



# 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



REDAZIONE DELL'ELABORATO

SOCIETA' INGEGNERI VERONA E PRINCIPI  
RESPONSABILE DELL'ELABORATO



DIREZIONE DI PROGETTO PER L'ATI :

TECHNITAL S.p.A.

Dott. Ing. Simone Venturini

TITOLO:

DIGA ARANCIO  
PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO

CODICE:

II164S-PGI5-RT-001

		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 :

II164S-PGI5-RT-001-01

DATA :

Ottobre 2022

SCALA :

-

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p><i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i></p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 1 di 73</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**

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III64S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 2 di 73</p>

## INDICE

1.	PREMESSA	6
2.	DATI DI BASE FORNITI DALLA STAZIONE APPALTANTE	7
3.	NORMATIVA DI SETTORE	8
	3.1. Normativa nazionale	8
	3.2. Normativa Regionale	11
	3.3. Pianificazione territoriale e possibili vincoli	12
4.	CARATTERIZZAZIONE DI BASE	16
	4.1. Descrizione geografica del territorio e ubicazione dell'invaso	16
	4.1.1. Contesto territoriale a monte e a valle dell'invaso	16
	4.1.2. Anagrafica e Georeferenziazione dell'impianto	19
	4.2. Descrizione dell'opera di sbarramento e dell'invaso	20
	4.2.1. Invaso e diga Arancio	20
	4.2.2. Accessi alla diga	27
	4.2.3. Schema idraulico con descrizione degli utilizzi	27
	4.2.4. Programma generale delle attività di svaso/sfangamento	29
	4.3. Caratteristiche del bacino idrografico	30
	4.3.1. Inquadramento idrogeologico ed ambientale del bacino sotteso	30
	4.3.2. Stato qualitativo dell'invaso e pressioni esistenti	33
	4.3.3. Concentrazione del materiale solido in sospensione nelle acque del corpo idrico a monte e a valle dello sbarramento	34
	4.3.4. Descrizione delle caratteristiche meteorologiche e idrologiche del bacino	35
	4.4. Caratterizzazione dell'invaso	36
	4.4.1. Disposizione planimetrica del materiale sedimentato	36
	4.4.2. Calcolo del volume di materiale solido sedimentato nel serbatoio	41
	4.4.3. Valutazione del volume medio di materiale solido che sedimenta in un anno nel serbatoio	45
	4.4.4. Stato di interrimento in prossimità degli organi di scarico e presa	47
	4.4.5. Caratterizzazione qualitativa dei sedimenti presenti nell'invaso	48

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 3 di 73</p>

4.4.6.	Caratterizzazione qualitativa delle acque dell'invaso	53
5.	MODALITA' DI GESTIONE DELL'INVASO	56
5.1.	Programma generale delle attività di svaso/sfangamento	56
5.2.	Piano delle operazioni sistematiche	57
5.2.1.	Pulizia delle opere di restituzione a valle	58
5.2.2.	Manutenzione e l'ispezione delle opere idrauliche e meccaniche	59
5.2.3.	Movimentazione degli organi di scarico di fondo con fluitazione dei sedimenti a valle (spurgo)	59
5.2.4.	Operazioni di manutenzione/ispezione che necessitino di svuotamento di invaso	63
5.2.5.	Programma temporale delle operazioni di spurgo	64
5.2.6.	Indicazioni operative per la salvaguardia della fauna ittica in occasione di rilascio di portate d'acqua a valle diga	65
5.2.7.	Monitoraggi	65
5.2.8.	Comunicazioni	68
5.3.	Azioni di contenimento del trasporto solido	70
6.	BIBLIOGRAFIA	73

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 4 di 73</p>

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 3-1	Diagramma di flusso del processo decisionale	10
Figura 3-2	– Fortino Mazzallakkar	12
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”	13
Figura 3-4	Piano paesaggistico per l’invaso Arancio	15
Figura 4-1	PAI pericolosità idrogeologica nell’area di invasore. Blu a valle = pericolo alluvione elevato, arancione = pericolo frana medio (Fonte: geoportale Nazionale)	17
Figura 4-2	– Gola immediatamente a valle dell’invasore. Visibile la vasca di dissipazione ed attraversamento del Carboj.	18
Figura 4-3	Immagine satellitare della diga e dell’invasore (da: Google earth).	21
Figura 4-4	– Diga ad arco lato invasore, coronamento e scarico di superficie	23
Figura 4-5	– Sezioni dello scarico di fondo (Fonte: F.C.E.M.)	24
Figura 4-6	– Sezione dell’opera di presa	25
Figura 4-7	– Vista dell’invasore e delle sponde dal coronamento. Vista di Sambuca di Sicilia sullo sfondo	27
Figura 4-8	– Schema idraulico e utilizzo risorse	29
Figura 4-9	reticolo idrografico afferente all’invasore (Fonte: geoportale Nazionale)	30
Figura 4-10	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)	31
Figura 4-11	Carta geologica nell’area di invasore (Fonte: geoportale Nazionale). R1= Detriti, depositi alluvionali e fluvioacustri, spiagge attuali (Olocene); R15 = Argille e marne talvolta con olistostromi (Pliocene); R22 = Argille e marne (Miocene medio-inferiore)	32
Figura 4-12	– Quote di invasore e mm di pioggia dal 2016 al 2021 (Foglio di Asseverazione 2021, I semestre)	35
Figura 4-13	- Curve di possibilità pluviometrica in funzione del tempo di ritorno (TCEV)	36

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 5 di 73</p>

Figura 4-14 – 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.	37
Figura 4-15 – Fortino Mallakkazzar visibile con rilievo batimetrico di dettaglio. Sopra evidenza di strutture sommerse.	39
Figura 4-16 – rilievo topo-batimetrico dell'invaso Arancio al punto di immissione del Fiume Carboj e del Torrente Rincione.	40
Figura 4-17 – Il grafico Superfici/volumi per la Diga Arancio	42
Figura 4-18 – Quote di invaso e relativi volumi	45
Figura 4-19 Ubicazione dei punti di campionamento per la caratterizzazione dei sedimenti (punti S) e per la caratterizzazione delle acque (punti A)	49
Figura 5-1 – Ubicazione dei possibili punti di monitoraggio a valle dell'invaso.	67
Figura 5-2 Principali meccanismi che si osservano nell'interazione "acqua-isola galleggiante"	72

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 6 di 73

## 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 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. I contenuti del presente PGI sono strutturati in sezioni così distinte:

- 1) Dati di base forniti dalla Stazione appaltante;
- 2) Normativa di settore;
- 3) Caratterizzazione di base;
- 4) Modalità di gestione dell'invaso;
- 5) Piano Operativo, in documento a parte (II164S-PGI5-RT002).

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 7 di 73</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, 2003
- 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><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III64S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 8 di 73</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  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III64S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 9 di 73

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.

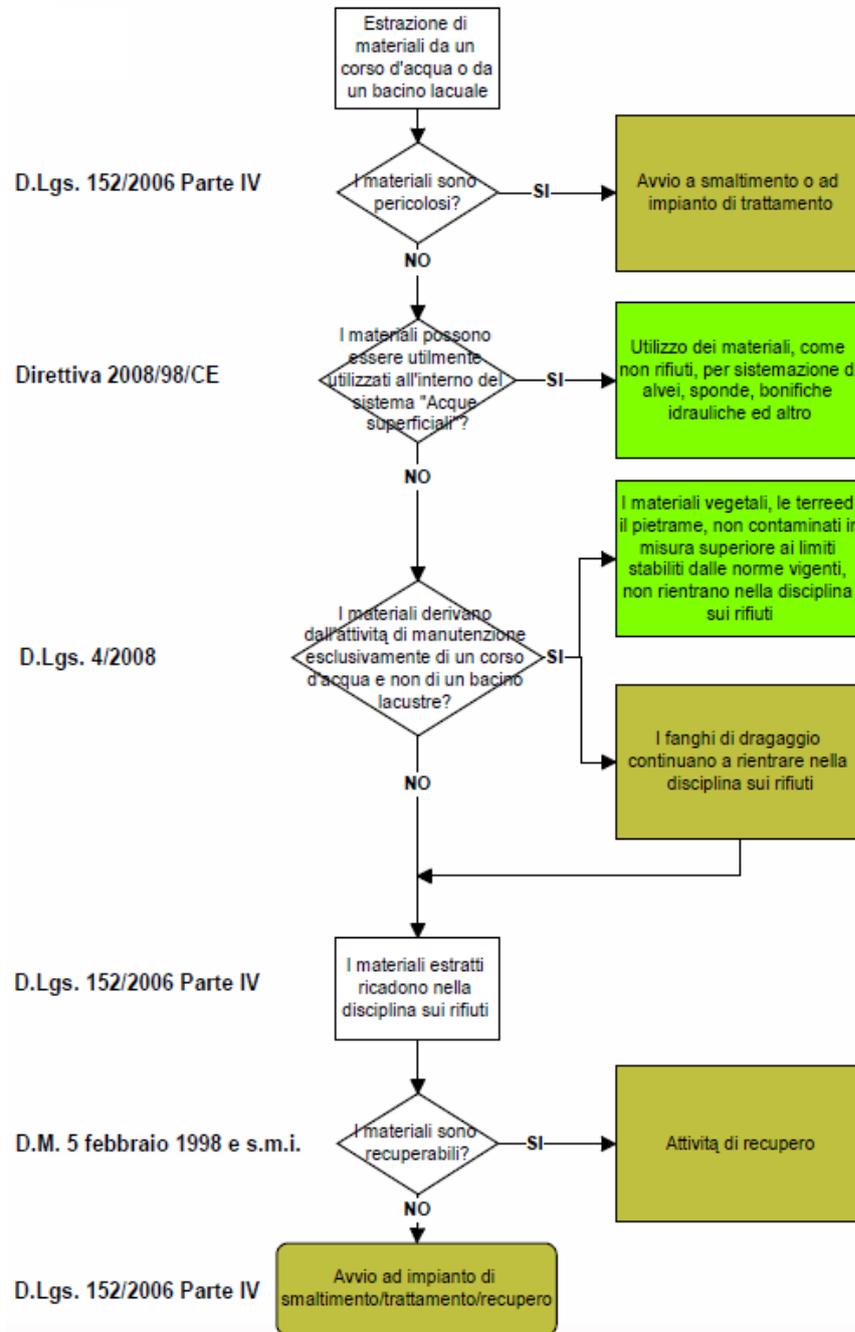


FIGURA 3-1 DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO DECISIONALE

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III64S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 11 di 73

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 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 12 di 73

### 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>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 13 di 73

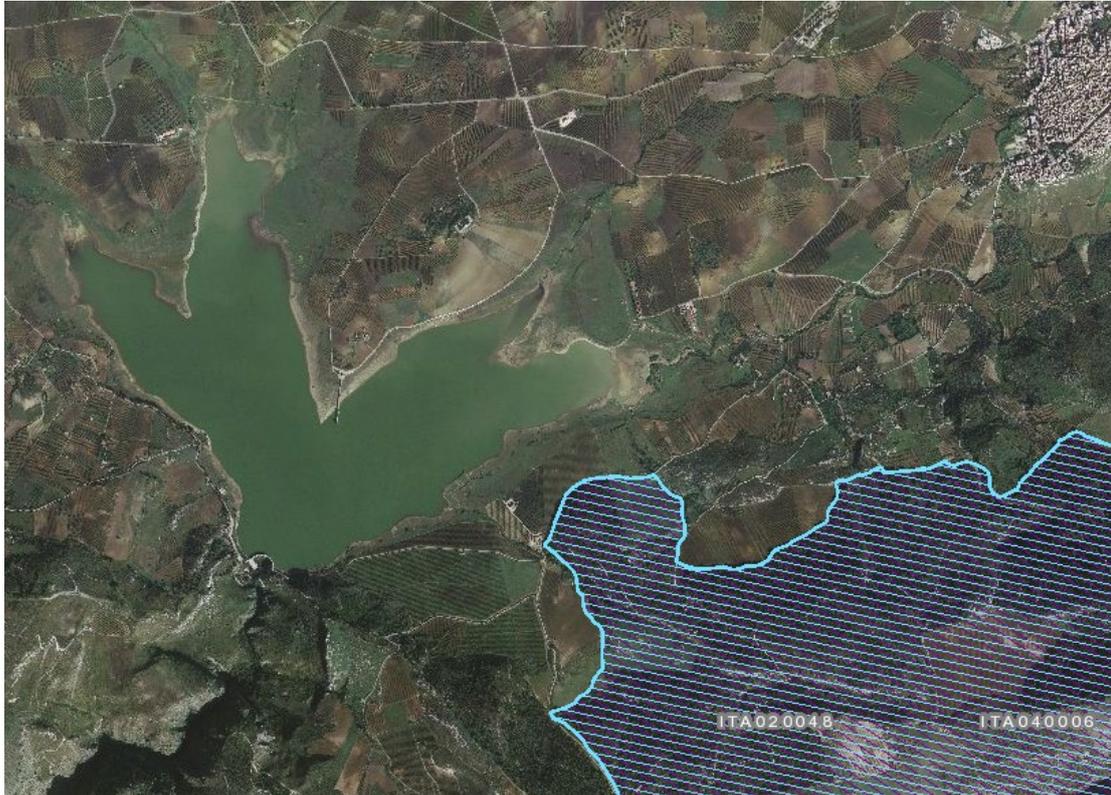


FIGURA 3-3 – PRESENZA DEI SITI DI PROTEZIONE ITA04006 “COMPLESSO MONTE TELEGRAFO E ROCCA FICUZZA” COINCIDENTE ANCHE CON IL SITO ITA0200048 “MONTI SICANI, ROCCA BUSAMBRA E BOSCO DELLA FICUZZA”

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><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 14 di 73</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 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 15 di 73

- 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.

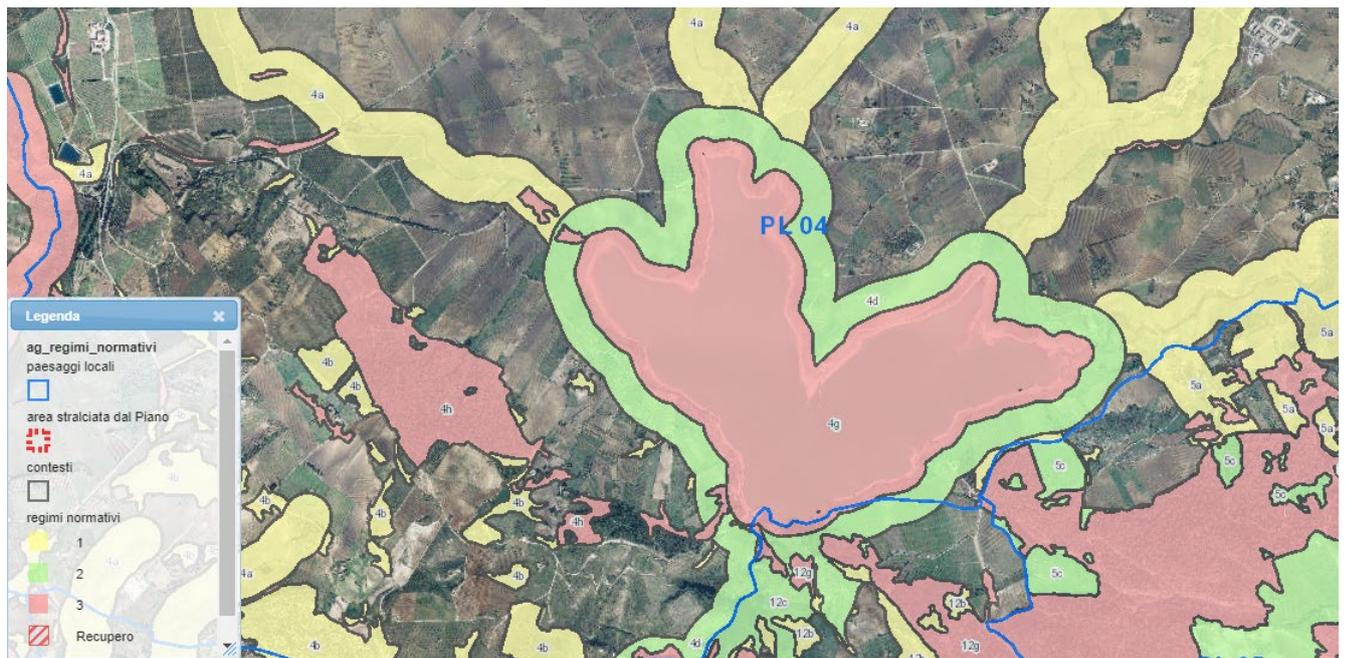


FIGURA 3-4 PIANO PAESAGGISTICO PER L'INVASO ARANCIO

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 16 di 73</p>

## 4. CARATTERIZZAZIONE DI BASE

### 4.1. Descrizione geografica del territorio e ubicazione dell'invaso

#### 4.1.1. 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, allorché 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'area territoriale tra il bacino del Fiume Carboj e il Fiume Belice è localizzata nel versante meridionale della Sicilia e precisamente in una porzione territoriale sud-occidentale dell'isola.

Dal punto di vista amministrativo, l'area territoriale tra il bacino del Fiume Carboj e il Fiume Belice ricade quasi interamente nella provincia di Agrigento e comprende la quasi totalità del territorio comunale di Menfi, compresa la Frazione di Porto Palo, ed alcune limitate porzioni dei territori comunali di Montevago, Sambuca di Sicilia e Santa Margherita Belice.

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.

Una vasta pianura interessa la parte invece a valle dell'invaso, che partendo dalla quota zero sul livello del mare raggiunge altezze tra i 250 e i 300 m s.l.m.; in questo settore l'andamento plano-altimetrico è tendenzialmente pianeggiante, con pendenze molto ridotte e comprese tra il 5% e il 20%.

L'invaso è alimentato dal bacino imbrifero diretto, dell'estensione di 136 Km<sup>2</sup> circa, e dall'allacciamento dei torrenti Senore, Bagnitelle, Landori, C.Mulini e Carrigagiacchi per un'estensione dei bacini allacciati di circa 73 Km<sup>3</sup>. Esso è inoltre alimentato tramite connessione idraulica alla diga di Garcia sul fiume Belice sinistro, per così come riportato nello schema degli allacciamenti (Tavola II164S-PGI5-DT-005).

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità          Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 17 di 73

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.

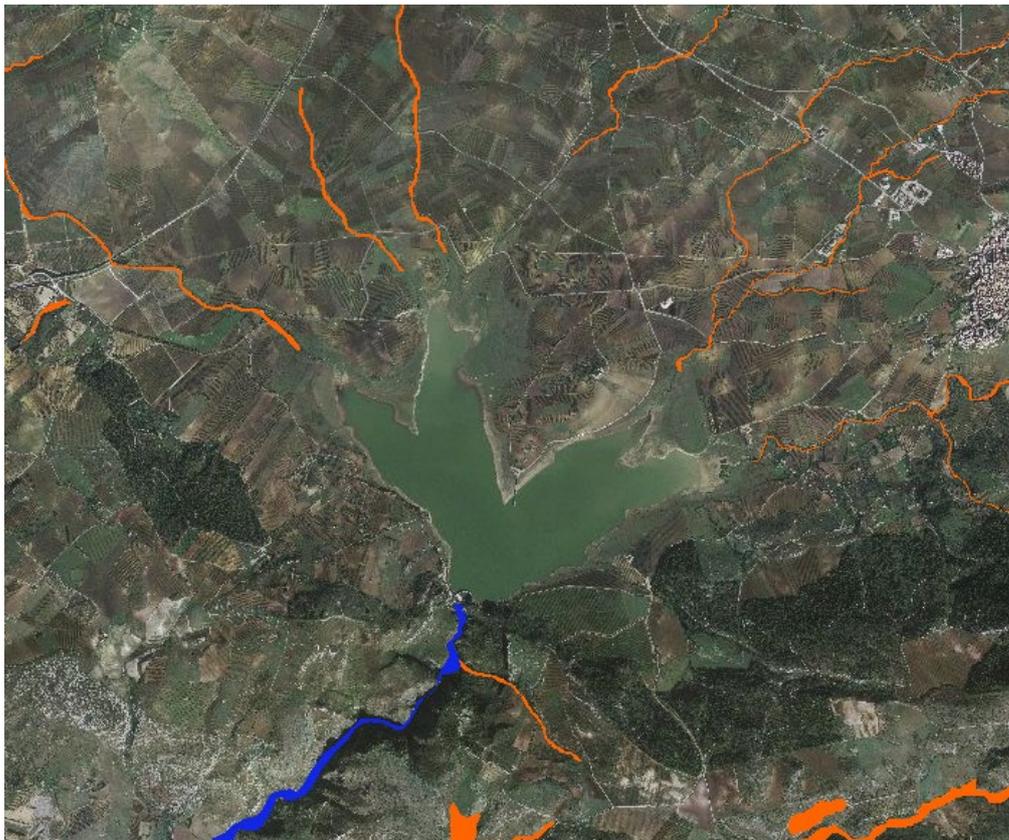


FIGURA 4-1 PAI PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA NELL'AREA DI INVASO. BLU A VALLE = PERICOLO ALLUVIONE ELEVATO, ARANCIONE = PERICOLO FRANA MEDIO (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE)

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 18 di 73</p>

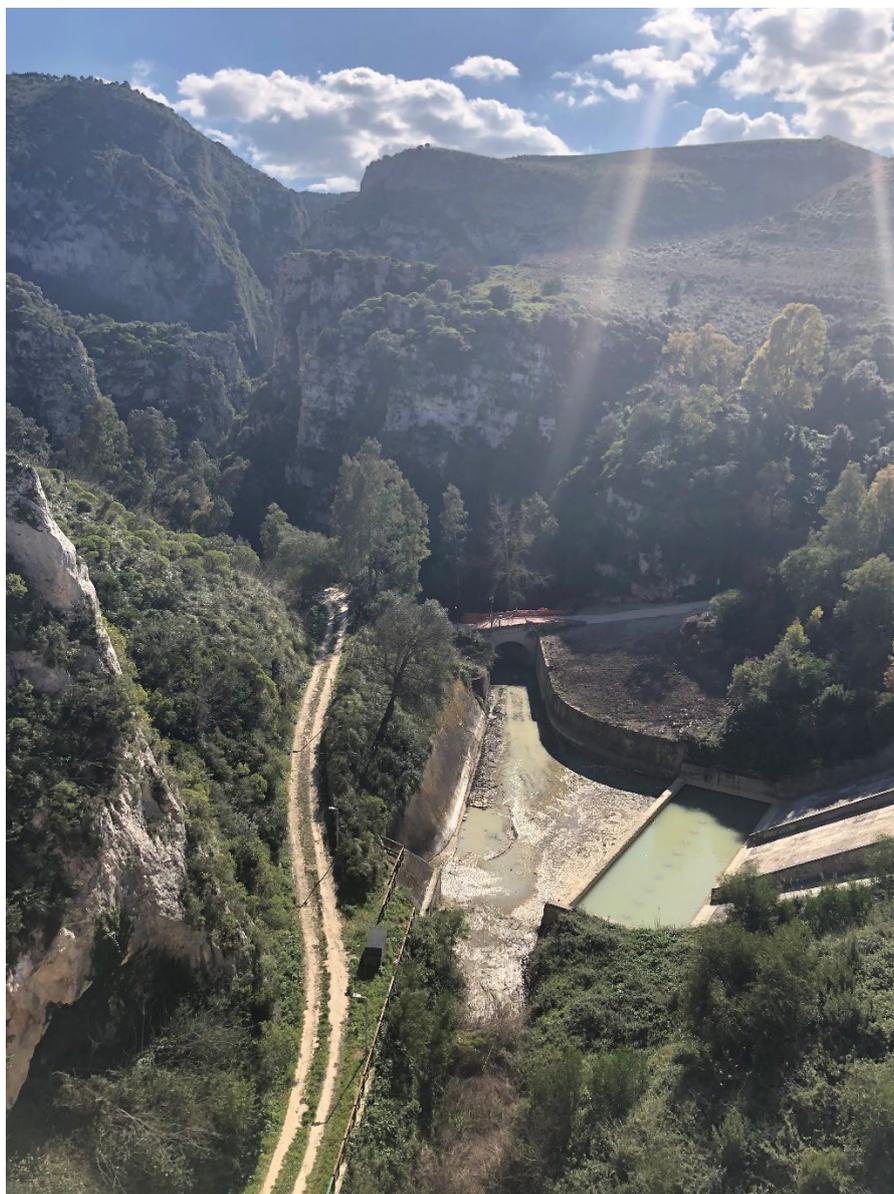


FIGURA 4-2 – GOLA IMMEDIATAMENTE A VALLE DELL'INVASO. VISIBILE LA VASCA DI DISSIPAZIONE ED ATTRAVERSAMENTO DEL CARBOJ.

Le infrastrutture primarie a valle dell'invaso sono le seguenti:

- SS n. 624 (Palermo - Sciacca),

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità          Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	<b>Pag. 19 di 73</b>

- S.S. n. 188 b,
- S.S. n 115,
- S.P. Menfi-Sciacca,
- Centrale elettrica ENEL
- Pozzi d'acqua potabile a servizio del Comune di Menfi.

#### 4.1.2. Anagrafica e Georeferenziazione dell'impianto

*Denominazione:* Invaso Arancio

*Ubicazione:* Sambuca di Sicilia, Sciacca

*Concessionario:* Dipartimento Regionale Acque e Rifiuti (DRAR), Regione Sicilia

*Gestore:* Dipartimento Regionale Acque e Rifiuti (DRAR), Regione Sicilia

*Ingegnere Responsabile:* Ing. Mario Alfonso

*Elenco dei Comuni posti a valle dello sbarramento:* Menfi

*Coordinate geografiche* del baricentro dello sbarramento sono così come riportate nel F.C.E.M. le seguenti:

Coordinate rispetto al meridiano di Roma Monte Mario (gradi, primi, secondi, centesimi) dei seguenti tre punti della linea mediana del coronamento:

punto centrale    latitudine    37° 37' 34'', 00    longitudine    0° 36' 43'', 73

estremità    in latitudine    37° 37' 33'', 25    longitudine    0° 36' 41'', 70  
 spalla destra

estremità    in latitudine    37° 37' 32'', 30    longitudine    0° 36' 46'', 27  
 spalla sinistra

Per la corografia e planimetria del serbatoio si rimanda alle tavole dalla II162S-PgI5-DT-001 alla II164S-PgI-DT-003.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 20 di 73

## 4.2. Descrizione dell'opera di sbarramento e dell'invaso

### 4.2.1. Invaso e diga Arancio

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 136 km<sup>2</sup> cui devono aggiungersi tre bacini allacciati per una superficie complessiva di circa 210 km<sup>2</sup>.

La capacità totale (Legge 584/94) è di 34,80 Mm<sup>3</sup>. 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>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 21 di 73



FIGURA 4-3 IMMAGINE SATELLITARE DELLA DIGA E DELL'INVASO (DA: GOOGLE EARTH).

Il progetto Esecutivo dell'impianto di ritenuta risale al 10/08/1939 e l'anno di ultimazione dei lavori è il 1951. Il collaudo tecnico-amministrativo è stato rilasciato in data 10/07/1958 data di inizio di esercizio normale.

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

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p><i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i></p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 22 di 73</p>

- Sviluppo del coronamento: 137,70 m
- Tipologia della diga: diga muraria a volta ad arco
- 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: 178<sup>1</sup> m slm
- Quota di minima regolazione: 157,00 m s.m.<sup>2</sup>
- Superficie specchio liquido:
  - alla quota di massimo invaso: 3,702 Km<sup>2</sup>
  - alla quota di massima regolazione: 3,404 Km<sup>2</sup>
  - alla quota di minima regolazione: 1,776 Km<sup>2</sup>
- Volume totale di invaso (D.M. 24/3/1982): 38,40 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Volume di invaso (L. 584/1994): 34,80 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Volume utile di regolazione: 34,79 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Volume di laminazione: 3,60 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Superficie bacino imbrifero direttamente sotteso: 136 Km<sup>2</sup>
- Superficie bacino imbrifero allacciato: 73 Km<sup>2</sup>
- Portata di massima piena di progetto: 430 m<sup>3</sup>/s
- Tempo di ritorno di progetto corrispondente al valore di massima piena: N.D.

L'invaso e lo sbarramento non prevedono un Deflusso Minimo Vitale.

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

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

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 23 di 73

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 Mm<sup>3</sup>.

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.

La diga di Arancio ha una struttura in calcestruzzo semplice ed una conformazione a doppia curvatura, simmetrica rispetto al piano verticale, non tracimabile. Questa è impostata su un pulvino in calcestruzzo armato lungo i fianchi della valle e su uno spesso tampone di fondo (Tavola II164S-PGI5-DT-004).

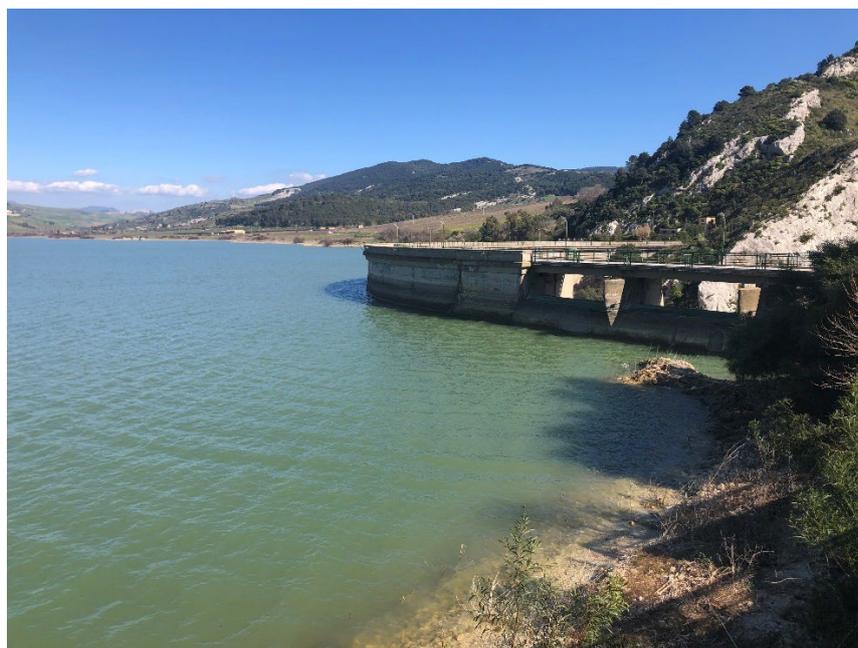


FIGURA 4-4 – DIGA AD ARCO LATO INVASO, CORONAMENTO E SCARICO DI SUPERFICIE

**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 aventi luce di 1.20 x 1.50 m, comandabili a mezzo di impianto oleodinamico centralizzato e da una turbinetta di emergenza. La galleria è stata utilizzata per la derivazione delle acque durante la costruzione della diga e, per evitare l'interrimento

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PGI5- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 24 di 73

dell'imbocco durante l'esercizio, la soglia risulta rialzata di 8.00 m dall'alveo del torrente.

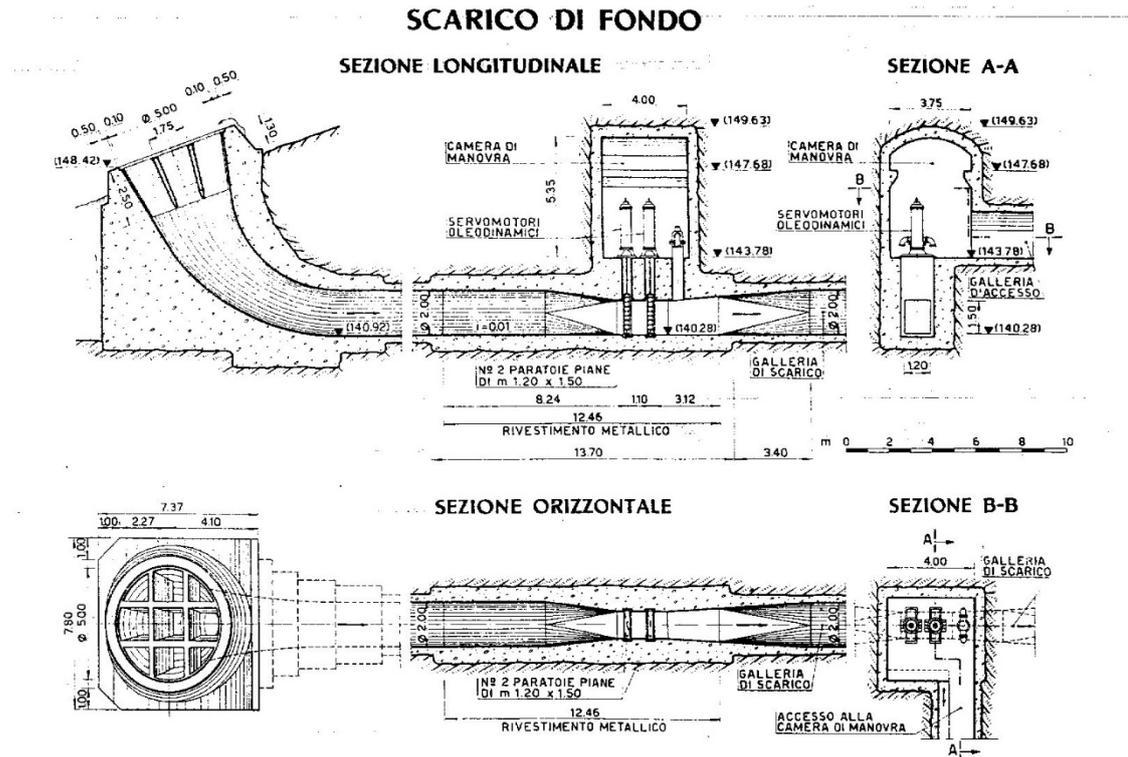


FIGURA 4-5 – SEZIONI DELLO SCARICO DI FONDO (FONTE: F.C.E.M.)

**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  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 25 di 73

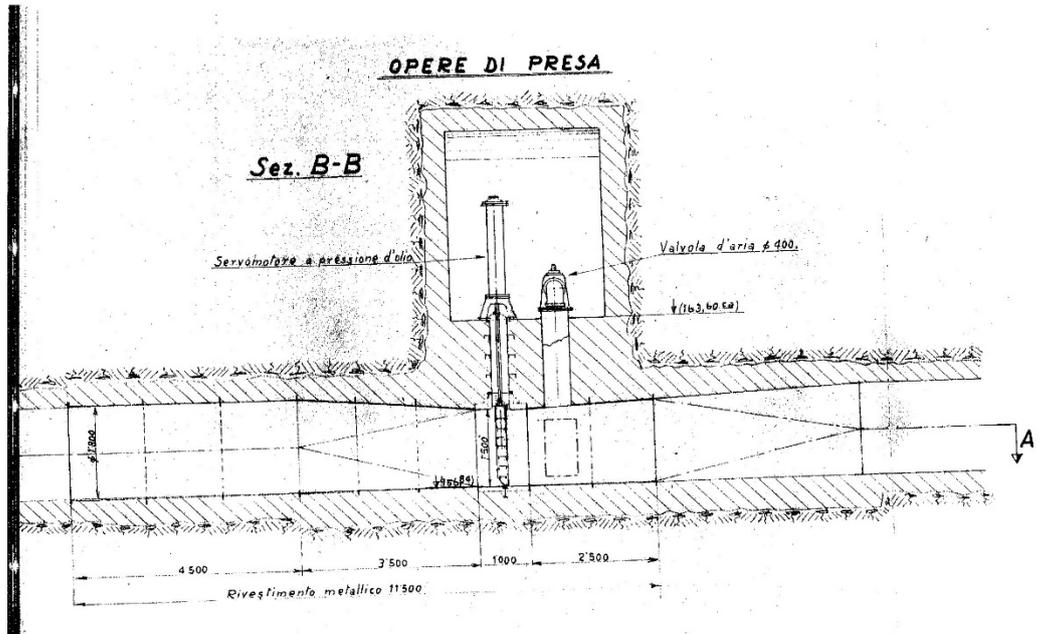


FIGURA 4-6 – SEZIONE DELL'OPERA DI PRESA

**Scarico di superficie** (Tavola II164S-PGI5-DT08) (Figura 4-4): 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 delle dimensioni di 9.60 x 1.50 m in grado di ritenere il livello idrico a quota 179.00 m s.l.m. Il contrappeso delle ventole è alloggiato dentro il corpo diga, all'interno di una camera avente una larghezza di 2.60 m, e posta alla quota di 173.20 m s.l.m. Le acque di scarico sono convogliate a valle da uno scivolo di larghezza complessiva costante di 30.50 m e lunghezza 54.00 m circa, provvista 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 malfunzionamento.

**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. All'interno di detta vasca sono posizionati dei denti frangicorrente equidistanziati, posti a circa metà dello sviluppo longitudinale della stessa, di altezza pari a circa 1.40 m. Questi sono posti in numero pari a 12, più due mezzi denti posti ai margini della vasca;

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 26 di 73

**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 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 Mm<sup>3</sup> a 620.000 Mm<sup>3</sup>.

**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.

Sulla strada circumlacuale, in prossimità della spalla sinistra, sotto la formazione rocciosa, si è verificato un dissesto che ha determinato una rotazione significativa del muro di sostegno della strada e ampie lesioni sull'asfalto.

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità          Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 27 di 73



FIGURA 4-7 – VISTA DELL'INVASO E DELLE SPONDE DAL CORONAMENTO. VISTA DI SAMBUCA DI SICILIA SULLO SFONDO

#### 4.2.2. 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.

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.

#### 4.2.3. Schema idraulico con descrizione degli utilizzi

### **Schema erogazione e distribuzione idrica**

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 28 di 73

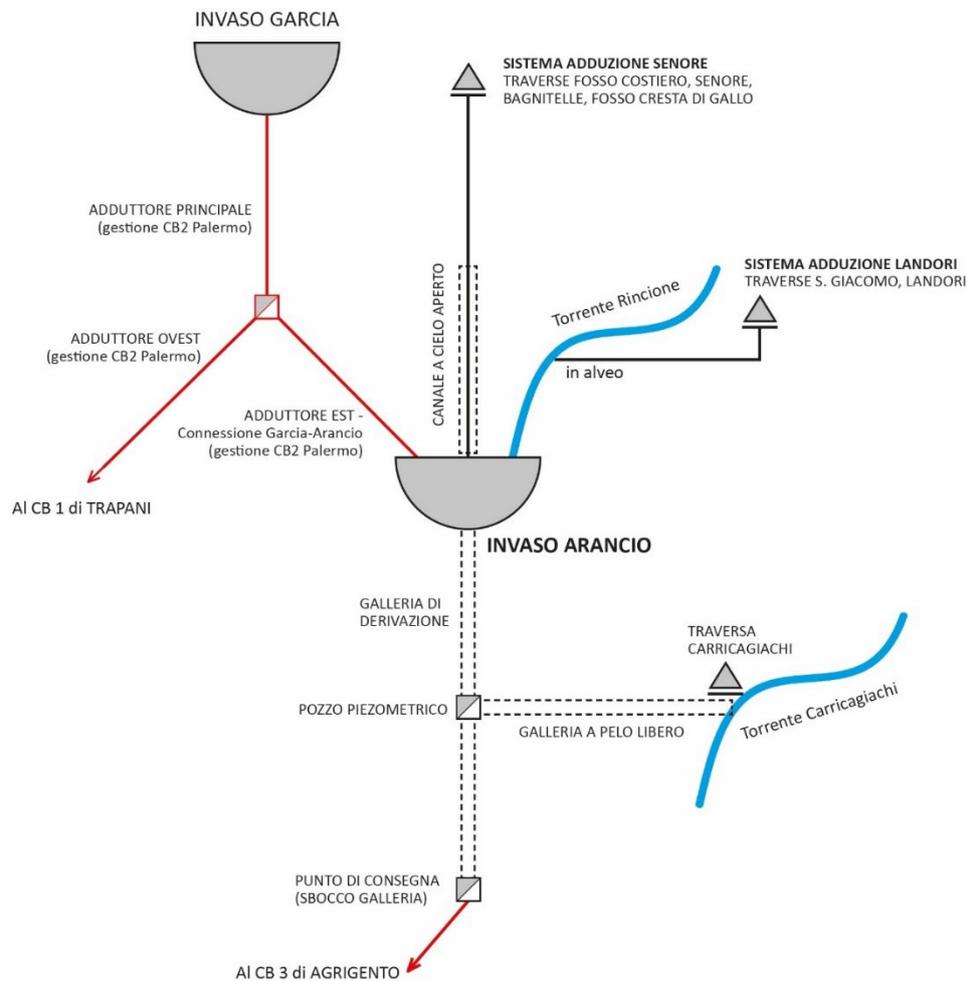
Le risorse idriche dell'invaso Arancio sono utilizzate a scopo irriguo a favore del CB3 di Agrigento (Consorzio Bonifica Sicilia Occidentale). Il serbatoio artificiale, generato dallo sbarramento del fiume Carboj, è alimentato a monte da due diversi sistemi di adduzione, il Senore e il Landori, costituiti da una serie di traverse fluviali. L'invaso Arancio è inoltre interconnesso con il lago Garcia, in gestione al CB2 di Palermo (Consorzio Bonifica Sicilia Occidentale), da cui riceve a gravità il volume idrico disponibile tramite la diramazione Est della condotta di adduzione principale che rifornisce anche il CB1 di Trapani attraverso la diramazione Ovest.

A valle della diga Arancio le acque erogate dall'invaso, tramite la galleria di derivazione, possono essere integrate dai volumi captati da un'altra opera di presa, la traversa Carricagiachi, e immessi in un pozzo piezometrico, nodo di disconnessione posto lungo la stessa galleria. Allo sbocco di quest'ultima vi è il punto di consegna al CB3 di Agrigento.

### **Erogazione a scopo irriguo**

Il comprensorio irriguo, sotteso all'invaso Gargia (bacino allacciato) e gestito dal CB3 di Agrigento, è esteso circa 10.600 ha. La fornitura a favore del Consorzio avviene prevalentemente nel corso della stagione irrigua, di solito tra aprile e ottobre di ogni anno. Secondo la pianificazione delle risorse idriche, stabilita dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia e in rapporto alla disponibilità delle acque invasate, dal serbatoio Arancio è ordinariamente erogato un volume complessivo annuo di circa 8 Mm<sup>3</sup>.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 29 di 73



INVASO ARANCIO - SCHEMA IDRAULICO E UTILIZZO RISORSE

FIGURA 4-8 – SCHEMA IDRAULICO E UTILIZZO RISORSE

#### 4.2.4. Programma generale delle attività di svaso/sfangamento

Fino ad oggi non sono state eseguite attività di sfangamento e non esiste un programma generale delle attività di svaso o sfangamento.

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità          Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 30 di 73

### 4.3. Caratteristiche del bacino idrografico

#### 4.3.1. 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 Carricaggiachi, del Vallone Cava e del Vallone Guaricciolo.

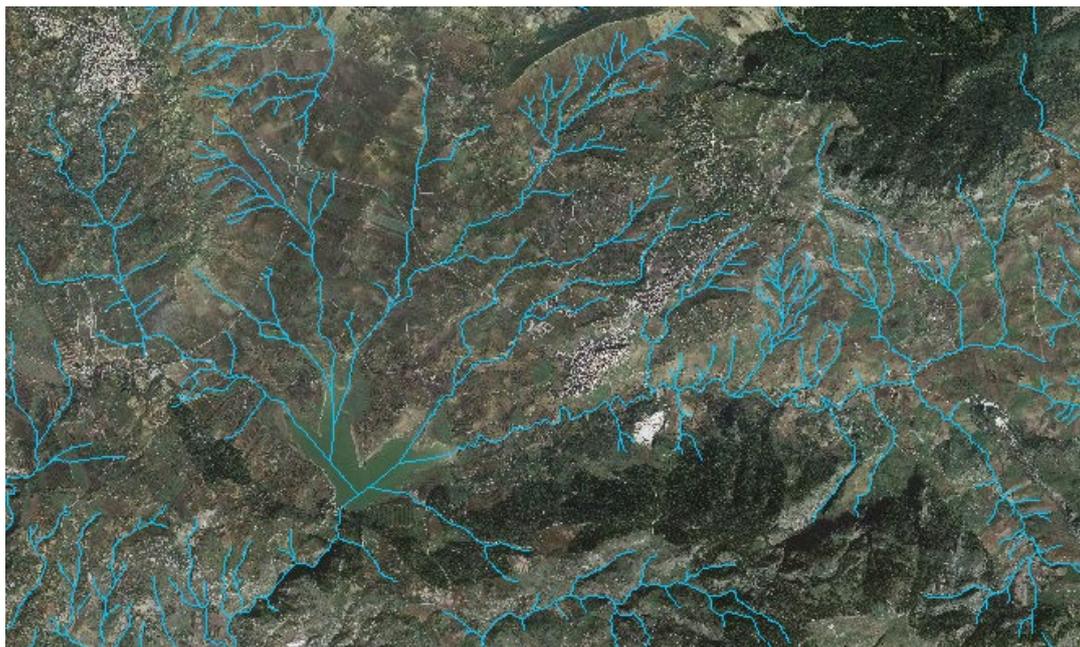


FIGURA 4-9 RETICOLO IDROGRAFICO AFFERENTE ALL'INVASO (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE)

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità          Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 31 di 73

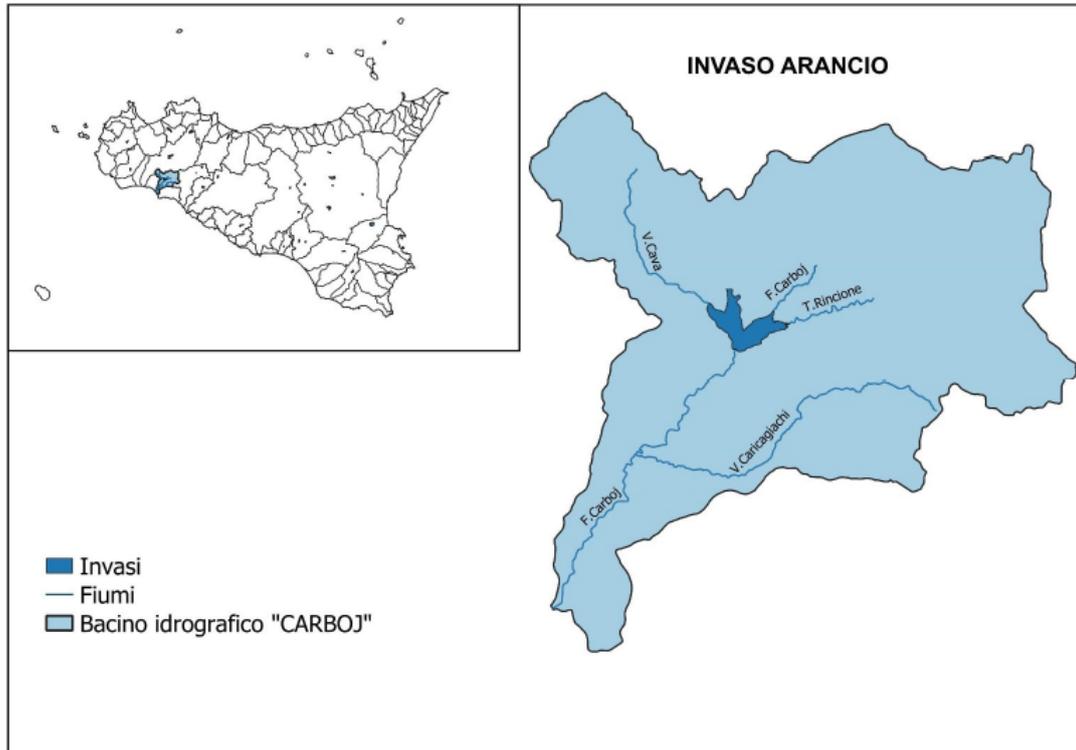


FIGURA 4-10 BACINO IDROGRAFICO AFFERENTE ALL'INVASO (FONTE: RAPPORTO DI MONITORAGGIO DELLO STATO DI QUALITÀ DEI LAGHI E DEGLI INVASI DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA 2014-2019, ARPA)

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

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità          Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 32 di 73

zona, risulta complessivamente assai poco sviluppato; esso inoltre denota una modesta capacità 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.

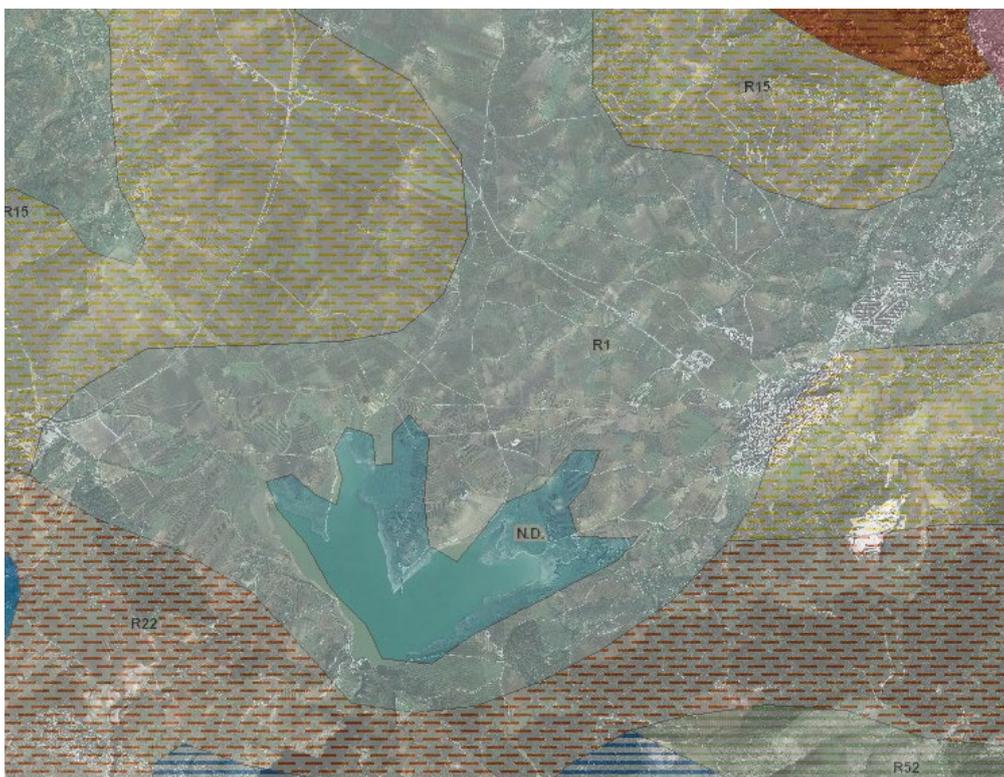


FIGURA 4-11 CARTA GEOLOGICA NELL'AREA DI INVASO (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE). R1= DETRITI, DEPOSITI ALLUVIONALI E FLUVIOLACUSTRI, SPIAGGE ATTUALI (OLOCENE); R15 = ARGILLE E MARNE TALVOLTA CON OLISTOSTROMI (PLIOCENE); R22 = ARGILLE E MARNE (MIOCENE MEDIO-INFERIORE)

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III64S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 33 di 73

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 in invaso.

#### 4.3.2. Stato qualitativo dell'invaso e pressioni esistenti

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).

Nel precedente ciclo di monitoraggio, per la prima caratterizzazione finalizzato al Piano di Tutela (2005-2006), effettuata ai sensi del D.Lgs. 152/99, la qualità era risultata Scadente.

Nel successivo ciclo di monitoraggio, 2014-2019, le acque dell'invaso sono risultate:

**STATO ECOLOGICO:** L'Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF), calcolato sulla base del Biovolume algale, della concentrazione di Clorofilla "a" e dell'indice di composizione delle specie (PTIot) assegna all'invaso la classe "Buono". L'indice LTLeco, calcolato sulla base degli elementi chimico-fisici a sostegno, ovvero della trasparenza, del fosforo totale e dell'ossigeno ipolimnico assegna all'invaso lo stato Sufficiente. Sono stati determinati alcuni degli elementi chimici a sostegno-inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità riportati in tabella 1/B del DM n. 260/2010 come modificata dal D. Lgs 172/2015. La media delle concentrazioni rilevate non supera mai il valore dello SQA-MA e pertanto il giudizio risulta "Buono". Integrando gli elementi biologici con gli elementi chimico fisici e con gli elementi chimici a sostegno, l'invaso Arancio risulta in STATO ECOLOGICO SUFFICIENTE.

**STATO CHIMICO:** sono state determinate alcune delle sostanze prioritarie della Tab. 1/A DM 260/2010 (modificata dal D. Lgs.172/2015) ma solamente per 8 mesi e le concentrazioni risultano inferiori agli SQA-MA; pertanto, l'invaso Arancio è da considerarsi in STATO CHIMICO BUONO. Per alcune sostanze il LOQ non risulta adeguato. Nella Tabella 13 viene riepilogato lo stato di qualità.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 34 di 73

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 Macrodescriptors		Elementi chimici a sostegno (Tab 1/B)		Stato Ecologico	Stato Chimico	Livello Confidenza
			ICF	giudizio	LTleco	giudizio	superamenti	giudizio			
Invaso Arancio IT19LW190593	Lon/Est	Lat/Nord	0.74	Buono	11	Sufficiente	*	Buono	Sufficiente	Buono**	Medio
	13,076308	37,632779									

\*Presenza di Cromo totale in concentrazioni inferiori allo SQA.

\*\* Presenza di Mercurio in concentrazioni inferiori allo SQA.

Dal punto di vista termico l'invaso è riconducibile alla categoria dei laghi monomitici caldi con profondità minore di 15 m, appartenente alla tipologia Me-2 (Laghi mediterranei, poco profondi, calcarei) della Direttiva 2000/60/CE ed al macrotipo I3 del DM 260/2010.

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".

#### 4.3.3. Concentrazione del materiale solido in sospensione nelle acque del corpo idrico a monte e a valle dello sbarramento

Non sono note analisi di valutazione del materiale solido sospeso nelle acque dei torrenti presenti a monte o valle dell'invaso. D'altra parte, il regime stagionale dell'affluente rende difficile una valutazione quantitativa affidabile che possa dare dei valori di sedimentazione media annua nel tempo.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 35 di 73

#### 4.3.4. 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.

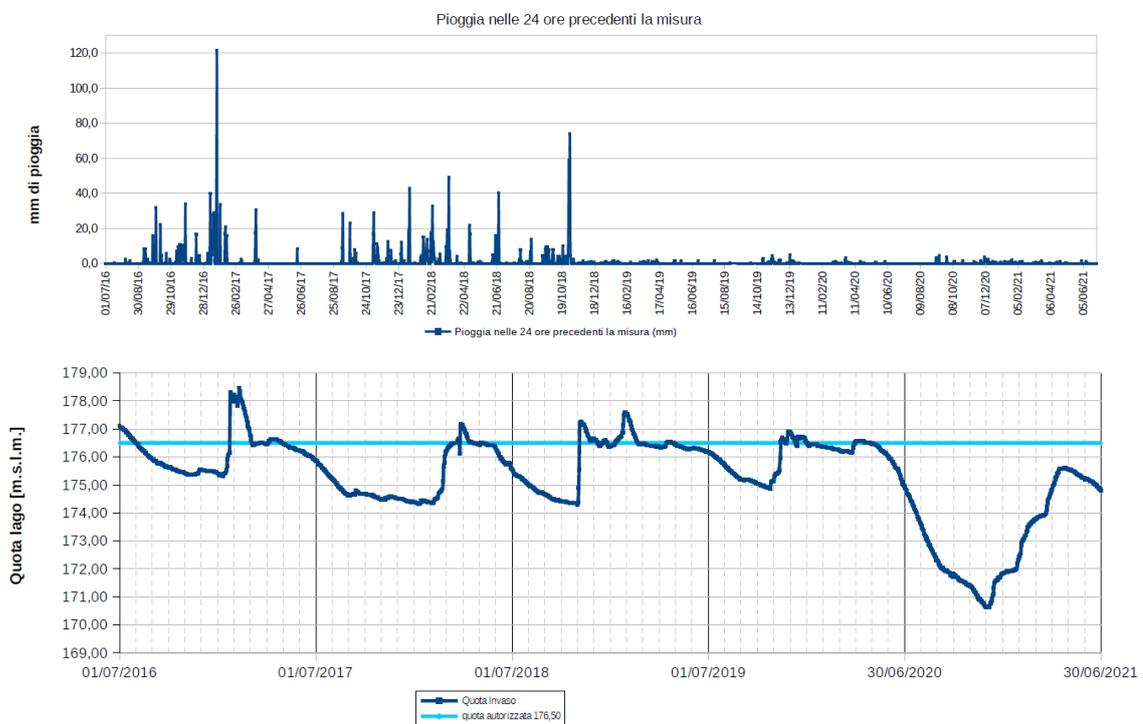


FIGURA 4-12 – QUOTE DI INVASO E MM DI PIOGGIA DAL 2016 AL 2021 (FOGLIO DI ASSEVERAZIONE 2021, I SEMESTRE)

Dalla Figura 4-12 si osservano le fluttuazioni dei livelli di invaso a seguito dei prelievi idrici per l'irrigazione durante il periodo aprile-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 4-13.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 36 di 73

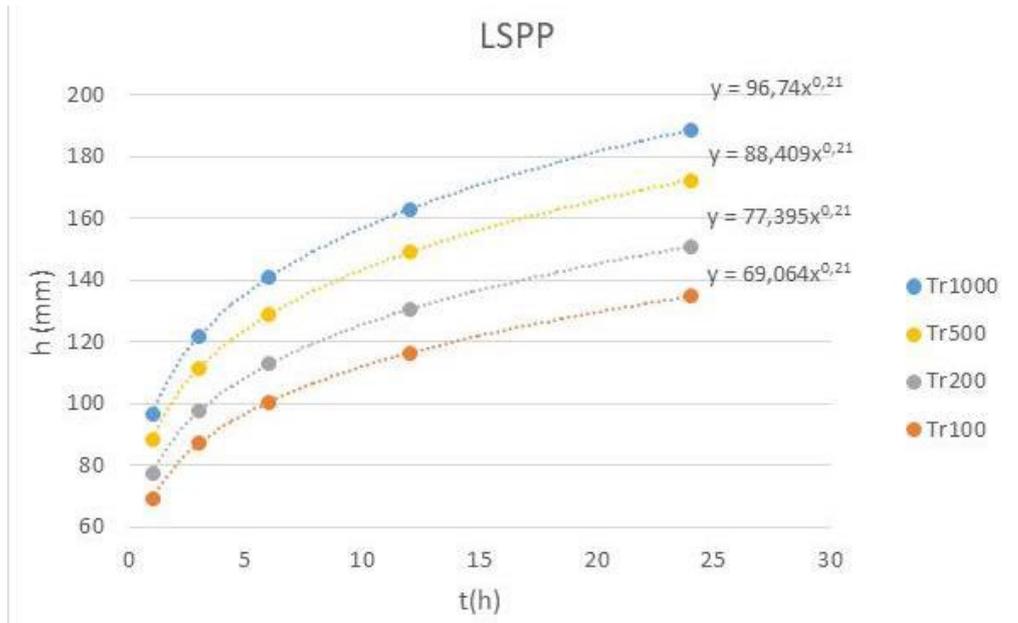


FIGURA 4-13 - CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA IN FUNZIONE DEL TEMPO DI RITORNO (TCEV)

#### 4.4. Caratterizzazione dell'invaso

##### 4.4.1. Disposizione planimetrica del materiale sedimentato

Il rilievo batimetrico del 2022 è stato eseguito con drone da imbarcazione (ASV geodrone) e la distribuzione planimetrica del materiale solido in invaso 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 4-14 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.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 37 di 73

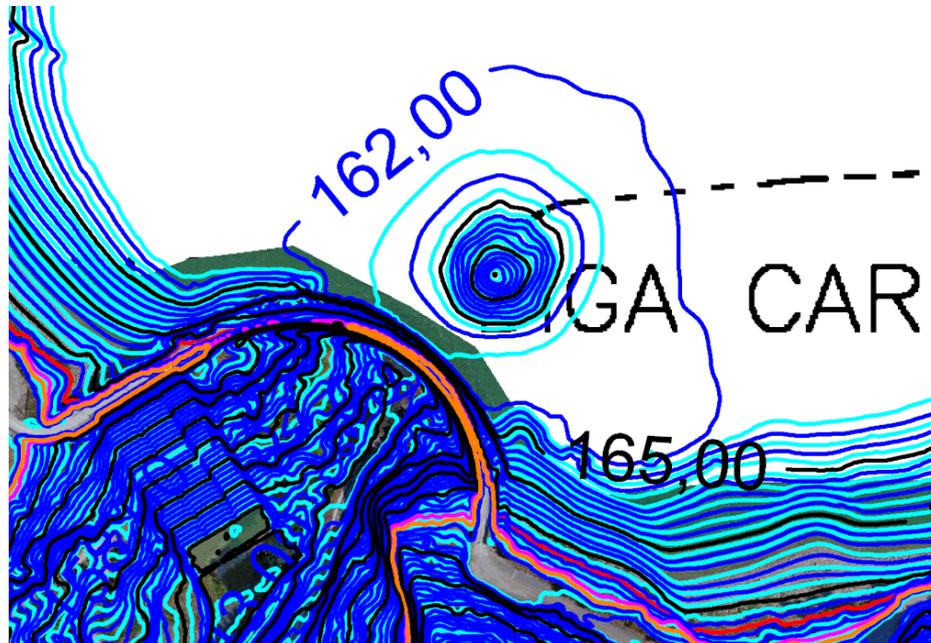
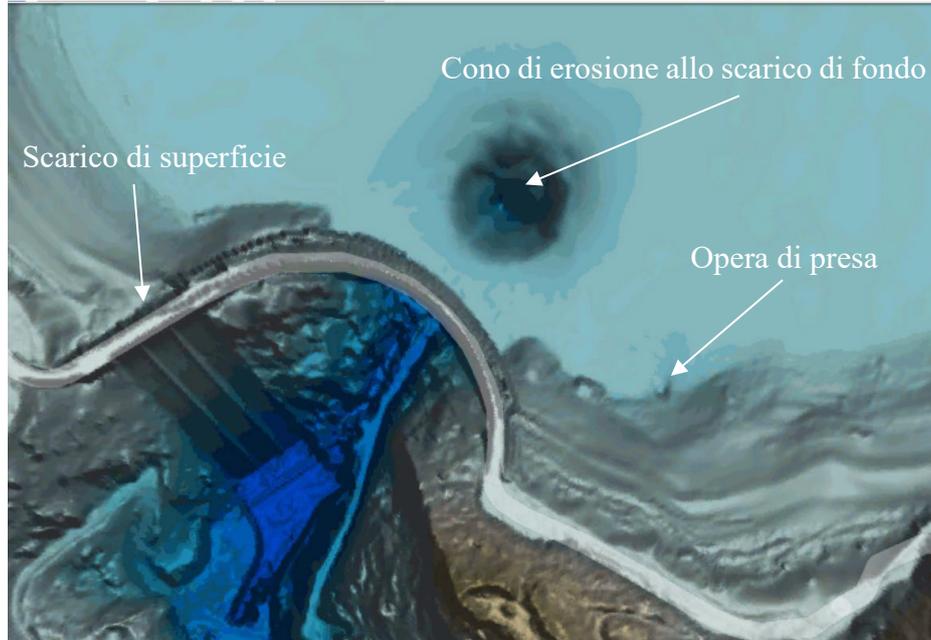


FIGURA 4-14 – PLANIMETRIA DEL RILIEVO TOPO-BATIMETRICO 2022 IN PROSSIMITÀ DEL CORPO DIGA. SONO VISIBILI LO SCARICO DI FONDO, L'OPERA DI PRESA E LO SCARICO DI SUPERFICIE.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 38 di 73

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 4.4.3.

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

Nelle figure che seguono viene presentato il rilievo DEM ottenuto dalla batimetria di dettaglio. Per le relative quote di fondale si rimanda alla Tavola II164S-PGI5-DT-11.

Lungo la sponda sinistra, in prossimità del fortino di Mazzallakkar (Figura 3-2) il rilievo batimetrico ha permesso di evidenziare la superficie dell'estensione delle costruzioni appartenenti al fortino (Figura 4-15). Interessante notare la presenza di possibili strutture afferenti al fortino; si notano infatti delle linee batimetriche molto regolari adiacenti al fortino che indicano la possibile presenza di altre strutture sommerse. Sempre nell'alveo originario si nota una forma molto definita, la cui sagoma ricorda quella di un molo.

Nel punto di immissione del Fiume Carboj e del Torrente Rincione (Figura 4-16) si notano sul fondo dell'invaso le forme morfologiche separate dei due immissari.

Il fondo dell'invaso degrada dal punto di immissione dei due fiumi sopra indicati fino ad arrivare alla quota 163 m prima di raggiungere l'opera di presa.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 39 di 73</p>



FIGURA 4-15 – FORTINO MALLAKAZZAR VISIBILE CON RILIEVO BATIMETRICO DI DETTAGLIO. SOPRA EVIDENZA DI STRUTTURE SOMMERSE.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 40 di 73</p>



FIGURA 4-16 – RILIEVO TOPO-BATIMETRICO DELL'INVASO ARANCIO AL PUNTO DI IMMISSIONE DEL FIUME CARBOJ E DEL TORRENTE RINCIONE.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 41 di 73</p>

#### 4.4.2. 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 poligoni 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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>. 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.

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 m<sup>3</sup>) ed il volume come risulta dalla batimetria eseguita nel 1991 che riporta un volume idrico a quota 175.00 di 20.855.203 m<sup>3</sup>; quindi, risultava volume di interrimento di 879.557 m<sup>3</sup>.

**Il rilievo batimetrico del 2022** è stato eseguito con drone da imbarcazione (ASV geodrone) ed evidenzia che l'interrimento a tergo dello sbarramento nel 2022 risulta 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 grafico superfici/volumi** per l'invaso della diga Arancio è riportato in Figura 4-17.

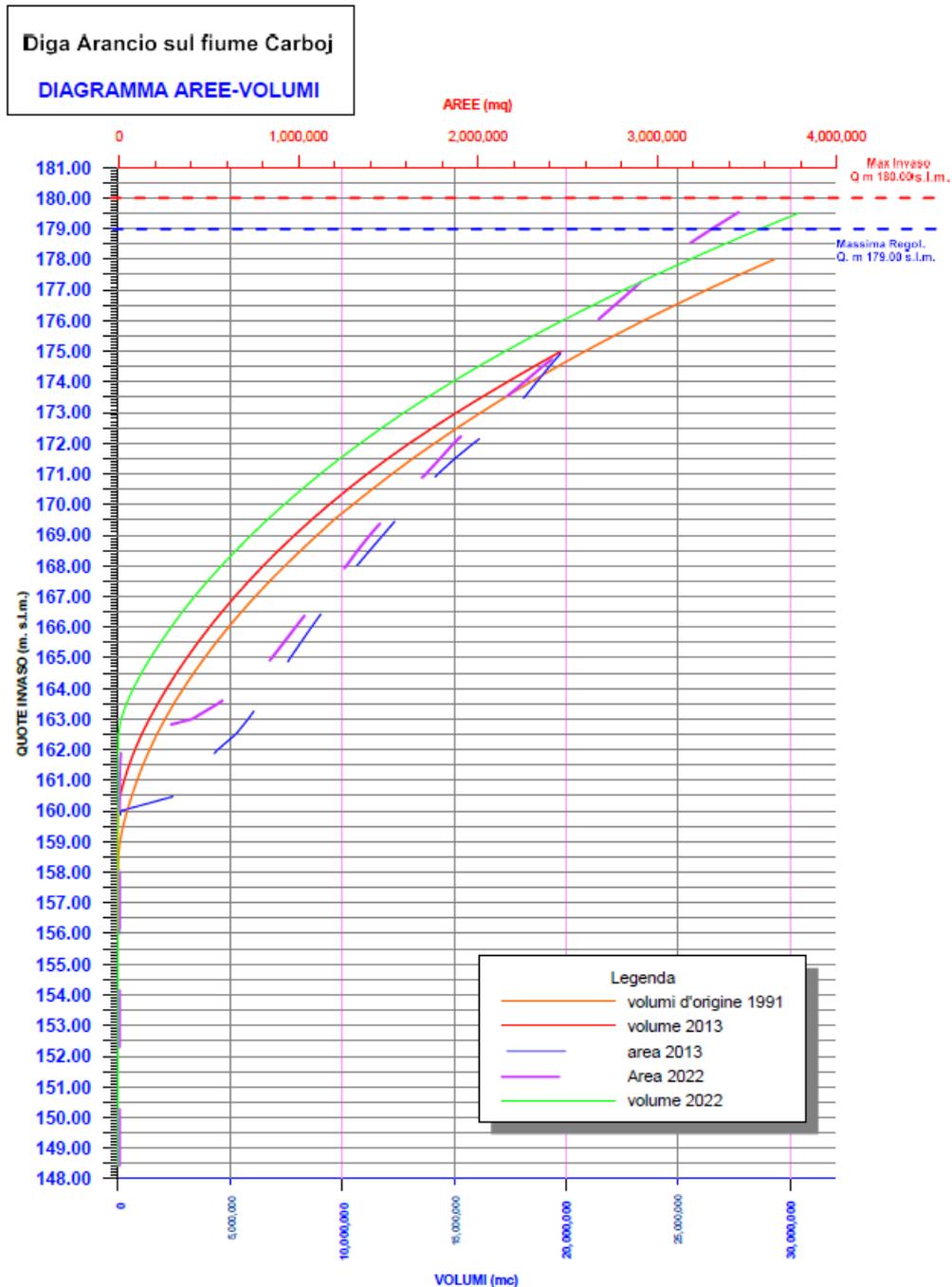


FIGURA 4-17 – IL GRAFICO SUPERFICI/VOLUMI PER LA DIGA ARANCIO

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità          Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	<b>Pag. 43 di 73</b>

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:

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III64S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 44 di 73

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 <sup>3</sup> )	Volume liquido perso dal 1953 (m <sup>3</sup> )	GI %
180	Volume totale invaso	F.C.E.M.	38.400.000	0	<b>0%</b>
		1991	n.d.	-	-
		2013	n.d.	-	-
		2022	32.098.283	6.301.717	<b>16,4%</b>
179	Volume totale invaso al livello massima regolazione (L.584/94)	F.C.E.M.	34.800.000	0	<b>0%</b>
		1991	28.984.908	5.815.092	<b>16,7%</b>
		2013	n.d.	-	-
		2022	28.689.406	6.110.594	<b>17,6%</b>
179	Volume utile regolazione	F.C.E.M.	34.795.000	0	<b>0%</b>
		1991	24.852.991	9.942.009	<b>29%</b>
		2013	n.d.	-	-
		2022	28.687.891	6.107.109	<b>17,6%</b>
176,5	Volume autorizzato	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 m<sup>3</sup> con una perdita dal 1953 (inizio invasi sperimentali) pari ad un valore stimato del 17,6% del suo volume.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 45 di 73

Il volume autorizzato al 2022 si attesta a 21.194.258 m<sup>3</sup>.

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 m<sup>3</sup> (34.800.000 m<sup>3</sup>-34.795.000 m<sup>3</sup>). 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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>.

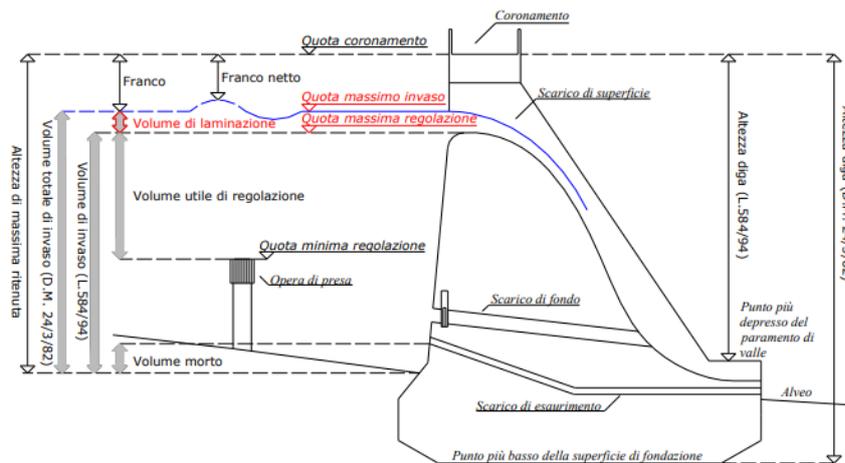


FIGURA 4-18 – QUOTE DI INVASO E RELATIVI VOLUMI

#### 4.4.3. Valutazione del volume medio di materiale solido che sedimenta in un anno nel serbatoio

Nella tabella che segue viene riportato il rateo di sedimentazione calcolato dalla data di inizio degli invasi sperimentali:

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 46 di 73

Quota (m slm)	Nota	Data	Volume liquido (m <sup>3</sup> )	Periodo 1953-2022	
				Perdita volume	rateo an- nuo (m <sup>3</sup> /a)
<b>179</b>	Volume totale d'invaso	1953	34.800.000	<b>6.110.594</b>	<b>88.559</b>
		2022	28.689.406		

Dopo 69 anni di esercizio l'apporto medio in invaso è pari a circa 88.560 m<sup>3</sup>/anno.

Il **Tasso percentuale medio annuo di Interrimento (TI) o perdita di capacità di invaso** che è il rapporto tra il volume di interrimento medio annuo e il volume d'invaso al tempo iniziale:

$$TI \% = \frac{(V_{int})_{medio\ annuo}}{V_{ti}} \times 100$$

Ovvero alla quota 179 m slm, **quota massimo invaso**, è valutato:

$$88.559\ mc/anno/34.800.000\ mc \times 100 = 0,25\%$$

La **producibilità specifica media annua di sedimenti del bacino imbrifero, che ha una superficie di 136 Km<sup>2</sup>, risulta pari a circa 650 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> anno.**

Tale valore risulta compreso nei valori medio bassi misurati in diversi laghi artificiali della Sicilia (G. La Loggia, M. Minacapilli 1998 - P. Berti 1963) ma anche in Piani di Gestione Invasi più recenti. A titolo di riscontro si riportano di seguito i valori stimati nei seguenti serbatoi siciliani:

- Lago Rubino sul torrente Fastaia: 185 (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>\*anno)
- Lago Butera sul torrente Comunelli: 1500 (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>\*anno)
- Lago Nicoletti sul torrente Borretta: 306 (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>\*anno)

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 47 di 73</p>

- Lago Ancipa sul torrente Troina: 511 (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>\*anno)
- Lago Gela sul fiume omonimo: 2050 (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>\*anno)
- Lago Cimìa sul torrente Cimìa: 1386 (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>\*anno)
- Lago Zaffarana sul torrente Zaffarana: 1757 (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>\*anno)
- Lago Villarosa sul torrente Morello: 820 (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>\*anno)

#### 4.4.4. 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 libero e funzionante. In Tavola II164S-PGI5-DT012 si riporta una sezione con attuale interrimento dell'opera. Si osserva che stando ai rilievi batimetrici di dettaglio, la pendenza delle pareti del cono di erosione si attesta mediante a 1:2; pendenza alquanto ripida per dei sedimenti (normalmente una pendenza stabile si attesta a 1:4 per sedimenti). Probabilmente tale pendenza è il risultato dell'erosione dei sedimenti durante l'apertura dello scarico.

Come si vede dalla Tavola, sopra la parte sommitale della "pipa" di scarico sembrerebbero essere depositati sedimenti fino alla quota 150 m slm, con uno spessore sopra lo scarico variabile da 1,5 m a 0 m.

Dato che lo scarico risulta funzionante probabilmente lo spessore sembra essere presente sopra lo stesso è costituito da formazione di sedimentazioni sciolte o materiali con alto grado di torbidità così come indicato nel rilievo 2013.

Sebbene lo scarico risulti funzionante, al fine di mantenerne nel tempo l'efficienza, e data la presenza del cono di erosione con altezza importante, si ravvisa l'opportunità di eseguire un intervento di pulizia che ne salvaguardi e mantenga la funzionalità. Si rimanda quindi al Piano operativo del documento II164S-PGI5-RT002.

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

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

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 48 di 73

b) **opera di presa** è funzionante. I sedimenti arrivano alla presa con quota circa 161,50 m slm, 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.

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 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.

#### 4.4.5. 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  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 49 di 73



FIGURA 4-19 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  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 50 di 73

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.

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.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 51 di 73

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><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>III64S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 52 di 73</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

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità          Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI5- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	<b>Pag. 53 di 73</b>

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.

I certificati sono allegati alla Relazione II164S-PGI5-RT-003 ed i risultati sono descritti nel Piano Operativo II162S-PGI5-RT002.

#### 4.4.6. 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).

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III64S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 54 di 73

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
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

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità          Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 55 di 73

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

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 campione 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><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI5- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 56 di 73</p>

## 5. MODALITA' DI GESTIONE DELL'INVASO

### 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 m<sup>3</sup> (autorizzata pari a 21.194.258 m<sup>3</sup>), 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.

Si valuta quindi, nei capitoli che seguono (Capitolo 5.2.1), la possibilità di effettuare delle cacciate che consentano di evacuare annualmente il quantitativo di sedimenti in ingresso all'invaso. Tale operazione, oltre a mantenere la funzionalità dell'invaso nel tempo, contribuisce a sostenere l'equilibrio sedimentario del fiume Carboj, ora interrotto dallo sbarramento, evitando fenomeni erosivi a valle.

Risulta invece utile prevedere nel Piano Operativo una **rimozione cautelativa dei sedimenti nell'intorno dello scarico di fondo** per mantenere in efficienza l'opera che, sebbene allo stato attuale è funzionante, presenta a breve distanza sedimenti dello spessore di 10 m. (si rimanda Piano Operativo II164S-PGI5-RT002).

Sarà comunque utile una **sistemazione idraulica del bacino** ed opere di trattenuta dei solidi sospesi al fine di contenere l'interrimento del serbatoio (per cui si rimanda al capitolo 5.3).

Nel presente Progetto di gestione si indicano pertanto le attività sistematiche che dovranno essere eseguite per mantenere la funzionalità degli scarichi e dell'invaso e in un documento separato le attività del 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><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>II164S-PGI5- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 57 di 73</p>

Le operazioni di Gestione indicate nel Progetto si suddividono in:

- Piano delle operazioni sistematiche per mantenere la funzionalità delle opere idrauliche della diga e dell'invaso;
- Ulteriori azioni di contenimenti del trasporto solido invaso;
- Piano Operativo per la rimozione straordinaria dei sedimenti per il mantenimento dello scarico di fondo (II164S-PGI5-RT002).

## 5.2. Piano delle operazioni sistematiche

In questo capitolo sono descritte tutte le attività di manutenzione e di ispezione che riguardano le opere meccaniche ed idrauliche del serbatoio che dovranno essere attuate per mantenere la corretta funzionalità dell'opera di scarico e degli organi opere meccaniche ed idrauliche.

Secondo quanto previsto nell'art.7 del DM 30 giugno 2004, "Manovre di emergenza e prove di funzionamento degli organi di scarico":

1. *Le previsioni del progetto di gestione non trovano applicazione per le manovre:*

- necessarie a garantire il non superamento dei livelli d'invaso autorizzati in occasione di eventi di piena;*
- di emergenza per la sicurezza e la salvaguardia della pubblica incolumità;*
- effettuate per speciali motivi di pubblico interesse, su disposizione dell'autorità competente;*
- effettuate per l'accertamento della funzionalità degli organi di scarico, ai sensi dell'art. 16 del decreto del Presidente della Repubblica n. 1363 del 1959, su disposizione dell'amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento.*

2. *L'esecuzione delle prove di funzionalità di cui al comma 1 è comunque subordinata al rispetto delle seguenti prescrizioni:*

- la durata del deflusso deve essere limitata al tempo necessario al controllo dell'efficienza meccanica ed idraulica degli organi di scarico;*
- le manovre di apertura debbono avvenire in modo graduale al fine di evitare repentine modificazioni del regime idrologico e della qualità delle acque;*

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III64S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 58 di 73</p>

*c) contestualmente alle predette operazioni, se necessario, viene assicurato al corpo idrico un deflusso tale da garantire il contenimento, ove tecnicamente possibile, dei valori di concentrazione dei materiali solidi presenti;*

*d) le prove di funzionamento non possono essere eseguite durante regimi di magra eccezionali del corpo idrico, ad eccezione dei casi di motivata necessità, secondo le prescrizioni a tutela dell'ambiente eventualmente indicate dalle regioni;*

*e) le prove di funzionamento devono essere eseguite avendo cura che lo scarico di fondo sia preferibilmente sotto pressione.*

Il presente Progetto di gestione, quindi, non descrive le sopra indicate operazioni di manovra che non trovano applicazione nel Progetto di Gestione.

Nel presente Progetto di Gestione vengono invece descritte le operazioni sistematiche finalizzate a mantenere l'efficienza degli organi di scarico e prevenirne la sedimentazione.

Le operazioni di seguito descritte risulteranno maggiormente efficaci e sicure dopo la rimozione del materiale sedimentato in prossimità dello scarico.

Nel caso in cui fosse necessario rimuovere e fluitare dei sedimenti addossati allo scarico di fondo le movimentazioni saranno limitate ai quantitativi che si fossero addossati allo scarico stesso e che ne impediscano l'ispezione o per recuperare/mantenere il volume utile nel tempo. Le operazioni saranno eseguite con le modalità indicate nel capitolo 5.2.3 o 5.2.2.

Nel caso fosse invece necessario svuotare l'invaso le operazioni saranno seguite come indicato nel capitolo 5.2.4.

### 5.2.1. Pulizia delle opere di restituzione a valle

Attualmente le opere di restituzione a valle sono in buono stato di manutenzione (Figura 4-2).

È indispensabile che il gestore continui a provvedere alla pulizia delle suddette opere ed alla rimozione dei sedimenti o vegetazione in modo da consentire il libero deflusso della corrente di rilascio dallo scarico di fondo e di superficie.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 59 di 73

A cadenza annuale dovrà essere effettuata una verifica della pulizia delle opere e nel caso di necessità provvedere alla rimozione dei materiali depositati.

### 5.2.2. Manutenzione e l'ispezione delle opere idrauliche e meccaniche

Sono esplicitamente escluse dall'ambito di applicazione del Progetto di Gestione, le manovre di cui all'art.7 comma 1 del DM 30/06/2004 tra cui le manovre effettuate per l'accertamento della funzionalità degli organi scarico ai sensi dell'art. 16 del D.P.R. n.1363/1959, nonché le manovre necessarie a garantire il non superamento dei livelli d'invaso autorizzati, in occasione di eventi di piena per le quali si rimanda al D.P.C. Le attività di ispezione avranno per lo più cadenza mensile e saranno finalizzate all'accertamento dello stato di conservazione, mentre quelle di manutenzione avranno cadenza generalmente pluriennale.

Nel caso in cui nelle operazioni di manutenzione delle opere meccaniche o idrauliche, sopra indicate, fosse necessario rimuovere e fluitare dei sedimenti le movimentazioni saranno limitate ai quantitativi che si fossero addossati allo scarico di fondo che ne impediscano l'ispezione. Le operazioni saranno eseguite con le modalità indicate nel F.C.E.M.

Le portate rilasciate in alveo a seguito delle manovre saranno:

- di norma modeste e tali da consentire l'applicazione delle deroghe previste dalla Circolare D.P.C.M 19 marzo 1996, n. DSTN/2/7019 in ordine all'obbligo di informazione preventiva delle Autorità competenti;
- per operazioni che comportino rilasci di acqua di entità consistente, in relazione alla valutazione effettuata a norma della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri DSTN/2/22806 del 13/12/95 e della lettera circolare del Capo del Dipartimento per i SS.TI.NN. n° 2/12874 del 16/06/98 (valore della massima portata di piena transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza idraulica non ancora determinata per l'invaso), è fatto obbligo al Gestore di informare preventivamente le Autorità competenti nei tempi e nei modi prescritti dal "Documento di Protezione Civile" per la fase di 'allerta-vigilanza rinforzata".

### 5.2.3. Movimentazione degli organi di scarico di fondo con fluitazione dei sedimenti a valle (spurgo)

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III64S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 60 di 73</p>

Le operazioni di spurgo con apertura delle paratoie dello scarico di fondo dovranno essere eseguite di norma con cadenza annuale nel periodo invernale e con esecuzione di almeno uno spurgo. Qualora gli accumuli meteorici lo consentano si potrà eseguire un secondo spurgo in occasione di eventi di piena o a seguito di intensi eventi meteorici.

In conformità a quanto stabilito al comma 4, art 3. DM 30/06/2004 sono di seguito indicati gli scenari per l'utilizzazione dello scarico di fondo in corrispondenza degli eventi di piena, o interventi meteorici in relazione alla possibilità di soddisfare le seguenti esigenze:

- a) garantire la funzionalità degli scarichi di fondo a fronte dei fenomeni di interramento;
- b) modulare le condizioni di deflusso a valle degli sbarramenti, ricorrendo alle possibilità di laminazione dell'invaso;
- c) ricostituire il trasporto solido a valle degli sbarramenti;

Dato che l'area in cui è ubicato l'invaso risente di periodi siccitosi estivi con scarsi afflussi, al fine di salvaguardare la risorsa idrica e il bacino idrografico a valle, le operazioni potranno essere eseguite di norma in concomitanza con il verificarsi di eventi di piena ma anche di eventi meteorici, della fase decrescente di morbide o pienette, quando le portate naturali di afflusso al bacino raggiungono valori tali da garantire naturalmente una forte presenza di materiale di trasporto (carico di torbida). In assenza di eventi meteorici importanti, le manovre di norma possono venir eseguite quando le portate in ingresso al bacino sono paragonabili alle portate scaricate a valle durante l'apertura dello scarico di fondo. Tale operazione, oltre che a mantenere l'efficienza degli scarichi, consentirà di ricostruire il trasporto solido e idrico a valle dello sbarramento.

Queste operazioni non hanno finalità di rimozione del materiale depositato nell'intero invaso ma possono venir eseguite per asportare il cono di materiale in prossimità dello scarico di fondo e per mantenerne la completa efficienza.

Secondo quanto scritto nella Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. DSTN/2/22806 del 13/12/1995 (lettera B, ultimo comma), il gestore è tenuto a non superare, nel corso delle manovre degli organi di scarico connesse all'ordinario esercizio, la massima portata transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza idraulica.

Ad oggi non risulta essere stata definita con apposito studio la massima portata transitabile nell'alveo a valle di cui al punto B) della circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806. Il gestore del serbatoio S.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III64S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 61 di 73

Arancio provvederà ad effettuare lo studio idraulico per la determinazione della massima portata transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza idraulica (denominata Q<sub>Amax</sub>) di cui al punto B) della circolare della Presidenza del Consiglio dei ministri 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806.

Nel D.P.C. non si riporta una portata rilasciabile in alveo.

Una volta effettuati gli studi idraulici per la determinazione della massima portata transitabile nell'alveo a valle, ai sensi del punto B, secondo capoverso della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 13/12/1995 n. DSTN/2/22086, le modalità di effettuazione delle manovre di spurgo dovranno essere aggiornate. In tal modo si potrà conseguire un efficace spurgo di materiali dall'area prossima all'imbocco dello scarico di fondo ed evitando anche il fenomeno di deposito dei sedimenti nelle opere di restituzione a valle delle paratoie dello scarico di fondo.

In attesa dell'aggiornamento della Q<sub>max</sub> transitabile in alveo, le operazioni dovranno comunque essere fatte annualmente al fine di mantenere in efficienza gli organi di scarico. Le operazioni di apertura delle paratoie potranno aver inizio quando, constatata la presenza delle opportune condizioni, inizierà l'apertura graduale e modulata dello scarico di fondo. Le manovre di apertura avverranno in modo graduale al fine di evitare repentine modificazioni del regime idrologico e della qualità delle acque.

In assenza di piena o eventi meteorici importanti, la cacciata verrà effettuata nei primi mesi dell'anno quando l'invaso presenta i livelli massimi e al fine di evacuare il materiale depositato annualmente in prossimità dell'organo di manovra. Le operazioni di apertura dello scarico di fondo saranno opportunamente registrate nel Registro Manovre degli Organi di Scarico della diga.

Si stima che il quantitativo di materiale solido fluitato a valle abbia un valore medio di concentrazione di solidi sospesi dell'ordine di qualche g/l. Questo valore è una stima perché ovviamente la reale concentrazione di volume di sedimenti esitato dipenderà dalla vicinanza dei materiali allo scarico, dalla compattezza del materiale sedimentato, dalla capacità erosiva della portata effluente.

Per la definizione dei limiti ammissibili di concentrazione di solidi in sospensione e di ossigeno disciolto nel corso di operazioni di svaso si fa riferimento ai valori assunti con DDG n. 710 del 7/5/12 emanato dalla Regione Siciliana. Al fine di tutelare la vita acquatica nel corso d'acqua a valle della diga, i solidi sospesi non dovranno superare, in funzione della durata delle operazioni, i limiti di seguito riportati in TABELLA 5-1. L'ossigeno disciolto dovrà sempre essere superiore a 5 mg/l.

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità          Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III64S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 62 di 73

Tali valori di solidi sospesi sono anche in linea con quelli indicati in TABELLA 5-1 per la tutela della risorsa ittica fluviale a valle dell'invaso. Non è noto il pregio ittico del Fiume Carboj a valle dell'invaso.

TABELLA 5-1 VALORI DI CONCENTRAZIONE MEDIA DI SOLIDI SOSPESI (G/L) DA TENERE IN CONSIDERAZIONE DURANTE UNO SVASO IN FUNZIONE DEGLI OBIETTIVI DI TUTELA DELLA COMUNITÀ ITTICA FLUVIALE NEL CORSO D'ACQUA A VALLE DEL BACINO. A) DDG n. 710 del 7/5/12 emanato dalla Regione Siciliana; b) FONTE: CONVEGNO ISPRA.

A)

Concentrazione dei solidi sospesi	Durata massima (in ore) di concentrazione di solidi sospesi
Max 40 g/l	< 0,5 h
15 g/l < conc.SS < 20 g/l	< 1,5 h
10 g/l < conc.SS < 15 g/l	< 3 h
5 g/l < conc.SS < 10 g/l	< 6 h
< 5 g/l	> 6 h

B)

Durata dello svaso	Pregio della comunità ittica nel corso d'acqua a valle del bacino			
	Assenza di vocazionalità ittica	Basso pregio ittico	Medio pregio ittico	Alto pregio ittico
Poche ore	50	30	20	10
1 – 2 giorni	30	20	10	5
1-2 settimane	10	5	3	1,5

Se la fluitazione fosse di durata giornaliera, con una concentrazione di 5 g/l, ipotizzando una portata massima di 3 mc/sec (come utilizzato per altre dighe siciliane), si riuscirebbero ad esitare circa 865 m<sup>3</sup> di sedimenti e la perdita di risorsa idrica dall'invaso sarebbe di circa 259.000 m<sup>3</sup>, circa il 1,2% del volume della risorsa idrica di regolazione attualmente autorizzata (21.194.258 m<sup>3</sup>).

Risulta quindi evidente che non è possibile evacuare il volume di sedimenti depositato annualmente (pari a 88.559 m<sup>3</sup>/anno vedasi capitolo 4.4.2), eseguendo degli svassi con le concentrazioni sopra indicate, in quanto la risorsa idrica disponibile verrebbe depauperata.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III64S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 63 di 73</p>

Risulta quindi necessario prevedere delle opere di captazione dei solidi in sospensione in arrivo da monte dell'invaso (capitolo 5.2.6).

Sebbene le attività di fluitazione qui descritte non risolvano il problema di deposizione dei sedimenti depositati annualmente allo scarico di fondo nel tempo, sono importanti per mantenere la funzionalità dello scarico e, come detto, garantire la continuità del bilancio sedimentario del fiume. Operando più aperture nell'anno, oltre a quella annuale prevista ed in concomitanza alla fase decrescente di morbide o pientette, si può maggiormente consentire la continuità di trasporto solido a valle ed il mantenimento dello scarico di fondo.

Al termine delle attività, il ripristino della normale funzionalità dell'invaso avverrà tramite la chiusura dello scarico interessato dalle operazioni e il raggiungimento delle quote di esercizio per riempimento con le portate in ingresso al bacino.

Per quanto riguarda invece gli interventi di mitigazione al fine della salvaguardia della risorsa idrica, le manovre verrebbero eseguite, come già indicato, in presenza di morbide o pientette.

Poiché le manovre di esercizio degli scarichi di fondo sarebbero di breve durata e bassa frequenza il quantitativo di materiale eventualmente rilasciato a valle sarebbe molto esiguo.

Ciò nonostante, si ritiene congruo pianificare un monitoraggio del corpo idrico ricevente in quanto la conoscenza del corso d'acqua a valle è scarsa.

Al termine delle operazioni dovrà inoltre essere eseguito il monitoraggio per la tutela della fauna ittica di seguito descritto.

#### 5.2.4. Operazioni di manutenzione/ispezione che necessitino di svuotamento di invaso

Le attività di manutenzione che necessitano di svuotamento dell'invaso saranno eseguite solo se necessario.

Dette attività di manutenzione saranno generalmente eseguite in concomitanza con le operazioni di fluitazione controllata per il mantenimento della pulizia dello scarico di fondo che hanno invece frequenza annuale.

Il periodo di esecuzione sarà orientativamente all'inizio dell'autunno (periodo in cui normalmente il serbatoio presenta i minimi livelli 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><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>III164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 64 di 73</p>

Dovranno essere prese tutte le opportune misure atte ad evitare morie di pesci, come ad esempio realizzare una vasca di raccolta temporanea che preveda al termine dello svuotamento la liberazione dei pesci in invaso.

Qualora fosse necessario vuotare completamente il bacino, il serbatoio resterà vuoto, ed interessato dal deflusso delle acque di scolo e delle sole acque naturali del bacino imbrifero diretto, per tutto il tempo necessario per le attività di manutenzione/ispezione delle opere meccaniche e/o idrauliche. Le modalità operative prevedono svuotamento tramite l'apertura graduale e controllata dello scarico di fondo.

L'operazione sarà proceduta dalle manovre di:

- abbassamento progressivo del livello dell'invaso fino a quote prossime o pari alla quota di minima regolazione del bacino tramite apertura graduale dello scarico di fondo al fine di evitare rilasci non controllati facendo defluire portate fino a quella consentita (Qamax). In questa fase, si prevede un valore medio di concentrazione di solidi sospesi dell'ordine di qualche g/l;
- apertura totale dello scarico di fondo nella fase finale per evitare problemi di occlusione dell'opera di scarico. In questa fase, di breve durata, si prevede un valore medio di concentrazione di solidi sospesi dell'ordine di 20 – 30 g/l;

In questa fase finale si avrà la maggiore erosione di sedimenti del fondale.

#### 5.2.5. Programma temporale delle operazioni di spurgo

Secondo quanto indicato nei paragrafi precedenti, il programma delle operazioni di spurgo a serbatoio invasato può essere quindi articolato come segue (sia per le operazioni di spurgo che per la manutenzione/ispezione delle opere):

- annualmente devono essere eseguiti uno-due interventi di spurgo con apertura dello scarico di fondo fino alla portata massima indicata per determinare una consistente asportazione del materiale sedimentario;
- tali interventi saranno programmati in base alle precipitazioni meteoriche che si registreranno. Si stima di poter eseguire uno spurgo nella stagione autunnale e uno in quella invernale e comunque legati all'occorrenza degli eventi di piena;

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III64S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 65 di 73

- al verificarsi di eventi di piena o di morbida consistente, tali interventi dovranno essere iniziati in coda agli eventi stessi, avendo però cura di dare inizio all'intervento quando è iniziata la fase di esaurimento della piena. In questo caso, e nei limiti consentiti dalla durata dell'evento naturale, le operazioni di scarico potranno convenientemente essere prolungate fino a completo esaurimento dell'evento naturale considerando i valori di torbidità da misurarsi a valle indicati in TABELLA 5-1).

Come indicato nei paragrafi precedenti la quantità di materiale sedimentato che si riuscirà ad evacuare sarà comunque limitata. Pertanto, la durata di ogni singola operazione di spurgo sarà mantenuta il più possibile in funzione della durata dell'evento di piena naturale. Al fine di non depauperare la perdita di risorsa idrica la portata in uscita dall'invaso dovrà comunque essere paragonabile a quella in ingresso.

Le attività di spurgo invece necessarie per le operazioni di manutenzione ed ispezione degli organi di scarico, sia che necessitino semplici spurghi o svuotamenti dell'invaso, saranno realizzati solamente quando necessario e saranno affiancati da un apposito piano di monitoraggio.

#### 5.2.6. Indicazioni operative per la salvaguardia della fauna ittica in occasione di rilascio di portate d'acqua a valle diga

Al fine di garantire la salvaguardia della fauna ittica in occasione di rilascio di portate d'acqua a valle diga, sia per manovre volontarie ordinarie, sia per manovre volontarie di emergenza durante le fasi di preallerta e/o di allerta, sia nel caso in cui entri in esercizio lo scarico di superficie si avrà cura di:

- Al termine delle manovre sopra indicate, non appena le condizioni lo consentano per la sicurezza degli operatori, si monitorerà la presenza di fauna ittica nella vasca di dissipazione e canale fugatore a valle della diga;
- Gli animali vivi verranno recuperati e prontamente reimmessi in invaso;
- Gli eventuali animali morti verranno prontamente eliminati nel rispetto delle norme sanitarie e di polizia sanitaria.

#### 5.2.7. Monitoraggi

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 66 di 73

Al fine di valutare l'interrimento del serbatoio, si procederà a monitorare la sedimentazione in invaso ed in prossimità dell'organo di scarico eseguendo delle batimetrie ogni 5 anni.

Tale monitoraggio periodico è particolarmente importante alla diga di Arancio per monitorare lo stato interrimento all'opera di presa ed agli scarichi.

Dato che le attività di fluitazione/spurgo possono interferire sullo stato di qualità del corpo idrico a valle, dovrà essere effettuata una caratterizzazione di quest'ultimo per la valutazione dello stato ante. Alla data di redazione del presente Progetto non risultano eseguite caratterizzazione da parte di ARPA dell'alveo a valle. Ciò nonostante, si suggerisce di concertare con ARPA Sicilia le eventuali attività di caratterizzazione ed utilizzare i dati già disponibili, qualora esistenti.

Il monitoraggio della torbidità e parametri chimico fisici delle acque a valle dell'invaso avverrà:

- in fase iniziale ad ogni apertura annuale dello scarico di fondo per valutare eventuali impatti a valle;
- in fase ordinaria, una volta stabilita assenza di impatti a valle, il monitoraggio verrà eseguito in caso di svuotamento dell'invaso o di attività di dragaggio con fluitazione dei sedimenti a valle;

Nei due casi sopra indicati si prevede di eseguire le seguenti misure.

L'ubicazione della stazione sarà pianificata e decisa insieme agli organi di controllo. A valle dell'invaso è presente una stretta gola lungo la quale non è possibile ubicare una stazione di monitoraggio. Si vede la possibilità di ubicare una prima stazione nel primo punto accessibile da mezzi gommati a 2,5 Km lineari a valle della diga, ed una seconda stazione a 800m da quest'ultima prima del passaggio sotto la SS 624 (Figura 5-1).

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità          Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i>  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 67 di 73



FIGURA 5-1 – UBICAZIONE DEI POSSIBILI PUNTI DI MONITORAGGIO A VALLE DELL'INVASO.

Le attività di controllo dovranno essere avviate almeno due ore prima dell'inizio dell'apertura delle paratoie dello scarico di fondo. Le misure saranno effettuate nel corso delle giornate di durata del fenomeno e anche nel/i giorno/i successivo/i fino a esaurimento delle condizioni perturbate o fino al ritorno a condizioni di normalità.

Dovranno essere rilevate e registrate con frequenza non inferiore a 15 minuti le portate rilasciate nonché le modalità di rilascio al fine di acquisire dati utili per una migliore programmazione e taratura delle operazioni future.

Dovrà essere definito e messo a punto un efficace piano delle comunicazioni tra gli operatori addetti al monitoraggio e gli operatori addetti alle regolazioni degli organi di scarico affinché in caso di superamento dei limiti indicati le operazioni possano essere immediatamente sospese o possano essere messe in atto tempestivamente tutte le azioni per far rientrare i parametri nei limiti consentiti.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III64S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 68 di 73</p>

Per tutta la durata delle operazioni saranno da effettuarsi misure periodiche di torbidità, ossigeno disciolto, pH .

I rilievi verranno eseguiti utilizzando una sonda multiparametrica o con prelievi ravvicinati nel tempo di campioni di acqua. Nel caso di utilizzo di sonda essa sarà tarata prima dei controlli come segue:

- taratura dell'ossimetro: per confronto con misure effettuate con il metodo Winkler,
- taratura del sensore di temperatura: per confronto con termometro di precisione,
- taratura dell'elettrodo del pH: per confronto con soluzioni a pH noto,
- taratura del sensore di torbidità: per confronto con misure effettuate tramite filtrazione e pesatura del filtro essiccato e/o con cono Imhoff.

Al termine della campagna di misure verrà redatto un rapporto tecnico nel quale saranno indicati i periodi, i punti ed i metodi di misura, i relativi risultati e il commento dei loro andamenti spaziotemporali.

Nel caso in esame, si ritengono proponibili, durante le operazioni, i limiti di concentrazione da rispettare per i solidi sospesi indicati in TABELLA 5-1.

#### 5.2.8. Comunicazioni

Le attività associate all'esecuzione delle operazioni sono classificabili in attività con avviso preventivo e attività senza avviso preventivo.

##### Attività con preavviso preventivo

Secondo quanto prescritto dal DM 30 giugno 2004, all'atto di eseguire una delle seguenti attività:

- svuotamento per manutenzione e/o ispezione,
- fluitazione/spurgo della tipologia "intervento specifico",
- rimozione meccanica di sedimenti, descritte nel presente progetto di gestione

il Gestore dell'impianto ne deve dare avviso:

- all'Amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento ai sensi del DLgs 112/98,
- al Dipartimento nazionale della Protezione Civile,

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
II164S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 69 di 73

- all'Autorità di Bacino,
- alle Regioni e agli Enti Locali interessati,

fornendo un *Programma di Sintesi* (piano operativo di dettaglio) delle attività previste.

Il Programma di Sintesi sarà predisposto e inoltrato alle Amministrazioni competenti almeno 4 mesi prima della prevista data di inizio delle attività e tratterà i seguenti aspetti:

- elencazione delle attività previste (con riferimento alla descrizione contenuta nel presente Progetto di Gestione),
- definizione approssimata del periodo previsto di esecuzione (da confermarsi successivamente in prossimità dell'esecuzione),
- indicazione del piano di monitoraggio e di mitigazione che si prevede di adottare (con riferimento alla descrizione contenuta nel presente Progetto di Gestione),
- indicazione delle autorizzazioni ottenute dal Progetto di Gestione dell'invaso in questione, o indicazione dei documenti di riferimento relativamente a rilievi in campo e analisi chimiche del materiale sedimentato,
- elenco dei comuni interessati dalle operazioni.

Il Gestore provvederà inoltre a informare la popolazione e tutti i soggetti interessati della prevista effettuazione delle manovre e delle eventuali cautele da adottare con avvisi affissi agli albi pretori dei comuni interessati nonché pubblicati per estratto su un quotidiano a diffusione locale. È opportuno, inoltre, che vengano previste ispezioni lungo l'alveo subito prima dell'apertura e successivamente alla chiusura degli organi di scarico. Il Gestore deve infine far rispettare quanto indicato nel presente Progetto di Gestione approvato, in osservanza delle eventuali prescrizioni stabilite dalle Regioni.

#### Attività senza avviso preventivo

A completamento di quanto indicato nel precedente paragrafo, l'esecuzione di una delle seguenti operazioni:

- manovre di esercizio degli scarichi profondi,
- fluitazione o spurgo della tipologia "intervento sistematico",

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III64S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 70 di 73</p>

non sarà preceduta dal preventivo avviso alle competenti Autorità in quanto le prime non comportano impatto sul corpo idrico ricettore e le seconde non sono pianificabili a priori perché legate al verificarsi di eventi naturali non prevedibili.

### 5.3. Azioni di contenimento del trasporto solido

Al fine di salvaguardare l'invaso nel tempo, si ravvisa l'importanza di attuare azioni atte a ridurre il carico di sedimenti provenienti dal bacino idrico a monte dell'invaso.

Le azioni di seguito indicate, qualora futuri rilievi batimetrici ne dovessero indicare la necessità, dovranno essere concertate fra i diversi enti responsabili della gestione dell'invaso e del territorio.

Le soluzioni ai problemi di eccesso di trasporto solido possono essere di due tipi:

- interventi di tipo attivo: realizzati direttamente sui versanti combinando quelli di carattere intensivo (ad esempio piantumazioni) con quelli estensivi (stabilizzazione di frane e controllo dell'erosione);
- interventi di tipo passivo: effettuati lungo il corso d'acqua allo scopo di intercettare il materiale trasportato prima che possa venire depositato in maniera invaso.

Fra gli interventi di tipo attivo sono sicuramente consigliati interventi di piantumazione che riducono considerevolmente il trasporto solido oltre che a creare un diversificato habitat lungo le sponde. Tali interventi necessitano di una limitata manutenzione e consentono di mantenere la continuità dell'habitat fluviale senza interruzioni dell'asta del fiume.

Gli interventi di tipo passivo sono costituiti dalle cosiddette briglie di "trattenuta" e dalle piazze di deposito.

Le briglie di trattenuta sono opere trasversali che intercettano il trasporto solido ed il materiale flottante in maniera pianificata ed in luoghi dove periodicamente sia possibile asportare i sedimenti.

Le piazze di deposito, spesso posizionate sulla conoide o prima di essa, hanno il compito di provocare la deposizione preferenziale del materiale in aree sufficientemente vaste e pianeggianti, lontane dai punti sensibili.

Entrambi i sistemi passivi descritti sopra, presuppongono che sia programmata un'attenta manutenzione poiché tali opere riempiendosi di depositi alluvionali divengono nel tempo inefficaci ed anzi possono risultare pericolose. Entrambi i metodi passivi

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>INVASO ARANCIO</b>  <b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b>	REGIONE SICILIANA 
III64S-PG15- RT-0001-01	PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO	Pag. 71 di 73

qui descritti devono però essere attentamente valutati sulla base delle granulometrie dei materiali trasportati dagli affluenti. Le granulometrie osservate in invaso hanno evidenziato la presenza di sedimentazione di materiali argillosi in tutti i campioni osservati ed a diverse profondità, senza differenze fra i siti o profondità analizzate. La capacità di trattenimento delle strutture, quindi, dovrà essere attentamente valutata.

Un tipo di intervento passivo che è in grado di trattenere anche materiali fini in sospensione è costituito dalle isole galleggianti artificiali che vengono utilizzate in laghi, bacini e specchi d'acqua di vario genere come sistemi per trattenere i solidi sospesi, purificare l'acqua, per introdurre nuovi habitat, per proteggere le sponde dall'erosione e per migliorare il paesaggio.

L'isola galleggiante artificiale viene generalmente posta a monte dell'invaso o all'immissione di corsi d'acqua che portano deposito solido. Si ha maggiore efficacia di trattenimento del particolato in sospensione in presenza di ridotti battenti d'acqua. L'isola galleggiante artificiale consiste di vegetazione macrofita emergente, di specie elofite, la quale cresce su una struttura che galleggia sulla superficie del bacino d'acqua ed è ancorata al fondo. I fusti delle piante rimangono sopra il livello dell'acqua mentre le loro radici crescono attraverso la struttura galleggiante e nella colonna d'acqua (Figura 5-2). Al di sotto del galleggiante si forma una rete di radici e rizomi avvolti da biofilm, alghe, zooplancton e piccoli invertebrati. Questo sistema complesso origina un sistema biologicamente attivo di elevata superficie in cui sono in funzione processi biochimici (che riducono la concentrazione di nutrienti nelle acque per il sostentamento delle piante) e fisici come il filtraggio/intrappolamento dei solidi sospesi.

La galleggiabilità della struttura è naturalmente mantenuta grazie all'aria contenuta nei parenchimi di radici e rizomi e di bolle di gas intrappolate nel materasso.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 72 di 73</p>

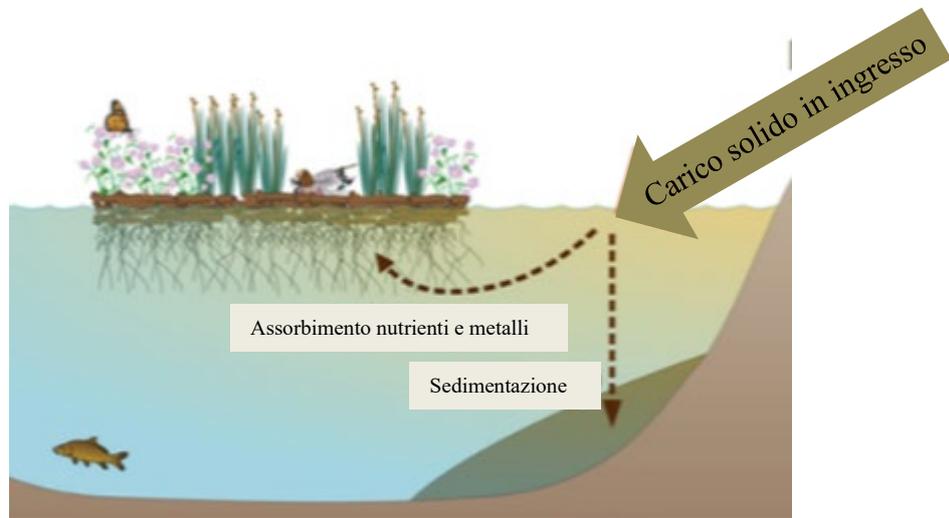


FIGURA 5-2 PRINCIPALI MECCANISMI CHE SI OSSERVANO NELL'INTERAZIONE "ACQUA-ISOLA GALLEGGIANTE"

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 73 di 73</p>

## 6. BIBLIOGRAFIA

Monitoraggio dei laghi (attività 2015) report ARPA

Piano Operativo Acque Superficiali , Monitoraggio e valutazione dello stato ecologico e chimico delle acque degli invasi del Distretto Idrografico della Sicilia ai sensi del D.M. 260/2010 - Report attività, Novembre 2018 ARPA

Annuario dei dati Ambientali della Sicilia, ARPA (2019). <https://www.arpa.sicilia.it/documentazione-ambientale/gli-annuari-regionali-dei-dati-ambientali/>

Annuario dei dati Ambientali della Sicilia, ARPA (2020). <https://www.arpa.sicilia.it/70-indicatori-sullo-stato-dellambiente-in-sicilia-online-lannuario-di-arpa/>

Rapporto annuale sul monitoraggio dei laghi e degli invasi in Sicilia – 2020, ARPA 2020 <https://www.arpa.sicilia.it/temi-ambientali/acque/monitoraggio-acque-superficiali-invasi/#1552917072837-30721b9a-c3dc>

Morris and Fan, 2010. “Reservoir sedimentation handbook. Design and management of dams, reservoirs and watersheds for sustainable use”, Ed. Mac Graw Hill

PIANO DI GESTIONE - PIANO DI GESTIONE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA

PIANO DI GESTIONE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA 2° Ciclo di pianificazione (2015-2021).

[http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR\\_PORTALE/PIR\\_LaStrutturaRegionale/PIR\\_AssEnergia/PIR\\_DipartimentoDellacquaedeirifiuti/PIR\\_Aretematiche/PIR\\_Settoreacque/PIR\\_PianoGestioneDistrettoIdrograficoSicilia/PIR\\_AllegatiPianodiGestioneAcque](http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR_PORTALE/PIR_LaStrutturaRegionale/PIR_AssEnergia/PIR_DipartimentoDellacquaedeirifiuti/PIR_Aretematiche/PIR_Settoreacque/PIR_PianoGestioneDistrettoIdrograficoSicilia/PIR_AllegatiPianodiGestioneAcque)

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p><i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i></p> <p><b>INVASO ARANCIO</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG15- RT-0001-01</p>	<p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>	<p>Pag. 74 di 73</p>

L'interpretazione delle analisi del terreno Strumento per la sostenibilità ambientale, Veneto Agricoltura, 2007. <file:///C:/Users/zago/Downloads/Linterpretazione%20delle%20analisi%20del%20terreno.pdf>