

# Impianto "PESCOPAGANO"

## Impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio ad alta flessibilità

Comune di Pescopagano (PZ)

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE

STRATEGIES FOR WATER



Progettista: Ing. Luigi Lorenzo Papetti

### Relazione tecnica particolareggiata



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PROGETTO PRELIMINARE	04/06/2021	E. Marchesi	L. Papetti	

Codice commessa: 1295

Codifica documento: 1295-A-FN-R-01-0

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GENERALITÀ – GLI ACCUMULI IDROELETTRICI PER LE ESIGENZE DEL SISTEMA ELETTRICO</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>INVASO DI SAETTA</b>	<b>8</b>
4.1	Idrologia	13
4.2	Interrimento	16
<b>5</b>	<b>OPERE IN PROGETTO</b>	<b>19</b>
5.1	Opera di presa di monte	19
5.2	Pozzo paratoie	20
5.3	Pozzo piezometrico	21
5.4	Camera alla base del pozzo piezometrico	22
5.5	Galleria di accesso alla camera pozzo piezometrico	23
5.6	Vie d'acqua	24
5.7	Centrale in caverna	26
5.8	Gallerie di accesso alla centrale	29
5.9	Cunicolo sbarre	29
5.10	Sottostazione elettrica	30
5.11	Bacino di valle	30
5.11.1	Caratteristiche generali	30
5.11.2	Opera di presa di valle	32
5.11.3	Sfioratore di superficie	32
5.11.4	Scarico di fondo	32
5.11.5	Casa di guardia e monitoraggio	33
5.11.6	Strade di servizio	33
5.12	Deviazione del torrente Ficocchia	33
5.13	Deviazione del torrente Vallone del Piano	34
<b>6</b>	<b>VIABILITÀ DA ADEGUARE</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>CRONOPROGRAMMA</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUZIONE

Scopo dell'iniziativa in progetto è la realizzazione di un sistema di accumulo idroelettrico mediante impianto di pompaggio ad alta flessibilità, tra l'invaso esistente di Saetta e un bacino di nuova realizzazione in località Convento di San Lorenzo, nel comune di Pescopagano (PZ).

L'intervento è dunque ascrivibile alla categoria dei cosiddetti "impianti di pompaggio puro", ossia "impianti che utilizzano acqua derivanti da apporti naturali per meno del 5 %".

Nel caso dell'impianto in progetto, si prevede di utilizzare unicamente una parte del volume di acqua già contenuta nella diga denominata Saetta – invasata in forza di una concessione di derivazione di acqua pubblica, assentita in favore di E.I.P.L.I. – non prevedendo l'utilizzo di acque aggiuntive derivanti da ulteriori apporti naturali tanto nell'esistente invaso di monte, quanto nel bacino di valle di nuova realizzazione.

Non è pertanto prevista la definizione di alcun deflusso minimo vitale, in ragione del fatto che non viene sottratta ulteriore risorsa ad alcun corso d'acqua.

Si precisa altresì che il funzionamento del sistema di accumulo idroelettrico è assimilabile ad un "ciclo chiuso" in cui il volume prelevato dall'invaso di monte viene poi interamente restituito all'invaso medesimo mediante il pompaggio delle acque dal bacino di valle, senza alcuna restituzione delle acque nel corpo idrico naturale. Per tale ragione, nell'ambito della progettazione sono state considerate tutte le misure opportune mirate ad evitare perdite.

In fase di progettazione e dimensionamento dell'intervento si è tenuto conto – in via principale – della morfologia dei luoghi, del quadro degli interventi esistenti, della pianificazione territoriale nonché delle esigenze tecniche e impiantistiche atte a garantire l'uso più efficiente della risorsa idrica per le attività di accumulo idroelettrico, in un contesto di piena compatibilità con l'eventuale soddisfacimento di usi irrigui già assentiti.

Nei capitoli che seguono, dopo un primo inquadramento generale sul ruolo degli accumuli idroelettrici in relazione alle esigenze del sistema elettrico, verranno illustrate le principali caratteristiche dell'impianto, lo stato di fatto dei luoghi e sarà descritto in modo particolareggiato l'intervento in progetto.

## 2 GENERALITÀ – GLI ACCUMULI IDROELETTRICI PER LE ESIGENZE DEL SISTEMA ELETTRICO

Il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), predisposto in attuazione del regolamento europeo sulla governance dell'unione dell'energia e dell'azione per il clima, costituisce lo strumento con il quale ogni Stato, in coerenza con le regole europee vigenti e con i provvedimenti attuativi del pacchetto europeo Energia e Clima 2030, stabilisce i propri contributi agli obiettivi europei al 2030 sull'efficienza energetica e sulle fonti rinnovabili e quali sono i propri obiettivi in tema di sicurezza energetica, mercato unico dell'energia e competitività.

Il PNIEC prevede, fra l'altro, azioni per decarbonizzare il sistema energetico e raggiungere i target previsti al 2030, ovvero:

- 30% quota di energia da FER (Fonte di Energie Rinnovabili) nei consumi finali lordi di energia (55,4% sui consumi elettrici)
- 43% riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007
- 43% riduzione dei GHG (*GreenHouse Gas*) vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS (*Emission Trading Scheme*) (-33% sui settori non ETS).

Il settore della generazione elettrica subirà dunque notevoli cambiamenti in previsione del *phase out* del carbone e dell'installazione al 2030 di 30 GW di fotovoltaico e 10 GW di eolico (più che raddoppiando la quota attuale di fotovoltaico e raddoppiando quella di eolico).

La crescente penetrazione delle fonti rinnovabili non programmabili nel sistema elettrico pone una serie di sfide da affrontare affinché il processo di transizione energetica si possa svolgere in maniera decisa ed efficace, mantenendo gli attuali elevati livelli di qualità del servizio.

Le variazioni del contesto (incremento FER e contestuale dismissione di impianti termoelettrici poco efficienti) causano infatti già oggi, e ancor di più in futuro, significativi impatti sulle attività di gestione della rete. Tali impatti sono riconducibili a:

- caratteristiche tecniche degli impianti: gli impianti FER che si collegano alla rete tramite inverter non hanno la medesima capacità delle macchine rotanti di sostenere la stabilità dei parametri fondamentali di rete (frequenza e tensione) e di resistere alle perturbazioni, come ad esempio la perdita improvvisa di impianti di generazione/carico o di altri elementi di rete e la riduzione della potenza regolante e dei margini di riserva alla punta, oltre a richiedere una maggiore quantità di risorse rapide di regolazione
- non programmabilità degli impianti: la produzione di energia elettrica da FER non segue le dinamiche del fabbisogno di energia per il consumo, bensì dinamiche caratteristiche della disponibilità della fonte energetica primaria che sono per loro natura intermittenti. In un sistema elettrico a crescente penetrazione FER tale

caratteristica genera criticità nel bilanciamento tra consumo e produzione a causa della riduzione del numero di risorse in grado di fornire servizi di regolazione, in particolare nei momenti critici per la rete quali picchi e rampe di carico, che aumentano sempre più soprattutto nella fascia serale. Il sistema inoltre è ancor di più a rischio nei periodi in cui la produzione da FER supera il fabbisogno di energia elettrica (*overgeneration*), soprattutto nelle ore centrali della giornata quando il solare arriva al suo picco di produzione, con conseguente necessità di disporre di adeguata capacità di accumulo al fine di non dover ricorrere al taglio dell'energia prodotta

- localizzazione degli impianti: gli impianti FER, in particolare l'eolico, sono spesso localizzati lontani dai centri di consumo, causando un aumento delle situazioni di congestione sulla rete di trasmissione, specialmente da Sud verso Nord.

Terna - società responsabile della gestione, mantenimento e sviluppo della rete elettrica nazionale ad alta tensione, e del dispacciamento dell'energia elettrica - ritiene indispensabile la realizzazione di ulteriore capacità di accumulo idroelettrico e/o elettrochimico in grado di contribuire alla sicurezza e all'inerzia del sistema attraverso la fornitura di servizi di rete (regolazione di tensione e frequenza) e di garantire la possibilità di immagazzinare l'energia prodotta da fonti rinnovabili non programmabili quando questa è in eccesso rispetto alla domanda o alle capacità fisiche di trasporto della rete, minimizzando/eliminando le inevitabili situazioni di congestione; un maggior apporto di accumulo, segnatamente accumulo idroelettrico, è indispensabile per un funzionamento del sistema elettrico efficiente ed in sicurezza.

Per sopperire a queste criticità, il PNIEC prevede la necessità di sviluppare 3 GW di accumulo idroelettrico e 3 GW di accumulo elettrochimico soprattutto al Centro, al Sud Italia e nelle Isole dove è più intenso lo sviluppo delle rinnovabili ed è minore la capacità di accumulo.

In particolare, gli impianti di pompaggio, soprattutto ad alta flessibilità come quello in progetto, costituiscono una risorsa strategica per il sistema elettrico, stante la capacità di fornire – in tempi rapidi – servizi pregiati di regolazione di frequenza e tensione, nonché di fornire un contributo significativo all'inerzia del sistema, potendo quindi contribuire significativamente in termini di adeguatezza, qualità e sicurezza del sistema elettrico nazionale.

In questo progetto è stata adottata la configurazione di macchine idrauliche che garantisce, ad oggi, la massima flessibilità: il gruppo ternario con possibilità di funzionamento in corto-circuito idraulico. Questa tipologia di gruppo è composta essenzialmente da una pompa, una macchina elettrica funzionante sia come generatore che come motore ed una turbina sullo stesso asse. Ogni macchinario di questo gruppo ruota sempre nello stesso senso, sia in fase di generazione che di pompaggio, e pertanto i tempi di transizione tra le due fasi sono sensibilmente inferiori al più comune sistema alternativo, ossia i gruppi binari (in cui vi è un'unica macchina idraulica che funge da turbina se ruota in un

senso e da pompa se ruota nel senso opposto). Inoltre, il funzionamento in corto-circuito idraulico consente il funzionamento simultaneo di pompa e turbina, ed una rapida regolazione della ripartizione delle portate tra queste due macchine: in questo modo è possibile sfruttare un più ampio ventaglio di potenze, sia in fase di generazione che di pompaggio, al cui interno è possibile muoversi nei minimi tempi possibili per gli impianti di pompaggio.

Il pompaggio fornirà anche servizi che saranno essenziali per garantire la corretta integrazione delle rinnovabili, assorbendo parte dell'*overgeneration* nelle ore centrali della giornata e producendo energia in corrispondenza della rampa di carico serale in cui il sistema si trova in assenza di risorse (coprendo quindi il fabbisogno nelle ore di alto carico e scarso apporto di solare/eolico). Il pompaggio potrà così contribuire anche alla riduzione del *curtailment* e delle congestioni di rete.

### 3 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO

In Tabella 1 sono indicate le principali caratteristiche dell'impianto:

Grandezza	Valore	Unità di misura
Volume utile dell'impianto	760.000	m <sup>3</sup>
Volume utile del bacino di valle	765.000	m <sup>3</sup>
Quota di massimo invaso dell'invaso di monte	952,74	m s.l.m.
Quota di massima regolazione dell'invaso di monte	951,24	m s.l.m.
Quota di minima regolazione dell'invaso di monte	946,00	m s.l.m.
Quota di massima regolazione del bacino di valle	486,50	m s.l.m.
Quota di minima regolazione del bacino di valle	468,00	m s.l.m.
Dislivello medio utile tra i due bacini	~ 470	m
Ore di generazione minime consecutive a massima potenza	4	h
Ore di pompaggio minime consecutive a massima potenza	4	h
Portata massima in fase di generazione	52,7	m <sup>3</sup> /s
Portata massima in fase di pompaggio	52,7	m <sup>3</sup> /s
Potenza massima in fase di generazione	212	MW
Potenza massima in fase di pompaggio	264	MW
Potenza nominale dei motori-generatori	270	MW
Potenza apparente massima generata (cos $\phi$ = 0,9)	~ 236	MVA
Potenza apparente massima assorbita (cos $\phi$ = 0,9)	~ 294	MVA
Potenza dei trasformatori	300	MVA
Lunghezza totale vie d'acqua	~ 4.500	m
Diametro vie d'acqua	4.400	mm
Altezza pozzo piezometrico	60	m
Diametro pozzo piezometrico	6,8	m

Tabella 1 – Caratteristiche principali dell'impianto

#### 4 INVASO DI SAETTA

L'invaso di Saetta, situato nel comune di Pescopagano (PZ), è attualmente gestito dall'Ente per lo sviluppo dell'Irrigazione e la trasformazione fondiaria in Puglia, Lucania e Irpinia (E.I.P.L.I.). La diga, realizzata in materiali sciolti di tipo omogeneo, è stata conclusa nel 1991, e presenta un rivestimento di tipo bituminoso sul paramento interno. La diga risulta in esercizio sperimentale dal 1999 ed è attualmente in vigore una limitazione: la quota di massima regolazione teorica è 951,24 m s.l.m. (a cui corrisponde un volume utile di regolazione di 3.500.000 m<sup>3</sup>), mentre quella attualmente autorizzata è pari a 949,50 m s.l.m. (a cui corrisponde un volume utile di regolazione di 2.500.000 m<sup>3</sup>). La diga è stata collaudata e, in seguito ad alcuni interventi prescritti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, sarà possibile ripristinare a breve il volume d'invaso originario e la quota di massimo vaso originaria (pari a 952,74 m s.l.m.).

Secondo le previsioni originarie, i volumi invasati sarebbero stati destinati all'alimentazione di un comprensorio irriguo di alcune centinaia di ettari, compreso nei territori campani e lucani (in particolare, nei comuni di Pescopagano, Cairano, Calitri e Sant'Andrea di Conza). Ad oggi, la diga viene utilizzata esclusivamente ad integrazione dei deflussi dell'Ofanto a valle della diga medesima.

L'opera di presa è dimensionata in maniera tale da poter rilasciare in alveo 700 l/s; il modulo del corso d'acqua è invece pari a 200 l/s.

Ulteriori informazioni relative all'invaso di Saetta sono presentate in Tabella 2, che riprende il Foglio di Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione (FCEM) della diga:

Grandezza	Valore	Unità di misura
Quota di massimo vaso	952,74	m s.l.m.
Quota di massima regolazione	951,24	m s.l.m.
Quota di minima regolazione	937,46	m s.l.m.
Superficie specchio liquido alla quota di massimo vaso	0,68	km <sup>2</sup>
Superficie specchio liquido alla quota di massima regolazione	0,60	km <sup>2</sup>
Superficie specchio liquido alla quota di minima regolazione	0,02	km <sup>2</sup>
Volume totale d'invaso <sup>1</sup> (ai sensi del D.M. 24/03/82)	4,5·10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Volume di vaso <sup>2</sup> (ai sensi del L. 584/1994)	4,5·10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Volume utile di regolazione	3,5·10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Volume di laminazione	1,0·10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>

<sup>1</sup> "Capacità del serbatoio compresa tra la quota di massimo vaso e la quota minima di fondazione; per le traverse fluviali è il volume compreso tra il profilo di rigurgito più elevato indotto dalla traversa ed il profilo di magra del corso di acqua sbarrato".

<sup>2</sup> "Capacità del serbatoio compreso tra la quota più elevata delle soglie sfioranti degli scarichi, o della sommità delle eventuali paratoie, e la quota del punto più depresso del paramento di monte".

Grandezza	Valore	Unità di misura
Superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	10,00	km <sup>2</sup>
Superficie del bacino imbrifero allacciato <sup>3</sup>	-	-
Portata di massima piena di progetto	90,00	m <sup>3</sup> /s
Tempo di ritorno	1.000	anni
Altezza della diga <sup>4</sup> (ai sensi del D.M. 24/03/82)	23,20	m
Altezza della diga <sup>5</sup> (ai sensi del L. 584/1994)	16,00	m
Altezza di massima ritenuta	10,70	m
Quota coronamento	955,70	m s.l.m.
Franco <sup>6</sup> (ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/82)	2,96	m
Franco netto <sup>7</sup> (ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/82)	2,56	m
Sviluppo del coronamento	235,00	m
Volume della diga	124.000	m <sup>3</sup>
Grado di sismicità assunto nel progetto	12	-
Classifica ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/82	Bc	

Tabella 2 – Informazioni sulla diga di Saetta riportate nel Foglio di Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione

<sup>3</sup> Non esiste alcun bacino allacciato

<sup>4</sup> “Dislivello tra la quota del piano di coronamento (esclusi parapetti ed eventuali muri frangionde) e quella del punto più basso della superficie di fondazione (escluse eventuali sottostrutture di tenuta)”.

<sup>5</sup> “Differenza tra la quota del piano di coronamento e quella del punto più depresso dei paramenti”.

<sup>6</sup> “Dislivello tra la quota del piano di coronamento e quella di massimo invaso”.

<sup>7</sup> “Dislivello tra la quota del piano di coronamento e quella di massimo invaso aggiunta a questa la semiampiezza della massima onda prevedibile nel serbatoio”.



Figura 1 - Vista da monte della diga di Saetta



Figura 2 – Vista da valle della diga di Saetta

Il Foglio di Condizioni riporta che *“le sponde sono costituite da terreni di matrice prevalentemente argillosa con modesta copertura arborea per la maggior parte destinati a pascolo o colture intensive”*.

La diga è provvista di uno scarico di superficie ed uno scarico di fondo. Si riporta di seguito un estratto del già citato FCEM:

- **Scarico di superficie**: del tipo a soglia sfiorante libera, è disposto in sinistra idraulica a quota 951,24 m slm, per uno sviluppo complessivo di 24 m. Seguono: il canale fugatore, a scivolo nella parte terminale, di lunghezza 236,79 m, a sezione rettangolare. Segue ancora la vasca di dissipazione lunga 44,00 m ed il canale di restituzione in alveo.

- Scarico di fondo: posto in sponda destra, a quota 937,46 m slm in una galleria a sezione policentrica  $\phi$  3500 e lunghezza complessiva di 362,92 m. La quota di sbocco è posta a 932,32 m. Il pozzo di accesso alla camera di manovra ha sezione circolare con diametro interno 5,00 e profondità 21,19 m (da quota 955,70 a quota 934,51). Al fondo del pozzo si accede mediante scala metallica. Gli organi di intercettazione sono costituiti da due paratoie piane a strisciamento di dimensioni 2,50x2,50 m munite di sistema di funzionamento di tipo elettro-oleodinamico, con possibilità di manovra anche mediante benzo-pompa e manuale; l'alimentazione è assicurata da collegamento alla rete ENEL e da un gruppo elettrogeno automatico installato in apposito fabbricato.
- Opera di presa: la presa avviene mediante l'utilizzo della galleria dello scarico di fondo. In corrispondenza delle paratoie l'acqua viene prelevata a monte mediante una tubazione metallica  $\phi$  300 e restituita a valle. La regolazione delle portate è assicurata mediante saracinesca motorizzata e misuratore a ultrasuoni.



Figura 3 - Vista aerea dello scarico di superficie



Figura 4 - Vista da valle del canale fagatore dello scarico di superficie

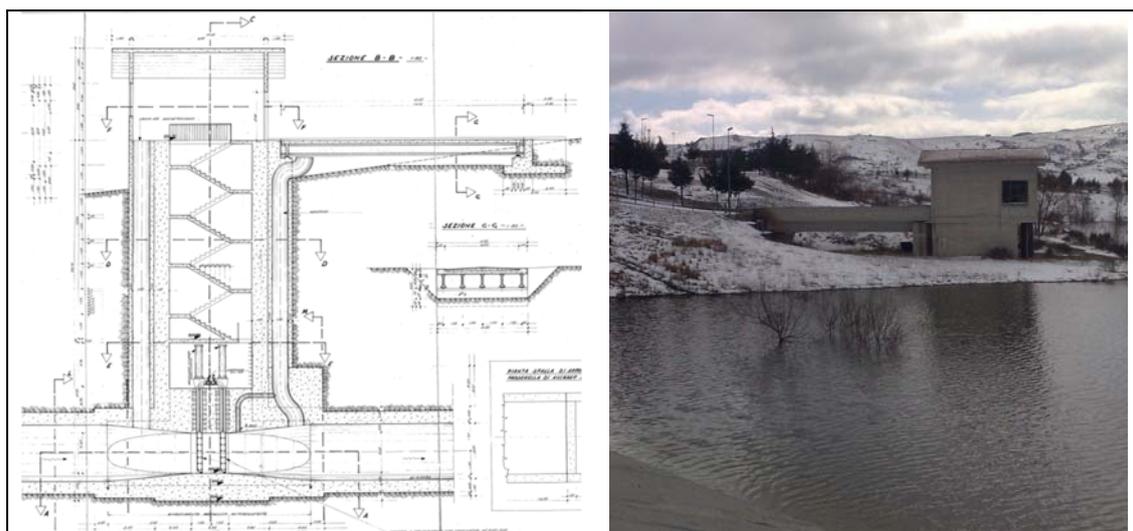


Figura 5 – (sx) Estratto del disegno “Organo di intercettazione dello scarico di fondo e della presa – pozzo di accesso alla camera di manovra” (Allegato n. 26 di “Lavori sistemazione della diga in terra sul torrente Ficocchia in località Saetta, in Agro di Pescopagano”); (dx) vista dalla diga del pozzo di accesso alla camera di manovra

Nel caso in cui il livello del serbatoio raggiunga la quota di massimo invaso (952,74 m s.l.m.), le portate scaricate sono le seguenti:

- dallo scarico di superficie: 90,00 m<sup>3</sup>/s
- dallo scarico di fondo: 90,00 m<sup>3</sup>/s

L'accesso alla diga è consentito da una strada asfaltata che diparte dalla SS 7.

Nel 2018, per conto di E.I.P.L.I., l'Università della Basilicata ha redatta un'“Attività di studio ed analisi per l'aggiornamento degli studi idrologici ed idraulici, finalizzati alla rivalutazione della sicurezza idrologica e idraulica delle dighe di Conza, Saetta e Pertusillo”. In questo studio, che ha avuto come norma di riferimento il D.M. del 26/06/2014, il

gruppo di lavoro ha verificato la sicurezza idraulica ed idrologica della diga, dimostrando che il periodo di ritorno dell'evento di piena con incipiente tracimazione è superiore ai 1000 anni.

#### 4.1 IDROLOGIA

In base a dati di bilancio idrico fornito da E.I.P.L.I., è stato possibile osservare le variazioni giornaliere del volume d'invaso per un arco temporale di 13 anni. I risultati sono presentati di seguito: prima vengono mostrati gli andamenti annuali del volume d'invaso, in seguito le curve di durate annuali ed infine la curva di durata totale.

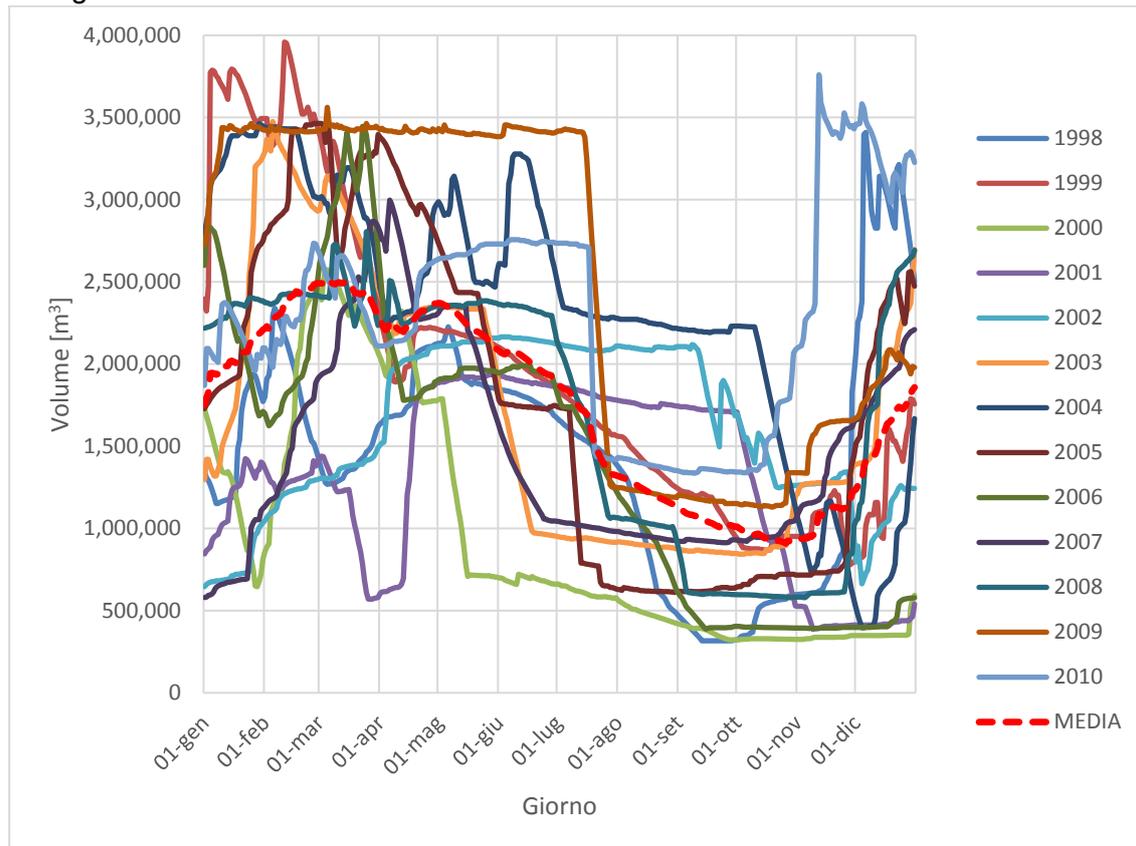


Figura 6 – Variazione annuale del volume d'invaso

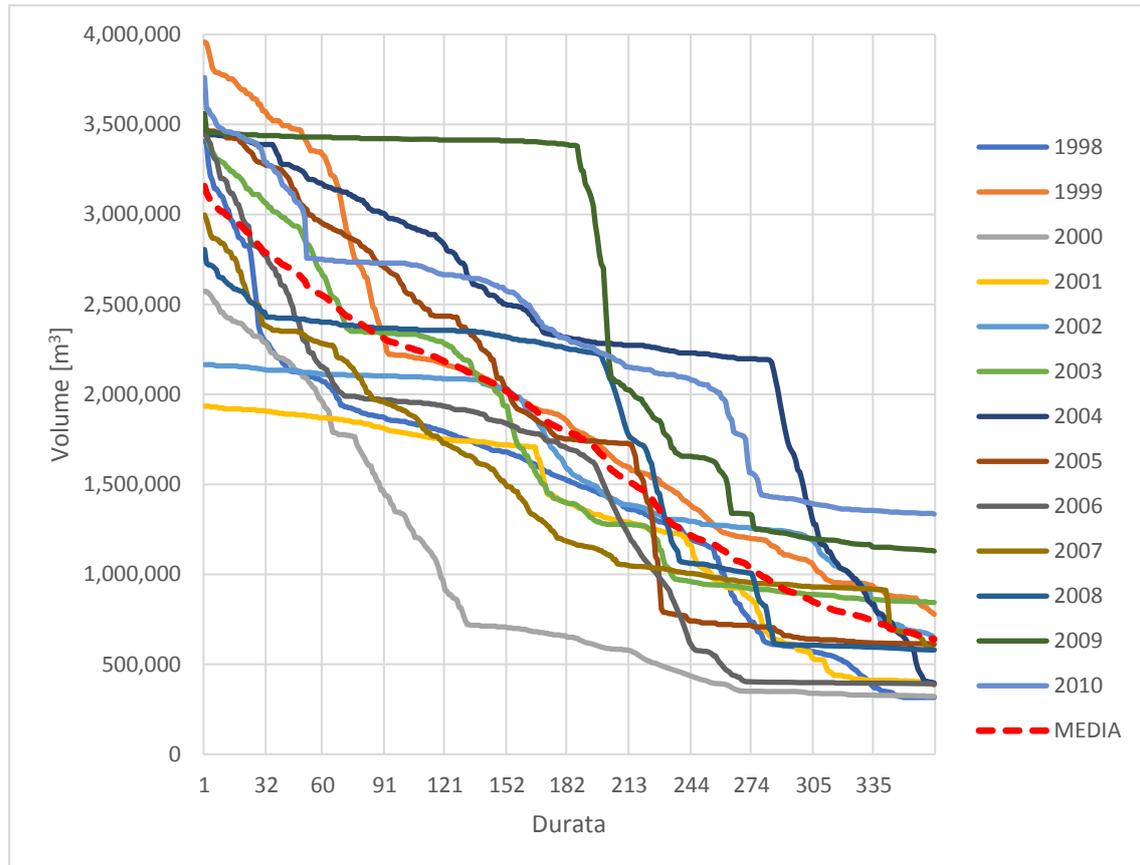
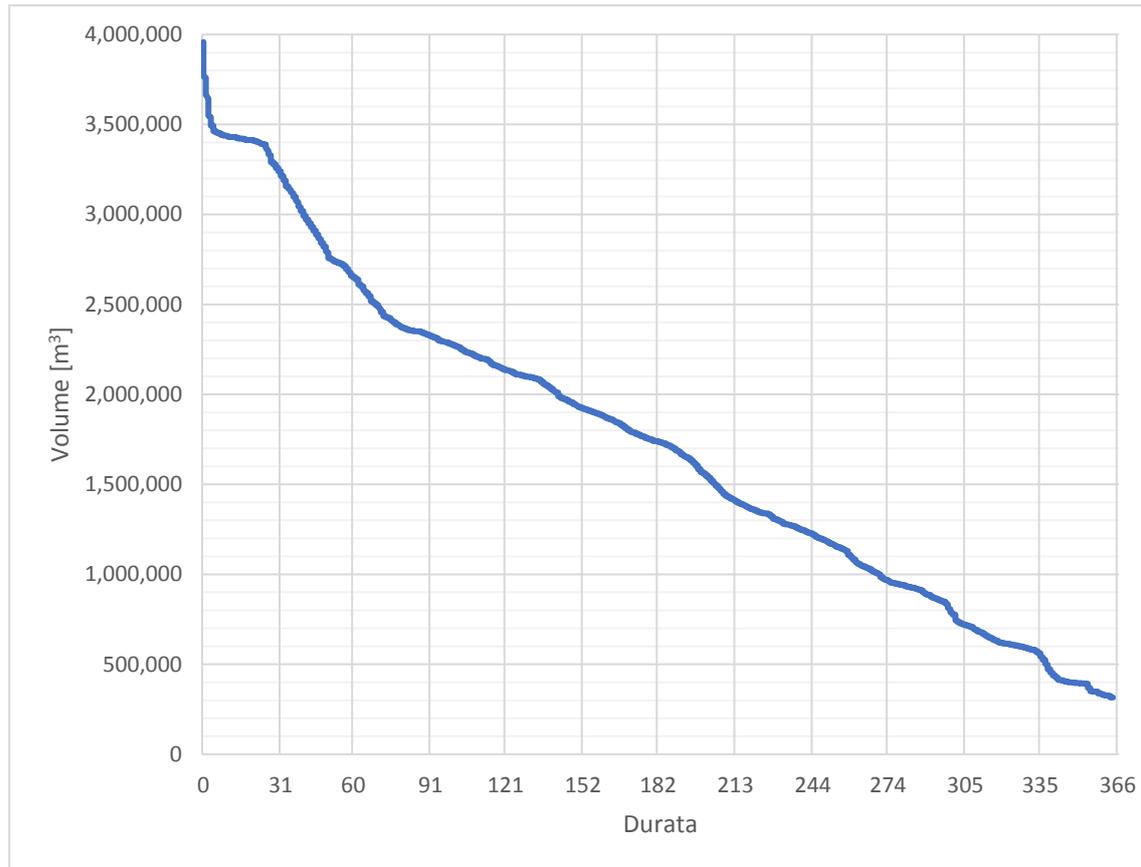


Figura 7 – Curve di durata annuali del volume d'invaso

Dalla Figura 6 – Variazione annuale del volume d'invaso si può percepire come il volume d'invaso sia molto variabile, sia a scala mensile che annuale; questa variabilità si ripercuote in maniera molto chiara anche nella Figura 7, in cui le curve di durata sono molto disperse rispetto alla media. Si può riconoscere un *pattern*, assai prevedibile, per il quale il volume d'invaso tende a diminuire, per effetto dell'utilizzo irriguo, durante la fine dell'estate e d'autunno.



*Figura 8 - Curva di durata del volume d'invaso di Saetta*

La curva di durata della Figura 8 riassume tutti i dati giornalieri dell'arco temporale 1998-2010. L'andamento della curva è pressoché lineare dopo il 30° giorno, con un valore minimo di 316.000 m<sup>3</sup>.

## 4.2 INTERRIMENTO

Come ogni invaso, anche il lago di Saetta è soggetto al fenomeno dell'interrimento, ossia alla riduzione della capacità utile causato dall'accumulo di sedimenti.

Gli ultimi dati disponibili relativi allo stato d'interrimento dell'invaso risale alla relazione "L'interrimento degli invasi ad uso irriguo nelle regioni meridionali: rilievi diretti, metodologie e modellistica", redatta da Paolo Bazzoffi e Silvia Vanino (INEA, Istituto Nazionale di Economia Agraria) nel 2010, basato su rilievi operati nel 2007.

Si riporta un estratto della relazione, in cui vengono riassunti i dati relativi all'interrimento di diversi invasi.

**Tabella 3. Valori di interrimento e di perdita annua di capacità di invaso (perdita potenziale percentuale annua e perdita potenziale percentuale complessiva dall'entrata in esercizio) dei 21 invasi rilevati nel progetto REL.\***

Nome Invaso	Regione	Comune	Prov.	Volume m <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup>	Bacino km <sup>2</sup>	Anno entrata in esercizio	Volume Sedimento m <sup>3</sup>	Perdita media annua capacità %	Perdita totale %
Angitola	Calabria	Maierato	VV	21	154	1965	2214600,7	0,25	10,55
Basso Cixerri	Sardegna	Uta	CA	25,41	94	1992	1085700,0	0,27	4,27
Bidighinzu	Sardegna	Bessude	SS	12,55	52	1959	2498226,2	0,41	19,91
Carmine	Campania	Cannalonga	SA	3,029	13,7 12 all.	1982	205400,0	0,26	6,78
Cedрино	Sardegna	Dorgali	NU	48,66	631,23	1989	4372933,5	0,47	8,99
Disueri	Sicilia	Gela	CL	14	239	1948	67000,0	0,01	45,00
Fabbrica	Campania	Ceraso	SA	1,15	2,121	1983	121220,9	0,42	10,54
Farneto del Principe	Calabria	Roggiano Gravina	CS	27	165 82 all.	1991	3311235,6	0,72	12,26
Macchioni	Campania	Castel Baronia	AV	0,52	2,31	2000	37858,7	0,91	7,28
Occhito	Puglia e Mol.	Macchia Valfortore	FG	290,83	1012	1966	14768681,0	0,12	5,08
Paceco	Sicilia	Trapani	TP	6,7	40+ 37all.	1977	1535917,4	0,74	22,92
Pertusillo	Basilicata	Montemurro	PZ	152,2	530	1963	7419879,7	0,11	4,88
Piano della Rocca	Campania	Prignano Cilento	SA	28,5	102	1994	1929178,2	0,48	6,77
S. Giovanni	Abruzzo	Ocre	AQ	0,41	0,34	1960	23180,6	0,12	5,65
S. Giovanni	Sicilia	Naro	AG	17	79,5	1983	2190614,7	0,52	12,89
Saetta	Basilicata	Pescopagano	PZ	4,5	10	1992	97185,8	0,13	2,16
San Giuliano	Basilicata	Matera	MT	94,7	1631	1966	23173848,0	0,58	24,47
Santa Rosalia	Sicilia	Ragusa	RG	20	97,6	1983	2296226,1	0,46	11,48
Simbirizzi	Sardegna	Cagliari	CA	27,9	7,8+ 17,8 all.	1985	840000,0	0,13	3,01
Sos Canale	Sardegna	Seui-Ulassai	NU	5,06	17	1960	293410,0	0,12	5,80
Tavo	Abruzzo	Penne	PE	9,2	213	1970	984000,0	0,28	10,70

Figura 9 – Estratto della relazione "L'interrimento degli invasi ad uso irriguo nelle regioni meridionali: rilievi diretti, metodologie e modellistica"; i rosso sono segnalati i dati relativi all'invaso di Saetta

Si riporta inoltre l'evoluzione della curva quote-volumi riportata nel documento "Invaso Saetta – Rilievi Batimetrici e Sedimentometrici 1 settembre 2007" realizzata dal CRA (Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura).

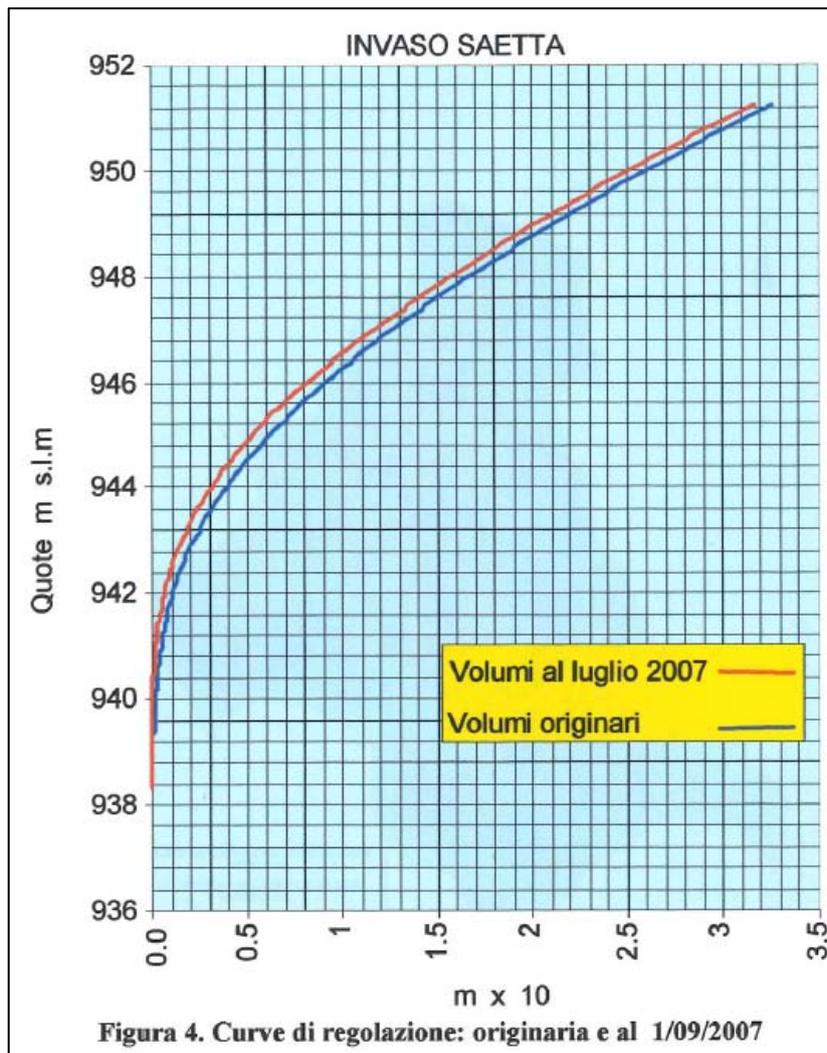


Figura 10 - Evoluzione della curva quote-volumi dell'invaso di Saetta

I dati possono essere esposti anche in questi termini: in 16 anni di attività (1992-2007), ogni anno all'interno dell'invaso si sono accumulati mediamente  $97.185,8 \text{ m}^3 / 16 \approx 6.074 \text{ m}^3$ .

Al fine della realizzazione dell'impianto di pompaggio, questo tasso d'interrimento è da ritenersi basso e certamente tale da non compromettere il funzionamento in sicurezza dell'impianto. Potrebbe essere necessario, nel lunghissimo termine, eseguire interventi di asportazione dei sedimenti al fine del ripristino del volume utile originario dell'invaso.

Si riportano di seguito altre informazioni contenute nel documento "Invaso Saetta – Rilievi Batimetrici e Sedimentometrici 1 settembre 2007".

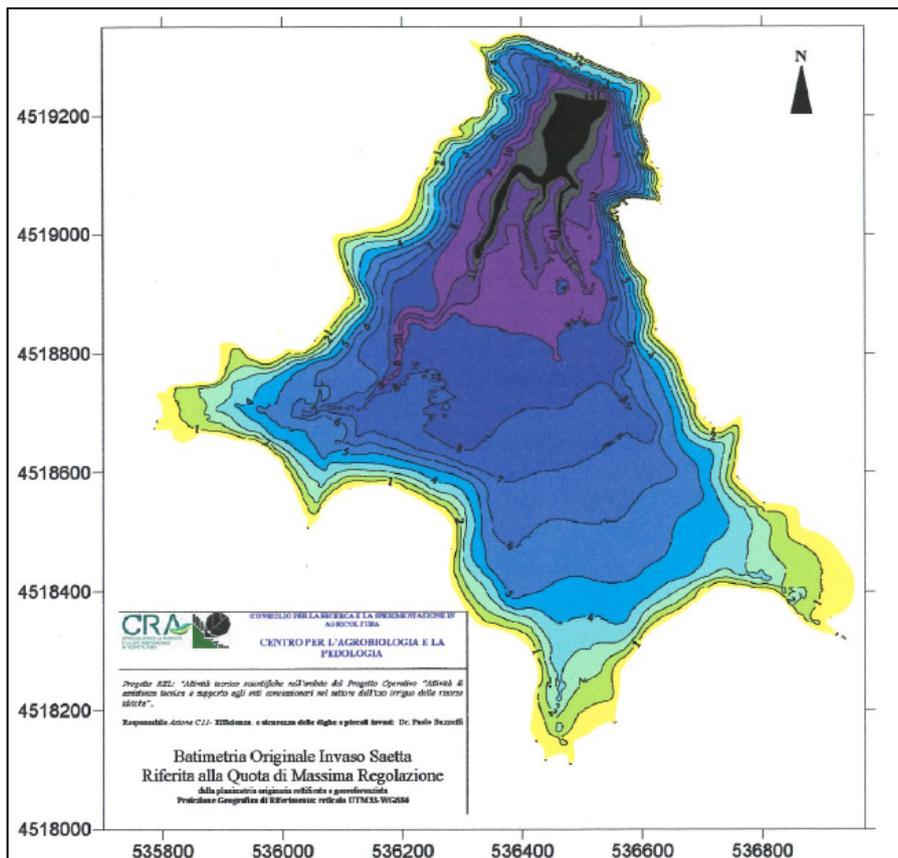


Figura 11 – Batimetria originaria riferita alla quota di massima regolazione

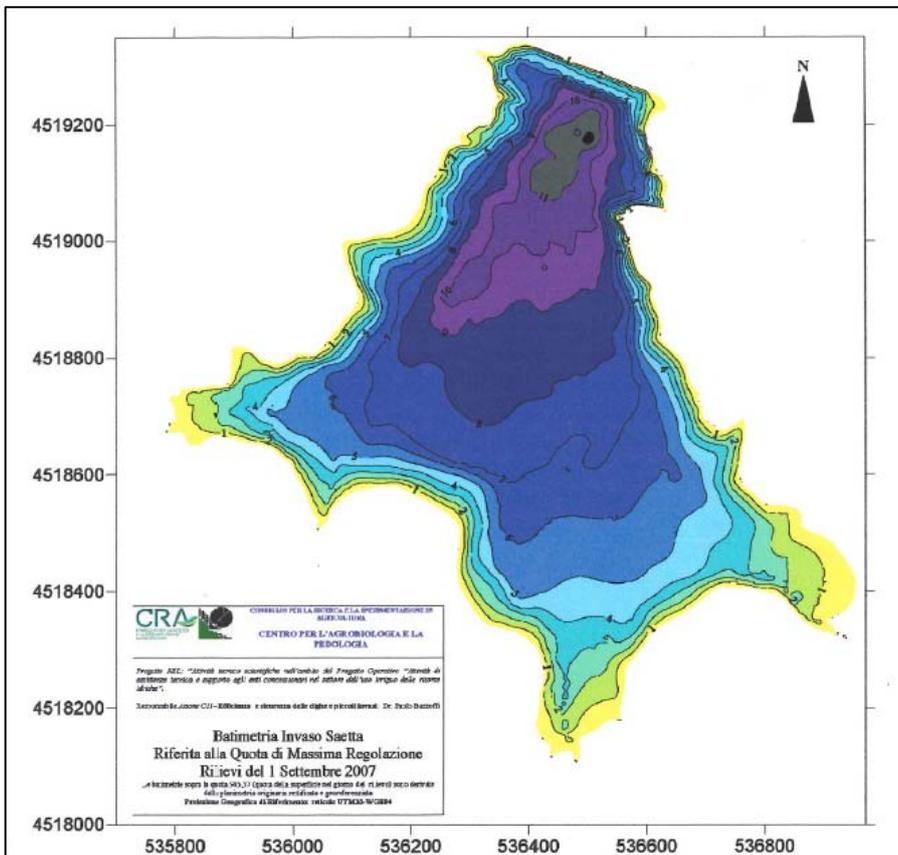


Figura 12 – Batimetria risalente al 01/09/2007 riferita alla quota di massima regolazione

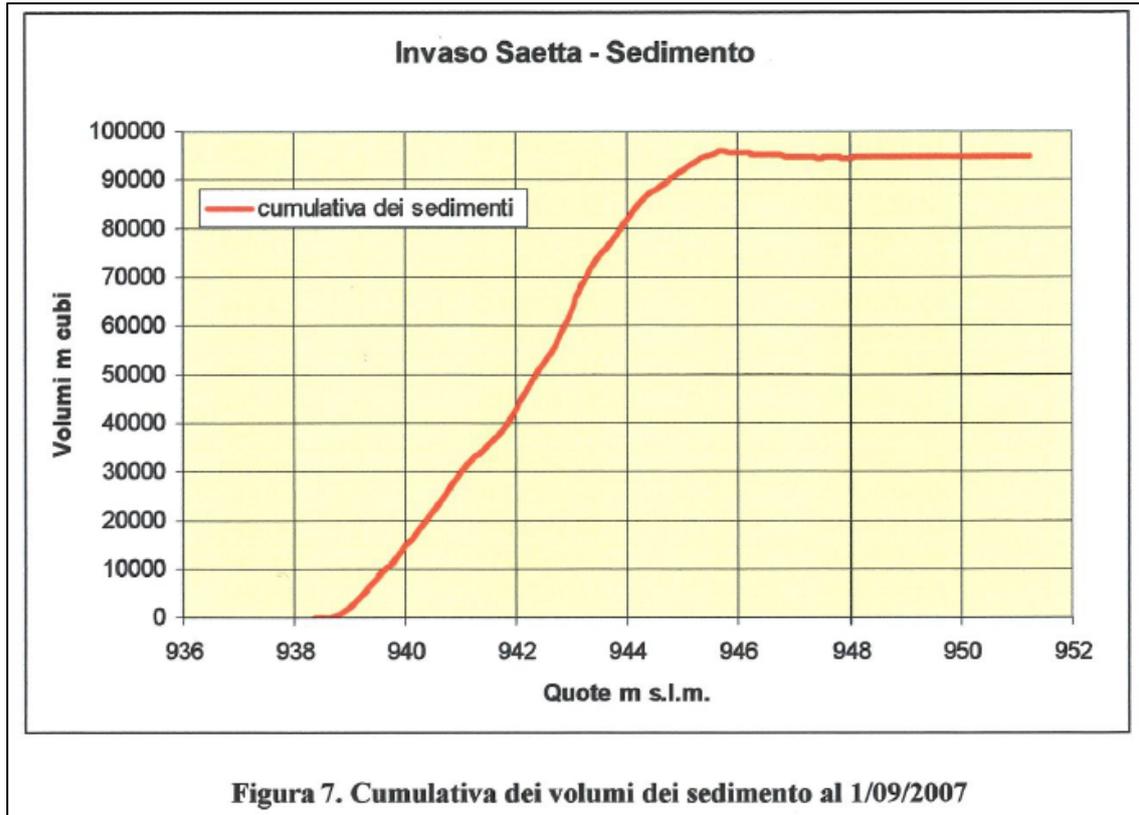


Figura 13 - Evoluzione della curva quote-volumi dell'invaso di Saetta

## 5 OPERE IN PROGETTO

### 5.1 OPERA DI PRESA DI MONTE

All'interno dell'invaso esistente di Saetta verrà realizzata un'opera di presa orizzontale, costituita da un canale in calcestruzzo armato lungo circa 65 m, da cui parte una galleria di calcestruzzo armato che conduce al pozzo paratoie. Tale opera di presa si trova sulla sponda sinistra dell'invaso di Saetta, a 200 m circa dalla diga.

È previsto un abbassamento locale del terreno esistente fino alla quota di 935,80 m s.l.m., in cui realizzare una platea di calcestruzzo armato spessa 50 cm e circondata da paratie di diaframmi di calcestruzzo armato spessi 1 m. Sull'imbocco, avente sezione rettangolare larga 12 m ed alta 5 m, è applicata una griglia metallica utile ad evitare l'ingresso nelle vie d'acqua di materiale solido che potrebbe danneggiare le macchine idrauliche. Tali dimensioni permettono, nel caso in cui transiti la portata di progetto di 52,7 m<sup>3</sup>/s, di avere velocità inferiori a 1 m/s all'imbocco della galleria (valore che permette di evitare sensibili perdite di carico, trasporto e accumulo di detriti e la possibilità che insorgano vibrazioni che potrebbero danneggiare le griglie). A valle dell'imbocco è previsto un raccordo di 40 m con la galleria avente sezione circolare e diametro DN 4.400 mm.

L'abbassamento locale consente l'utilizzo dell'impianto in fase di generazione quando il livello dell'acqua all'interno dell'invaso di Saetta è pari o superiore a 946 m s.l.m..





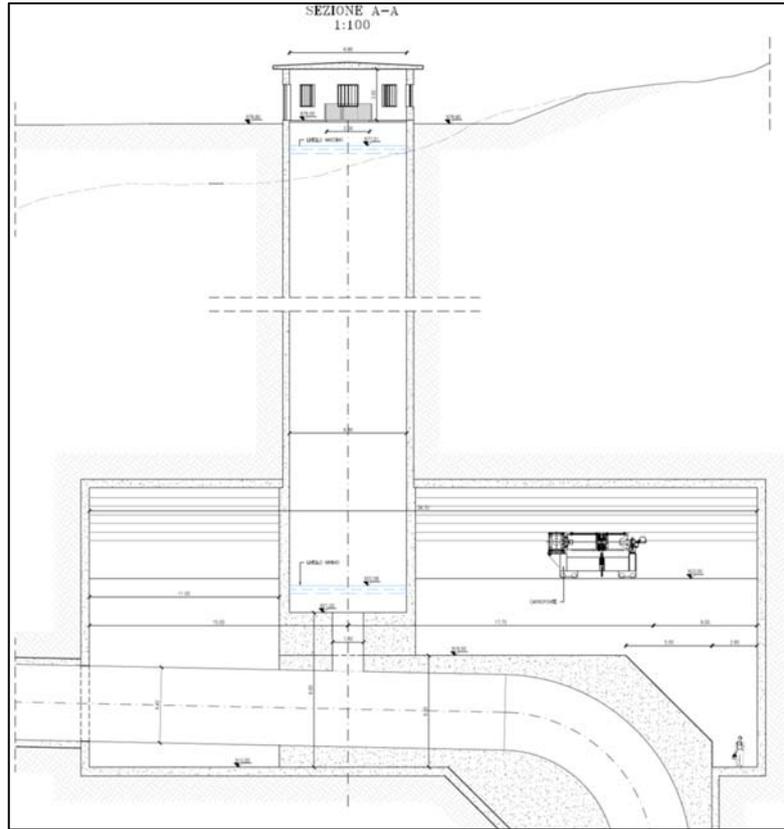


Figura 16 – Sezione del pozzo piezometrico e della caverna alla sua base

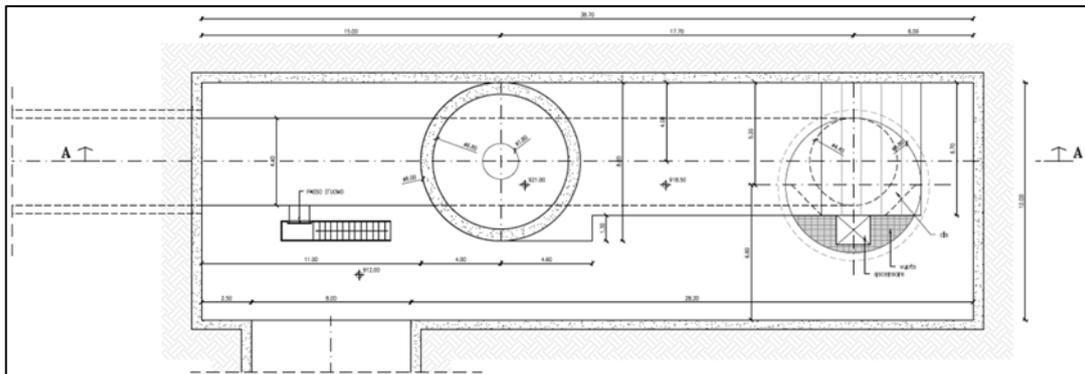


Figura 17 – Pianta del pozzo piezometrico e della caverna alla sua base

#### 5.4 CAMERA ALLA BASE DEL POZZO PIEZOMETRICO

Alla base del pozzo piezometrico si prevede la realizzazione di una camera con soffitto a volta avente una pianta di circa 12 · 40 m ed un'altezza di massima di circa 16,5 m.

Questa camera contiene il raccordo tra la condotta forzata (metallica all'interno di questa camera) ed il pozzo piezometrico, un passo d'uomo per consentire l'ispezione della galleria di calcestruzzo armato a monte (fino al pozzo paratoie) e del tratto verticale realizzato con virole metalliche intasate con calcestruzzo (citato al § 5.6), ed un ascensore per consentire l'accesso degli operatori al vertice inferiore del tratto verticale citato (in cui è presente un passo d'uomo, tramite cui ispezionare 2.500 m circa di condotta forzata in direzione della centrale, fino alla biforcazione). L'ascensore è collocato a fianco del

tratto verticale della condotta forzata: entrambe le opere sono collocate all'interno di un unico pozzo avente diametro interno di 6,80 m.

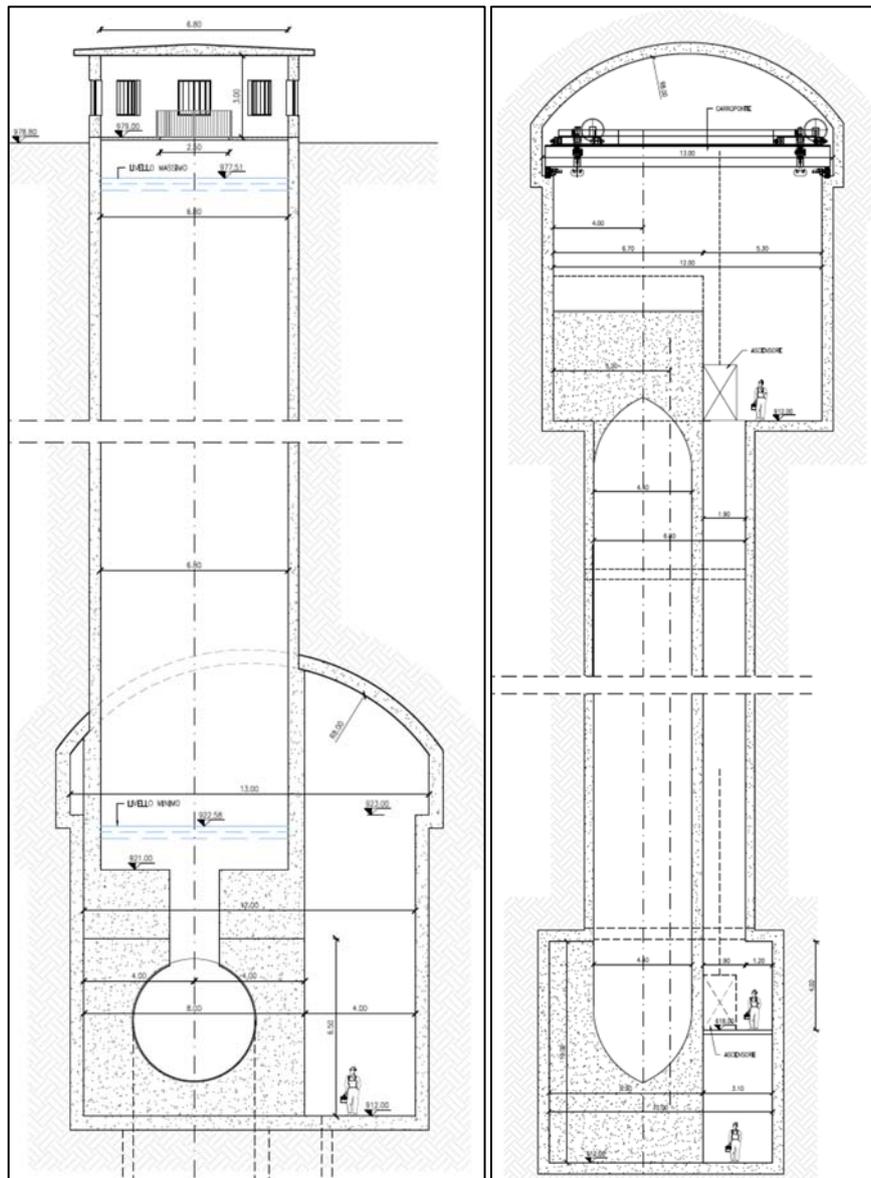


Figura 18 – Sezione della caverna alla base del pozzo piezometrico in corrispondenza del pozzo piezometrico (sx) e del tratto verticale della condotta forzata

### 5.5 GALLERIA DI ACCESSO ALLA CAMERA POZZO PIEZOMETRICO

L'accesso alla camera posta alla base del pozzo piezometrico sarà possibile tramite una galleria lunga circa 220 m avente pendenza di circa 10 %. Il portale d'ingresso sarà ubicato presso una piazzola realizzata in prossimità di una strada esistente, a Est rispetto alla camera sotterranea. La sagoma del portale ha un'altezza massima di 7 m ed una larghezza di 8 m. Ai lati e sulla volta della galleria sarà previsto l'alloggiamento di più condotte e cavidotti, adibiti a vari scopi (illuminazione, cavi per alimentazione elettrica, etc.).

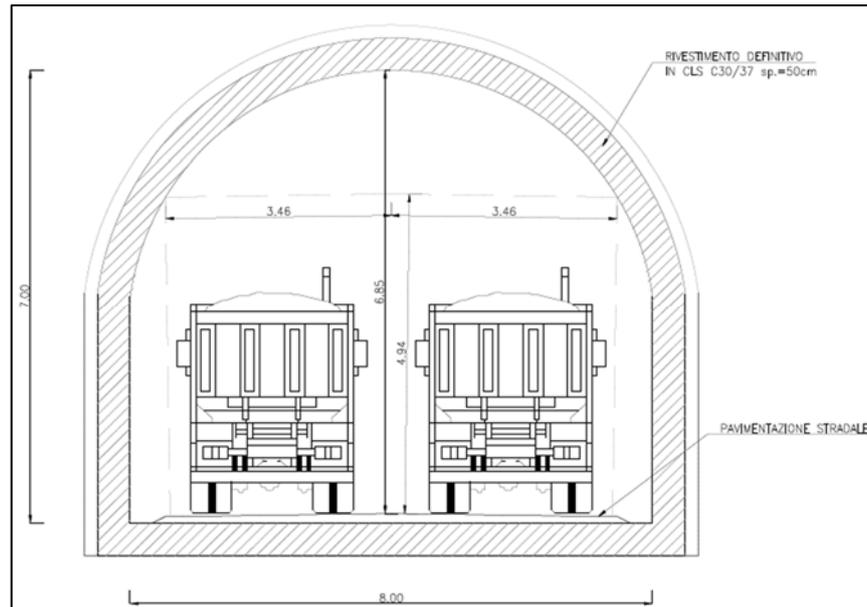


Figura 19 – Sezione tipo della galleria d'accesso alla camera alla base del pozzo piezometrico

## 5.6 VIE D'ACQUA

Dall'opera di presa presso il bacino di Saetta, passando per il pozzo paratoie, il pozzo piezometrico, la centrale fino al bacino di valle, è prevista la realizzazione di una via d'acqua sotterranea avente sezione circolare e diametro interno di 4,4 m (ad eccezione delle biforcazioni presenti in prossimità della centrale, in cui sono previsti diametri inferiori). Tale condotta ha una lunghezza di circa 4.500 m, e può essere distinta essenzialmente nei tratti seguenti:

- A. un tratto orizzontale lungo circa 55 m, realizzato tramite una galleria rivestita di calcestruzzo armato, che unisce l'opera di presa al pozzo paratoie
- B. un tratto suborizzontale, lungo circa 1.100 m e con pendenza del 2% circa, realizzato tramite una galleria rivestita di calcestruzzo armato, che collega il pozzo paratoie alla caverna presente alla base del pozzo piezometrico
- C. un tratto suborizzontale di raccordo lungo circa 40 m, realizzato con virole metalliche aventi spessore di 31 mm all'interno della caverna posta alla base del pozzo piezometrico
- D. un tratto verticale lungo circa 290 m, realizzato tramite virole metalliche aventi spessore di 31 mm intasate con calcestruzzo
- E. un tratto obliquo lungo circa 2.450 m e con pendenza pari all'8%, realizzato tramite virole metalliche intasate con calcestruzzo, che dal vertice inferiore del tratto verticale citato al punto precedente procede in direzione della centrale, fino alla prima biforcazione; lo spessore delle virole aumenta progressivamente procedendo da monte verso valle, da 36 a 48 mm (in particolare, si prevede una suddivisione in quattro tratti a spessore costante, da 36, 40, 44 e 48 mm);
- F. un tratto lungo circa 140 m in cui la condotta principale subisce due serie di biforcazioni (necessarie per la connessione con le 4 macchine idrauliche previste in centrale: 2 turbine e 2 pompe), e due serie di raccordi; in particolare, da monte

verso valle la condotta si biforca in due condotte metalliche poggiate su selle aventi diametro DN 3.000 mm e spessore di 33 mm, che a loro volta si biforcano in condotte metalliche poggiate su selle aventi diametro DN 1.600 e spessore 20 mm; a valle delle macchine idrauliche si prevedono gallerie rivestite di calcestruzzo armato aventi diametro DN 3.000 mm, che dopo due serie di raccordi si ricongiungono in un'unica galleria

- G. un tratto lungo circa 390 m ed avente pendenza del 10%, realizzato tramite una galleria rivestita di calcestruzzo armato, che dal termine dei raccordi citati al punto precedente raggiunge il bacino di valle.

Si prevede l'impiego di acciaio EN10025-4 S460ML, e la presenza di anelli di irrigidimento. La condotta forzata è stata dimensionata affinché le virole metalliche siano autoresistenti, capaci di resistere alle sovrappressioni previste in fase di esercizio senza necessitare della collaborazione del calcestruzzo circostante nei tratti in cui è essa è inghisata.

Per quanto riguarda le modalità esecutive degli scavi, si prevede:

- A. scavo con metodo tradizionale dall'opera di presa in direzione del pozzo paratoie
- B. scavo con metodo tradizionale dalla camera alla base del pozzo piezometrico verso il pozzo paratoie
- C. scavo con metodo tradizionale eseguito contestualmente con lo scavo della camera alla base del pozzo piezometrico (§ 5.4)
- D. scavo tramite *raise boring* dal basso verso l'alto
- E. scavo tramite TBM (*Tunnel Boring Machine*) dalla centrale verso monte (in seguito allo scavo del tratto G)
- F. scavo con metodo tradizionale eseguito partendo dalla centrale
- G. scavo tramite TBM dal bacino di valle verso la centrale

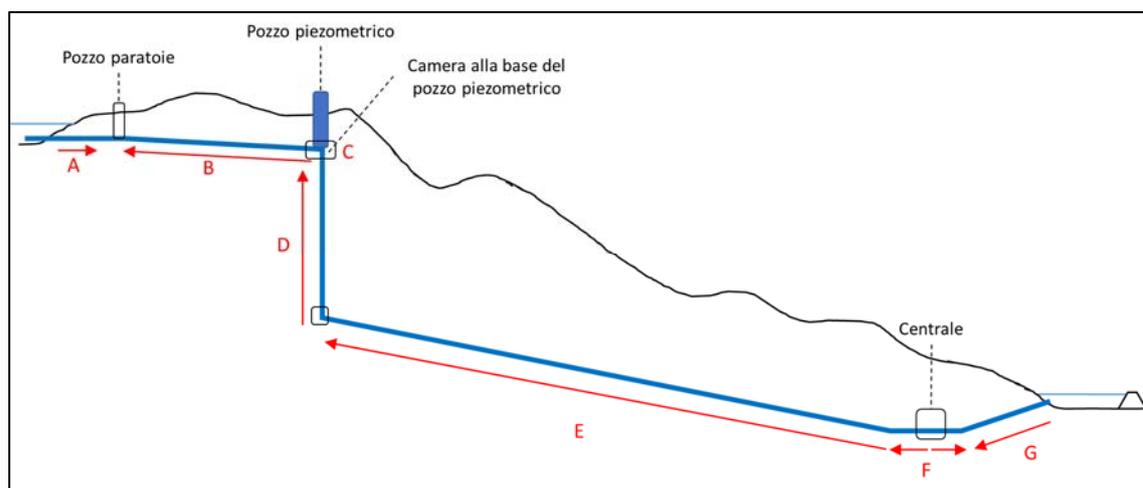


Figura 20 – Schema fuori scala del profilo longitudinale delle vie d'acqua, con indicazioni relative alle direzioni di scavo

## 5.7 CENTRALE IN CAVERNA

Per poter garantire la sufficiente sommergenza alle pompe, e dunque il funzionamento in piena sicurezza dell'impianto di pompaggio, è stata prevista la realizzazione di una centrale in caverna in cui alloggiare le macchine idrauliche (i cui assi sono a quota 423 m s.l.m.).

Il piano principale di lavoro è a quota 422,40 m s.l.m., ad una profondità di circa 140 m dal piano campagna; il corpo della caverna ha un'altezza di circa 30 m (con soffitto a volta) ed ha una pianta di 107 · 20 m. L'accesso a questa centrale è consentito tramite la galleria descritta al § 5.8.

All'interno della centrale sono alloggiati due gruppi ternari ad asse orizzontale (con turbina di tipo Francis). Un gruppo ternario è sostanzialmente costituito dalla disposizione su un unico asse orizzontale di tre componenti: una turbina, una macchina elettrica che funge sia da generatore che motore, ed una pompa. È prevista l'installazione di un sistema di organi tale per cui sia possibile il funzionamento in corto-circuito idraulico, che consente la regolazione della potenza assorbita dalla rete su tutto l'intervallo di funzionamento in pompaggio dell'impianto e consente altresì minimi intervalli di tempo necessario per la transizione tra la fase di generazione e quella di pompaggio. In particolare, sono previsti sistemi di intercettazione di monte e di valle delle macchine idrauliche, in modo da consentirne la manutenzione senza la necessità di svuotare il bacino di monte e le vie d'acqua. Tale funzione di intercettazione sarà svolta da 4 valvole rotative, a monte delle macchine, e 4 paratoie piane, a valle delle macchine tutte azionate oleodinamicamente.

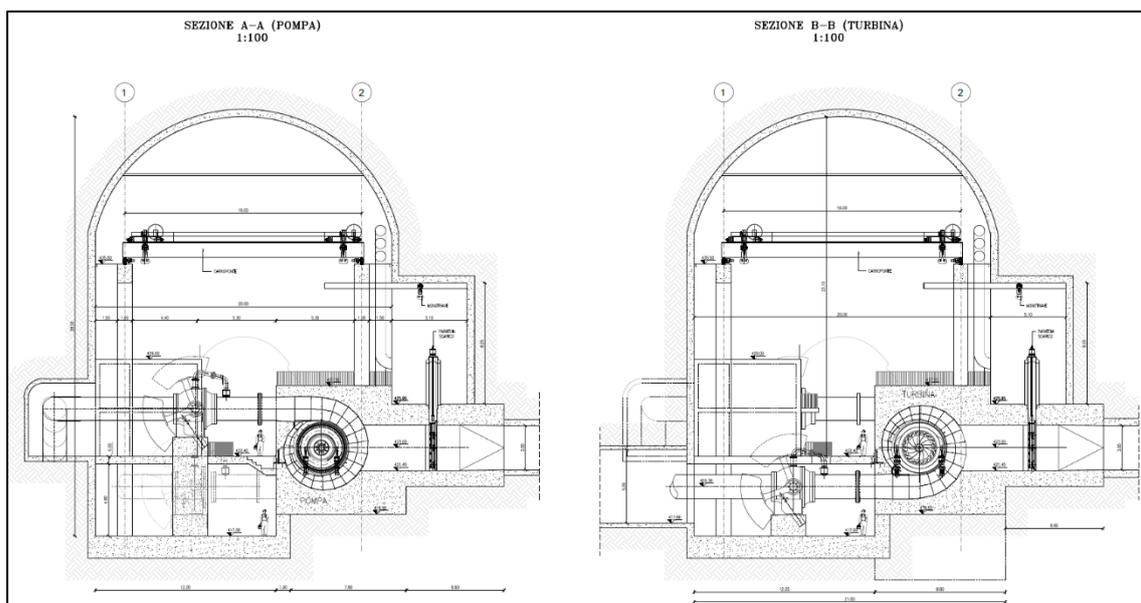


Figura 21 – Sezione della centrale in asse pompa (sx) e turbina (dx)

Al fine di evitare massivi interventi di adeguamento stradale e di sovradimensionamento delle gallerie di accesso tali da consentire il trasporto degli elementi già montati, e per permettere la realizzazione delle manutenzioni future dei macchinari, si prevede di

realizzare all'ingresso della centrale un'area di lavoro sufficientemente ampia da consentire l'assemblaggio in sito di tali elementi (oltre che costituire lo spazio di manovra per i mezzi); quest'area ha un'estensione di circa 17 · 20 m.

Grandezza	Valore	Unità di misura
Quota asse macchine	423	m s.l.m.
Velocità nominale	600	giri/minuto
cos $\phi$	0,9	-
Tensione	13,8	kV
Frequenza	50	Hz
Portata massima in fase di generazione	26,35	m <sup>3</sup> /s
Portata massima in fase di pompaggio	26,35	m <sup>3</sup> /s
Potenza massima in fase di generazione	106	MW
Potenza massima in fase di pompaggio	132	MW
Potenza nominale del generatore-motore	135	MW

Tabella 3 - Caratteristiche principali di ciascun gruppo ternario

Si prevede l'installazione di due carriponte, aventi luci di 16 m e portata di 130 t, capaci di scorrere lungo tutto il corpo della centrale, in modo tale da consentire il montaggio delle macchine idrauliche ed elettriche e la movimentazione di macchinari in occasione di interventi di manutenzione.

È stata inoltre già studiata la disposizione della quadristica elettrica di controllo e di potenza, e l'impiantistica ausiliaria (impianti di raffreddamento, aerazione, condizionamento, aggettamento delle acque di drenaggio, etc.). In particolare, per quanto riguarda le acque di drenaggio afferenti la centrale e per lo svuotamento dei volumi d'acqua contenuti nelle vie al di sotto della quota dello scarico di fondo del bacino di valle (che non possono essere svuotate per gravità), è prevista l'installazione di un sistema che consente di pompare questi volumi d'acqua all'interno del canale deviatore del torrente Valone del Piano (§ 5.13), tramite una tubazione posata sul fondo del cunicolo sbarre (§ 5.9), avente diametro di 0,5 m e lunghezza di circa 400 m.

La centrale sarà organizzata in modo che il suo funzionamento possa essere controllato in piena sicurezza da remoto, senza dunque necessitare di un presidio continuo. Per l'approvvigionamento idrico, si prevede l'allacciamento alla rete acquedottistica comunale. Per le acque nere è previsto l'utilizzo di fosse settiche.

L'allacciamento della centrale alla rete elettrica è consentito da sbarre collocate all'interno di un cunicolo sotterraneo che collega la coppia di motori-generatori ai trasformatori elevatori situati in una sottostazione elettrica esterna, ubicata in prossimità dell'invaso di valle e descritta al § 5.10. All'interno del cunicolo sbarre è previsto anche l'alloggiamento di cavi di media e bassa tensione.

Dalla centrale in caverna è possibile accedere (tramite due gallerie che ospitano i tratti di condotta aventi diametro DN 3.000 mm), ad una camera che ospita la biforcazione della condotta forzata.

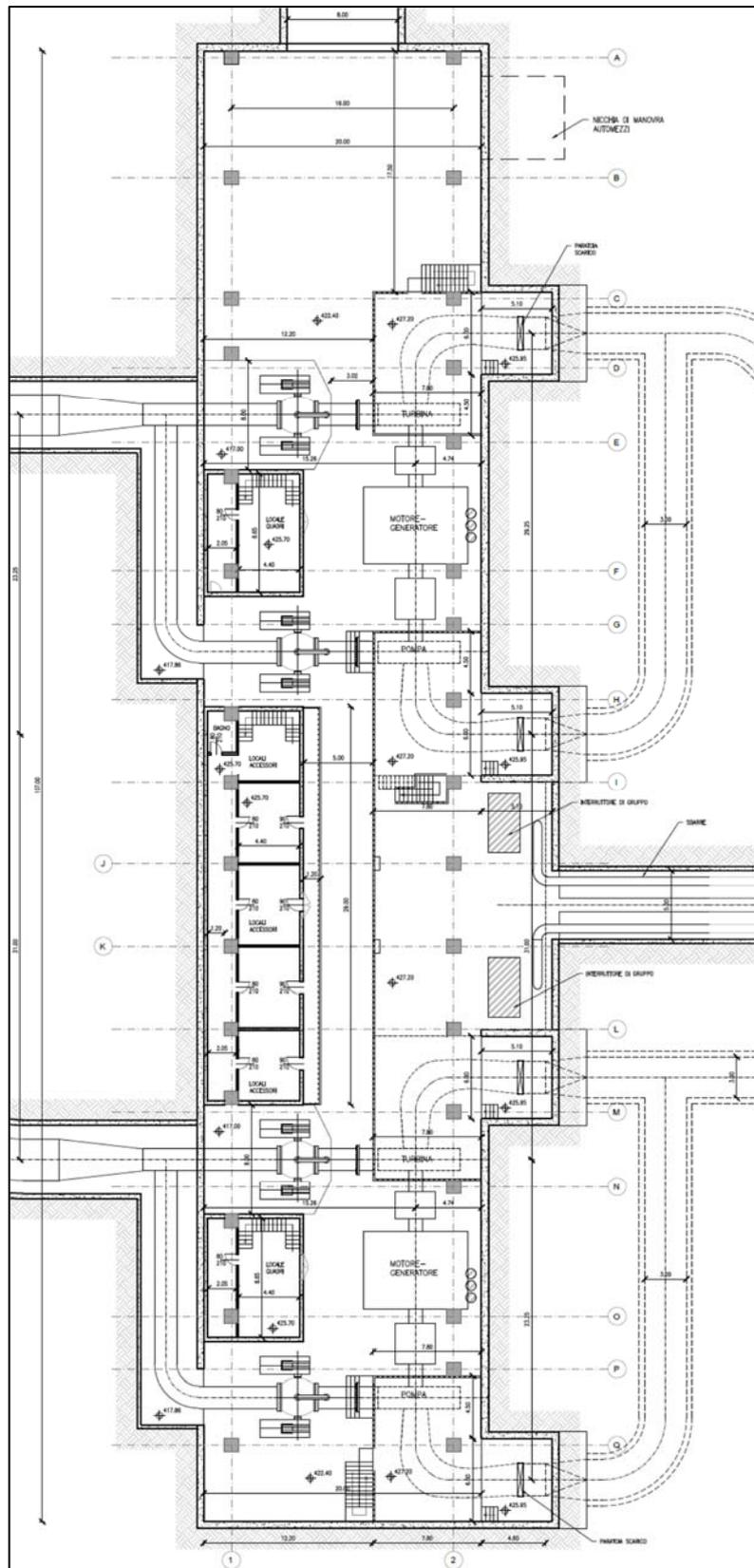


Figura 22 – Pianta della centrale

## 5.8 GALLERIE DI ACCESSO ALLA CENTRALE

L'accesso alla centrale in caverna sarà possibile tramite una galleria lunga circa 900 m avente pendenza di 7,5 %. Il portale d'ingresso sarà ubicato presso una piazzola realizzata in prossimità di una strada esistente, a Nord-Ovest rispetto alla centrale in caverna. La sagoma prevista ha un'altezza di circa 8 m ed una larghezza di 8 m. Sulla sommità della galleria verrà previsto l'alloggiamento di più condotte e cavidotti, adibiti a vari scopi (illuminazione, ventilazione, approvvigionamento idrico, etc.).

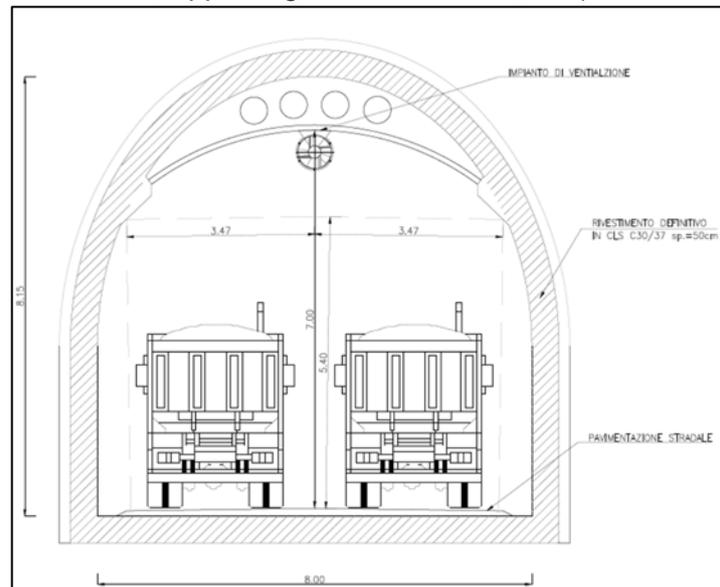


Figura 23 – Sezione tipo della galleria di accesso alla centrale

## 5.9 CUNICOLO SBARRE

L'allacciamento della centrale alla rete elettrica è consentito da sbarre IPB (Isolated Phase Bus Duct) collocate all'interno di un cunicolo sotterraneo, di lunghezza pari a circa 400 m, avente pendenza del 17 % circa, ed una sezione con soffitto a volta larga 5 m ed alta 5 m, che collega la coppia di motori-generatori ai trasformatori elevatori situati nella sottostazione elettrica prevista presso il bacino di valle (a Nord rispetto alla centrale in caverna).

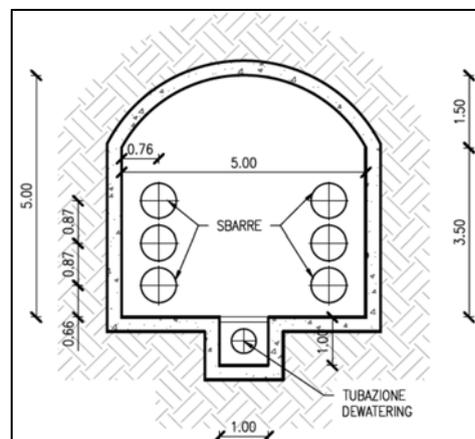


Figura 24 – Sezione tipo del cunicolo sbarre

## 5.10 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

La realizzazione della sottostazione è prevista in prossimità del coronamento dell'invaso di valle, sul lato Est del bacino. Sarà realizzato uno sbancamento tale per cui si abbia una superficie pianeggiante di dimensioni pari a circa 100 · 50 m, al cui interno saranno collocati due trasformatori elevatori e le ulteriori apparecchiature elettriche a corredo (interruttori, sezionatori, TA e TV, etc.).

Dalla sottostazione partirà una linea 380 kV che si collegherà all'esistente linea RTN "Matera – Santa Sofia" di Terna S.p.A..

## 5.11 BACINO DI VALLE

### 5.11.1 CARATTERISTICHE GENERALI

In corrispondenza della valle situata circa 4 km a Nord dell'invaso di Saetta, è prevista la realizzazione di un bacino artificiale.

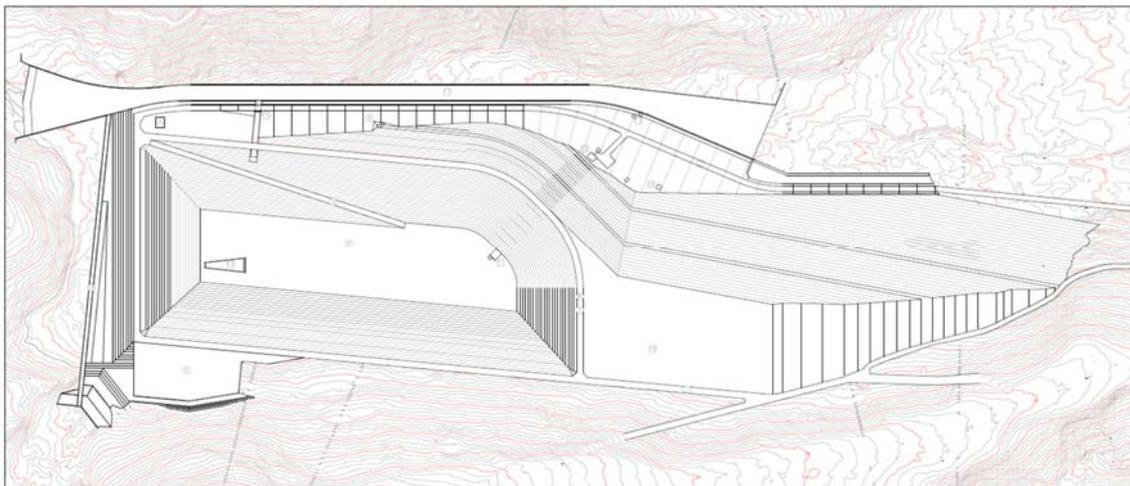


Figura 25 – Planimetria generale del bacino di valle (monte a sx e valle a dx)

L'invaso è di forma pseudo-rettangolare avente lati indicativamente pari a 400 e 200 m; le scarpate relative agli scavi ed ai paramenti interni ed esterni hanno pendenza di 1:2,5. Il bacino di valle è delimitato da sistemazioni di sponde vallive e da un rilevato arginale. Il coronamento è posto a quota 489 m s.l.m., ha uno sviluppo di circa 1.200 m, ed è largo 6 m; tale coronamento sarà accessibile tramite un raccordo con la viabilità esistente posta a Nord-Est del bacino.

La diga è costituita da un rilevato in materiali sciolti, in parte provenienti dagli scavi, da trattare per diminuire la percentuale di passante al 200 del vaglio ASTM, ed in parte provenienti da cave di calcare ubicate nelle vicinanze del bacino.

Le sponde vallive, ove costituenti parte del bacino, vengono regolarizzate rispettando le pendenze naturali dei declivi esistenti.

Il bacino è impermeabilizzato mediante un manto in conglomerato bituminoso, totalmente drenato. Il manto di tenuta è di caratteristiche differenti tra fondo, sponde naturali e rilevato arginale. Sul rilevato arginale il manto è costituito da un sandwich di due strati di tenuta ed uno strato intermedio drenante in conglomerato bituminoso poroso (misure 7,5 e 15 cm rispettivamente) poggianti su un tappeto drenante. Lo strato poroso è

alternato da fasce di strato intermedio impermeabile disposte lungo la linea di massima pendenza, che consentono di localizzare eventuali perdite ed intervenire in modo mirato per la manutenzione. Le perdite sono raccolte in un cunicolo perimetrale di ispezione e drenaggio posto al piede di monte della diga (in aree in cui l'altezza della diga è minore, si è sostituito il cunicolo con una tubazione afferente al cunicolo). Tale cunicolo ha due accessi: uno a Nord ed uno a Sud. In corrispondenza del fondo e delle sponde naturali il manto è previsto in uno strato di tenuta su binder (misure 7,5 e 15 cm rispettivamente) poggianti su un tappeto drenante.

A valle della diga è previsto un intervento di risagomatura della sponda della valle del torrente Ficocchia, ottenuto impiegando il materiale di risulta degli scavi. Riguardo a tale risagomatura, si rimanda alla relazione apposita denominata *Risagomatura della sponda a valle della diga*.

Grandezza	Valore	Unità di misura
Volume utile di regolazione	765.000	m <sup>3</sup>
Volume di invaso <sup>8</sup> (ai sensi del L. 584/1994)	786.000	m <sup>3</sup>
Volume totale d'invaso <sup>9</sup> (ai sensi del D.M. 24/03/82)	805.000	m <sup>3</sup>
Perimetro coronamento	1.160	m
Larghezza coronamento	6	m
Superficie liquida alla quota di min. regolazione	21.800	m <sup>2</sup>
Superficie liquida alla quota di max. regolazione	64.700	m <sup>2</sup>
Superficie liquida alla quota di massimo invaso	71.700	m <sup>2</sup>
Altezza massima diga (lato esterno)	30	m
Quota di fondo dell'invaso	467,00	m s.l.m.
Quota di minima regolazione	468,00	m s.l.m.
Quota di massima regolazione	486,50	m s.l.m.
Quota di massimo invaso	486,80	m s.l.m.
Escursione massima	18,5	m
Franco	2,20	m
Altezza muri paraonde	0,50	m

Tabella 4 – Caratteristiche principali del bacino di valle

<sup>8</sup> "Capacità del serbatoio compreso tra la quota più elevata delle soglie sfioranti degli scarichi, o della sommità delle eventuali paratoie, e la quota del punto più depresso del paramento di monte".

<sup>9</sup> "Capacità del serbatoio compresa tra la quota di massimo invaso e la quota minima di fondazione; per le traverse fluviali è il volume compreso tra il profilo di rigurgito più elevato indotto dalla traversa ed il profilo di magra del corso di acqua sbarrato".

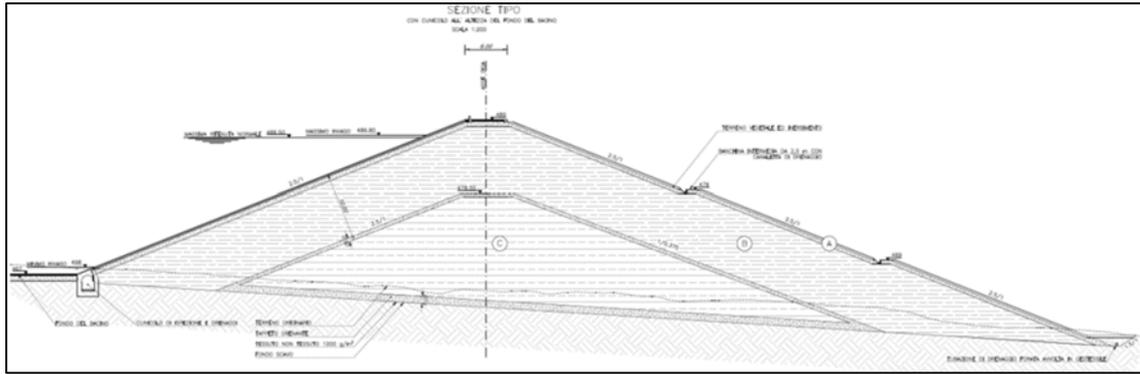


Figura 26 – Sezione tipo del rilevato

#### 5.11.2 OPERA DI PRESA DI VALLE

Sul lato Sud del bacino di valle è prevista la realizzazione dell'opera di presa di valle, tramite la realizzazione di un manufatto che segue la pendenza di arrivo della galleria rivestita di calcestruzzo armato proveniente dalla centrale (avente inclinazione pari al 10%). È previsto un raccordo di calcestruzzo armato per il passaggio dalla sezione quadrata dell'imbocco a quella circolare della galleria. Sull'imbocco è prevista l'installazione di una griglia metallica utile ad evitare l'ingresso nelle vie d'acqua di materiale solido che potrebbe danneggiare le macchine idrauliche.

#### 5.11.3 SFIORATORE DI SUPERFICIE

Sul lato Sud-Ovest del bacino di valle è prevista la presenza di uno sfioratore di superficie largo 4 m, che consente di convogliare nella canale deviatore del torrente Ficocchia le modeste portate associate ad eventi di precipitazione intensa.

#### 5.11.4 SCARICO DI FONDO

Il bacino è dotato di uno scarico di fondo capace di far defluire una portata media di 3 m<sup>3</sup>/s, utile per svuotare il 75% del volume d'invaso in meno di 3 giorni, come previsto da norma.

Esso è situato sul lato Nord del bacino di valle, e scarica i volumi d'acqua nell'alveo del torrente Ficocchia, a valle della canalizzazione descritta al § 5.12.

Il manufatto è parzialmente immerso nelle argille di fondazione della diga, ed è accessibile dalla viabilità prevista a valle della diga (lato Nord). La condotta di scarico è d'acciaio da 1.000 mm di diametro ed è lunga circa 300 m, posta al di sotto del cunicolo di accesso, completamente cementata ed immersa nelle argille consolidate della fondazione.

La presa nel serbatoio è dotata di una griglia metallica (*trash rack*) e da una panconatura seguita da una saracinesca, entrambe poste in una camera di manovra posta al di sotto del fondo del bacino, in modo che la condotta di scarico al di sotto della diga sia permanentemente vuota. Le manovre sono previste in locale ed in remoto con invio in remoto di segnali di monitoraggio ed allerta. Gli attuatori sono alimentati elettricamente da rete e da generatore di emergenza posto nella cabina di accesso del cunicolo a valle della diga.

#### 5.11.5 CASA DI GUARDIA E MONITORAGGIO

È prevista una casa di guardia con presenza di personale nelle 24 ore. I sistemi di monitoraggio della diga comprendono:

- sistema di collimazione sul coronamento della diga
- assestimetri sul coronamento e su due banchine a valle su due sezioni della diga
- misure delle perdite dal manto, per ogni tubo di drenaggio del cunicolo e per le tubazioni che provengono dalle sezioni non dotate di cunicolo Misure dei drenaggi dei tappeti drenanti della diga, delle sponde e del fondo del bacino
- stazione meteo con pluviometro
- registrazione dei livelli di invaso
- stato dell'apertura/chiusura dello scarico di fondo
- attivazione scarico di fondo e sistema di segnalazione nell'alveo a valle

I dati rilevati saranno disponibili localmente, e trasmessi in casa di guardia e in una centrale operativa di controllo in remoto, per l'esame da parte dell'ingegnere responsabile e per la elaborazione dei bollettini mensili e delle sintesi semestrali.

#### 5.11.6 STRADE DI SERVIZIO

Oltre alla strada di coronamento (larghezza coronamento 6 m, larghezza utile strada 4,5 m) sono previste una strada di accesso al fondo del bacino, sulla banchina di 5 metri, che corre sul manto bituminoso di tenuta, ed una strada di servizio che da quota coronamento discende in sponda sinistra al piede di valle della diga e che raggiunge gli accessi ai cunicoli di imbocco ed allo scarico di fondo. Questa strada è larga 5 metri ed è pavimentata, con pendenza inferiore al 7%.

### 5.12 DEVIAZIONE DEL TORRENTE FICOCCHIA

Il bacino di valle occuperà parzialmente l'alveo del torrente Ficocchia. La dimensione del bacino ha reso necessaria la realizzazione di un'opera di incanalamento del torrente all'interno di un canale artificiale di calcestruzzo, previsto sul lato Ovest del bacino di valle.

Questo canale, lungo circa 700 m ed avente una pendenza pari a circa 6 %, è costituito da un manufatto di calcestruzzo avente sezione rettangolare larga 14 m ed alta 7 m; all'estremità di monte è previsto un allargamento fino ad un valore di circa 70 m, ed a valle un allargamento fino ad un valore di circa 55 m.

Questa canalizzazione artificiale si rende necessaria al fine di poter smaltire in sicurezza la portata di piena derivante da un eventuale collasso della diga di Saetta, senza arrecare danno al piede della nuova diga.



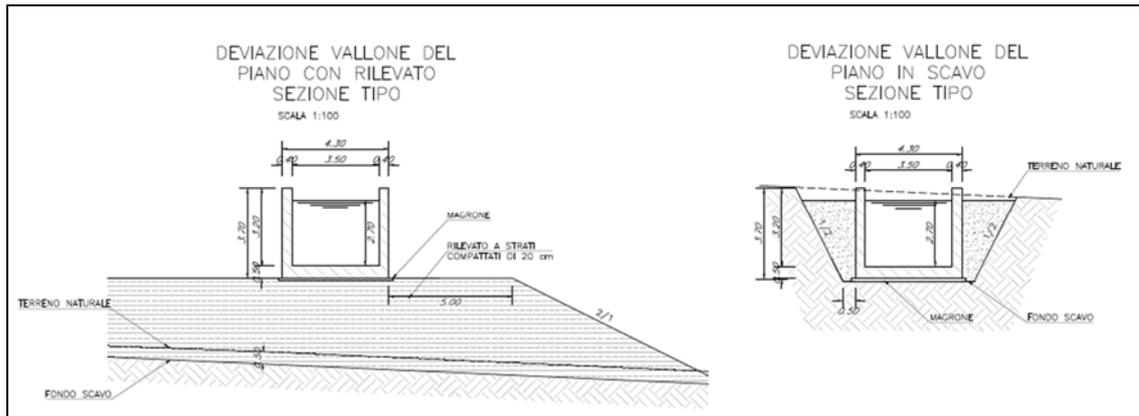


Figura 30 – Sezione tipo della canalizzazione del torrente Vallone del Piano

## 6 VIABILITÀ DA ADEGUARE

Al fine di raggiungere le varie aree di cantiere necessarie per la costruzione dell'impianto, si prevede di realizzare una viabilità che consenta sia il transito dei mezzi di cantiere che, una volta terminati i lavori, permetterà il raggiungimento delle diverse opere dell'impianto per gli interventi di ispezione e manutenzione.

Si è previsto il solo adeguamento di viabilità già esistente (strade e sentieri esistenti), per limitare gli impatti sul territorio. Si è inoltre cercato di compensare i volumi di sterro con quelli di riporto, come consuetudine nella progettazione di nuova viabilità.

Nelle tavole di progetto sono riportati 5 tratti di viabilità di cui si prevede l'adeguamento:

- Viabilità 1 (~2,6 km): collegamento tra la strada statale 401 ed il coronamento del bacino di valle
- Viabilità 2 (~0,7 km): collegamento tra la Viabilità 1 ed il lato Nord della base del bacino di valle
- Viabilità 3 (~1,1 km): collegamento tra la strada statale 401 e l'imbocco della galleria di accesso alla centrale
- Viabilità 4 (~1,9 km): collegamento tra l'area del cantiere della fabbrica virole e l'imbocco della galleria d'accesso alla camera alla base del pozzo piezometrico
- Viabilità 5 (~0,2 km): collegamento tra la strada che congiunge la strada statale 7 e la diga di Saetta e la sommità del pozzo paratoie

Si prevede di realizzare tratti stradali di tipo F (strada urbana). Di seguito sono riportate le sezioni tipo che si intendono adottare in caso di sterro e riporto.

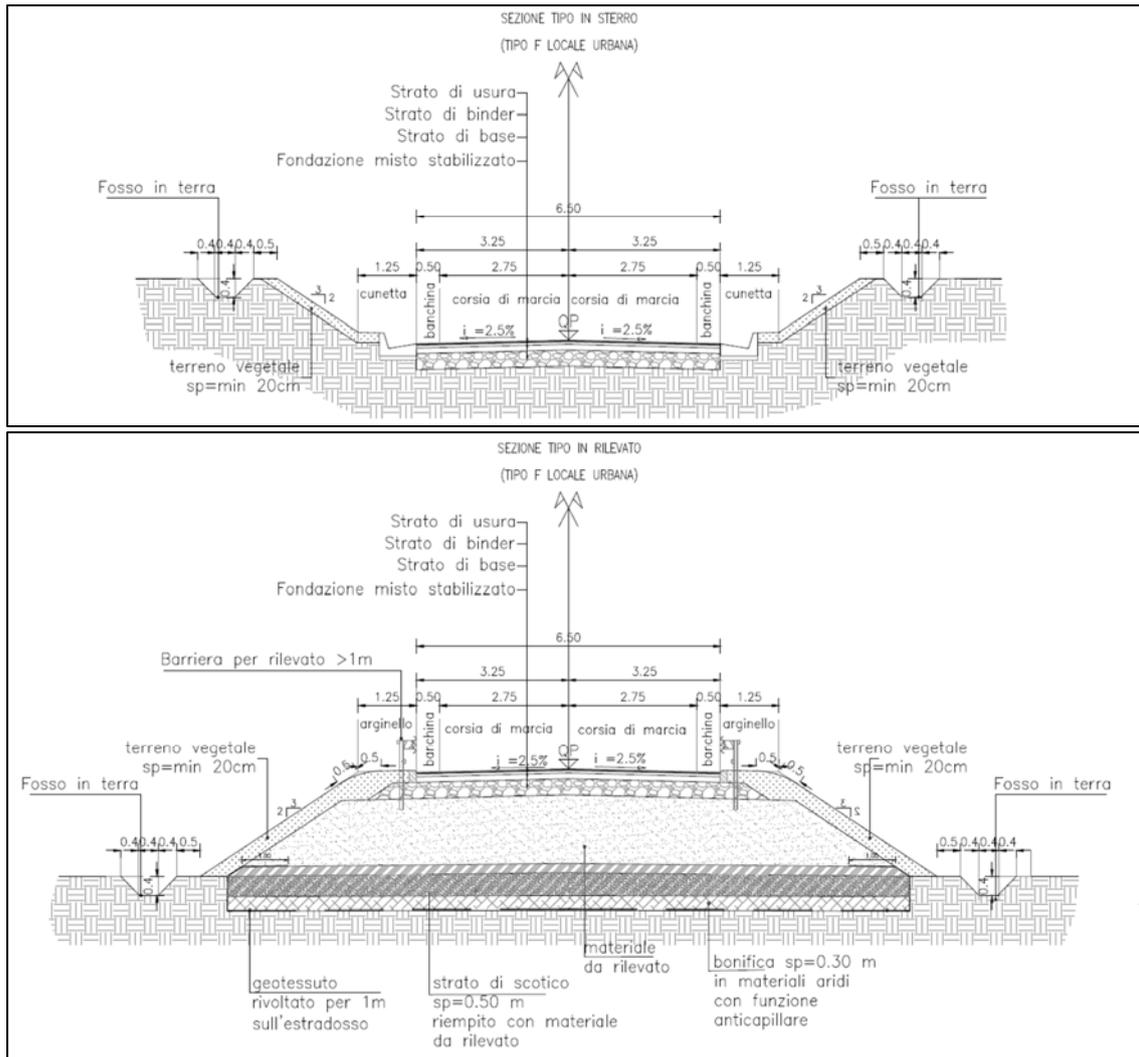


Figura 31 - Sezioni tipo viabilità da adeguare

Al fine di evitare eccessivi allargamenti della sistemazione della viabilità, in questa fase si prevede la realizzazione dei seguenti interventi localizzati:

- realizzazione di un muro di sottoscampa di circa 150 m lungo la Viabilità 1
- realizzazione di un muro di sottoscampa di circa 50 m lungo la Viabilità 4
- realizzazione di un muro di controripa di circa 100 m lungo la Viabilità 5.

Nelle fasi successive e di ulteriore maggior dettaglio della progettazione, in seguito anche a campagna di rilievo topografico mirata, sarà possibile perfezionare il tracciato della viabilità e gli interventi di messa in sicurezza localizzati.

## 7 CRONOPROGRAMMA

Per quanto riguarda il cronoprogramma, si rimanda all'allegato in cui sono indicate le tempistiche previste per le fasi di realizzazione che complessivamente dureranno circa 70 mesi dall'inizio dei lavori fino alla messa in servizio, più ulteriori 6 mesi per il ripiegamento dei cantieri ed i ripristini ambientali.



Tel: +39 030 3702371 – Mail: [info@frosionext.com](mailto:info@frosionext.com) - Sito: [www.frosionext.com](http://www.frosionext.com)  
Via Pier Fortunato Calvi 11 - Brescia (BS), CAP 25123  
P.Iva e Codice fiscale: 03228960179