

# “VILLAROSA”

## Progetto di impianto di accumulo idroelettrico

Comuni di Calascibetta, Enna e Villarosa (EN)

### COMMITTENTE



### PROGETTAZIONE

STRATEGIES FOR WATER



Progettista: Ing. Luigi Lorenzo Papetti

## Relazione tecnica particolareggiata



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE	15/07/2022	E. Marchesi	C. Pasqua	L. Papetti
Codice commessa: 1388		Codifica documento: 1388-A-FN-R-01-0			

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GENERALITÀ – GLI ACCUMULI IDROELETTRICI PER LE ESIGENZE DEL SISTEMA ELETTRICO</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL’IMPIANTO</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DEL SITO</b>	<b>8</b>
4.1	Inquadramento generale	8
4.2	Utilizzo dei volumi invasati	8
4.3	Descrizione dello stato di fatto	10
4.3.1	Descrizione delle opere	12
4.3.2	Descrizione dei terreni di fondazione - inquadramento geologico	12
4.3.3	Descrizione sintetica del bacino imbrifero afferente l’invaso	13
4.3.4	Descrizione delle sponde dell’invaso	14
4.3.5	Dati principali delle opere di scarico	14
4.3.6	Notizie sull’interrimento e sua eventuale influenza sulla funzionalità delle opere di scarico	15
4.3.7	Accessi alla diga	16
4.3.8	Limitazione di invaso	16
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO</b>	<b>17</b>
5.1	Opera di presa e restituzione dell’invaso di valle	17
5.2	Pozzo paratoie	18
5.3	Pozzo piezometrico	19
5.4	Canale di scarico	21
5.5	Condotta forzata	21
5.6	Centrale in caverna e caverna trasformatori	21
5.7	Bacino di monte	23
5.8	Opera di presa e restituzione del bacino di monte	26
5.9	Sistema di pompaggio per lo svuotamento delle acque al di sotto dell’opera di presa e restituzione di valle	27
5.10	Gallerie d’accesso	27
5.10.1	Galleria d’accesso alla centrale	27
5.10.2	Galleria d’accesso alla sommità del pozzo piezometrico	28
5.11	Viabilità provvisoria e definitiva	29
<b>6</b>	<b>CRONOPROGRAMMA</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUZIONE

Scopo dell'iniziativa in progetto è la realizzazione di un sistema di accumulo idroelettrico mediante impianto di pompaggio puro, tra l'invaso esistente di Villarosa (diga Morello) e un bacino di nuova realizzazione nel comune di Villarosa (EN).

L'intervento è ascrivibile alla categoria dei cosiddetti *"impianti di pompaggio puro"*, ossia *"impianti che utilizzano apporti naturali che alimentano il bacino superiore inferiori al 5% del volume d'acqua turbinato annualmente"*.

L'impianto in oggetto richiede circa il 28% del volume totale di regolazione, ma attualmente, a causa del quantitativo di sedimenti presenti nell'invaso ed a seguito di una limitazione di invaso resasi necessaria dopo il malfunzionamento degli organi di scarico dello sbarramento, il bacino non può soddisfare le future richieste dell'impianto di pompaggio. L'impianto a progetto potrà operare solamente a seguito della rimozione della limitazione d'invaso e, quindi, del recupero della piena funzionalità del bacino artificiale sino alla quota di massima regolazione originaria (per maggiori dettagli, si faccia riferimento al paragrafo relativo all'interrimento dell'invaso di Villarosa -4.3.6- e quello relativo all'opera di presa di valle -5.1-).

In ragione del fatto il bacino di monte non sbarrava alcun corso d'acqua, non è prevista la definizione di un deflusso minimo vitale per tale bacino.

Si precisa altresì che il funzionamento del sistema di accumulo idroelettrico è assimilabile ad un ciclo chiuso in cui il volume prelevato dall'invaso di valle viene poi interamente restituito all'invaso medesimo turbinando l'acqua, precedentemente pompata nel bacino di monte, escludendo ogni interazione con corpi idrici naturali esistenti. Per tale ragione, nell'ambito della progettazione sono state considerate tutte le misure opportune mirate ad evitare perdite.

Durante la fase di progettazione, si è principalmente tenuto conto dei seguenti fattori: morfologia dell'area, quadro degli interventi esistenti e pianificazione territoriale. Inoltre, particolare attenzione è stata volta alle soluzioni tecnico-impiantistiche necessarie a massimizzare l'efficienza dell'utilizzo della risorsa idrica ai fini idroelettrici.

Nei successivi capitoli verranno analizzati i seguenti aspetti:

- inquadramento generale del ruolo degli accumuli idroelettrici in relazione alle esigenze del sistema elettrico;
- principali caratteristiche dell'impianto di Villarosa;
- stato di fatto delle aree interessate dal progetto;
- realizzazione del progetto.

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

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

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

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

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

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

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

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

sempre più soprattutto nella fascia serale. Il sistema inoltre è ancor di più a rischio nei periodi in cui la produzione da FER supera il fabbisogno di energia elettrica (*over generation*), soprattutto nelle ore centrali della giornata quando il solare arriva al suo picco di produzione, con conseguente necessità di disporre di adeguata capacità di accumulo al fine di non dover ricorrere al taglio dell'energia prodotta;

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

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

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

**In particolare, gli impianti di pompaggio costituiscono una risorsa strategica per il sistema elettrico, stante la capacità di fornire servizi pregiati di regolazione di frequenza e tensione, nonché di contribuire in modo significativo all'inerzia del sistema, potendo quindi concorrere al miglioramento del sistema elettrico nazionale in termini di adeguatezza, qualità e sicurezza.**

Nel presente progetto è stata adottata una classica configurazione di gruppi binari monostadio regolante: una macchina idraulica reversibile pompa/turbina accoppiata ad un motore/generatore asincrono. Questa tipologia di gruppo è composta essenzialmente da una macchina idraulica che, ruotando in un senso, svolge la funzione di pompa (macchina idraulica operatrice), mentre, ruotando in senso opposto, svolge la funzione di turbina (macchina idraulica motrice). La regolazione della potenza avviene tramite variazione di velocità di rotazione delle pompe-turbine; inoltre, in fase di generazione, la regolazione della potenza può essere eseguita anche tramite il distributore delle macchine. Per poter avviare le pompe deve essere presente un avviatore statico, mentre per cambiare tipo di funzionamento e quindi il senso di rotazione, è necessario il fermo del gruppo.

Il pompaggio fornirà anche servizi che saranno essenziali per garantire la corretta integrazione delle rinnovabili, assorbendo parte dell'*over generation* nelle ore centrali della giornata e producendo energia in corrispondenza della rampa di carico serale in cui il sistema si trova in assenza di risorse (coprendo quindi il fabbisogno nelle ore di alto

carico e scarso apporto di solare/eolico). Il pompaggio potrà così contribuire anche alla riduzione del *curtailment* e delle congestioni di rete.

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) si inserisce all'interno del programma Next Generation EU (NGEU), il pacchetto da 750 miliardi di euro, costituito per circa la metà da sovvenzioni, è stato concordato dall'Unione Europea in risposta alla crisi pandemica. La principale componente del programma NGEU è il Dispositivo per la Ripresa e Resilienza (*Recovery and Resilience Facility*, RRF), che ha una durata di sei anni, dal 2021 al 2026. Il Piano si sviluppa intorno a tre assi strategici condivisi a livello europeo: digitalizzazione e innovazione, transizione ecologica, inclusione sociale.

L'impianto di Villarosa svolge un ruolo fondamentale nella transizione energetica del paese, contribuendo al bilanciamento della rete nazionale, all'assorbimento dell'energia in eccesso generata dalle fonti rinnovabili non programmabili ed alla produzione di energia elettrica, senza l'utilizzo di combustibili fossili, durante le fasce orarie di maggior richiesta energetica.

### 3 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO

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

Grandezza	Valore	Unità di misura
Volume utile del bacino di monte	3.100.000	m <sup>3</sup>
Quota di massimo invaso del bacino di monte	642,90	m s.l.m.
Quota di massima regolazione del bacino di monte	642,45	m s.l.m.
Quota di minima regolazione del bacino di monte	617,00	m s.l.m.
Quota di massima regolazione dell'invaso di valle	392,50	m s.l.m.
Quota massima autorizzata dell'invaso di valle (nota UTD prot. 1109 del 19.08.08)	384,00	m s.l.m.
Quota di minima regolazione dell'invaso di valle (per il funzionamento dell'impianto di pompaggio)	384,00	m s.l.m.
Dislivello medio tra i due bacini	~ 241,5	m
Ore di generazione minime consecutive a massima potenza	8,0	h
Ore di pompaggio minime consecutive a massima potenza	8,0	h
Salto netto massimo in fase di generazione	247,53	m
Salto netto medio in fase di generazione	230,55	m
Prevalenza netta media in fase di pompaggio	252,80	m
Portata massima in fase di generazione	120	m <sup>3</sup> /s
Portata massima in fase di pompaggio	115	m <sup>3</sup> /s
Potenza massima in fase di generazione	270	MW
Potenza massima in fase di pompaggio	285	MW
Diametro della galleria di scarico (sezione policentrica)	5.900	mm
Diametro della condotta forzata	5.900	mm
Lunghezza totale dell'asse delle vie d'acqua	4.620	m
Diametro pozzo piezometrico	15	m
Altezza pozzo piezometrico	61	m

*Tabella 1 - Caratteristiche principali dell'impianto*

## 4 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DEL SITO

### 4.1 INQUADRAMENTO GENERALE

La diga di Villarosa sbarra il fiume Morello, affluente del Fiume Imera Meridionale, nel comune di Villarosa, in provincia di Enna. La diga è attualmente gestita dalla Regione Siciliana - Assessorato Regionale dell'Energia e dei servizi di Pubblica Utilità - Dipartimento Regionale Acqua e Rifiuti (A.R.R.A.), ma in passato era a servizio delle miniere della zona (i.e., miniera per l'estrazione di sali alcalini misti di Pasquasia).

L'invaso, attualmente, non ha alcun utilizzo, perché gravato da una importante limitazione d'invaso e l'acqua presenta caratteristiche chimiche non idonee ad utilizzi agricoli o potabili (valori di salinità - solfati - oltre i limiti di potabilità). In Figura 1 si riporta la localizzazione dell'invaso di Villarosa.

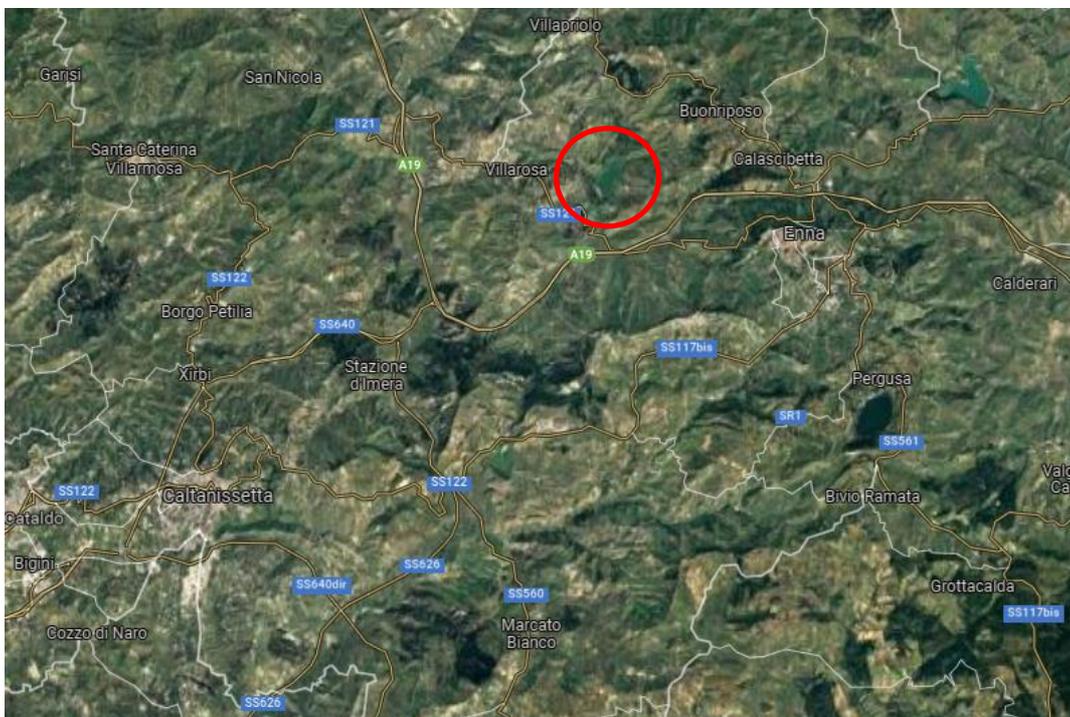


Figura 1 - Posizione dell'invaso di Villarosa

### 4.2 UTILIZZO DEI VOLUMI INVASATI

Attualmente non si ha a disposizione l'andamento storico dei volumi invasati, perché il bacino era di tipo industriale e la Regione non poteva fornire i dati relativi ai volumi utilizzati.

In compenso, la Regione ha effettuato un rilievo batimetrico a febbraio 2020 ed a aprile 2021, in modo tale da monitorare l'accumulo di sedimenti durante gli anni di esercizio dell'invaso. Si allega la curva volumi-aree-quote ottenuta dal succitato studio (Figura 2).

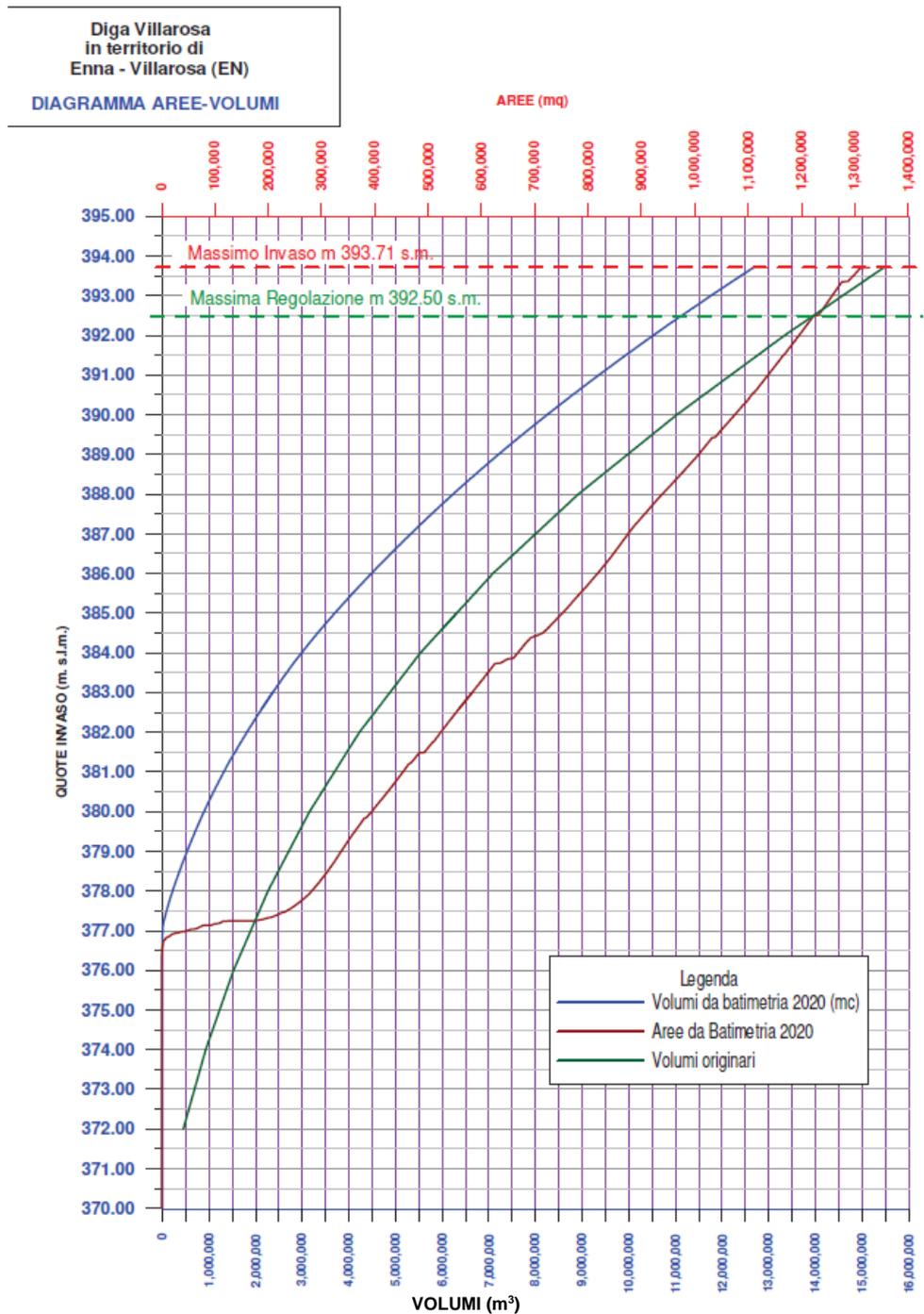


Figura 2 - Diagramma aree volumi dell'invaso di Villarosa

Ulteriori informazioni relative all'invaso di Villarosa sono presentate in Tabella 2, contenute all'interno del Foglio di Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione (FCEM) della diga medesima.

Grandezza	Valore	Unità di misura
Quota di massimo invaso	393,71	m s.l.m.
Quota di massima regolazione	392,50	m s.l.m.
Quota massima autorizzata (nota UTD prot. 1109 del 19.08.08)	384,00	m s.l.m.
Quota di minima regolazione	372,00	m s.l.m.
Superficie specchio liquido alla quota di massimo invaso	1,43	km <sup>2</sup>
Superficie specchio liquido alla quota di massima regolazione	1,34	km <sup>2</sup>
Superficie specchio liquido alla quota di minima regolazione	0,20	km <sup>2</sup>
Volume totale d'invaso (ai sensi del D.M. 24/03/82)	17,16·10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Volume di invaso (ai sensi del L. 584/1994)	15,35·10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Volume utile di regolazione	14,80·10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Volume utile di regolazione (rilievo batimetrico del 2021)	11,13·10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Volume di laminazione	1,81·10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	102,00	km <sup>2</sup>
Portata di massima piena di progetto	1.350,00	m <sup>3</sup> /s
Tempo di ritorno	n.d.	anni
Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24/03/82)	38,00	m
Altezza della diga (ai sensi del L. 584/1994)	33,40	m
Altezza di massima ritenuta	24,11	m
Quota coronamento	396,00	m s.l.m.
Franco (ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/82)	2,29	m
Franco netto (ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/82)	1,50	m
Sviluppo del coronamento	450,00	m
Volume della diga	1.560.000	m <sup>3</sup>
Grado di sismicità assunto nel progetto	1	
Classifica ai sensi del D.M. 24/03/82	B-b	

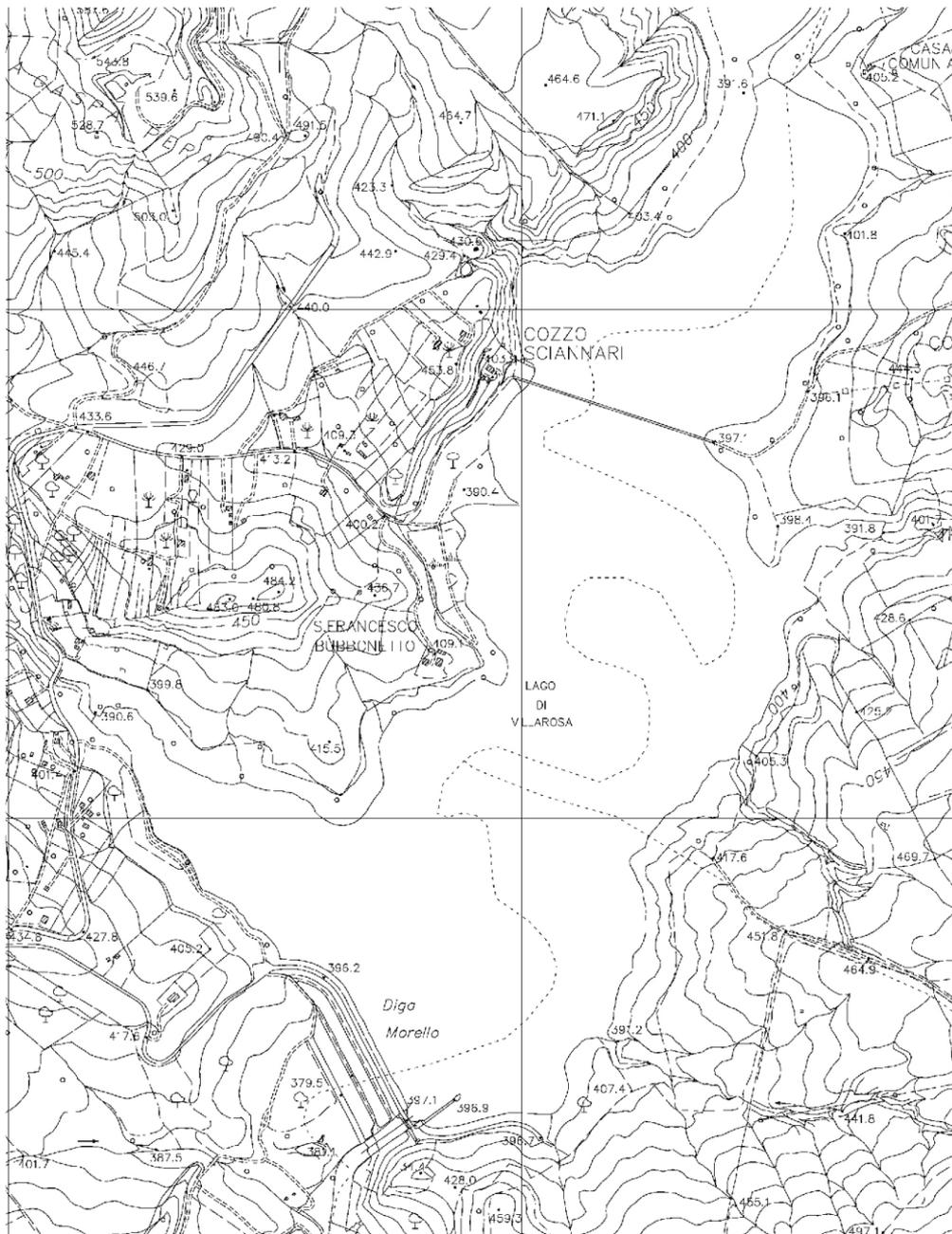
Tabella 2 - Caratteristiche principali dell'invaso di Villarosa desunte dal foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione della diga di Villarosa

#### 4.3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Di seguito vengono riportate le informazioni più rilevanti ai fini della progettazione dell'impianto di pompaggio in questione, contenute nel documento "AFFIDAMENTO DEI SERVIZI DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA RELATIVI ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA E COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE, CON OPZIONE PER DIREZIONE LAVORI E COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, PER L'INTERVENTO "DIGA VILLAROSA: INTERVENTI URGENTI PER IL RIPRISTINO E L'ADEGUAMENTO

<sup>1</sup> Il Comune di Villarosa è stato classificato zona sismica 2, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Regione Siciliana n. 408 del 19.12.2003, ma nei calcoli di progetto non si è tenuto conto delle azioni sismiche.

*DEGLI IMPIANTI - ID 935" - DA EFFETTUARSI PRESSO LA DIGA VILLAROSA - COMUNE DI VILLAROSA (EN) - GESTITA DALLA REGIONE SICILIANA – SCHEDA TECNICA"*, redatto dalla Regione Siciliana - Assessorato regionale dell'energia e dei servizi di pubblica utilità - Dipartimento regionale dell'acqua e dei rifiuti (Figura 3), a sua volta basato su quanto scritto nel sopracitato Foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione della diga di Villarosa; un altro utile riferimento è stato il Progetto Definitivo - Interventi urgenti per il ripristino e l'adeguamento degli impianti della diga Villarosa - redatto dal Consorzio di Bonifica 6 - Enna (Figura 4).



*Figura 3 - Stralcio corografico - sezione CTR - "Progetto di fattibilità tecnica ed economica - DIGA VILLAROSA: INTERVENTI URGENTI PER IL RIPRISTINO E L'ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI - ID 935"*

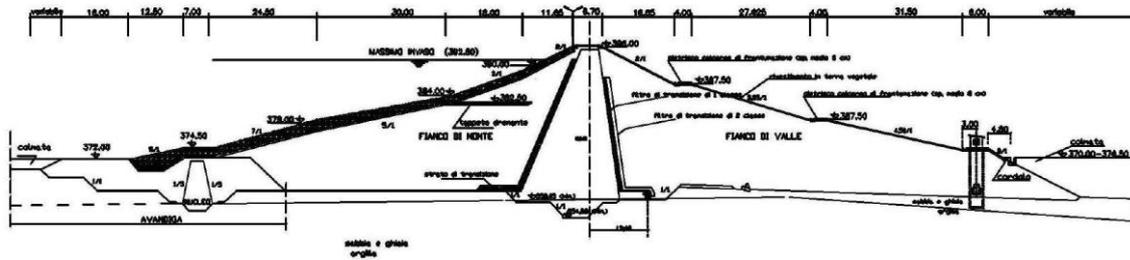


Figura 4 - Sezione tipo della diga - Progetto Definitivo - Interventi urgenti per il ripristino e l'adeguamento degli impianti della diga Villarosa - Consorzio di bonifica 6 - Enna

#### 4.3.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Come riportato nel documento sopraccitato:

“... Lo sbarramento è realizzato in materiali sciolti, con struttura di tenuta a nucleo centrale, con andamento planimetrico rettilineo in sinistra, raccordato verso monte ad una mantellata stabilizzante la fascia basale del versante di imposta della spalla, e in destra risvoltato verso valle, a chiudersi sulla spalla morfologica della sezione. Il nucleo è costituito da materiale limo-sabbioso, il rinfianco di monte da materiale ghiaioso-sabbioso ottenuto dalla coltivazione di una cava di materiale conglomeratico, il rinfianco di valle da materiale ghiaioso-sabbioso di origine alluvionale proveniente dall'alveo dello stesso Torrente Morello. Il filtro nucleo-monte è stato realizzato in un unico strato di spessore 1 metro, con sabbia vagliata, il filtro nucleo valle è stato realizzato in due strati di 80 cm, di cui il primo con sabbia vagliata ed il secondo con ghiaia vagliata; il filtro sbocca al piede del nucleo in un cunicolo di raccolta per proseguire verso valle come tappeto filtrante, per una lunghezza pari ad un terzo del rinfianco. Il paramento di monte è rivestito da una scogliera. ...”.

#### 4.3.2 DESCRIZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

In merito ai terreni di fondazione non si hanno informazioni specifiche; è disponibile però un inquadramento geologico riportato nel Progetto di fattibilità tecnica ed economica - DIGA VILLAROSA: INTERVENTI URGENTI PER IL RIPRISTINO EL'ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI - ID 935.

“... Il bacino di alimentazione della Diga Villarosa ricade all'interno di un'area caratterizzata dalla presenza, in affioramento, di litologie appartenenti a differenti domini geotettonici. Più in generale il bacino del Fiume Imera Meridionale si sviluppa in un settore della Sicilia caratterizzato da un complesso ed articolato assetto stratigrafico-strutturale. Si passa dal gruppo montuoso delle Madonie, il cui assetto strutturale deriva dalla deformazione di domini paleogeografici mesozoico-terziari interessati da varie fasi plicative con differenti assi compressivi, ai terreni depositatesi nella “Fossa di Caltanissetta” caratterizzati generalmente da un comportamento più plastico (Serie Evaporitica).

I terreni attraversati dal suddetto fiume, costituiscono strutture a grande raggio con assi diretti all'incirca NW-SE, quasi perpendicolarmente alla direzione media del corso del fiume, e si possono distinguere da Nord a Sud la grande sinclinale costituita dal Flysch

*Numidico, quella costituita prevalentemente da argille e gessi ed una terza il cui nucleo è rappresentato dai depositi pliocenici. Queste sono divise da strutture anticlinaliche dove affiorano estesamente le Argille variegata e più a Sud anche i terreni tortoniani. All'interno delle strutture maggiori sono presenti pieghe e faglie di dimensioni minori. In corrispondenza delle aree depresse si riscontrano gli accumuli di depositi quaternari ed olocenici che generano assetti prevalentemente sub-pianeggianti.*

*Gli studi precedenti relativi a questa area hanno permesso di definire, procedendo dai termini più antichi verso i più recenti, la seguente colonna stratigrafica:*

*Flysch Numidico (Oligocene-Miocene)*

*Si tratta di un'alternanza di argille brune e quarzareniti in livelli di alcuni centimetri di spessore, con intercalazioni di grossi banchi quarzarenitici sull'ordine dei 4-5 metri di potenza. Costituisce le propaggini meridionali delle Madonie ed affiora nell'area di studio in una zona posta a sud-est dello sbarramento della diga.*

*Formazione Polizzi (Eocene)*

*E' costituita da un'alternanza di marne calcaree e calcari marnosi, spesso siltosi, affiorante al margine settentrionale del bacino del Fiume Imera Meridionale, dove costituisce un livello continuo, mentre spesso si ritrova in lembi isolati inglobati nelle Argille variegata, come nel caso presente a ridosso della diga di Villarosa, dove sono presenti in sinistra idraulica in corrispondenza della spalla dello sbarramento.*

*Argille Variegata (Eocene)*

*Si tratta di argille scagliettate e caotiche, di colore variabile dal grigio al verde al rosso al bruno, con inglobati inclusi litoidi di varia natura e dimensione. Affiorano estesamente nella porzione settentrionale del bacino e, per quanto riguarda la zona della diga, sono presenti a sud-est e a sud-ovest dello sbarramento.*

*Formazione Terravecchia (Tortoniano)*

*Affiora estesamente nel bacino ed in particolare nella zona tra Petralia e Bompietro, nell'area tra Villarosa e Caltanissetta e più a Sud tra Pietraperzia, Sommatino e Ravanusa. In particolare, nell'area della diga Villarosa è presente sia la litofacies sabbioso-arenaceo-conglomeratica sia i termini della litofacies pelitica argillomarnosa.*

*A quanto sopra rappresentato seguono in successione, con spessori variabili ed estensione discontinua, depositi di natura alluvionale, eluviale e colluviale. In particolare, lungo il fondovalle del Fiume Imera e dei suoi principali affluenti sono presenti depositi alluvionali recenti e terrazzati, con estensione e spessori variabili da qualche metro ad 8-10 metri, costituiti da sabbie-limose, talora ciottolose, scarsamente classate. ...".*

#### 4.3.3 DESCRIZIONE SINTETICA DEL BACINO IMBRIFERO AFFERENTE L'INVASO

Il serbatoio "Villarosa" è stato ottenuto mediante lo sbarramento del fiume Morello; si tratta di un invaso artificiale nato a scopo industriale tra il 1968 e il 1973 a supporto dell'attività della miniera di Pasquasia nel villarosano.

Esso è alimentato dal bacino imbrifero diretto, dell'estensione di 102 km<sup>2</sup> circa.

#### 4.3.4 DESCRIZIONE DELLE SPONDE DELL'INVASO

Nella parte sud ovest del lago sono state installate numerose passerelle per la pesca sportiva, infatti ad ovest è localizzato il centro abitato del comune di Villarosa. Le sponde ovest, da nord a sud, sono ricche di vegetazione, arborea ed arbustiva, mentre a nord si immettono il fiume Morello ed un altro torrente.

Anche nella zona a sud est, nei pressi della diga, è presente una copertura arborea, mentre la sponda ad est è priva di vegetazione ad alto fusto ed è caratterizzata parzialmente da aree a pericolosità geomorfologica bassa, ma non interessate da fenomeni di dissesto di rilievo che potrebbero interessare l'invaso.

#### 4.3.5 DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO

Sempre come riportato nel documento citato ad inizio Paragrafo 5.3:

*"... Lo scarico di superficie è ubicato in sponda sinistra ed è costituito da due soglie fisse in cls, con ciglio di sfioro a quota 386.30 m s.l.m., della lunghezza ciascuna di 13,00 m, sormontate da due paratoie a settore, con altezza di ritenuta di 6,20 metri. Alla soglia dello scarico segue un breve tratto a lieve pendenza, poi un rapido scivolo con sbocco nella vasca di smorzamento (dimensioni 40 x 26 m e fondo a quota 358 metri s.l.m.) e quindi con un breve tratto di canale l'alveo del corso d'acqua.*

*La torre di presa è costituita da una torre cilindrica a cui è addossato un grigliato in c.a. a sostegno di un sistema luci disposte per una altezza di 18 metri. Alla base del grigliato vi è l'imbocco a pipa della galleria di fondo. La presa è realizzata con due condotte verticali affiancate alla torre, dotate di bocche di presa ogni 3 metri, che convergono in una tubazione disposta nel cielo della galleria dello scarico di fondo.*

*Ogni condotta è intercettata da due paratoie in serie; attualmente le condotte non sono utilizzate e le paratoie sono mantenute costantemente chiuse.*

*Lo scarico di fondo è costituito da un canale di invito largo 5 metri e lungo circa 45 metri, con imbocco a quota 372 m s.l.m.; il canale termina nella pipa dello scarico di fondo, ubicata alla base della torre di presa, intercettata da due paratoie in serie di dimensioni 2.40 x 2.80 m; a valle delle paratoie ha inizio la galleria dello scarico di fondo: per il primo tronco di lunghezza 107,68 metri a monte dello schermo di iniezioni, essa ha un rivestimento in calcestruzzo armato del diametro interno di 6,30 m: per il secondo tronco di 190.06 metri è a sezione policentrica, di diametro interno 7,00 metri.*

*Lo scarico di esaurimento è costituito da un cunicolo in calcestruzzo avente sezione interna di 1,80 x 1,20 metri; ha imbocco a quota 365.51 metri s.l.m. e corre al di sotto del canale di invito dello scarico di fondo, innestandosi sulla torre di presa alla quota di 364.40 metri s.l.m., appena a monte della paratoia dello scarico di fondo; non è dotato di organi autonomi di intercettazione.*

*Relativamente alla viabilità si precisa che l'accesso alla diga di Villarosa è assicurato da una strada provinciale asfaltata della lunghezza di circa 1.100 metri che collega l'impianto alla S.S. n. 121. L'accesso alle varie parti della diga (coronamento, casa di guardia, ricovero del guardiano, locali di manovra scarico di fondo e presa, e le altre parti del complesso) è assicurato da strade percorribili da automezzi.*

*La struttura per la vigilanza sulle opere è costituita da una casa di guardia, ubicata in sponda destra su un piazzale sopraelevato da cui è possibile osservare il coronamento e gli organi di scarico. ...”.*

#### 4.3.6 NOTIZIE SULL'INTERRIMENTO E SUA EVENTUALE INFLUENZA SULLA FUNZIONALITÀ DELLE OPERE DI SCARICO

Nel 2020 è stata eseguita una campagna batimetrica dell'invaso di Villarosa, ad opera delle squadre topografiche del Servizio 4° Gest. Infrastrutture per le Acque del Dipart. Reg. dell'Acqua e dei Rifiuti (Figura 5); si rimanda al suddetto studio per maggiori dettagli, di seguito si riportano solamente i dati di interesse al progetto.

Volume utile di regolazione:

- Quota m 392,50 s.l.m. (livello massima regolazione) m<sup>3</sup> 11.130.428
- Quota m 393,71 s.l.m. (livello massimo invaso) m<sup>3</sup> 12.678.363

Volume di interrimento:

- quota m 392,50 s.l.m. (livello mass. regolazione) m<sup>3</sup> 4.219.572
- quota m 393,71 s.l.m. (livello massimo invaso) m<sup>3</sup> 4.481.637

*“...Nella zona sovrastante l'imbocco degli scarichi si notano altezze consistenti di sedimenti, di circa m 4,60 sopra la soglia superiore dell'imbocco dello scarico di fondo e di circa ml 11,30 sulla soglia di ingresso dello scarico di esaurimento...”.*

*“...Si evidenzia che antistante la griglia della torre l'interrimento raggiunge un' altezza di circa ml 2,50 dalla base superiore del canale dello scarico di fondo...”.*

Considerato l'ingente grado di interrimento ed il volume utile di 3 Mm<sup>3</sup> alla quota di 384 m s.l.m. (massima regolazione attuale) a fronte di una necessità di circa 3,1 Mm<sup>3</sup>, il futuro impianto di pompaggio potrà funzionare solamente qualora si preveda il completo recupero della quota di massima regolazione originale (392,50 m s.l.m.) ed una parziale rimozione dei sedimenti.

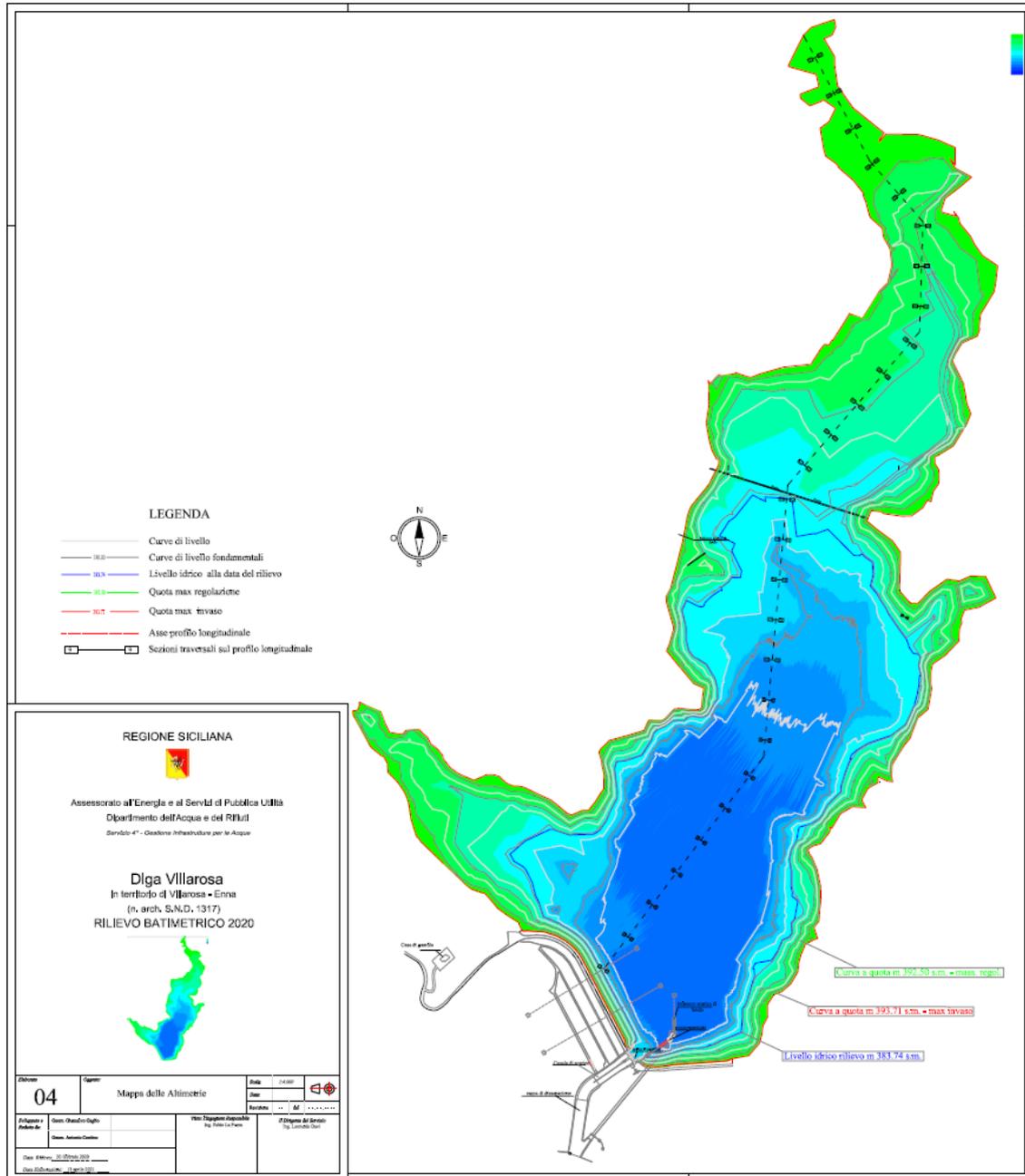


Figura 5 - Mappa delle altimetrie dell'invaso di Villarosa (Rilievo batimetrico 2020 - Assessorato all'Energia e ai Servizi di Pubblica Utilità - Dipartimento dell'Acqua e dei Rifiuti)

#### 4.3.7 ACCESSI ALLA DIGA

Dalla strada statale n°121, che attraversa l'abitato di Villarosa, si può accedere facilmente allo sbarramento seguendo l'apposita segnaletica.

#### 4.3.8 LIMITAZIONE DI INVASO

Il Consorzio di Bonifica 6 di Enna, quale concessionario pro tempore, ha redatto e trasmesso per l'approvazione il progetto definitivo "Interventi urgenti per il ripristino e l'adeguamento degli impianti della diga Villarosa", datato febbraio 2007, che prevedeva, tra gli altri interventi, anche la manutenzione straordinaria degli scarichi.

## 5 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

### 5.1 OPERA DI PRESA E RESTITUZIONE DELL'INVASO DI VALLE

Presso l'invaso esistente di Villarosa sarà realizzata un'opera di presa costituita da un canale di calcestruzzo armato che si raccorda con la galleria di scarico (Figura 6).

L'imbocco ha due sezioni rettangolari, alte 9,50 m e larghe 6,50 m, dotate di griglie metalliche a maglie larghe, capaci di intercettare materiale solido grossolano. Tali dimensioni permettono, considerando una portata di progetto pari a  $120\text{m}^3/\text{s}$ , di avere velocità inferiori a  $1\text{ m/s}$  all'imbocco della galleria. Questo valore permette sia di evitare perdite di carico eccessive, che di prevenire trasporto ed accumulo di detriti, nonché l'insorgenza di vibrazioni che potrebbero danneggiare le griglie. A valle della griglia è stato previsto un raccordo ad una sezione policentrica di diametro interno di  $5,9\text{ m}$ .

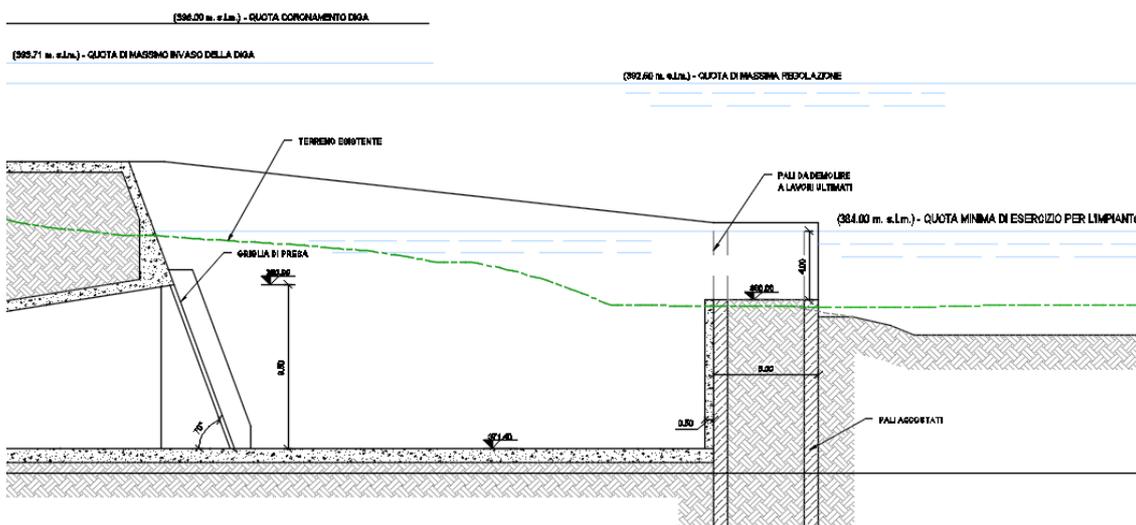


Figura 6 - Vista longitudinale dell'opera di presa di valle

Il fondo del manufatto di imbocco si posiziona a quota  $371,40\text{ m s.l.m.}$ , questo valore è stato calcolato considerando la forma dell'opera di presa e la sommersenza minima da rispettare (per il cui calcolo si rimanda alla relazione idraulica). Quindi, adottando la geometria dell'opera di presa sopradescritta, analizzando la curva quote-volumi, si è scelto di adottare una quota minima per l'esercizio dell'impianto pari a  $384\text{ m s.l.m.}$ , a cui corrisponde un volume invasato di  $3\text{ Mm}^3$  (Figura 2).

Non si ha a disposizione lo storico dei livelli dell'invaso, ma, considerato che attualmente il volume del bacino non viene utilizzato e che per il funzionamento dell'impianto di pompaggio è indispensabile ripristinare la quota di massima regolazione originale pari a  $392,50\text{ m s.l.m.}$  (così da avere, partendo dalla quota di  $384\text{ m s.l.m.}$ , un volume utile disponibile di circa  $8,14\text{ Mm}^3$ ), l'invaso potrebbe garantire sempre i  $3,1\text{ Mm}^3$  necessari all'impianto in progetto.

Questa scelta dovrebbe assicurare il funzionamento del nuovo impianto durante tutto l'anno. Informazioni aggiuntive potrebbero rendere necessarie modeste ottimizzazioni

della quota minima di esercizio dell'impianto di pompaggio, non stravolgendo comunque il progetto.

Saranno previste opere di stabilizzazione del terreno di fondazione in prossimità dell'imbocco al fine di evitare scalzamenti e limitare fenomeni di erosione, che potrebbero convogliare materiale solido all'interno della presa (già limitati dalle contenute velocità di flusso adottate in fase di progetto).

Inoltre, sempre in prossimità dell'imbocco, è prevista una vasca in calcestruzzo (Figura 6 e Figura 7), più alta della quota attuale dei sedimenti e più larga dell'imbocco stesso, avente forma trapezoidale, che svolge la funzione di muro perimetrale dell'imbocco limitando l'apporto di materiale solido e consentendo la funzionalità dell'impianto stesso a fronte di una riduzione dei volumi di scavo.

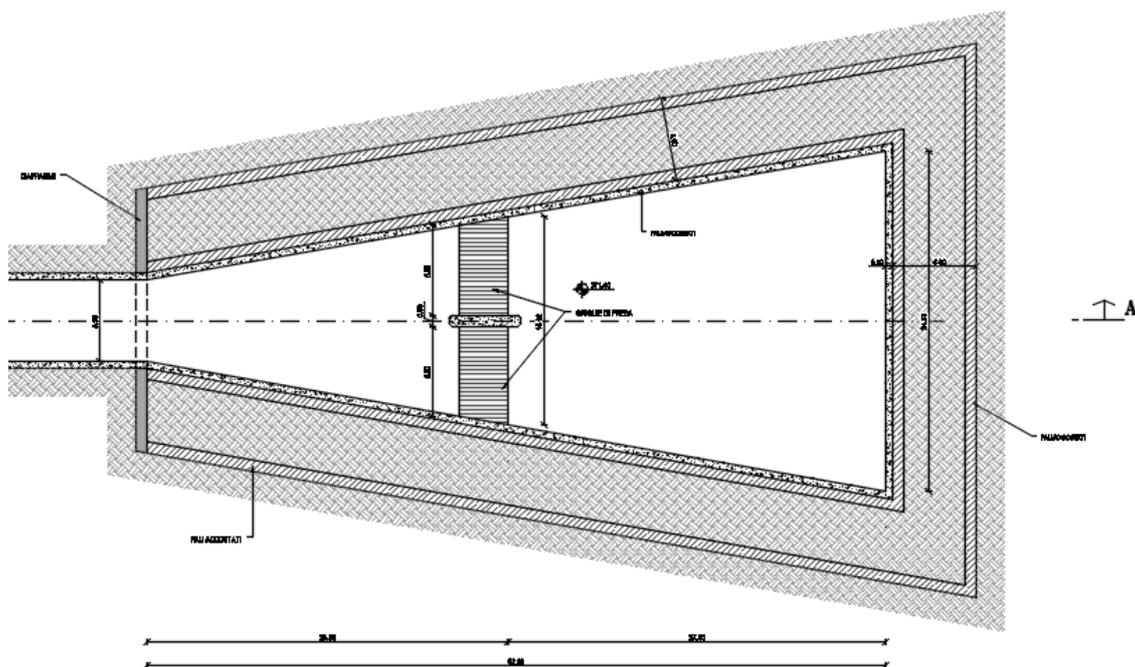


Figura 7 - Vista planimetrica dell'opera di presa di valle (sezione A-A riportata in Figura 6)

## 5.2 POZZO PARATOIE

A circa 80 m dall'imbocco dell'opera di presa di valle è collocata la camera paratoie, costituita da un pozzo verticale profondo circa 35 m ed avente diametro interno di 12 m. Nella parte inferiore del pozzo, è previsto l'alloggiamento di due paratoie piane in serie, a cassa stagna con tenuta sui quattro lati (di dimensioni pari 3,2 x 4,8 m), e la relativa quadristica elettrica. Una paratoia serve durante il normale esercizio dell'impianto, mentre l'altra è ausiliaria. Il compito delle paratoie è quello di disconnettere idraulicamente la condotta forzata dall'invaso di valle.

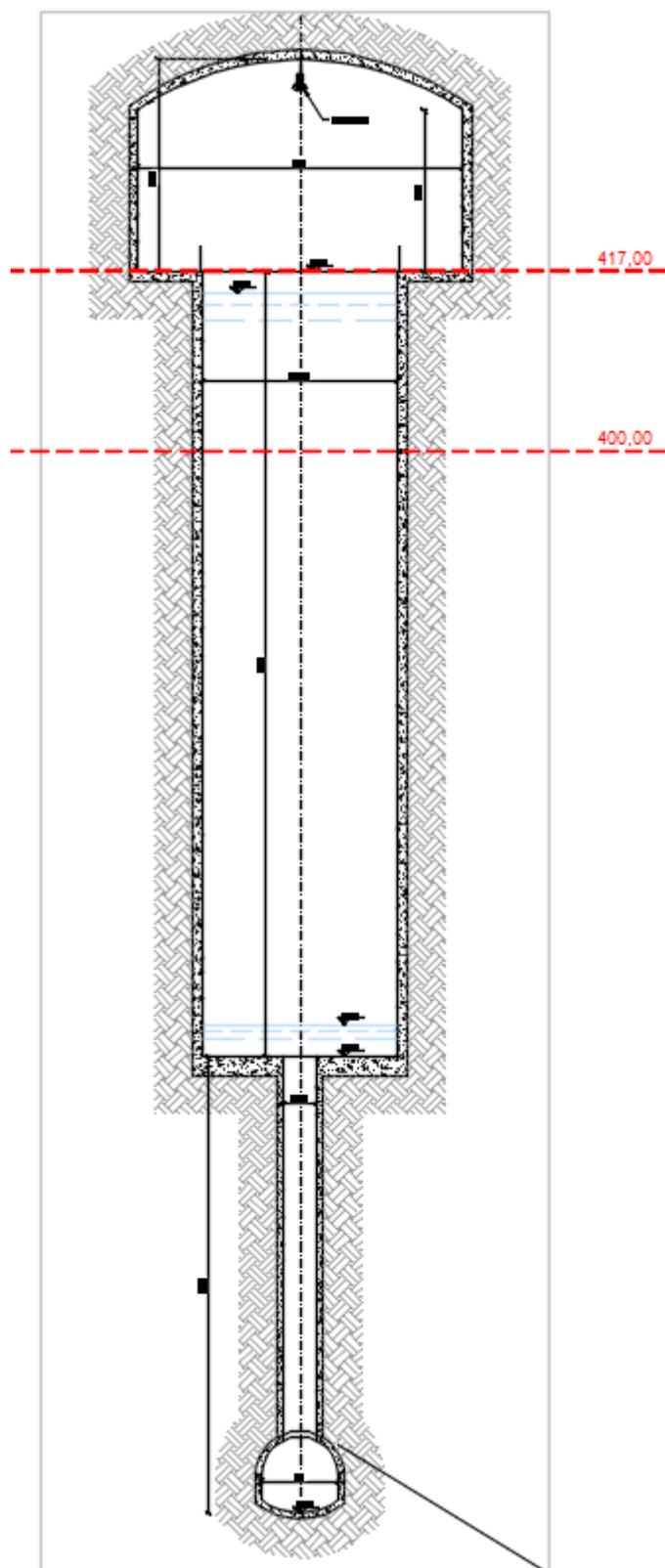
All'interno del pozzo sono contenuti scale di accesso destinate agli operatori (per ispezioni e manutenzioni) e un aeroforo avente diametro di 0,5 m.

Alla sommità del pozzo paratoie è prevista una botola per consentire la rimozione delle paratoie ed una porta per l'accesso del personale.

### 5.3 POZZO PIEZOMETRICO

Il pozzo piezometrico è previsto al fine di migliorare il comportamento dell'impianto durante i transitori di moto vario (moto che si verifica continuamente in impianti di pompaggio come quello in questione), onde limitare le sovrappressioni causate dal colpo d'ariete nel canale di scarico (specialmente nel tratto che va dal pozzo all'opera di presa), e di permettere infine una migliore regolazione generale dell'impianto.

La realizzazione del pozzo piezometrico, con diametro interno di 15 m ed altezza approssimativa di 61,00 m, è prevista a circa 4.150 m di distanza dall'opera di presa di valle. Il pozzo è completamente realizzato in sotterraneo e rivestito di calcestruzzo armato, sarà inoltre dotato alla base di una strozzatura di diametro 2,60 m (Figura 8). La strozzatura sarà connessa alla prima virola metallica del tratto obliquo del canale di scarico di cui al successivo § 5.4. Presso la sommità del pozzo è prevista una camera avente dimensioni in pianta di 25x33 m ed una altezza al colmo della volta di 16,50 m. L'accesso a tale camera, necessario agli operatori in caso di ispezione/manutenzione, sarà garantito tramite una galleria collegata alla galleria d'accesso alla centrale, la quale fungerà anche da condotto d'aerazione.



*Figura 8 - Sezione del pozzo piezometrico*

#### 5.4 CANALE DI SCARICO

Il canale di scarico, ossia la via d'acqua che collega l'opera di presa di valle e la centrale in caverna, è composto dai seguenti tratti:

- un tratto sub-orizzontale, avente sezione circolare con diametro interno di 5,9 m e lungo circa 4,3 km realizzato tramite galleria rivestita di calcestruzzo armato. Tale tratto si estende dal termine dell'opera di presa e restituzione di valle fino ad una biforcazione, posta a circa 55 m dalla centrale; la pendenza del tratto inclinato è di circa il 1,8 %;
- un tratto orizzontale, in cui è presente la biforcazione necessaria per il convogliamento dell'acqua verso le due pompe-turbine.

#### 5.5 CONDOTTA FORZATA

La condotta forzata, ossia la via d'acqua che collega l'opera di presa di monte e la centrale in caverna, è composta dai tratti seguenti:

- Un tratto verticale in cui è prevista la posa di una condotta metallica avente diametro 5.900 mm e lunghezza pari a circa 285 m; la sommità di questo tratto è raccordata con l'opera di presa e restituzione a calice citata al successivo § 5.8.
- Un tratto orizzontale, avente proiezione lunga circa 90 m, realizzato tramite virole metalliche inghisate a tratti e caratterizzate da una biforcazione (che consente di convogliare l'acqua verso le due pompe-turbine) con cui la condotta avente DN 5.900 mm si biforca in due condotte con diametro DN 4.200 mm; sono infine previsti raccordi per passare dal diametro DN 4.200 mm al DN 2.500 mm (diametro delle valvole a sfera presenti in centrale).

#### 5.6 CENTRALE IN CAVERNA E CAVERNA TRASFORMATORI

È stata prevista la realizzazione di una centrale in caverna, a quota 342,50 m s.l.m., sulla cui verticale la copertura (rispetto al fondo del nuovo bacino) è approssimativamente di 250 m. La quota della centrale è stata definita in maniera tale da garantire la sufficiente sommersa alle pompe, e dunque il funzionamento in piena sicurezza dell'impianto di pompaggio.

L'accesso a questa centrale è consentito tramite la galleria descritta al § 5.10.1.

La centrale può essere distinta in due zone:

- la zona superiore, con base posta a 342,50 m s.l.m., è costituita da una caverna a pianta rettangolare di lati 105 e 29,40 m, alta circa 29 m (con soffitto a volta);
- la zona inferiore, costituita da due pozzi aventi diametro di circa 25 m all'interno e profondi 22 m circa dalla base della zona superiore.

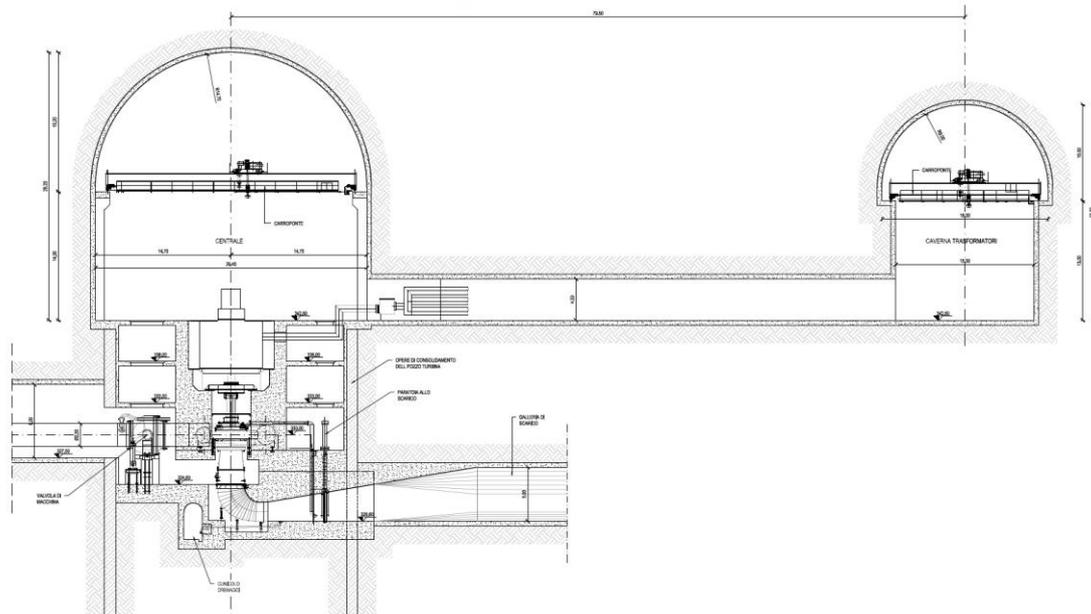


Figura 9 - Sezione schematica della centrale in caverna e della caverna trasformatori in asse via d'acqua

All'interno dei due pozzi della zona inferiore della centrale, sono alloggiati due gruppi reversibili ad asse verticale. Un gruppo reversibile è sostanzialmente costituito dalla disposizione su un unico asse verticale di due componenti: una pompa-turbina di tipo Francis e una macchina elettrica che funge sia da generatore che motore. I motori-generatori sono di tipo asincrono a velocità variabile (DFIG: *Doubly-Fed Induction Generators*) che utilizzano tecnologie simili a quelle messe a punto nel settore eolico.

Sono previsti sistemi di intercettazione di monte e di valle delle macchine idrauliche, in modo da consentirne la manutenzione senza la necessità di svuotare il bacino di monte e le vie d'acqua. Tale funzione di intercettazione sarà svolta da n. 2 valvole a sfera, a monte delle macchine, e n. 2 paratoie piane, a valle delle macchine (ognuno di questi organi sarà dotato della propria centralina oleodinamica).

Al fine di limitare costosi interventi di adeguamento stradale e di sovradimensionamento delle gallerie di accesso tali da consentire il trasporto degli elementi già montati, si prevede di realizzare all'ingresso della centrale un'area di lavoro sufficientemente ampia da consentire l'assemblaggio in sito di tali elementi (oltre che costituire lo spazio di manovra per i mezzi); quest'area ha un'estensione di circa 25 x 29,40 m.

In Tabella 3 si riportano le principali caratteristiche dei gruppi pompa-turbina:

Grandezza	Valore	Unità di misura
Quota asse macchine	330	m s.l.m.
Campo di velocità	349-403	giri/minuto
Tensione	15	kV
Frequenza	50	Hz
Portata massima in fase di generazione	60	m <sup>3</sup> /s

Grandezza	Valore	Unità di misura
Quota asse macchine	330	m s.l.m.
Portata massima in fase di pompaggio	60	m <sup>3</sup> /s
cos( $\phi$ ) in generazione	0,90	-
cos( $\phi$ ) in pompaggio	1,00	-
Potenza massima in fase di generazione	140	MW
Potenza massima in fase di pompaggio	142	MW
Potenza apparente dei generatori-motori	165	MVA

*Tabella 3 - Caratteristiche principali del singolo gruppo reversibile*

Nel caso di funzionamento di entrambi i gruppi reversibili in pompaggio, la portata massima è pari a 115 m<sup>3</sup>/s, a cui è associata una potenza di circa 274 MW.

Nel caso di funzionamento di entrambi i gruppi reversibili in generazione, la portata massima è pari a 120 m<sup>3</sup>/s, a cui è associata una potenza di circa 280 MW.

All'interno della centrale sono collocati anche due carroponi, la quadristica elettrica di controllo e di potenza nonché l'impiantistica ausiliaria (i.e., impianti di raffreddamento, aerazione, condizionamento, aggettamento delle acque di drenaggio, gruppo elettrogeno di emergenza).

La centrale sarà organizzata in modo che il suo funzionamento possa essere controllato in piena sicurezza da remoto, senza dunque necessitare di un presidio continuo.

Parallelamente alla centrale, si prevede di realizzare un'altra caverna (Figura 9), adibita all'alloggiamento di due trasformatori trifase da 170 MVA che elevano la tensione da 15 kV a 380 kV, e della sottostazione con impianto di distribuzione isolato in gas (GIS). Tale caverna è alta circa 23,50 m (con soffitto a volta), con una sezione in pianta indicativa di 105 x 15 m ed è accessibile direttamente dalla galleria principale d'accesso alla centrale (§ 5.10.1).

Le sbarre di collegamento tra i motori-generatori ed i trasformatori sono collocate presso due appositi cunicoli lunghi 55 m.

L'allacciamento alla rete elettrica avverrà tramite cavidotti a 380 kV alloggiati all'interno della galleria d'accesso.

## **5.7 BACINO DI MONTE**

È prevista la realizzazione di un bacino artificiale, ricavato tramite scavo e creazione di un rilevato costituito da un mix di materiale derivante dagli scavi e materiale di buona qualità derivante da cava. L'ubicazione del bacino è posta in corrispondenza di un alto-piano situato circa 3 km a nord dell'invaso di Villarosa.

La posizione e la dimensione dell'invaso è stata studiata in modo da rispettare vincoli esistenti ed ottimizzare più aspetti, tra cui la compatibilità ambientale, la potenza dell'impianto, la compatibilità con la gestione dell'invaso di Villarosa, i costi di realizzazione e gestione dell'impianto.

La planimetria del bacino è mostrata in Figura 10. Le scarpate relative agli scavi ed ai paramenti interni ed esterni hanno pendenza di 2,5/1. L'altezza massima dei paramenti

interni è di 28,5 m (definita come differenza tra la quota del coronamento ed il piano di fondazione del fondo del bacino), mentre l'altezza massima del paramento esterno è di 24 m.

Gli scavi del fondo hanno pendenze variabili ma in genere modeste o nulle.

Il coronamento del bacino, di perimetro 1.670 m, è largo 6 m e sarà connesso alla viabilità esistente. Saranno eseguite due vie di accesso che dal coronamento consentiranno di accedere al fondo del bacino, una in senso orario ed una in senso antiorario. Il franco è di 2,10 m (inoltre, sul coronamento è previsto un muro paraonde di 0,5 m di altezza), calcolato secondo normativa vigente (D.M. del 26/06/2014).

Si prevede l'esecuzione di un cunicolo di ispezione e drenaggio al piede di monte della diga, accessibile dal punto più depresso del rilevato.

Le sponde interne della diga ed il fondo del bacino saranno rivestiti con un manto in conglomerato bituminoso; tale rivestimento ha la funzione di impermeabilizzare l'invaso (in modo da evitare perdite).

È inoltre prevista una depressione locale, di profondità pari a 2,7 m, in corrispondenza dell'imbocco dell'opera di presa e restituzione. Tale depressione permette di garantire la corretta sommersa dell'imbocco della condotta di presa. In corrispondenza di tale affossamento localizzato viene prevista una platea in calcestruzzo.

Le principali caratteristiche geometriche sono riassunte in Tabella 4:

<b>Grandezza</b>	<b>Valore</b>	<b>Unità di misura</b>
Volume utile di regolazione	3.100.000	m <sup>3</sup>
Volume di invaso	3.150.000	m <sup>3</sup>
Volume totale d'invaso	3.200.000	m <sup>3</sup>
Perimetro coronamento	1.670	m
Larghezza coronamento	6	m
Superficie liquida alla quota di min. regolazione	75.000	m <sup>2</sup>
Superficie liquida alla quota di max. regolazione	169.000	m <sup>2</sup>
Superficie liquida alla quota di massimo invaso	171.000	m <sup>2</sup>
Altezza massima diga (lato esterno)	24,00	m
Altezza massima diga (lato interno)	28,50	m
Quota di fondo dell'invaso	616,50	m s.l.m.
Quota di minima regolazione	617,00	m s.l.m.
Quota di massima regolazione	642,45	m s.l.m.
Quota di massimo invaso	642,90	m s.l.m.
Quota del coronamento	645,00	m s.l.m.
Escursione giornaliera	25,45	m
Franco	2,1	m

*Tabella 4 - Caratteristiche principali del bacino artificiale di monte*

Sul paramento esterno della diga si prevede di allocare lo smarino in esubero derivante dagli scavi dalla realizzazione delle opere in sotterraneo e dalla creazione della nuova viabilità per raggiungere l'imbocco della galleria d'accesso. Si prevede di distribuire materiale in modo tale da avere una scarpata a pendenza costante, raccordando il coronamento alla topografia esistente.

Questo abbancamento di materiale attorno al paramento esterno della diga ha molteplici vantaggi:

- dal punto di vista strutturale, contribuisce a favorire la stabilità del rilevato;
- dal punto di vista paesaggistico, la debole pendenza del raccordo tra il coronamento del bacino ed il terreno circostante consente di avere un mascheramento morfologico ottimale del bacino nel territorio circostante;
- dal punto di vista ambientale, consente di limitare la movimentazione dei volumi di terre e rocce da scavo al di fuori dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto di pompaggio.

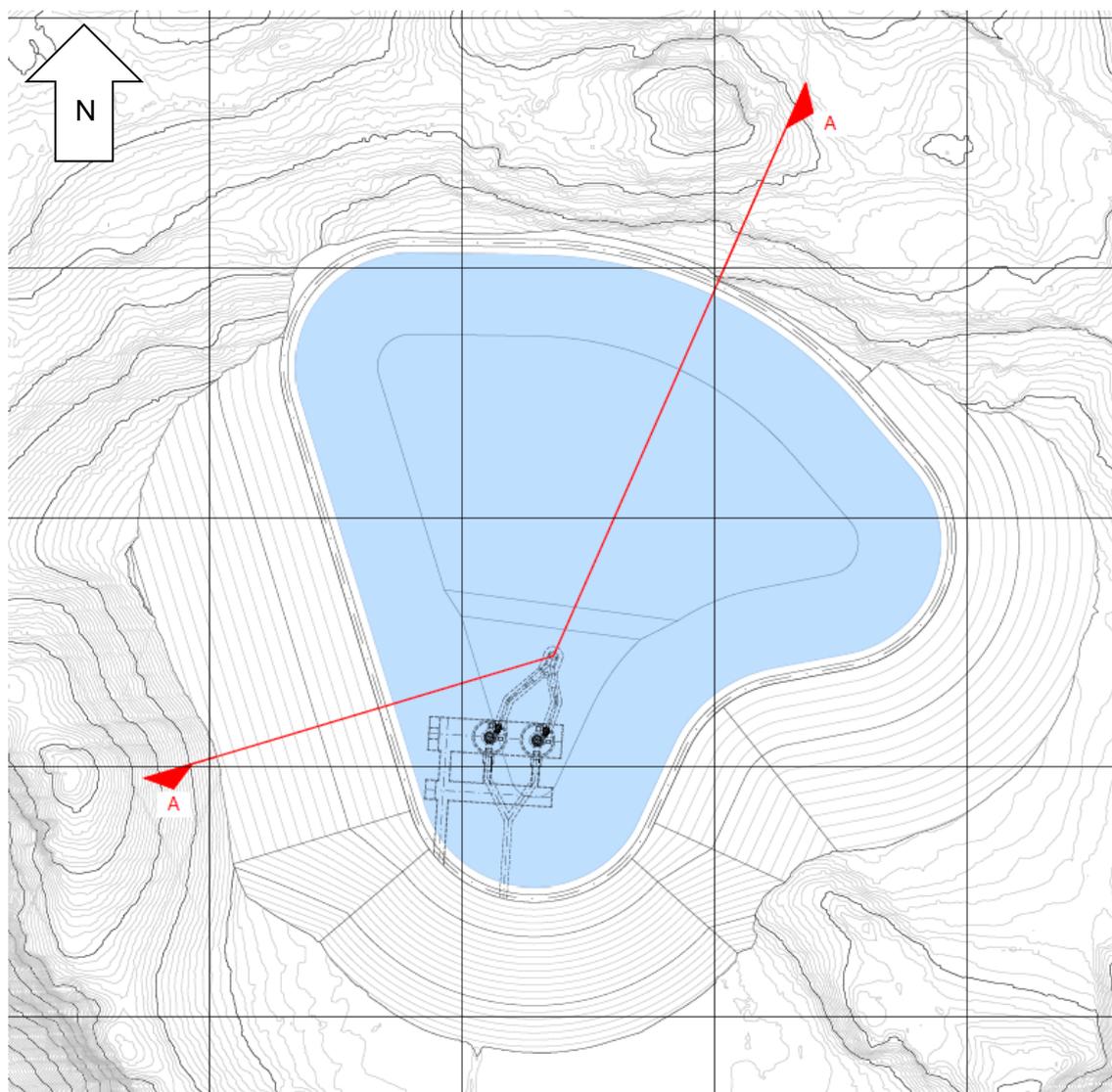


Figura 10 - Planimetria del bacino di monte

Lungo il lato Sud-Est del bacino di monte è previsto uno sfioratore di superficie largo 4 m, progettato per convogliare verso un torrente distante circa 540 m le modeste portate associate ad eventi di precipitazione intensa, ed ha la soglia posta 30 cm sopra la quota di massima regolazione (642,75 m s.l.m.). Ponendo la soglia dello sfioratore 30 cm al di sopra della quota di massima regolazione, ci si attende che esso non funzioni se non in condizioni di piena associata ad un tempo di ritorno di almeno 3.000 anni. Infatti, in base a questa disposizione, lo sfioratore risulterebbe in funzione nel caso in cui si verificano contemporaneamente le seguenti condizioni:

- il bacino di monte è riempito fino alla quota di massima regolazione;
- l'impianto non è in grado di poter attivare le macchine in maniera tale da restituire al bacino di valle parte del volume accumulato nel bacino di monte;
- si verifichi un evento di piena con tempo di ritorno di 3.000 anni;
- l'intensità e la direzione del vento sono tali da creare un sovrizzo di almeno 30 cm in corrispondenza dello sfioratore.

La portata massima transitante attraverso tale sfioratore è pari a 0,40 m<sup>3</sup>/s (per il calcolo, si rimanda alla *relazione idraulica*). Si prevede la realizzazione di un opportuno sistema di convogliamento delle acque capace di smaltire in sicurezza questa modesta portata verso un impluvio esistente a Sud-Est del bacino di monte. Lo smaltimento della portata sfiorata nel drenaggio naturale è assicurato da canalizzazioni.

## **5.8 OPERA DI PRESA E RESTITUZIONE DEL BACINO DI MONTE**

Presso il bacino di monte si prevede la realizzazione di un'opera di presa e restituzione a calice (Figura 11). Tale manufatto è costituito da una soglia di calcestruzzo di forma circolare, con diametro in sommità 12 m, che convoglia le acque all'interno di una struttura verticale di diametro interno variabile, rastremando fino al raggiungimento del diametro della condotta forzata (5,90 m).

Affinché sia garantita una corretta sommergenza alla presa, è stata imposta una differenza di 2,0 m tra la quota di minima regolazione del bacino e la quota del ciglio del calice. Si rimanda alla *relazione idraulica* per il dimensionamento di tale manufatto.

In una corona circolare di ampiezza pari a circa 11,50 m, si prevede di mantenere il livello del fondo del bacino a quota costante, ossia 1,20 m al di sotto del ciglio dell'opera. Questa corona circolare è raccordata con il resto del fondale tramite una scarpata di pendenza pari a circa il 10%, ed è utile per i seguenti scopi: i) consente di poter intercettare eventuale materiale solido che inavvertitamente potrebbe ritrovarsi all'interno del bacino; ii) consente l'accesso in sicurezza all'opera di presa e restituzione da parte degli addetti; iii) lo spessore della corona circolare e la tenue pendenza della scarpata consente l'accesso a mezzi utili per eseguire interventi di ispezione e manutenzione relativi all'opera di presa e restituzione ed alla condotta forzata.

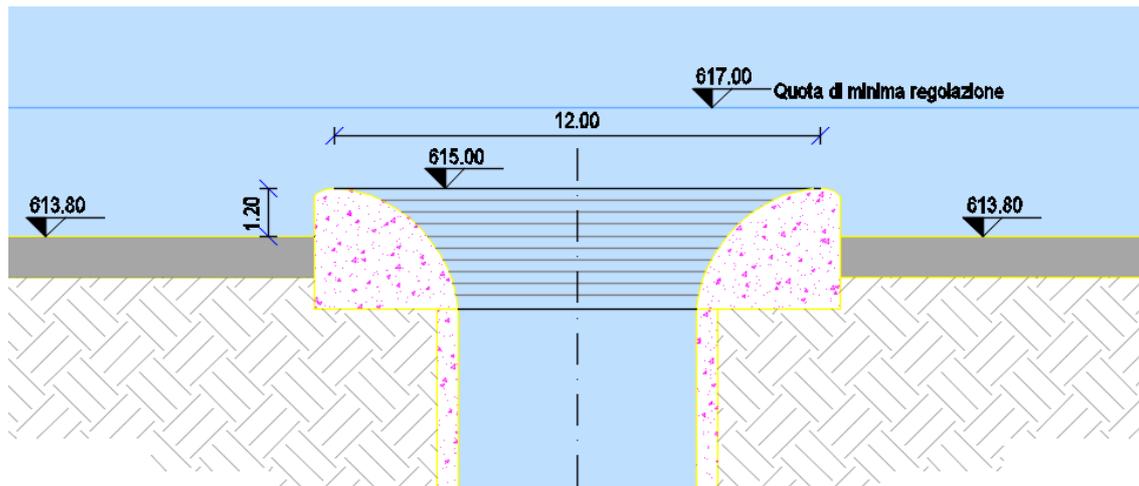


Figura 11 - Vista longitudinale dell'opera di presa e restituzione di monte

## 5.9 SISTEMA DI POMPAGGIO PER LO SVUOTAMENTO DELLE ACQUE AL DI SOTTO DELL'OPERA DI PRESA E RESTITUZIONE DI VALLE

Dall'interno della centrale parte un sistema di pompaggio che ha lo scopo di convogliare all'esterno dell'impianto i volumi d'acqua al di sotto della quota dell'opera di presa e restituzione di valle; tale svuotamento si rende necessario in caso di ispezioni alle vie d'acqua o manutenzioni sulle valvole a sfera o le paratoie piane presenti in centrale.

Si prevede dunque la realizzazione di un sistema di convogliamento all'interno della centrale (dotato di opportune valvole dissipatrici) che raccoglie le acque dal canale di scarico, dalla condotta forzata e dalle macchine e le incanala in una tubazione metallica di diametro nominale DN 1.200 mm, alloggiata all'interno della galleria d'accesso alla centrale e che termina in prossimità del portale d'ingresso; il tratto finale sarà parzialmente interrato e le acque verranno rilasciate nell'alveo del Fiume Morello, immissario del bacino di Villarosa. Tale tubazione ha una lunghezza di circa 1.500 m, e sarà dotata di una pompa centrifuga multistadio dimensionata in maniera tale da sollevare una portata massima di  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  (tramite cui si permette lo svuotamento in circa 36 h dei volumi d'acqua che non possono essere espulsi per gravità).

Tale condotta può anche essere utilizzata come percorso alternativo per lo svuotamento del bacino di monte (nel caso remoto in cui ci sia la contemporanea necessità di svuotare il bacino di monte e l'impossibilità di utilizzare entrambe le turbine). Pertanto, si rende indispensabile l'installazione di valvole dissipatrici, attraverso cui poter regolare l'efflusso in uscita, avente un valore massimo di  $17,3 \text{ m}^3/\text{s}$  (che consentirebbe di svuotare il 75% del volume d'invaso di monte in 3 giorni).

## 5.10 GALLERIE D'ACCESSO

### 5.10.1 GALLERIA D'ACCESSO ALLA CENTRALE

L'accesso alla centrale in caverna è reso possibile tramite una galleria rettilinea, con una curva di idoneo raggio per accedere alla centrale, lunga circa 1,4 km e con pendenza pari a circa il 5%. La sezione tipo è riportata in Figura 12.

All'interno della galleria è inoltre previsto l'alloggiamento di più condotte e cavidotti, adibiti a vari scopi (i.e., illuminazione, approvvigionamento idrico, drenaggio, svuotamento delle vie d'acqua a monte dell'impianto).

Il portale d'ingresso è ubicato in corrispondenza di una pista agricola esistente, con quota d'ingresso coincidente con quella della strada stessa, ossia circa 406 m s.l.m.

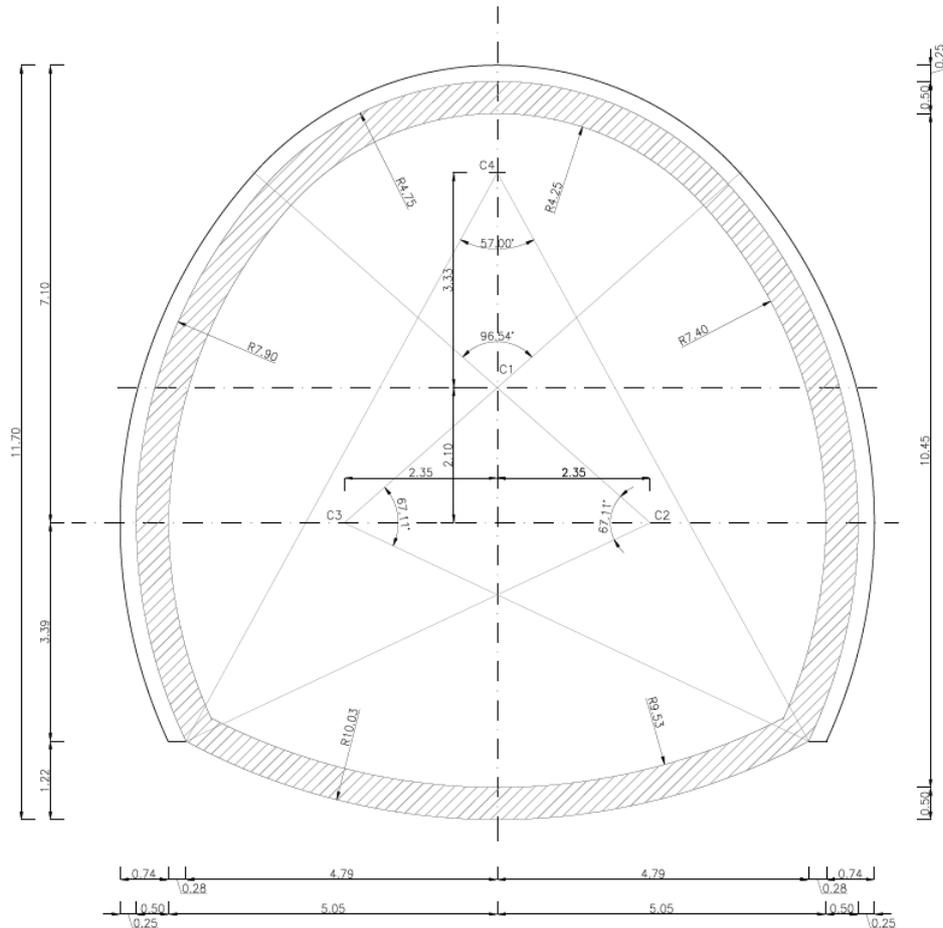


Figura 12 - Sezione tipo della galleria di accesso alla centrale

#### 5.10.2 GALLERIA D'ACCESSO ALLA SOMMITÀ DEL POZZO PIEZOMETRICO

Tale galleria ha inizio dalla galleria d'accesso alla centrale, e termina presso la camera superiore del pozzo piezometrico; la galleria è lunga circa 750 m, con pendenza massima pari all'8,7%, e presenta la sezione tipo riportata in Figura 13

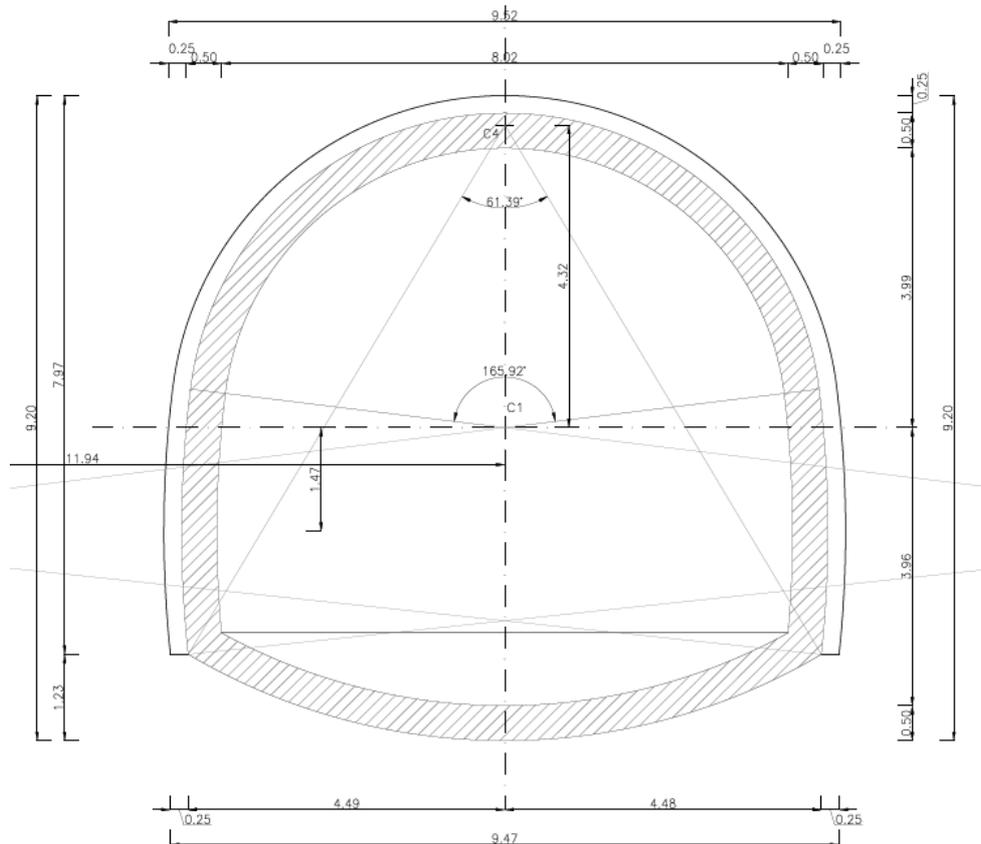


Figura 13 - Sezione tipo della galleria di accesso al pozzo piezometrico

### 5.11 VIABILITÀ PROVVISORIA E DEFINITIVA

L'impianto in progetto prevede la realizzazione di una rete di viabilità di servizio: alcuni tratti si rendono necessari sia per la fase di cantiere che per la fase di normale esercizio dell'impianto, mentre altri tratti solo per la fase di cantiere.

Le opere costituenti l'impianto sono raggiungibili attraverso la viabilità attualmente esistente (viabilità secondaria, strade sterrate ad uso agricolo o forestale), ma alcune di esse devono essere adeguate per consentire il transito dei mezzi di cantiere in piena sicurezza. Sono pertanto previsti allargamenti, miglioramenti del fondo stradale, ampliamento di raggi di curvatura della viabilità esistente. Si fa presente che durante l'operazione di selezione delle componenti dell'impianto si è tenuto conto della vicinanza alla viabilità esistente e dell'estensione dei tratti da adeguare, in modo da limitare contemporaneamente l'impatto ambientale ed i costi di realizzazione di nuove strade e di adeguamento delle esistenti.

Nella planimetria delle aree di cantiere e delle viabilità (doc. ref. 1388-A-FN-D-03-0) sono indicati i tratti di strada di cui si prevede l'adeguamento o la creazione, che consistono in:

- Viabilità 1 (L ~ 1,7 km): adeguamento del tratto di strada che dalla SS 290 sale verso Nord consente di raggiungere l'area di cantiere relativa al bacino di monte (non si tratta della Contrada S. Antonio, ma della strada più a Nord)

- Viabilità 2 (L ~ 0,6 km): creazione di un nuovo tratto di viabilità che da uno svincolo della Contrada S. Antonio consente di raggiungere il bacino di monte
- Viabilità 3 (L ~ 1,3 km): adeguamento di un tratto di strada che dalla SS 290 conduce all'imbocco della galleria d'accesso alla centrale in caverna
- Viabilità 4 (L ~ 0,5 km): creazione di un tratto di strada che collega la Strada Comunale 10 Ferrarelle alla Trazzera Regia Caltanissetta Calascibetta
- Viabilità 5 (L ~ 1,4 km): adeguamento di un tratto della Strada Comunale 7 Manca di Leto Cariota e di una strada sterrata; questo tratto parte dalla Trazzera Regia Caltanissetta Calascibetta e finisce al termine della strada sterrata (da cui partirà la creazione della Viabilità 6)
- Viabilità 6 (L ~ 0,7 km): creazione di un tratto di strada che unisce la Strada Comunale 7 Manca di Leto Cariota alla sommità del pozzo paratoie.

## **6 CRONOPROGRAMMA**

Per quanto riguarda il cronoprogramma, si prevede che le fasi di realizzazione dell'impianto dureranno complessivamente 63 mesi. Si rimanda all'allegato "Cronoprogramma dei lavori" (doc. ref. 1388-A-FN-A-02-0) in cui sono indicate le tempistiche previste dall'inizio dei lavori fino al termine del ripiegamento dei cantieri e del completamento dei ripristini ambientali.



Tel: +39 030 3702371 – Mail: [info@frosionext.com](mailto:info@frosionext.com) - Sito: [www.frosionext.com](http://www.frosionext.com)  
Via Corfù 71 - Brescia (BS), CAP 25124  
P.Iva e Codice fiscale: 03228960179