



DIGA SAN GIOVANNI

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. Antonio Morreale

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

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI IMPRESE TRA:

Mandataria
PROGETTAZIONE



Mandante
INDAGINI DI CAMPO



DIREZIONE DI PROGETTO PER L'ATI :

TECHNITAL S.p.A.

Dott. Ing. Simone Venturini

TITOLO:

DIGA S. GIOVANNI
PIANO OPERATIVO

CODICE:

II164S-PGI4-RT-002

		REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO		
SIGLA				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 :

DATA : Ottobre 2022

SCALA :

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 1 di 54</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 S. GIOVANNI

CUP: G97I19000440002

CIG Lotto 1: 8294974D14

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

PIANO OPERATIVO

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 2 di 54</p>

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	DATI DI BASE FORNITI DALLA STAZIONE APPALTANTE	6
3.	NORMATIVA DI SETTORE	7
	3.1. Normativa nazionale	7
	3.2. Normativa Regionale	10
4.	Inquadramento territoriale	11
	4.1. Contesto territoriale a monte e a valle dell'invaso	11
	4.2. Inquadramento idrografico ed ambientale del bacino sotteso	11
	4.3. Descrizione delle caratteristiche meteorologiche e idrologiche del bacino	13
5.	Descrizione dell'opera di sbarramento e dell'invaso	16
	5.1. Invaso e diga di S. Giovanni	17
	5.2. Accessi alla diga	23
	5.3. Caratterizzazione dell'invaso	24
	5.3.1. Disposizione planimetrica del materiale sedimentato	24
	5.3.1. Calcolo del volume di materiale solido sedimentato nel serbatoio	24
	5.3.2. Stato di interrimento in prossimità dell'organo di scarico	27
	5.3.3. Caratterizzazione qualitativa dei sedimenti presenti nell'invaso	28
	5.3.4. Caratterizzazione qualitativa delle acque dell'invaso	37
6.	PARTE OPERATIVA	40
	6.1. Programma generale delle attività di svaso/sfangamento	40
	6.2. Piano Operativo relativo per la rimozione dei sedimenti allo scarico di fondo - Messa in sicurezza dello scarico di fondo	40
	6.2.1. Opzione 1: Rimozione per cacciate	41
	6.2.2. Opzione 2: Rimozione dei sedimenti allo scarico di fondo mediante dragaggio	41
	6.2.3. Costi per la rimozione dei sedimenti allo scarico di fondo (opzione 2 con dragaggio idraulico)	52

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 3 di 54</p>

INDICE DELLE FIGURE

Figura 3-1	Diagramma di flusso del processo decisionale	9
Figura 4-1	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)	12
Figura 4-2	– Diagramma dell'evento di piena dal 26 Novembre 2021 al Dicembre 2021 (Foglio di Asseverazione 2021).	14
Figura 4-3	– Diagramma dell'evento di piena dal 2 al 4 Novembre 2018 (Foglio di Asseverazione 2021).	15
Figura 4-4	– Quote di invaso ed altezze di pioggia negli ultimi 5 anni (Foglio di Asseverazione 2021)	16
Figura 5-1	Immagine satellitare della diga e dell'invaso (da: Google earth).	17
Figura 5-2	– Scarico di fondo planimetria e Profilo, Atti di collaudo, Disegni di consistenza E.2. Ai valori indicati deve essere sottratto il valore 2.90 m come indicato nell'elaborato. Valore corretto indicato in rosso (vedasi Tavola II164S-PGI4-DT-008)	20
Figura 5-3	– Estratto di planimetria storica del fondo invaso nei pressi dello scarico di fondo (Fonte: Tavola 8.1, Sistemazione Frana, planimetria - Perizia di completamento, Aprile 1981). Alle quote devono essere sottratti 2.90 m slm.	21
Figura 5-4	– Foto scattate durante la realizzazione dell'invaso, con opera dello scarico di fondo completata	22
Figura 5-5	Diagramma aree e Volumi. confronto fra rilievo del 2015, 2020 e 2022 e volumi di origine così come definiti dal F.C.E.M.	26
Figura 5-6	– Sezione allo scarico di fondo con profili dei rilievi batimetrici eseguiti nel tempo.	27
Figura 5-7	Ubicazione dei punti di campionamento per la caratterizzazione dei sedimenti (punti S) e per la caratterizzazione delle acque (punti A)	29
Figura 6-1	– Area dragaggio, refluento e varo pontoni. Dettagli delle aree di dragaggio e refluento nelle Tavole II164S-DT-017 e II164S-DT-018.	45
Figura 5-2	– Sinistra: sistema di dragaggio idraulico con tubazione galleggiante di refluento con posa diretta in geotubi. Destra: sistema in linea di miscelazione flocculante e riempimento in serie dei geotubi	47

<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>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PG14- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 4 di 54</p>

Figura 5-3 – Particolarità di sistema drenante dei geotubi

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 5 di 54

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 di S. Giovanni. 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 2015, 2020 e nel 2022 e dalle indagini di caratterizzazione e indagini allo scopo acquisite.

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

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 6 di 54</p>

2. DATI DI BASE FORNITI DALLA STAZIONE APPALTANTE

- Batimetria 2015
- Batimetria 2020
- F.C.E.M.
- Schema Idrico
- Verbale Collaudo art.14 con allegati, Stampa del 24 Febbraio 2016
- Documento Protezione Civile, 2013
- Verbale di Vigilanza 17 Novembre 2021
- Asseverazione n.1146, Dicembre 2021
- Rilievo topografico invaso prima della realizzazione della diga (Foglio 271)
- Planimetria sistemazione frana prima della realizzazione della diga, Perizia di completamento , 1981
- Decreto concessione derivazione acque, divisione IX, n.3859
- Disciplinare concessione derivazione acque, Gennaio 1969

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 7 di 54</p>

3. NORMATIVA DI SETTORE

3.1. Normativa nazionale

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

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

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 8 di 54

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

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

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

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

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 9 di 54</p>

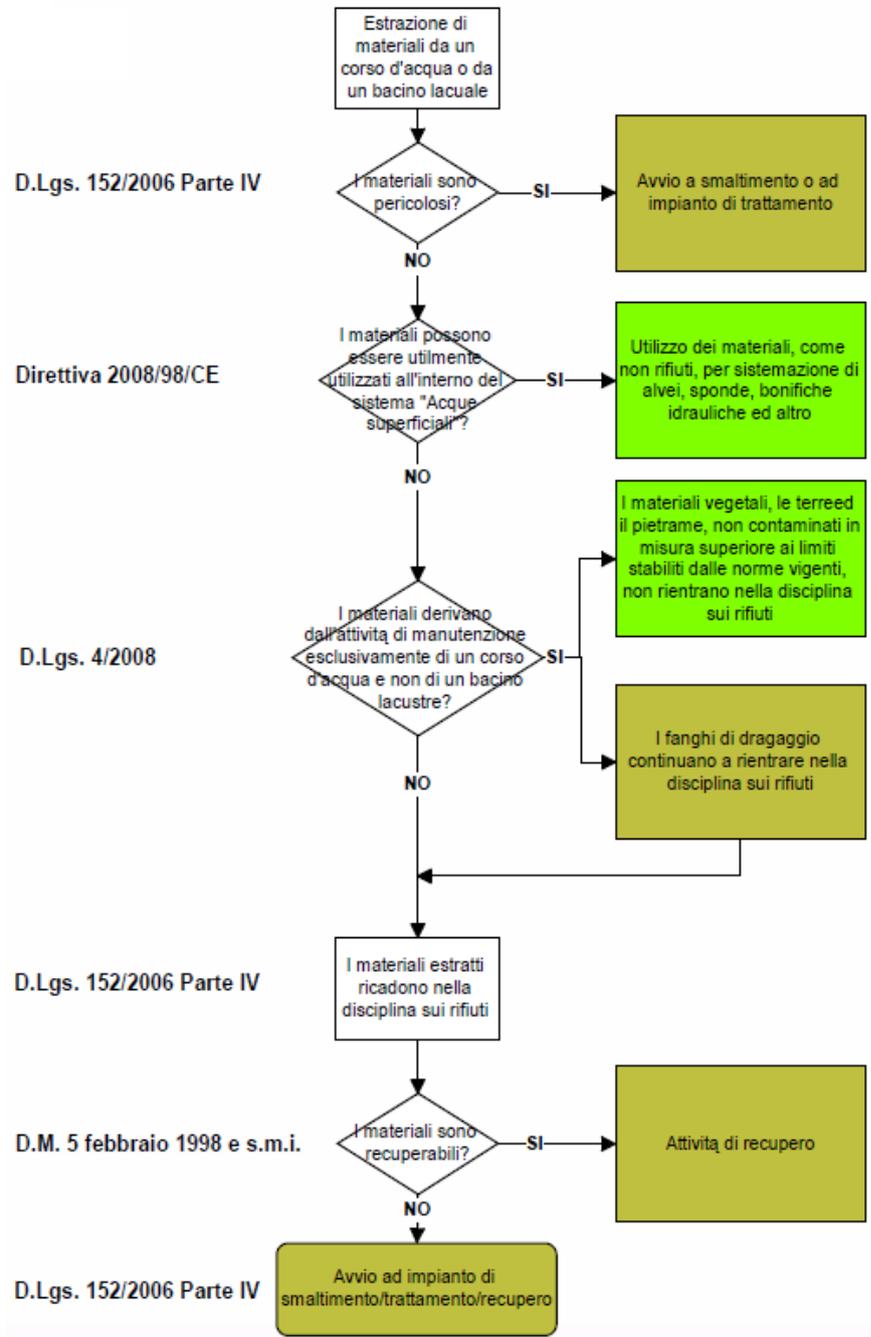


FIGURA 3-1 DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO DECISIONALE

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 10 di 54</p>

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

Tale aspetto comporta indubbi:

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

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

3.2. Normativa Regionale

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

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 11 di 54</p>

4. Inquadramento territoriale

Si riporta di seguito una sintesi degli aspetti salienti e si rimanda al Piano di Gestione per dettagli.

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

Il contesto territoriale a monte e valle dell'invaso è esclusivamente di tipo collinare, con rilievi che non superano i 650 m s.l.m, generalmente a forma allungata o a cozzi isolati; le porzioni argillose invece costituiscono basse colline a cime arrotondate e risultano maggiormente solcate dalla rete idrografica con linee di impluvio distribuite secondo un pattern prevalentemente dendritico.

Nell'area del bacino imbrifero afferente all'invaso ricade l'abitato di Canicattì ed in parte quello di Naro. Tale area è compresa tra le quote 280,10 e 652,00 m s.m. ed è caratterizzata da terreni prevalentemente argillosi fatta eccezione per le culminazioni maggiori che sono rappresentate dalla serie gessoso-solfifera; l'intera area è interessata da coltivazioni di tipo semintensivo.

L'asta del fiume Naro a valle del serbatoio di San Giovanni si sviluppa per circa 22,4 km prima dello sbocco a mare in prossimità dell'abitato Cannatello. Immediatamente a valle dello sbocco dello sbarramento la valle è piuttosto incassata, presentandosi sia in destra che in sinistra idraulica terreni a notevole pendenza. Le zone limitrofe al corso d'acqua sono peraltro abbastanza acclivi per tutto il percorso, che risulta tortuoso tranne che nella zona della foce. Il corso d'acqua risulta arginato per un breve tratto in prossimità della zona Miniera Lucia. Nella zona più a valle l'alveo ha invece una sezione poco incisa, caratterizzata da alcuni tratti intensamente coltivati.

4.2. Inquadramento idrografico ed ambientale del bacino sotteso

L'invaso San Giovanni ricade all'interno del bacino idrografico del "Fiume Naro" nel comune di Naro, in provincia di Agrigento ed è stato al costruito sbarrando il corso del fiume Naro (FIGURA 4-1). Il bacino idrografico occupa una superficie complessiva di 262,3 km², di cui la superficie di bacino imbrifero direttamente sotteso all'invaso è pari a 79,50 Km².

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 12 di 54

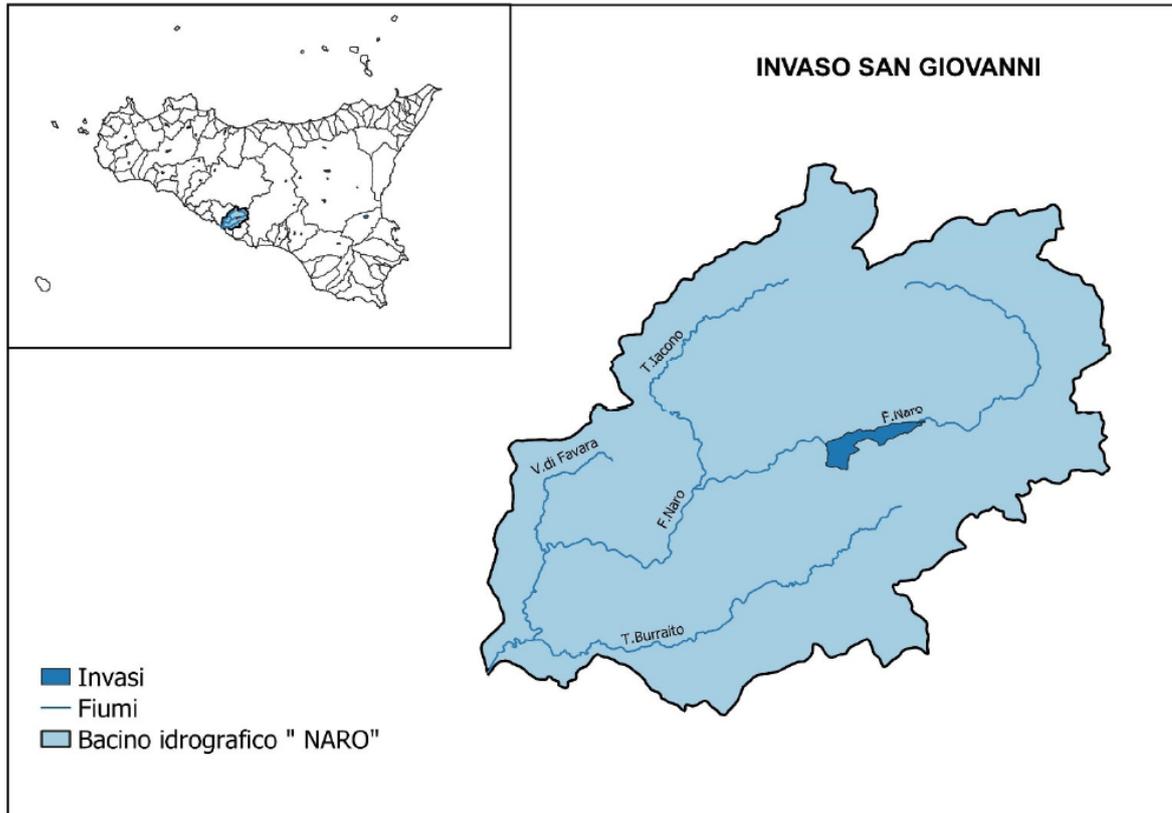


FIGURA 4-1 BACINO IDROGRAFICO AFFERENTE ALL'INVASO (FONTE: RAPPORTO DI MONITORAGGIO DELLO STATO DI QUALITÀ DEI LAGHI E DEGLI INVASI DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA 2014-2019, ARPA)

L'invaso dal punto di vista termico, l'invaso è riconducibile alla categoria dei laghi monomittici 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.

Nel 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** (Rapporto di monitoraggio dello stato di qualità dei laghi e degli invasi del Distretto Idrografico della Sicilia (ex art. 120 D. Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.) Sessennio 2014-2019, ARPA SICILIA).

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 13 di 54</p>

Nello stesso rapporto di ARPA, si indica che l'invaso è stato monitorato nel **2019** (Tabella 4-1) ed è stato valutato lo stato di qualità ecologico e chimico per il **sessennio 2014-2019**.

TABELLA 4-1 - STATO DI QUALITÀ INVASO S. GIOVANNI -MACROTIPO I3-ANNO 2019 (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 89)		Elementi Biologici Fitoplancton		Elementi chimici Macrodescrittori		Elementi chimici a sostegno (Tab 1/B)		Stato Ecologico	Stato Chimico	Livello Confidenza
			ICF	giudizio	LTleco	giudizio	superamenti	giudizio			
Invaso San Giovanni IT19LW1906850	Lon/Est	Lat/Nord	0.60	Buono*	10	Sufficiente	**	Buono	Sufficiente	Buono***	Medio
	13,762302	37,307531									

* Borderline con Sufficiente

** Presenza di pesticidi in concentrazioni inferiori agli SQA.

***Presenza di vari inquinanti (vedi testo) in concentrazioni inferiori allo SQA-MA.

Le pressioni esistenti sull'invaso sono principalmente imputabili a scarichi domestici fognari non depurati e dalle attività agricole che possono rilasciare in invaso nutrienti e fertilizzanti.

4.3. Descrizione delle caratteristiche meteorologiche e idrologiche del bacino

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

Nel Foglio di Asseverazione 2021 vengono descritti gli eventi di piena e valutati i relativi apporti meteorici.

L'evento di piena più significativo degli ultimi 4-5 anni rimane allo stato attuale quello verificatosi nel novembre 2018.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 14 di 54

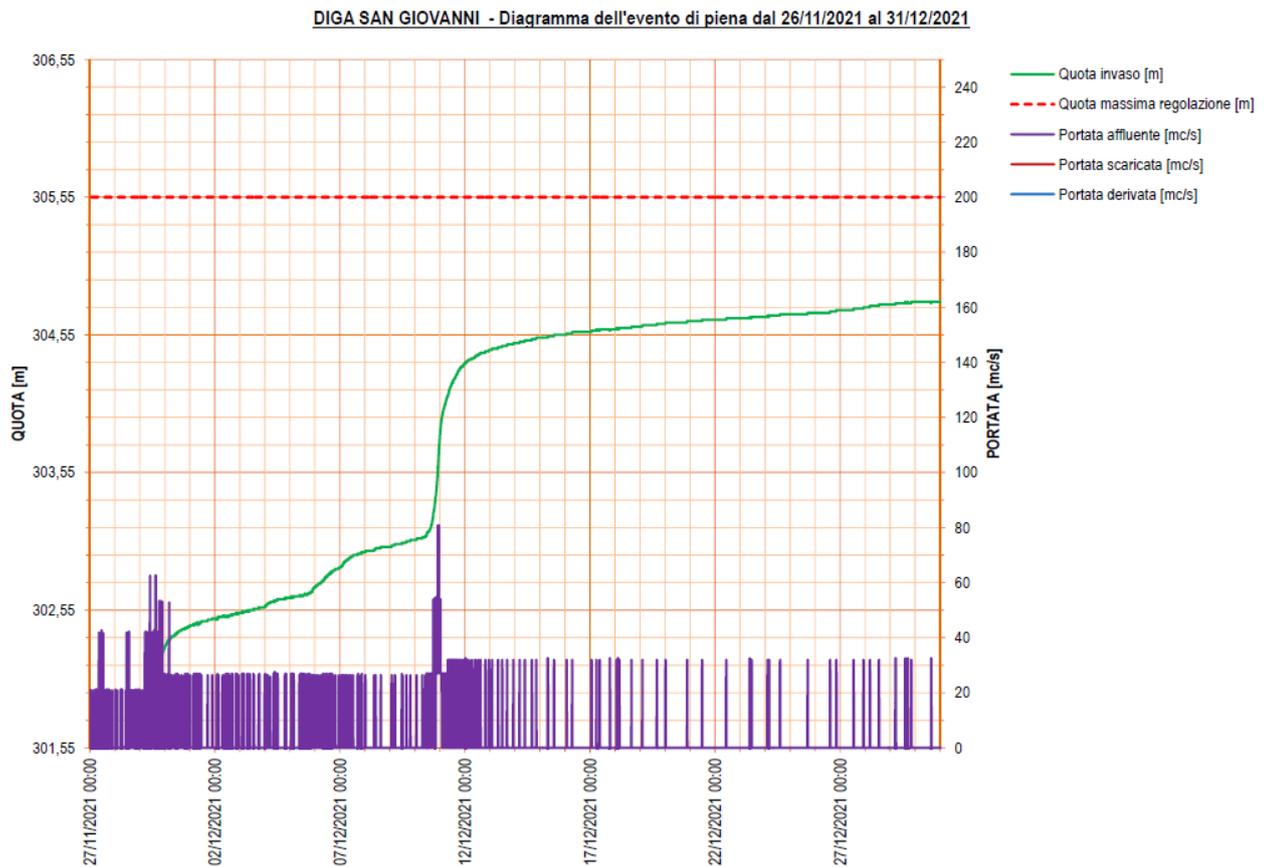


FIGURA 4-2 – DIAGRAMMA DELL'EVENTO DI PIENA DAL 26 NOVEMBRE 2021 AL DICEMBRE 2021 (FOGLIO DI ASSEVERAZIONE 2021).

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 15 di 54

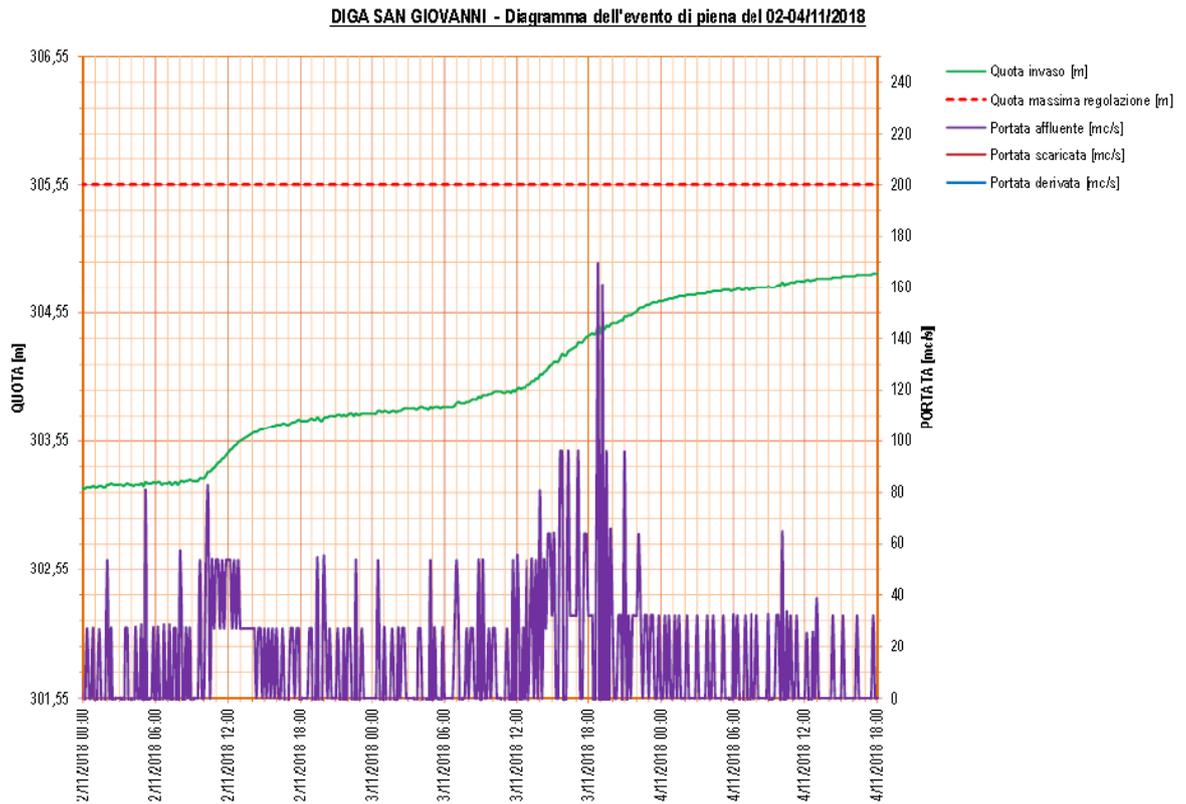


FIGURA 4-3 – DIAGRAMMA DELL'EVENTO DI PIENA DAL 2 AL 4 NOVEMBRE 2018 (FOGLIO DI ASSEVERAZIONE 2021).

La portata affluente media a Dicembre 2021 è stata pari a 30 mc/sec. Nel novembre 2018, durante l'evento di piena, la portata media era analoga ma con picco di piena arrivato fino a 170 mc/sec.

Nel Foglio Asseverazione 2021, sono presentati i dati delle altezze di pioggia in invaso e delle relative quote di invaso negli ultimi 5 anni.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 16 di 54

Quote invaso ed altezze di pioggia negli ultimi 5 anni

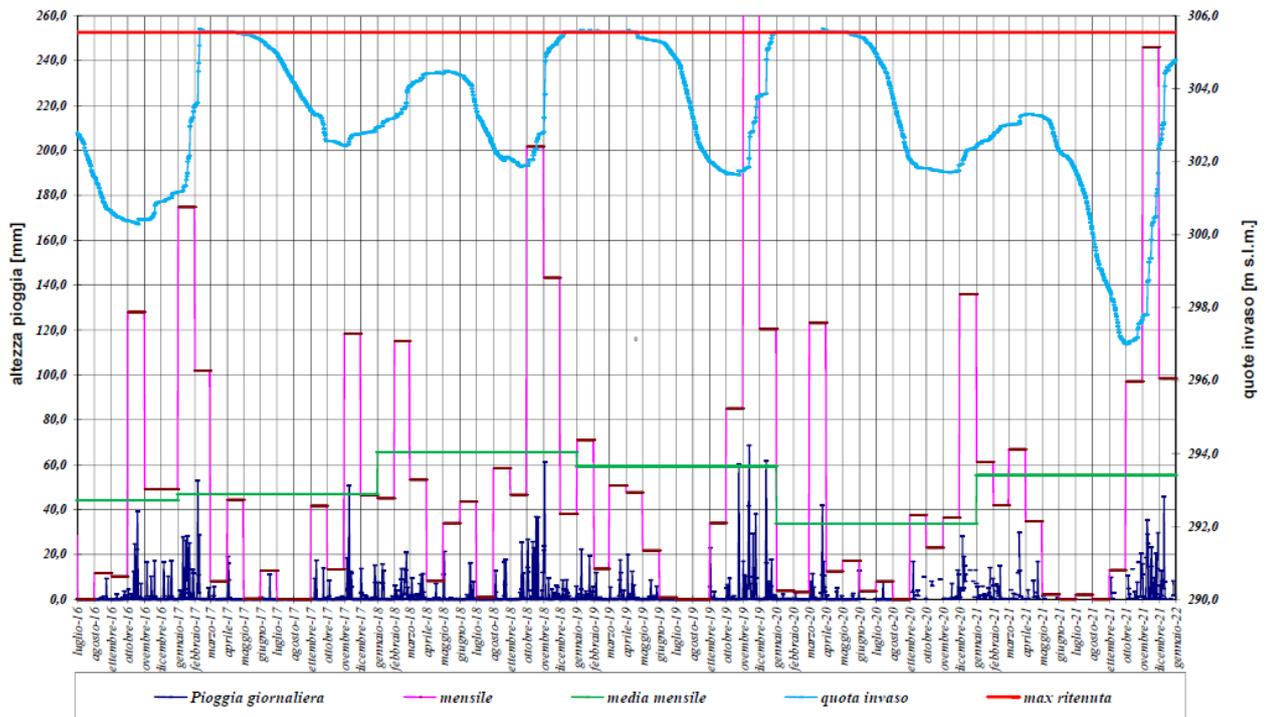


FIGURA 4-4 – QUOTE DI INVASO ED ALTEZZE DI PIOGGIA NEGLI ULTIMI 5 ANNI (FOGLIO DI ASSEVERAZIONE 2021)

Dalla Figura 4-4 si osservano le fluttuazioni dei livelli di invaso a seguito dei prelievi idrici per l'irrigazione durante il periodo maggio-ottobre. Si osserva che negli ultimi 5 anni la quota minima raggiunta è stata nel 2021 con un valore di circa 296,8 m s.l.m. (quota di minima derivazione 292,58 m s.l.m.).

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

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

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
III164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 17 di 54

5.1. Invaso e diga di S. Giovanni

Le risorse idriche sono destinate all'uso irriguo a favore del subcomprensorio San Giovanni-Furore gestito dal Consorzio di Bonifica della Sicilia Occidentale di cui fa parte il Consorzio 3 di Agrigento, utilizzatore diretto dell'acqua derivata dalla diga San Giovanni. L'invaso può alimentare per gravità il sottostante serbatoio Furore, tramite una galleria allacciante che sversa sul torrente Burraito sbarrato dalla stessa diga Furore.

Le sponde dell'invaso si presentano con bassa acclività e sono costituite prevalentemente da formazioni argillose. Nel complesso non hanno dato luogo a fenomeni di instabilità .

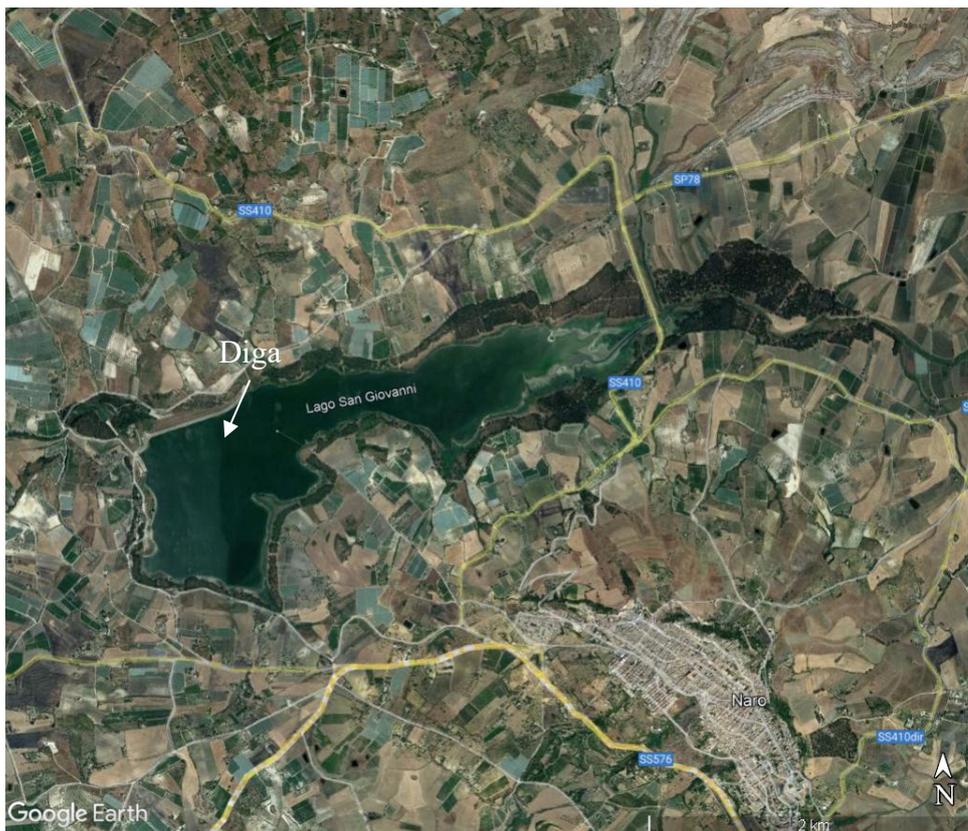


FIGURA 5-1 IMMAGINE SATELLITARE DELLA DIGA E DELL'INVASO (DA: GOOGLE EARTH).

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
III164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 18 di 54

Le caratteristiche principali del serbatoio sono le seguenti:

- Altezza diga (ai sensi del DM 24.03.82): 39,76 m
- Altezza diga (ai sensi della L. 584/94): 33,33 m
- Altezza di massima ritenuta: 28,83 m s.m.
- Quota di coronamento: 310,2 m slm
- Sviluppo del coronamento: 740,00 m
- Franco (ai sensi del DM 24/03/82): 2,07 m
- Franco netto (ai sensi del DM 24.03.82): 1,50 m
- Quota di massimo invaso: 308,13 m slm
- Quota massima di regolazione: 305,55 m slm
- Quota di minima regolazione: 292,58 m s.m. (quota minima di derivazione)
- Quota massima autorizzazione: 305,55 m slm (quota di sfioro)
- Superficie bacino imbrifero direttamente sotteso: 79,50 Km²
- Portata di massima piena di progetto: 980 m³/s
- Tempo di ritorno: N.D.

Per quanto riguarda i volumi si riportano qui a seguire i valori indicati nel F.C.E.M. rev.1 (dicembre 2017) a seguito di verifiche delle quote dell'invaso durante la batimetria del 2015 (rielaborazione 2016) e con conseguenti rettifiche dei volumi di invaso:

- Volume totale di invaso (D.M. 24/3/1982): 21,575 x 10⁶ m³
- Volume di invaso (L. 584/1994): 15,90 x 10⁶ m³
- Volume utile di regolazione: 14,148 x 10⁶ m³
- Volume di invaso al di sotto della quota di minima regolazione (volume destinato all'interrimento): 1,752 x 10⁶ m³.

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

Lo scarico di fondo è ubicato in prossimità della spalla sinistra. È costituito da un imbocco (con soglia a quota h = 281,00 m s.m.) in pianta a sezione trapezia che si raccorda con una galleria a sezione policentrica con diametro fondamentale interno di m 6,50 m.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 19 di 54

Come risulta evidente dalla planimetria storica del 1981 e dalle foto scattate durante la realizzazione dei lavori (Figura 5-3 e Figura 5-4), nonché dalla Tavola II164S-PGI4-DT-003 l'opera dello scarico di fondo è stata realizzata eseguendo uno scavo nei terreni in posto. Quindi mentre la quota di imbocco dello scarico di fondo è pari a 281 m slm (fondo del Naro), la quota dei terreni originari nei pressi dello scarico di fondo è all'imbocco pari a circa 285 m slm (288m-2,90 m), mentre nei pressi dell'inizio dell'imbocco della galleria paria a circa 292,50 mslm (295,50m-2,90).

Tale osservazione è importante per procedere con una pulizia dei sedimenti depositati al ridosso dello scarico di fondo e riportare la quota del fondale allo stato originario.

Come indicato nel capitolo 5.2.2 sono state eseguite 3 carote per valutare lo spessore sedimentato e la quota del fondale originario.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 20 di 54

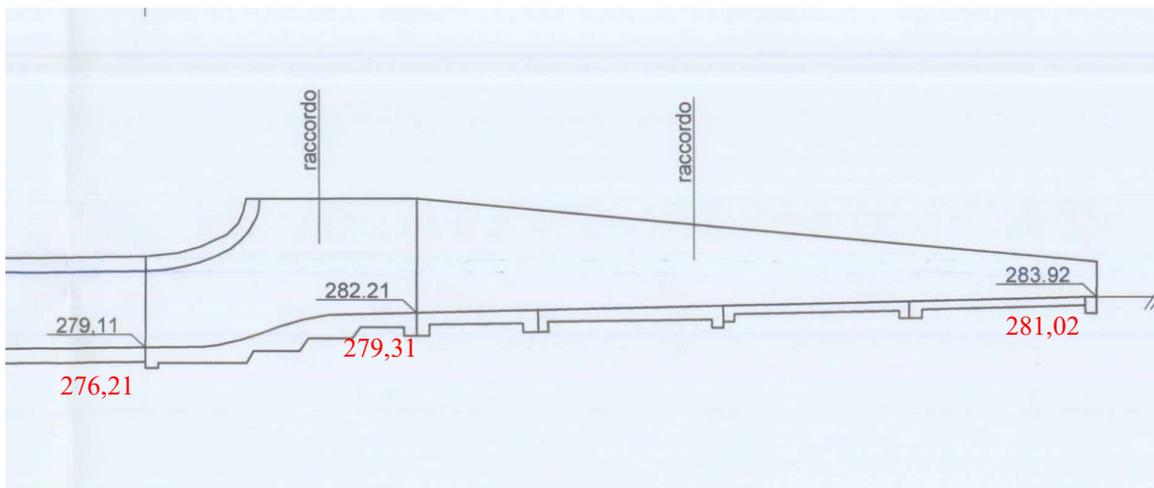
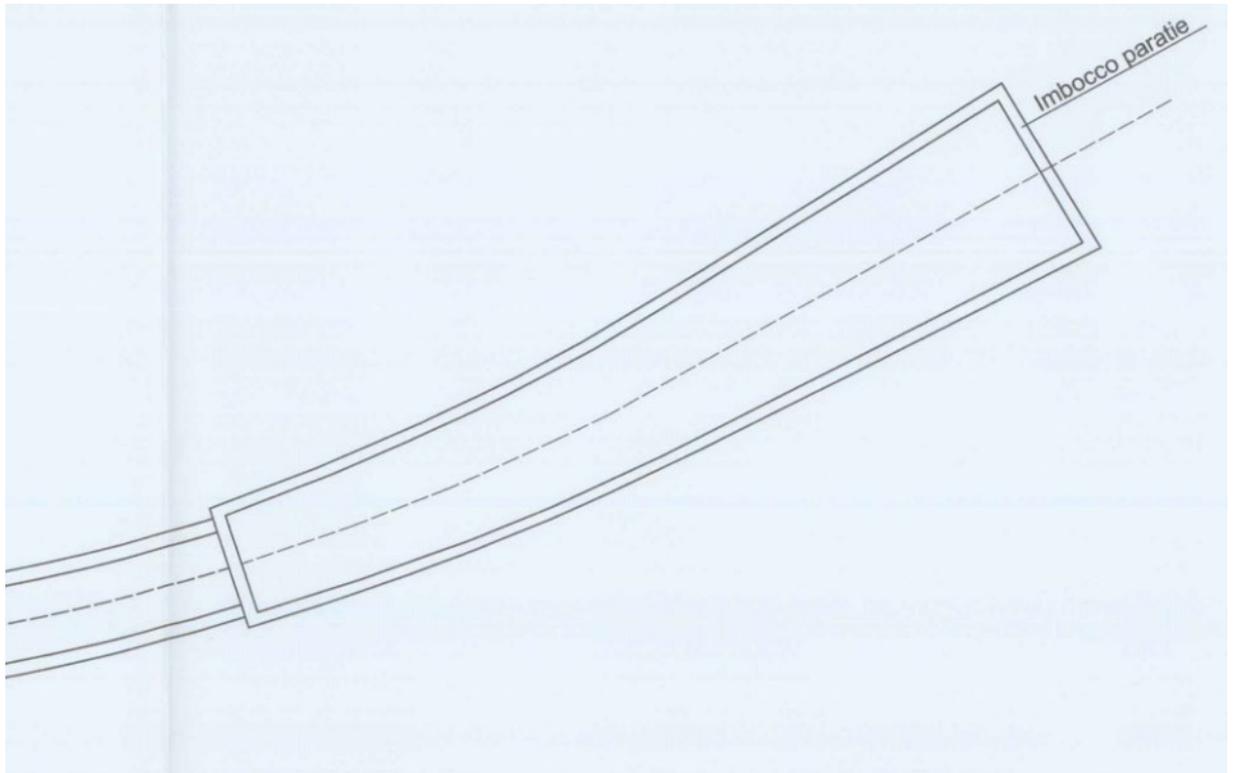


FIGURA 5-2 – SCARICO DI FONDO PLANIMETRIA E PROFILO, ATTI DI COLLAUDO, DISEGNI DI CONSISTENZA E.2. AI VALORI INDICATI DEVE ESSERE SOTTRATTO IL VALORE 2.90 M COME INDICATO NELL'ELABORATO. VALORE CORRETTO INDICATO IN ROSSO (VEDASI TAVOLA II164S-PGI4-DT-008)

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 21 di 54

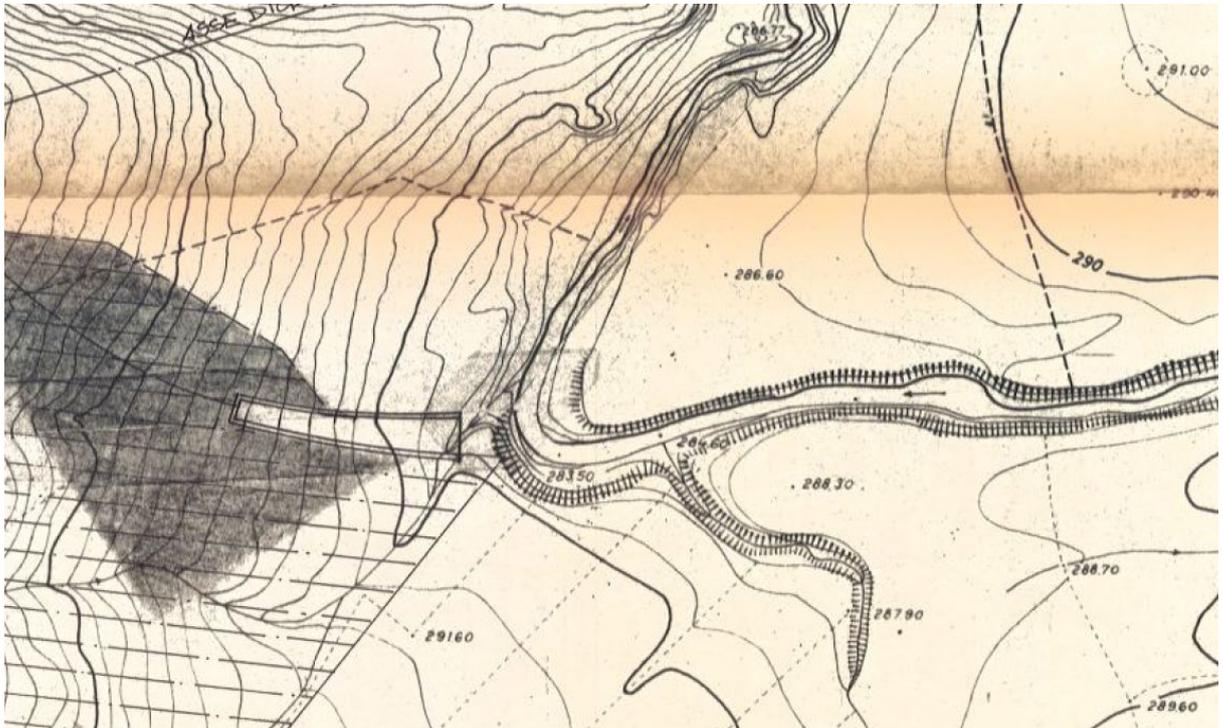


FIGURA 5-3 – ESTRATTO DI PLANIMETRIA STORICA DEL FONDO INVASO NEI PRESSI DELLO SCARICO DI FONDO (FONTE: TAVOLA 8.1, SISTEMAZIONE FRANA, PLANIMETRIA - PERIZIA DI COMPLETAMENTO, APRILE 1981). ALLE QUOTE DEVONO ESSERE SOTTRATTI 2.90 M SLM.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 22 di 54</p>



FIGURA 5-4 – FOTO SCATTATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'INVASO, CON OPERA DELLO SCARICO DI FONDO COMPLETATA

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 23 di 54</p>

Nella zona sovrastante l'imbocco dello scarico di fondo il rilievo batimetrico 2015 ha evidenziato **l'interrimento delle opere di raccordo con il letto del fiume Naro, nonché una formazione di sedimenti liquefatti con un alto grado di torbidità presso la zona di ingresso antistante l'imbocco della galleria di scarico.** Nel rilievo del 2022 si è confermata presenza di sedimenti allo scarico di fondo e la presenza di una depressione allo scarico di fondo che risulta funzionante.

Nonostante la restrizione dell'area di deflusso, **lo scarico profondo risulta quindi funzionante e libero da ostruzioni significative** che ne impediscono il corretto funzionamento.

L'opera di presa (Tavola II164S-PGI4-DT-009, dalle cui quote deve essere sottratto il valore di 2,90m) è costituita da un'opera d'imbocco, a pianta rettangolare a sezione trapezia, dello sviluppo di ml 60,00 con soglia a quota 292,58 m slm. È stato quindi realizzato un tratto di galleria artificiale dello sviluppo di ml 129,65 e poiché i terreni interessati da tale opera sono costituiti dalla stessa argilla molto rimaneggiata, incontrata all'imbocco dello scarico di fondo è stata costruita a protezione dell'opera medesima, una paratia di pali accostati di calcestruzzo armato e di profondità variabile da m 16,00 a m 15,00.

5.2. Accessi alla diga

Gli accessi alla diga sono:

- in destra dell'invaso tramite una strada che si dirama dalla S.S. 410 e che si sviluppa per una lunghezza di m 2635,00 ed una larghezza di m 4,00;
- in sinistra dell'invaso tramite una strada che si dirama dalla strada provinciale Naro-Figotto.

Ambedue le strade arrivano sul coronamento della diga e quindi consentono di raggiungere le varie parti dell'opera tra cui la casa di guardia ubicata su un promontorio in sponda sinistra;

La strada che si sviluppa in destra dell'invaso alla progressiva 1705,30 m si biforca in due rami di cui uno porta al coronamento e l'altro alle vasche di dissipazione degli scarichi; dalla strada che si sviluppa in sinistra si diramano il tronco di collegamento al pozzo di accesso alla camera di manovra della derivazione, quello di collegamento

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 24 di 54</p>

al pozzo di accesso alla camera di manovra dello scarico di fondo e quello di accesso alle vasche di smorzamento degli scarichi.

5.3. Caratterizzazione dell'invaso

5.3.1. Disposizione planimetrica del materiale sedimentato

Per la valutazione della disposizione planimetrica del materiale sedimentato si dispone del rilievo batimetrico eseguito nel 2015, 2020 e di quello eseguito nel 2022 da GeoNautics.

Il rilievo batimetrico del 2022 è stato eseguito con drone da imbarcazione (ASV geodrone), la distribuzione planimetrica del materiale solido in invasivo è riportata in Tavola II164S-PGI4-DT-10 e nella Relazione II164S-PGI4-RT-03.

Si osserva che il fondo dell'invaso ora si è mediamente attestato alla quota di 291 m slm.

5.3.1. Calcolo del volume di materiale solido sedimentato nel serbatoio

La carta dell'invaso originario, prima della realizzazione della diga, è riportata in tavola II164S-PGI4-DT-003. Nella Tavola II164S-PGI4-DT-004 viene confrontata la topografia storica con il CTR. Dal confronto risultano evidenti incertezze ed errori altimetrici della carta storica che rendono impossibile l'utilizzo della tavola storica per il calcolo del volume sedimentato. Ciò è in perfetta sintonia con quanto già osservato nei precedenti rapporti batimetrici del 2015 e 2020 nei quali si concludeva scrivendo che non era stato possibile calcolare il volume di interrimento dell'invaso alla data del rilievo per l'incertezza nella ricostruzione della morfologia originaria del fondale, non disponendo del necessario supporto tecnico (cartografia storica, piani quotati, specifici voli aerofotogrammetrici e relative restituzioni, rilievi di progetto o in corso di esecuzione dei lavori, ecc.).

Da sottolineare inoltre che le planimetrie originarie portano un errore di quota di +2,90 m indicato nei cartigli delle tavole di progetto.

Il volume d'interrimento è stato quindi determinato come differenza tra il risultato delle batimetrie eseguite ed i volumi indicati nel diagramma quote-aree-volumi del F.C.E.M. rettificato nel 2017 (Tabella 5-1).

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 25 di 54

In Tabella sono riportati i valori osservati durante i vari rilievi batimetrici eseguiti nel tempo. Preme osservare che il rilievo del 2022 è stato eseguito con metodologia differente con maglia di rilievo di 50x50cm, differente dai precedenti rilievi.

TABELLA 5-1 – VOLUMI LIQUIDI, INTERRIMENTO NEL TEMPO E GRADO DI INTERRIMENTO (GI): BATIMETRIE 2015, 2020 E 2022.

Quota (m slm)	Nota	Data	Volume liquido (m ³)	Volume liquido perso dal 1983 (m ³)	GI %
308,13	livello massimo invaso	F.C.E.M.	21.575.000	0	0%
		2015	20.076.768	1.498.232	6,9%
		2020	19.903.875	1.671.125	7,7%
		2022	18.864.406	2.710.594	12,6%
305,55	livello massima regolazione	F.C.E.M.	15.900.000	0	0%
		2015	14.561.305	1.338.695	8,4%
		2020	14.398.117	1.501.883	9,4%
		2022	13.661.691	2.238.309	14%
292,58	Volume al di sotto di minima regolazione	F.C.E.M.	1.752.000	0	0%
		2015	910.505	841.495	48,0%
		2020	831.460	920.540	52,5%
		2022	510.028	1.241.972	70,9%

Risulta evidente che la maggior parte del volume sedimentato in invaso è ubicato al di sotto della quota di minima regolazione. Tale volume risulta esaurito per il 71%.

Il Diagramma Aree-Volumi con i risultati batimetrici aggiornati è quello riportato in Figura 5-5.

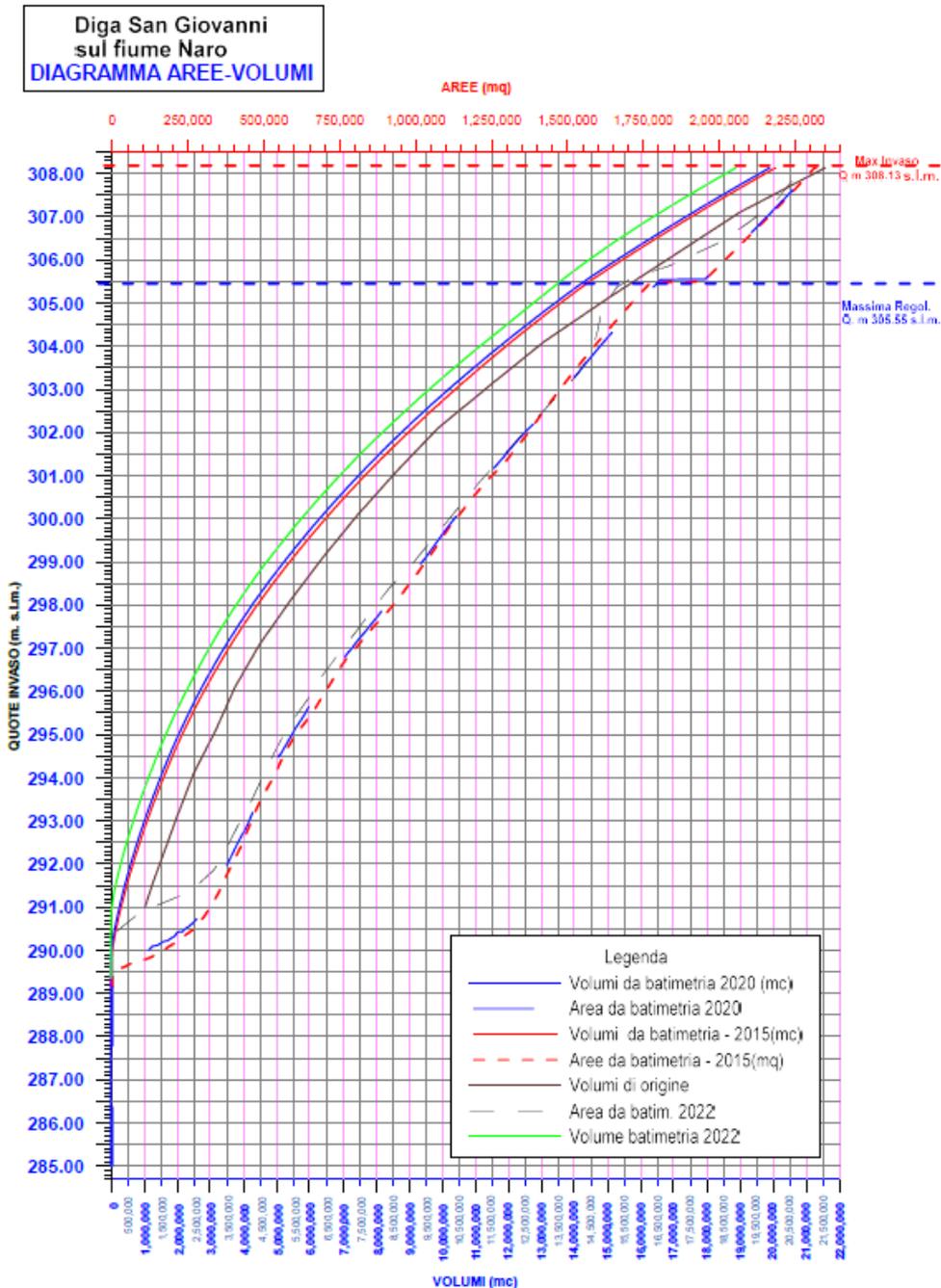


FIGURA 5-5 DIAGRAMMA AREE E VOLUMI. CONFRONTO FRA RILIEVO DEL 2015, 2020 E 2022 E VOLUMI DI ORIGINE COSÌ COME DEFINITI DAL F.C.E.M.

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 27 di 54

5.3.2. Stato di interrimento in prossimità dell'organo di scarico

La Diga San Giovanni è fornita dai seguenti organi di scarico:

a) **Scarico di fondo** - soglia a quota m 281.00

Nella zona sovrastante lo scarico di fondo si nota l'interrimento delle opere di raccordo con il letto originale del fiume Naro, nonché una zona di ingresso dell'acqua antistante l'imbocco della galleria di scarico, costituita da formazione di sedimentazioni sciolte o materiali con alto grado di torbidità così come indicato nel rilievo 2020 (vedasi Tavola II164S-PGI4-DT-013). Tale considerazione è anche dimostrabile dal funzionamento del medesimo organo di scarico.

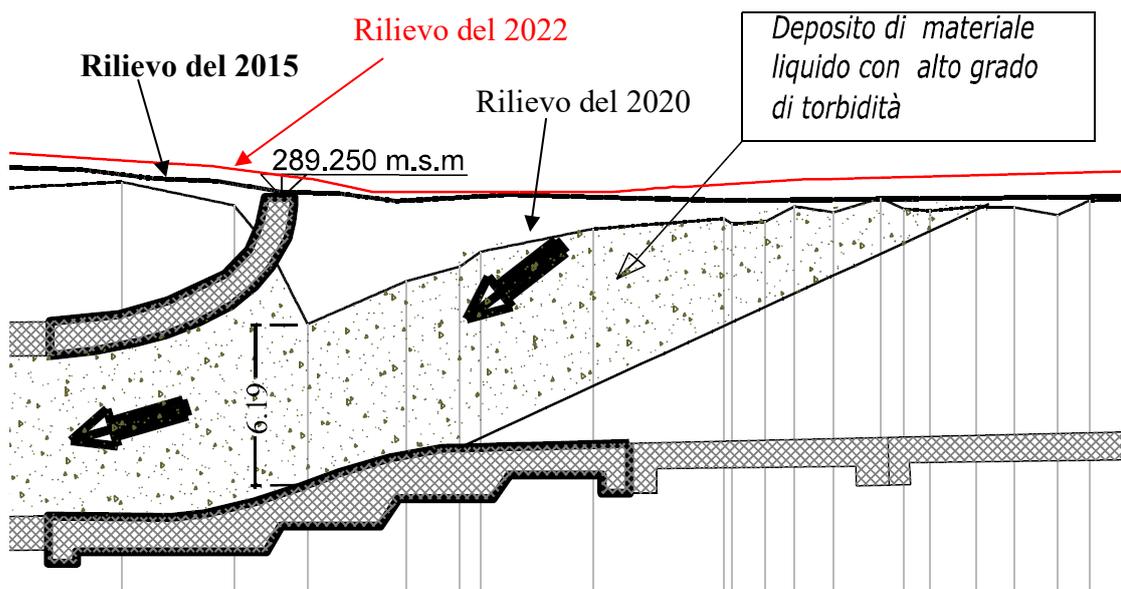


FIGURA 5-6 – SEZIONE ALLO SCARICO DI FONDO CON PROFILI DEI RILIEVI BATIMETRICI ESEGUITI NEL TEMPO.

Indagini batimetriche di dettaglio evidenziano come anche il recente rilievo riporta un abbassamento localizzato delle batimetrie allo scarico di fondo. L'opera nei pressi della galleria di imbocco risulta parzialmente visibile (Tavola II164S-PGI4-DT-017).

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 28 di 54

Sono state eseguite tre carote nei pressi dello scarico di fondo (II164S-PGI4-DT-003). I risultati ottenuti hanno evidenziato che lo spessore di sedimenti nell'intorno dello scarico si attesta a circa 4,5 m e che la quota del fondale originario è alla 286 m slm. Tale affermazione combacia con l'analisi delle planimetrie storiche indicata nel capitolo 5.1.1. , in cui si ipotizzava la quota dei terreni originari nei pressi dell'imbocco dello scarico di fondo a circa 285 m slm:

	S1	S2	S3
Coordinate UTM 33N:			
x	389705.56 E	389778.773 E	389799.263 E
y	412977.24 N	412970.895 N	4129811.371 N
Quota fondale attuale	290,63	290,70	290,62
Quota fondo originario	286,30	286,20	286,09
Spessore limi	4,60	4,50	4,53

Si ricorda comunque che l'imbocco dello scarico alla quota di 281 m slm, si raccordava al fondo del Naro, ed è inferiore a quella dei terreni in pristino circostanti.

Sebbene lo scarico risulti funzionante, al fine di mantenerne nel tempo l'efficienza, si ravvisa l'opportunità di eseguire un intervento di pulizia che ne salvaguardi e mantenga la funzionalità. Si rimanda quindi al Piano operativo nel capitolo 6.2.

b) **opera di presa** è libera e funzionante. I sedimenti arrivano alla quota di circa 293 m slm, quota di imbocco dell'opera (292,50 m slm con la correzione -2,90 m slm).

5.3.3. Caratterizzazione qualitativa dei sedimenti presenti nell'invaso

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

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

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 29 di 54



FIGURA 5-7 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 33,3 e 82% e successivamente sabbiosa fra il 28,3 e 66,7% per tutti i campioni.

I sedimenti composti prelevati dalle 3 carote presentano invece componente granulometrica più fine, con predominanza netta della frazione pelitica.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 30 di 54

Per tutti i parametri analizzati i campioni risultano con concentrazioni inferiori a colonna A, Tab. 1, All.5, Parte IV del DLgs 152/06 (destinazione d'uso verde pubblico). Ad eccezione dei campioni S8 ed S9 che presentano concentrazioni di IC>12 superiori al limite di col. A (50 mg/Kg s.s.), Tab.1, all.5, Parte IV, DLGs 152/06. Le concentrazioni sono comunque ampiamente al di sotto del limite di colonna B (uso industriale) e 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 delle acque superficiali. 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.

La rimanente parte dei sedimenti può invece quindi essere riutilizzata 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.

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. Le concentrazioni di metalli sono risultate idonee. Il Ph è compreso fra 7,99 e 8,11 ed è tipico di terreni alcalini - calcarei, in cui sono presenti carbonati di calcio e magnesio. Il contenuto di carbonio organico variabile da 3,68 a 4% indica sedimenti ricchi di materiale organico. Le concentrazioni di fosforo indicano un terreno ricco, mentre quelle di Azoto risultano più basse.

Si osserva una sostanziale omogeneità con la profondità (campione di superficie, medio e fondo), con l'unica eccezione per il campione superficiale che risulta con maggiore presenza di sabbia.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>III164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 31 di 54</p>

TABELLA 5-2 – RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI SUPERFICIALI

Parametro	U.M.	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Residuo secco a 105°C	%	95,4	95,9	91,1	94,2	93,4	96,9
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	%	1,94	2,06	9,9	13,1	10,8	3,11
Frazione granulometrica pelitica - silt 0,063 mm > x > 0,004 mm	%	32,6	31,2	62	68	61	40
Ghiaia (>2mm)	%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Pelite(<0,063mm)	%	34,6	33,3	72	82	72	43,6
Sabbia(2mm>x>0,063mm)	%	65,4	66,7	28,3	18,48	28,3	56,4
Carbonio organico totale (TOC)	%	3,65	3,08	2,32	3,50	2,99	<0,10
Arsenico (As)	mg/kg	5,2	2,93	5,0	3,22	3,56	5,5
Cadmio (Cd)	mg/kg	0,215	0,140	0,173	0,107	0,133	0,119
Cromo (Cr)	mg/kg	34,1	22,3	37,4	21,8	25,1	21,3
Mercurio (Hg)	mg/kg	0,074	0,018	0,038	0,025	0,017	0,024
Nichel (Ni)	mg/kg	33,0	17,9	25,9	16,1	18,8	16,3
Piombo (Pb)	mg/kg	12,3	6,7	11,7	7,9	8,6	7,9
Rame (Cu)	mg/kg	20,6	11,7	22,3	14,6	16,8	10,6
Zinco (Zn)	mg/kg	70	36,6	69	45,1	51	36,3
Benzo(a)antracene	µg/kg	<0,0025	<0,25	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,25
Benzo(a)pirene	µg/kg	3,3	4,8	<0,0025	<0,0025	<0,0025	2,65
Benzo(b)fluorantene	µg/kg	<0,0025	4,6	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,25
Benzo(g,h,i)perilene	µg/kg	<0,0025	<0,25	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,25
Benzo(k)fluorantene	µg/kg	<0,0025	2,38	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,25
Crisene	µg/kg	<0,0025	<0,25	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,25
Dibenzo(a,e)pirene	µg/kg	<0,0025	<0,25	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,25
Dibenzo(a,h)antracene	µg/kg	<0,0025	<0,25	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,25
Dibenzo(a,h)pirene	µg/kg	<0,0025	<0,25	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,25
Dibenzo(a,i)pirene	µg/kg	<0,0025	<0,25	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,25
Dibenzo(a,l)pirene	µg/kg	<0,0025	<0,25	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,25
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/kg	6,0	1,84	<0,0025	<0,0025	<0,0025	6,5
Pirene	µg/kg	6,4	6,6	7,2	6,9	6,9	4,1
PCB(Aro-chlor 1242,1248,1254,1260)RC	µg/kg	6,6	2,09	6,5	8,5	5,6	3,2
Idrocarburi C>12	mg/kg	26,9	<4,6	28,1	41	53	77
STI V.fischeri-FS 10'		3,58	3,67	2,99	5,94	6,00	4,04
TU50% A. fischeri	%	478	475	747	1670	1500	654

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 32 di 54</p>

TABELLA 5-3 – RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI IN PROSSIMITÀ ALLO SCARICO DI FONDO A DIVERSE PROFONDITÀ (CAROTE DI SEDIMENTO)

Parametro	U.M.	TOP -S2	MEDIO -S1	FONDO -S3
Residuo secco a 105°C	%	91,8	93,4	95,7
pH	upH	7,84	7,99	8,11
Frazione granulometrica >2mm e <2cm	%	<0,10	<0,10	<0,10
Frazione granulometrica <2mm	%	100	100	100
Frazione granulometrica pelitica - argilla < 0,004 mm	%	10,2	10,7	10,9
Frazione granulometrica pelitica - silt 0,063 mm > x > 0,004 mm	%	85	89	89
Ghiaia (>2mm)	%	<0,10	<0,10	<0,10
Pelite(<0,063mm)	%	96	99	100
Sabbia(2mm>x>0,063mm)	%	4,35	0,70	0,13
Carbonio organico totale (TOC)	%	3,75	4,02	3,68
Arsenico (As)	mg/kg	5,9	8,1	8,7
Cadmio (Cd)	mg/kg	0,222	0,211	0,268
Cromo (Cr)	mg/kg	14,2	15,9	17,4
Fosforo totale (P)	mg/kg	1880	2340	1110
Mercurio (Hg)	mg/kg	0,055	0,094	0,065
Nichel (Ni)	mg/kg	24,7	27,4	32,6
Piombo (Pb)	mg/kg	13,7	15,8	21,2
Potassio (K)	mg/kg	2680	3150	3090
Rame (Cu)	mg/kg	27,7	30,7	35,3
Zinco (Zn)	mg/kg	62	84	78
Azoto totale	mg/kg	2300	2500	1400
Benzo(a)antracene	µg/kg	<2,5	<5,0	5,4
Benzo(a)pirene	µg/kg	<2,5	<5,0	5,0
Benzo(b)fluorantene	µg/kg	2,44	<5,0	5,4
Benzo(g,h,i)perilene	µg/kg	2,81	<5,0	5,9
Benzo(k)fluorantene	µg/kg	<2,5	<5,0	2,9
Crisene	µg/kg	<2,5	<5,0	5,7
Dibenzo(a,e)pirene	µg/kg	<2,5	<5,0	1,84
Dibenzo(a,h)antracene	µg/kg	1,27	<5,0	1,33
Dibenzo(a,h)pirene	µg/kg	0,55	<5,0	0,63
Dibenzo(a,i)pirene	µg/kg	0,71	<5,0	1,87
Dibenzo(a,l)pirene	µg/kg	<2,5	<5,0	5,1
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/kg	<2,5	<5,0	4,3
Pirene	µg/kg	3,8	<5,0	7,8
PCB (Aroclor 1242,1248,1254,1260)	µg/kg	<5,0	<5,0	0,65

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 33 di 54</p>

Idrocarburi C>12	mg/kg	39	45	20,8
STI V.fischeri-FS 10'		3,20	5,64	6,43
TU50% A. fischeri	%	1040	1900	2170
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 sia valutare lo spessore di sedimenti depositati che indagare le caratteristiche geotecniche dei sedimenti al fine di valutarne le possibili modalità di rimozione e gestione.

In particolare, tali indagini hanno evidenziato quanto segue:

Sondaggio S1

0.0-0.14 m dal fondale: Sottile strato di ghiaia con clasti arrotondati misto a sabbie limose medio fini;

0.14-4.28 m dal fondale: limi argillosi, con in sommità strato decimetrico di limi argillosi sabbiosi nerastri. Il colore grigio nerastro dei limi argillosi è legato alla decomposizione di sostanze organiche dei livelletti torbosi presenti nelle frazioni pelitiche;

4.28-4.60 m dal fondale: Ghiaia eterometrica con clasti arrotondati mista a sabbie limose medio fini e limi argillosi. Oltre tale quota non si è potuto campionare per la presenza di strati più duri.

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

COLONNA STRATIGRAFICA										Cod. Doc: MD7555-STR STRATIGRAFIA_R0													
PROGETTO P1548_20_Gara_invasi_sicilia_Technital										Rev. N.: 0													
COMMITTENTE: Technital										Data Rev.: 24.08.2020													
COMUNE: Diga San Giovanni Naro (AG)										Issue#: S10													
LOCALITA': Diga San Giovanni Naro (AG)										Page 3 of 3													
SONDAGGIO S1										DATA: 26/08/2022													
DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO										Prof. 12,80 m													
S. P. T										Lung. carota 8 m													
Quota assoluta m	Profondità programata m	Spessore dello strato m	Sezione stratigrafica	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO	Diametro del sondaggio mm	Carotaggio %	Caroteni speciali N12 N13 R. Q. D. %	Reato acquerino	Presempio	Inclinamento	Facchetti paleontologici	Varee list	Campioni Quota di prelievo Ind. Rim.		Tipo di campionatore		Profondità	Numero dei colpi	L	W	Tipo di punta S P		
290,53	0,00	0,14	0,14	ghiaia eterometrica con clasti arrotondati misto a sabbie limose medio fini di colore variabile dal grigio scuro - al grigio-giallastro brunoastro	0	50	100										da m	15 cm					
	0,32	0,18	0,18	Limi argillosi sabbiosi di colore grigio scuro													a m	15 cm					
			3,96	Limi argillosi di colore grigio nerastro (il colore nerastro indica fatturazione delle sostanze organiche decomposte costituenti dei livelletti torbosi posti all'interno delle porzioni pelitiche della carota)													da m	15 cm					
	4,28			ghiaia eterometrica con clasti arrotondati misto a sabbie limose medio fini e limi argillosi di colore variabile dal grigio scuro - al grigio-giallastro brunoastro													a m	15 cm					
	4,60	0,32															da m	15 cm					
																	a m	15 cm					
	6,00																da m	15 cm					
																	a m	15 cm					
	10,00																da m	15 cm					
																	a m	15 cm					

Sondaggio S2

0.0-0.2 m dal fondale: Sottile strato di ghiaia con clasti arrotondati misto a sabbie limose medio fini;

0.2-4.2 m dal fondale: limi argillosi, con in sommità strato di 30 cm di limi argillosi sabbiosi nerastri. Il colore grigio nerastro dei limi argillosi è legato alla decomposizione di sostanze organiche dei livelletti torbosi presenti nelle frazioni pelitiche

4.2 -4.3 m dal fondale: Ghiaia eterometrica con clasti arrotondati mista a sabbie limose medio fini e limi argillosi. Oltre tale quota non si è potuto campionare per la presenza di strati più consistente.

A 4.2 m dal fondale si individua quindi il piano campagna originario. Anche in questo caso i sedimenti invasati sono di granulometria limo argilloso, sabbia limosa.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 37 di 54

granulometrie più rappresentative per l'invaso, e nota la tipologia di terreni del bacino afferente, siano quelle desumibili dalle carote stratigrafiche.

5.3.4. Caratterizzazione qualitativa delle acque dell'invaso

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

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

La conducibilità è risultata nel range consono ad esercizio irriguo continuo, per quanto riguarda la salinità, in classe II (TABELLA 5-5). Un unico valore (A1 superficiale) è risultato in classe III, ma tale risultato è molto localizzato e non lo si ritiene rappresentativo dell'invaso.

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>III64S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 38 di 54</p>

TABELLA 5-4 – 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	2939	1129	1113	1142	1099	1108	1102	1116	1109
pH (in campo)	upH	8,7	8,7	8,3	8,1	8,1	8,0	7,6	8,0	8,1
Temperatura (in campo)	°C	18,9	18,3	18,1	20,3	19,8	19,4	20,4	20,0	19,9
Solidi sospesi totali	mg/l	12,0	7,00	88	5,00	8,0	22,0	12,0	14,0	32,0
BOD5	mg/l	3,07	6,1	4,09	4,91	5,9	3,68	<2,5	3,48	3,07
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/l	10,9	14,3	12,3	11,7	16,4	9,83	6,73	9,27	9,66
Arsenico (As)	µg/l	1,66	1,48	2,25	1,37	1,27	1,31	1,30	1,20	1,35
Cadmio (Cd)	µg/l	<0,10	<0,10	0,433	<0,10	<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	<0,50	<0,50	<0,50
Manganese (Mn)	µg/l	28,2	33,8	1080	29,5	43,6	277	50,9	48,1	89
Mercurio (Hg)	µg/l	<0,02 0	<0,02 0	<0,020	<0,02 0	<0,02 0	<0,020	<0,02 0	<0,02 0	<0,020
Nichel (Ni)	µg/l	2,61	2,63	2,67	2,66	2,41	2,88	2,56	2,43	2,92
Piombo (Pb)	µg/l	0,282	3,53	2,06	0,361	0,69	0,96	0,418	0,79	1,05
Azoto ammoniacale (come NH4)	mg/l	<0,50	<0,50	0,86	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Azoto totale	mg/l	1,00	0,95	1,60	1,00	1,05	1,10	1,30	1,00	1,10
Fosforo totale (come P)	mg/l	0,186	0,178	0,244	0,197	0,183	0,180	0,178	0,184	0,208
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	0,200	<0,10	<0,10	0,195	<0,10	<0,10	<0,10
Benzo(a)antracene	µg/l	<0,000 6	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006
Benzo(a)pirene	µg/l	<0,000 1	<0,000 1	<0,0001	<0,0001	<0,000 1	<0,0001	<0,0001	<0,000 1	<0,0001
Benzo(b)fluorantene	µg/l	<0,000 6	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	<0,000 1	<0,000 1	<0,0001	<0,0001	<0,000 1	<0,0001	<0,0001	<0,000 1	<0,0001
Benzo(k)fluorantene	µg/l	<0,000 6	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006
Crisene	µg/l	<0,000 6	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	<0,000 6	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l	<0,000 6	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006
Pirene	µg/l	<0,000 6	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006
Sommatoria IPA 31,32,33,36	µg/l	<0,000 6	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006	<0,0006	<0,000 6	<0,0006
Batteri coliformi	UFC/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 39 di 54

Ossigeno disciolto	mg O2/l	3,40	3,01	1,44	3,88	4,11	2,00	3,25	3,38	3,31
--------------------	---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

TABELLA 5-5 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 7 mg/l nel campione superficiale A6 fino ad un massimo di 88 mg/l nel campione A1 al fondo.

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

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 40 di 54</p>

6. PARTE OPERATIVA

6.1. Programma generale delle attività di svaso/sfangamento

Come precedentemente indicato, il volume utile di regolazione risulta interessato da interrimento solamente per il 7% della sua capacità. Tenendo conto degli errori che derivano dall'incertezza dei dati del progetto originario si ritiene tale valore all'interno del possibile errore di misura del grafico superfici/volumi.

Dato l'esiguo volume sedimentato nel volume utile si ritiene che non sia sostenibile da un punto di vista costi-benefici intervenire con rimozione selettiva per il recupero del volume utile originario.

La maggior parte dei sedimenti è risultata a S. Giovanni accumularsi nel volume destinato all'interrimento (al di sotto della quota di minima regolazione). All'interno del volume destinato all'interrimento è ubicato lo scarico di fondo, a circa 11 m al di sotto della quota dello scarico di superficie.

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. Per tale attività si rimanda al Piano di Gestione.

Risulta invece utile prevedere nel presente Piano Operativo una **rimozione cautelativa dei sedimenti nell'intorno dello scarico di fondo** per mantenere in efficienza l'opera che, sebbene allo stato attuale funzionante, presenta nel suo intorno sedimenti dello spessore di 4-4.5 m.

6.2. Piano Operativo relativo per la rimozione dei sedimenti allo scarico di fondo - Messa in sicurezza dello scarico di fondo

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

- Rimozione per cacciate;
- Rimozione selettiva;

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 41 di 54</p>

6.2.1. Opzione 1: Rimozione per cacciate

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

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

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

In tavola II164S-PGI4-DT-017 viene indicata planimetricamente l'area che si ritiene possa essere utile a mantenere lo scarico di fondo efficiente per un periodo di molti anni.

L'**area di dragaggio** prevede un fondo scavo alla quota dei fondali originari, ovvero 286 m in prossimità dell'imbocco dello scarico e 290 m slm in prossimità della galleria. Stando alle sezioni di collaudo (Tavola II164S-PGI4-DT-008), l'altezza massima del manufatto trapezoidale del canale di accesso alla galleria dello scarico di fondo è pari a 9m; quindi, i fondali originari all'interno dei quali è scavato il manufatto dello scarico sono alla quota 290 m slm. Tale quota è pressoché la quota attuale di fondale come si vede dai rilievi batimetrici (Tavola II164S-PGI-DT011). Il manufatto di imbocco ha quota inferiore, ovvero 281 m slm, e si raccordava al fondo del Naro; ha pianta a sezione trapezia seguita da un canale in curva che si raccorda alla galleria. Il dragaggio prevede quindi la pulizia del manufatto fino al fondo dello scartolare con raccordo alla quota dei fondali originari antistanti l'imbocco che si attestano alla 286 m slm..

Il dragaggio prevede quindi di rimuovere i sedimenti depositati fino a raggiungere i terreni originari e di approfondire la rimozione fino ad incontrare il fondo del manufatto. Dal punto di imbocco, ed andando verso la galleria dello scarico di fondo, il piano dello scavo di dragaggio non è quindi orizzontale ma si alzerà dalla quota 286

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 42 di 54</p>

m slm fino a raccordarsi alla quota del termine dell'opera trapezia, ovvero alla 290 m slm. Verranno quindi rimossi 4 m di sedimenti. Per dare stabilità allo scavo, l'area di scavo sarà raccordata al fondale esistente con una pendenza 1:4.

Allo stato attuale delle conoscenze e dall'analisi delle foto scattate durante l'esecuzione dei lavori, all'interno dello scatolare dello scarico di fondo sembrano essere presenti delle travi in ca (Figura 5-4) che impedirebbero la realizzazione di un dragaggio fino al fondo dello scarico. Successive valutazioni, saranno necessarie per la redazione del progetto definitivo al fine di definire la presenza delle travi e loro interasse e fattibilità di dragaggio fino al fondo del manufatto.

Durante le operazioni di dragaggio si opererà comunque con la dovuta cautela e monitorando la testa dragante o grappo mediante posizionamento GPS e continui rilievi batimetrici.

Il volume di sedimenti necessari al dragaggio allo scarico fondo è così pari a 27.000 m³.

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

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

Nel presente Progetto si adotta, secondo anche quanto indicato nelle Linee di indirizzo Distrettuali, la rimozione ad invaso pieno. Si esclude la rimozione a secco (sia essa meccanica o per fluitazione ad invaso vuoto) con svuotamento completo dell'invaso al fine di salvaguardare la risorsa idrica.

Relativamente alla **destinazione del sedimento** da rimuovere le possibili opzioni sono:

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

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

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>III164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 43 di 54</p>

soluzione anche perché i volumi oggetto di intervento sono collocati nel c.d. “volume morto”, quindi al di sotto della quota di minima regolazione, non rappresentando pertanto neppure marginalmente un recupero di volume utile, e rappresentano una frazione del tutto marginale del volume dell’invaso.

Inoltre, le scelte gestionali che prevedono un riutilizzo dei materiali in sito comportano benefici non solo economici, ma anche ambientali e sono da preferire in un’ottica di economia circolare dei sedimenti (massimizzando il riutilizzo dei materiali ed evitando il più possibile di inviare i sedimenti in sito esterno, con un contenimento dei costi e minori impatti ambientali).

L’area di refluento (Figura 6-1) identificata per l’ubicazione di tale volumetria ricade fra il volume di massima regolazione ed il volume di massimo invasore. Tale soluzione non richiede espropri in quanto l’area considerata ricade in terreni ovviamente di proprietà della Regione.

L’area selezionata ricade in un’area di calma e con assenza di immissari in invasore.

Per il dragaggio (sia per grappo che per draga idrorefluente) verranno utilizzati pontoni galleggianti assemblabili. Il pontone potrà raggiungere la sponda sinistra (Figura 6-1) ed essere assemblato sulle sponde dell’invasore. Il trasporto del pontone può avvenire tramite bilico con pianale ribassato su cui vengono caricati i vari moduli che compongono il pontone. Il varo in acqua dei moduli e di tutti i componenti (cabina, pompa, centralina, gruppo elettrogeno, argani) avviene tramite un camion gru posto nelle immediate vicinanze della sponda.

Dal punto di vista ambientale e logistico, per l’invasore di S.Giovanni emerge il seguente **confronto fra le due tipologie di dragaggio:**

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

- aspetti gestionali di deposito dei sedimenti: entrambe le metodologie di dragaggio possono disporre di un’area di deposito finale ove refluire i sedimenti perimetralmente all’invasore. Con una draga aspirante/refluente i materiali vengono pompati nell’area di deposito fino ad una distanza di circa 2 Km; non sono quindi necessarie stazioni di rilancio. Nel caso di utilizzo del grappo, i materiali devono invece essere

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>III164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 44 di 54</p>

portati con pontone all'area di deposito e da qui depositati con grappo. I metodi di dragaggio sono quindi equivalenti.

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

- risultati delle indagini granulometriche e geognostiche sui sedimenti. La granulometria dei sedimenti è un fattore importante per correttamente progettare le attività di dragaggio, produzione e tempi. Inoltre, in caso di presenza di sedimenti limosi consolidati la draga aspirante refluyente potrebbe incontrare delle difficoltà e dovrebbe essere valutata la fattibilità di dragaggio con disgregazione idraulica; non risulta questo il caso di S. Giovanni ove i sedimenti sono invece ad elevato contenuto d'acqua (in particolare $w_n = 86.74\%$ nel campione prelevato nei primi 2 m di sedimento e 47.65% negli strati di sedimenti più profondi). Viceversa, sedimenti troppo fluidi (ad esempio in prossimità dello scarico di fondo) sarebbe difficoltoso rimuoverli con il grappo.

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

Dato che i parametri geotecnici sono quelli che, dall'analisi di cui sopra, determinano la scelta, al fine di definire l'ottimale metodo di dragaggio e conseguente gestione dei sedimenti sono state eseguite delle indagini geotecniche nei sedimenti e delle prove di essiccamento che mostrano come il processo di riduzione del contenuto d'acqua originario avvenga molto rapidamente, portandosi in 15 gg rispettivamente dall'86.74 all'11.37 % e dal 47.65 al 2.06 %.

Data la bassa consistenza dei sedimenti, riferita nel rilievo batimetrico del 2020, e confermata dall'alto contenuto d'acqua dei sedimenti nei primi 2 m (campione A), si ritiene difficoltoso operare con dragaggio a grappo e si ritiene che il metodo di dragaggio idraulico consenta con maggiore probabilità l'eliminazione dei sedimenti dal fondale.

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

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 45 di 54</p>

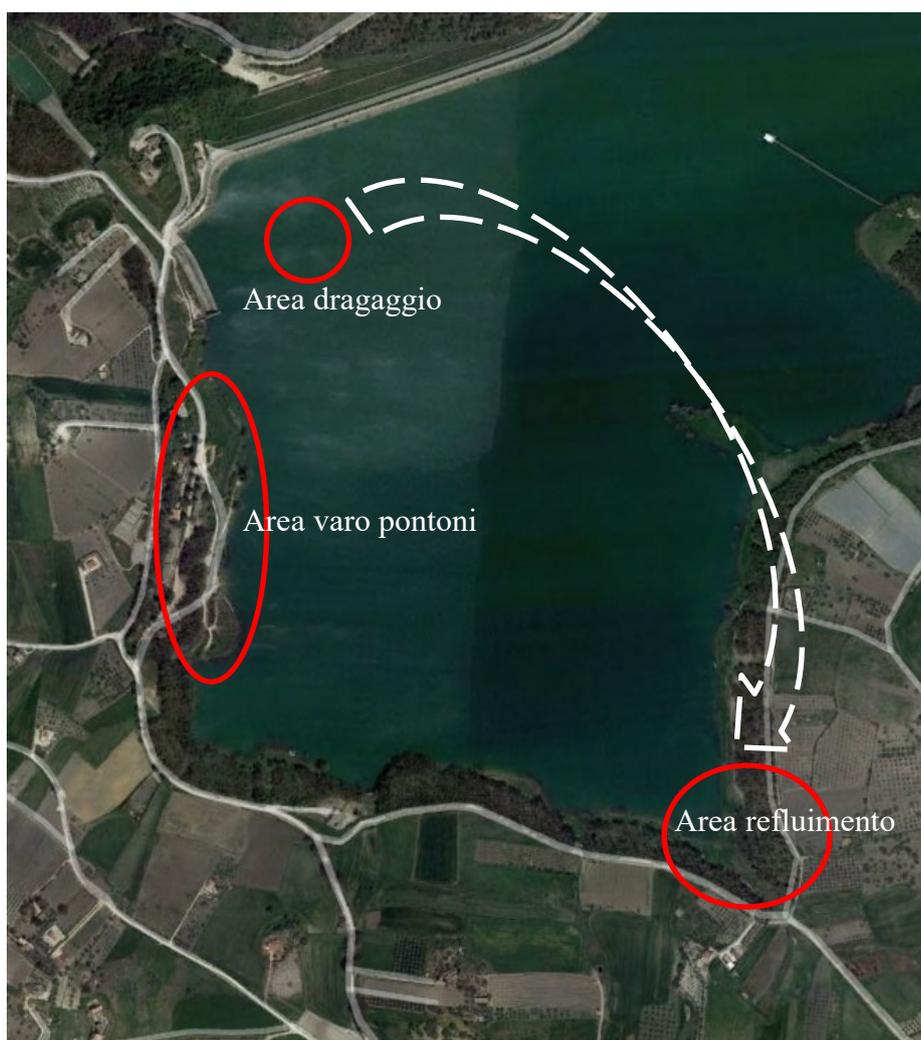


FIGURA 6-1 – AREA DRAGAGGIO, REFLUIMENTO E VARO PONTONI. DETTAGLI DELLE AREE DI DRAGAGGIO E REFLUIMENTO NELLE TAVOLE II164S-DT-017 E II164S-DT-018.

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

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 46 di 54</p>

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

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

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

Dragaggio idraulico e conferimento in geotubi

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

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

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

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

Dovendo dragare circa 27.000 m³ di sedimenti, ed avendo una produttività media della draga, data la granulometria fine, pari circa 200 m³/giorno di solido rimosso e stoccato all'interno dei geotubi sono stimabili circa **135 giorni cui si aggiungono circa 30 giorni di installazione** cantiere per il montaggio delle attrezzature e la realizzazione delle aree di deposito dei geotubi. Durante tale periodo non sarà necessario abbassare o regolare il volume di invaso.

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 47 di 54

Per la misura della portata della miscela acqua sedimento viene generalmente utilizzato un sensore elettromagnetico installato sulla tubazione di mandata. Al fine di migliorare la produttività monitorando la densità della miscela transitante all'interno della tubazione, al misuratore di portata elettromagnetico può sostituirsi un misuratore ad ultrasuoni che consente di determinare la densità della miscela.

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



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

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

Il posizionamento nello spazio sarà inoltre effettuato tramite un'antenna GPS posta sul vertice del telaio di sostegno della pompa. Tramite un'antenna radio il GPS comunica con una stazione fissa posta a terra avente coordinate note. Tale sistema, appositamente sviluppato per il controllo della precisione in operazioni di scavo o

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 48 di 54</p>

dragaggio, è basato sull'uso di un software, formato da vari moduli, studiato in particolare per il posizionamento del pontone e il monitoraggio ad alta precisione della profondità dello scavo, con elaborazione dei dati registrati durante le attività di dragaggio.

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

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

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

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

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

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

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
II164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 49 di 54



FIGURA 5-3 – PARTICOLARITÀ DI SISTEMA DRENANTE DEI GEOTUBI

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

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

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

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 50 di 54</p>

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

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

Dragaggio con grappo e reflimento in vasca di stoccaggio

Il dragaggio potrà essere eseguito anche con grappo, verificando con successive indagini mirate la possibilità di dragare sedimenti fini e ad elevato contenuto d'acqua. In tale caso dovranno essere anche utilizzate precauzionalmente panne antitorbidità.

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

Al fine di contenere il materiale refluito i rilevati di conterminazione avranno altezza variabile e mediamente di circa 4 m da p.c. in modo da consentire il reflimento del materiale alla quota 308 m slm, larghezza sommitale 4 m, per consentire il transito dei mezzi. Si considera una pendenza dei rilevati 3/2. Lato monte, il reflimento andrà a raccordarsi con le quote del piano campagna esistenti. Il dragaggio dei materiali andrà modulato in relazione ai volumi disponibili nella vasca così predisposta, in cui il materiale sarà soggetto a perdita d'acqua per perdita liquidi dalla matrice solida inizialmente e, in seguito e con tempi più lunghi, ad essiccamento ed evapotraspirazione.

Il rilevato lato invaso potrà essere realizzato con i terreni in posto. Ciò implica che, in relazione ad una superficie di 16.500 m² della vasca di conferimento il piano campagna generale dell'area dovrebbe essere abbassato di circa 30-50 cm.

I terreni di scotico verranno conservati per il rinverdimento finale.

Il materiale refluito infatti post reflimento si “gonfierà” per un bulking factor, ed è necessario realizzare cautelativamente dei rilevati che siano ad una quota di 2 m

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 51 di 54</p>

superiore alla quota finale di refluitamento; post essiccazione nella quota il materiale ritornerà al suo volume originario.

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

Considerando che il volume disponibile è di 33.000 mc della vasca di conferimento, (considerando un'area di 16.500 mq ed un'altezza media delle vasche di 2 m) con contenuto d'acqua medio del sedimento che si può considerare pari al 60%, consegue un valore del "Bulking Factor" $BF = 1.15$, per cui il volume dragato tal quale sarà dato da $33.000/1,15 = 28.700 \text{ m}^3$.

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

Anche ipotizzando una produzione di dragaggio di un piccolo grappo/benna mordente, alloggiato su pontone assemblabile, pari a quella della draga idraulica ($200 \text{ m}^3/\text{giorno}$) di materiale solido che può essere inviato alle vasche, a tali tempi dovranno aggiungersi quelli di realizzazione delle vasche di stoccaggio pari a circa 3-4 mesi.

Considerando quindi i tempi di conferimento legati alla produzione con il grappo, i tempi di attesa per essiccazione dei materiali, sfruttando anche le temperature estive potrà completarsi in 6 mesi ($27.000/200/30 + 1$ ciclo di 30 gg di desiccamento). Una volta che il materiale raggiunge la condizione di sufficiente consistenza potrà essere eseguito il finale rinverdimento della superficie.

Confronto fra due metodi di dragaggio:

Entrambi i due metodi di dragaggio sono quindi fattibili dal punto di vista tecnico. Nel caso si optasse in successiva fase progettuale, di attuare la soluzione a grappo

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	 <p>REGIONE SICILIANA</p>
<p>III164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 52 di 54</p>

dovranno essere eseguite opportune indagini per valutare la resa/produzione del dragaggio dati gli elevati contenuti d'acqua riscontrati nei primi 2 m di materiale.

Bisogna però considerare anche gli aspetti di pianificazione paesaggistica vigenti.

L'area dell'invaso di S. Giovanni ricade in livello di tutela 3 e gli obiettivi specifici sono la tutela e valorizzazione del patrimonio paesaggistico.

Il presente intervento si deve quindi inquadrare come opera di ingegneria naturalistica, rispettando i criteri paesaggistici dell'area, con il divieto di effettuare movimenti di terra che alterino i caratteri morfologici e paesistici anche ai fini del mantenimento dell'equilibrio idrogeologico.

Nel progetto definitivo, che seguirà il presente Piano Operativo, si dovrà quindi attentamente valutare se i movimenti di terra previsti per la realizzazione del margine lato vaso alterino o meno gli aspetti paesaggistici. Qualora questa sia la soluzione scelta, dovranno essere calcolate altezze ed effettuati rendering idonei tenendo anche in considerazione il cono visivo dalla cittadina di Naro.

Le opere di copertura a verde finali devono essere sicuramente previste per entrambi gli interventi, con essenze locali che rispettano i caratteri paesistici e ambientali originari.

Alla luce delle considerazioni sopra effettuate, in questa fase preliminare, il metodo di refluitamento sicuramente adottabile è quello con dragaggio idraulico in quanto i geotubi andranno a raccordarsi al terreno attuale partendo dalla quota vaso senza realizzazione di strutture di contenimento lato vaso.

6.2.3. Costi per la rimozione dei sedimenti allo scarico di fondo (opzione 2 con dragaggio idraulico)

Vengono di seguito indicati i costi per la realizzazione dello sfangamento con dragaggio idraulico, che è quello sicuramente fattibile.

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

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II164S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 53 di 54</p>

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

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

- trasporto dei macchinari e installazione del cantiere, stimabili complessivamente in 215.000 € a prescindere dai volumi complessivi rimossi;
- predisposizione del sito di stoccaggio per la posa dei geotubi (e comunque per la preparazione del sito per la posa del materiale dragato nel caso di utilizzo di grappo) pari a circa 167.000 €
- acquisto dei geotubi, acquisto del polielettrolita e degli accessori necessari, attività di riempimento dei geotubi e loro gestione in fase di scarico della miscela solido-liquido, stimabili complessivamente in 1.026.000 € per un intervento di rimozione circa 27.000 m³ di sedimento;
- realizzazione dell'intervento di dragaggio, i cui costi sono direttamente proporzionali all'entità della rimozione e quantificabili in circa 730.000€ per 27.000 m³ di sedimento;
- trattamento di rinaturalizzazione con spargimento omogeneo di una apposita miscela di sementi di specie erbacee perenni, appartenenti alla flora endemica del territorio all'interno di un gruppo di riferimento di almeno 10 specie, di concimi e collanti naturali e utilizzo di mezzi meccanici o altri sistemi, tali comunque da non lesionare i semi, compresa eventuale semina a mano e quantificabile in circa 75.000€ per 16.500 m² di superficie finale da ricoprire.
- Topografia area deposito e rilievi batimetrici area escavo per circa 60.000€ per 8-10 rilievi.

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

 <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p>INVASO S. GIOVANNI</p> <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>III64S-PGI4- RT-0002-00</p>	<p>PIANO OPERATIVO</p>	<p>Pag. 54 di 54</p>

id	descrizione	U.M.	Quantità	P.U.	Importo
	Dragaggio Idraulico e geotubi				
	Installazione e ripiegamento cantiere	a corpo	1	215.000	215.000,00
1.5.1	Preparazione piano di posa delle aree di deposito dei geotubi compresi: il taglio e l'asportazione di piante, di diametro inferiore a cm 8, arbusti, basso bosco, vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore di almeno 30 cm, il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, compreso altresì il carico sul mezzo di trasporto, la compattazione con adatto macchinario del piano di posa interessante uno spessore di 20 cm fino al raggiungimento del 90% della densità massima raggiungibile in laboratorio con la prova AASHO standard, a carico dell'impresa, compresa la fornitura dell'acqua o l'essiccamento occorrente e compresa, altresì, la formazione delle gradonature occorrenti. - per ogni m ² di superficie preparata	m2	16500	2,37	39.105,00
19.6.1	Fornitura e posa in opera, di geotessile tessuto in Poli-propilene, PEt o PE, con funzione prevalente di rinforzo, oltre che separazione e filtrazione, idoneo per l'impiego sotto i rilevati e bonifiche anche in terreni medio fini e con carichi medi, È compreso e compensato nel prezzo tutto quanto altro occorre per dare il materiale collocato in opera a perfetta regola d'arte, compresi gli sfridi e sormonti per sovrapposizioni.	m2	16500	3,87	63.855,00
1.8.3	Materiali aridi con funzione anticapillare o filtro. Fornitura e posa in opera al di sotto dei rilevati o della sovrastruttura, di materiali aventi funzione di filtro per i terreni sottostanti, ... compreso ogni onere di fornitura da qualsiasi distanza, la vagliatura per ottenere la necessaria granulometria, la stesa a superfici piane e livellate, il compattamento meccanico secondo le norme per i rilevati ed ogni altro magistero. h media 10 cm	m3	1650	38,66	63.789,00
n.p	Dragaggio con sistema aspirante-refluente	m3	27.000	27,00	729.000,00
n.p	Fornitura e posa di geotubi (volume stimato in circa 25 m3/m per stimati 24 geotubi da 30 m cad.)		27.000	21,00	567.000,00
n.p	Impianto di condizionamento e fornitura di flocculante incluso personale alla gestione	m3	27.000	17,00	459.000,00

REPUBBLICA ITALIANA 	<i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i> INVASO S. GIOVANNI PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO	REGIONE SICILIANA 
III164S-PGI4- RT-0002-00	PIANO OPERATIVO	Pag. 55 di 54

n.p	Topografia e rilievi batimetrici di prima e seconda pianta e intermedi per un totale stimato di 8-10 rilievi	a corpo	1	60000	60.000,00
19.12.2	<p>trattamento di rinaturalizzazione di scarpate o rilevati consistente nello spargimento omogeneo di una apposita miscela di sementi di specie erbacee perenni, appartenenti alla flora endemica del territorio all'interno di un gruppo di riferimento di almeno 10 specie, di concimi e collanti naturali e utilizzo di mezzi meccanici o altri sistemi, tali comunque da non lesionare i semi, compresa eventuale semina a mano. L'intervento, che avverrà su superfici aventi pendenze non superiori a 60°, stabili geotecnicamente ($F_s > 1$), prevede l'impiego di almeno 50 g/m² di sementi di specie erbacee, appartenenti alla flora endemica del territorio all'interno di un gruppo di riferimento di almeno 10 specie, non infestanti e non modificate geneticamente, con caratteristiche di rusticità, adattabilità a condizioni pedoclimatiche del sito, con un misto di concimi (minerali, oppure organo-minerali, oppure organici) e collanti naturali. ...</p> <p>1) con sementi selezionate di specie azotofissatrici e/o miglioratrici</p>	m ²	16500	4,56	75.240,00
TOT					2.271.989,00