4,9	0,41	<0,25	0,33	0,276
Crisene	µg/kg	1,41	84	1,16	0,71	0,77	0,60
Dibenzo(a,e)pirene	µg/kg	0,63	2,36	0,45	0,29	0,47	<0,25
Dibenzo(a,h)antracene	µg/kg	0,34	4,0	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Dibenzo(a,h)pirene	µg/kg	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Dibenzo(a,i)pirene	µg/kg	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Dibenzo(a,l)pirene	µg/kg	2,02	4,2	0,34	0,80	3,7	<0,25
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/kg	0,83	4,8	2,43	0,47	0,68	0,57
Pirene	µg/kg	1,60	201	1,53	0,70	0,79	0,72
PCB (Arochlor 1242,1248,1254,1260)RC	µg/kg	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	0,38
Idrocarburi C>12	mg/kg	10,7	11,1	10,2	12,6	21,5	4,8
STI V.fischeri-FS 10'		2,06	3,41	4,17	1,93	3,74	3,42
TU50% A. fischeri	%	633	1050	1280	591	1150	1050

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>III164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 42 di 64</p>

TABELLA 4-4 – RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI IN PROSSIMITÀ ALLO SCARICO DI FONDO A DIVERSE PROFONDITÀ (CAROTE DI SEDIMENTO).
IN GRASSETTO I VALORI CHE SUPERANO I LIVELLI

Parametro	U.M.	TOP -S3	MEDIO -S2	FONDO -S1
Residuo secco a 105°C	%	94,7	92,4	95,7
pH	upH	7,81	7,71	8,39
Frazione granulometrica >2mm e <2cm	%	<0,10	<0,10	<0,10
Frazione granulometrica <2mm	%	100	100	100
Frazione granulometrica pelitica - argilla < 0,004 mm	%	11,1	19,6	19,7
Frazione granulometrica pelitica - silt 0,063 mm > x > 0,004 mm	%	89	77	80
Ghiaia (>2mm)	%	<0,10	<0,10	<0,10
Pelite(<0,063mm)	%	100	96	99
Sabbia(2mm>x>0,063mm)	%	0,260	3,77	0,560
Carbonio organico totale (TOC)	%	2,91	3,95	2,95
Arsenico (As)	mg/kg	28,1	11,1	16,7
Cadmio (Cd)	mg/kg	19,4	3,50	6,9
Cromo (Cr)	mg/kg	36,3	21,9	27,9
Fosforo totale (P)	mg/kg	900	1150	910
Mercurio (Hg)	mg/kg	0,0336	0,0433	0,052
Nichel (Ni)	mg/kg	41,1	24,9	30,2
Piombo (Pb)	mg/kg	28,6	14,0	18,1
Potassio (K)	mg/kg	3600	3790	4300
Rame (Cu)	mg/kg	37,3	22,0	27,9
Zinco (Zn)	mg/kg	74	55	69
Azoto totale	mg/kg	1200	1100	1000
Benzo(a)antracene	µg/kg	0,57	4,7	1,80
Benzo(a)pirene	µg/kg	1,03	5,5	<1,3
Benzo(b)fluorantene	µg/kg	1,06	5,2	1,49
Benzo(g,h,i)perilene	µg/kg	1,02	7,2	1,99
Benzo(k)fluorantene	µg/kg	0,44	3,1	<1,3
Crisene	µg/kg	1,17	6,0	1,59
Dibenzo(a,e)pirene	µg/kg	0,30	2,55	<1,3
Dibenzo(a,h)antracene	µg/kg	<0,25	2,58	0,73
Dibenzo(a,h)pirene	µg/kg	<0,25	0,95	0,31
Dibenzo(a,i)pirene	µg/kg	<0,25	1,77	0,37
Dibenzo(a,l)pirene	µg/kg	0,71	5,8	<1,3
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/kg	0,58	5,4	1,40
Pirene	µg/kg	1,16	8,2	2,10
PCB (Aroclor 1242,1248,1254,1260)	µg/kg	<0,25	<1,3	<1,3

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 43 di 64</p>

Idrocarburi C>12	mg/kg	15,0	13,4	20,6
STI V.fischeri-FS 10'		1,70	3,72	1,61
TU50% A. fischeri	%	574	1220	544
Salmonella SPP.	/25g	Assente	Assente	Assente

Indagini geotecniche

Durante le attività di Fase 1, a seguito dell'aggiornamento dei rilievi batimetrici che evidenziavano un deposito di sedimenti nei pressi dello scarico di fondo, si è deciso eseguire le tre carote riportate nel precedente capitolo. L'obiettivo è stato quello di indagare le caratteristiche geotecniche dei sedimenti al fine di valutarne le possibili modalità di rimozione e gestione.

Qui di seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, i cui certificati sono allegati alla Relazione II164S-PGI4-RT-003.

In particolare tali indagini hanno evidenziato quanto segue:

Sondaggio S1 A

0.0-0.35 m dal fondale: strato superficiale costituito da limi argillosi sabbiosi grigio scuri;

0.35-4.28 m dal fondale.: limi argillosi nerastri. Il colore grigio nerastro dei limi argillosi è legato alla decomposizione di sostanze organiche dei livelletti torbosi presenti nelle frazioni pelitiche;

4.28-4.40 m dal fondale.: limi argillosi con ghiaia eterometrica con clasti arrotondati mista a sabbie limose medio fini. Oltre tale quota non si è potuto campionare per la presenza di strati più duri.

A tale quota sembra riscontrarsi la presenza dell'originario piano campagna, precedente l'invaso. La parte sovrastante dovrebbe essere interrimento a seguito del trasporto a monte dell'invaso. I materiali trasportati presentano quindi una granulometria limo-argillosa.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 47 di 64

4.5.4. Caratterizzazione qualitativa delle acque dell'invaso

Le analisi sono state eseguite in n 3 punti di campionamento delle acque ed a tre profondità per ciascun punto: uno superficiale a circa 30 cm dalla superficie dell'acqua uno a metà della colonna d'acqua e uno a 50 cm dal fondo così da non intorbidire il campione.

È stata parallelamente calata una sonda multiparametrica in grado di misurare pH, ossigeno disciolto, torbidità, tds. I risultati sono riportati nella relazione allegata.

Le acque possono essere classificate secondo il grado di salinità: da acque che permettono l'esercizio irriguo continuo senza limiti di volume stagionale, si passa a una serie di classi intermedie fino alle acque da non utilizzare a fini irrigui (TABELLA 4-6).

La conducibilità è risultata nel range consono ad esercizio irriguo continuo per quanto riguarda la salinità, in classe I (TABELLA 4-6).

TABELLA 4-5 – RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE

Parametro	U.M.	A1 Sup	A1 Int.	A1 fondo	A2 Sup.	A2 Int.	A2 fondo	A3 Sup.	A3 Int.	A3 fondo
Conducibilità elettrica (in campo)	µS/cm	608,0	621,0	653,0	616,0	619,0	623,0	615,0	623,0	639,0
pH (in campo)	upH	7,9	8,1	7,9	8,1	8,2	7,2	8,0	8,0	8,0
Temperatura (in campo)	°C	23,2	22,8	21,8	22,6	22,2	20,8	22,5	22,3	22,0
Solidi sospesi totali	mg/l	5,50	5,50	17,0	6,00	6,50	8,0	7,50	9,5	25,0
BOD5	mg/l	7,6	5,60	7,2	5,20	7,4	7,8	8,6	8,3	12,6
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/l	18,1	15,5	18,9	17,0	18,1	18,1	22,1	21,5	32,0
Arsenico (As)	µg/l	1,61	1,47	1,69	1,47	1,37	1,38	1,56	1,35	1,67
Cadmio (Cd)	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	0,173	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Cromo totale (Cr)	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cromo VI	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	1,29	0,95	<0,50
Manganese (Mn)	µg/l	3,59	6,60	341	4,24	3,96	4,83	3,08	3,93	229
Mercurio (Hg)	µg/l	0,064	0,0345	0,0282	0,0209	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Nichel (Ni)	µg/l	<0,40	<0,40	1,43	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Piombo (Pb)	µg/l	<0,20	0,396	0,76	0,277	0,550	2,19	<0,20	0,386	0,73
Azoto ammoniacale (come NH4)	mg/l	<0,50	<0,50	0,63	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 48 di 64

Azoto totale	mg/l	1,13	1,13	1,12	1,12	1,10	1,10	1,09	1,09	0,676
Fosforo totale (come P)	mg/l	0,138	0,155	0,138	0,141	0,149	0,151	0,145	0,141	0,149
Azoto nitrico (come N)	mg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Azoto nitroso (come N)	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Benzo(a)antracene	µg/l	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006
Benzo(a)pirene	µg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Benzo(b)fluorantene	µg/l	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Benzo(k)fluorantene	µg/l	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006
Crisene	µg/l	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006
Pirene	µg/l	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,00107	0,00193	0,00091	<0,00056	0,00067
Sommatoria IPA 31,32,33,36	µg/l	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006	<0,0006	<0,006	<0,0006
Batteri coliformi	UFC/100 ml	0	0	24	0	0	0	0	0	0
Ossigeno disciolto	mg O2/l	4,00	3,70	1,28	4,27	4,20	3,24	4,00	4,31	1,83

TABELLA 4-6 LIMITI DI ACCETTABILITÀ PER LA SALINITÀ DELLE ACQUE SECONDO LA CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA GIARDINI ET AL, 1993(CARLA SCOTTI, 2007-2013)

Parametri	Unità di misura	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Conducibilità elettrica	µs/cm	< 750	750 – 2500	2500 – 4000	> 4000
SAR	(numero puro)	< 6	6 – 20	20 – 28	> 28
Valutazione delle acque e criteri di impiego		Acque che permettono l'esercizio irriguo continuo senza limiti di volume stagionale	Acque che permettono l'esercizio irriguo continuo con eventuali limitazioni dei volumi stagionali e con accorgimenti nei confronti della scelta delle colture da irrigare, del metodo irriguo, della pedologia del suolo. Il volume massimo è determinato dalla concentrazione del sale e dalle soglie di tolleranza delle colture. Evitare i fenomeni di accumulo nel suolo dei sali	Acque che permettono un esercizio irriguo saltuario (es. 1 irrigazione ogni 2-3 ANNI) e solo di soccorso, su colture tolleranti e con metodi irrigui ad alta efficienza ed in condizioni di bassa vulnerabilità ambientale. Accetta una perdita di prodotto	Acque da non usare normalmente a fini irrigui, da effettuarsi solo in casi eccezionali, con volumi molto contenuti, dopo una attenta analisi delle caratteristiche dei sali, della coltura, del metodo irriguo e delle condizioni ambientali

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 49 di 64

L'analisi della **torbidità** ha riportato concentrazioni di 5,5 mg/l nel campione A1 superficiale ed intermedio fino ad un massimo di 23 mg/L nel campiona A3 al fondo.

Le concentrazioni di IPA sono risultate sempre al di sotto del limite ammissibile indicando assenza di tale fonte di contaminazione antropica.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>II164S-PG15- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 50 di 64</p>

5. PARTE OPERATIVA

5.1. Programma generale delle attività di svaso/sfangamento

Come precedentemente indicato, il **volume utile di regolazione** risulta interessato da interrimento, per il 17,6% della sua capacità. Tenendo conto degli errori che derivano dall'incertezza dei dati del progetto originario, dall'assenza di planimetrie dello stato originario dell'invaso (tenendo quindi conto dei possibili errori di misura dei valori riportati in F.C.E.M.) e comunque dalla attuale capacità utile pari a 28.687.891 m³ (autorizzata pari a 21.194.258 m³), non si ritiene al momento fondamentale, da un punto di vista costi/benefici un recupero dell'originario volume utile.

La maggior parte dei sedimenti è risultata accumularsi nel volume al di sotto della quota di minima regolazione ove sono presenti lo scarico di fondo e di esaurimento (quest'ultimo non funzionante per la presenza di sedimenti accumulati).

Eventuali **cacciate allo scarico di fondo** non influenzano quindi direttamente il ripristino della capacità utile del serbatoio, ma contribuiscono a mantenere un volume di sedimentazione in invaso, garantendo indirettamente il mantenimento del volume utile nel tempo. È inoltre utile eseguire delle cacciate per mantenere la funzionalità dello scarico di fondo nel tempo.

Risulta invece utile prevedere nel presente Piano Operativo una **rimozione cautelativa dei sedimenti nell'intorno dello scarico di fondo** per mantenere in efficienza l'opera che, sebbene allo stato attuale sia funzionante, presenta a breve distanza sedimenti dello spessore di 10 m.

5.2. Piano Operativo relativo per la rimozione dei sedimenti in prossimità dello scarico di fondo

La rimozione dei sedimenti in prossimità dello scarico di fondo può avvenire in due modi:

- Rimozione per cacciate;
- Rimozione selettiva;

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 51 di 64</p>

5.2.1. Opzione 1: Rimozione per cacciate

La rimozione per cacciate viene indicata come operazione non straordinaria ma come operazione da eseguirsi annualmente per la pulizia dello scarico e viene descritta nel Piano di Gestione. Si ritiene che, dato che lo scarico è ancora operativo e funzionante tale operazione possa rientrare fra le operazioni sistematiche fin da ora. Tale operazione comporta però la rimozione di un quantitativo limitato di materiale, come indicato nel capitolo relativo.

Qualora si voglia procedere alla pulizia dello scarico di fondo in modo più esteso, al fine di garantire una maggiore funzionalità dello stesso, si dovrà operare con una operazione di pulizia con dragaggio selettivo, che viene di seguito indicata.

5.2.2. Opzione 2: Rimozione dei sedimenti allo scarico di fondo mediante dragaggio

In tavola III164S-PGI4-DT-014 viene indicata planimetricamente l'area che si ritiene possa essere utile a mantenere lo scarico di fondo efficiente per un periodo di molti anni.

L'**area di dragaggio** prevede la realizzazione di un fondo scavo circolare attorno all'imbocco dello scarico di fondo. Lo scavo prevede di lasciare uno spazio di 10 m lateralmente all'opera di imbocco; pertanto, essendo l'opera di imbocco larga circa 8 m, il diametro del fondo scavo sarà di circa 28m. La quota di fondo scavo sarà alla 148 m slm. Contro una quota minima di imbocco dello scarico di fondo pari alla 148,42 m slm.

Durante le operazioni di dragaggio si opererà con la dovuta cautela e monitorando la testa dragante o grappo mediante posizionamento GPS e continui rilievi batimetrici. Al fine di non danneggiare l'opera si dovranno prendere le opportune precauzioni proteggendo la testa dragante con delle campane.

Per dare stabilità allo scavo, l'area di scavo sarà raccordata al fondale esistente con una pendenza 1:4. La recente batimetria ha evidenziato che attualmente i sedimenti sono disposti attorno allo scarico di fondo con una pendenza ben maggiore e pari a 1/2, e probabilmente attribuibile alla presenza di un cono di erosione molto pronunciato.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 52 di 64</p>

Attuando una pendenza di $\frac{1}{4}$ si riuscirà con questa operazione a rimuovere dei sedimenti attualmente depositati nei pressi dell'opera di presa, ottimizzando quindi la pulizia anche in quest'area. Si stima di raggiungere una profondità di scavo di circa 4.5-5 m in prossimità dell'imbocco dell'opera di presa che consentirà di arrivare al fondale originario posto alla 157,76 m slm.

Con la geometria di escavo sopra descritta il volume da rimuovere risulta pari a 78.000 m³.

La **rimozione** localizzata di sedimento prossima all'opera di scarico può essere generalmente eseguita secondo approcci operativi diversi:

1. ad invaso vuoto: a) fluitazione-spurgo utilizzando la capacità erosiva delle acque fluenti nel bacino in periodo di buona idraulicità; b) rimozione meccanica utilizzando mezzi di movimento terra in condizioni di magra;
2. ad invaso pieno: dragaggio/sorbonatura senza particolari vincoli temporali o di quota.

Nel presente Progetto si adotta, secondo anche quanto indicato nelle Linee di indirizzo Distrettuali, la rimozione ad invaso pieno. Si esclude la rimozione a secco (sia essa meccanica o per fluitazione ad invaso vuoto) con svuotamento completo dell'invaso al fine di salvaguardare la risorsa idrica. Inoltre, nel caso in esame, i sedimenti nell'intorno dello scarico di fondo sono risultati molto fini e ad elevato contenuto di acqua; dopo lo svuotamento, sarebbe necessario mantenere lo scarico aperto per molto tempo in attesa di riuscire ad essiccare i terreni nell'intorno ed accedere in sicurezza allo scarico con mezzi di scavo.

Relativamente alla **destinazione del sedimento** rimosso le possibili opzioni sono:

- fluitazione verso valle nell'alveo del corpo idrico recettore;
- riposizionamento all'interno dell'invaso in area non interferente;
- recupero e trasporto in area di riutilizzo;
- smaltimento in discarica.

Pur essendo tutte tecnicamente e normativamente possibili, in relazione alle condizioni ambientali, operative e di rapporto costi-benefici si propende per la seconda soluzione.

Inoltre, le scelte gestionali che prevedono un riutilizzo dei materiali in sito comportano benefici non solo economici, ma anche ambientali e sono da preferire in un'ottica di economia circolare dei sedimenti (massimizzando il riutilizzo dei materiali ed

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 53 di 64</p>

evitando il più possibile di inviare i sedimenti in sito esterno, con un contenimento dei costi e minori impatti ambientali).

L'area di ripascimento (Figura 5-1) identificata per l'ubicazione di tale volumetria ricade attorno alla quota di volume di massimo invaso. Tale soluzione non richiede espropri in quanto l'area considerata ricade in terreni ovviamente di proprietà della Regione.

L'area selezionata ricade in un'area di calma e con assenza di immissari in invaso.

Per il dragaggio (sia per grappo che per draga idrorefluente) verranno utilizzati pontoni galleggianti assemblabili. Il pontone potrà essere varato lungo le sponde dell'invaso, che offrono vari punti di facile accesso, ed essere assemblato sulle sponde dell'invaso. Il trasporto del pontone può avvenire tramite bilico con pianale ribassato su cui vengono caricati i vari moduli che compongono il pontone. Il varo in acqua dei moduli e di tutti i componenti (cabina, pompa, centralina, gruppo elettrogeno, argani) avviene tramite un camion gru posto nelle immediate vicinanze della sponda.

Dal punto di vista ambientale e logistico, per l'invaso Arancio emerge il seguente **confronto fra le due tipologie di dragaggio**:

- potenziale produzione di torbidità: il dragaggio con grappo produce potenzialmente una nuvola di torbida che è un aspetto ambientale negativo. Tale nuvola potrebbe essere tuttavia contenuta con l'utilizzo di barriere di contenimento della torbidità. L'utilizzo della draga idrorefluente consente invece di operare in assenza di nuvola di torbida e le panne anti-torbidity non sono necessarie. La draga idrorefluente è quindi da preferire anche se con il grappo possono comunque essere presi provvedimenti di mitigazione.

- aspetti gestionali di deposito dei sedimenti: entrambe le metodologie di dragaggio possono disporre di un'area di deposito finale ove refluire i sedimenti perimetralmente all'invaso. Con una draga aspirante/refluente i materiali vengono pompati nell'area di deposito fino ad una distanza di circa 2 Km; non dovrebbero quindi essere necessarie stazioni di rilancio, ma tale aspetto sarà valutato nel Progetto Definitivo che verrà successivamente redatto. Nel caso di utilizzo del grappo, i materiali devono invece essere portati con pontone all'area di deposito e da qui depositati con grappo. I metodi di dragaggio sono quindi equivalenti.

- tempo di essiccamento del materiale depositato: il contenuto di acqua di un sedimento dragato con grappo è tra il 50 ed il 60% il contenuto di acqua del terreno scavato con la draga sarà almeno il 90% il che implica un più lungo tempo per la disidratazione a meno che non si utilizzino geotubi con aumento dei costi. Il dragaggio con grappo è quindi da preferire.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 54 di 64</p>

- risultati delle indagini granulometriche e geognostiche sui sedimenti. La granulometria dei sedimenti è un fattore importante per progettare correttamente le attività di dragaggio, produzione e tempi. Inoltre, in caso di presenza di sedimenti limosi consolidati la draga aspirante refluyente potrebbe incontrare delle difficoltà e dovrebbe essere valutata la fattibilità di dragaggio con disgregazione idraulica; non risulta questo il caso dell'invaso Arancio ove i sedimenti sono invece ad elevato contenuto d'acqua (in particolare $w_n = 83.37\%$ nel campione prelevato nei primi 2 m di sedimento e 44.73% negli strati di sedimenti più profondi). Viceversa, sedimenti troppo fluidi (ad esempio in prossimità dello scarico di fondo) sarebbe impossibile rimuoverli con il grappo.

- disponibilità idrica dell'invaso: il dragaggio idraulico "consuma" una grande quantità di acqua. Tuttavia, essendo l'area di deposito finale periferica all'invaso, le acque di dragaggio/refluimento saranno direttamente reimmesse in invaso, previa idonea filtrazione. Stessa cosa avviene con il dragaggio meccanico. Le due metodiche di dragaggio sono equivalenti.

Dato che i parametri geotecnici sono quelli che, dall'analisi di cui sopra, determinano la scelta, al fine di definire l'ottimale metodo di dragaggio e conseguente gestione dei sedimenti sono state eseguite delle indagini geotecniche nei sedimenti e delle prove di essiccamento, che mostrano come il processo di riduzione del contenuto d'acqua originario avvenga molto rapidamente, portandosi in 15 gg rispettivamente dall'83.37 al 2.91 % e dal 44.73 al 4.35 %.

Data la bassa consistenza dei sedimenti riferita nel rilievo batimetrico del 2013, e all'elevato contenuto d'acqua riscontrato nei primi 2 metri di sedimento, potrebbe risultare non attuabile la rimozione con grappo. Il metodo di dragaggio idraulico consente invece una maggiore possibilità di eliminazione dei sedimenti dal fondale.

Si prevede quindi che i sedimenti verranno rimossi mediante dragaggio idraulico e depositati in sponda sud mediante l'utilizzo di geotubi.

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 55 di 64

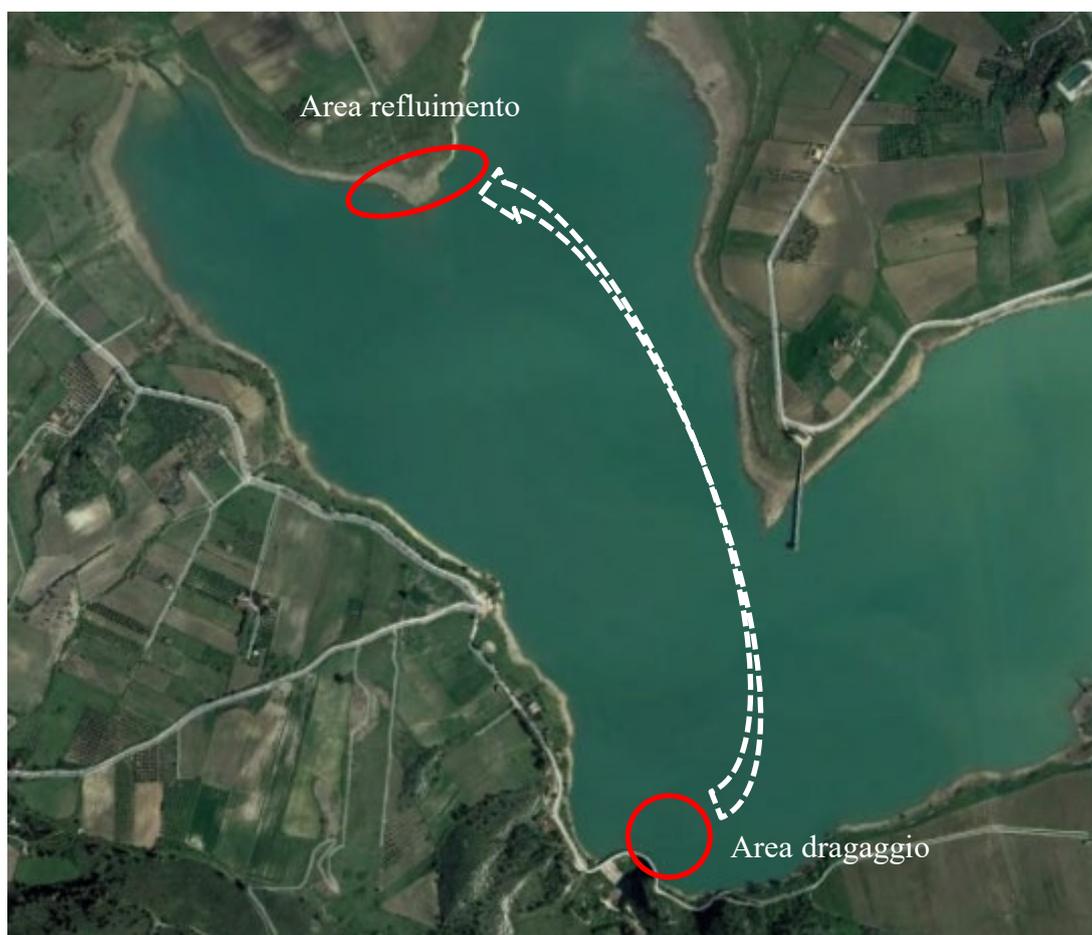


FIGURA 5-1 – AREA DRAGAGGIO, REFLUIMENTO. DETTAGLI DELLE AREE DI DRAGAGGIO E REFLUIMENTO NELLE TAVOLE II164S-DT-014 E II164S-DT-015.

Le **due opzioni di stoccaggio** dei sedimenti nell'area di refluentamento normalmente utilizzate sono:

- vasca di stoccaggio per volumi significativi. Nel caso in esame, data la piccola area di refluentamento che ha anche profondità contenuta, tale soluzione è possibile solo con l'utilizzo del grappo. Con draga idrorefluente, sia per l'elevato contenuto d'acqua della miscela dragata che per la granulometria fine dei sedimenti che resterebbero in sospensione, sarebbe difficile riuscire a contenere i solidi all'interno della vasca; sarebbero quindi necessarie ripetute fasi di dragaggio intercalate da tempi di attesa per

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 56 di 64</p>

la sedimentazione e consolidamento del materiale. Si ritiene pertanto l'utilizzo di idrorefluente con sversamento diretto in vasca non sostenibile per i tempi troppo lunghi che ne farebbero anche aumentare i costi.

- geotubi, per volumi minori (e dragaggio idraulico).

A seguire si considerano il dragaggio idraulico e refluentamento in geotubi e dragaggio con grappo e conferimento in vasche di deposizione.

Dragaggio idraulico e conferimento in geotubi

I volumi di rimozione previsti per l'operazione descritta sono compatibili con una soluzione di deposito attraverso geotubi.

Il sedimento rimosso con **dragaggio idraulico** sarà stoccato nell'area di deposito mediante una tubazione di refluentamento posta in galleggiamento in grado di convogliare la miscela direttamente alle vasche. Qualora ritenuto necessario potrebbe essere messa in funzione una pompa di rilancio in linea.

Per la rimozione del sedimento è previsto l'impiego di un sistema dragante costituito da una pompa idraulica sommergibile, munita di escavatori idraulici meccanici per la disgregazione del materiale, che grazie ad un regime di rotazione estremamente ridotto permettono di ridurre al minimo l'eventuale produzione di torbidità. Può in aggiunta, qualora ritenuto necessario, essere installata intorno alla pompa e ai disgregatori idraulici una struttura metallica (campana antitorbidità).

Dato che i sedimenti sono risultati facilmente attraversabili dal sistema di carotaggio, non si ritiene necessario l'utilizzo di disgregatori idraulici

Dovendo dragare circa 78.000 m³ di sedimenti, ed avendo una produttività media della draga, data la granulometria fine, pari circa 200 m³/giorno di solido rimosso e stoccato all'interno dei geotubi sono stimabili circa **390 giorni cui si aggiungono circa 30 giorni di installazione** cantiere per il montaggio delle attrezzature e la realizzazione delle aree di deposito dei geotubi. Durante tale periodo non sarà necessario abbassare o regolare il volume di invaso, e le fluttuazioni annuali non incideranno sulla buona riuscita delle attività previste.

Per la misura della portata della miscela acqua sedimento viene generalmente utilizzato un sensore elettromagnetico installato sulla tubazione di mandata. Al fine di migliorare la produttività monitorando la densità della miscela transitante all'interno

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 57 di 64

della tubazione, al misuratore di portata elettromagnetico può sostituirsi un misuratore ad ultrasuoni che consente di determinare la densità della miscela.

Si prevede la fluitazione del materiale dragato attraverso una tubazione galleggiante della lunghezza di circa 1,5 Km, in grado di convogliare la miscela all'interno dei geotubi posti in sponda sinistra (Figura 5-2). Qualora necessario potrà essere utilizzata una pompa di rilancio (booster) posta in linea.



FIGURA 5-2 – SINISTRA: SISTEMA DI DRAGAGGIO IDRAULICO CON TUBAZIONE GALLEGGIANTE DI REFLUITAMENTO CON POSA DIRETTA IN GEOTUBI. DESTRA: SISTEMA IN LINEA DI MISCELAZIONE FLOCCULANTE E RIEMPIMENTO IN SERIE DEI GEOTUBI

La posizione del pontone all'interno dell'area di intervento è fondamentale per la verifica ed il controllo continuo della rimozione del materiale. Per l'acquisizione della posizione precisa della pompa di dragaggio verrà utilizzato un misuratore di profondità in modo da determinare univocamente la posizione verticale della pompa sommersa.

Il posizionamento nello spazio sarà inoltre effettuato tramite un'antenna GPS posta sul vertice del telaio di sostegno della pompa. Tramite un'antenna radio il GPS comunica con una stazione fissa posta a terra avente coordinate note. 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

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 58 di 64</p>

profondità dello scavo, con elaborazione dei dati registrati durante le attività di dragaggio.

La miscela acqua-sedimento aspirata dalla pompa verrà quindi convogliata a terra e quindi nei geotubi attraverso una tubazione in PE mantenuta in galleggiamento (Figura 5-2).

Sulla generatrice superiore dei geotubi saranno presenti più bocchette per consentire un riempimento uniforme del geotubo. Le dimensioni del geotubo influenzano la gestione delle operazioni di riempimento, movimentazione in fase di installazione e drenaggio. Nel mercato esistono diverse geometrie dei geotubi che vengono considerate caso per caso. I geotubi possono essere posizionati anche uno sopra l'altro, dipende dalle scelte progettuali, a loro volta legate alla disponibilità delle aree ed alla loro stabilità. La definizione delle dimensioni dei geotubi e loro posizione sarà identificata nel Progetto Definitivo che sarà eseguito successivamente.

La tecnica di dewatering proposta con i geotubi è una soluzione rapida e definitiva per la gestione dei sedimenti. La trama del materiale del geotubo è un geosintetico appositamente strutturato per trattenere all'interno la parte solida permettendo all'acqua di drenare.

Al fine di ottimizzare la compattazione dei sedimenti finì all'interno dei geotubi, la miscela di dragaggio, prima di confluire nei geotubi, necessita di un processo di condizionamento (flocculazione) che consente di accelerare la separazione solido/fluido.

Dovranno essere eseguite delle prove di flocculazione al fine di determinare le quantità di polielettrolita da aggiungere.

L'utilizzo di polielettroliti unito ai geotessili costituenti i geotubi fanno sì che l'acqua in uscita dal geotubo sia chiarificata e possa direttamente essere reimpressa in invaso senza necessità di abbattimento della torbidità tramite sistema di filtrazione (Figura 5-2).

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO ARANCIO PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0002-01	PIANO OPERATIVO	Pag. 59 di 64



FIGURA 5-3 – PARTICOLARITÀ DI SISTEMA DRENANTE DEI GEOTUBI

Prima dell'avvio delle attività di dragaggio sarà eseguito un rilievo batimetrico multibeam (rilievo di prima pianta) al fine di verificare la condizione iniziale dei sedimenti da rimuovere. Un secondo rilievo sarà eseguito al termine delle operazioni di dragaggio per la verifica del volume di materiale rimosso (rilievo di seconda pianta). Sono inoltre previsti rilievi batimetrici intermedi e tutte le attività topografiche nelle aree di deposito dei geotubi.

Nello specifico si prevede quindi l'esecuzione delle seguenti attività:

- realizzazione di rilievo batimetrico prima di effettuare lo scavo
- varo e posizionamento in superficie di un pontone di idonee dimensioni per l'alloggiamento delle attrezzature necessarie al funzionamento della pompa e al suo spostamento per raggiungere la zona interessata dal dragaggio;
- utilizzo di una pompa (con relativa tubazione verticale per la risalita della miscela) per l'aspirazione della miscela acqua/sedimento con una portata stimata in 400/500 m³/h; si assume una produttività di 400 – 500 m³/h di miscela con un tenore solido del 6 – 8% in volume (in base alla granulometria limosa del sedimento) corrispondente ad una produttività solida di circa 24 – 40 m³/h

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 60 di 64</p>

pari a circa 190 – 320 m³/giorno di materiale solido che può essere stoccato all'interno dei geotubi.

- posizionamento di una tubazione orizzontale galleggiante della lunghezza di circa 1,5 Km;
- sistemazione delle aree su cui saranno posizionati i geotubi attraverso uno scotico superficiale, la posa di uno strato di geotessuto e di uno strato di 5-10 cm di inerte per il drenaggio. I materiali di scotico saranno stoccati e riutilizzati per l'inerbimento finale;
- fornitura, posizionamento e riempimento dei geotubi con aggiunta di flocculante sulla linea di mandata della pompa aspirante-refluente;
- esecuzione di rilievi batimetrici di verifica durante le attività di scavo. Rilievo batimetrico post escavo.

Dragaggio con grappo e refluimento in vasca di stoccaggio

Il dragaggio potrà essere eseguito anche con grappo, utilizzando precauzionalmente panne antitorbidità.

L'area di deposizione verrà ricavata con dei rilevati di contenimento.

Al fine di contenere il materiale refluito i rilevati di conterminazione avranno altezza variabile e massima di circa 6 m da pc (quota minima imbascamento del rilevato pari a 176 m slm) in modo da consentire il refluimento del materiale alla quota 180 m slm circa. Il materiale refluito infatti post refluimento si “gonfierà” per un bulking factor, ed è necessario realizzare cautelativamente dei rilevati che siano ad una quota di 2 m superiore alla quota finale di refluimento; post essiccazione il volume di materiale ritornerà al suo stato originario. Il materiale refluito a tergo del rilevato si raccorderà, lato monte, alle quote del piano campagna esistenti. I rilevati avranno larghezza sommitale 4 m, per consentire il transito dei mezzi. Si considera una pendenza dei rilevati 3/2.

Le acque di dragaggio depositate nella vasca ritorneranno in invaso. Non ci saranno quindi abbassamenti dei livelli di invaso e spreco della risorsa irrigua. L'acqua in esubero del dragaggio verrà fatta defluire dalle vasche sfruttando le pendenze proprie dei terreni e sarà convogliata in invaso previa chiarificazione delle acque. Sarà realizzata una serie di “setti filtranti” o pozzetti in modo da chiarificare le acque ed abbattere il contenuto di solidi sospesi prima del convogliamento delle acque in invaso.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 61 di 64</p>

Considerando che il volume disponibile nella vasca di stoccaggio ipotizzata in Tavola II164S-PGI5-DT015 è di 100.000 mc, (considerando un'area di 50.000 mq ed un'altezza media delle vasche di 2 m) e considerando un contenuto d'acqua medio del sedimento pari al 60%, consegue un valore del "Bulking Factor" $BF = 1.15$, per cui il volume dragato tal quale sarà dato da $100.000/1,15 = 66.600 \text{ m}^3$.

Saranno necessari quindi due cicli di dragaggio per completare i volumi di sfangamento previsti (78.000 m^3). In alternativa può essere realizzata una vasca più grande che contenga tutto il volume necessario.

Il volume complessivo che viene conferito alle vasche dovrà seguire un ciclo di desiccamento la cui effettiva durata, sulla base dei test di essiccazione eseguiti, è stimata pari a 30 giorni, considerando l'incremento di contenuto d'acqua conseguente alla movimentazione con il grappo. Tale valore dovrà in ogni caso essere stabilito con un campo prova in scala reale.

Anche ipotizzando una produzione di dragaggio di un piccolo grappo/benna mordente, alloggiato su pontone assemblabile, pari a quella della draga idraulica ($200 \text{ m}^3/\text{giorno}$) ai tempi necessari per refluire il materiale solido in vasca, dovranno aggiungersi quelli di realizzazione delle vasche di stoccaggio pari a circa 3-4 mesi.

Considerando quindi i tempi di conferimento legati alla produzione con il grappo, i tempi di attesa per essiccazione dei materiali sfruttando anche le temperature estive, l'intera attività potrà completarsi in 14 mesi ($78.000/200/30 + 2$ cicli di 30 gg di essiccazione). Una volta che il materiale raggiunge la condizione di sufficiente consistenza potrà essere eseguito il finale rinverdimento della superficie.

Confronto fra due metodi di dragaggio

Entrambi i due metodi di dragaggio sono quindi fattibili dal punto di vista tecnico. Nel caso si optasse in una successiva fase progettuale di attuare la soluzione a grappo, dovranno essere eseguite opportune indagini per valutare la resa/produzione del dragaggio dati gli elevati contenuti d'acqua riscontrati nei primi 2 m di materiale.

Al fine di integrare l'intervento nel paesaggio attuale, le opere di copertura a verde finali devono essere sicuramente previste per entrambi gli interventi, con essenze locali che rispettano i caratteri paesistici e ambientali originari. Si prevede in particolare di utilizzare specie endemiche azoto-fissatrici, ben indicate per ambienti lacuali.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>II164S-PG15- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 62 di 64</p>

Alla luce delle considerazioni sopra effettuate, in questa fase preliminare, il metodo di refluentamento sicuramente adottabile è quello con dragaggio idraulico.

5.2.3. Costi per la rimozione dei sedimenti allo scarico di fondo

Vengono di seguito indicati i costi per la realizzazione dello sfangamento con dragaggio idraulico.

Nel caso si optasse per dragaggio con grappo i costi potrebbero essere inferiori per assenza dei costi dei geotubi ma si dovrebbe aggiungere un prezzo per la realizzazione dei rilevati verso l'invaso ed il trattamento a calce per la fase di essiccazione dei terreni post refluentamento.

I costi sottoindicati sono stati calcolati utilizzando il Prezzario Regionale e Commissione regionale LL.PP. della Regione Sicilia, 2022 e analisi di mercato per le voci mancanti (indicate come n.p.).

La stima dei costi degli interventi descritti si compone di differenti elementi, alcuni valutabili a corpo altri a misura. Le principali voci di costo sono così riassumibili:

- trasporto dei macchinari e installazione del cantiere, stimabili complessivamente in 215.000 € a prescindere dai volumi complessivi rimossi;
- predisposizione del sito di stoccaggio per la posa dei geotubi (e comunque per la preparazione del sito per la posa del materiale dragato nel caso di utilizzo di grappo con grappo) pari a circa 505.000 €
- acquisto dei geotubi, acquisto del polielettrolita e degli accessori necessari, attività di riempimento dei geotubi e loro gestione in fase di scarico della miscela solido-liquido, stimabili complessivamente in 2.973.500 € per un intervento di rimozione circa 78.000 m³ di sedimento;
- realizzazione dell'intervento di dragaggio, i cui costi sono direttamente proporzionali all'entità della rimozione e quantificabili in circa 2.113.000€ per 78.000 m³ di sedimento;
- trattamento di rinaturalizzazione con spargimento omogeneo di una apposita miscela di sementi di specie erbacee perenni, appartenenti alla flora endemica del territorio all'interno di un gruppo di riferimento di almeno 10 specie, di concimi e collanti naturali e utilizzo di mezzi meccanici o altri sistemi, tali comunque da

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>III164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 63 di 64</p>

non lesionare i semi, compresa eventuale semina a mano e quantificabile in circa 228.000€ per 50.000 m² di superficie finale da ricoprire.

- Topografia area deposito e rilievi batimetrici area escavo per circa 60.000€ per 8-10 rilievi.

L'importo finale, come di seguito indicato risulta essere pari a circa 6Ml euro, importo sicuramente importante, ma consentirebbe di rimuovere i sedimenti depositati sia dallo scarico di fondo che dall'opera di presa.

Resta inteso che una valutazione economica più accurata potrà essere eseguita a seguito delle attività di progettazione definitiva degli interventi.

id	descrizione	U.M.	Quantità	P.U.	Importo
	Dragaggio Idraulico e geotubi				
	Installazione e ripiegamento cantiere	a corpo	1	215.000	215.000,00
1.5.1	Preparazione piano di posa delle aree di deposito dei geotubi compresi: il taglio e l'asportazione di piante, di diametro inferiore a cm 8, arbusti, basso bosco, vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore di almeno 30 cm, il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, compreso altresì il carico sul mezzo di trasporto, la compattazione con adatto macchinario del piano di posa interessante uno spessore di 20 cm fino al raggiungimento del 90% della densità massima raggiungibile in laboratorio con la prova AASHO standard, a carico dell'impresa, compresa la fornitura dell'acqua o l'essiccamento occorrente e compresa, altresì, la formazione delle gradonature occorrenti. - per ogni m ² di superficie preparata	m2	50000	2,37	118.500,00
19.6.1	Fornitura e posa in opera, di geotessile tessuto in Poli-propilene, PEt o PE, con funzione prevalente di rinforzo, oltre che separazione e filtrazione, idoneo per l'impiego sotto i rilevati e bonifiche anche in terreni medio fini e con carichi medi, È compreso e compensato nel prezzo tutto quanto altro occorre per dare il materiale collocato in opera a perfetta regola d'arte, compresi gli sfridi e sormonti per sovrapposizioni.	m2	50000	3,87	193.500,00

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO ARANCIO</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III164S-PGI5- RT-0002-01</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 64 di 64</p>

1.8.3	<p>Materiali aridi con funzione anticapillare o filtro. Fornitura e posa in opera al di sotto dei rilevati o della sovrastruttura, di materiali aventi funzione di filtro per i terreni sottostanti, ... compreso ogni onere di fornitura da qualsiasi distanza, la vagliatura per ottenere la necessaria granulometria, la stesa a superfici piane e livellate, il compattamento meccanico secondo le norme per i rilevati ed ogni altro magistero. h media 10 cm</p>	m3	5000	38,66	193.300,00
n.p	<p>Dragaggio con sistema aspirante-refluente</p>	€/m3	78.250	27,00	2.112.750,00
n.p	<p>Fornitura e posa di geotubi (volume stimato in circa 25 m3/m per stimati 24 geotubi da 30 m cad.)</p>	€/m3	78.250	21,00	1.643.250,00
n.p	<p>Impianto di condizionamento e fornitura di flocculante incluso personale alla gestione</p>	€/m3	78.250	17,00	1.330.250,00
n.p	<p>Topografia e rilievi batimetrici di prima e seconda pianta e intermedi per un totale stimato di 8-10 rilievi</p>	a corpo	1	60000	60.000,00
19,12,2	<p>trattamento di rinaturalizzazione di scarpate o rilevati consistente nello spargimento omogeneo di una apposita miscela di sementi di specie erbacee perenni, appartenenti alla flora endemica del territorio all'interno di un gruppo di riferimento di almeno 10 specie, di concimi e collanti naturali e utilizzo di mezzi meccanici o altri sistemi, tali comunque da non lesionare i semi, compresa eventuale semina a mano. L'intervento, che avverrà su superfici aventi pendenze non superiori a 60°, stabili geotecnicamente ($F_s > 1$), prevede l'impiego di almeno 50 g/m² di sementi di specie erbacee, appartenenti alla flora endemica del territorio all'interno di un gruppo di riferimento di almeno 10 specie, non infestanti e non modificate geneticamente, con caratteristiche di rusticità, adattabilità a condizioni pedoclimatiche del sito, con un misto di concimi (minerali, oppure organo-minerali, oppure organici) e collanti naturali. ... 1) con sementi selezionate di specie azotofissatrici e/o miglioratrici</p>	m ²	50000	4,56	228.000,00
TOT					6.094.550,00