



HGT Design & Execution



GRE CODE

GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.156.00

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

Impianto idroelettrico di PIZZONE II

Progetto Definitivo per Autorizzazione

SIA - Q. PROGETTUALE

FILE NAME: GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.156.00.docx

ORDINE APPARTENENZA			Ingegnere	Ingegnere	
PROVINCIA/REGIONE			Pescara	Verona	
NUM. MATRICOLA			1979	1542	
00	29-11-22	REVISIONE	M. Elisio	G. Panni	G. Sembenelli
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED

**GRE VALIDATION**

		F. Torasso
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT PLANT	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT				SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION						
	GRE	EEC	R	1	4	I	T	H	1	6	0	7	1	0	0	1	5	6	0

CLASSIFICATION: <b>PUBLIC</b>	UTILIZATION SCOPE: <b>PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE</b>
-------------------------------	--

**INDEX**

5. QUADRO PROGETTUALE.....	5
5.1. STATO DI FATTO – SCHEMA IDROELETTRICO ESISTENTE .....	5
5.1.1. Serbatoio di Montagna Spaccata sul Rio Torto .....	8
5.1.2. Opere di presa e derivazione in gronda al serbatoio di Montagna Spaccata.....	8
5.1.3. Galleria di derivazione in pressione serbatoio Montagna Spaccata – Centrale di Pizzone.	9
5.1.4. Pozzo piezometrico (Centrale di Pizzone) .....	10
5.1.5. Condotta forzata (Centrale di Pizzone) .....	10
5.1.6. Centrale di Pizzone ed opere annesse.....	11
5.1.7. Opere di presa e derivazione del Rio Vignalunga e del Rio Collealto.....	11
5.1.8. Serbatoio di Castel San Vincenzo sul Rio Salzera .....	11
5.1.9. Galleria di derivazione in pressione serbatoio Castel San Vincenzo – Centrale di Rocchetta .....	12
5.1.10. Condotta forzata - Centrale di Rocchetta .....	12
5.1.11. Centrale di Rocchetta al Volturno .....	12
5.2. LA SOLUZIONE PROGETTUALE .....	13
5.2.1. Bilancio Idrologico e Volumi d’acqua disponibili.....	13
5.2.2. La soluzione tecnologica di progetto.....	15
5.3. SOLUZIONE PROGETTUALE– SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – ASPETTI ENERGETICI .....	15
5.3.1. Schema idroelettrico con pompaggio.....	15
5.3.2. Bilancio dei volumi accumulati nei due serbatoi .....	16
5.3.3. Stime produzione e consumi .....	16
5.4. SOLUZIONE PROGETTUALE PROPOSTA – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – OPERE CIVILI .....	17
5.4.1. Principali Elementi della Nuova Configurazione .....	17
5.4.2. Serbatoio di Montagna Spaccata .....	18
5.4.3. Opera di presa di Montagna Spaccata.....	19
5.4.4. Condotta di Adduzione, condotta Forzata e biforcazione.....	20
5.4.5. Pozzo paratoie.....	20
5.4.6. Pozzo piezometrico di monte.....	21
5.4.7. Centrale in caverna.....	22
5.4.8. Condotta di Scarico e Adduzione Pompaggio AL POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE .....	23
5.4.9. Pozzo piezometrico di valle .....	23
5.4.10. Condotta di scarico e adduzione pompaggio dal pozzo piezometrico di valle all’invaso di castel san vincenzo.....	24
5.4.11. Manufatto di alloggiamento paratoia di sezionamento griglia di protezione imbocco dell’invaso di castel san vincenzo (pozzo paratoie di valle).....	24
5.4.12. Opera di presa di Castel San Vincenzo.....	25
5.4.13. Serbatoio di Castel San Vincenzo .....	26
5.4.14. Scarichi delle dighe esistenti .....	26
5.5. Considerazioni sul Comportamento delle Opere esistenti in relazione all’OPERA PROPOSTA.	28
5.5.1. Invaso di Montagna Spaccata.....	28
5.5.2. Castel San Vincenzo.....	31
5.5.3. Conclusioni circa l’utilizzabilità degli impianti esistenti nel nuovo schema .....	36

5.6.	SOLUZIONE PROGETTUALE PROPOSTA – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – OPERE ELETTROMECCANICHE .....	36
5.6.1.	Turbine .....	36
5.6.2.	Generatori .....	38
5.6.3.	Regolatori di velocità.....	38
5.6.4.	Organi di controllo .....	39
5.6.5.	Sistema di sollevamento e movimentazione apparecchiature pesanti installate in centrale 43	
5.7.	SOLUZIONE PROGETTUALE PROPOSTA – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – OPERE ELETTRICHE.....	44
5.7.1.	Generalità.....	44
5.7.2.	Sottostazione utente (SSU) di connessione centrale alla linea aerea di collegamento alla STAZIONE TERNA .....	44
5.7.3.	Edificio servizi .....	44
5.7.4.	Elettrodotto a 220 kV verso stazione Terna .....	45
5.8.	SOLUZIONE PROGETTUALE PROPOSTA – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – IMPIANTI ACCESSORI DI SERVIZIO .....	45
5.9.	CANTIERIZZAZIONE .....	45
5.9.1.	Criteri per l’individuazione delle aree di cantiere .....	45
5.9.2.	Caratteristiche generali delle aree di cantiere .....	46
5.9.3.	Aree di cantiere .....	47
5.9.4.	Componenti del cantiere.....	49
5.9.5.	Gallerie di accesso .....	50
5.9.6.	Viabilità’ .....	50
5.9.7.	Aree di deposito permanente del materiale derivante dalle attività’ di scavo.....	54
5.9.8.	Recupero e manutenzione aree boscate a seguito dei lavori .....	56
5.10.	FASI DI LAVORO E CRONOPROGRAMMA.....	57
5.10.1.	Realizzazione della via d'acqua nel tratto compreso tra il pozzo paratoie e il pozzo piezometrico di monte.....	58
5.10.2.	Realizzazione centrale in caverna.....	58
5.10.3.	Realizzazione pozzo paratoie e opera di presa di monte .....	58
5.10.4.	Realizzazione pozzo piezometrico di valle .....	59
5.10.5.	Realizzazione della via d'acqua nel tratto tra il pozzo piezometrico di valle e la galleria a servizio del cantiere di castel san vincenzo .....	59
5.10.6.	Realizzazione del pozzo paratoie di valle, dell'opera di presa di valle e del tratto terminale della via d'acqua .....	59
5.11.	DESCRIZIONE AREE DI CANTIERE.....	60
5.11.1.	Area in prossimità’ opera di presa montagna spaccata (area n. 1) .....	60
5.11.2.	Area in prossimità’ zona parcheggi dighe montagna spaccata (area n. 2).....	60
5.11.3.	Area ingresso galleria pozzo piezometrico superiore (area n. 3).....	61
5.11.4.	Area cantiere strada collegamento con tornante 10 (area n. 4).....	62
5.11.5.	Area ingresso principale centrale di pizzone (area n. 5) .....	62
5.11.6.	Area in prossimità’ abitato di pizzone (area n. 6) .....	63
5.11.7.	Area in prossimità’ lago castel san vincenzo (area n. 7).....	63
5.11.8.	Area in prossimità’ scavo galleria inferiore (area n. 8) .....	64
5.12.	GESTIONE DEI MATERIALI DA SCAVO.....	65
5.12.1.	Materiali prodotti in fase di scavo.....	65



HGT Design & Execution



GRE CODE

**GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.156.00**

PAGE

4 di/of 67

5.12.2. Quantità di materiale prodotto .....	65
5.12.3. Gestione del materiale prodotto.....	66
5.12.4. Possibili siti di destino .....	67
5.13. GESTIONE DELLE ACQUE EMUNTE IN FASE DI SCAVO .....	67

## 5. QUADRO PROGETTUALE

### 5.1. STATO DI FATTO – SCHEMA IDROELETTRICO ESISTENTE

L'esistente impianto idroelettrico di Pizzone è ubicato nel territorio dei Comuni di Alfedena e Barrea (Prov. dell'Aquila, Regione Abruzzo) e di Pizzone (prov. Isernia, Regione Molise).

L'impianto sfrutta i deflussi del bacino imbrifero direttamente sotteso del Rio Torto (affluente del F. Sangro) e dei bacini allacciati in gronda del Rio Fossati, del Rio le Forme e del Rio Campitelli tra le quote 1068 e 699 m s.m., la cui differenza, pari a 369 m s.m., costituisce il salto naturale dell'utilizzazione.

Tali deflussi, intercettati in località Montagna Spaccata del Comune di Alfedena mediante tre dighe, formanti l'omonimo serbatoio, vengono captati grazie ad un'opera di presa in sponda destra del corso d'acqua e derivati mediante una galleria in pressione fino ad un pozzo piezometrico sito entro terra.

Da tale pozzo si diparte una condotta forzata metallica, per un primo tratto ubicata in galleria e per un secondo tratto fuori terra, che adduce le portate all'edificio centrale, in cui sono installati due gruppi turbina Pelton-generatore sincrono ad asse orizzontale.

Lo scarico dei deflussi avviene mediante un canale in galleria con tratto finale all'aperto. In questa parte, alle acque in uscita dalla Centrale di Pizzone si aggiungono ulteriori acque intercettate dal Rio Vignalunga e dal Rio Collealto che vengono raccolte nel bacino di Castel San Vincenzo, generatosi a seguito della realizzazione di uno sbarramento mediante diga in terra sul Rio Salzera (affluente del F. Volturno)

Tale bacino costituisce sia la parte finale dell'impianto idroelettrico di Pizzone sia il bacino di monte di un secondo Impianto idroelettrico relativo alla Centrale di Rocchetta al Volturno. Al di sotto del bacino di Castel San Vincenzo si sviluppa infatti una seconda galleria di derivazione in pressione che sfocia in una seconda condotta forzata che convoglia le acque provenienti da tale bacino ad un gruppo di generazione turbina Francis-generatore sincrono ad asse verticale.

Si riportano di seguito la corografia e il profilo schematico degli Impianti di Pizzone e di Rocchetta al Volturno.



Green Power

HGT Design & Execution



GRE CODE

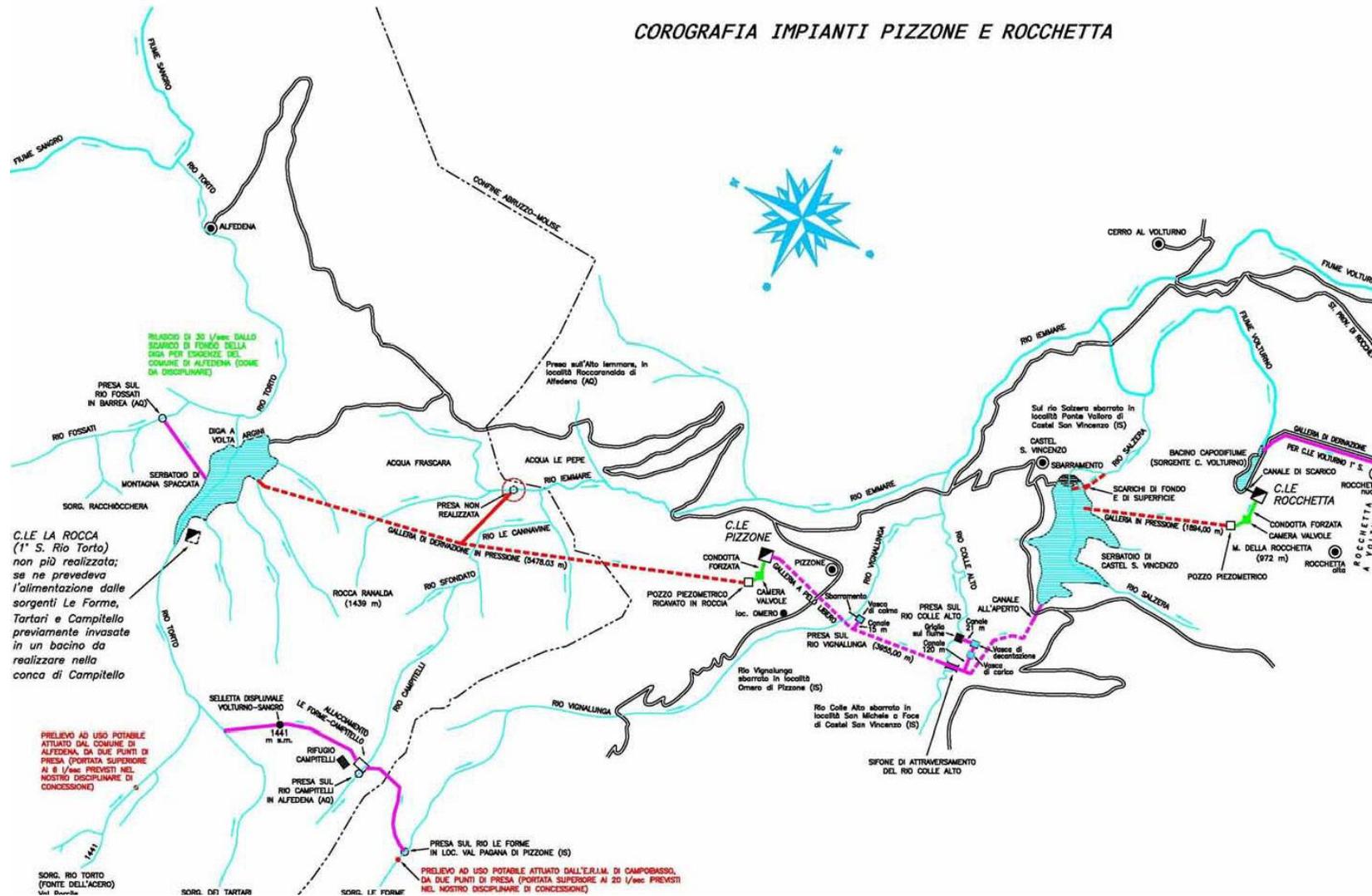
GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.156.00

PAGE

6 di/of 67

Per i dettagli topografici: tavolette I.G.M. F 153 III S.O. Alfedena; F 161 IV N.O. Castel San Vincenzo;  
carta I.G.M. 1:50.000 Castel di Sangro

### COROGRAFIA IMPIANTI PIZZONE E ROCCHETTA





Green Power

HGT Design & Execution



GRE CODE

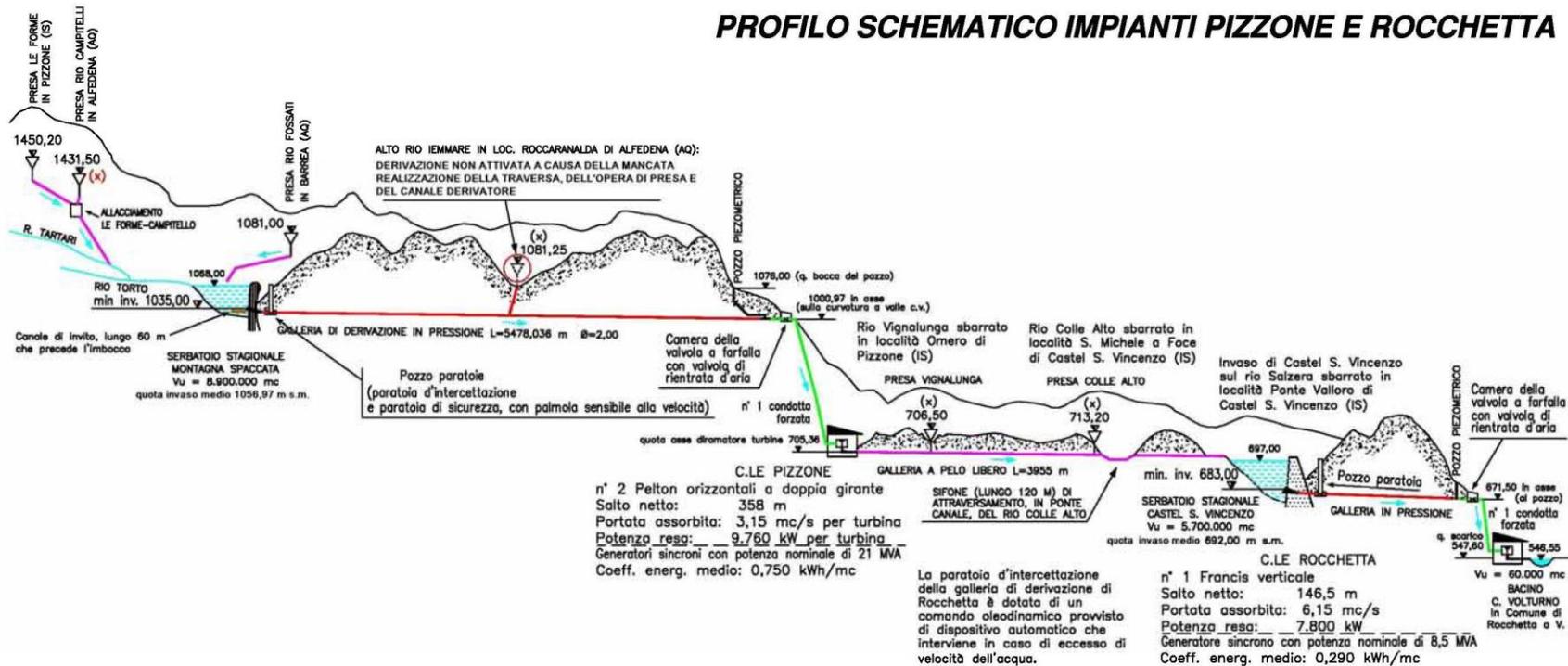
GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.156.00

PAGE

7 di/of 67

(x) Quota della soglia sfiorante della vasca di calma annessa alla traversa.

## PROFILO SCHEMATICO IMPIANTI PIZZONE E ROCCHETTA



### **5.1.1. SERBATOIO DI MONTAGNA SPACCATA SUL RIO TORTO**

Il serbatoio di Montagna Spaccata è stato realizzato negli anni '50 e collaudato nella attuale configurazione nell'Ottobre 1960.

Esso intercetta il Rio Torto, affluente del F. Sangro, mediante la realizzazione delle seguenti tre dighe:

- 1) diga principale a volta a doppia curvatura impostata nella strettissima gola del Rio Torto realizzata in calcestruzzo di cemento ed avente altezza massima di 85,5 m; il relativo coronamento si trova a quota 1071 m.s.m., la soglia tracimabile dello scarico di superficie si trova a quota 1068 m.s.m.
- 2) diga secondaria muraria a gravità alleggerita, costruita da n. 29 speroni posti ad un interasse di 5 m, ubicata sulla destra della diga a volta, caratterizzata da un'altezza massima di 14,4 m;
- 3) diga secondaria in muratura a pietrame a secco con manto di tenuta in lastre di c.a. situata all'estrema destra dello sbarramento principale, avente un'altezza massima di 16,7 m.

Come detto, la quota di coronamento delle dighe è a 1071 m s.m., con la quota massima di regolazione del bacino a 1068 m s.m.

Il volume totale di invaso è pari a 9.120.850 m<sup>3</sup>.

Il volume utile della diga principale è di circa 8.219.500 m<sup>3</sup>, con quota di massimo svaso a 1.035 m.s.m.

Il relativo scarico di superficie, modificato nel 1956 rispetto a quello previsto in origine, è costituito da uno sfioratore con soglia sfiorante a 1068 m.s.m. dello sviluppo di 26 m, diviso in cinque luci a profilo Creager Scimemi.

È stato dimensionato per una portata di massima piena calcolata dal progettista con metodo di Giandotti, Forti e Gherardelli, corrispondente ad un evento della durata di 6 ore, con un idrogramma a forma triangolare con punta massima di portata pari a 180 m<sup>3</sup>/s.

Secondo i calcoli del Progettista, l'effetto di laminazione del serbatoio determinerebbe una portata massima in arrivo alla soglia di sfioro di 122/128 m<sup>3</sup>/s, cui corrisponderebbe un battente di 1,73 m (1069,73 m.s.m. N.D.R.).

### **5.1.2. OPERE DI PRESA E DERIVAZIONE IN GRONDA AL SERBATOIO DI MONTAGNA SPACCATA**

#### **5.1.2.1. Opere di presa e derivazione dal rio fossati**

L'opera di sbarramento e presa dal Rio Fossati sorge nel Comune di Barrea, a quota 1081 m s.m. La presa avviene in sponda destra del Rio, attraverso due luci identiche attraverso le quali i deflussi captati vengono addotti ad un breve tratto di canale che termina in una vasca dissabbiatrice.

Dalla parete finale della vasca, ha poi inizio il canale di derivazione che sfocia nel serbatoio di Montagna Spaccata.



**Figura 5-1: Serbatoio di Montagna Spaccata**

#### **5.1.2.2. Opere di presa e derivazione dal Rio Le Forme**

L'opera di sbarramento sul Rio Le Forme è situata in località Val Pagana del Comune di Pizzone, a quota 1450,20 m s.m.

I deflussi derivati vengono raccolti dapprima in una vasca di calma per poi transitare verso una vasca dissabbiatrice. Al termine di tale vasca ha inizio il canale di derivazione a sezione variabile, che termina con una tubazione in cemento del diametro di 0,4 m sboccante nel comparto di calma della Vasca Campitelli.

#### **5.1.2.3. Opere di presa e derivazione dal Rio Campitelli**

L'opera di presa dal Rio Campitelli è situata a quota 1431,5 m s.m. ed è costituita da una vasca interrata provvista di bocca di presa larga 1 m e lunga 10 m protetta da una griglia con sovrastante strato di pietrame avente funzione di filtro.

Tale opera intercetta le acque provenienti da monte lungo un impluvio naturale e le convoglia ad un pozzetto di raccolta, da cui si diparte un canale interrato di lunghezza pari a 20 m, che confluisce nella Vasca Campitelli costituita da un comparto di calma e da un comparto di carico.

Nel primo di questi comparti sbocca anche la tubazione proveniente dall'opera di presa su Rio Le Forme, precedentemente descritta.

Le acque qui raccolte tracimano tramite uno sfioratore dal primo al secondo comparto al cui termine ha inizio il canale di adduzione al serbatoio di Montagna Spaccata.

#### **5.1.2.4. Opere di presa dal serbatoio di Montagna Spaccata**

L'opera di presa è situata sulla sponda destra del serbatoio di Montagna Spaccata ed è preceduta da un canale d'invito della lunghezza di circa 60 m.

Esso ha uno sviluppo longitudinale complessivo di 11,80 m, lungo il quale la sua sezione trasversale varia con continuità fino ad assumere alla fine forma circolare con diametro interno pari a 2,50 m, per raccordarsi al tronco di galleria di pari diametro della lunghezza di 135 m sito a monte del pozzo paratoie.

### **5.1.3. GALLERIA DI DERIVAZIONE IN PRESSIONE SERBATOIO MONTAGNA SPACCATA – CENTRALE DI PIZZONE**

La galleria di derivazione che collega idraulicamente il serbatoio di Montagna Spaccata con le turbine della Centrale di Pizzone presenta una lunghezza complessiva di 5.478,036 metri, una sezione trasversale di tipo circolare con diametro finito pari a 2 m ed una pendenza di fondo pari al 2,5‰.

L'opera di derivazione è stata realizzata con metodo tradizionale per le maggior parte del suo percorso ed è stata completata con getto di rivestimento in uno o due strati costituito da calcestruzzo semplice in alcuni tratti ed armato in altri.

La galleria presenta sei fori in calotta tra le progressive 2.610 e 2.620 che costituiscono la modalità di immissione del bacino Alto Iemmare (mai completata) ed una finestra della lunghezza di circa 290 metri scavata in roccia senza rivestimento, che interseca l'opera di derivazione alla progressiva 2.297 circa in sx idraulica e costituisce uno dei possibili accessi, raggiungibile dalla S.S. 158 Valle Volturmo, a piedi o con mezzi fuoristrada.

Un altro accesso è garantito dalla finestra "Monte Pizzone", di lunghezza circa 70 m intercettante la galleria alla progressiva 5.430 in sx idraulica. In questo caso l'accesso è raggiungibile esclusivamente tramite un impervio e scosceso sentiero pedonale di lunghezza circa 200 m.

#### 5.1.4. POZZO PIEZOMETRICO (CENTRALE DI PIZZONE)

Il pozzo piezometrico è stato costruito interamente interrato in c.a. e presenta forma cilindrica ( $h=16$  m e  $\varnothing=2,40$  m) con vasca d'espansione superiore a sezione rettangolare di dimensioni interne pari a m  $6,50 \times 16,00$  e quota massima di coronamento pari a 1080,645 m s.m.

Il pozzo è collegato alla galleria di derivazione mediante una canna diagonale  $\varnothing=2,00$  m della lunghezza di circa 57 metri cui segue una camera di alimentazione formata da un tronco cilindrico della lunghezza di 47 metri e di diametro interno pari a 3,50 m sovrapposto al tronco terminale della galleria di derivazione.

I due tronchi risultano collegati mediante n.12 (dodici) fori  $\varnothing=400$  mm.

#### 5.1.5. CONDOTTA FORZATA (CENTRALE DI PIZZONE)

La condotta forzata si sviluppa in parte in galleria ed in parte all'aperto.

Il primo tratto presenta una lunghezza di 12,06 m bloccata in galleria, comprendente un raccordo tronco-conico  $\varnothing=2,00 \div 1,60$  m che permette il collegamento al secondo tratto della condotta poggiato su sellette in galleria che presenta un diametro interno pari a 1,60 m, una lunghezza pari a 132,33 m e che termina con una valvola a farfalla, seguita da una valvola a rientrata d'aria, entrambe installate in apposita camera.

Dalla camera delle valvole in poi, la condotta si sviluppa totalmente all'aperto per un tratto pari a 462,65 m con diametro decrescente da 1,50 a 1,30 m fino alla sezione a monte del diramatore turbine.



Figura 5-2: Vista della condotta forzata dal piazzale della Centrale di Pizzone

#### **5.1.6. CENTRALE DI PIZZONE ED OPERE ANNESSE**

La centrale di Pizzone è ubicata in un edificio costituito da un corpo principale che presenta dimensioni in pianta di 31,80 x 12,70 m ed altezza fuori terra pari a 10,80 m, ospitante la sala macchine, la sala quadri, il locale batterie e protezioni e la zona smontaggi.

La centrale presenta due gruppi di generazione formati da turbine Pelton a doppia girante ad asse orizzontale accoppiate a generatori sincroni con potenza nominale di 21 MVA.

Ognuna delle due turbine sfrutta un salto netto di 358 m, presenta potenza nominale pari a 9.760 kW e opera con una portata di acqua pari a 3,15 m<sup>3</sup>/s. La producibilità media annua è stimata essere di 14,9 GWh totali.

L'energia viene erogata sulle sbarre a 150 KV mediante montanti monoblocco tra i gruppi generatori ed i rispettivi trasformatori di potenza 10/150 KV, entrambi da 10,5 MVA ciascuno.

La sezione 20 kV dell'impianto è costituita da un unico sistema di sbarre dal quale partono tre linee denominate Volturmo 1° S, Montagna Spaccata e Pizzone.

I deflussi scaricati da ciascuna turbina vengono immessi in due distinti canali paralleli con dimensione caratteristica pari a 1,80 m e lunghi rispettivamente 22 e 30 circa, che confluiscono in un collettore a sezione rettangolare con calotta ad arco ribassato della lunghezza di circa 40 m, a valle del quale ha inizio la galleria di scarico e derivazione in gronda verso il lago di Castel San Vincenzo.

Tale galleria presenta una lunghezza totale di 3875 metri con pendenza di fondo pari allo 0,9‰ a cui fa seguito un tratto di canale all'aperto di collegamento al serbatoio di Castel San Vincenzo della lunghezza di 80 metri.

#### **5.1.7. OPERE DI PRESA E DERIVAZIONE DEL RIO VIGNALUNGA E DEL RIO COLLEALTO**

Nel tratto di galleria in uscita dalla Centrale di Pizzone che sfocia nel bacino di Castel San Vincenzo, sono presenti due ulteriori immissioni di deflussi idrici.

Il primo deflusso è quello appartenente al Rio Vignalunga, il cui sbarramento e presa avvengono ad una quota di 706,50 m s.m. in località Omero di Pizzone (IS). La presa avviene tramite un imbocco grigliato di dimensioni 2,50 x 2,50 m che permette ai deflussi di raggiungere una vasca di calma, collegata alla galleria di derivazione in uscita dalla Centrale di Pizzone tramite un canale di lunghezza circa 15 m.

Il secondo deflusso che viene raccolto a quota 713,20 m e immesso nella galleria di derivazione in uscita dalla Centrale di Pizzone è quello appartenente al Rio Colle Alto, sbarrato in località San Michele a Foce (IS). In questo caso, la presa avviene tramite una griglia orizzontale che permette ai deflussi di raggiungere una vasca dissabbiatrice tramite una canaletta di derivazione di ridotta lunghezza. Da qui, le acque proseguono il loro percorso attraverso un secondo canale di derivazione che porta fino alla vasca di carico connessa direttamente con la galleria di derivazione in uscita dalla Centrale di Pizzone, in gronda al bacino di Castel San Vincenzo.

#### **5.1.8. SERBATOIO DI CASTEL SAN VINCENZO SUL RIO SALZERA**

Il serbatoio di Castel San Vincenzo è stato realizzato negli anni '50 e collaudato nel 1960 in località omonima sbarrando il Rio Salzera, affluente del F. Volturmo mediante la realizzazione di una diga in terra con nucleo centrale impermeabile in argilla, di altezza 25,50 m allo scopo di raccogliere l'acqua necessaria al funzionamento della Centrale idroelettrica di Rocchetta al Volturmo, posta in cascata alla precedentemente descritta Centrale di Pizzone.

Il lago artificiale raccoglie i deflussi in uscita dalla Centrale idroelettrica di Pizzone, a cui vengono aggiunti i deflussi dei Rii Vignalunga e Collealto e quelli del bacino imbrifero del Rio Salzera.

La quota massima di invaso nominale di esercizio è pari a 697 m s.m., alla quale l'invaso è pari a 5,75 milioni di m<sup>3</sup>.



**Figura 5-3: Serbatoio di Castel San Vincenzo**

La quota di massimo svaso è pari a 683 m.s.m.

Le opere di presa dal serbatoio di Castel San Vincenzo alla centrale di Rocchetta avvengono in sponda destra idraulica attraverso una derivazione posta a quota di soglia pari a 683,00 m s.m. costituita da una condotta di diametro pari a 2,0 m fino al raggiungimento di una paratoia piana di intercettazione.

Il relativo scarico di superficie è costituito da uno sfioratore con soglia sfiorante a 695,30 m.s.m. dotato di paratoia automatica a ventola con dimensioni di 300 x 1,70 m.

Secondo il progetto, lo scarico di superficie è in grado di smaltire 32,0 m<sup>3</sup>/s.

#### **5.1.9. GALLERIA DI DERIVAZIONE IN PRESSIONE SERBATOIO CASTEL SAN VINCENZO – CENTRALE DI ROCCHETTA**

A valle della paratoia piana di intercettazione ha inizio la galleria di derivazione che permette ai deflussi idrici raccolti nel bacino di Castel San Vincenzo di raggiungere la Centrale di Rocchetta.

Tale galleria presenta una lunghezza pari a 1893,72 m, un diametro interno di 2,0 m e termina con un pozzo piezometrico circolare a doppio diametro (diametro inferiore = 5,80 m, diametro superiore = 4,80 m).

#### **5.1.10. CONDOTTA FORZATA - CENTRALE DI ROCCHETTA**

La condotta forzata, che congiunge la galleria in pressione a quota 671,50 m s.m. con l'organo di intercettazione posto nell'edificio centrale a 574 m s.m., presenta una lunghezza di 189 m ed un diametro medio pari a 1,70 m.

A parte il tratto iniziale realizzato in galleria, la maggior parte della condotta si sviluppa totalmente all'aperto.

#### **5.1.11. CENTRALE DI ROCCHETTA AL VOLTURNO**

L'impianto idroelettrico di Rocchetta al Volturno sorge poco distante dall'omonimo Comune in provincia di Isernia.

Esso sfrutta la portata idrica raccolta nel bacino di Castel San Vincenzo e convogliata fino all'edificio di centrale tramite un sistema di tubazioni e condotte. La portata massima disponibile è nell'ordine dei 6 m<sup>3</sup>/s, che permette di operare il gruppo di generazione della centrale formato da una turbina Francis ad asse verticale di potenza 7.800 kW accoppiata ad generatore sincrono di potenza nominale pari a 8,5 MVA.

La producibilità annua è stimata essere di 8271 kWh utilizzando un salto utile massimo di

146,50 m.



**Figura 5-4: Centrale di Rocchetto al Volturno**

L'energia prodotta, alla tensione di 10 kV viene inviata alla stazione di trasformazione posta nel piazzale della Centrale, che permette un innalzamento a 150 kV. La potenza viene poi immessa nella linea a 150 kV che collega l'impianto di Pizzone con la stazione primaria di Volturno I salto.

I deflussi sono raccolti in una condotta a valle della turbina Francis e scaricati nell'invaso del fiume Volturno che scorre nei pressi della Centrale.

## 5.2. LA SOLUZIONE PROGETTUALE

### 5.2.1. BILANCIO IDROLOGICO E VOLUMI D'ACQUA DISPONIBILI

In accordo all'analisi idrologica effettuata e descritta nel documento *GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.034.00 - Relazione idrologica* è stata effettuata la stima delle portate naturali in ingresso ai due serbatoi costituenti il sistema:

**Tabella 5-1. Portate naturali in ingresso al sistema**

Serbatoio	Portata media (m <sup>3</sup> /s)	Portata massima (m <sup>3</sup> /s)	Volume annuale medio (MCM)
Montagna Spaccata	0.59	9.39	17.98
Castel S. Vincenzo	0.33	5.72	9.77

In occasione dello studio di pre-fattibilità sono stati analizzati 3 diversi scenari, sulla base del volume di acqua giornaliero da ripompare dal serbatoio di Castel San Vincenzo al serbatoio di Montagna Spaccata:

- Pompaggio di 3 MCM (milioni di m<sup>3</sup>) /giorno di acqua da Castel San Vincenzo verso Montagna Spaccata;
- Pompaggio di 3.5 MCM /giorno di acqua da Castel San Vincenzo verso Montagna Spaccata;
- Pompaggio di 4 MCM/giorno di acqua da Castel San Vincenzo verso Montagna Spaccata.

A seguito di tali verifiche ed a seguito della conferma che la massima potenza installata nella nuova Centrale di Pizzone dovrà essere dell'ordine di 300 MW, si è impostata la seguente soluzione, relativa al bilancio idrico in un giorno medio, che prevede un ripompaggio in 8h di un volume di circa 2.200.000 m<sup>3</sup>/giorno:

- Portata naturale affluente al serbatoio di Montagna Spaccata: 50.976 m<sup>3</sup>/giorno.
- Portata naturale affluente al serbatoio di Castel San Vincenzo a valle della Centrale di Pizzone: 28.512 m<sup>3</sup>/giorno.
- Turbinamento di 2.268.000 m<sup>3</sup>/giorno di acqua da Montagna Spaccata a Castel San Vincenzo nella Centrale di Pizzone;
- Risollevamento di 2.217.600 m<sup>3</sup>/giorno di acqua nella centrale di Pizzone da Castel San Vincenzo a Montagna Spaccata;
- Turbinamento nella centrale di Rocchetta per una durata di 6 h di una portata pari a 6 m<sup>3</sup>/s (corrispondente a 129.888 m<sup>3</sup>/giorno).
- Turbinamento di 7 ore nella centrale di Pizzone: 324.000 m<sup>3</sup>/h, pari a medi 90 m<sup>3</sup>/s.
- Risollevamento in 8 ore da Castel San Vincenzo: 277.200 m<sup>3</sup>/h, pari a 77 m<sup>3</sup>/s.

Risulta quindi il seguente scenario

- Turbinamento nuova Centrale di Pizzone:
  - Portata media di turbinamento: 90 m<sup>3</sup>/s (324.000 m<sup>3</sup>/h).
  - Livello inizio turbinamento nel serbatoio di Montagna Spaccata: 1068,00 m.s.m
  - Livello fine turbinamento nel serbatoio di Montagna Spaccata: 1061,50 m.s.m.
  - Livello inizio turbinamento nel serbatoio di Castel San Vincenzo: 690,45 m.s.m
  - Livello fine turbinamento nel serbatoio di Castel San Vincenzo: 695,30 m.s.m.
- Pompaggio da Castel S. Vincenzo verso Montagna Spaccata:
  - Portata di pompaggio: 77 m<sup>3</sup>/s;
  - Fine pompaggio: quando si raggiunge nel serbatoio di Montagna Spaccata una quota di 1068 m s.l.m.m. (quota massima operativa).

L'operabilità della centrale di Rocchetta in questo scenario risulta, con una portata di 6,0 m<sup>3</sup>/s, limitata a 6 h; in fase di esercizio, verrà valutato il volume disponibile per il turbinamento (analizzando quanta sia l'acqua nel serbatoio di Montagna Spaccata rispetto alla quota minima, si determinerà per quante ore si può turbinare).

Le simulazioni dello scenario preso in esame hanno mostrato come, con diversi volumi in gioco, il ciclo di turbinamento e pompaggio tra i due serbatoi risulta sostenibile da un punto di vista tecnico. Il ciclo, al netto delle perdite per evaporazione, risulta sostanzialmente un ciclo chiuso dato che l'apporto dell'acqua esterna poco influisce sui trasferimenti di volumi.

Riportiamo di seguito le definizioni di UNIPEDE:

*"Derivazione in pompaggio Puro: Le definizioni di pompaggio puro sono quelle senza apporti naturali significativi all'invaso superiore.*

*Nota: Gli apporti naturali all'invaso superiore, nell'anno medio, permettono di avere una durata di utilizzazione della massima potenza elettrica (potenza efficiente) in turbinaggio inferiore o uguale a 250 ore (valore medio constatato in Francia ed in Italia)"*

E quella di TERNA:

*...Impianti nei quali le pompe e le turbine sono collegate allo stesso serbatoio inferiore. In questo caso il ciclo di pompaggio può essere ripetuto a volontà, un gran numero di volte. Questi impianti sono designati col termine di pompaggio puro o impianti di pompaggio misto quando, rispettivamente, gli apporti naturali che alimentano il serbatoio superiore siano in media inferiori o superiori al 5% del volume d'acqua mediamente turbinata in un anno.*

L'impianto avendo una capacità di turbinaggio stimata su 350 giorni anno pari a 793.800.000 m<sup>3</sup> ed un volume annuale turbinato pari al 2,24% dovuto all'apporto naturale rientra appieno nella definizione di Pompaggio puro.

Chiaramente i livelli nei serbatoi risultano oscillare in modo diverso, a seconda dello scenario considerato.

### 5.2.2. LA SOLUZIONE TECNOLOGICA DI PROGETTO

L'analisi idrologica ha confermato la possibilità tecnica di realizzare la soluzione che qui riassumiamo per completezza di analisi:

- Nuova centrale da 300 MW dimensionata per sfruttare al massimo le caratteristiche naturali dell'area.
- Costruzione di nuove gallerie e condotte forzate e adozione di turbine reversibili a velocità fissa e variabile installate in caverna. Il dimensionamento è stato fatto utilizzando i volumi utili disponibili presenti nei due bacini e considerando il limite di rete imposto in produzione e l'esigenza di risollevarlo in 8h.

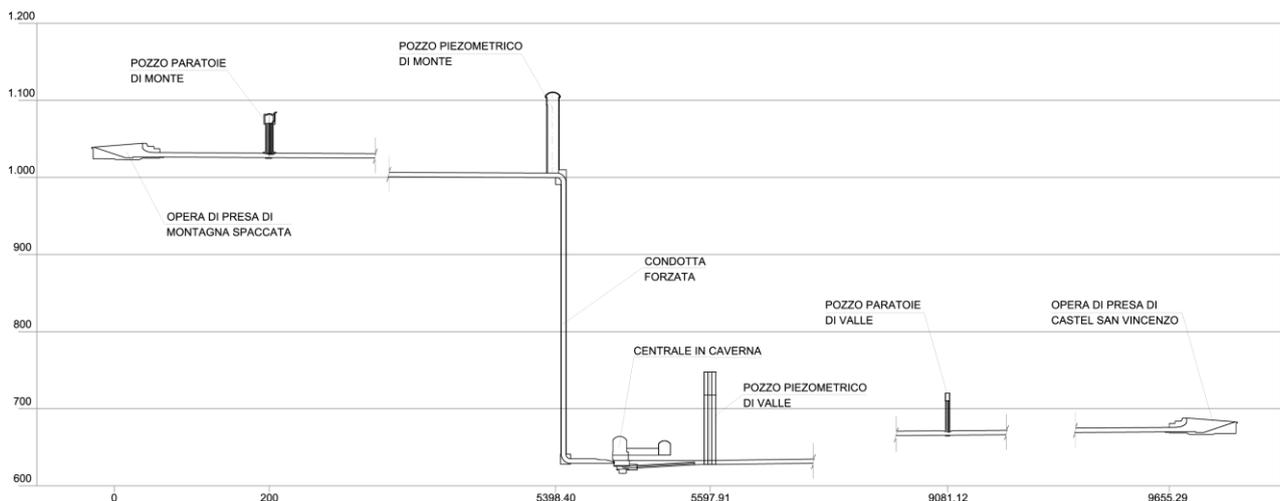
## 5.3. SOLUZIONE PROGETTUALE- SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO - ASPETTI ENERGETICI

### 5.3.1. SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO

La soluzione progettuale consiste nella realizzazione di una centrale da 300 MW dimensionata per sfruttare al massimo le caratteristiche naturali dell'area.

Il progetto prevede la realizzazione di nuove gallerie di adduzione e condotte forzate per consentire il transito della portata massima di progetto pari a 90 m<sup>3</sup>/s a servizio di due gruppi macchina reversibili da 153 MW l'uno da installarsi all'interno di una centrale in caverna. I gruppi sono previsti uno a velocità fissa ed uno a velocità variabile. Le opere accessorie che insistono sul sistema di condotte sono le opere di presa, pozzo paratoie di monte, manufatto di intercettazione di valle e pozzi piezometrici.

Di seguito si propone uno schema dell'alternativa progettuale selezionata con indicazioni di lunghezze, pendenze e quote di ciascuna opera.



**Figura 5-5: Schema progettuale proposto**

Lo schema idroelettrico proposto in progetto sfrutta l'acqua dei bacini di Montagna Spaccata (volume utile pari a 8,219 Mm<sup>3</sup>) e di Castel San Vincenzo (volume utile pari a 5,75 Mm<sup>3</sup>) per una movimentazione di risorsa totale di 2,268 Mm<sup>3</sup>/giorno in generazione e 2,217 Mm<sup>3</sup>/giorno in pompaggio al giorno così temporalmente ripartiti secondo la presente impostazione progettuale.

**Tabella 5-2. Portate in generazione e pompaggio**

	Portata [m <sup>3</sup> /s]	Durata giornaliera [h]	Totale [milioni m <sup>3</sup> ]
Generazione	90	7	2,268
Pompaggio	77	8	2,217

Questo impianto può essere potenzialmente spinto a funzionare in generazione per 10 h e in ripompaggio in 11,5 h, anche se la condizione di riferimento progettuale è quella con ripompaggio in 8h.

### 5.3.2. BILANCIO DEI VOLUMI ACCUMULATI NEI DUE SERBATOI

La soluzione progettuale è stata impostata sulla base dei volumi movimentati indicati nella Tabella 5-1.

Per calcolare le variazioni di livello nei due bacini a seguito del turbinamento e successivamente del ripompaggio, sono state utilizzate le curve Volume utile/altezze di invaso riportate rispettivamente nella Fig. 3.4 (bacino di Montagna Spaccata) e 3.6 (bacino di Castel S. Vincenzo).

Dopo alcuni tentativi sono state definite le seguenti quote dei livelli idrici:

- bacino di Montagna Spaccata: quota inizio operazioni di turbinatura e termine operazioni di ripompaggio: 1068,00 m.s.m. (quota operativa massima attuale);
- bacino di Castel San Vincenzo: quota inizio operazioni di turbinatura e termine operazioni di ripompaggio: 690,45 m.s.m. (7,45 m sopra la quota di presa della condotta DN 2000 che alimenta la centrale di Rocchetta, che è situata a 683,00 m.s.m.);
- bacino di Montagna Spaccata: quota fine operazioni di turbinatura e inizio operazioni di ripompaggio: 1061,50 m.s.m. (6,50 m sotto la quota di 1068,00 m.s.m.);
- bacino di Castel San Vincenzo: quota fine operazioni di turbinatura e inizio operazioni di ripompaggio: 695,30 m.s.m. (quota di invaso normale di esercizio);

L'oscillazione giornaliera del livello idrico nel bacino di Montagna Spaccata risulta pari a 6,50 m, l'oscillazione giornaliera del livello idrico nel bacino di Castel San Vincenzo risulta pari a 4,85 m.

Per quanto concerne le condizioni operative delle macchine turbina/pompa, i dislivelli geodetici nel massimo momento di turbinatura e di massima prevalenza di pompaggio risultano pari a 377,55 m.s.m, mentre il minimo dislivello geodetico di turbinatura e minima prevalenza di pompaggio risultano pari a 366,20 m.s.m.

Questi elementi tecnici ed i valori di portate da turbinare e/o da risollevarsi hanno portato alla scelta delle macchine turbina/pompa di progetto di cui al successivo 5.6.

### 5.3.3. STIME PRODUZIONE E CONSUMI

La presente configurazione di impianto caratterizzata dalle opere civili ed elettromeccaniche come descritte nei capitoli seguenti, consente di stimare i seguenti valori di produzione di energia e di consumi in fase di pompaggio.

**Tabella 5-3. Riepilogo stima produzione/consumo**

<b>PRODUZIONE GIORNALIERA (N.2 TURBINE)</b>	2 027	MWh/d
<b>PRODUZIONE ANNUA (N.2 TURBINE)</b>	709 440	MWh/y su 350gg
<b>CONSUMO GIORNALIERO (N.2 POMPE)</b>	2 545	MWh/d
<b>CONSUMO ANNUO (N.2 POMPE)</b>	890 801	MWh/y su 350gg
<b>Efficienza del sistema</b>	79,64	%

## **5.4. SOLUZIONE PROGETTUALE PROPOSTA – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – OPERE CIVILI**

### **5.4.1. PRINCIPALI ELEMENTI DELLA NUOVA CONFIGURAZIONE**

L'impianto con pompaggio in progetto prevede il riutilizzo dei due invasi esistenti di Montagna Spaccata e di Castel San Vincenzo e la realizzazione di nuove condotte di derivazione e opere di sfruttamento idroelettrico con pompaggio in affiancamento a quelle esistenti.

La soluzione progettuale proposta si compone delle seguenti principali opere:

- Opera di presa dal bacino di monte di Montagna Spaccata, costituita da una struttura in calcestruzzo armato, dotato di griglia ferma detriti, da cui parte una galleria di calcestruzzo armato (di seguito definita anche come galleria di monte) che conduce al pozzo paratoie.
- Galleria di monte in cemento armato per la derivazione dell'acqua verso la centrale idroelettrica.
- Pozzo paratoie, composto da un manufatto quasi completamente interrato che sporge dal piano campagna per garantirne l'accessibilità ai fini gestionali, in cui sono alloggiati due griglie a cestello a protezione della via d'acqua a valle e due paratoie per la disconnessione idraulica della condotta di adduzione dall'invaso di Montagna Spaccata.
- Pozzo piezometrico di monte, per limitare gli effetti dei transitori, completamente interrato, nel quale è alloggiata una ulteriore paratoia di sezionamento, immediatamente a monte della condotta forzata.
- Condotta forzata DN6000 in acciaio rivestito in calcestruzzo che, nei pressi della centrale, si suddivide in due rami DN4500 per l'alimentazione delle n.2 turbine-pompe.
- Centrale in caverna con relative camere di alloggiamento delle due turbine-pompe e delle apparecchiature elettro-meccaniche.
- Sottostazione utente di alta tensione (SSU), ubicata all'interno di un edificio in corrispondenza del piazzale dell'esistente centrale del Pizzone, nei pressi dell'imbocco della galleria di accesso al pozzo piezometrico di valle.
- Edificio, nei pressi del piazzale dell'esistente centrale del Pizzone, ad uso servizi e per l'alimentazione dei sistemi ausiliari esterni alla centrale in caverna.
- Cabina di consegna per l'allaccio della fornitura in media tensione a 20 kV dalla rete di distribuzione pubblica.
- Pozzo piezometrico di valle, costituito da un manufatto cilindrico completamente interrato, in corrispondenza del quale le due condotte DN4500 in acciaio rivestito in calcestruzzo in uscita dalle pompe-turbine si uniscono in un unico tunnel di scarico (galleria di valle) in cemento armato per il collegamento con l'invaso di Castel San Vincenzo. Nel punto di ingresso delle condotte nel manufatto, saranno installate n. 2

paratoie cad per la disconnessione della centrale dall'invaso di Castel San Vincenzo.

- Galleria di valle in cemento armato per il collegamento del pozzo piezometrico di valle con il bacino di Castel San Vincenzo.
- Manufatto di intercettazione dell'opera di presa/restituzione dal bacino di Castel San Vincenzo, costituita da una struttura in cemento armato collocata a terra nei pressi della superficie dell'invaso, contenente una paratoia di sezionamento ed una griglia ferma detriti a cestello.
- Opera di restituzione/presa dal bacino di valle di Castel San Vincenzo, costituita da una struttura in calcestruzzo armato, dotato di griglia ferma detriti, a cui si collega la galleria di calcestruzzo armato (galleria di valle) in arrivo dal manufatto di intercettazione.

Il progetto include la realizzazione della viabilità di accesso alle opere in progetto, costituita da strade e tratti in galleria, da impiegarsi sin dalla fase di cantiere per la realizzazione delle opere sopra descritte.

#### 5.4.2. SERBATOIO DI MONTAGNA SPACCATA

Ad oggi, il serbatoio di Montagna Spaccata è realizzato mediante le seguenti tre dighe:

- 1) diga principale a volta a doppia curvatura impostata nella strettissima gola del Rio Torto realizzata in calcestruzzo di cemento ed avente altezza massima di 85,5 m;



**Figura: 5-6. Diga a volta**

- 2) diga secondaria muraria a gravità alleggerita, costruita da n. 29 speroni posti ad un interasse di 5 m, ubicata sulla destra della diga a volta, caratterizzata da un'altezza massima di 14,4 m;



**Figura: 5-7. Diga a gravità alleggerita**

- 3) diga secondaria in muratura a pietrame a secco con manto di tenuta in lastre di c.a. situata all'estrema destra dello sbarramento principale, avente un'altezza massima di 16,7 m.



**Figura: 5-8. Diga a gravità**

La quota di coronamento delle dighe è 1071 m s.m., con quota massima di regolazione del bacino di 1068 m s.m.

Il volume totale di invaso è pari a 9.850.000 m<sup>3</sup>.

I livelli del serbatoio superiore utilizzati nell'analisi dello schema di progetto sono stati 1.068,0 m.s.m. e 1.061,50 m.s.m. corrispondente rispettivamente a 6,5 m sotto al livello massimo e 24 m sopra il livello minimo di regolazione.

Nella nuova configurazione di impianto il lago di Montagna Spaccata rimarrà nelle condizioni attuali; i livelli di sfioro e di coronamento non verranno modificati.

#### **5.4.3. OPERA DI PRESA DI MONTAGNA SPACCATA**

L'adduzione della risorsa idrica nel sistema di condotte del nuovo impianto in progetto sarà realizzata a mezzo di nuova opera di presa nell'attuale bacino di Montagna Spaccata.

Il layout della presa si basa su strutture di presa già eseguite (geometria e scarico simili) con buon comportamento idraulico, per quanto riguarda l'afflusso e l'assenza di vortici durante il funzionamento. Tuttavia, nelle successive fasi di progettazione, ulteriori indagini specifiche saranno da effettuare nelle varie condizioni di carico e sommersa.

La struttura della presa superiore si trova ad una quota di 1026,28 m slm (quota di fondo galleria all'imbocco). La lunghezza lungo la direzione del flusso è di 89 m circa ed è composta da una sezione di diffusione, lunga circa 65 m, e una sezione di aspirazione a valle della sezione di diffusione, lunga circa 24 m. La bocca di diffusione presenta un'inclinazione che segue la pendenza di fondo lago fino ad una quota di testa del cordolo sfiorante pari a 1039,06 mslm ed è larga circa 27 m nel punto più lontano corrispondente a questa quota e 10 m al collegamento con la sezione di aspirazione.

In corrispondenza del passaggio alla sezione di aspirazione sarà installato uno sgrigliatore in acciaio zincato con sistema di pulizia non automatizzato, ma eseguibile tramite sbraccio meccanizzato dotato di pettine pulitore. Le barre dovranno avere una spaziatura di circa 100 mm; il valore dovrà essere scelto in modo da consentire il passaggio all'interno della turbina e dovrà essere valutato al termine della progettazione esecutiva della turbina. Le griglie sono inclinate di 30 gradi rispetto alla verticale.

L'opera potrà essere realizzata grazie alla realizzazione di una barriera idraulica formata da una paratia di pali compenetrati non armati di grande diametro (Ø1500) posti ad una quota tale da garantire l'operatività del serbatoio di Montagna Spaccata al livello di 1035 mslm. La quota di testa palo finale potrà essere perfezionata in fase di progetto esecutivo sulla base delle scelte operative della committenza. Il collegamento con la galleria verso la centrale sarà realizzato demolendo dall'interno dell'opera di presa la paratia.

Le facce strutturali interne sono concepite per soddisfare i requisiti di progettazione delle forme idrauliche al fine di ottimizzare i modelli di flusso e le perdite di carico (in generazione e modalità di pompaggio).

#### 5.4.4. CONDOTTA DI ADDUZIONE, CONDOTTA FORZATA E BIFORCAZIONE

Il tunnel di adduzione dell'impianto in progetto di Montagna Spaccata corre dall'opera di presa fino al pozzo piezometrico di monte. La lunghezza della galleria di adduzione fino al pozzo piezometrico di monte è pari a circa 5400m.

Il tunnel di adduzione sarà realizzato mediante una condotta policentrica larga internamente 560 cm, alta 580 cm con calotta semicircolare di raggio 280 cm e sagomatura inferiore raccordata con raggio di 580 cm.

Con una sezione utile di 28,99 m<sup>2</sup> e un contorno bagnato pari a 19,05m, la condotta è caratterizzata da un Raggio idraulico di 1,522 m, e nei calcoli idraulici è stata assimilata ad una condotta circolare avente un diametro interno di 6,0 m.

La condotta avrà pendenza del 2% per i primi 200m fino al pozzo paratoie e del 0,5% per la restante parte fino al pozzo piezometrico di monte.

La struttura sarà interamente rivestita in cemento armato e lo spessore del rivestimento sarà funzione delle condizioni riscontrate nella roccia circostante.

Allo stato attuale delle conoscenze geologiche si ritiene che il tratto di monte, scavato nel Flysch, richiederà un rivestimento leggermente più robusto rispetto al tratto successivo scavato presumibilmente in formazioni calcaree.

Allo stesso tempo dovrà essere previsto un numero limitato di sezioni speciali, con trattamenti, sostegni e eventualmente rivestimento più robusti, in corrispondenza di zone intensamente fratturate o spingenti e dei passaggi di litologia. È pensabile che l'asse di scavo incontri la stratificazione in condizioni prevalentemente non favorevoli o non completamente favorevoli (stratificazione subparallela all'asse prevalente).

Successivamente al pozzo piezometrico di monte sarà realizzata la condotta ad alta pressione (condotta forzata), in acciaio, con sezione circolare e con diametro interno di 6000 mm.

È composta da una sezione curva superiore a 90° con raggio pari a 9000 mm, una sezione verticale e una sezione curva inferiore. La sezione curva superiore inizia a quota circa 1000,00 m slm e la sezione curva inferiore sempre a 90° con raggio pari a 9000 mm termina a quota d'asse a circa 630 m slm. La condotta ad alta pressione è lunga complessivamente 400 m fino all'ingresso nella Centrale ed è rivestita in acciaio su tutta la sua lunghezza.

Alla fine della condotta forzata ad alta pressione è installata la biforcazione a forma di Y simmetrica per alimentare le due turbine/pompa installate nella Centrale. L'angolo tra le due condotte in cui si dirama la condotta principale è pari a 45°.

La biforcazione dà origine a due brevi tratte, in acciaio rivestito in calcestruzzo, circolari con diametro di 4500 mm, che si collegano alle valvole sferiche di intercetto delle turbopompe mediante tronchi di raccordo da 4500 mm a 1808/1895 mm, valori che costituiscono il diametro dimensionale delle due valvole di intercetto dell'unità a giri fissi e dell'unità a giri variabili.

#### 5.4.5. POZZO PARATOIE

Il pozzo paratoie, dove sono alloggiate le due paratoie di intercettazione, si trova circa 200 m a valle della presa superiore dall'invaso di Montagna Spaccata. L'opera è costituita da una colonna circolare, con diametro di 9,80 m, entro cui sono installate le due paratoie e le aste di manovra e da una camera di testa per la manovra delle paratoie da parte di un operatore a cui si accede dal piano campagna di progetto mediante un piccolo edificio (camera di controllo) da cui una scala consente di scendere a quota 1070,50 mslm. Una copertura amovibile posta 1 m sopra il piano campagna consentirà di rimuovere le paratoie qualora necessario in futuro. Dal piano di manovra delle paratoie si potrà accedere al punto di innesto con la galleria di carico attraverso una botola a tenuta stagna Ø800 mm ed una condotta

circolare di accesso di ispezione con diametro di 1800 mm.

La camera per la movimentazione delle paratoie è internamente lunga, nella direzione del flusso, circa 9,10 m alla base e 10,90 m in sommità, per fare spazio ad un tubo di ventilazione Ø120 ricavato all'interno del riempimento del corpo cilindrico inferiore, chiuso all'uscita con una griglia di protezione. La larghezza interna della camera è pari a 12,70 m, mentre il corpo cilindrico inferiore è sagomato in maniera tale da consentire l'installazione delle paratoie di intercettazione e delle griglie a cestello.

Nella base e nelle pareti sono inseriti le intelaiature metalliche di supporto e scorrimento dei diaframmi delle due paratoie con dimensioni utili di 4000 mm x 4000 mm destinate ad intercettare la condotta di linea.

La adozione di due paratoie deriva dalla necessità di poter movimentare tali unità che, a causa della pressione dell'acqua, sono difficili da aprire.

La prima paratoia, sempre a contatto con il livello idrico presente nel bacino, è previsto sia stagna e di tipo piano su pattini, mentre la seconda, progettata per essere sempre aperta, non è concepita per garantire una tenuta stagna e quindi è più agevolmente manovrabile.

Si prevede di installare la seconda paratoia con una tipologia a scorrimento su ruote (quindi più facilmente azionabile), mentre la prima sarà su pattini e quindi stagna.

Da un punto di vista operativo, successivamente alla chiusura della prima paratoia, quando si deciderà di precedere alla sua apertura, si chiuderà anche la seconda; quindi, tramite un piccolo condotto intermedio si riempirà il volume compreso tra le due paratoie portando l'acqua alla medesima pressione sulle due facce del diaframma. In queste condizioni sarà possibile aprire la paratoia stagna e quindi anche la seconda paratoia.

Il sistema di sollevamento utilizzato per la movimentazione delle paratoie sarà di tipo oleodinamico.

Immediatamente a monte delle paratoie saranno installate le due griglie a cestello, con luce 10 cm, estraibili mediante un paranco da 2t su monorotaia ubicato all'interno della stessa camera di movimentazione delle paratoie.

Sopra alla camera di intercettazione viene realizzato un torrino che risale fino a quota 1082 m.s.m. contenente al suo interno i gargami di risalita e movimentazione delle paratoie e il condotto di aerazione DN 120 (tubo aeroforo) che ha lo scopo di prevenire il rischio di depressione in caso di rapida chiusura delle paratoie.

I dati disponibili indicano che il pozzo sarà scavato prevalentemente in flysch alterato. Andrà verificata nel dettaglio la posizione della faglia N-S che passa in questa zona, per controllarne la potenziale interferenza in profondità.

#### **5.4.6. POZZO PIEZOMETRICO DI MONTE**

Il tunnel di adduzione perviene ad un pozzo piezometrico posto in testa alla condotta ad alta pressione (condotta forzata). Il pozzo, completamente interrato, ha un diametro equivalente interno di 14,0 m ed è collegato al sistema di condotte tramite orifizio di diametro 4,0 m; è costituito da una colonna cilindrica alta circa 85 m e da un edificio di testa pozzo alto circa 17,30 m.

Una galleria che giunge a quota 1093,50 mslm garantirà l'accessibilità del pozzo. Sulla soletta di base dell'edificio è prevista una luce grigliata Ø800mm di ispezione alle sezioni inferiori.

Nel pozzo piezometrico sarà installata una ulteriore paratoia di intercettazione sulla condotta che consentirà di sezionare la tratta successiva, costituita dalla condotta forzata.

Si prevede di installare una paratoia a scorrimento su ruote 4,00 m x 4,00 m.

Nell'edificio di testa pozzo sarà installata una monorotaia con paranco da 50 t per il sollevamento della paratoia.

Il pozzo è concepito per garantire un'oscillazione del livello piezometrico in fase di transitorio fino alla quota di 1091,30 mslm.

Dalle simulazioni di moto idraulico in regime transitorio a seguito di intercettazione dei due gruppi reversibili (turbine/pompa) nelle massime condizioni operative (90 m<sup>3</sup>/s in fase di turbinatura e 80 m<sup>3</sup>/s in fase di pompaggio) in un intervallo di tempo di 6 s, risultano oscillazioni del livello idrico comprese tra 1050.3 m.s.m e 1091.3 m.s.m.

I dati disponibili indicano che il pozzo sarà scavato prevalentemente in calcare.

Nella parte superiore, risalendo verso la superficie, si attende un peggioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni interessati.

#### 5.4.7. CENTRALE IN CAVERNA

La centrale sotterranea si trova a circa 500 m da piano campagna e rispettivamente a circa 5500 m e 4200 m di distanza dalle opere di presa superiore e di presa inferiore ed è costituita da due caverne principali. Le due condotte di diramazione dalla condotta forzata all'alimentazione delle turbine/pompa entrano ed escono dalla caverna della centrale perpendicolarmente.

Le caverne principali, compresa la caverna della centrale elettrica e la sala dei trasformatori elevatori, sono progettate con un layout parallelo e si trovano a circa 40 m una dall'altra.

La centrale è formata da una caverna principale dove verranno alloggiare le macchine e una camera più piccola per i trasformatori. Le due camere saranno collegate da 3 gallerie di servizio, nello specifico un tunnel di accesso e due tunnel di collegamento.

Le unità reversibili di turbinatura/pompaggio di cui si prevede l'installazione sono costituite da una macchina tipo Francis reversibile a giri fissi (500 giri/min) e da una macchina a giri variabili (500 giri/min  $\pm 7\%$ ) aventi le seguenti caratteristiche:

- Unità a giri fissi:
  - ✓ massima produzione in turbinatura: 153 MW
  - ✓ range operativo della macchina in turbinatura :23-45 m<sup>3</sup>/s
  - ✓ prevalenza operativa della macchina in turbinatura :337-384,7 m
  - ✓ massimo assorbimento in pompaggio: 147 MW
  - ✓ range operativo della macchina in pompaggio :26,1-40,0 m<sup>3</sup>/s
  - ✓ prevalenza operativa della macchina in pompaggio :338,9-385,4 m
- Unità a giri variabili:
  - ✓ massima produzione in turbinatura : 153 MW
  - ✓ range operativo della macchina in turbinatura :22,4-44,7 m<sup>3</sup>/s
  - ✓ prevalenza operativa della macchina in turbinatura :337-384,7 m
  - ✓ massimo assorbimento in pompaggio: 147 MW
  - ✓ range operativo della macchina in pompaggio :24,8-41,7 m<sup>3</sup>/s
  - ✓ prevalenza operativa della macchina in pompaggio :338,6-385,8 m

L'asse delle unità di turbinatura/pompaggio è stato assunto alla quota 630.0 m s.l.m.m.

Le caverne hanno le seguenti dimensioni principali:

- Caverna alloggiamento gruppi reversibili:
  - lunghezza: 82.20m
  - larghezza: 18.00m

- altezza: 42.00m
- Caverna trasformatori:
  - lunghezza: 75.00m
  - larghezza: 15.50m
  - altezza: 18.50m

I dati disponibili indicano che questi scavi saranno ubicati prevalentemente in calcare, profondo e quindi compatto. Nelle fasi di approfondimento progettuale andrà verificata nel dettaglio la posizione della faglia N-S che risulta essere presente in questa zona, per controllarne la potenziale interferenza.

#### **5.4.8. CONDOTTA DI SCARICO E ADDUZIONE POMPAGGIO AL POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE**

Lo scarico dei due gruppi reversibili a valle dei diffusori è seguito da due condotte di derivazione verso valle lunghe circa 100 m, in acciaio con diametro di 4500 mm.

Le due condotte si raccordano in corrispondenza del pozzo piezometrico di valle mediante una biforcazione in cemento armato a forma di Y, distante circa 88 m dalla parete della centrale elettrica. L'angolo tra gli assi delle due condotte che si uniscono è 60°.

Ogni condotta è sezionabile immediatamente a monte dell'unione mediante una doppia paratoia per isolare le pompe-turbine, come descritto nel paragrafo successivo.

#### **5.4.9. POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE**

Il tunnel di scarico/ripompaggio perviene ad un pozzo piezometrico di valle posto a circa 4000 m dall'invaso di Castel San Vincenzo.

Il pozzo ha un diametro esterno di 16,60 m ed è collegato al sistema di condotte tramite orifizio di diametro 3,80 m.

L'opera è costituita da una zona inferiore, che si innesta sulle condotte in corrispondenza della biforcazione, e da una camera di testa, costituita dal piano di accesso e dal vano operativo, per la manovra delle paratoie da parte di un operatore a cui si accede tramite la galleria in progetto che parte dal piazzale della vecchia centrale di Pizzone; una scala consente di scendere a quota 723,80 mslm. La ventilazione del pozzo sarà garantita dalla galleria di accesso.

La camera per la movimentazione delle paratoie è internamente lunga 15 m, nella direzione del flusso, e larga circa 18 m; il pozzo piezometrico vero e proprio è invece un cilindro di diametro esterno pari a 16,60 m e volume libero costituito da una sezione a settore circolare di angolo pari a 120° alta circa 98 m. Il torrino risale fino a quota 723,80 m.s.m. e contiene al suo interno i gargami di risalita e movimentazione delle paratoie e il condotto di aerazione DN 80 (tubo aeroforo) che ha lo scopo di prevenire il rischio di depressione in caso di rapida chiusura delle paratoie. Il tubo aeroforo scaricherà nella galleria di accesso al manufatto.

Il pozzo è concepito per garantire una oscillazione del livello piezometrico fino alla quota di +715.60 m.s.m.

Dalle simulazioni di moto idraulico in regime transitorio a seguito di intercettazione dei due gruppi reversibili (turbine/pompa) nelle massime condizioni operative (90 m<sup>3</sup>/s in fase di turbinatura e 80 m<sup>3</sup>/s in fase di pompaggio) in un intervallo di tempo di 6 s, risultano oscillazione del livello idrico comprese tra 682.3 m.s.m e 715.6 m.s.m.

Nella base e nelle pareti sono inseriti le intelaiature metalliche di supporto e scorrimento dei diaframmi delle quattro paratoie con dimensioni utili di 4500 mm x 4500 mm destinate ad intercettare le due condotte di linea.

La adozione di due paratoie per linea deriva dalla necessità di poter movimentare tali unità che, a causa della pressione dell'acqua, sono difficili da aprire.

La prima paratoia, sempre a contatto con il livello idrico presente nel bacino, è previsto sia stagna e di tipo piano a strisciamento, mentre la seconda, progettata per essere sempre aperta, non è concepita per garantire una tenuta stagna e quindi è più agevolmente manovrabile.

Si prevede di installare la seconda paratoia con una tipologia a scorrimento su ruote (quindi più facilmente azionabile), mentre la prima sarà su pattini e quindi stagna.

La chiusura delle paratoie avverrà a gravità, mentre le operazioni di apertura saranno eseguite mediante centraline oleodinamiche che manovreranno le paratoie tramite un pistone oleodinamico per unità.

Il collegamento tra i pistoni idraulici e il corpo delle paratoie avverrà mediante aste smontabili.

Da un punto di vista operativo, successivamente alla chiusura della prima paratoia, quando si deciderà di precedere alla sua apertura, si chiuderà anche la seconda; quindi, tramite un piccolo condotto intermedio si riempirà il volume compreso tra le due paratoie portando l'acqua alla medesima pressione sulle due facce del diaframma. In queste condizioni sarà più agevole aprire la paratoia stagna e quindi anche la seconda paratoia.

Sarà installata superiormente una gru a ponte con capacità di 500 kN per estrarre le paratoie e le aste di collegamento e conferirle a manutenzione.

I dati disponibili indicano che il pozzo sarà scavato prevalentemente in calcare.

Nella parte superiore, risalendo verso la superficie, si attende un peggioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni interessati.

#### **5.4.10. CONDOTTA DI SCARICO E ADDUZIONE POMPAGGIO DAL POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE ALL'INVASO DI CASTEL SAN VINCENZO**

A valle del pozzo piezometrico di valle, la galleria di adduzione per lo scarico/aspirazione pompaggio dal bacino di Castel San Vincenzo ha sezione con rivestimento in calcestruzzo ed è lunga circa 4000 m.

Il tunnel sarà realizzato mediante una condotta policentrica larga internamente 560 cm, alta 580 cm con calotta semicircolare di raggio 280 cm e sagomatura inferiore sagomata con raggio di 580 cm.

Con una sezione utile di 28,99 m<sup>2</sup> e un contorno bagnato pari a 19,05m, la condotta è caratterizzata da un Raggio idraulico di 1,522 m, e nei calcoli idraulici è stata assimilata ad una condotta circolare avente un diametro interno di 6,0 m.

Avrà pendenza del 1,25% circa dalla quota di centrale di 630 m slm alla quota di presa in corrispondenza del bacino di Castel San Vincenzo di circa 670m slm.

I dati disponibili indicano che la condotta di scarico sarà realizzata all'interno di formazioni calcaree, in prossimità della Centrale e successivamente nel Flysch a una certa distanza da essa. Questo tratto potrebbe includere 2 o 3 discontinuità principali, oltre al cambio di litologia.

Ciò richiederà sezioni in genere rinforzate con tratti speciali, come visto per la galleria di monte.

#### **5.4.11. MANUFATTO DI ALLOGGIAMENTO PARATOIA DI SEZIONAMENTO GRIGLIA DI PROTEZIONE IMBOCCO DELL'INVASO DI CASTEL SAN VINCENZO (POZZO PARATOIE DI VALLE)**

A valle del pozzo piezometrico di valle, lungo la galleria di adduzione per lo scarico/aspirazione pompaggio dal bacino di Castel San Vincenzo sarà realizzato un manufatto di alloggiamento di una paratoia di intercettazione e di due griglie di protezione dall'ingresso di corpi solidi grossolani.

Questo manufatto, aperto superiormente, è innestato sulla condotta interrata a quota 655,18 msm, sporge dal terreno a quota 710 msm in corrispondenza di una strada esistente ed è alto 3 m; il manufatto sarà intonacato e tinteggiato in colori da definirsi in fase di autorizzazione paesaggistica. Un portone largo 4,50 m e alto 3 m consentirà l'accesso al personale autorizzato per le operazioni di gestione e manutenzione.

Il tunnel di monte e di valle realizzato mediante una condotta policentrica larga internamente 560 cm, alta 580 cm con calotta semicircolare di raggio 280 cm e sagomatura inferiore raccordata con raggio di 580 cm, sarà rastremato in corrispondenza del manufatto per consentire l'installazione delle due griglie a cestello, con luce 10 cm, e della paratoia a scorrimento su ruote 4000 mm x 4000 mm.

Si prevede anche un condotto di aerazione DN 120 (tubo aeroforo) a monte delle griglie a cestello allo scopo di prevenire il rischio di depressione in caso di rapida chiusura delle paratoie.

L'installazione è completata da una monorotaia con paranco da 2t per il sollevamento delle griglie a cestello.

#### **5.4.12. OPERA DI PRESA DI CASTEL SAN VINCENZO**

Lo scarico dalla fase di turbinatura e l'adduzione per il pompaggio nel sistema di condotte del nuovo impianto in progetto sarà realizzata a mezzo di nuova opera di presa nell'attuale bacino di Castel San Vincenzo.

Il layout della presa, specularmente a quanto previsto per il bacino di Montagna Spaccata, si basa su strutture di presa consolidate (geometria e scarico simili) con buon comportamento idraulico, per quanto riguarda l'afflusso e l'assenza di vortici durante il funzionamento. Tuttavia, nelle successive fasi esecutive di progettazione, ulteriori indagini specifiche saranno da effettuare nelle varie condizioni di carico e sommergezza.

La struttura principale dell'opera di presa consiste in una struttura autoportante composta da una bocca di aspirazione dotata di griglia ferma detriti seguita da tunnel di derivazione.

Le portate nominali sono 90 m<sup>3</sup>/s in uscita in generazione e 77 m<sup>3</sup>/s in scarico da pompaggio.

La struttura della presa inferiore si trova ad una quota di 669,27 mslm (quota di fondo galleria all'imbocco/sbocco dall'opera di presa). La lunghezza lungo la direzione del flusso è di 89 m circa ed è composta da una sezione di diffusione, lunga circa 65 m, e una sezione di aspirazione a valle della sezione di diffusione, lunga circa 24 m. La bocca di diffusione presenta un'inclinazione che segue la pendenza di fondo lago fino ad una quota di testa del cordolo sfiorante pari a 685,50 mslm ed è larga circa 27 m nel punto più lontano corrispondente a questa quota e 10 m al collegamento con la sezione di aspirazione.

In corrispondenza del passaggio alla sezione di aspirazione sarà installato uno sgrigliatore in acciaio zincato con sistema di pulizia non automatizzato, ma eseguibile tramite sbraccio meccanizzato dotato di pettine pulitore. Le barre dovranno avere una spaziatura di circa 100 mm; il valore dovrà essere scelto in modo da consentire il passaggio all'interno della turbina e dovrà essere valutato al termine della progettazione esecutiva della turbina. Le griglie sono inclinate di 30 gradi rispetto alla verticale.

Poco a monte dell'imbocco della galleria sarà installabile un pancone di servizio per isolare la condotta di valle dall'invaso di Castel san Vincenzo in occasione di interventi di manutenzione.

L'opera potrà essere realizzata grazie alla realizzazione di una barriera idraulica formata da una paratia di pali compenetrati non armati di grande diametro (Ø1500) posti ad una quota tale da garantire l'operatività del serbatoio di Castel san Vincenzo al livello di 683 mslm. La quota di testa palo finale potrà essere perfezionata in fase di progetto esecutivo sulla base delle scelte operative della committenza. Il collegamento con la galleria verso la centrale sarà realizzato demolendo dall'interno dell'opera di presa la paratia.

Le facce strutturali interne sono concepite per soddisfare i requisiti di progettazione delle forme idrauliche al fine di ottimizzare i modelli di flusso e le perdite di carico (in generazione e modalità di pompaggio).

#### 5.4.13. SERBATOIO DI CASTEL SAN VINCENZO

Ad oggi, il serbatoio di Castel San Vincenzo è realizzato sbarrando il Rio Salzera, affluente del Volturno mediante la realizzazione di una diga in terra di altezza 25,50 m. Il lago artificiale raccoglie i deflussi in uscita dall'esistente Centrale idroelettrica di Pizzone, a cui vengono aggiunti i deflussi dei Rii Vignalunga e Collealto e quelli del bacino imbrifero del Rio Salzera. La quota massima di regolazione del bacino è pari a 697,70 m s.m., altezza alla quale l'invaso è pari a 5,75 milioni di m<sup>3</sup>.



Figura 5-9: Serbatoio di Castel San Vincenzo

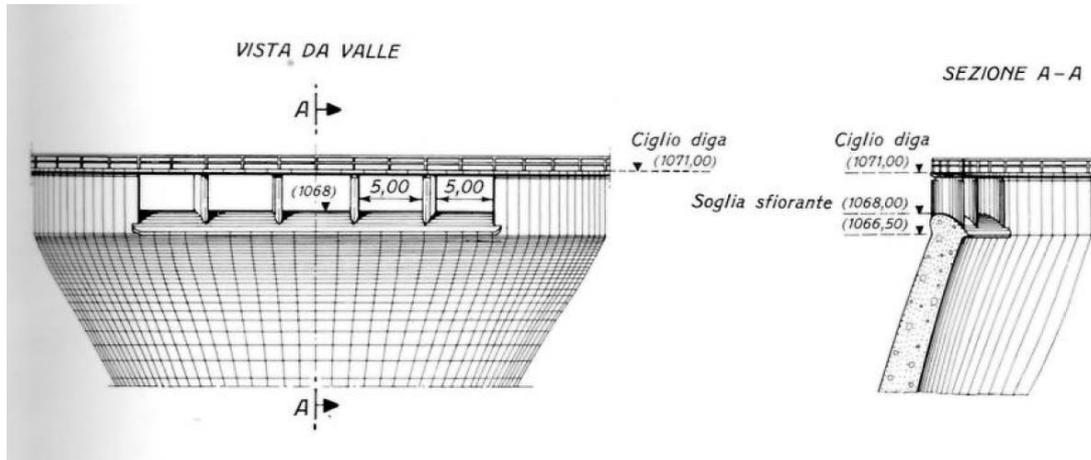
I livelli limite del serbatoio inferiore utilizzati nell'analisi dello schema di progetto sono stati 697,0 m.s.m e 683,0 m.s.m. corrispondenti rispettivamente al livello massimo e minimo di regolazione. Da suddetti valori, risulta un volume utile d'invaso leggermente superiore a 5Mm<sup>3</sup>. Anche per il bacino di Castel San Vincenzo non è prevista alcuna modifica dell'invaso per adattarsi alle nuove condizioni operative.

#### 5.4.14. SCARICHI DELLE DIGHE ESISTENTI

##### 5.4.14.1. SERBATOIO DI MONTAGNA SPACCATA

Le opere di scarico che consentono la regolazione del bacino di Montagna Spaccata comprendono, oltre all'opera di presa esistente e quella in progetto, uno scarico di superficie, uno scarico di alleggerimento ed uno scarico di esaurimento.

Lo scarico di superficie è costituito da una soglia sfiorante con profilo Creager ricavata nel corpo della diga principale con ciglio di sfioro a 1068,00 m slm e sviluppo di 25 m suddivisa in 5 luci dalle pile di sostegno della passerella.



**Figura 5-10: Scarico di superficie del bacino di Montagna Spaccata**

Secondo il progetto originale della Diga, redatto negli anni '50, la massima onda di piena in ingresso era prevista con andamento triangolare avente valore massimo di 180 m<sup>3</sup>/s, della durata di 6 ore; il prevedibile massimo livello idrico, calcolato tenendo conto anche di un effetto di laminazione dell'onda di piena nel bacino della Diga (che portava a determinare la portata in arrivo allo sfioratore pari a circa 122 m<sup>3</sup>/s), era stato calcolato pari a 1,73 m, cioè a quota 1069,73 m.s.m. Lo scarico di alleggerimento è ubicato in sponda sinistra con soglia a 1027,00 m slm ed è costituito da una galleria circolare del diametro di m 2,50 con imbocco protetto da griglia metallica. La galleria è intercettata da due paratoie piane a comando oleodinamico. Lo scarico di esaurimento consiste in una tubazione metallica di diametro 750 mm murata nel tampone con asse a 1006,00 m slm protetta da griglia metallica all'imbocco. La tubazione è intercettata da una saracinesca a lente con comando oleodinamico a distanza.

Le portate delle opere di scarico secondo il progetto della Diga riferite ad un livello nel serbatoio pari a 1069,70 m slm sono di seguito riportate.

**Tabella 5-4. Portate delle opere di scarico secondo progetto originale**

Scarico di superficie	122 m <sup>3</sup> /s
Scarico di alleggerimento	40 m <sup>3</sup> /s
Scarico di esaurimento	20 m <sup>3</sup> /s
<b>TOTALE</b>	<b>180 m<sup>3</sup>/s</b>

#### **5.4.14.2. SERBATOIO DI CASTEL SAN VINCENZO**

Il serbatoio, realizzato in terra con nucleo centrale in argilla, ha quota di coronamento a 699,50 m.s.m.

La quota di massimo invaso normale di esercizio è a 697,00 m.s.m, la quota di massimo svaso è a 683,00 m.s.m.

Il volume di invaso totale è stimato pari a 5,7 x106 m<sup>3</sup>, il volume di invaso utile è stimato pari a 5,0 x106 m<sup>3</sup>.

La massima portata di piena venne stimata all'atto progettuale pari a 50 m<sup>3</sup>/s.

Le opere di scarico che consentono la regolazione sul bacino di Castel San Vincenzo comprendono, oltre all'opera di presa esistente a servizio della centrale di Rocchetta e quella in progetto, uno scarico di superficie ed uno scarico di fondo.

Lo scarico di superficie è ubicato in sponda destra fuori dal corpo diga e consiste in un manufatto con soglia della larghezza di 4 m a 695,30 m slm con sovrapposta paratoia a ventola di m 3,00 x 1,70 a funzionamento automatico; alla soglia segue una galleria inclinata di 35° per un primo tratto, seguita da un secondo tronco di raccordo per l'immissione nella galleria dello scarico di fondo.

Lo scarico di fondo è posto fuori dal corpo diga in sponda destra ed è costituito da un imbocco con soglia a 674,00 m slm protetto da griglia di m 2,00 x 2,50; segue una galleria a sezione circolare del diametro di 2,00 m fino al pozzo di manovra delle 2 paratoie piane di intercettazione a comando oleodinamico; da qui la galleria assume sezione policentrica per il deflusso a pelo libero delle portate dello scarico di fondo e di quelle dello scarico di superficie.

Le portate delle opere di scarico riferite ad un livello nel serbatoio pari a 697m slm sono di seguito riportate.

**Tabella 5-5. Portate delle opere di scarico**

Scarico di superficie	32 m <sup>3</sup> /s
Scarico di fondo	18 m <sup>3</sup> /s
<b>TOTALE</b>	<b>50 m<sup>3</sup>/s</b>

## **5.5. CONSIDERAZIONI SUL COMPORTAMENTO DELLE OPERE ESISTENTI IN RELAZIONE ALL'OPERA PROPOSTA**

### **5.5.1. INVASO DI MONTAGNA SPACCATA**

#### **5.5.1.1. CONDIZIONI GENERALI**

Le condizioni generali di funzionamento della Diga Principale e delle due dighe secondarie, nonché dell'invaso ad esse associato, sono sostanzialmente buone, dopo circa 60 anni di esercizio.

In particolare, tutte le misure, nelle attuali condizioni di esercizio, sono sostanzialmente stabili o con tendenza a stabilizzarsi su un andamento asintotico, con piccole eccezioni che, pur meritando un controllo, non sembrano al momento critiche.

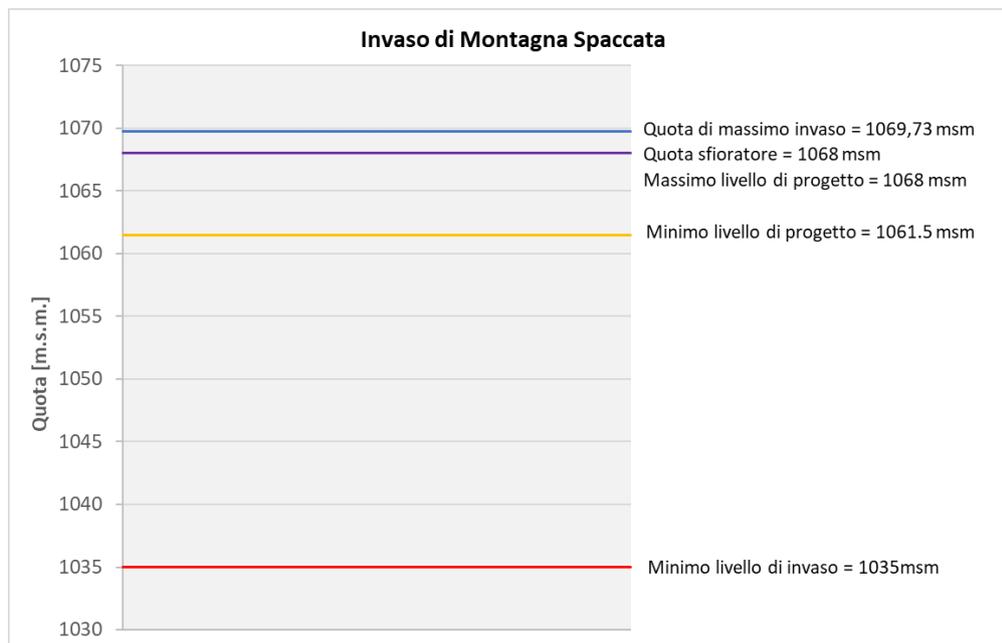
Recenti verifiche della vulnerabilità sismica delle dighe sono risultate positive, nel senso che le opere sono state giudicate idonee a sopportare le azioni sismiche di progetto, secondo le più recenti Normative.

#### **5.5.1.2. ENTITA' DELLO SVASO APPLICATO**

In base ai calcoli dimensionali esposti nei capitoli precedenti, l'Impianto che si propone si basa su un volume scambiato tra un serbatoio e l'altro di circa 2,217 milioni di m<sup>3</sup>/giorno, considerando un funzionamento in pompaggio di 8 h.

L'impostazione progettuale prevede di regolare il livello nell'invaso all'altezza iniziale pari a 1068 m.s.m con conseguente abbassamento (al netto del contributo naturale di 0,59 m<sup>3</sup>/s che è però marginale nel contesto del bilancio idrico) di 6,50 m (cioè fino a quota di 1061,50 m.s.m., 26,50 m sopra alla quota minima pari a 1035 m.s.m.) al termine della fase di turbinamento, corrispondente ad uno svaso di 2.268.000 m<sup>3</sup> in sette ore.

Lo schema di Figura 5-11, offre un quadro riassuntivo dei livelli corrispondenti a tale variazione di volume, per l'invaso di Montagna Spaccata, cui corrisponde, in funzione del livello di invaso previsto, una variazione di livello di 6,5 m.



**Figura 5-11: Invaso di Montagna Spaccata. Livelli di riferimento.**

### **5.5.1.3. DIGA PRINCIPALE**

La Diga Principale in calcestruzzo a doppia curvatura si presenta in buone condizioni e le misure di monitoraggio non presentano elementi significativi di allarme, nell'ambito dell'attuale esercizio.

È stata discussa l'opportunità di approfondire alcuni aspetti delle misure di monitoraggio che non appaiono totalmente allineati con il contesto, nell'ottica di un esercizio modificato. A questo fine potrebbe essere utile aggiungere qualche controllo sulla piezometria e osservazioni, con misure, se possibile, su eventuali perdite raccolte a valle.

Il sistema di fessure parallele all'asse dell'incisione in cui scorre inizialmente il Rio Torto, origine o conseguenza della formazione della valle stessa, potrebbe generare un accumulo di pressione che associata a cicli di invaso-svaso rapidi potrebbe portare a sovrappressioni laterali sulle spalle dell'arco.

Per questi motivi si è ritenuto di assumere come massimo livello idrico operativo la quota di 1057 m.s.m. che riduce le potenziali sovrappressioni laterali sulle spalle dell'arco rispetto a quote idriche superiori.

In ogni caso non appaiono evidenze che possano influire sulla fattibilità progettuale, ma solo una eventuale necessità di migliorare l'impermeabilità delle spalle per ridurre il potenziale flusso d'acqua in ingresso, fino alla linea di tenuta. L'approfondimento di analisi in fase di progettazione esecutiva dovrà essere esteso anche a tutte le spalle, sia verso sinistra che verso destra, per indagare sull'eventuale presenza di fratture e vie d'acqua preferenziali oltre che analizzare lo stato di salute dei trattamenti eseguiti con la realizzazione delle opere.

### **5.5.1.4. DIGA 2 - IN MURATURA A GRAVITÀ CON SPERONI**

La Diga 2 in muratura a gravità con speroni si presenta in buone condizioni e le misure di monitoraggio non presentano elementi significativi di allarme, nell'ambito dell'attuale esercizio.

Nell'ambito di un cambio del regime di esercizio, le misure clinometriche richiedono un approfondimento, specie per i dati rilevati nei conci 9, 10, 11 e 12. È pensabile che la anomalia registrata rispetto ai conci adiacenti possa essere attribuita alla presenza della faglia, nonostante la bonifica del piano di posa, eseguita in sede di realizzazione.

Questa apparente anomalia non appare essere tale da mettere in dubbio la fattibilità del Progetto di Potenziamento, anche se potrebbero essere necessari locali lavori di

miglioramento della fondazione, con trattamenti e/o con locali diaframature, presumibilmente corte.

Si osserva che appena a valle della Diga 2 si trova un pendio abbastanza ripido, in parte su calcari e in parte, forse verso o oltre l'estremità meridionale della diga, su flysch. Si ritiene importante, nell'ambito della progettazione esecutiva dei lavori di potenziamento dell'impianto, investigare le condizioni del pendio rispetto alla filtrazione. L'installazione di alcuni piezometri e di punti fissi per il rilievo topografico è raccomandabile.

Anche in questo caso, se da un lato non sembrano esistere evidenze di criticità rispetto alla presente progettazione, potrebbe essere necessario eseguire lavori locali per il miglioramento della tenuta o più in generale del controllo delle filtrazioni.

#### **5.5.1.5. DIGA 3 – IN MURATURA A SECCO**

La Diga 3 in pietrame a secco si presenta in buone condizioni e le misure di monitoraggio non presentano elementi significativi di allarme, nell'ambito dell'attuale esercizio.

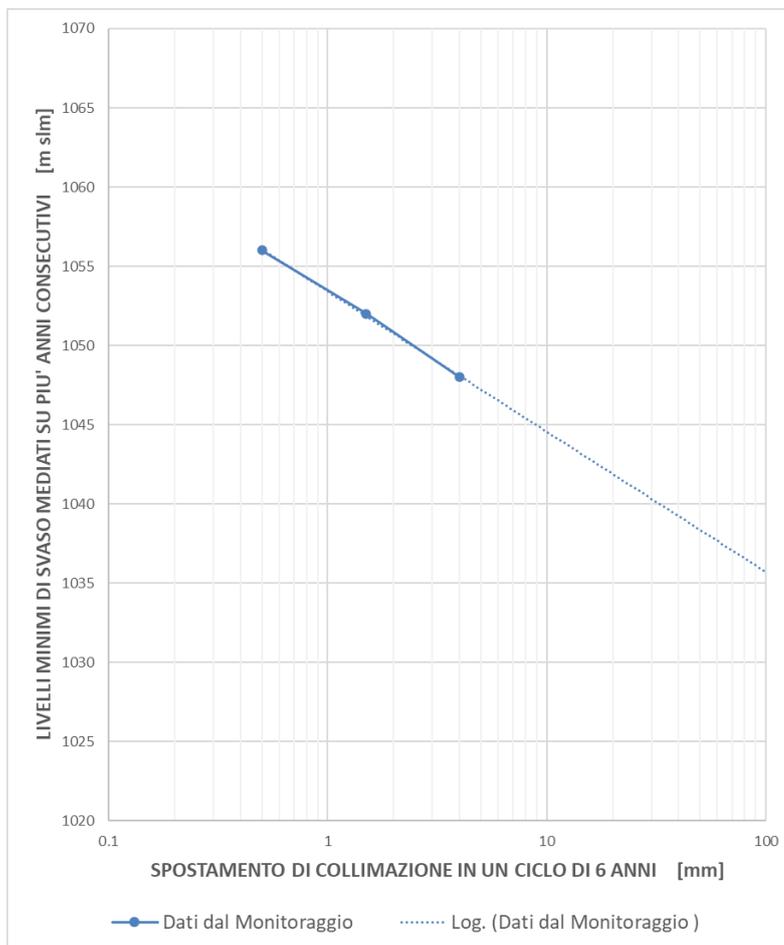
Esistono tuttavia due elementi che meritano attenzione, ossia la deriva delle misure di collimazione, che a distanza di 60 anni dall'entrata in esercizio, non sembrano diminuire e inoltre le misure delle perdite raccolte in sponda destra, che sono aumentate rispetto ai valori nella prima metà di vita dell'opera.

Per quanto riguarda le misure di collimazione una estrapolazione lineare nel diagramma semilogaritmico di Figura 5-12 suggerisce che all'abbassarsi dei livelli di invaso, al di sotto della quota 1045 m slm, potrebbero nascere significativi spostamenti verso valle.

È pensabile che, specie se si volesse utilizzare tutta la potenzialità del serbatoio fino a quote più basse, sarebbe necessario presumibilmente intervenire sulla tenuta della fondazione, approfondendo il taglione o adottando provvedimenti equivalenti.

Un provvedimento di questo tipo recherebbe benefici anche rispetto alle filtrazioni, in quanto consentirebbe di allungare i percorsi di filtrazione verso i drenaggi e le uscite, limitando i gradienti e il potenziale pericolo che si instaurino fenomeni evolutivi sotto ai maggiori carichi applicati. Non va dimenticato che è stata osservata una significativa reattività delle perdite, rispetto a repentini e veloci cambi di livello dell'invaso, cosa implicitamente inclusa nello schema di pompaggio proposto.

Complessivamente, i due elementi qui analizzati non appaiono incompatibili con la fattibilità dell'opera, ma richiedono adeguate attenzioni in fase di progettazione esecutiva, per una loro migliore definizione e individuazione dei sistemi di controllo ottimali.



**Figura 5-12: Invaso di Montagna Spaccata. Correlazione tra incrementi dei valori di collimazione e livelli minimi di invaso. La curva di estrapolazione lineare potrebbe essere eccessivamente conservativa allontanandosi dai valori misurati**

## 5.5.2. CASTEL SAN VINCENZO

### 5.5.2.1. CONDIZIONI GENERALI

Le condizioni generali di funzionamento della Diga di Castel San Vincenzo e dell'invaso associato sono buone, dopo circa 60 anni di esercizio. In particolare, tutte le misure, nelle attuali condizioni di esercizio, tendono a stabilizzarsi su un andamento asintotico.

È stata notata una forte dipendenza delle misure dai livelli di invaso e dalle condizioni di esercizio, con risposta che si mantiene in genere lineare nelle condizioni che sono state applicate in questo ultimo decennio. In ogni caso livelli superiori a 693 – 696 m slm e inferiori a 683-684 m slm, in funzione del tipo e ubicazione della misura, tendono a far uscire la risposta dal campo di linearità.

L'impostazione progettuale prevede di regolare il livello nell'invaso alla altezza iniziale pari a 695,30 m.s.m con conseguente abbassamento (al netto del contributo naturale di 0,33 m<sup>3</sup>/s che è però marginale nel contesto del bilancio idrico) di 7,8 m (cioè fino a quota di 687,50 m.s.m., al termine della fase di turbinamento, corrispondente ad uno svaso di 2.268.000 m<sup>3</sup> in sette ore).

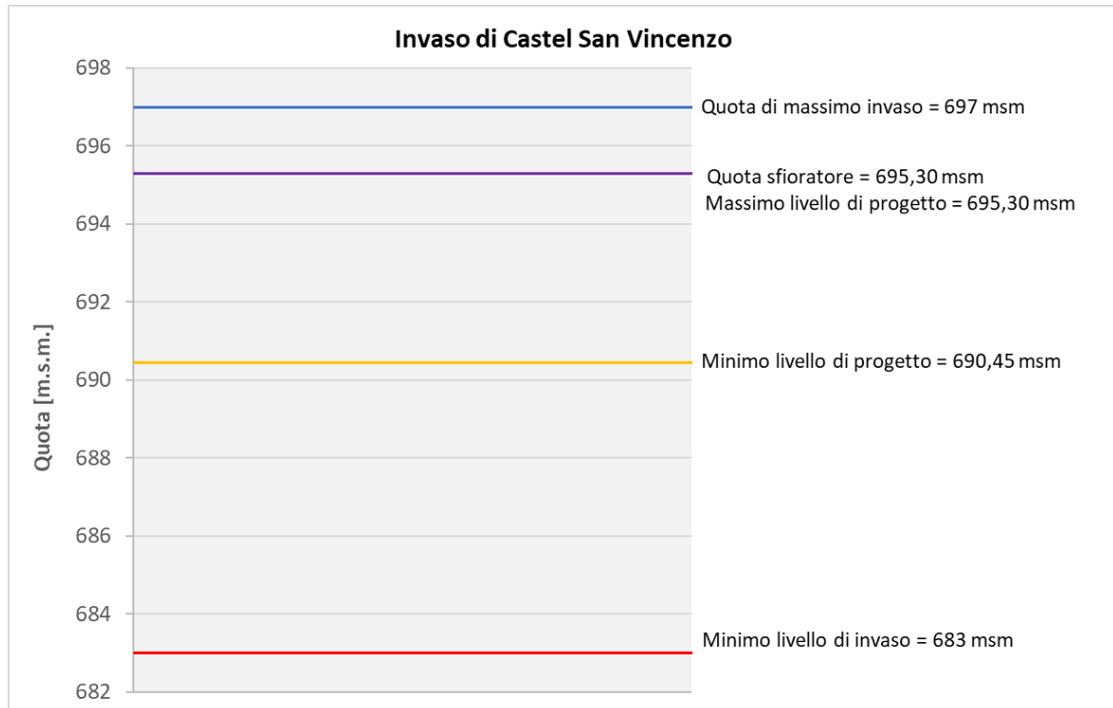
Recenti verifiche della vulnerabilità sismica della diga sono risultate positive, nel senso che l'opera è stata giudicata idonea a sopportare le azioni sismiche di progetto, secondo le più recenti Normative.

### 5.5.2.2. ENTITA' DELLO SVASO APPLICATO

In base alle considerazioni espone nella Relazione Tecnica Generale, l'Impianto che si propone si basa su un volume scambiato tra un serbatoio e l'altro di circa 2,217 milioni di

m<sup>3</sup>/giorno.

Lo schema di Figura 5-13, offre un quadro riassuntivo dei livelli corrispondenti a tale variazione di volume, per l'invaso di Castel San Vincenzo. Si osserva che ciò comporta variazioni di livello nell'ordine di 4,85 m.



**Figura 5-13: Invaso di Castel San Vincenzo. Livelli di riferimento.**

### 5.5.2.3. CONSIDERAZIONI SUL COMPORTAMENTO DEL CORPO DIGA

Dal diagramma di Figura 5-13 si può osservare che secondo l'impostazione progettuale, ovvero impostando il livello massimo a 695,30 m slm, il livello minimo si mantiene alla quota 690,45 m slm, ossia una quota tale per cui il comportamento della maggior parte dei piezometri e manometri di monte si mantiene lineare.

Va notato tuttavia che la portata di trasferimento dell'acqua da un serbatoio all'altro è nell'ordine di 90-77 m<sup>3</sup>/s, per 7-8 ore, con frequenza teoricamente quotidiana, mentre nell'esercizio odierno la portata di scarico è mediamente nell'ordine di 3-4 m<sup>3</sup>/s, con punte di 6 m<sup>3</sup>/s. Le nuove portate sono dunque mediamente 20 volte più grandi delle attuali.

Le condizioni di svaso rapido applicate nella nuova configurazione sono dunque più gravose di quelle esistenti

In conformità al presente livello di progettazione sono state condotte alcune analisi di stabilità in forma preliminare, per verificare quali margini di sicurezza siano associati alle nuove condizioni operative.

È stata analizzata una sezione tipo, sottoposta a 2 diverse condizioni di svaso, ossia invaso iniziale alla 696.5 m.s.m. e svaso di 7.5 m e invaso iniziale alla 694 m slm e svaso di 10.5 m. In considerazione delle misure disponibili, le condizioni di svaso sono state conservativamente modellate con 2 diverse piezometriche, una alta, al livello di massimo invaso, per i materiali di fondazione e una che segue lo svaso all'esterno, mentre all'interno del corpo diga resta alta, per i contronuclei. Queste assunzioni rappresentano una estremizzazione delle condizioni di carico e possono essere considerate rappresentative di condizioni operative più gravose di quelle previste in progetto.

Le effettive condizioni di carico andranno modellate in modo più raffinato, nelle successive fasi della progettazione esecutiva, una volta stabilito in modo definitivo le sequenze operative degli invasi e ricorrendo a analisi di filtrazione nel transitorio per la determinazione delle effettive sovrappressioni che si possono generare.

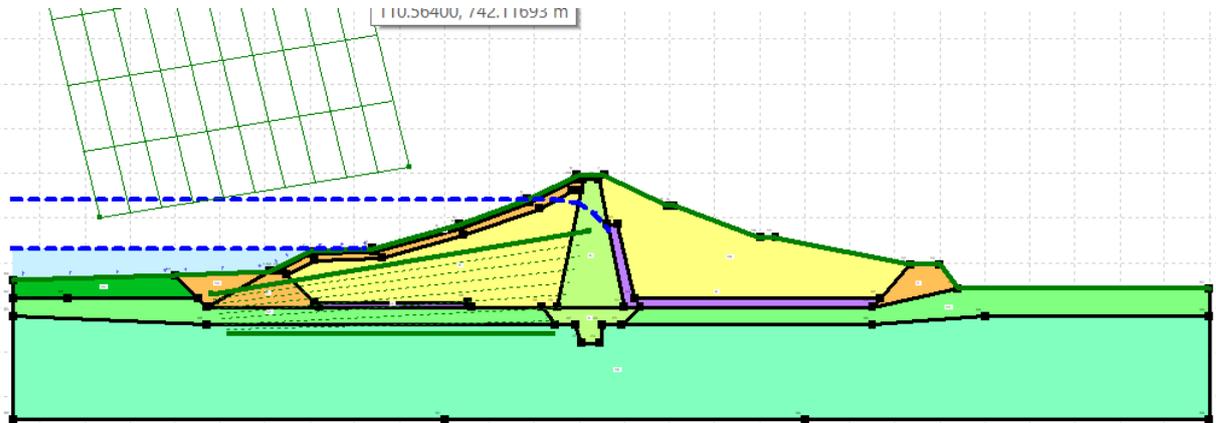
La geometria e la distribuzione dei materiali, adottate nelle analisi, è presentata in Figura 5-14. Da notare che per la verifica a svasso rapido si è conservativamente adottato il solo primo tratto dell'inviluppo bilineare, che corrisponde alla resistenza drenata.

I Fattori di Sicurezza preliminari, pur con le ipotesi cautelative adottate per i carichi e le resistenze, sono risultati nell'ordine di  $F_s = 1.423$ , con svasso 694 -683 m slm, e  $F_s = 1.543$ , con svasso 696 - 688 m slm (Figura 5-15 e Figura 5-16). Tali valori offrono ampi margini di sicurezza come del resto logico attendere tenuto conto della geometria della diga. Anche estremizzando la possibilità di svasso, ossia portandolo tra 697 e 683 m slm, con volumi associati superiori a 3.2 milioni di  $m^3$ , il fattore di sicurezza si mantiene ancora al di sopra dell'unità.

Tali valori consentono di ottenere valori di sicurezza superiori all'unità nel momento in cui si aggiunge la sollecitazione sismica. In queste condizioni, sono potenzialmente attendibili quindi trascurabili, o al massimo modeste, deformazioni sismiche del contronucleo di monte, che non pregiudicano il comportamento globale e la funzionalità della diga di Castel San Vincenzo.

Indipendentemente da questi risultati, rimane comunque la raccomandazione di prevedere lavori di manutenzione straordinaria del paramento di monte dell'opera, nell'ambito dei lavori per il nuovo schema.

La diga si troverà a operare in modalità di riempimenti e svuotamenti da definirsi prima della fase di progettazione esecutiva.



Materials

- Contronucleo
- Nucleo
- Fondazione Superficiale
- Fondazione Profonda
- Pietrame
- Riempimento
- Filtro

gamma	c	f	cu
kN/m3	kPa	°	kPa
21.5	0	38	
21	5	30	
19.5	0	22	15+0.25 sigmav
19.5	15	24	350
21.5	0	40	
19.5	10	24	
20	0	33	

**Figura 5-14: Invaso di Castel San Vincenzo. Verifiche di Stabilità Preliminari della Diga. Geometria e materiali**

Analysis Explorer

KeyIn Analyses

- Castel S.Vincenzo Dam
  - Slope Stability
  - Slope Stability (obis)
  - Slope Stability 694-683**
  - Slope Stability 696-688
  - Slope Stability 697-683

Solve Manager

Start Stop

Analysis Name	Status
<input type="checkbox"/> Slope Stability	Solved 12/6/2021 1:27:46 AM
<input type="checkbox"/> Slope Stabili...	Solved 12/6/2021 1:27:48 AM
<input type="checkbox"/> Slope Stabili...	Solved 12/6/2021 1:45:46 AM
<input type="checkbox"/> Slope Stabili...	Solved 12/6/2021 1:45:46 AM
<input checked="" type="checkbox"/> Slope Stabili...	Solved 12/6/2021 1:46:10 AM

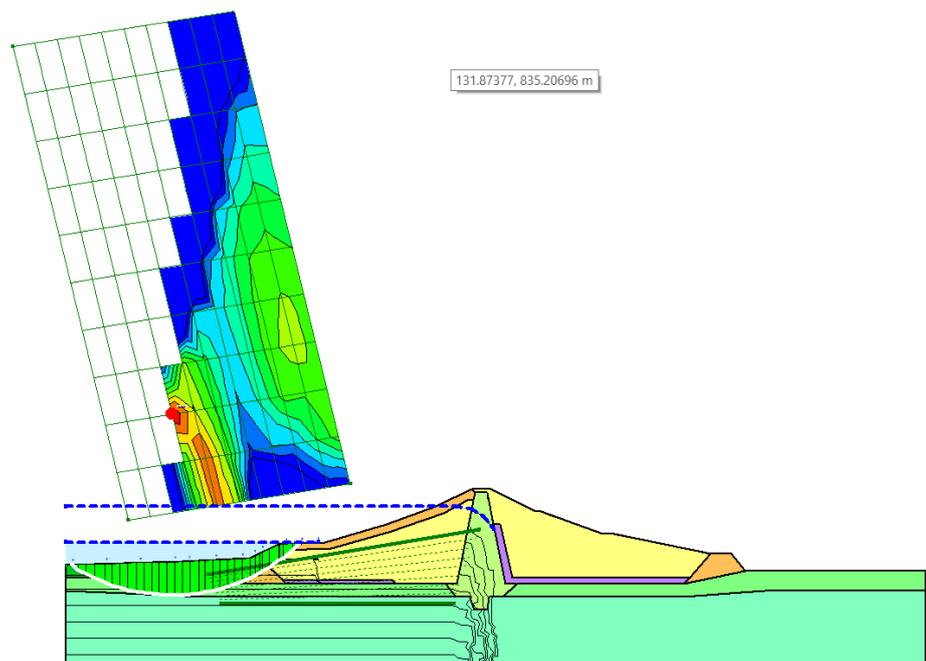
Slip Surfaces

All slip surfaces

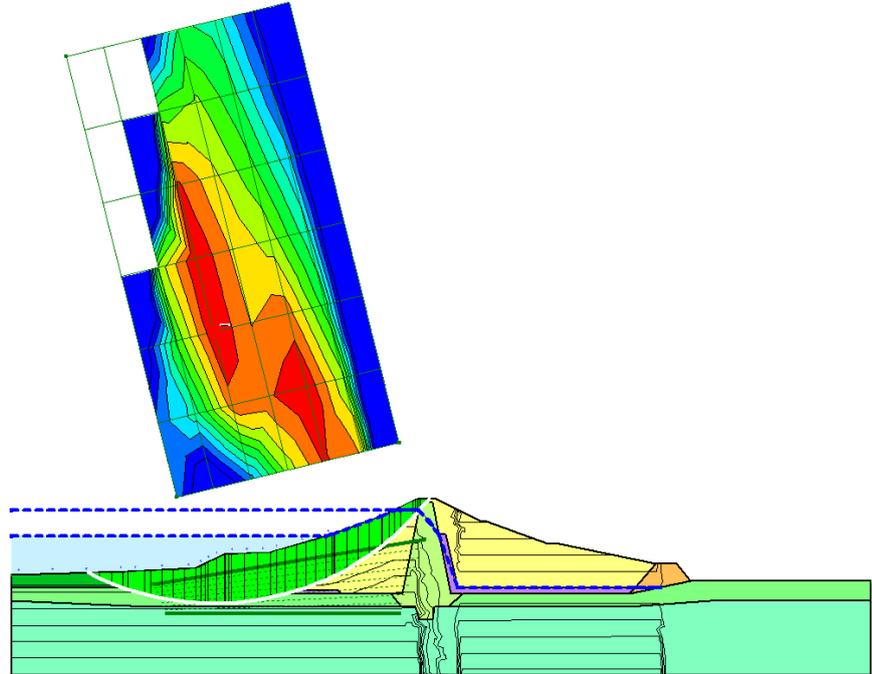
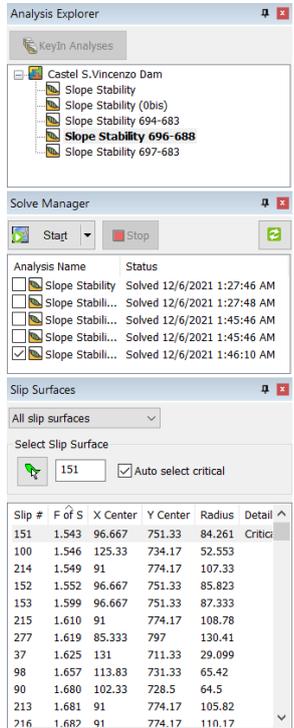
Select Slip Surface

231  Auto select critical

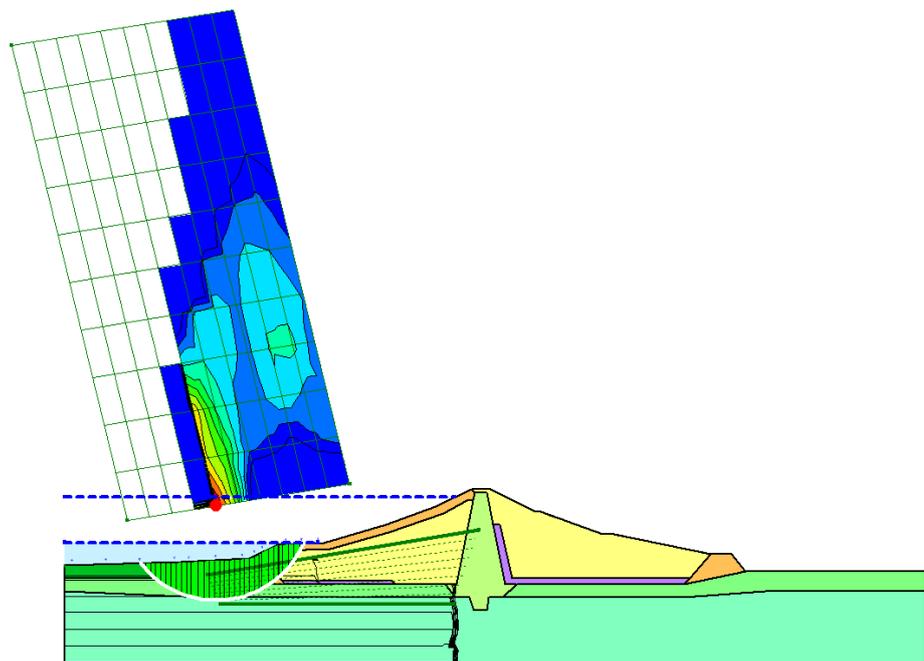
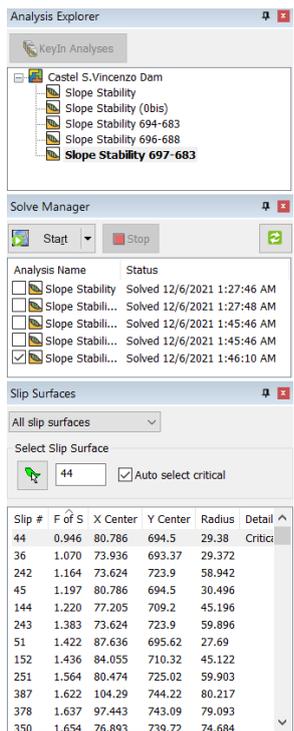
Slip #	F of S	X Center	Y Center	Radius	Detail
231	1.423	66.774	722.77	56.207	Critical
142	1.524	77.205	709.2	43.076	
43	1.547	80.786	694.5	28.226	
230	1.634	66.774	722.77	55.237	
141	1.665	77.205	709.2	41.949	
240	1.712	73.624	723.9	56.859	
42	1.732	80.786	694.5	27.038	
387	1.767	104.29	744.22	80.217	
52	1.792	87.636	695.62	29.029	
339	1.796	70.043	738.6	71.77	
486	1.816	100.71	758.92	94.917	
247	1.823	114.72	730.64	66.641	



**Figura 5-15: Invaso di Castel San Vincenzo. Verifiche di Stabilità Preliminari della Diga. Svasso rapido tra le quote 694 e 683 m slm**



**Figura 5-16: Invaso di Castel San Vincenzo. Verifiche di Stabilità Preliminari della Diga. Svaso rapido tra le quote 696 e 688 m slm**



**Figura 5-17: Invaso di Castel San Vincenzo. Verifiche di Stabilità Preliminari della Diga. Svaso rapido tra le quote 697 e 683 m slm**

### 5.5.3. CONCLUSIONI CIRCA L'UTILIZZABILITÀ DEGLI IMPIANTI ESISTENTI NEL NUOVO SCHEMA

Alla luce delle analisi svolte e dei risultati ottenuti, il comportamento delle opere appare compatibile con l'impiego delle stesse all'interno del nuovo schema di potenziamento dell'Impianto, pur con l'aggravio di sollecitazione legato all'applicazione di cicli di svaso e invaso molto ampi e molto più rapidi di quanto fino a oggi sperimentato dalle opere.

È necessario quindi prendere in considerazione con studi specifici gli effetti dei livelli di invaso massimi e minimi, e gli effetti della velocità di invaso e svaso.

Solo a seguito degli studi specifici di cui sopra potrà essere verificata la eventuale necessità di eseguire alcuni lavori di manutenzione straordinaria, come ad esempio un aumento della tenuta delle spalle e della fondazione nell'invaso di Montagna Spaccata o il riordino del paramento della Diga di Castel San Vincenzo.

Una integrazione più o meno estesa della rete di monitoraggio esistente potrà quindi essere prevista, nell'ambito e nei tempi compatibili con i nuovi lavori.

### 5.6. SOLUZIONE PROGETTUALE PROPOSTA – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – OPERE ELETTROMECCANICHE

Di seguito si riportano schematicamente le caratteristiche principali delle componentistiche elettromeccaniche che sono trattate in maniera più approfondita nel documento GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.133.00 - Impianti Elettromeccanici - Relazione tecnica a cui si rimanda per maggiori dettagli.

#### 5.6.1. TURBINE

##### 5.6.1.1. TURBINA A VELOCITÀ FISSA

Come detto in precedenza, nella Centrale di Pizzone è previsto che vengano installate due unità pompa-turbina di produzione GE Renewable Energy, di cui una a velocità fissa e una a velocità variabile.

L'asse delle turbine è collocato a quota 630 m.s.m.

Caratteristiche base della turbina a velocità fissa:

Numero di unità:	<b>1</b>
Tipo di pompa-turbina:	<b>Francis reversibile</b>
Velocità di rotazione:	<b>500 giri/minuto</b>
Asse macchina:	<b>630 m.s.m.</b>
<i>Modalità Turbina</i>	
Massima Potenza turbina (at runner shaft):	<b>153 MW</b>
Range di portata turbinabile:	<b>23,2 – 45 m<sup>3</sup>/s</b>
Range di prevalenza:	<b>353.7 – 386.8 m</b>
<i>Modalità Pompa</i>	
Assorbimento massimo(at runner shaft):	<b>147.0 MW</b>
Range di portata:	<b>28.8 – 36.0 m<sup>3</sup>/s</b>
Range di prevalenza:	<b>376 - 410 m</b>

##### 5.6.1.2. TURBINA A VELOCITÀ VARIABILE

Caratteristiche base della turbina a velocità variabile:

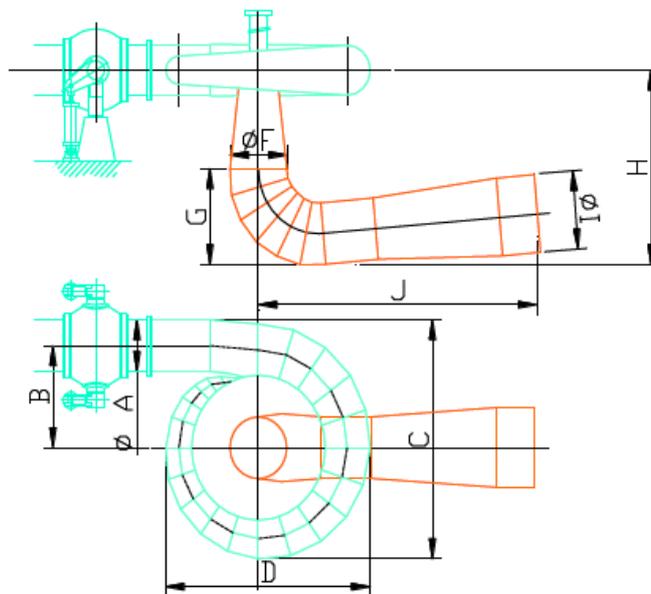
Numero di unità:	<b>1</b>
Tipo di pompa-turbina:	<b>Francis reversibile</b>
Velocità sincrona	<b>500 giri/min +/-7%</b>
Asse macchina:	<b>630 m.s.m</b>
<i>Modalità Turbina</i>	
Massima Potenza turbina (at runner shaft)::	<b>153 MW</b>

Range di portata turbinabile:	<b>22.4 – 45 m<sup>3</sup>/s</b>
Range di prevalenza:	<b>353.7 – 386.6 m</b>
<i>Modalità Pompa</i>	
Assorbimento massimo(at runner shaft):	<b>147.0 MW</b>
Range di portata:	<b>26.0 – 37.4 m<sup>3</sup>/s</b>
Range di prevalenza:	<b>376.8 – 410.0 m</b>

### 5.6.1.3. DIMENSIONI APPROSSIMATIVE DELLE TURBOPOMPE

La progettazione di una turbopompa comporta necessariamente un compromesso tra la dimensione della girante e la sommersenza della pompa che potranno essere aggiustate in una fase successiva del processo di ingegnerizzazione. La soluzione presentata dal costruttore rappresenta il miglior compromesso con le impostazioni progettuali effettuate. Nella tabella e nel disegno sotto riportato sono indicate le dimensioni delle due macchine in progetto.

Dimensioni [mm]	Turbina a velocità fissa	Turbina a velocità variabile
<b>A</b>	1920	1880
<b>B</b>	3520	3430
<b>C</b>	8180	7970
<b>D</b>	7330	7150
<b>F</b>	2330	2270
<b>G</b>	3650	3550
<b>H</b>	8000	7800
<b>I</b>	3880	3780
<b>J</b>	17000	16600



## 5.6.2. GENERATORI

### 5.6.2.1. GENERATORE A VELOCITÀ FISSA

Caratteristiche principali del generatore a velocità fissa:

Potenza nominale	177 MVA
Tensione nominale	18,5 kV
Fattore di potenza	0,85
Velocità nominale	500 rpm
Tipologia	sincrono / eccitatrice statica
Raffreddamento	acqua/aria
Reattanza subtransitoria	15%
Classe temperatura	B
Classe di isolamento	F
Velocità massima in overspeed	750 rpm

#### Dimensioni

Diametro dello statore: 9500 mm  
 Altezza totale del generatore: 7999 mm  
 Peso complessivo dello statore: 215 t  
 Peso complessivo del rotore: 255 t  
 Peso totale del generatore: 550 t  
 Statore e rotore verranno assemblati in cantiere.

### 5.6.2.2. GENERATORE A VELOCITÀ VARIABILE

Caratteristiche base generatore a velocità variabile:

Potenza nominale	177 MVA
Tensione nominale	18,5 kV
Fattore di potenza	0,85
Frequenza nominale	50 Hz
Tipologia	asincrono DFIM
Raffreddamento	acqua/aria
Reattanza subtransitoria	15%
Classe temperatura	B
Classe di isolamento	F
Velocità massima in overspeed	750 rpm

#### Dimensioni

Diametro dello statore: 9600 mm  
 Altezza totale del generatore: 6100 mm  
 Peso complessivo dello statore: 210 t  
 Peso complessivo del rotore: 280 t  
 Peso totale del generatore: 560 t

Il sistema di eccitazione è di tipo VSI (Voltage source inverter).

### 5.6.3. REGOLATORI DI VELOCITÀ

Ciascuna macchina sarà dotata di un regolatore di velocità e della relativa componentistica costituita da:

- Regolatore di velocità
- Sistema di controllo e posizionamento delle guide mobili (wicket gates)
- Centralina olio ad alta pressione
- Serbatoi olio e scambiatore.
- Sistema ad aria compressa e relativi serbatoi di accumulo
- Sistema di dewatering (svuotamento acqua).
- Sistema di rilevazione della sovravelocità.

- Sistema di fornitura di aria in pressione che includono i compressori, i filtri e gli essiccatori

Il funzionamento dovrà rispettare il codice di rete di AT di Terna.

In base alla differenza tra la velocità misurata e quella impostata, il sistema dovrà essere in grado di correggere tramite una elaborazione PID la posizione dell'attuatore per adattarsi alle richieste di regolazione.

La centralina oleodinamica è in comune con il sistema di gestione della valvola rotativa di macchina. Di seguito si riporta un disegno tipico della centralina oleodinamica.

#### 5.6.4. ORGANI DI CONTROLLO

##### 5.6.4.1. PARATOIE DI INTERCETTO DI MONTE

Il pozzo paratoie, dove sono alloggiare le due paratoie di intercettazione, si trova circa 200 m a valle della presa superiore dall'invaso di Montagna Spaccata.

Nella base e nelle pareti sono inseriti le intelaiature metalliche di supporto e scorrimento dei diaframmi delle due paratoie con dimensioni utili di 4000 mm x 4000 mm destinate ad intercettare la condotta di linea.

La paratoia di monte, a tenuta stagna, sarà del tipo a strisciamento, quella di valle sarà del tipo a saracinesca a ruote fisse. Il sistema sarà azionato da un cilindro idraulico e la movimentazione sarà trasmessa attraverso un sistema di leverismi.

A favore di sicurezza l'abbassamento avverrà per gravità, la chiusura avviene tramite il peso stesso e sotto il flusso dell'acqua.

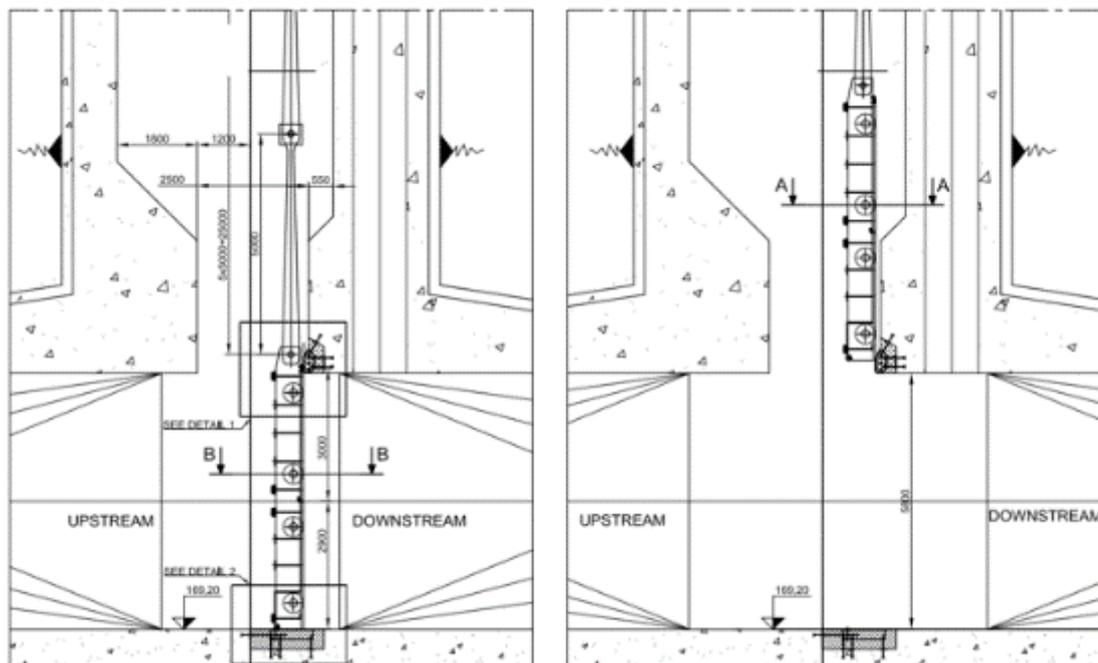


Figura 5-2. Tipico installazione paratoia nel pozzo paratoie

Nel pozzo piezometrico di monte sarà installata una ulteriore paratoia di intercettazione sulla condotta che consentirà di sezionare la tratta successiva, costituita dalla condotta forzata.

Si prevede di installare una paratoia a scorrimento su ruote 4,00 m x 4,00 m.

Nell'edificio di testa pozzo sarà installata una monorotaia con paranco per il sollevamento della paratoia.

#### **5.6.4.2. PARATOIE DI INTERCETTO DI VALLE**

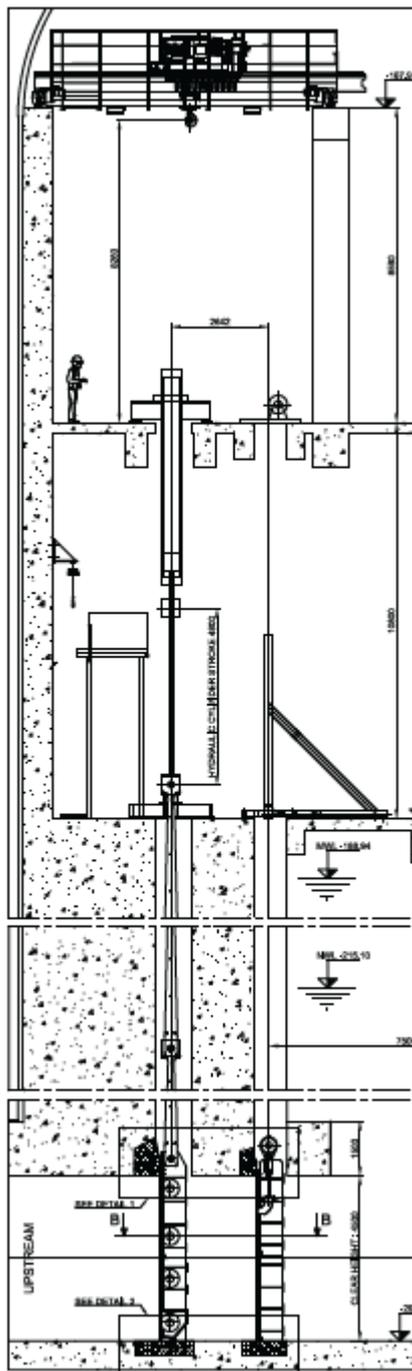
Le paratoie di intercetto di valle sono montate in uscita dalla nuova centrale Pizzone II, nel pozzo piezometrico di valle.

Sulle due condotte in ingresso al pozzo piezometrico costituite da tubazioni in acciaio con diametro di 4500 mm, sono inseriti le intelaiature metalliche di supporto e scorrimento dei diaframmi delle quattro paratoie con dimensioni utili di 4500 mm x 4500 mm destinate ad intercettare le due condotte di linea.

Le due paratoie installate su ogni linea hanno lo scopo di intercettare le linee in uscita dalle rispettive turbine. Per queste applicazioni sono previste delle paratoie del tipo a strisciamento per quelle di monte e con scorrimento su ruote per quelle di valle.

Il sistema è azionato da un gruppo oleodinamico con cilindro idraulico dedicato per ogni paratoia, la movimentazione è trasmessa attraverso un sistema di leverismi.

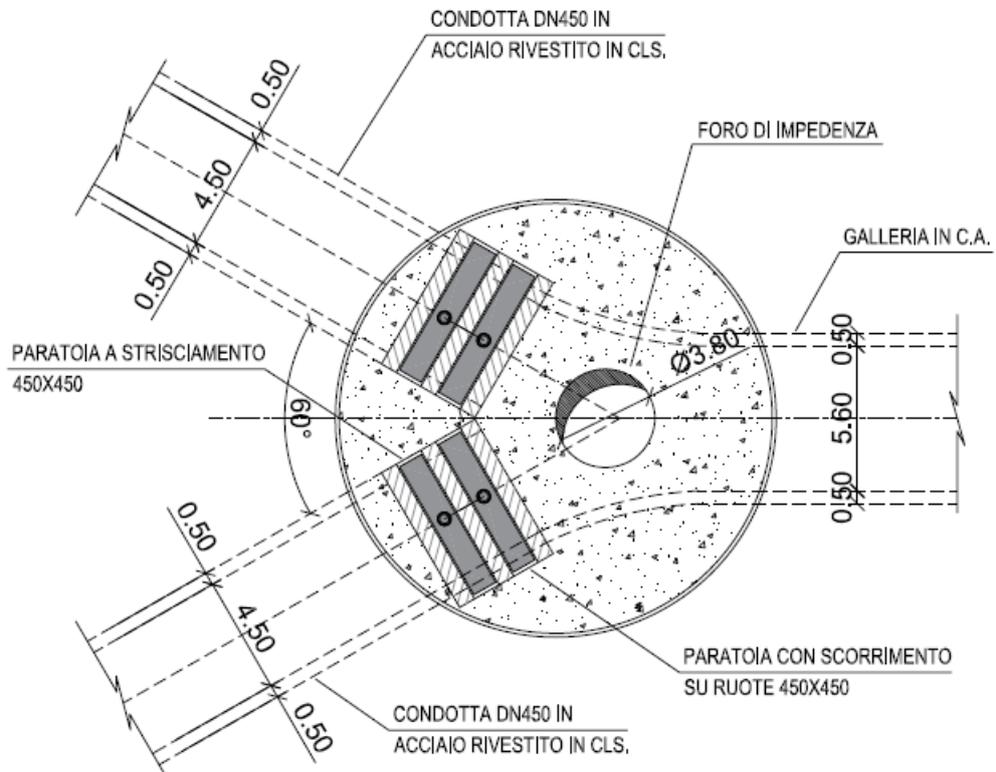
A favore di sicurezza l'abbassamento avverrà per gravità; la chiusura avviene tramite il peso stesso e sotto il flusso dell'acqua.



**Figura 5-4. Tipico paratoie e sistema di smontaggio**

A valle del pozzo piezometrico di valle, lungo la galleria di adduzione per lo scarico/aspirazione pompaggio dal bacino di Castel San Vincenzo all'interno di un nuovo manufatto, sarà alloggiata un'ulteriore paratoia di intercettazione.

La paratoia di intercettazione di valle sarà del tipo a scorrimento su ruote 4,00 m x 4,00 m.



**Figura 5-5. Vista in pianta delle sedi delle paratoie alloggiate sulle condotte di uscita dei gruppi 1 e 2 in corrispondenza del pozzo piezometrico di valle.**

#### **5.6.4.3. VALVOLA DI MACCHINA (MAIN INLET VALVE)**

Le valvole (2) ipotizzate per questo impianto, in funzione della portata e pressione di esercizio, saranno del tipo rotativo, a doppia tenuta.

Saranno movimentate tramite due servomotori a doppio effetto.

I due servomotori a doppio effetto sono azionati dalla centralina olio (HPU) del sistema di regolazione della velocità della turbina stessa (Governing System) e saranno in grado di operare per l'apertura e la chiusura anche in condizione di assenza di alimentazione elettrica (Chiudi Apri Chiudi) e sottoflusso.

La tenuta a valle è azionata automaticamente. La tenuta a monte è azionata manualmente solo per manutenzione; questa seconda tenuta è dotata di un dispositivo di bloccaggio meccanico per consentire le operazioni in completa sicurezza.

L'otturatore è bloccabile in posizione chiusa per mezzo di un dispositivo manuale, che può resistere alle forze del servomotore in caso di cattivo funzionamento.

- Diametro della valvola: compatibile con la turbina scelta, valori indicativi 1808 (turbina a giri fissi) – 1895 (turbina a giri variabili) mm
- Pressione di progetto: 410 m

La scelta del diametro della valvola è in accordo con il design della turbina (ingresso della cassa a spirale che in funzione della tipologia di turbina può essere 1808 o 1895 mm) e secondo criteri del costruttore che, in funzione della propria esperienza, definisce la velocità massima dell'acqua nella valvola stessa.

#### **5.6.5. SISTEMA DI SOLLEVAMENTO E MOVIMENTAZIONE APPARECCHIATURE PESANTI INSTALLATE IN CENTRALE**

Al fine di consentire la movimentazione in fase di montaggio e di manutenzione delle diverse apparecchiature o delle loro parti, nella galleria principale della Centrale è prevista la fornitura ed installazione di due carriponte a trazione elettrica, di caratteristiche identiche.

Le sequenze di installazione delle unità, ed in particolare dei generatori, prevedono la movimentazione di singole parti, di cui le più pesanti sono rappresentate dagli statori dei generatori, con un peso stimabile in 190/200 t.

Ogni carriponte sarà dotato di due paranchi a fune di sollevamento, di cui il principale per una portata di 120 t ed il secondario per una portata di 10 t.

I due carriponte potranno lavorare in tandem correndo sulle medesime rotaie, consentendo di sollevare e movimentare equipaggiamenti pesanti fino a 220 t.

Ogni carriponte potrà scorrere sulle rotaie per una lunghezza di circa 80 m.

## 5.7. SOLUZIONE PROGETTUALE PROPOSTA – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – OPERE ELETTRICHE

Di seguito si riportano schematicamente le caratteristiche principali opere elettriche che sono trattate in maniera più approfondita nel documento *GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.176.00 - Impianti Elettrici - Relazione tecnica* a cui si rimanda per maggiori dettagli.

### 5.7.1. GENERALITÀ

Il sistema elettrico comprenderà tutti i componenti e le apparecchiature necessarie a realizzare quanto di seguito indicato:

- produzione di energia elettrica;
- alimentazione dei sistemi elettrici ausiliari;
- protezione dei singoli componenti dell'impianto;
- regolazione, controllo locale e remoto, supervisione dell'impianto;
- evacuazione verso la RTN a 220 kV della potenza generata tramite l'impianto d'utente costituito dalla sottostazione di trasformazione e dall'elettrodotto aereo in alta tensione di collegamento alla SE di Terna.

Il sistema elettrico sarà progettato nel rispetto delle Norme CEI applicabili e in vigore quali Norma CEI 64-8 per gli impianti di bassa tensione (fino a 1000 V), Norma CEI 64-20 per gli impianti in galleria, Norma CEI 61936-1 per gli impianti in media ed alta tensione, Norma CEI 50522 per gli impianti di messa a terra, Norma CEI EN 62305 per la protezione contro i fulmini, Norma CEI 60079-14 per le installazioni in aree classificate.

I gruppi di generazione avranno caratteristiche idonee a funzionare in parallelo con la rete di trasmissione nazionale nel rispetto del Codice di rete di Terna.

### 5.7.2. SOTTOSTAZIONE UTENTE (SSU) DI CONNESSIONE CENTRALE ALLA LINEA AEREA DI COLLEGAMENTO ALLA STAZIONE TERNA

All'esterno della centrale, in apposita area dedicata, sarà installata la sottostazione elettrica (SSU) a 220 kV per la connessione alla linea aerea proveniente dalla Stazione Terna. Questa sottostazione sarà di nuova costruzione, ad isolamento in gas SF<sub>6</sub> (sistema GIS), composta da un arrivo linea aereo, un sistema isolato in gas con n.1 stallo arrivo linea e n. 3 stalli partenze linee in cavo alta tensione per la connessione alla centrale idroelettrica.

Due linee in cavo AT si attesteranno sui trasformatori elevatori AT/MT (step-up) dei gruppi di generazione, mentre la terza linea si attesterà sul trasformatore AT/MT di alimentazione dei servizi ausiliari di centrale.

Da codesta sottostazione si deriverà una linea aerea in AT a 220 kV per il collegamento alla sottostazione utente (SSU).

Nella stazione sarà previsto un unico fabbricato, ubicato in corrispondenza dell'ingresso, e sarà a pianta rettangolare con dimensioni 12 x 35 metri con altezza fuori terra di circa 7 m e sarà destinato a contenere il sistema GIS, il trasformatore dei servizi ausiliari, i quadri di protezione e controllo, i servizi ausiliari, i telecomandi.

Il suddetto fabbricato sarà realizzato con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiforati intonacati; i serramenti saranno di tipo metallico.

La finitura esterna sarà realizzata in intonaco di colore verde chiaro.

La copertura del fabbricato sarà realizzata con un tetto piano. La impermeabilizzazione del solaio sarà eseguita con l'applicazione di idonee guaine impermeabili in resine elastometriche. Particolare cura verrà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla legge n.373 del 4.4.75 e successivi aggiornamenti, nonché alla legge n.10 del 9.1.91.

L'edificio sarà servito da impianti tecnologici quali: illuminazione, condizionamento, antintrusione, ecc.

La stazione sarà opportunamente recintata e munita di accessi conformi alla normativa vigente.

### 5.7.3. EDIFICIO SERVIZI

Nei pressi del tornante della strada di accesso in progetto al nuovo piazzale sarà collocato l'edificio ad uso servizi e per l'alimentazione dei sistemi ausiliari esterni alla centrale in caverna.

Il fabbricato sarà a pianta rettangolare con dimensioni 13,20 x 23 metri con altezza fuori terra di circa 4,20 m e sarà destinato a contenere locali vari ad uso servizi (es. spogliatoi, uffici), i quadri di MT, il locale BT con il quadro servizi e il quadro power center, il gruppo elettrogeno, il locale di telecontrollo, il trafo MT/BT e un deposito.

Il suddetto fabbricato sarà realizzato con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiforati intonacati; i serramenti saranno di tipo metallico.

La finitura esterna sarà realizzata in intonaco di colore verde chiaro.

#### **5.7.4. ELETTRDOTTO A 220 KV VERSO STAZIONE TERNA**

Dalla sottostazione utente (SSU) si deriverà un elettrodotto verso la Stazione Terna per la connessione alla RTN, escluso dal presente progetto. Si rimanda ad altro pacchetto documentale disponibile presso la committenza.

### **5.8. SOLUZIONE PROGETTUALE PROPOSTA – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – IMPIANTI ACCESSORI DI SERVIZIO**

I sistemi di produzione energia nel loro complesso di apparecchiature accessorie e la conformazione degli ambienti scavati e/o interrati (centrale in caverna e gallerie di accesso e servizio), comportano un oculato studio dei processi di funzionamento e dell'utilizzo delle varie aree che verranno di conseguenza trattate in modo differenziato ma complementare.

All'interno della centrale in caverna troveranno posto i sistemi di turbinaggio e di pompaggio, oltre che i trasformatori elettrici e tutti gli impianti ausiliari a servizio degli stessi. Non si conosce ancora il dettaglio delle apparecchiature che verranno installate, ma è ragionevole pensare, ad esempio, che le stesse debbano essere dotate di specifici sistemi di raffreddamento.

Non verrà trattata in questa fase specifica la progettazione di dettaglio degli impianti accessori, ma nel seguito si vogliono riportare i punti salienti e le principali criticità e soluzioni che dovranno essere sviluppate quando saranno disponibili tutte le informazioni necessarie.

Il progetto, in particolare, include i seguenti impianti accessori:

- Sistema di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria
- Sistema di fornitura acqua servizi e di acqua di raffreddamento
- Sistema di protezione antincendio
- Sistema per aria compressa a bassa pressione
- Sistema di trattamento dell'olio
- Sistema di drenaggio e svuotamento acqua turbine

Si rimanda alla GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.133.00 per ulteriori dettagli.

### **5.9. CANTIERIZZAZIONE**

#### **5.9.1. CRITERI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE**

Il piano di cantierizzazione per realizzare la complessa opera in progetto viene sviluppato al fine di garantire la migliore soluzione tecnica ed ambientale nelle condizioni, modalità e tempi previsti. Per ottimizzare l'esecuzione dei lavori e allo stesso tempo minimizzare gli impatti negativi sul territorio e sulla rete stradale esistente, il Programma dei Lavori ed il Sistema di Cantierizzazione si basano sull'ipotesi di affrontare le lavorazioni su diversi fronti operativi.

L'organizzazione ed il dimensionamento di ogni cantiere si basa sulla tipologia d'opera o di opere che ognuno di esso dovrà servire, sui caratteri geometrici delle stesse opere, sulle scelte progettuali e di costruzione.

Nell'individuare le aree da adibire ai cantieri, si è tenuto conto dei seguenti requisiti:

- dimensioni areali sufficientemente vaste;
- prossimità a vie di comunicazioni importanti o strade adeguate al transito dei mezzi pesanti;
- preesistenza di strade minori per gli accessi, onde evitare il più possibile la realizzazione di nuova viabilità di servizio;

- buona disponibilità idrica ed energetica;
- adiacenza alle opere da realizzare;
- vincoli e prescrizioni limitative dell'uso del territorio (da P.R.G., Piano Paesistico, vincoli archeologici, naturalistici, idrogeologici, ecc.);
- morfologia (evitando, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente acclivi in cui si rendano necessari consistenti lavori di sbancamento o riporto);
- esclusione di aree di rilevante interesse ambientale, laddove possibile.

### 5.9.2. CARATTERISTICHE GENERALI DELLE AREE DI CANTIERE

Per realizzare le opere è necessario prevedere strutture operative adeguate la cui entità varia in relazione al tipo ed alle dimensioni delle opere da realizzare. Nel caso in esame, in particolare nei cantieri per lavori in sotterraneo, predominanti nell'opera in oggetto, l'allestimento di cantiere previsto si divide in:

- attrezzature a cielo aperto;
- attrezzature sotterranee.

Le attrezzature a cielo aperto sono strutture generali e le installazioni tecniche esterne, quali:

- Uffici tecnici amministrativi per la conduzione e la direzione dei lavori;
- Spogliatoi e servizi igienici;
- Officina: essa deve essere adeguata al complesso parco mezzi necessario (jumbo, perforatori, dumper, macchine per la messa in opera di spritz beton, martelloni, ecc.);
- Stazione di rifornimento per automezzi con motore diesel;
- Alimentazione (aria compressa, acqua, energia elettrica);
- Impianto di betonaggio;
- Depositi per materiali di consumo quali gasolio, lubrificanti, ricambi, ecc., e per materiali da costruzione, quali cemento, inerti, centine, armature, barre, ecc.;
- Cassoni per la raccolta dei rifiuti (es. legno, ferro, imballaggi misti, ecc.);
- Gru per carico/scarico materiale;
- Impianto di lavaggio delle attrezzature;
- Impianti di separazione e depurazione delle acque di deflusso provenienti dalla galleria, dall'impianto di betonaggio, di frantumazione e lavaggio mezzi;
- Ventilatori d'aerazione del cantiere di scavo;
- Impianto di alimentazione energia elettrica, aria compressa ed acqua di processo;
- Pompaggio (pompe sommerse e tubazioni fisse per l'allontanamento delle acque di percolazione delle gallerie).

Tutte le aree di cantiere saranno attrezzate con baraccamenti per l'alloggiamento delle maestranze, uffici e i servizi logistici necessari per il funzionamento del cantiere.

Le attrezzature sotterranee, relative alla realizzazione delle gallerie naturali ed artificiali, sono invece, le installazioni tecniche relative allo scavo in avanzamento, quali perforatrici a roto-percussione (jumbo), chiodatrici, dumper, escavatori; le installazioni tecniche relative all'alimentazione di energia elettrica, acqua, aria compressa ed aerazione del cantiere di scavo; i sistemi di trasporto per materiale di scavo, calcestruzzo, betoncino proiettato e materiale da costruzione, ecc.; le installazioni tecniche per il rivestimento quali casseri, armature, macchine per la messa in opera di betoncino proiettato.

Tutti i cantieri sono previsti opportunamente recintati e protetti (barriere, metalliche, ecc.), per evitare possibili accessi di persone e mezzi, estranei alle attività di cantiere. Le aree di cantiere, al termine dei lavori in oggetto, dovranno essere ripristinate mediante lo smontaggio e la rimozione dei prefabbricati, la demolizione delle opere in cemento armato e l'eventuale asfaltatura, la rimozione delle reti interrato e la stesa del terreno vegetale (ove

previsto), ripristinando i luoghi. La sistemazione degli stessi sarà concordata con gli enti interessati e comunque in assenza di richieste specifiche si provvederà al ripristino, per quanto possibile, come nello stato ante operam.

Per l'alimentazione delle aree di cantiere si fruirà della rete elettrica esistente; laddove non possibile, verranno installati generatori nelle aree di cantiere.

### 5.9.3. AREE DI CANTIERE

Le aree di cantiere previste attualmente sono le seguenti:

- Area in prossimità opera di presa di monte nei pressi del lago della Montagna Spaccata (Area n. 1)
- Area in prossimità zona parcheggi dighe Montagna Spaccata (Area n. 2)
- Area ingresso galleria pozzo piezometrico superiore (Area n. 3)
- Area cantiere strada collegamento con tornante 10 (Area n. 4)
- Area ingresso principale centrale di Pizzone (Area n. 5)
- Area in prossimità abitato di Pizzone (Area n. 6)
- Area in prossimità lago Castel San Vincenzo (Area n. 7)
- Area in prossimità scavo galleria inferiore (Area n. 8)

Le aree di cantiere più significative saranno essenzialmente quelle prospicienti le gallerie di accesso e quella per il bacino di monte.

In linea di massima le aree di cantiere all'imbocco delle gallerie saranno pavimentate ed attrezzate con:

- Ventilatori silenziati (con emissioni entro i parametri di legge) sulla finestra di imbocco;
- Cabina elettrica di trasformazione da utenza in loco in MT o BT;
- Gruppo di elettrocompressori silenziati per fornitura d'aria compressa ai fronti di scavo e getto;
- Impianto di trattamento acque reflue provenienti dagli scavi con recapito in corpo idrico recettore nelle vicinanze;
- Servizi igienici per il personale di cantiere;
- Aree di deposito per materiali (centine, bulloni, ecc.) e TRS
- Aree deposito rifiuti;
- Serbatoi di gasolio;
- Ecc.

Il cantiere principale sarà l'Area n. 5, da realizzare in prossimità dell'abitato di Pizzone, in corrispondenza dell'imbocco delle gallerie di servizio della centrale in caverna. Come si evince dagli elaborati di progetto, il portale di ingresso della galleria di accesso al pozzo piezometrico di valle sarà a quota +705.30 m s.l.m.. Ad esso si potrà accedere sfruttando la viabilità esistente. Il portale di accesso della galleria a servizio diretto della centrale in caverna, invece, sarà a quota +697 m s.l.m.. La galleria sarà raggiungibile attraverso un nuovo piazzale creato anch'esso a quota +697 m s.l.m. ed accessibile dalla viabilità esistente attraverso una nuova pista di accesso permanente avente una pendenza del 5% e sostenuta da terre rinforzate a paramento vegetato.

Il piazzale di progetto sarà in fase di cantiere, interno all'Area n. 5, ed equipaggiato con:

- Baie di stoccaggio temporanee del materiale di risulta dalle attività di scavo;
- Piazzola lavaruoote;
- Pesa per automezzi.

Ai piedi della rampa di nuova costruzione verrà allestita un'area dedicata dove saranno allestiti i baraccamenti gli uffici e i servizi logistici necessari per il funzionamento del cantiere.



**Figura 5-18: Area di cantiere n. 5 nei pressi del Comune di Pizzone**

Le aree di cantiere n. 1, n. 3 e n. 7 saranno le principali aree a servizio rispettivamente dell'opera di presa, del pozzo piezometrico di monte e dell'opera di restituzione.

All'area n. 1 si accederà attraverso la viabilità esistente. Per l'accesso all'area di cantiere n. 3 verrà realizzata una nuova strada di progetto. Nei pressi del tornante 10 della S.P. di Pizzone sarà ubicato il piazzale di partenza della strada di accesso, di dimensioni pari a 20 m x 20 m, realizzato con uno spessore di 50 cm di misto stabilizzato. La strada, larga 10 m e di lunghezza pari a circa 540, verrà realizzata in rilevato e sarà costituita da 50 cm di misto stabilizzato, con pendenza pari al 3.68%. Essa collegherà il primo piazzale, a quota +972,78 msm, con un secondo piazzale, di dimensioni 20 m x 50 m, a quota +991,13 msm, da cui è previsto l'imbocco della galleria.



**Figura 5-19: Ubicazione della nuova strada di accesso al pozzo piezometrico di monte nei pressi del tornante 10 della S.P. di Pizzone.**

Le aree n. 2, n. 4 e n. 8 sono aree aggiuntive a servizio rispettivamente dell'Area n. 1, dell'Area n. 4 e dell'Area n. 7, utili per l'eventuale deposito temporaneo di materiale derivante dalle attività di scavo, stoccaggio attrezzature e aree di ricovero mezzi.

Per quanto concerne l'Area n. 6 (che complessivamente ricopre un'area di circa 3 ha), essa sarà la principale area di deposito del materiale derivante dagli scavi e delle opere elettromeccaniche.

Infine, nelle aree di cantiere n. 1, n. 3 e n. 5 verranno installati impianti per la produzione di inerti per calcestruzzo.

Tra le tipologie di ricollocazione e riutilizzo ipotizzate, allo stato attuale, si considera infatti anche il reimpiego delle rocce calcaree come inerti per il confezionamento dei calcestruzzi da impiegare nella realizzazione delle opere quali, a titolo di esempio, rivestimento delle gallerie e della caverna, formazione delle fondazioni degli impianti e altri manufatti analoghi.

Per ulteriori informazioni si rimanda ai paragrafi successivi e agli elaborati grafici progettuali.

#### **5.9.4. COMPONENTI DEL CANTIERE**

In linea di massima le componenti previste sono:

- Recinzione (Attrezzatura minima per ogni area di cantiere)
- Edificio guardiania e servizi di sicurezza (Attrezzatura minima per ogni area di cantiere)
- Parcheggio e parco macchine di servizio (Attrezzatura minima per ogni area di cantiere)
  1. Zona di servizio
  2. Uffici della DL e della Committenza
  3. Uffici dell'impresa
  4. Servizi igienici, spogliatoi e docce degli uffici
  5. Infermeria/Primo soccorso con servizio medico e/o infermieristico
  6. Zona di ristoro
- Area tecnica
  1. Deposito e ufficio topografia
  2. Laboratorio terre
  3. Laboratorio calcestruzzi
  4. Deposito carote e campioni

5. Magazzini equipaggiamenti e materiali diversi
6. Deposito casseforme
7. Serbatoio acqua per usi civili
8. Cassoni rifiuti
- Manutenzione macchine operatrici
  1. Officina
  2. Deposito pezzi di ricambio
  3. Serbatoio carburante
  4. Parcheggio mezzi d'opera
- Impianti
  1. Impianto di trattamento dei materiali provenienti dagli scavi
  2. Deposito temporaneo materiali da scavi da trattare
  3. Deposito temporaneo materiali da scavi trattati da mettere in opera
  4. Silo acqua lavaggi materiali da costruzione
  5. Impianto di betonaggio
  6. Silo cemento
  7. Deposito inerti
  8. Silo acqua per impasti
  9. Area di deposito e lavorazione dei ferri di armatura
  10. Impianto di produzione dei neri
  11. Deposito bitumi
  12. Deposito inerti e additivi per conglomerato bituminoso
- Sistemi e servizi generali
  1. Comunicazione
  2. Illuminazione, impianti elettrici e di messa a terra
  3. Generatore di emergenza
  4. Serbatoio carburante del generatore
  5. Potabilizzazione idrica
  6. Trattamento liquami
  7. Raccolta differenziata dei rifiuti
- Depositi ed aree di prestito
  1. Deposito rifiuti
  2. Deposito materiali provenienti dagli scavi da riutilizzare
  3. Deposito del terreno vegetale da riutilizzare nelle finiture

#### **5.9.5. GALLERIE DI ACCESSO**

La sezione di gallerie di accesso alle aree di lavoro risulterà equipaggiata di:

- Tubi di ventilazione in calotta;
- Tubi per acqua;
- Tubi per aria compressa;
- Cavi di illuminazione;
- Ecc.

Per lo scavo delle gallerie si prevede di utilizzare frese puntuali o materiale esplosivo.

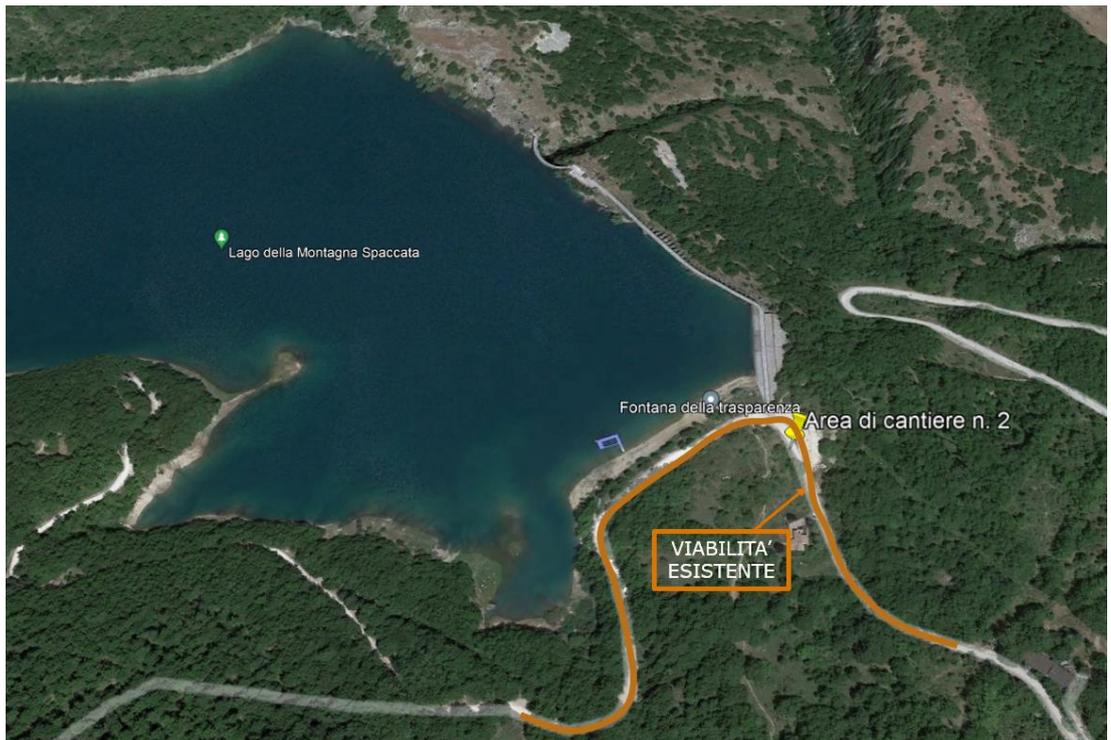
#### **5.9.6. VIABILITA'**

Al fine di raggiungere le varie aree di cantiere necessarie per la realizzazione dell'impianto, per limitare gli impatti sul territorio, si prevede di fruire principalmente della viabilità esistente, in modo da consentire sia il transito dei mezzi di cantiere che, una volta terminati i lavori, il raggiungimento delle diverse opere dell'impianto per gli interventi di ispezione e manutenzione.

Nelle figure seguenti si mostrano le vie di accesso alle diverse aree di cantiere.



**Figura 5-20: Viabilità di accesso all'area di cantiere n. 1**



**Figura 5-21: Viabilità di accesso all'area di cantiere n. 2**

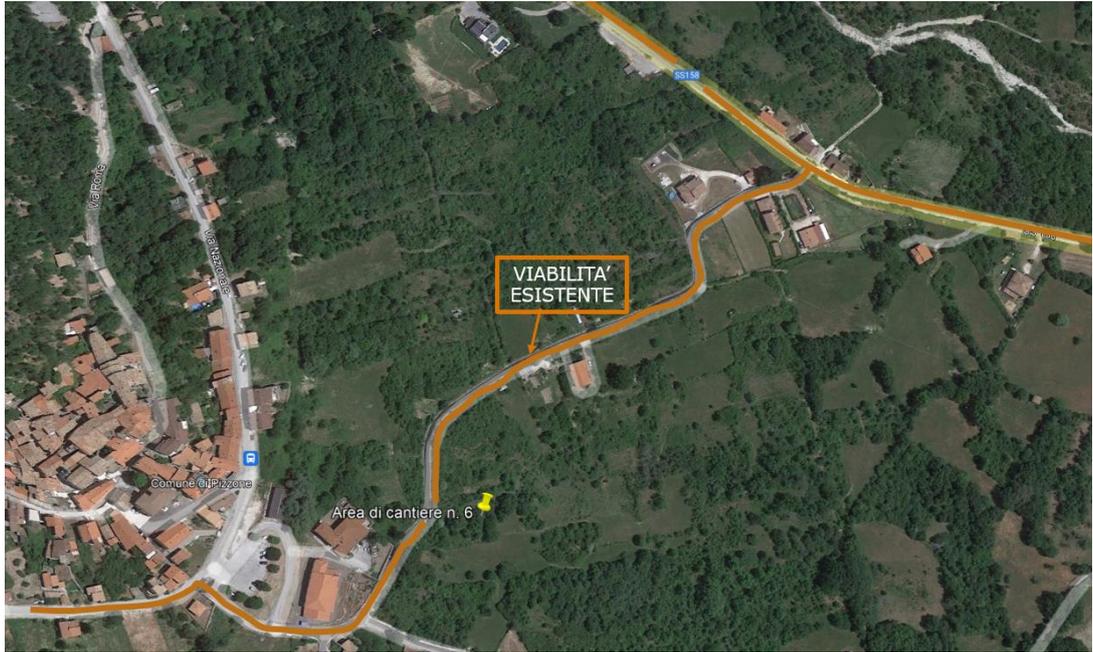
In corrispondenza delle aree di cantiere n. 3 e n. 4, come anticipato nei precedenti Capitoli, è prevista la realizzazione di una strada, connessa al Tornante 10, per l'accesso alle gallerie a servizio del pozzo piezometrico di monte.



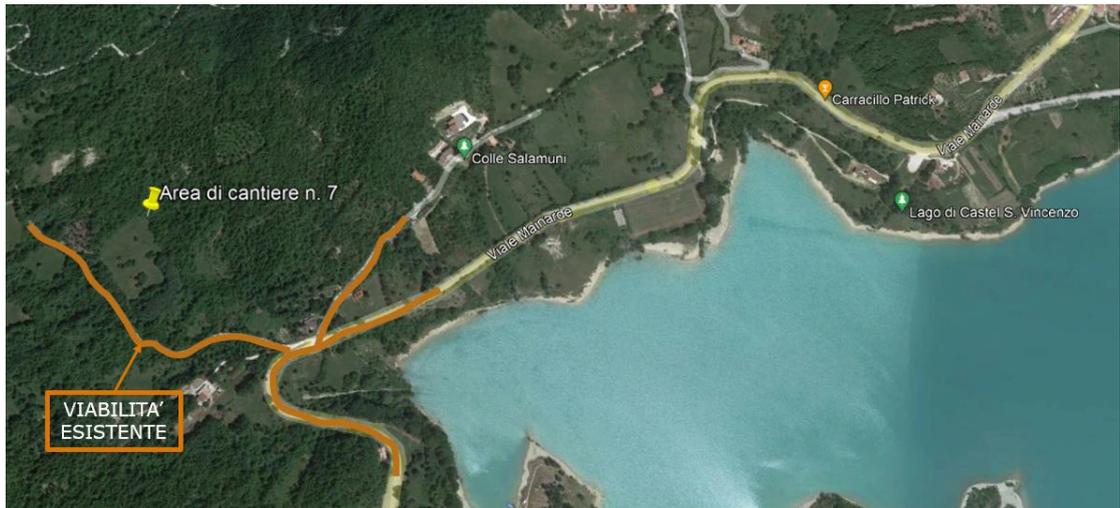
**Figura 5-22: Viabilità di accesso alle aree di cantiere n. 3 e n. 4**



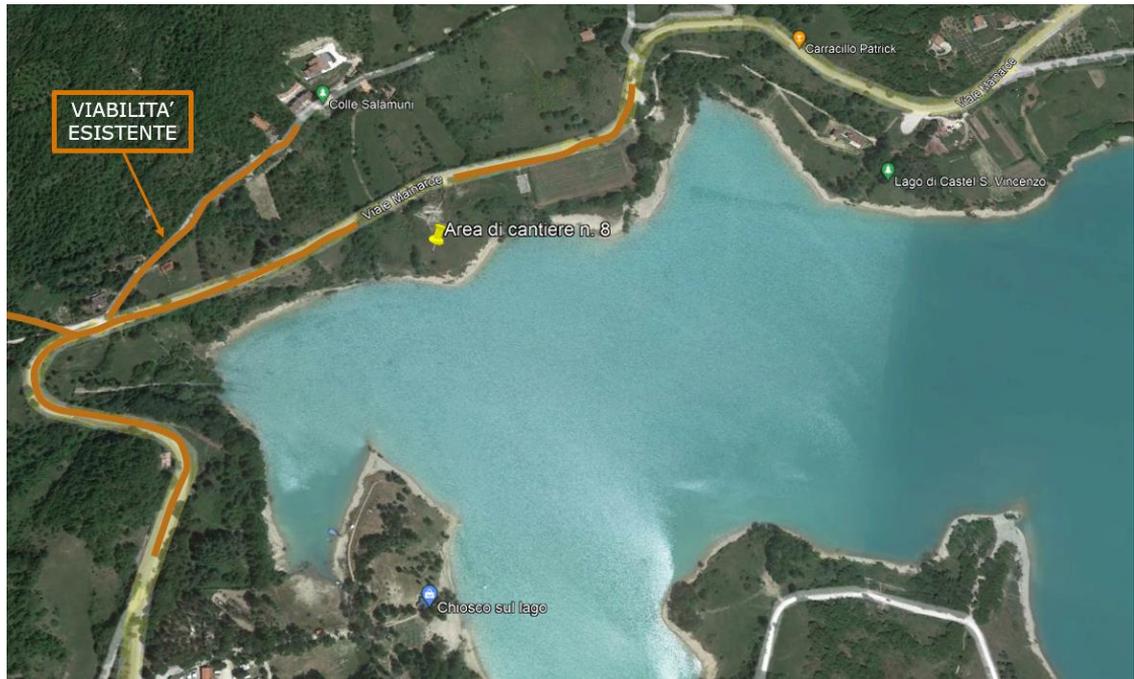
**Figura 5-23: Viabilità di accesso all'area di cantiere n. 5**



**Figura 5-24: Viabilità di accesso all'area di cantiere n. 6**



**Figura 5-25: Viabilità di accesso all'area di cantiere n. 7**



**Figura 5-26: Viabilità di accesso all'area di cantiere n. 8**

### **5.9.7. AREE DI DEPOSITO PERMANENTE DEL MATERIALE DERIVANTE DALLE ATTIVITA' DI SCAVO**

Allo stato attuale della progettazione, come si evince nei precedenti Capitoli e delineato nella relazione tecnica relativa alla gestione del materiale di scavo, non è possibile stimare il quantitativo di materiale che potrebbe essere destinato a diverse tipologie di reimpiego.

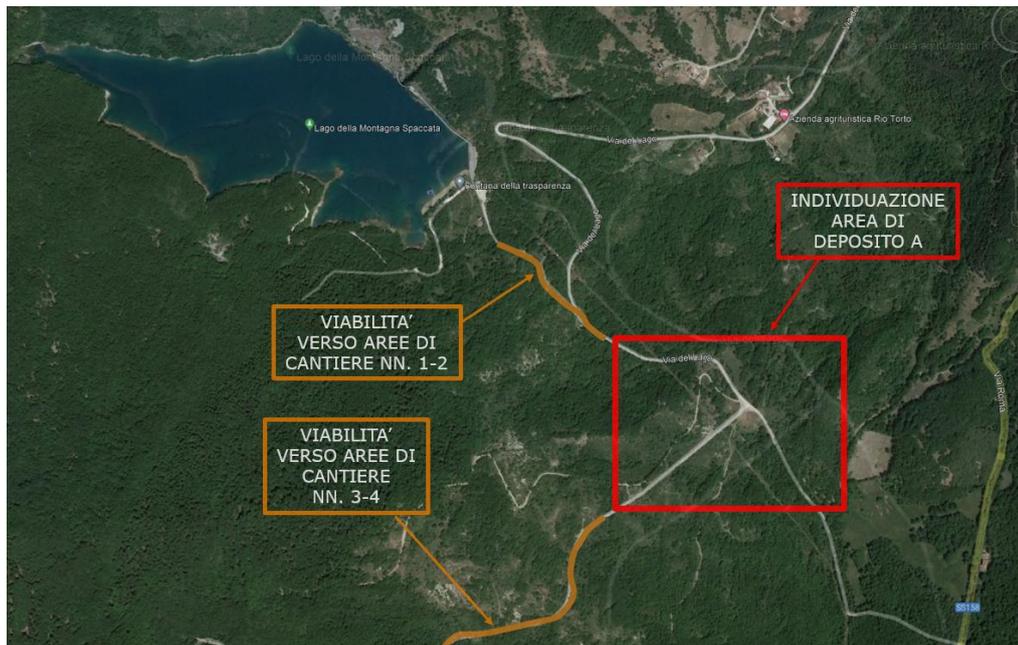
Sono state individuate alcune potenziali aree in cui sarebbe possibile accumulare del materiale in modo permanente con impatto minimo, se non addirittura con qualche beneficio. Si tratta in particolare di:

- 1) Area all'incrocio tra la strada che porta al Lago di Montagna Spaccata e quella che porta alla Località Pianoro Campitelli (Area A, Figura 5-27).
- 2) Aree di erosione attiva, lungo la valle che scende da Montagna Spaccata verso Pizzone (Aree B e C, Figura 5-28).
- 3) Area tra il Tornante 10 e l'imbocco delle gallerie di servizio e accesso al pozzo piezometrico di monte e alla galleria principale (Area D, Figura 5-29).

L'area A si trova poco prima di arrivare al Lago di Montagna Spaccata ed è costituita da un ampio anfiteatro, piuttosto aperto e spazioso. Nel suo complesso l'area è suddivisa in 2 sotto aree. Quella di monte è piccola e consente un accumulo modesto, sui 10-20000 m<sup>3</sup>, senza alzarsi troppo di quota. A valle della strada che punta a Ovest, l'area digrada dolcemente verso SE. Durante l'ispezione si è osservato un certo ristagno d'acqua, specie lungo la pista. È pensabile qui realizzare 2-3 gradoni a creare una scalonata lungo la linea di massima pendenza. L'impiego di tecnologie in terra rinforzata a paramento vegetato consente di realizzare il sostegno adeguato, conferire stabilità e allo stesso tempo generare una rimodellazione del terreno che in genere è accettata in ambienti di alto pregio naturale e paesaggistico (Valle d'Aosta, Trentino Alto-Adige, Montagne del Veneto e della Lombardia, per fare solo qualche esempio). Questi rilevati possono essere realizzati con piantumazioni mirate o resi adatti allo sviluppo spontaneo della vegetazione.

Questa zona appare particolarmente adatta all'accumulo, in quanto molto prossima al fronte di scavo settentrionale, Fronte di Montagna Spaccata, e praticamente all'uscita dalla zona di Cantiere, per cui il materiale generato da questo fronte troverebbe dimora al limite dell'area di cantiere, senza necessità di generare aggravio di traffico nella rete stradale. Inoltre, potrebbe essere raggiunto attraverso le piste interne al parco, per smaltire ove non fosse possibile un deposito alternativo, gli scavi provenienti dai fronti 3 e 4.

Quest'area è esterna al Parco.



**Figura 5-27: Individuazione area di deposito permanente A**

Una ulteriore possibile zona di deposito, esterna al parco, si trova lungo la valle che porta dal Lago di Montagna Spaccata verso l'abitato di Pizzone, dove una parte dei materiali scavo potrebbe essere utilizzata per stabilizzare e rimodellare zone di dissesto ed erosione attive. Un limite all'impiego di tali zone appare rappresentato dal fatto che appaiono non facili da raggiungere. Questa possibilità potrebbe essere indagata più a fondo con ispezioni mirate.

Anche in questo caso, l'impiego di terra rinforzata a paramento vegetato consentirebbe di ottenere buoni risultati e promuovere attraverso l'inverdimento, un processo di stabilizzazione in modo naturale.

Le informazioni al momento disponibili non consentono di fornire stime delle potenziali quantità accumulabili.



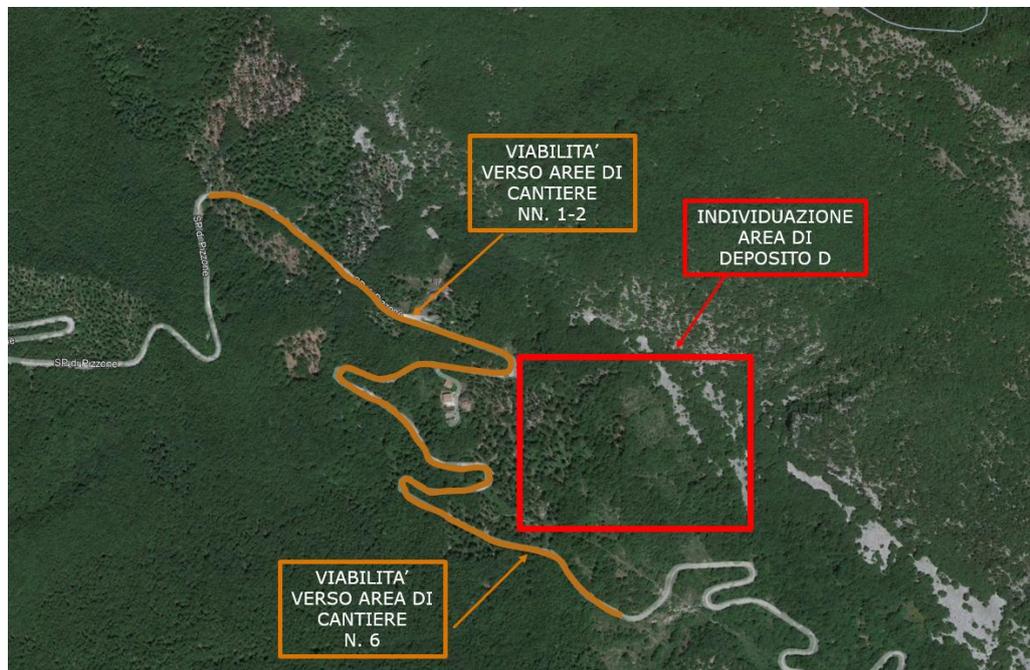
**Figura 5-28: Individuazione aree di deposito permanente B-C**

L'area D si trova all'uscita dei Tunnel 3 e 4 e si stacca al Tornante 10 della strada che porta dall'abitato di Pizzone alla Località Valle Fiorita. La zona mostra sofferenze, con ruscellamento

diffuso, alcuni segni di dissesto e una vegetazione più rada e disordinata che nelle zone circostanti. La possibilità di formare con il materiale di risulta di fronti di scavo, peraltro di pregio, un rilevato, con elementi di ritegno in terra rinforzata a paramento vegetato (tipo Textomur), una adeguata rete di drenaggio superficiale e profondo, potrebbe stabilizzare il pendio, e consentire di rivegetare più fittamente il bosco incrementando l'effetto stabilizzante. Ciò consentirebbe inoltre di minimizzare il traffico attraverso zone sensibili, come verso l'abitato di Pizzone per conferire all'area di cantiere n. 6, o attraverso il parco, per conferire all'area di monte.

È pensabile che le aree di deposito, che saranno terrazzate, debbano essere ritagliate nella vegetazione, eliminando prevalentemente piante o vegetazione sofferenti o in zone di sofferenza, e mantenendo gli alberi più sani e importanti. In questo modo la capacità di accumulo ne verrebbe in parte a soffrire. L'area interessata, stimata su Google Earth è nell'ordine dei 25-35 000 m<sup>2</sup>, da cui si potrebbe pensare di accumulare almeno 50-60 000 m<sup>3</sup>, con altezze di rilevato mediamente modeste.

Quest'area è interna al Parco.



**Figura 5-29: Individuazione area di deposito permanente D**

Le aree di cui sopra (A - B - C - D) saranno oggetto di occupazione temporanea; le particelle interessate saranno confermate e verificate in una fase successiva della progettazione.

#### **5.9.8. RECUPERO E MANUTENZIONE AREE BOScate A SEGUITO DEI LAVORI**

Si propone una sintesi tabellare delle superfici boscate che saranno oggetto di taglio a raso di sgombero, suddivisi per opera compiuta (cantiere, viabilità), aree potenzialmente recuperabili a bosco mediante interventi agronomici e forestali, aree non recuperabili a bosco (superfici pavimentate, scarpate con terre armate, ecc.): valori stimati. L'area di cantiere 5, interessata dalla costruzione del nuovo piazzale in progetto, sarà recuperata e ripiantumata parzialmente al netto della superficie occupata dal piazzale stesso.

Intervento	Bosco a taglio di sgombero (mq)	Aree recuperabili (mq)	Aree non recuperabili (mq)
Area di Cantiere 1	14.500	14.500	0
Area di Cantiere 2	3.100	3.100	0
Area di Cantiere 3	11.700	11.700	0

Area di Cantiere 4	2.400	2.400	0
Area di Cantiere 5	19.100	7.100	12.000
Area di Cantiere 6	9.000	9.000	0
Area di Cantiere 7	28.900	28.900	0
Area di Cantiere 8	0		0
Pista tra Cantiere 3 e 4	15.700	5.700	10.000
Pista per Cantiere 7	8.800	4.000	4.400
<b>Sommano mq</b>	<b>113.200</b>	<b>98.400</b>	<b>14.400</b>

**Tabella 5: Sintesi aree da sottoporre a taglio boschivo, non recuperabili**

Al fine del recupero delle aree boscate è prevista la stesa e modellazione di uno strato di 30 cm di terra di coltivo a seguito dei lavori e preventivamente alla ripiantumazione di alberi appartenenti a varie specie autoctone. Si rimanda alla relazione forestale per la specifica sulle tipologie arboree presenti nelle singole aree di cantiere.

Nella seguente tabella si propone una sintesi del quantitativo di alberi oggetto di taglio e del numero di alberi che saranno piantumati a seguito degli interventi per il ripristino delle suddette aree.

Area cantiere	Numero alberi tagliati	Numero alberi piantumati
Area di Cantiere 1	99	99
Area di Cantiere 2	6	6
Area di Cantiere 3	26	26
Area di Cantiere 4	60	60
Area di Cantiere 5	56	20
Area di Cantiere 6	92	92
Area di Cantiere 7	121	121
Area di Cantiere 8	4	4

**Tabella 6: Sintesi numero alberi da sottoporre a taglio e numero di alberi piantumati**

Sono previsti inoltre interventi di manutenzione annuale degli alberi fino a cinque anni dalla piantumazione.

## 5.10. FASI DI LAVORO E CRONOPROGRAMMA

In questo paragrafo si descrivono sinteticamente le fasi di lavoro necessarie alla realizzazione dell'opera. Per una descrizione più dettagliata si rimanda alla GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.028.00 *Relazione di cantiere generale* e al *Cronoprogramma* (GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.033.00).

La prima fase riguarderà l'allestimento delle n. 8 aree di cantiere, le cui lavorazioni potranno essere effettuate in parallelo, fruendo di più squadre di lavoro, e la cui durata varierà dai 3 ai 6 mesi, in funzione delle dimensioni delle diverse aree.

La realizzazione dell'intero impianto può essere suddivisa nelle seguenti macro-lavorazioni:

- realizzazione della via d'acqua nel tratto compreso tra il pozzo paratoie e il pozzo piezometrico di monte (durata 58 mesi)
- realizzazione centrale in caverna (durata 58 mesi)
- realizzazione pozzo paratoie e opera di presa di monte (durata 51 mesi)
- realizzazione pozzo piezometrico di valle (durata 16 mesi)

- realizzazione della via d'acqua nel tratto tra il pozzo piezometrico di valle e la galleria a servizio del cantiere di Castel San Vincenzo (durata 53 mesi)
- realizzazione del manufatto di sezionamento di valle, dell'opera di presa di valle e del tratto terminale della via d'acqua (durata 54 mesi)
- collaudi e messa a servizio impianto (durata tre mesi)

Fruendo di più squadre di lavoro, le macro-lavorazioni sopra esposte potranno essere avviate in parallelo, a termine dell'allestimento dell'area di cantiere afferente alla macro-lavorazione considerata.

La fase di collaudo sarà invece realizzata a ultimazione di tutte le altre macro-lavorazioni.

Per una valutazione accurata delle tempistiche necessarie alla realizzazione delle fasi sopra descritte, si rimanda all'elaborato *GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.033.00 - Cronoprogramma*.

#### **5.10.1. REALIZZAZIONE DELLA VIA D'ACQUA NEL TRATTO COMPRESO TRA IL POZZO PARATOIE E IL POZZO PIEZOMETRICO DI MONTE**

La realizzazione della via d'acqua nel tratto compreso tra il pozzo paratoie e il pozzo piezometrico di monte riguarda un tratto pari a circa 5 km e verrà effettuato su due fronti (il primo verso valle ed avente come punto di partenza il pozzo paratoie mentre il secondo verso monte ed avente come punto di partenza il pozzo piezometrico di monte). Il doppio fronte di avanzamento consentirà di ottimizzare i tempi di realizzazione.

Questa macro-lavorazione è suddivisa nelle seguenti fasi:

- Scavo e opere civili della galleria dall'Area di cantiere n. (3) al pozzo piezometrico di monte (1670 m)
- Scavo e opere civili della galleria dall'Area di cantiere n. (3) al pozzo piezometrico di monte (880 m)
- Scavo e realizzazione pozzo piezometrico di monte (h pozzo circa 100 m)
- Realizzazione condotta forzata in acciaio
- Scavo della via d'acqua nel tratto verso l'opera di presa di monte (circa 3100 m)
- Rivestimento della via d'Acqua (circa 3100 m)

#### **5.10.2. REALIZZAZIONE CENTRALE IN CAVERNA**

La realizzazione della centrale in caverna è l'opera principale, propedeutica alla realizzazione del resto dell'impianto, ed è suddivisa nelle seguenti fasi:

- Scavo e opere civili della galleria dall'Area di cantiere n. (5) alla caverna della centrale e sala del trasformatore (circa 1550 m)
- Scavo della biforcazione della galleria per accesso alla centrale in caverna (circa 600 m)
- Scavo e opere civili della galleria di accesso alla via d'acqua in prossimità del pozzo piezometrico di valle
- Scavo centrale in caverna
- Opere civili centrale in caverna
- Opere elettromeccaniche e collaudi idraulici
- Impianti di servizio e relativi collaudi

#### **5.10.3. REALIZZAZIONE POZZO PARATOIE E OPERA DI PRESA DI MONTE**

La realizzazione del pozzo paratoie e dell'opera di presa di monte riguarda la parte di impianto nella zona di imbocco, all'altezza del bacino di Montagna Spaccata. In questa macro-lavorazione verrà realizzato il tratto a partire dal pozzo paratoie per una lunghezza pari a circa 2 km.

È suddivisa nelle seguenti fasi:

- Scavo e opere civili della galleria di accesso alle aree di lavoro a servizio del cantiere di Montagna Spaccata (circa 1300 m)
- Opere civili pozzo paratoie (h pozzo circa 40 m, diam. int. circa 8 m)
- Opere elettromeccaniche pozzo paratoie
- Collaudi idraulici pozzo paratoie
- Scavo della via d'acqua nel tratto dal pozzo paratoie verso il pozzo piezometrico di monte (circa 1900 m)
- Rivestimento via d'Acqua nel tratto tra il pozzo paratoie e il pozzo piezometrico di monte (circa 1900 m)
- Scavo e realizzazione dell'opera di presa, inclusa la realizzazione delle opere di sostegno e l'installazione delle opere elettromeccaniche
- Scavo della via d'acqua nel tratto tra imbocco monte e pozzo paratoie
- Getti e rivestimento della via d'acqua tra imbocco monte e pozzo paratoie

#### **5.10.4. REALIZZAZIONE POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE**

La realizzazione del pozzo piezometrico di valle è suddivisa nelle seguenti fasi:

- Scavo e opere civili della galleria dall'Area di cantiere n. (5) al pozzo piezometrico di valle (circa 720 m)
- Scavo e realizzazione pozzo piezometrico di valle (h pozzo circa 120 m)
- Opere elettromeccaniche pozzo piezometrico di valle
- Collaudi idraulici pozzo piezometrico di valle

#### **5.10.5. REALIZZAZIONE DELLA VIA D'ACQUA NEL TRATTO TRA IL POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE E LA GALLERIA A SERVIZIO DEL CANTIERE DI CASTEL SAN VINCENZO**

La realizzazione della via d'acqua nel tratto compreso tra il pozzo piezometrico di valle e la galleria di servizio del cantiere di Castel San Vincenzo riguarda un tratto pari a circa 3 km e verrà effettuato su due fronti, uno partendo dal pozzo piezometrico di valle e l'altro partendo dalla galleria a servizio del cantiere di Castel San Vincenzo, in modo da ridurre i tempi di realizzazione.

Questa macro-lavorazione è suddivisa nelle seguenti fasi:

- Scavo e opere civili della galleria di accesso alle aree di lavoro a servizio del cantiere di San Vincenzo (circa 100 m) e adeguamento della viabilità (circa 500 m)
- Scavo della via d'acqua nel tratto a partire dalla galleria di Castel San Vincenzo verso il pozzo piezometrico di valle (circa 2200 m)
- Scavo della via d'acqua nel tratto a partire dal pozzo piezometrico di valle verso l'opera di restituzione (circa 880 m)
- Rivestimento della via d'acqua nel tratto a partire verso il pozzo piezometrico di valle (circa 2200 m)
- Rivestimento della via d'acqua nel tratto a partire dal pozzo piezometrico di valle verso l'opera di restituzione (circa 880 Km)

#### **5.10.6. REALIZZAZIONE DEL POZZO PARATOIE DI VALLE, DELL'OPERA DI PRESA DI VALLE E DEL TRATTO TERMINALE DELLA VIA D'ACQUA**

La realizzazione del pozzo paratoie di valle, dell'opera di presa di valle riguarda la parte di impianto nella zona di restituzione, all'altezza del bacino Castel San Vincenzo. In questa macro-lavorazione verrà realizzato anche il tratto finale della via d'acqua per una lunghezza pari a circa 1.5 Km.

Questa macro-lavorazione è suddivisa nelle seguenti fasi:

- Scavo e realizzazione del pozzo paratoie di valle, dell'opera di presa di valle, inclusa la realizzazione delle opere di sostegno e l'installazione delle opere elettromeccaniche dell'opera di presa
- Opere civili pozzo paratoie di valle (h pozzo circa 40 m, diametro interno circa 5,50 m)
- Opere elettromeccaniche pozzo paratoie di valle
- Collaudi idraulici pozzo paratoie di valle
- Scavo della via d'acqua nel tratto tra imbocco valle e galleria di servizio Castel San Vincenzo
- Getti e rivestimento della via d'acqua tra imbocco valle e galleria di servizio Castel San Vincenzo

## 5.11. DESCRIZIONE AREE DI CANTIERE

### 5.11.1. AREA IN PROSSIMITA' OPERA DI PRESA MONTAGNA SPACCATA (AREA N. 1)

L'area di cantiere n. 1 sarà realizzata in prossimità dell'opera di presa (Montagna Spaccata).

L'area, attrezzata come descritto nei paragrafi precedenti, sarà a servizio della realizzazione dell'opera di presa, del pozzo paratoie, della via d'acqua che scende verso il pozzo piezometrico superiore e della galleria di accesso all'area di cantiere stessa.

Come descritto nel paragrafo relativo alla viabilità, infatti, per accedere all'area di cantiere n. 1 e permettere la realizzazione delle lavorazioni sopra descritte, verrà realizzata una nuova strada collegata alla viabilità esistente.

In Figura 5-30 si riporta uno stralcio della pianta catastale in corrispondenza dell'area di cantiere n. 1.

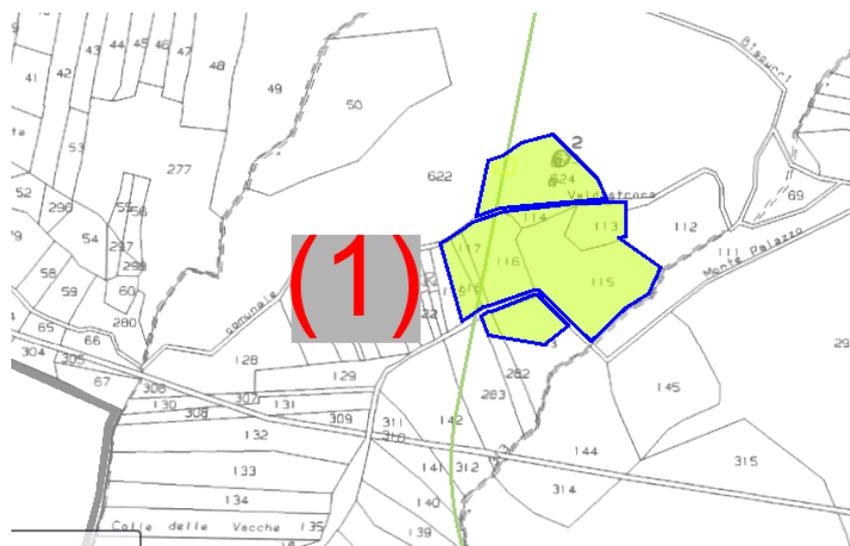


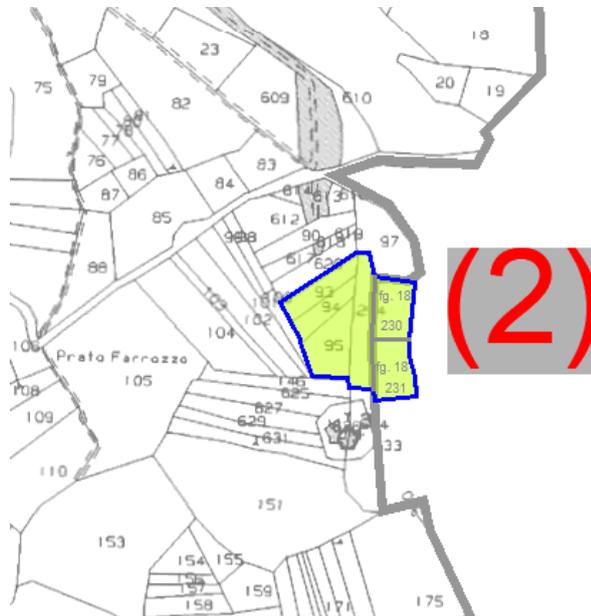
Figura 5-30: Stralcio pianta catastale in corrispondenza area di cantiere n. 1

### 5.11.2. AREA IN PROSSIMITA' ZONA PARCHEGGI DIGHE MONTAGNA SPACCATA (AREA N. 2)

L'area di cantiere n. 2 sarà realizzata in prossimità di un parcheggio esistente.

L'area, attrezzata come descritto nei paragrafi precedenti, sarà utilizzata come ricovero mezzi a servizio dell'area di cantiere n. 1

In Figura 5-31 si riporta uno stralcio della pianta catastale in corrispondenza dell'area di cantiere n. 2.



**Figura 5-31: Stralcio pianta catastale in corrispondenza area di cantiere n. 2**

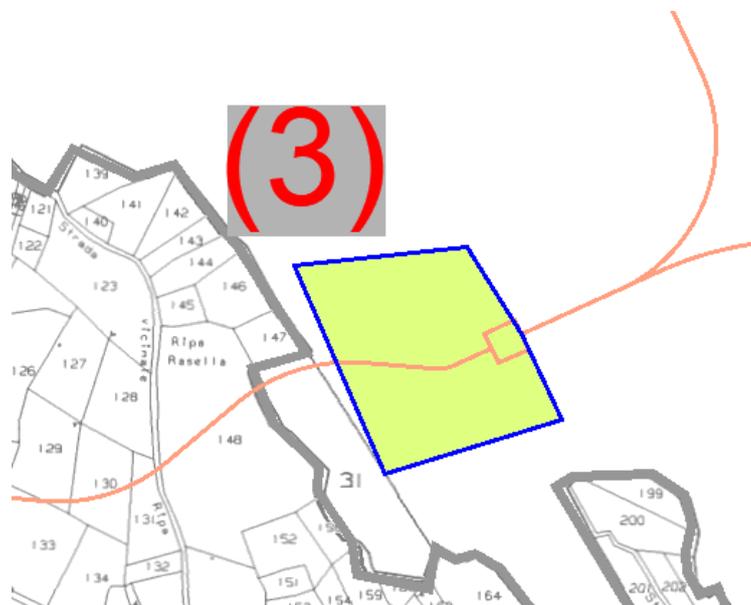
**5.11.3. AREA INGRESSO GALLERIA POZZO PIEZOMETRICO SUPERIORE (AREA N. 3)**

L'area di cantiere n. 3 sarà realizzata tra la strada di nuova realizzazione e la galleria di accesso al pozzo piezometrico superiore.

Dopo un breve tratto iniziale di 20 m circa, la galleria si sdoppierà su due livelli con due diversi tracciati; il primo, lungo circa 1650 m, giunge con una pendenza del 6,4% a quota +1093,50 m.s.m., in corrispondenza del pozzo piezometrico di monte. Il secondo tracciato, lungo circa 880 m, sale fino alla quota di +1000,11 m.s.m. con una pendenza dell'1,045%, e sarà impiegato quale strada di accesso per lo scavo della galleria superiore (via d'acqua).

L'area, attrezzata come descritto nei paragrafi precedenti, sarà a servizio della realizzazione della galleria di accesso al pozzo piezometrico di monte e della strada di nuova realizzazione.

In Figura 5-32 si riporta uno stralcio della pianta catastale in corrispondenza dell'area di cantiere n. 3.



**Figura 5-32: Stralcio pianta catastale in corrispondenza area di cantiere n. 3**

Per la realizzazione dell'area di cantiere n. 3 sarà necessario effettuare un'occupazione temporanea e un esproprio per quanto riguarda l'area del piazzale di partenza della strada di accesso.

#### **5.11.4. AREA CANTIERE STRADA COLLEGAMENTO CON TORNANTE 10 (AREA N. 4)**

Nei pressi del tornante 10 della strada provinciale per Pizzone sarà ubicato il piazzale di partenza della strada di accesso, di dimensioni pari a 20 m x 20 m, realizzato con uno spessore di 50 cm di misto stabilizzato. La strada, larga 10 m e di lunghezza pari a circa 540 m, verrà realizzata in rilevato e sarà costituita da 50 cm di misto stabilizzato, con pendenza pari al 3.78%. Essa collegherà il primo piazzale, a quota +972,78 m.s.m., con un secondo piazzale, di dimensioni 20 m x 50 m, a quota +991,13 m.s.m., da cui è previsto l'imbocco della galleria.

Poiché la strada sarà realizzata in rilevato con altezze di rilevato notevoli, sul lato sud è prevista la realizzazione di una struttura in terra rinforzata a paramento vegetato tipo Textomur, con soletta di fondazione dotata di micropali di cucitura alla formazione litoide qualora necessario.

L'area, attrezzata come descritto nei paragrafi precedenti, sarà a servizio della realizzazione della strada di nuova realizzazione.

In Figura 5-33 si riporta uno stralcio della pianta catastale in corrispondenza dell'area di cantiere n. 4.



**Figura 5-33: Stralcio pianta catastale in corrispondenza area di cantiere n. 4**

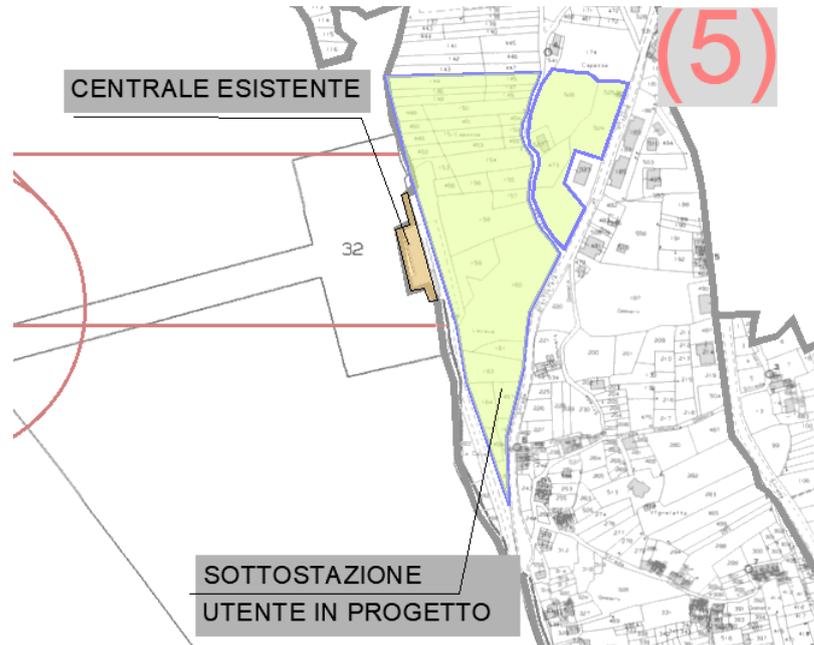
Per la realizzazione dell'area di cantiere n. 4 sarà necessario effettuare un'occupazione temporanea e un esproprio per quanto riguarda l'area del piazzale di partenza della strada di accesso.

#### **5.11.5. AREA INGRESSO PRINCIPALE CENTRALE DI PIZZONE (AREA N. 5)**

L'area di cantiere n. 5 sarà realizzata in prossimità della centrale esistente.

L'area, attrezzata come descritto nei paragrafi precedenti, sarà utilizzata come area di cantiere principale.

In Figura 5-34 si riporta uno stralcio della pianta catastale in corrispondenza dell'area di cantiere n. 5.



**Figura 5-34: Stralcio pianta catastale in corrispondenza area di cantiere n. 5**

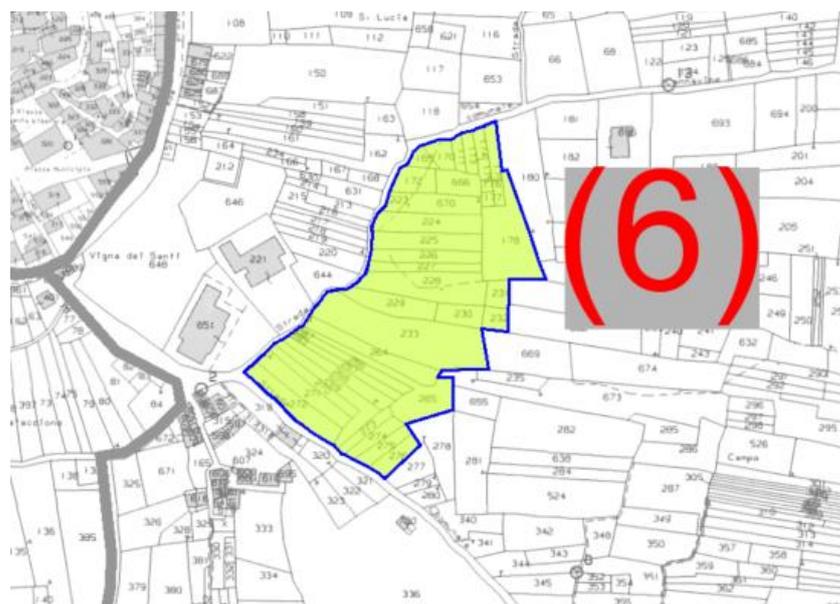
Per la realizzazione dell'area di cantiere n. 5 sarà necessario effettuare un esproprio poiché quest'area sarà interessata dalla costruzione del nuovo piazzale di progetto.

**5.11.6. AREA IN PROSSIMITA' ABITATO DI PIZZONE (AREA N. 6)**

L'area di cantiere n. 6 sarà realizzata in prossimità dell'abitato di Pizzone.

L'area, attrezzata come descritto nei paragrafi precedenti, sarà l'unica area di cantiere utilizzata come area di stoccaggio.

In Figura 5-35 si riporta uno stralcio della pianta catastale in corrispondenza dell'area di cantiere n. 6.



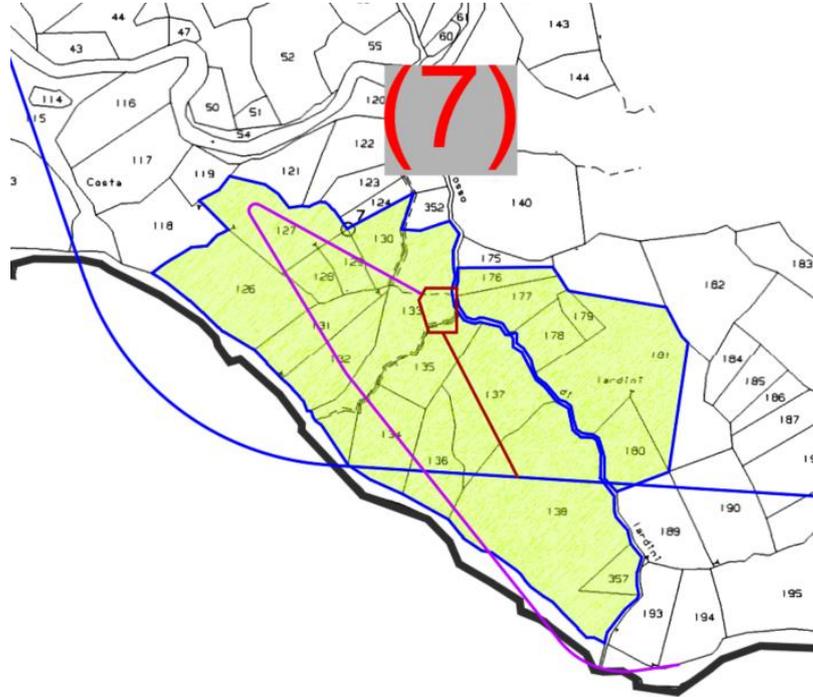
**Figura 5-35: Stralcio pianta catastale in corrispondenza area di cantiere n. 6**

**5.11.7. AREA IN PROSSIMITA' LAGO CASTEL SAN VINCENZO (AREA N. 7)**

L'area di cantiere n. 7 sarà realizzata in prossimità del lago di Castel San Vincenzo.

L'area, attrezzata come descritto nei paragrafi precedenti, sarà a servizio della realizzazione della galleria di accesso al tratto terminale della via d'acqua, nonché della via d'acqua stessa.

In Figura 5-36 si riporta uno stralcio della pianta catastale in corrispondenza dell'area di cantiere n. 7.



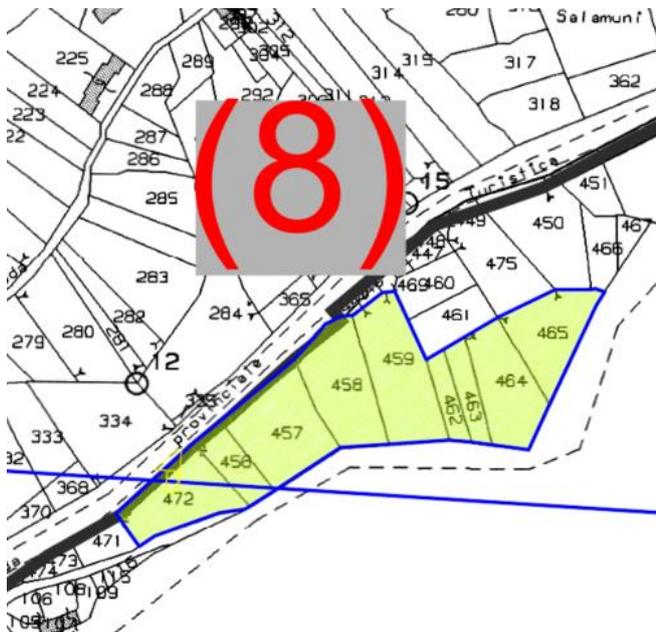
**Figura 5-36: Stralcio pianta catastale in corrispondenza area di cantiere n. 7**

#### **5.11.8. AREA IN PROSSIMITA' SCAVO GALLERIA INFERIORE (AREA N. 8)**

L'area di cantiere n. 8 sarà realizzata in prossimità dello scavo della galleria inferiore.

L'area, attrezzata come descritto nei paragrafi precedenti, sarà a servizio della realizzazione della via d'acqua nel suo tratto inferiore.

In Figura 5-37 si riporta uno stralcio della pianta catastale in corrispondenza dell'area di cantiere n. 8.



**Figura 5-37: Stralcio pianta catastale in corrispondenza area di cantiere n. 8**

## 5.12. GESTIONE DEI MATERIALI DA SCAVO

Nell'ambito della realizzazione dell'opera in progetto saranno prodotte terre e rocce derivanti dallo scavo delle gallerie e della caverna per la collocazione della nuova centrale.

Tali materiali dovranno essere correttamente gestiti, anche in relazione alla loro quantità.

Le modalità secondo le quali saranno gestiti i citati materiali, considerando che resterà in capo al "proponente" e al "esecutore" dell'opera presentare la documentazione tecnica specifica richiesta dalla normativa, sono state descritte nell'elaborato GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.046.00 - Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo riportato in allegato e parte integrante e sostanziale del presente Studi di Impatto Ambientale.

Di seguito se ne riporta una sintesi.

### 5.12.1. MATERIALI PRODOTTI IN FASE DI SCAVO

La realizzazione dell'opera prevedrà l'esecuzione di un consistente volume scavi in sotterraneo per le nuove gallerie che costituiscono la via d'acqua con la condotta forzata, i relativi pozzi piezometrici e per l'alloggiamento degli organi di intercettazione e controllo, la centrale e i relativi accessi.

La quasi totalità degli scavi verrà pertanto realizzata in roccia; gli unici scavi in materiale sciolto (di copertura) interesseranno le aree di imbocco delle gallerie o delle altre strutture sotterranee.

Le opere saranno impostate quasi interamente in aree di tipo montano o collinare, ad esclusione delle aree di accesso/imbocco alle gallerie.

### 5.12.2. QUANTITÀ DI MATERIALE PRODOTTO

Nell'ambito della realizzazione dell'opera verranno prodotte ingenti quantità di terre e rocce da scavo, prevalentemente di tipo lapideo, provenienti dagli scavi della caverna per l'alloggiamento della centrale, dalle gallerie e dalle altre opere, quali i pozzi piezometrici.

Gli esiti del calcolo sono riassunti nella tabella seguente. Nella medesima tabella è riportata anche la metodologia di scavo che, a livello preliminare, si assume di impiegare.

**Tabella 5-6: Stima dei volumi di materiale derivante dagli scavi dell'opera e tipologia di scavo assunta. Con sfondo verde sono indicati i volumi di materiale calcareo**

Opera di scavo	volume stimato (mc)	tipologia di scavo assunta
Aree di accesso		
Centrale e pozzo piezometrico di valle	194 000	esplosivo
Galleria principale e pozzo piezometrico di monte	71 000	esplosivo
Galleria Tornante n. 10	60 000	esplosivo
Imbocco gallerie lato centrale Pizzone esistente (materiale sciolto)	60 000	meccanico
Galleria principale		
	184 000	meccanico (esplosivo)
	76 000	meccanico (esplosivo)
	124 000	esplosivo
	14 000	esplosivo/meccanico
Pozzi		
Pozzo paratoie di monte	3 000	meccanico
Pozzo piezometrico di monte	33 000	esplosivo/meccanico
Pozzo piezometrico di valle	22 000	esplosivo/meccanico
Pozzo paratoie di valle	8 000	meccanico
Centrale in caverna		
	80 000	esplosivo
Manufatti di presa		
Montagna Spaccata	23 000	meccanico
Castel San Vincenzo	23 000	meccanico
<b>TOTALE</b>	<b>975 000</b>	

Come emerge dalla tabella sopra riportata, si stima che durante le fasi di scavo saranno prodotti circa 915.000 mc di terre e rocce da scavo.

Il materiale costituito da calcare con caratteristiche tecnico-qualitative potenzialmente buone e, quindi, più facilmente reimpiegabile è pari a circa 590.000 mc in banco (corrispondenti a circa 710.000 mc in cumulo).

Il restante materiale (325.000 mc in banco corrispondenti a circa 390.000 mc in rilevato compattato) è proveniente dalle formazioni calcarenitiche e flyschoidi, con caratteristiche tecnico-qualitative meno pregiate rispetto al calcare.

L'attività di recupero/riutilizzo verrà eseguita nel rispetto di quanto previsto dal DPR 120/2017, previa predisposizione di un Piano di Utilizzo (Titolo II-Capo II del DPR 120/2017 "Terre e rocce da scavo prodotte in cantieri di grandi dimensioni"), che sarà aggiornato prima della fase operativa di cantiere.

### 5.12.3. GESTIONE DEL MATERIALE PRODOTTO

Come meglio descritto nell'elaborato GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.046.00 - Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo, il materiale prodotto dovrebbe essere di buona qualità ed essere esente da contaminazione.

Nell'ottica della sostenibilità dell'opera le ingenti quantità di materiale derivante dagli scavi dovranno essere reimpiegate nei cicli produttivi oppure essere ricollocate nelle vicinanze dei cantieri. L'obiettivo che si dovrà tenere presente nella definizione dei siti di destino è quello

di evitare il conferimento presso siti di smaltimento autorizzati off-site, sia nell'ottica di una ottimizzazione delle risorse economiche da investire sul progetto, sia per valorizzare un materiale pregiato, sicuramente reimpiegabile per le proprie caratteristiche tecniche.

#### 5.12.4. POSSIBILI SITI DI DESTINO

Allo stato attuale, a valle di verifiche preliminari eseguite nella fase progettuale, sono state individuate alcune opzioni di riutilizzo/ricollocazione. L'ingente quantità dei materiali che saranno prodotti in fase di scavo non permette, allo stato attuale, di definire con precisione i siti di destino, indicandone la località e il quantitativo conferibile.

Sono quindi elencate di seguito le tipologie di riutilizzo o di ricollocazione dei materiali che si ritengono perseguibili e che andranno verificate e confermate, con dettaglio di volumetrie, nelle fasi successive della progettazione.

Le tipologie di ricollocazione e riutilizzo ipotizzate, allo stato attuale, vengono di seguito elencate:

1. Reimpiego in sito delle rocce calcaree come inerti per il confezionamento dei calcestruzzi da impiegare nella realizzazione delle opere quali, a titolo di esempio, rivestimento delle gallerie e della caverna, formazione delle fondazioni degli impianti e altri manufatti analoghi.
2. Ricollocazione presso aree di tipo forestale che richiedono una rimodellazione dei versanti.
3. Ricollocazione presso strade forestali per il consolidamento dei tracciati.
4. Ricollocazione presso le aree di imbocco/portale delle gallerie per la sistemazione topografica.
5. Ricollocazione in aree che richiedono protezioni e adeguamenti in corrispondenza dei laghi artificiali esistenti.
6. Ricollocazione presso siti di bonifica ambientale dove siano necessari materiale di riempimento degli scavi.
7. Cessione ad impianti di produzione inerti collocati nelle vicinanze delle aree di cantiere.

In relazione all'ipotesi n.1 relativa al reimpiego delle terre e rocce da scavo, stime preliminari hanno portato a calcolare in circa 200.000 mc il quantitativo di roccia necessaria per la produzione di inerti da utilizzare per il confezionamento del calcestruzzo. Per tale scopo è stato ipotizzato l'impiego di roccia di tipo calcareo che possiede caratteristiche tecniche adeguate e che sarà disponibile in quantitativo sufficiente. La roccia sarà lavorata nelle diverse aree di cantiere di costruzione dell'opera, dove saranno collocati anche gli impianti di betonaggio per il confezionamento del calcestruzzo ed il successivo reimpiego nel cantiere.

Invece, per quanto riguarda la descrizione dei potenziali siti di destinazione delle terre e rocce da scavo ipotizzate dal punto 2 al punto 7 si rimanda alla consultazione dell'elaborato GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.046.00 - Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo.

#### 5.13. GESTIONE DELLE ACQUE EMUNTE IN FASE DI SCAVO

Sarà necessario procedere all'aggottamento delle acque sotterranee che verranno incontrate localmente in fase di scavo delle gallerie e delle altre opere in progetto. In tali zone si procederà con aggottamento delle acque e accumulo in vasche di decantazione, preliminari allo scarico in corpo idrico superficiale.

Prima delle successive fasi progettuali è già previsto un piano di caratterizzazione delle acque sotterranee al fine di conoscerne preventivamente lo stato qualitativo. Tali dati serviranno a confermare la possibilità di scarico in corpo idrico superficiale senza preventivo trattamento.

Lo scarico dovrà avvenire nel rispetto dei limiti previsti nella Tabella 3, Allegato 5, Parte III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Durante la fase operativa del cantiere, il rispetto dei limiti citati verrà verificato a cadenza mensile mediante prelievo ed analisi chimica di laboratorio con riferimento ai limiti sopra citati.