

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

IMPIANTO DI PROVVIDENZA

Intervento di rifacimento e potenziamento Comune di L'Aquila (AQ)

Progetto Definitivo per Autorizzazione

SINTESI TECNICA DELL'IMPIANTO

File: GRE.EEC.D.99.IT.H.17171.00.130.00 Sintesi Tecnica dell'Impianto.docx

00	28/08/2022	Emissione per revisione cliente	C. Piccinin	F. Maugliani	A. Balestra																
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED																
GRE VALIDATION																					
			Support Team:	Project Engineer: <i>P. Viganoni</i>																	
COLLABORATORS			VERIFIED BY		VALIDATED BY																
PROJECT / PLANT		GRE CODE																			
PROVVIDENZA		GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION								
		GRE	EEC	D	9	9	I	T	H	1	7	1	7	1	0	0	1	3	0	0	0
CLASSIFICATION PUBLIC			UTILIZATION SCOPE PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE																		
<p><i>This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.</i></p>																					

R.00	28.08.2022	PCap	MFr/Bal
Versione	Data	Redatto	Verificato

Lombardi SA Ingegneri Consulenti
Via del Tiglio 2, C.P. 934, CH-6512 Bellinzona-Giubiasco
Telefono +41(0)91 735 31 00
www.lombardi.group, info@lombardi.group

INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
1.1	Contesto generale e scopo del lavoro	1
1.2	Struttura del rapporto	1
1.3	Documentazione ricevuta da ENEL	1
2.	INQUADRAMENTO TECNICO DELL’INTERVENTO	2
2.1	Generalità e cenni storici	2
2.2	Descrizione sintetica dello schema dell’attuale impianto di Provvidenza	2
2.3	Inquadramento territoriale	3
3.	DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO ESISTENTE	5
3.1	Lo schema idraulico dell’impianto di Provvidenza	5
3.2	Serbatoio di Campotosto (non oggetto di interventi)	6
3.2.1	Dati FCEM	6
3.3	Dighe del serbatoio di Campotosto (non oggetto di intervento) e relativa derivazione	11
3.4	Serbatoio di Provvidenza	18
3.5	Diga di Provvidenza e relativa derivazione	21
3.6	Centrale di Provvidenza	23
3.7	Gruppi di produzione	26
3.8	Canale di restituzione	27
3.9	Sottostazione elettrica all’esterno	28
3.10	Emissioni acustiche	28
4.	IL NUOVO IMPIANTO DI PROVVIDENZA	29
4.1	Aspetti generali	29
4.2	Descrizione generale degli interventi	29
4.2.1	Nuova caverna di centrale e galleria di accesso	30
4.2.2	Nuovo pozzo piezometrico di monte (derivazione Campotosto)	34
4.2.3	Nuova condotta forzata dell’impianto	35
4.2.4	Nuova galleria piezometrica di valle (derivazione Provvidenza)	37

4.2.5	Nuova galleria di scarico/aspirazione sulla derivazione Provvidenza	38
4.2.6	Nuova caverna trasformatori e galleria di accesso	39
4.3	Aspetti tecnici particolari	40
4.3.1	Aspetti Geologico/Geotecnici	40
4.3.2	Aspetti idrologici	41
4.3.3	Aspetti idraulici	43
4.3.4	Aspetti elettromeccanici	44
4.4	Connessione alla sottostazione e punto di consegna	47

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1:	Impianto di Provvidenza – Schema.....	3
Figura 2:	Comune di L’Aquila - area interessata dal progetto (rettangolo rosso).	4
Figura 3:	Impianto di Provvidenza - inquadramento territoriale – zona principale di intervento.	4
Figura 4:	Impianto esistente di Provvidenza – Schema idraulico.	5
Figura 5:	Serbatoio di Campotosto – vista aerea.	6
Figura 6:	Dighe del serbatoio di Campotosto – diagramma delle aree e dei volumi (da FCEM di Rio Fucino).....	7
Figura 7:	Diga di Rio Fucino – curva di portata dello scarico di fondo.....	8
Figura 8:	Diga di Rio Fucino – curva di portata dello scarico di alleggerimento.	9
Figura 9:	Diga di Rio Fucino – curva di portata dello scarico di fondo.....	9
Figura 10:	Diga di Rio Fucino – vista da monte.	11
Figura 11:	Diga Rio Fucino – planimetria generale (fonte: FCEM).	12
Figura 12:	Diga di Poggio Cancelli - vista da valle.	13
Figura 13:	Diga di Poggio Cancelli - planimetria generale.	13
Figura 14:	Diga di Sella Pedicate - vista da monte.	14
Figura 15:	Diga di Sella Pedicate – planimetria generale.	14
Figura 16:	Impianto di Provvidenza - galleria di adduzione, pozzo piezometrico e pozzo forzato ...	15
Figura 17:	Derivazione Campotosto – pozzo piezometrico.	16
Figura 18:	Derivazione Campotosto – pozzo piezometrico – vasca di espansione superiore.	16
Figura 19:	Pozzo forzato – profilo.	17

Figura 20: Serbatoio di Provvidenza.	18
Figura 21: Diga di Provvidenza – diagramma delle aree (da FCEM di Provvidenza).	19
Figura 22: Diga di Provvidenza – diagramma dei volumi (da FCEM di Provvidenza).	19
Figura 23: Diga di Provvidenza – curva di portata dello scarico di superficie.	20
Figura 24: Diga di Provvidenza – curva di portata dello scarico di fondo.	21
Figura 25: Diga di Provvidenza - vista da valle.	21
Figura 26: Diga di Provvidenza - planimetria generale.	22
Figura 27: Derivazione Provvidenza – pozzo piezometrico di valle.	23
Figura 28: Centrale di Provvidenza – planimetria generale.	23
Figura 29: Centrale di Provvidenza - sezione trasversale gruppo ternario - pompa.	24
Figura 30: Centrale di Provvidenza - sezione longitudinale.	24
Figura 31: Centrale di Provvidenza - sezione trasversale trasformatori.	25
Figura 32: Centrale di Provvidenza - sezione trasversale Gruppo 3.	25
Figura 33: Derivazione Provvidenza (galleria forzata di restituzione) – profilo idraulico.	27
Figura 34: Derivazione Provvidenza – profilo opera di sbocco e misuratore portata.	27
Figura 35: Impianto di Provvidenza - Sottostazione AT esterna - schema planimetrico.	28
Figura 36: Nuova caverna di centrale di Provvidenza (in giallo).	30
Figura 37: Nuova centrale di Provvidenza - sezione longitudinale.	31
Figura 38: Nuova centrale di Provvidenza - piano sala macchine.	32
Figura 39: Nuova centrale di Provvidenza – sezioni verticali.	32
Figura 40: Galleria di accesso alla nuova centrale in caverna – pianta e sezione tipo.	33
Figura 41: Galleria di accesso alla nuova centrale in caverna – profilo.	33
Figura 42: Galleria di costruzione della nuova centrale in caverna – pianta.	34
Figura 43: Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Campotosto – planimetria.	34
Figura 44: Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Campotosto – profilo.	35
Figura 45: Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Campotosto – camera di alimentazione e strozzatura.	35
Figura 46: Nuova condotta forzata – planimetria zona superiore (tratto blindato in rosso).	35
Figura 48: Nuova condotta forzata – profilo e sezione tipo.	36
Figura 47: Nuovo pozzo forzato – profilo e sezioni.	36

Figura 49: Nuova condotta forzata – planimetria inferiore.	37
Figura 50: Nuova galleria piezometrica sulla derivazione Provvidenza – planimetria.	37
Figura 51: Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – profilo.	38
Figura 52: Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – sezione camera d’interconnessione con stacco da galleria di scarico esistente e sezione tipo pozzo piezometrico. .	38
Figura 53: Nuova galleria di scarico/aspirazione sulla derivazione Provvidenza – pianta e sezione tipo.	38
Figura 54: Nuova galleria di scarico/aspirazione sulla derivazione Provvidenza – profilo.	39
Figura 55: Galleria di accesso per i trasformatori e centrali nuova ed esistente.	39
Figura 56: Galleria di accesso per i trasformatori – pianta.	40
Figura 57: Serbatoio di Campotosto - afflussi medi mensili 2013-2020.	42
Figura 58: Schema di impianto CFSM	45

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Impianto esistente di Provvidenza – Dati di targa	26
Tabella 2: Impianto esistente di Provvidenza – Dati di Collaudo (1963).....	26
Tabella 3: Centrale di Provvidenza – emissioni acustiche.	28
Tabella 4: Nuovi gruppi reversibili – Perdite di carico della derivazione Campotosto.....	43
Tabella 5: Nuovi gruppi reversibili – Perdite di carico della derivazione Provvidenza.	43
Tabella 6: Tempi di manovra concordati con Enel GP per le verifiche dei transitori nel pozzo piezometrico di monte.	43
Tabella 7: Massime pressioni di esercizio nella condotta forzata Campotosto.....	44
Tabella 8: Condotta Forzata Campotosto - verifica di resistenza.	44
Tabella 9: Nuovi Gruppi reversibili – potenze disponibili.....	45
Tabella 10: Generatore/Motore – caratteristiche	46
Tabella 11: Trasformatore – caratteristiche.....	46
Tabella 12: Convertitore – caratteristiche	46

1. INTRODUZIONE

1.1 Contesto generale e scopo del lavoro

Enel SpA – HGT Design & Execution, ha affidato a Lombardi SA l’incarico professionale di ingegneria per la Progettazione Preliminare e Definitiva per Autorizzazione dell’intervento di realizzazione di due nuovi gruppi reversibili nell’impianto idroelettrico di Provvidenza, di proprietà Enel Produzione SpA, sito nel Comune di L’Aquila (AQ).

Attualmente la centrale di Provvidenza, che deriva dal serbatoio di Campotosto e restituisce nel serbatoio di Provvidenza, è dotata di tre gruppi di produzione: 2 gruppi ternari ad asse orizzontale con giranti Francis (Gr. 1-2) da 51.8 MW ed un gruppo reversibile ad asse verticale con girante Francis (Gr.3) da 52.2 MW.

L’intervento in progetto prevede l’ammodernamento dell’impianto di generazione esistente con rifacimento completo ed un incremento della potenza in pompaggio sostituendo le macchine esistenti con n.2 nuovi gruppi reversibili da 110 MW cadauno. L’idea del potenziamento nasce per iniziativa delle strutture Tecniche di Enel Green Power con lo scopo di sfruttare al meglio la risorsa idrica disponibile, adeguandone l’utilizzo alle nuove esigenze di regolazione e servizi ancillari di rete.

La presente relazione descrive l’inquadramento dell’intervento e le principali attività costruttive, previste da Enel per la realizzazione dei due nuovi gruppi reversibili.

1.2 Struttura del rapporto

Il presente rapporto ha la seguente struttura:

- Capitolo 1: introduzione;
- Capitolo 2: descrive l’inquadramento tecnico dell’intervento;
- Capitolo 3: descrive le opere del progetto esistente;
- Capitolo 4: descrive il progetto di installazione dei due nuovi gruppi reversibili;

1.3 Documentazione ricevuta da ENEL

Per la redazione della presente relazione è stato fatto riferimento ai documenti facenti parte della documentazione d’incarico ricevuta da Enel GP e compresa nella Dataroom di progetto.

2. INQUADRAMENTO TECNICO DELL’INTERVENTO

2.1 Generalità e cenni storici

Il Bacino idrografico del Vomano si estende per 68 km con una superficie di 782 km². Il Bacino idrografico del Vomano si estende per 68 km con una superficie di 782 km². Il Vomano defluisce dalle pendici del Monte San Franco (2.132 m s.l.m.), con andamento planimetrico ovest-est, nella valle delimitata dai Monti della Laga e dalla catena calcarea del Gran Sasso, sfociando nel mare Adriatico tra le città di Roseto degli Abruzzi e di Pineto, in provincia di Teramo, dopo un percorso di circa 70 km.

La cascata di impianti comprende tre centrali principali: Provvidenza (141 MW), S. Giacomo (448 MW), Montorio (110 MW) e la centrale minore di Piaganini (1,2 MW) ubicata a circa 3 km a monte dell’abitato di Montorio. I territori comunali interessati sono L’Aquila per Provvidenza, Fano Adriano (TE) per S. Giacomo e Montorio al Vomano per le altre due.

Gli impianti idroelettrici sull’asta del Chienti sono stati realizzati a partire dalla fine degli anni ’40; con la costruzione dei serbatoi di Campotosto (con regolazione stagionale, successivamente sopraelevato negli anni ’70) e Provvidenza (bacino di modulazione) e dell’Impianto di Provvidenza. Successivamente vennero realizzati gli altri impianti di San Giacomo e Montorio con i relativi sbarramenti. Negli anni ’90 venne realizzato l’ampliamento della Centrale di San Giacomo con il nuovo impianto denominato San Giacomo II.

Le tre centrali di Provvidenza, S. Giacomo e Montorio sono state realizzate in caverne e sono raggiungibili percorrendo la statale n. 80 che collega la città di Teramo alla città dell’Aquila. La centrale di Montorio si trova nei pressi del km 32 della S.S. 150 che collega Montorio al Vomano a Roseto degli Abruzzi.

2.2 Descrizione sintetica dello schema dell’attuale impianto di Provvidenza

La centrale di Provvidenza è attualmente costituita da due rami: uno di monte, qui nel seguito denominato “*derivazione Campotosto*”, alimentato dal serbatoio di Campotosto realizzato sul Rio Fucino in comune di Campotosto (AQ) tramite tre dighe, con un volume d’invaso pari a 224.000.000 m³, un bacino imbrifero diretto pari a 47.50 km² e una quota di massima regolazione di 1’317.50 m s.l.m.; l’altro di valle, qui nel seguito denominato “*derivazione Provvidenza*”, alimentato dal bacino di Provvidenza realizzato sbarrando il Fiume Vomano in Comune di L’Aquila (AQ), località Ortolano, con una diga muraria ad arco (Ab1) alta 52.20 m con un volume d’invaso 2.760.000 mc ed un bacino imbrifero diretto di 54 km², costruita nel 1947, avente una quota di massima regolazione di 1’060.00 m s.l.m..

Le dighe del serbatoio di Campotosto sono le seguenti:

- Diga di Rio Fucino, muraria a gravità ordinaria (Aa1), alta 49.00 m, costruita nel 1951 (sopraelevata nel 1971);

- Diga di Poggio Cancelli, in materiali sciolti, di terra, zonata, con nucleo in terra per la tenuta (Bb), alta 28.20 m, costruita nel 1951 (sopraelevata nel 1969);
- Diga di Sella Pedicate, composta parte da diga in materiali sciolti, di terra, zonata, con nucleo in terra per la tenuta (Bb), (diga in terra) e parte da diga muraria a gravità ordinaria (Aa1) (diga in cls), alta 17.00 rispettivamente 26.50 m, costruita nel 1950 (sopraelevata nel 1965).

Dal serbatoio di Campotosto, l’acqua viene derivata tramite una galleria in pressione lunga circa 1.100 m, a valle della quale è presente un pozzo piezometrico dotato di vasca superiore di espansione, che prosegue con una condotta forzata realizzata con scavo in pozzo e rivestimento in c.a., lunga di circa 242 m che termina con una biforcazione verticale che alimenta i tre gruppi esistenti. Questi, che dispongono di un salto geodetico medio pari a circa 250 m per una potenza complessiva installata pari a 164 MW, sono costituiti da:

- n.2 gruppi ternari ad asse orizzontale, ciascuno con potenza di 51.80 MW in generazione e 44.0 MW in pompaggio, accoppiato ad un motore/generatore sincrono trifase da 50’000 kVA;
- n.1 gruppo Francis reversibile ad asse verticale dalla potenza di 60.50 MW in generazione e 60 MW in pompaggio, al quale è accoppiato un generatore sincrono trifase da 65’000 kVA,

La potenza efficiente complessiva dell’impianto è pari a 141 MW per una producibilità media annua di 70.46 GWh.



Figura 1: Impianto di Provvidenza – Schema.

2.3 Inquadramento territoriale

Gli esistenti serbatoi di Campotosto e di Provvidenza e l’esistente Centrale di Provvidenza sono siti in Provincia di L’Aquila. In particolare, l’esistente Centrale di Provvidenza è sita nel Comune di L’Aquila.

Le opere a progetto ricadono tutte all’interno dei limiti amministrativi del Comune di L’Aquila.

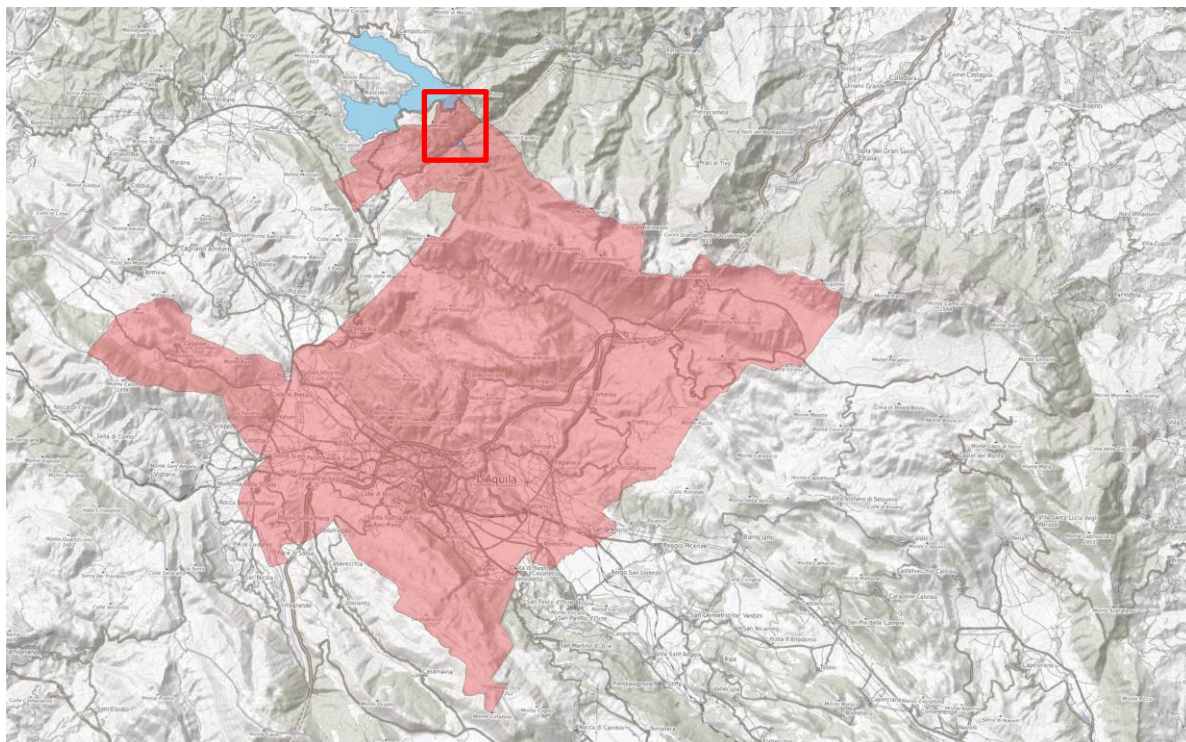


Figura 2: Comune di L'Aquila - area interessata dal progetto (rettangolo rosso).

La principale zona d'intervento del Progetto riguarda una estensione ricompresa tra circa 300 m a monte dell'esistente pozzo piezometrico ed il serbatoio di Provvidenza, sovrapponendosi senza interferenze con le opere della centrale esistente (cfr. **Figura 3**).

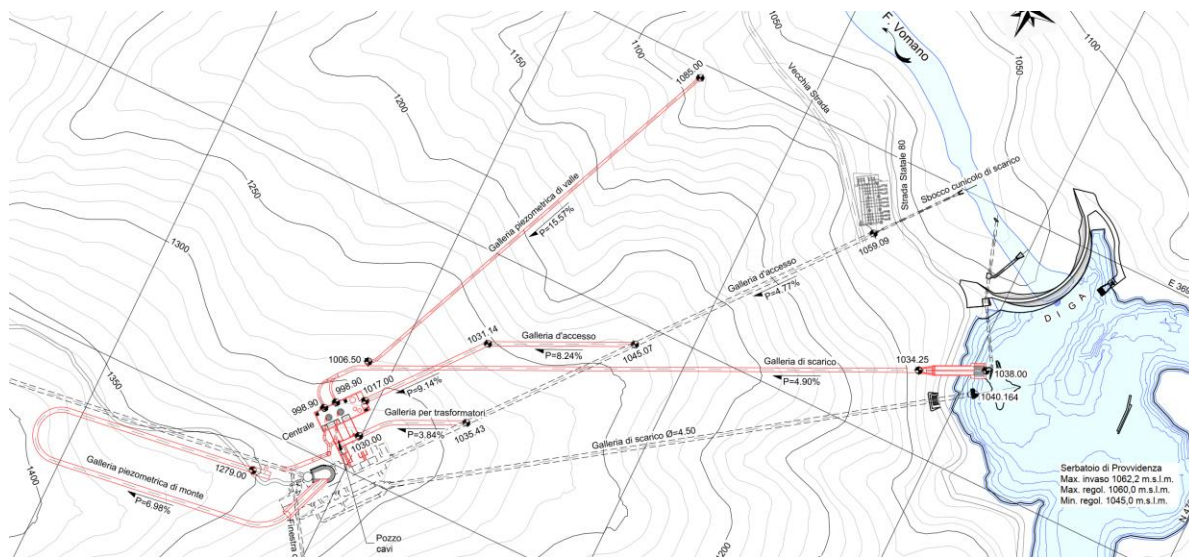


Figura 3: Impianto di Provvidenza - inquadramento territoriale – zona principale di intervento.

3. DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO ESISTENTE

Il presente capitolo descrive in maniera sintetica tutte le parti principali dell’esistente impianto di Provvidenza.

3.1 Lo schema idraulico dell’impianto di Provvidenza

La centrale idroelettrica di Provvidenza è alimentata dalla derivazione Campotosto, realizzata sbarrando il Rio Fucino in comune di Campotosto (AQ) con tre dighe:

- Diga di Rio Fucino, classificata “muraria a gravità ordinaria (Aa1)”;
- Diga di Poggio Cancelli, classificata “diga in materiali sciolti, di terra, zonata, con nucleo in terra per la tenuta (Bb)”;
- Diga di Sella Pedicate, classificata “diga in materiali sciolti, di terra, zonata, con nucleo in terra per la tenuta (Bb)” (diga in terra) rispettivamente “muraria a gravità ordinaria Aa1)” (diga in cls).

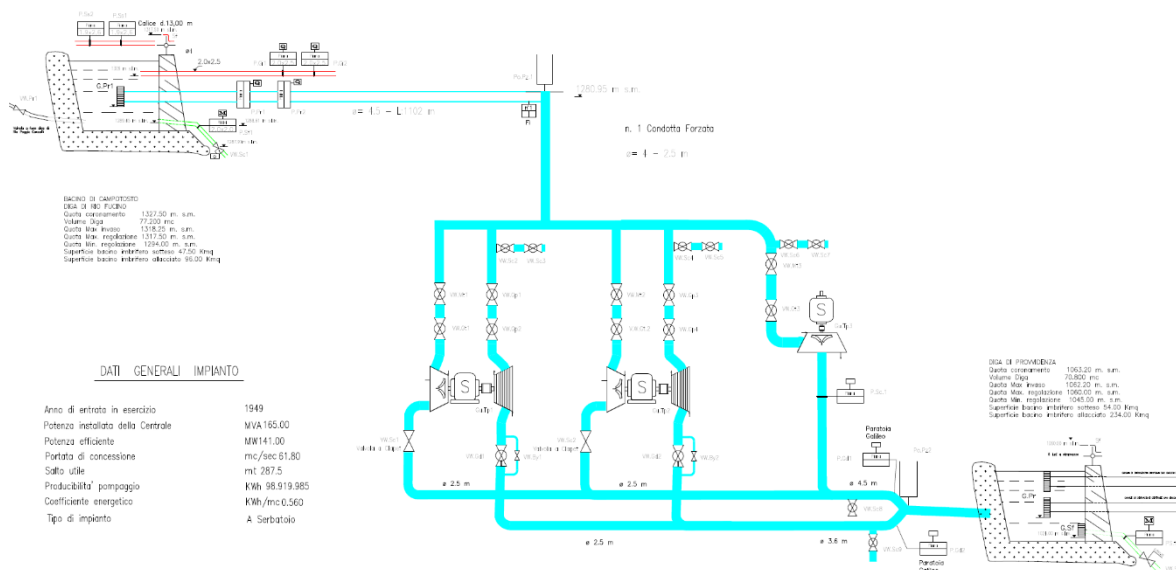


Figura 4: Impianto esistente di Provvidenza – Schema idraulico.

3.2 Serbatoio di Campotosto (non oggetto di interventi)



Figura 5: Serbatoio di Campotosto – vista aerea.

3.2.1 Dati FCEM

3.2.1.1 Dati principali del serbatoio

Dati principali del serbatoio desunti dal Progetto approvato

Quota di massimo invaso	1318.25 m slm
Quota massima di regolazione	1317.50 m slm
Quota minima di regolazione	1294.00 m slm
Superficie dello specchio liquido	
• Alla quota di massimo invaso	17.07 km ²
• Alla quota massima di regolazione	13.80 km ²
• Alla quota minima di regolazione	3.8 km ²
Volume totale di invaso (ai sensi del D.M. 24.03.'82)	224.00x10 ⁶ m ³
Volume di invaso (ai sensi della L.584/1994)	218.00x10 ⁶ m ³
Volume utile di regolazione	218.00x10 ⁶ m ³
Volume di laminazione	6.00x10 ⁶ m ³

Superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	47.50 km ²
Superficie del bacino allacciato	96.00 km ²
Portata di massima piena di progetto	89.00 m ³ /s
Tempo di ritorno (ultimo anno di riferimento: 1986)	5000 anni

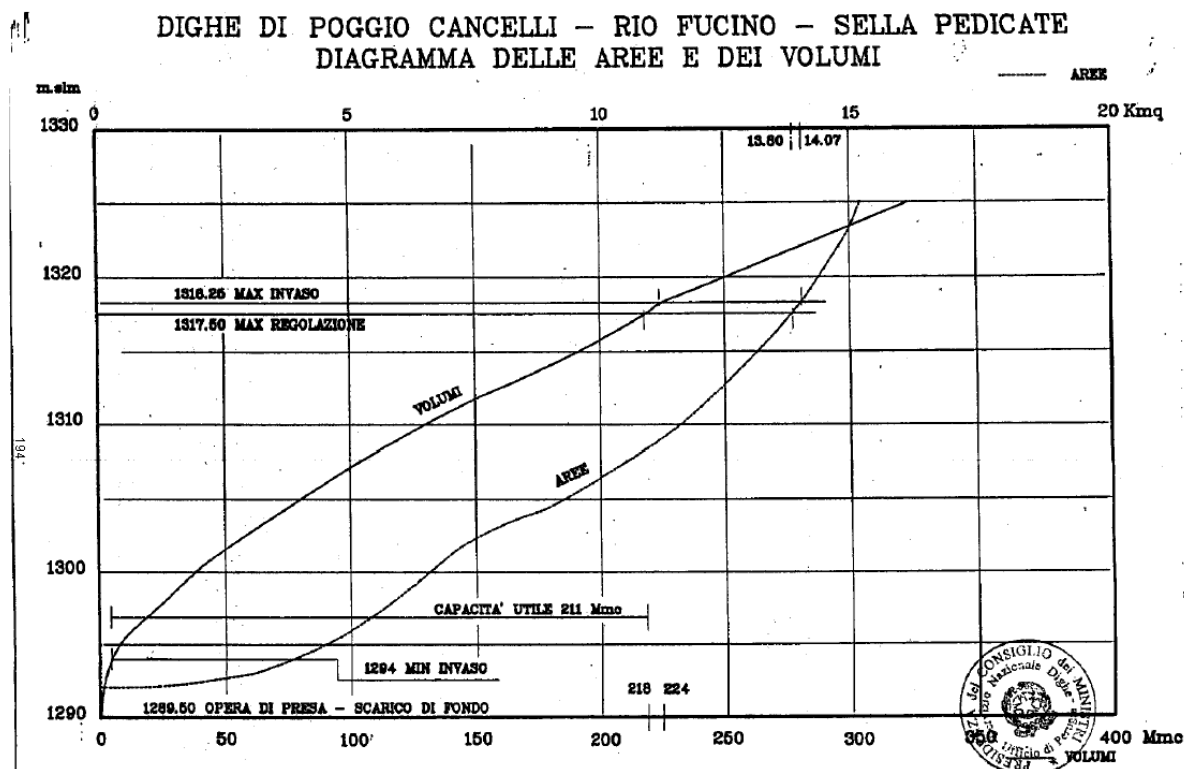


Figura 6: Dighe del serbatoio di Campotosto – diagramma delle aree e dei volumi (da FCEM di Rio Fucino).

3.2.1.2 Diga di Rio Fucino

Dati principali della diga desunti dal Progetto approvato:

Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.'82)	49.00 m
Altezza della diga (ai sensi della L. 584/'94)	36.70 m
Altezza di massima ritenuta	39.00 m
Quota coronamento	1327.50 m slm
Franco (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.'82)	9.254 m
Franco netto (ai sensi del D.M. n°44 del 24.03.'82)	-
Sviluppo del coronamento	154.00 m
Volume della diga	77.200 m ³

Grado di sismicità assunto nel Progetto

S=9

Classifica ai sensi del D.M: 24.03.'82

muraria, a gravità ordinaria (Aa1)

Dati principali delle opere di scarico

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 1318,25 m slm.

Dallo scarico di superficie

55.48 m³/s

Dallo scarico di fondo

27.70 m³/s

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 1317,50 m slm.

Dallo scarico di alleggerimento

45.95 m³/s

Dallo scarico di fondo

27.35 m³/s

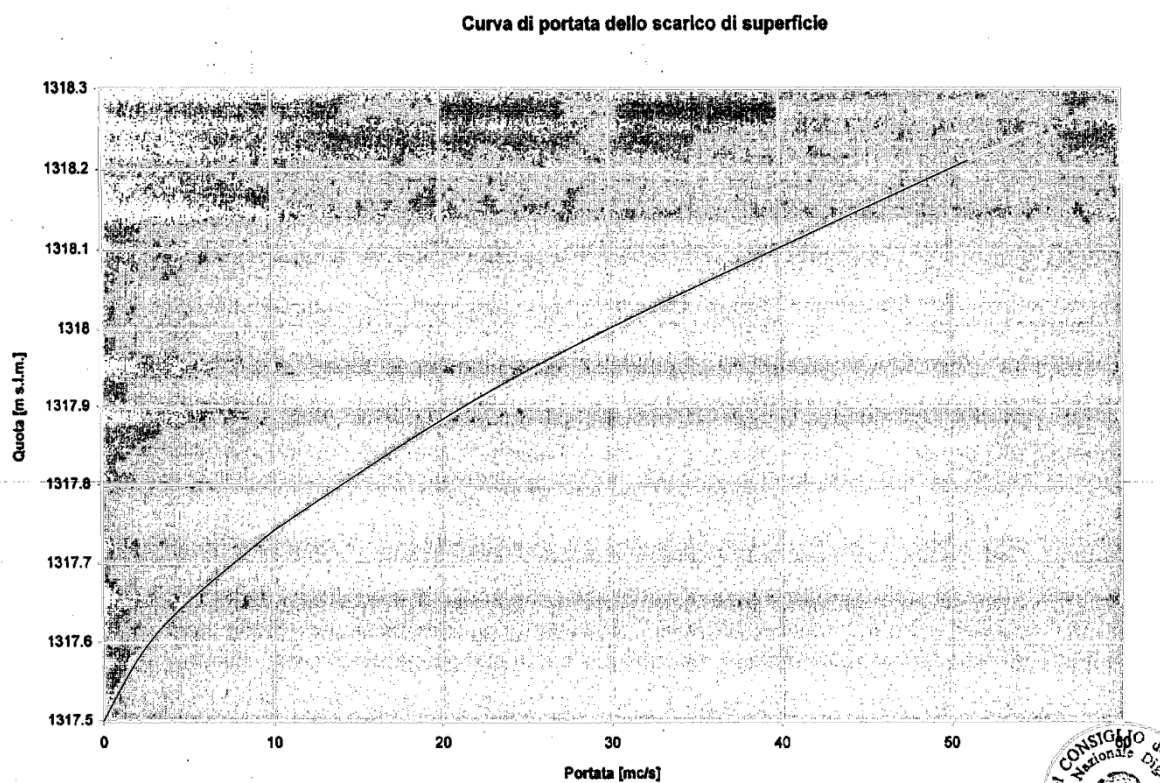


Figura 7: Diga di Rio Fucino – curva di portata dello scarico di fondo.

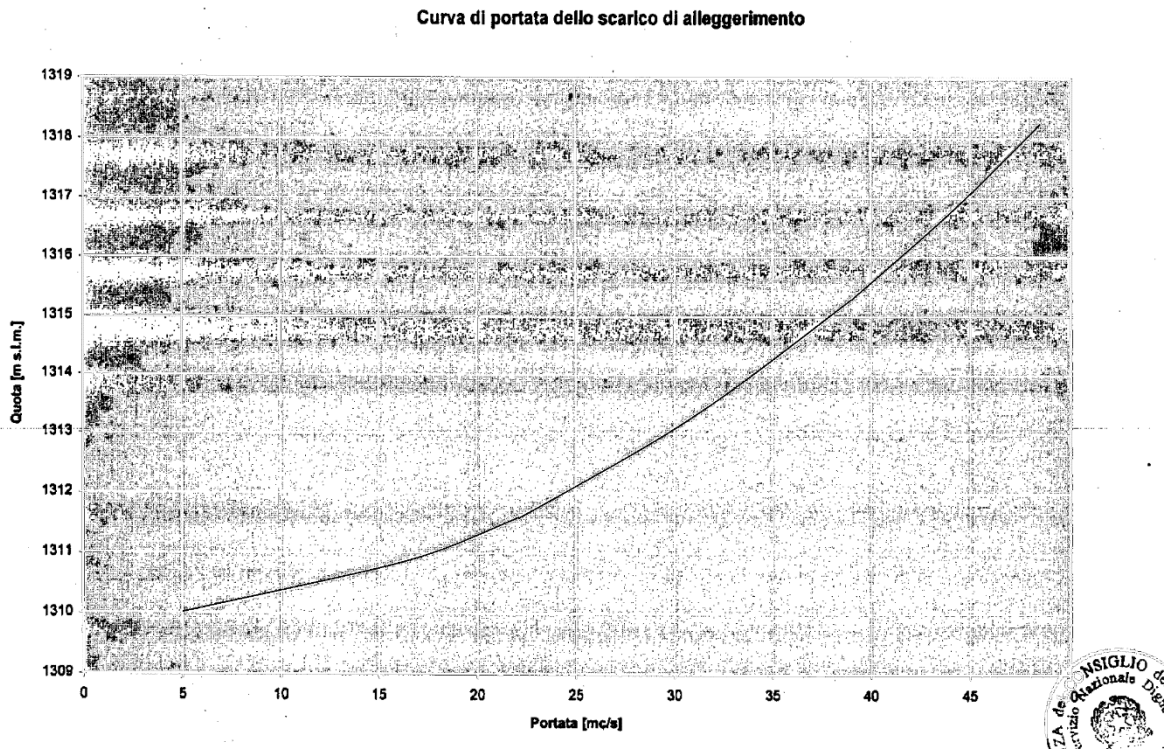


Figura 8: Diga di Rio Fucino – curva di portata dello scarico di alleggerimento.

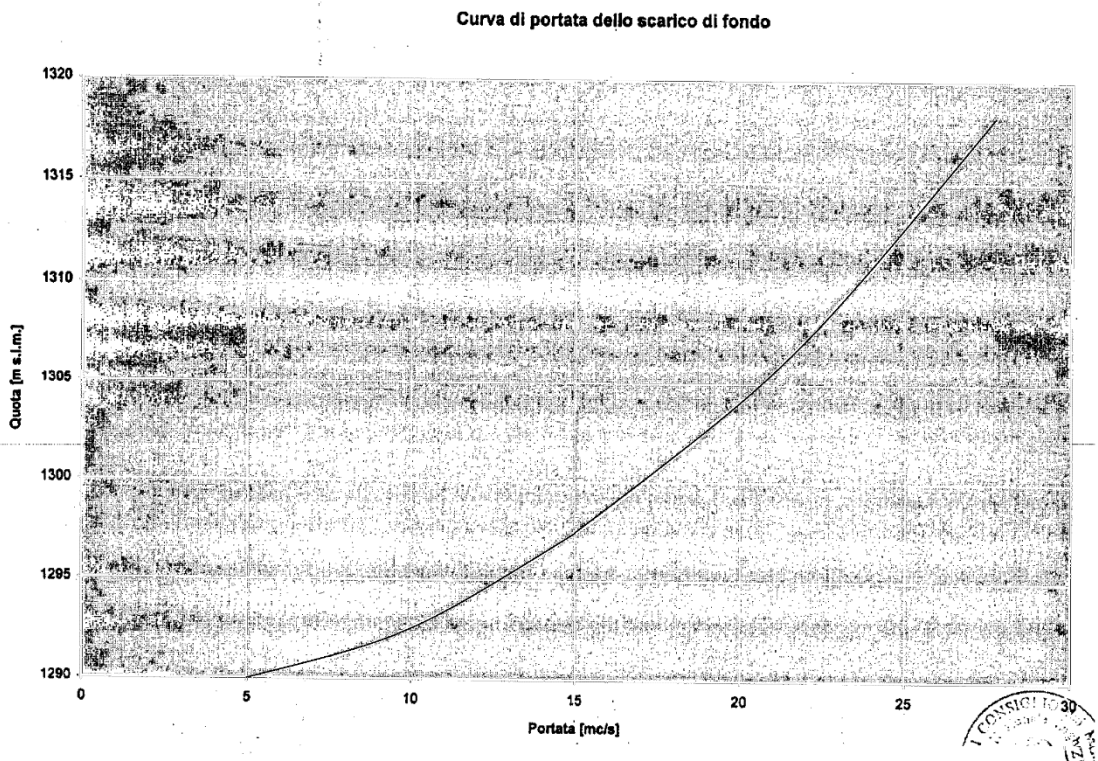


Figura 9: Diga di Rio Fucino – curva di portata dello scarico di fondo.

3.2.1.3 Diga di Poggio Cancelli

Dati principali della diga desunti dal Progetto approvato:

Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.'82)	28.20 m
Altezza della diga (ai sensi della L. 584/'94)	27.30 m
Altezza di massima ritenuta	18.20 m
Quota coronamento	1327.50 m slm
Franco (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.'82)	9.254 m
Franco netto (ai sensi del D.M. n°44 del 24.03.'82)	-
Sviluppo del coronamento	500.00 m
Volume della diga	720.000 m ³
Grado di sismicità assunto nel Progetto	S=9
Classifica ai sensi del D.M: 24.03.'82	diga in materiali sciolti, di terra, zonata, con nucleo di terra per la tenuta (Bb)

3.2.1.4 Diga di Sella Pedicate

Dati principali della diga desunti dal Progetto approvato:

Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.'82)	
• In terra	17.00 m
• In calcestruzzo	26.50 m
Altezza della diga (ai sensi della L. 584/'94)	
• In terra	14.00 m
• In calcestruzzo	20.75 m
Altezza di massima ritenuta	
• In terra	7.00 m
• In calcestruzzo	17.75 m
Quota coronamento	1327.50 m slm
Franco (ai sensi del D.M. 24.03.'82)	
• In terra	9.254 m
• In calcestruzzo	8.754 m
Franco netto (ai sensi del D.M. n°44 del 24.03.'82)	-

Sviluppo del coronamento

- In terra 178.25 m
- In calcestruzzo 638.28 m

Volume complessivo del corpo diga

- In terra 22.000 m³
- In calcestruzzo 120.000 m³

Grado di sismicità assunto nel Progetto S=9

Classifica ai sensi del D.M: 24.03.'82

diga in terra: materiali sciolti, di terra, zonata, con nucleo di terra per la tenuta (Bb).

diga in cls: muraria a gravità ordinaria (Aa1)

3.3 Dighe del serbatoio di Campotosto (non oggetto di intervento) e relativa derivazione

Diga di Rio Fucino

La diga di Rio Fucino, costruita nel periodo 1940-1951 e sopralzata tra il 1964 e il 1971, è una diga a gravità massiccia in calcestruzzo. Il piano di Coronamento si trova a quota 1318.25 m slm e si sviluppa per 154.0 m. Il corpo diga ha un volume pari a 77.200 m³.



Figura 10: Diga di Rio Fucino – vista da monte.

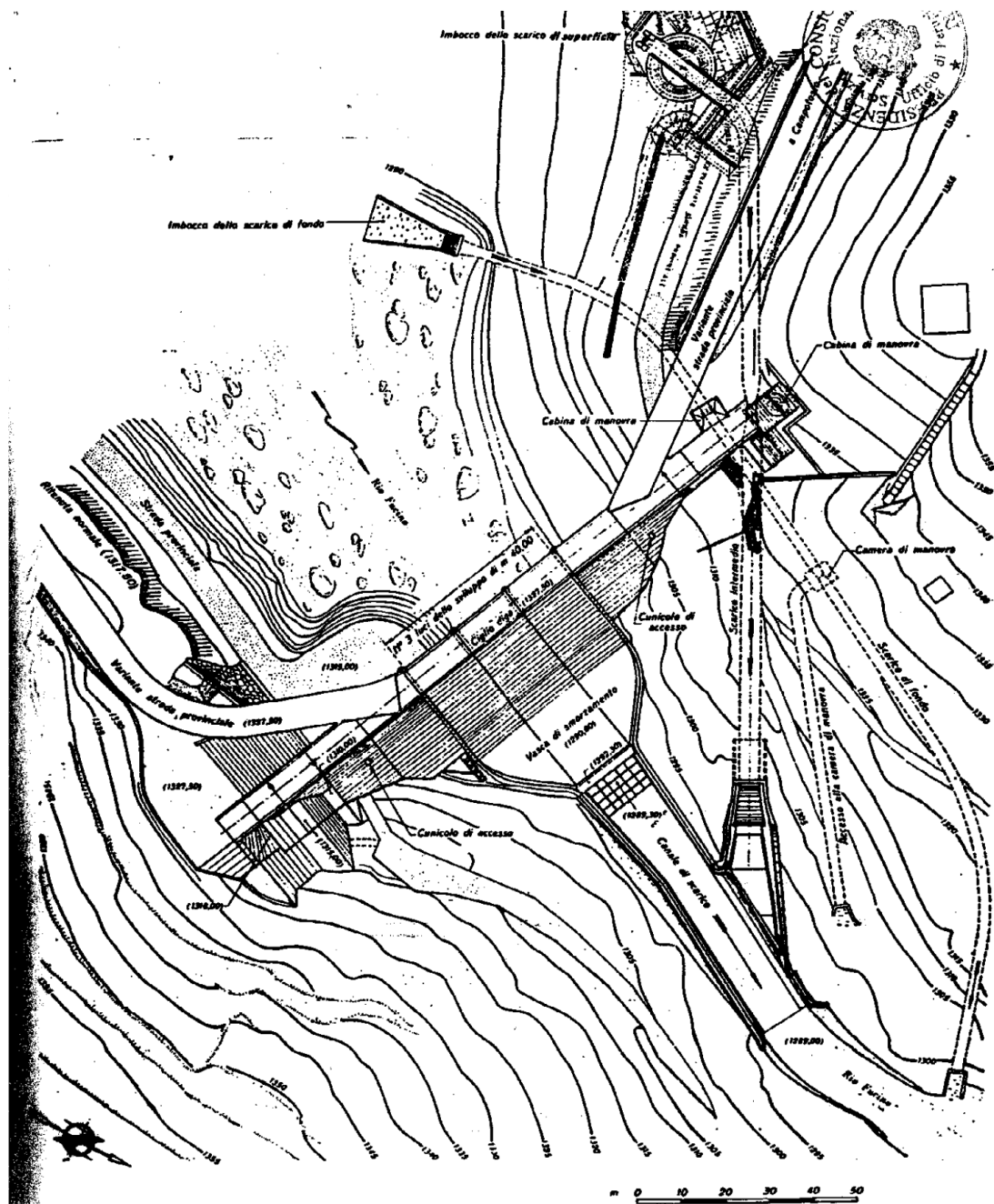


Figura 11: Diga Rio Fucino – planimetria generale (fonte: FCEM).

Diga di Poggio Cancelli

La diga di Poggio Cancelli, non oggetto di interventi, costruita nel periodo 1940-1951 e sopralzata tra il 1964 e il 1971, è una diga in terra con nucleo centrale di tenuta e sottostante diaframma in calcestruzzo.



Figura 12: Diga di Poggio Cancelli - vista da valle.

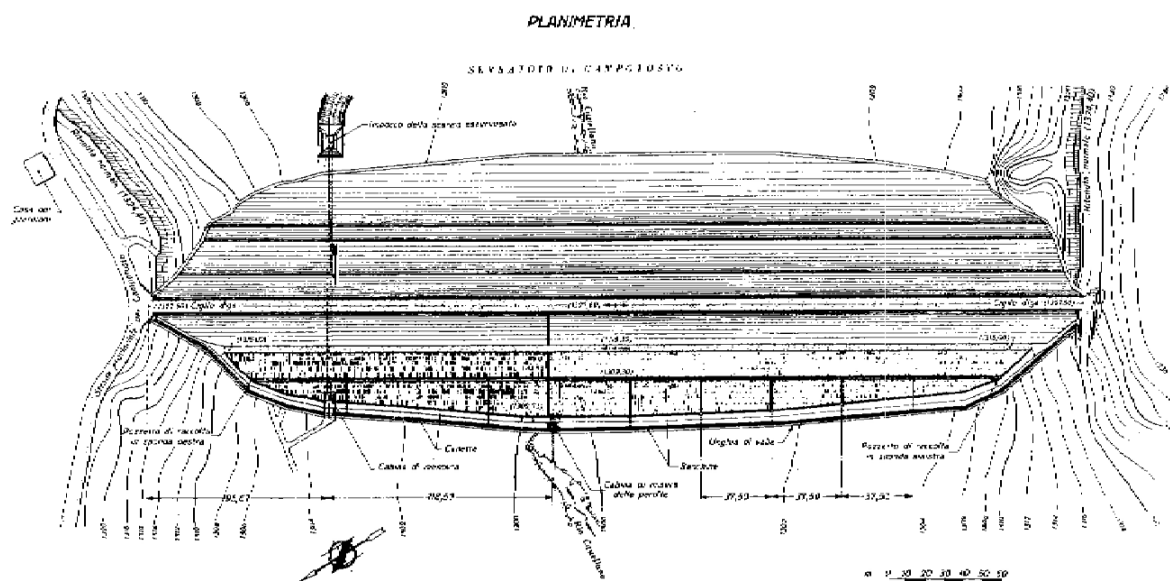


Figura 13: Diga di Poggio Cancelli - planimetria generale.

Diga di Sella Pedicate

La diga di Sella Pedicate, non oggetto di interventi, costruita nel periodo 1940-1951 e sopralzata tra il 1964 e il 1971, è una diga muraria.



Figura 14: Diga di Sella Pedicate - vista da monte.

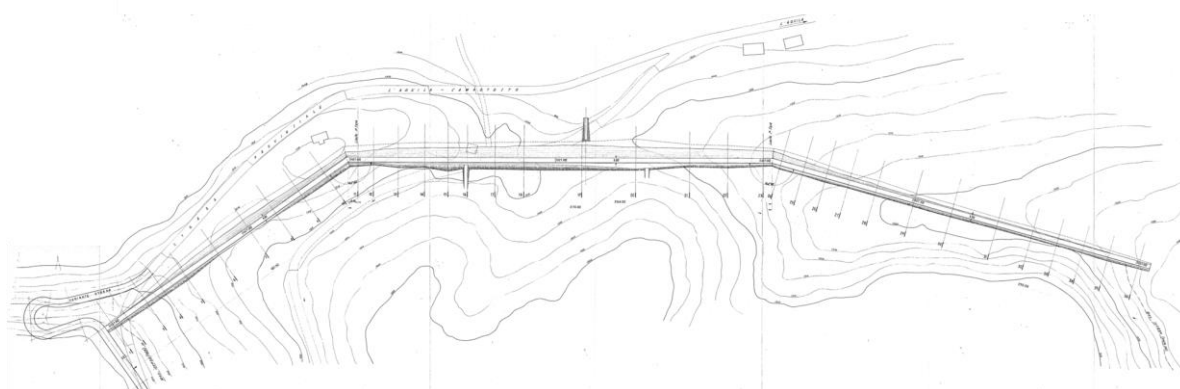


Figura 15: Diga di Sella Pedicate – planimetria generale.

Lo sbarramento di Rio Fucino dispone di tre opere di scarico: uno scarico di superficie (uno sfioratore a calice con soglia fissa ad el. 1317.50 m slm e di una portata massima di 55.48 m³/s), uno scarico di alleggerimento (2,00x2,50 m con sogli ad el. 1322.10 m slm e una portata massima di 45.95 m³/s) ed uno scarico di fondo (galleria circolare DI 2.60 m con soglia imbocco ad el. 1289.45 m slm e intercettata da una paratoia piana di 2.00x2.00 m con quota di soglia 1'288.61 m s.l.m., installata alla base di un pozzo verticale e comandabile dalla soprastante cabina di manovra e, più a valle, da una saracinesca di 0.96x1.60 m con soglia a quota 1'287.96 m s.l.m., azionata da servomotore oleodinamico installato in camera di manovra sotterranea; lo scarico ha una portata massima di 27.70 m³/s).

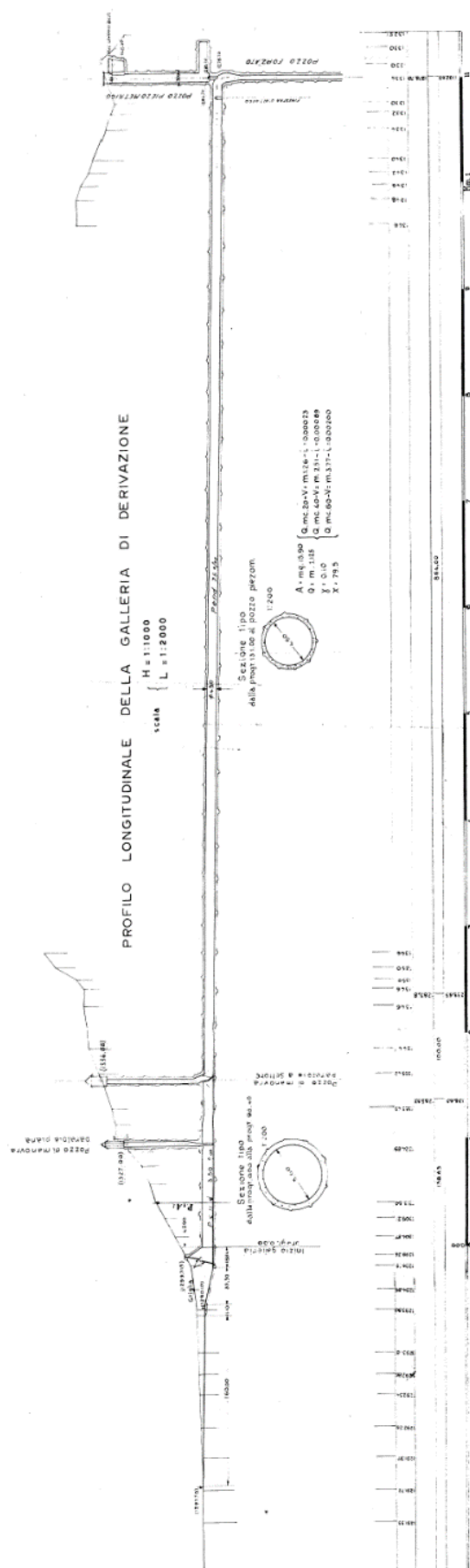


Figura 16: Impianto di Provvidenza - galleria di adduzione, pozzo piezometrico e pozzo forzato

La diga di Poggio Cancelli dispone di uno scarico di esaurimento, costituito da una tubazione metallica del diametro di 0.70 m con asse a quota 1297.76 m s.l.m. annegata nel calcestruzzo e munita all'estremità di valle di una saracinesca e di una valvola a fuso, installate in serie.

L'opera di presa, ubicata in destra idraulica (rispetto alla diga di Rio Fucino), è costituita da un canale in muratura, a forma svasata, che si protende nel lago, lungo 225.44 m, largo da 44 m a 8 m, alto 12.90 m al quale fa seguito un raccordo ad imbuto lungo 12 m e provvisto di una robusta griglia in ferro di 7.60 x 11.60 m.

Dopo la griglia ha inizio la galleria di derivazione in muratura di calcestruzzo, lunga 1102.65 m, di sezione circolare a diametro variabile da 5.60 m (progr. 0-131 m) a 4.50 m (progr. 131 m al pozzo piezometrico) e pendenza variabile dallo 0.35 allo 0.75 %.

Il pozzo piezometrico di monte esistente si stacca dalla galleria forzata e, dopo una strozzatura, si sviluppa in una sezione circolare con DI = 8 m, che dalla quota 1'284.70 sale fino alla quota 1'332.50 m s.l.m. (vedasi Figura 17). Sono presenti una galleria di accumulazione dalla lunghezza di 30 m alla quota di fondo di 1'285.70 m s.l.m. e una vasca di espansione alla quota di fondo di 1'325.00 m s.l.m. e protetta in entrata da una griglia. Questa vasca ha una larghezza alla quota di fondo pari a 7.00 m, per poi espandersi

planimetricamente fino a raggiungere una forma circolare con diametro 11.90 m, e le pareti che si sviluppano con pendenza v:h 2:1 fino alla quota 1'332.50 m s.l.m. (vedasi Figura 18).

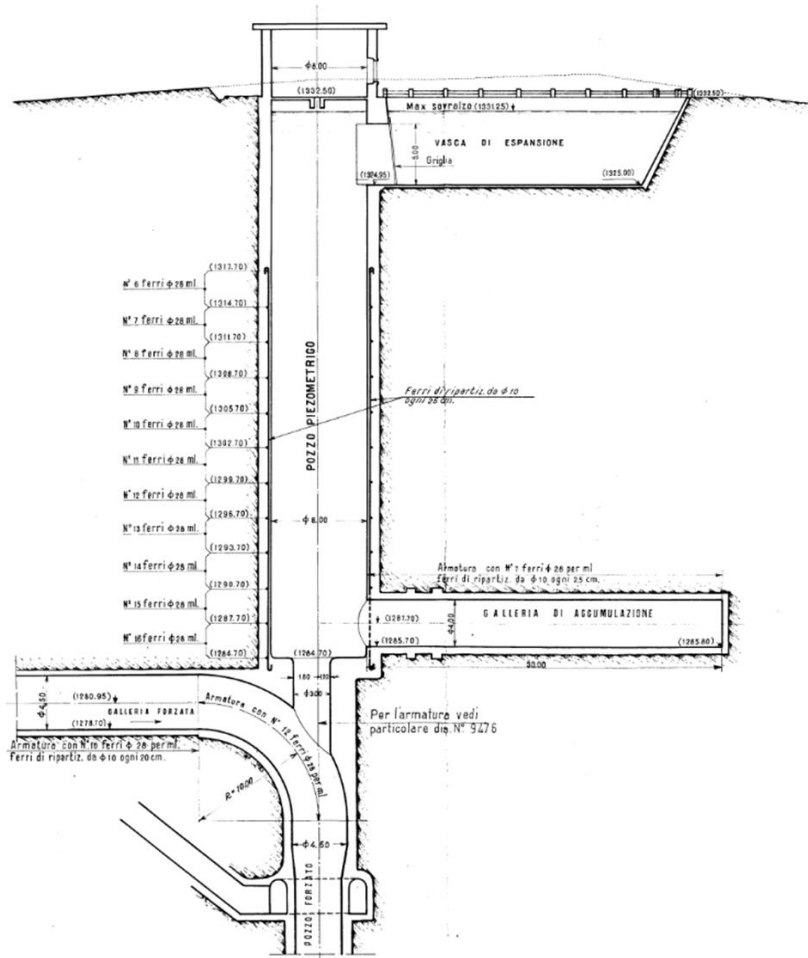


Figura 17: Derivazione Campotosto – pozzo piezometrico.

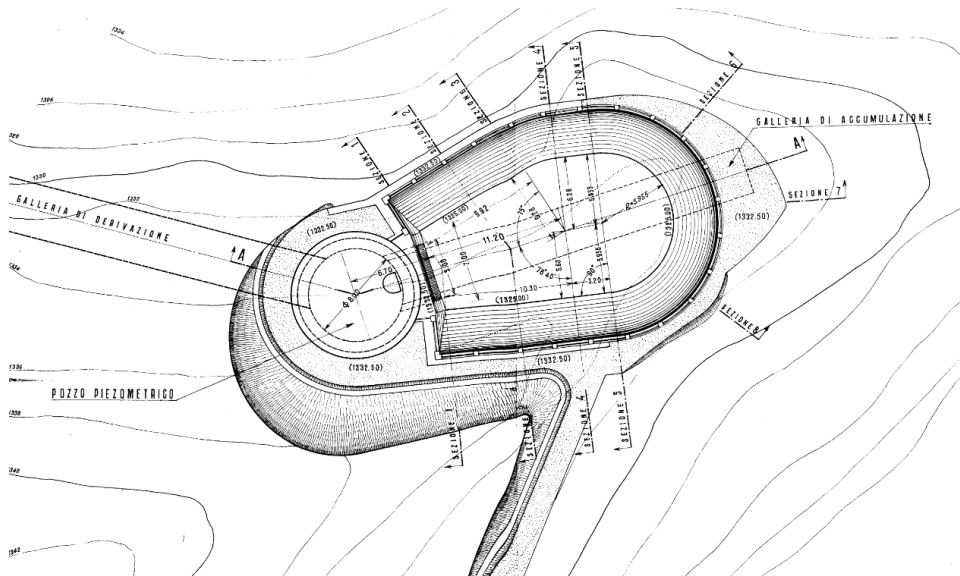


Figura 18: Derivazione Campotosto – pozzo piezometrico – vasca di espansione superiore.

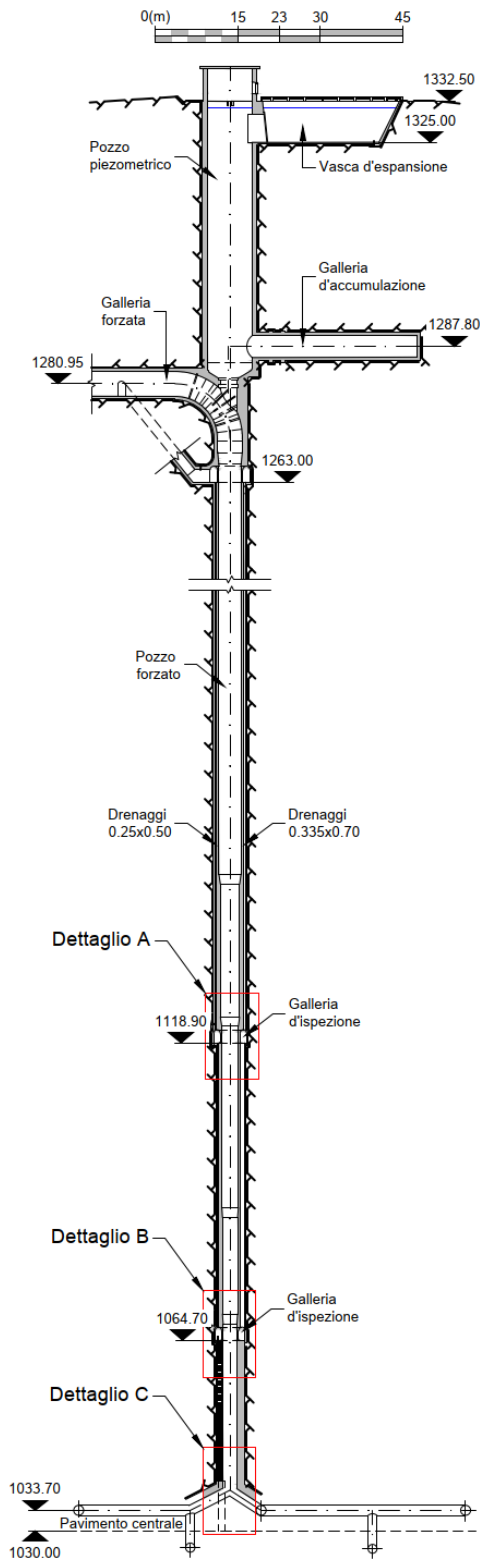


Figura 19: Pozzo forzato – profilo.

Il pozzo forzato scende all'incirca a partire dallo stacco del pozzo piezometrico fino alla quota di 1'039.00 m s.l.m., dove vi è la diramazione per la centrale esistente. La sezione è circolare, e il diametro si riduce gradualmente dai 4.5 m della galleria forzata fino a 2.5 m in corrispondenza della biforcazione.

Alla biforcazione la condotta va ad alimentare alla quota di 1'030.00 m s.l.m. (pavimento centrale) due gruppi ternari Francis ad asse orizzontale da 51.80 MW e un gruppo reversibile Francis ad asse verticale da 60.50 MW.

3.4 Serbatoio di Provvidenza



Figura 20: Serbatoio di Provvidenza.

3.4.1 Dati FCEM

Dati principali del serbatoio desunti dal Progetto approvato

Quota di massimo invaso	1062.20 m slm
Quota massima di regolazione	1060.00 m slm
Quota minima di regolazione	1045.00 m slm
Superficie dello specchio liquido	
• Alla quota di massimo invaso	0.171 km ²
• Alla quota massima di regolazione	0.157 km ²
• Alla quota minima di regolazione	0.072 km ²
Volume totale di invaso (ai sensi del D.M. 24.03.'82)	2.76x10 ⁶ m ³
Volume di invaso (ai sensi della L.584/1994)	2.40x10 ⁶ m ³
Volume utile di regolazione	1.68x10 ⁶ m ³
Volume di laminazione	0.36x10 ⁶ m ³
Superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	54 km ²

Superficie del bacino allacciato	234 km ²
Portata di massima piena di Progetto	350 m ³ /s
Tempo di ritorno (ultimo anno di riferimento dei dati)	non disponibile

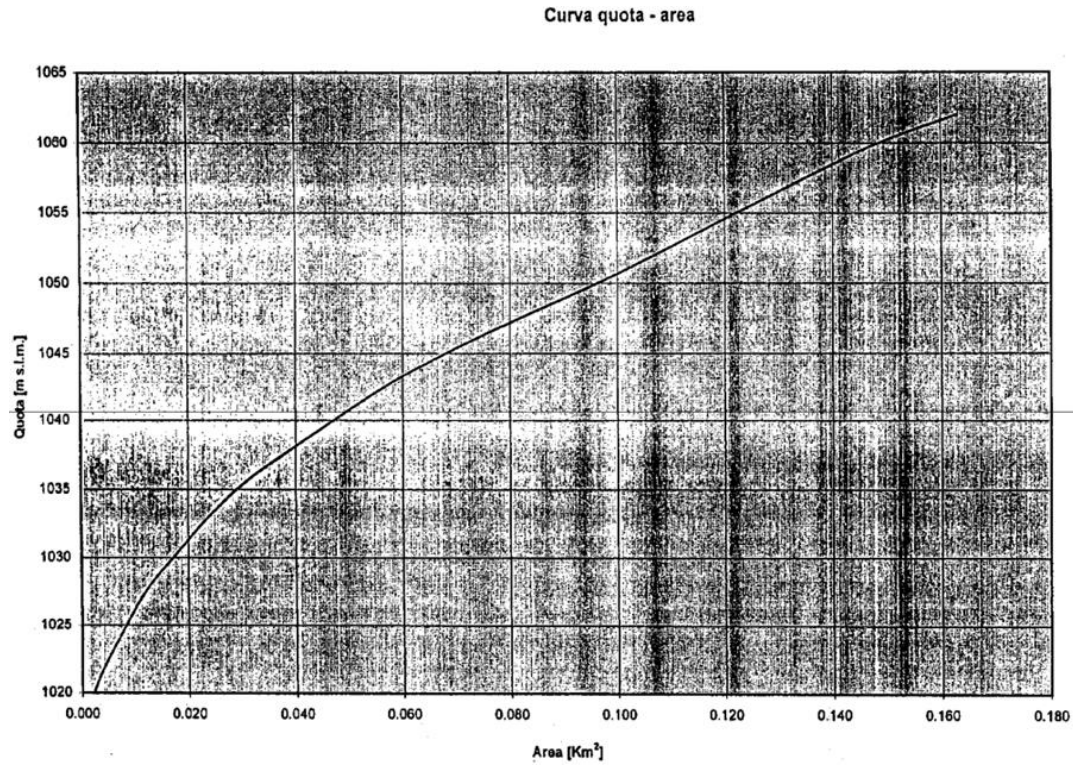


Figura 21: Diga di Provvidenza – diagramma delle aree (da FCEM di Provvidenza).

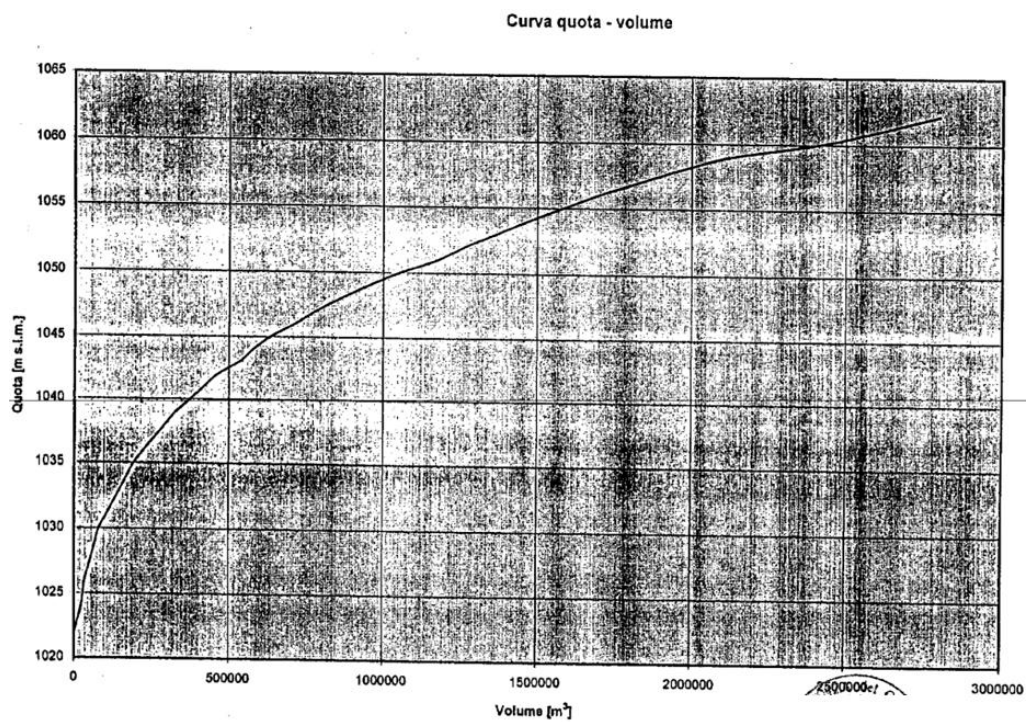


Figura 22: Diga di Provvidenza – diagramma dei volumi (da FCEM di Provvidenza).

Dati principali della diga desunti dal Progetto approvato:

Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.'82)	52.20 m
Altezza della diga (ai sensi della L. 584/'94)	56.20 m
Altezza di massima ritenuta	45.20 m
Quota coronamento	1063.20 m slm
Franco (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.'82)	1.00 m
Franco netto (ai sensi del D.M. n°44 del 24.03.'82)	0.70 m
Sviluppo del coronamento	237.70 m
Volume della diga	70.800 m ³
Grado di sismicità assunto nel Progetto	S=9
Classifica ai sensi del D.M: 24.03.'82	diga muraria ad arco (Ab1)

Dati principali delle opere di scarico

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 1062,20 m slm. (livello di massimo invaso)

Dallo scarico di superficie 335.00 m³/s

Dallo scarico di fondo 20.00 m³/s

Curva di portata dello scarico di superficie

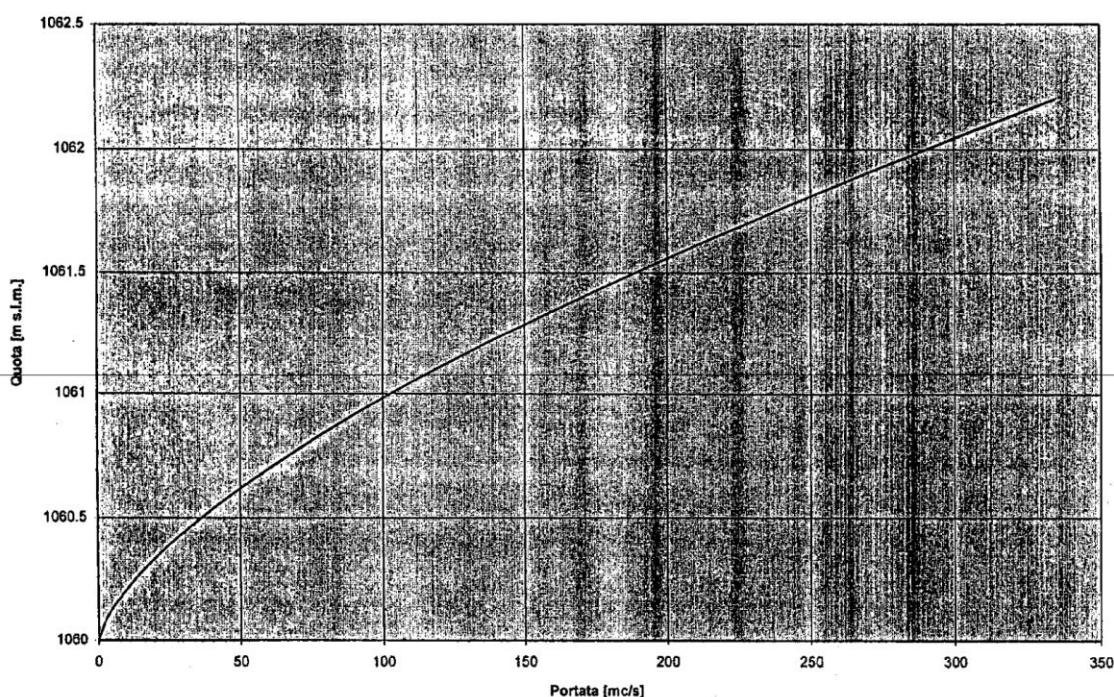


Figura 23: Diga di Provvidenza – curva di portata dello scarico di superficie.

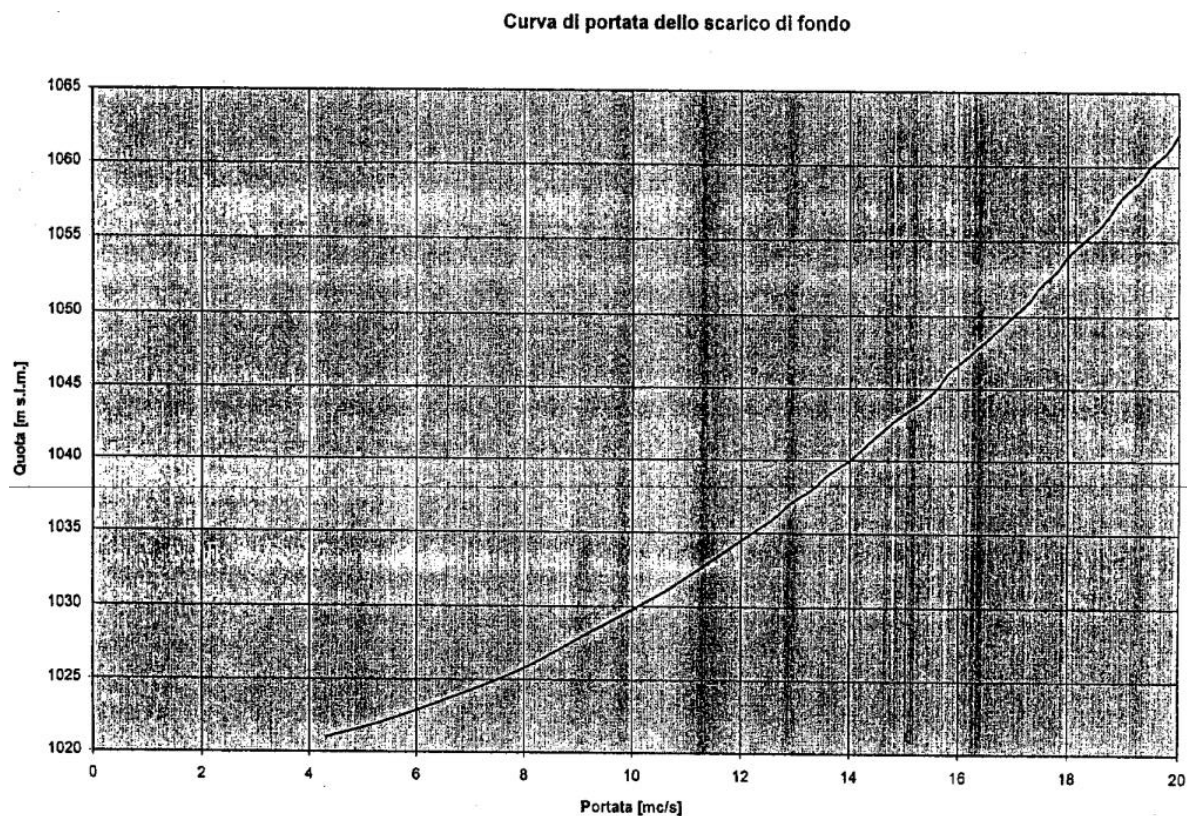


Figura 24: Diga di Provvidenza – curva di portata dello scarico di fondo.

3.5 Diga di Provvidenza e relativa derivazione

La diga di Provvidenza, costruita nel periodo 1939-1947, è una diga muraria ad arco. Il piano di Coronamento si trova a quota 1063.200 m slm e si sviluppa per 237.7 m. Il corpo diga ha un volume pari a 70'800 m³.



Figura 25: Diga di Provvidenza - vista da valle.

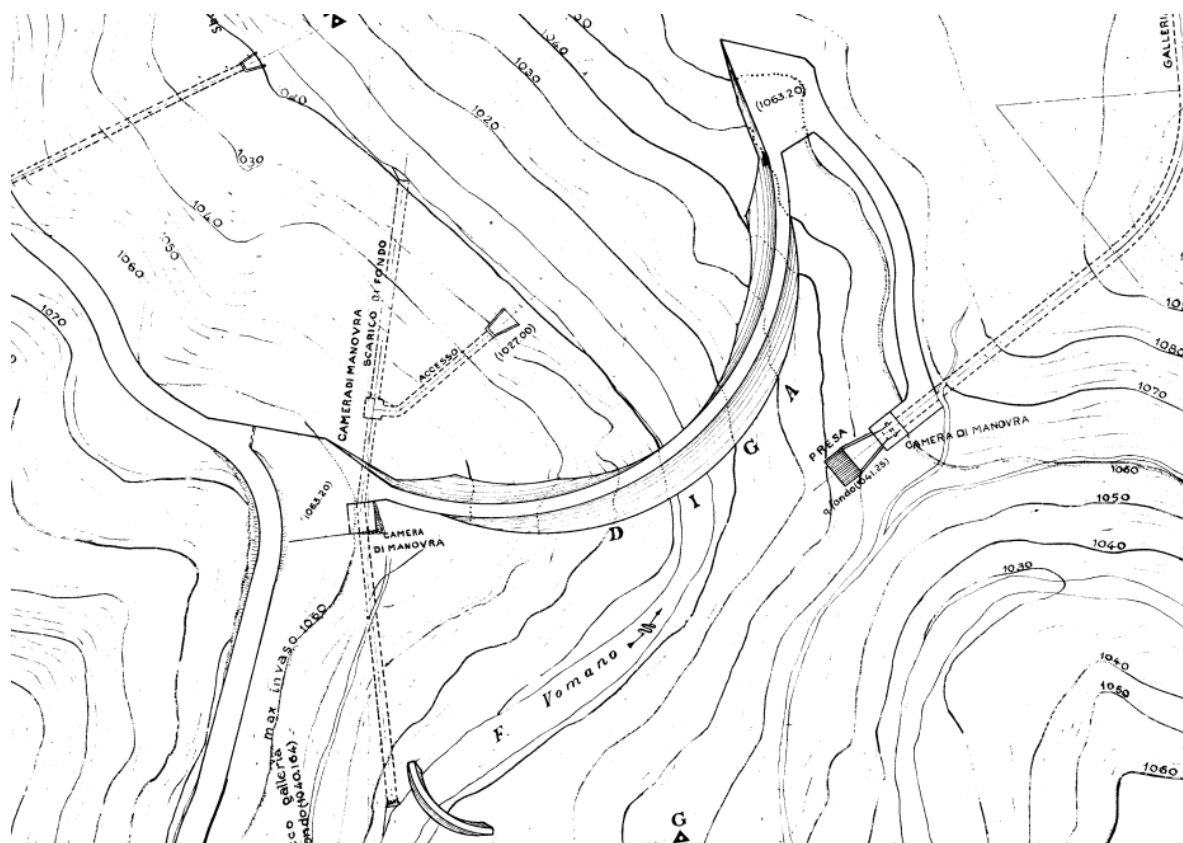


Figura 26: Diga di Provvidenza - planimetria generale.

Lo sbarramento dispone di due opere di scarico: uno scarico di superficie (uno sfioratore a sei luci a stamazzo libero con soglia a quota 1'060.00 m s.l.m. dello sviluppo di 8.00 m ciascuna, disposte in fregio al coronamento nella parte centrale, e con una portata massima di 335.00 m³/s) e uno scarico di fondo (gallerie circolari in sponda sinistra del diametro di 2.50 m, dello sviluppo di circa 180 m e della portata massima di 20.00 m³/s; l'imbocco a pipa, con ciglio a quota 1'024.00 m s.l.m., è munito di una griglia grossa fissa; poco più a valle una paratoia a rulli, piana, di 2.00x2.00 m, disposta in un pozzo bagnato e manovrata dall'alto, intercetta la galleria, ma la regolazione delle portate scaricate è affidata ad una successiva saracinesca da 0.75x1.25 m).

Il pozzo piezometrico di valle parte alla quota di fondo di 1'037.75 m s.l.m. e si sviluppa fino alla quota di 1'065.30 m s.l.m. (max. soprizzo alla quota di 1'064.34 m s.l.m.). Sopra questa quota vi è una galleria di accesso. Il pozzo possiede due gallerie di espansione. La prima parte dalla quota di fondo di 1'060.00 m s.l.m. per una lunghezza di 50 m, mentre la seconda parte dalla quota 1'061.00 m s.l.m. per una lunghezza di 83 m e una pendenza dello 0.6%.

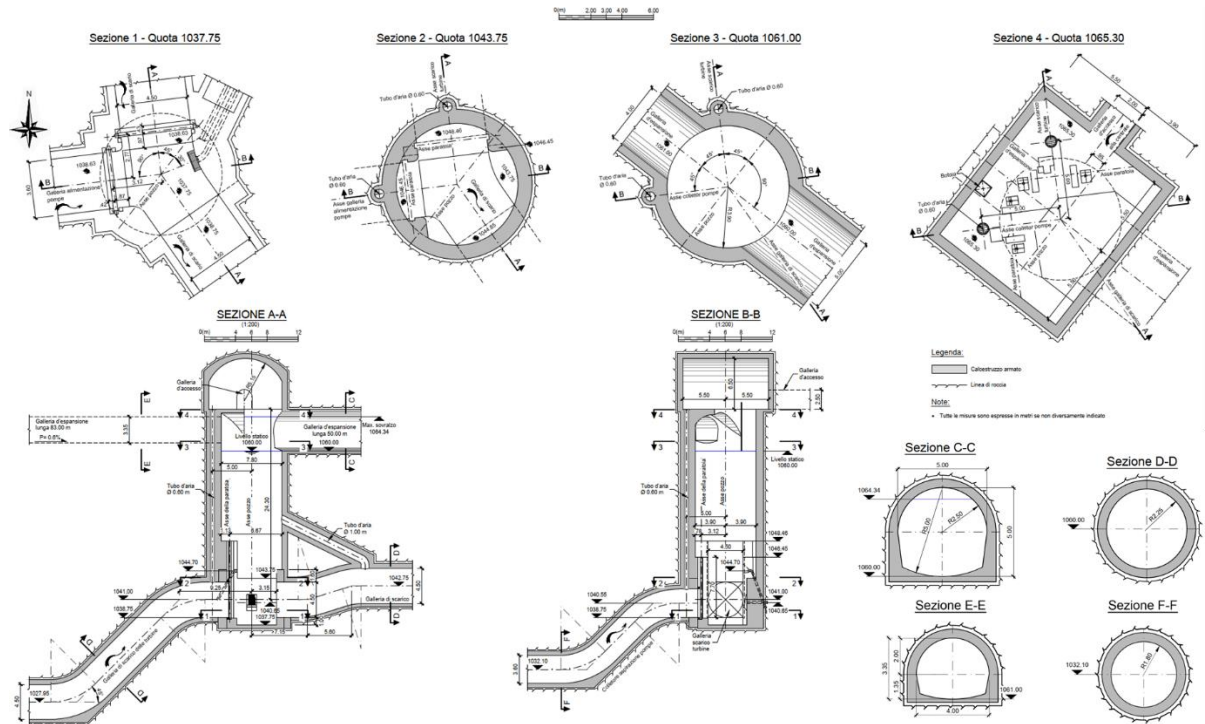


Figura 27: Derivazione Provvidenza – pozzo piezometrico di valle.

3.6 Centrale di Provvidenza

La centrale di Provvidenza, sita in comune di Campotosto (AQ), è stata costruita in sotterraneo nel 1949. È equipaggiata con due gruppi ternari ad asse orizzontale ed uno reversibile ad asse verticale. Le macchine permettono dunque sia la generazione che il pompaggio dell’acqua dal bacino di Provvidenza, della capacità di 1.690.000 m³, verso il serbatoio di Campotosto con una portata complessiva massima di 48.0 m³/s, per formare delle riserve da utilizzare nei periodi di consumo maggiore di energia elettrica. La centrale si compone di opere in sotterraneo ed all’aperto, quali la vasca di espansione del pozzo piezometrico e la sottostazione elettrica.

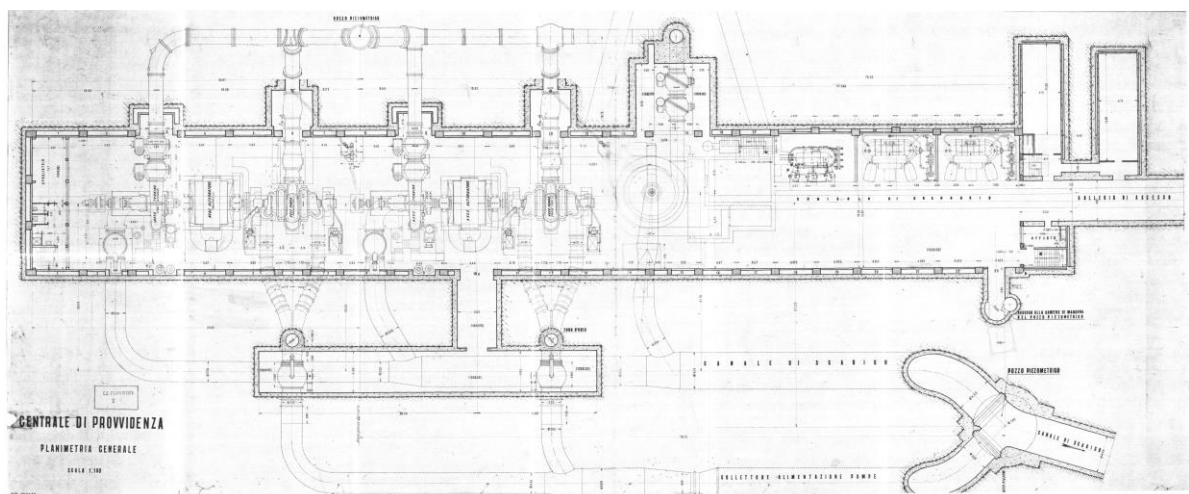


Figura 28: Centrale di Provvidenza – planimetria generale.

La sala macchine in sotterraneo avente dimensione netta interna pari a circa 120x16x15 m LxPxH è accessibile dall’esterno tramite la galleria carrabile di accesso lunga circa 600 m e con pendenza pari a circa il 5%, adatta per il trasporto dei componenti più pesanti come le parti di macchina ed i trasformatori.

CENTRALE DI PROVVIDENZA

SEZIONE TRASVERSALE A-A

SCALA 1:100

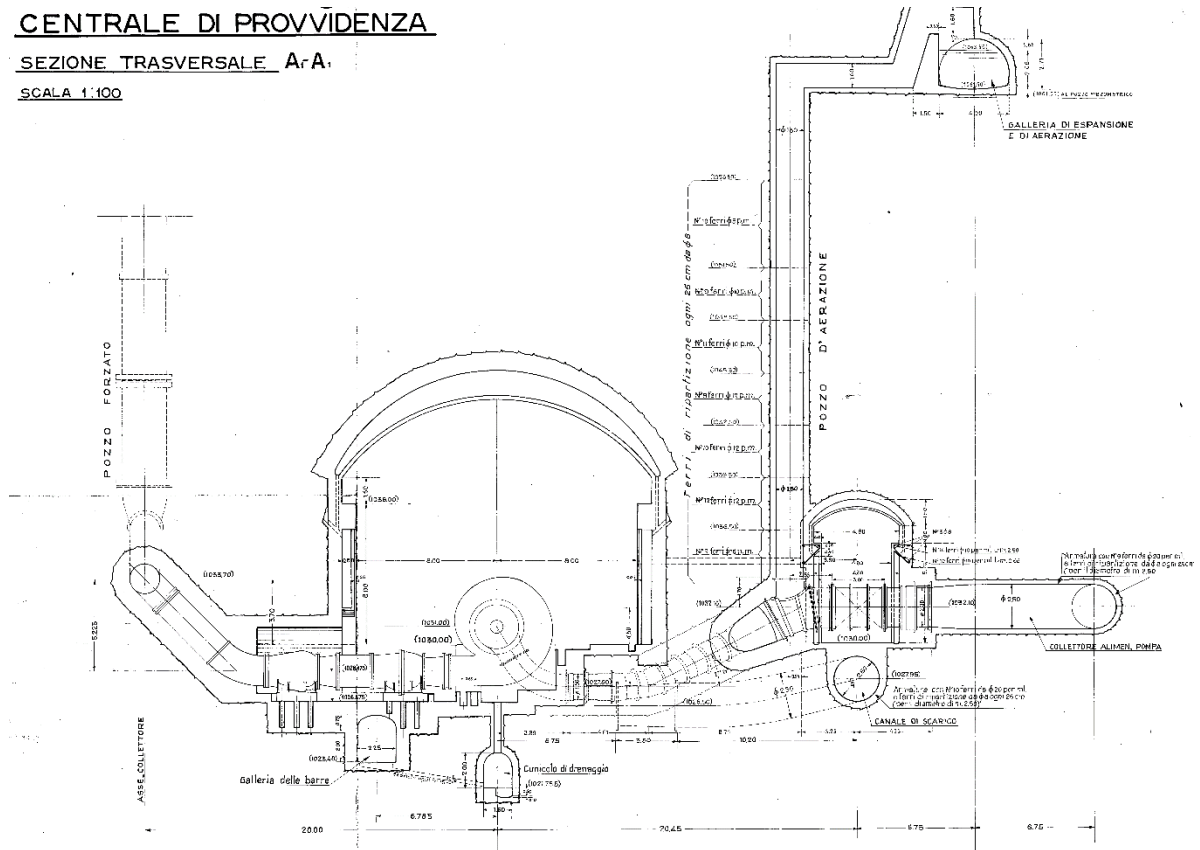


Figura 29: Centrale di Provvidenza - sezione trasversale gruppo ternario - pompa

Il piano di sala macchine si trova ad el. 1030.00 m slm, mentre l’asse dei gruppi ternari è posto a quota 1031.00 n slm.

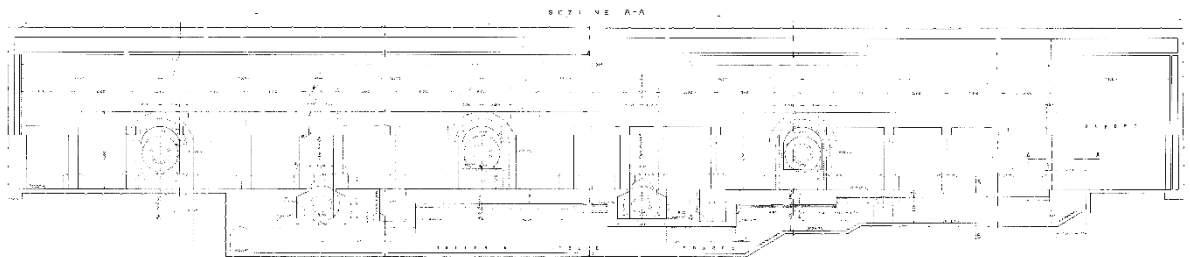


Figura 30: Centrale di Provvidenza - sezione longitudinale

CENTRALE DI PROVVIDENZA
SEZIONE SULL'ASSE DEL TRASFORMATORE
scala 1:100

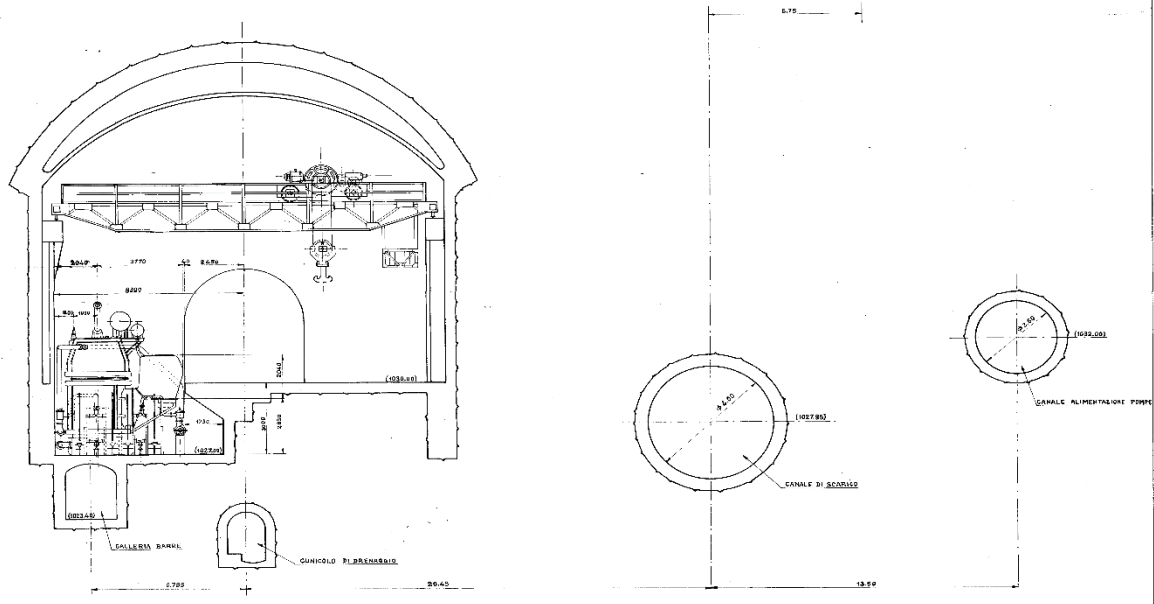


Figura 31: Centrale di Provvidenza - sezione trasversale trasformatori

L'asse del distributore del gruppo 3 reversibile ad asse verticale si trova a quota 1022.55 m slm.

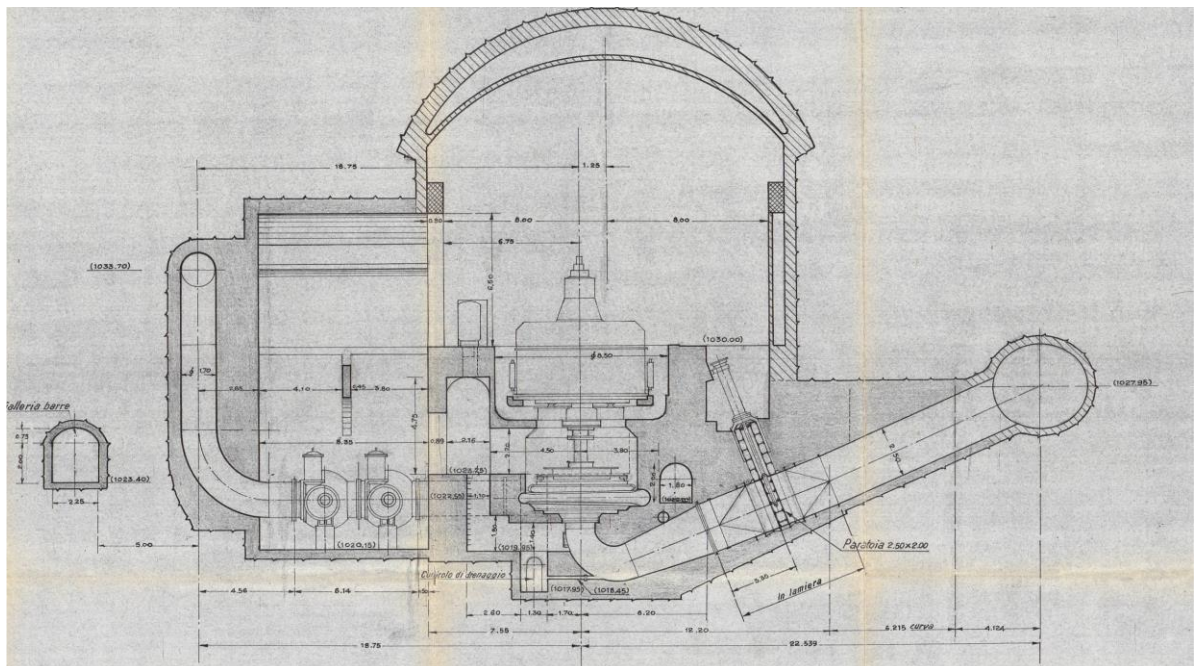


Figura 32: Centrale di Provvidenza - sezione trasversale Gruppo 3

Sempre in sotterraneo vi sono molti spazi accessori per le valvole di macchina e per le apparecchiature elettromeccaniche. In particolare, il posto locale di controllo si trova sul secondo piano sulla testata vicino alla galleria di accesso.

3.7 Gruppi di produzione

Qui di seguito si riassumono le principali caratteristiche degli esistenti gruppi di produzione:

3.7.1 Dati di Targa

	generatore		turbina		Salto motore in generazione (m)	Pompa	Salto motore in pompaggio (m)
	MVA	cos φ	MW	mc/s	m	mc/s	m
Gr.1	50	0.8	51.8	20.6	290.0		
Gr.2	50	0.8	51.8	20.6	290.0		
Gr.3	65	0.8	52.2		259.0	17.0	262.0

Tabella 1: Impianto esistente di Provvidenza – Dati di targa

3.7.2 Dati di Collaudo (1963):

	salto in generazione	portata in generazione	potenza in generazione	Prevalenza in pompaggio	Portata in pompaggio	Potenza in pompaggio
	m	mc/s	MW	m	mc/s	MW
Gr.1	240-270	19-20,6	39-55	286-240	13-16	42-45
Gr.2	240-270	19-20,6	39-55	286-240	13-16	42-45
Gr.3	259	nd	52,2	262	17	nd

Tabella 2: Impianto esistente di Provvidenza – Dati di Collaudo (1963)

3.9 Sottostazione elettrica all’esterno

Dai tre trasformatori installati, parte una via cavi AT che collega i trasformatori alla sottostazione esterna 220 kV, sita sulla destra del portale della galleria di accesso alla Centrale, che ha la seguente disposizione planimetrica:

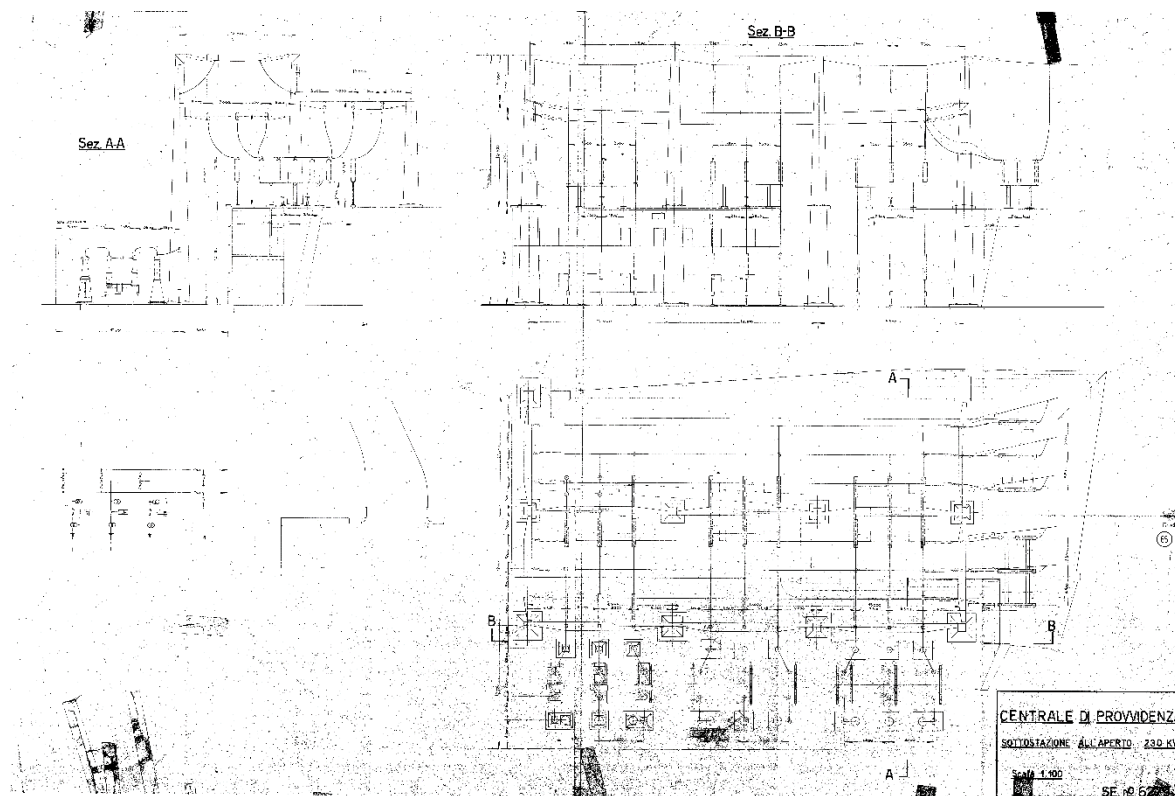


Figura 35: Impianto di Provvidenza - Sottostazione AT esterna - schema planimetrico

3.10 Emissioni acustiche

I rischi derivanti dall’esposizione al rumore dei lavoratori sono affrontati nel rispetto del Decreto Legislativo 10 Aprile 2006 n° 195, adottando tutti gli accorgimenti necessari alla limitazione dei tempi di esposizione e impiegando gli opportuni dispositivi di protezione individuali.

Secondo i dati in possesso di Enel riportati nelle Dichiarazioni Ambientali (Fonte: Dich. 2012), per l’impianto di Valcimarra si hanno le seguenti emissioni

Impianti PU-Montorio, PU-Ceprano	Comune	Valori massimi misurati db DIURNO		Valori massimi misurati db NOTTURNO	
		EMISSIONE	IMMISSIONE	EMISSIONE	IMMISSIONE
Provvidenza	L'Aquila	40		39	

Tabella 3: Centrale di Provvidenza – emissioni acustiche.

4. IL NUOVO IMPIANTO DI PROVVIDENZA

4.1 Aspetti generali

L’intervento in progetto prevede il potenziamento in pompaggio dell’impianto esistente (attualmente in grado di assorbire $P = 148$ MW con max. $Q = 56.8$ m³/s in pompaggio ed erogare $P = 164.1$ MW con max. $Q = 67.2$ m³/s in generazione) con l’installazione di due gruppi reversibili di generazione/pompaggio FCSM così caratterizzati (valori complessivi):

- Portata pompata pari a 67 m³/s (max. 72 m³/s); Potenza assorbita: 218 MW
- Portata turbinata pari a 86 m³/s; Potenza erogata: 180 MW

La potenza elettrica installata complessiva è di circa 220 MVA.

Lo schema progettuale è stato sviluppato cercando di minimizzare l’impatto ambientale e preservando, per quanto possibile, le strutture esistenti.

Le nuove opere civili a progetto includono:

- una nuova centrale in caverna, che ospita i due nuovi gruppi reversibili da 110 MVA;
- un nuovo pozzo piezometrico di monte ed il suo collegamento alla esistente galleria di adduzione;
- una nuova condotta forzata, che consiste nel collegamento al nuovo pozzo piezometrico, una discenderia in pozzo forzato con biforcazione per l’alimentazione dei due nuovi gruppi reversibili;
- una nuova galleria forzata di scarico/aspirazione verso valle (serbatoio Provvidenza), una camera paratoie ed una nuova presa dal serbatoio di Provvidenza;
- Sistemi elettrici di potenza e controllo;
- Una eventuale nuova cabina AT con tecnologia GIS da realizzarsi all’interno della esistente caverna di centrale con l’eliminazione di quella all’aperto ad eccezione degli stacchi per la partenza delle linee esistenti.

4.2 Descrizione generale degli interventi

L’intervento prevede la costruzione di una nuova centrale in caverna ed il suo collegamento alle opere esistenti, di cui alcune vengono sostituite:

- una nuova centrale in caverna, che ospita i due nuovi gruppi reversibili da 110 MVA;
- un nuovo pozzo piezometrico di monte ed il suo collegamento alla esistente galleria di adduzione ed all’esistente vasca di espansione, eliminando i collegamenti idraulici con il vecchio pozzo, che potrà eventualmente essere utilizzato come camino di aerazione;

- una nuova condotta forzata, che consiste nel collegamento al nuovo pozzo piezometrico, una discenderia in pozzo forzato con biforcazione per l’alimentazione dei due nuovi gruppi reversibili;
- una nuova galleria piezometrica di valle;
- una nuova galleria forzata di scarico/aspirazione verso valle (serbatoio Provvidenza), una camera paratoie ed una nuova presa dal serbatoio di Provvidenza;
- Sistemi elettrici di potenza e controllo;
- Connessione alle linee cavi AT che si collegano alla esistente sottostazione all’aperto, con l’opzione di dismettere questa ad eccezione degli stacchi per la partenza delle linee esistenti, realizzando all’interno della esistente caverna di centrale una eventuale nuova sottostazione AT in tecnologia GIS.

4.2.1 Nuova caverna di centrale e galleria di accesso

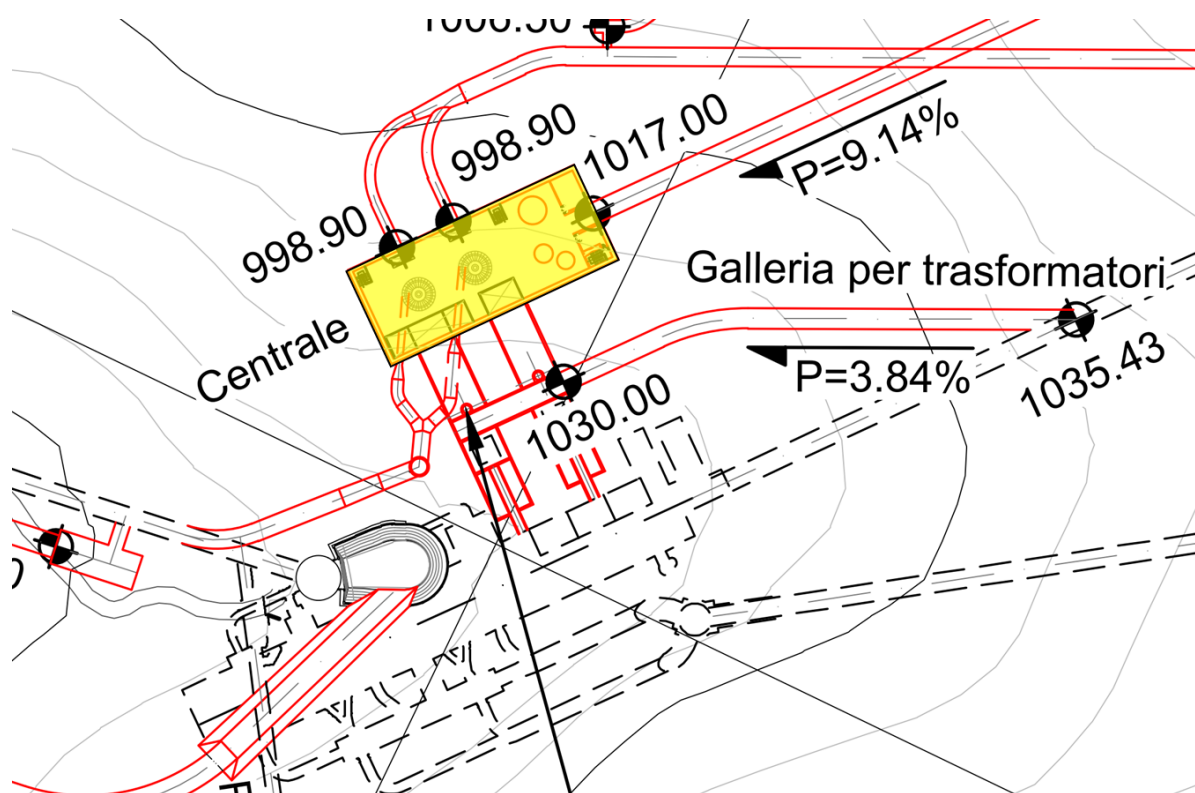


Figura 36: Nuova caverna di centrale di Provvidenza (in giallo).

La nuova caverna di Centrale è sita a circa 300 m di profondità rispetto al p.c., con posizione individuata in modo da ottimizzare la connettività con l’impianto esistente.

La dimensione complessiva è di circa 59 m in lunghezza, 25 m in larghezza e 38 m in altezza.

Il pacchetto strutturale esterno prevede l’esecuzione del rivestimento provvisorio in calcestruzzo proiettato e delle necessarie bullonature ed opere di stabilizzazione e sostegno del rivestimento.

A questo pacchetto viene poi applicato un pacchetto di drenaggio, atto a raccogliere tutte le eventuali venute ed a trasferirle al pozzetto di raccolta e rilancio verso il recapito esterno.

Infine, vengono realizzate le strutture interne, atte ad accogliere tutti i macchinari e gli equipaggiamenti di Centrale.

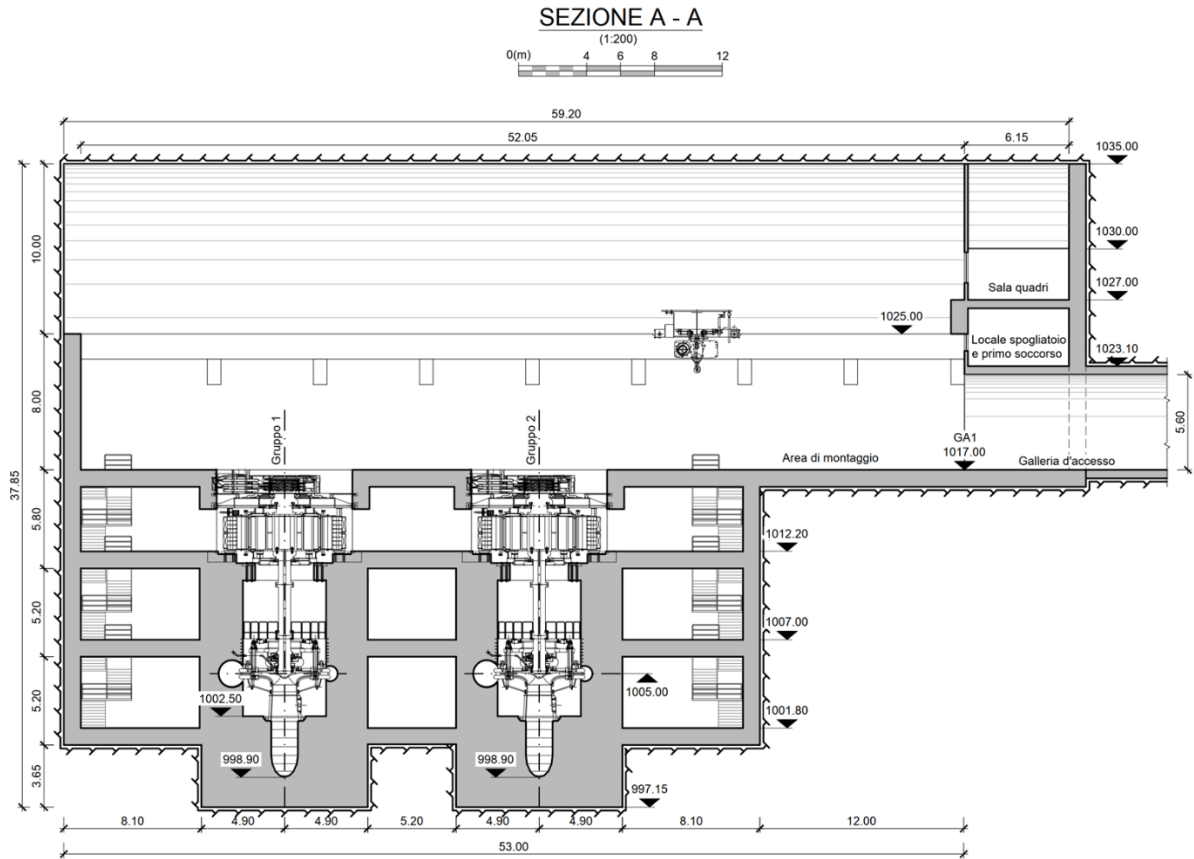


Figura 37: Nuova centrale di Provvidenza - sezione longitudinale.

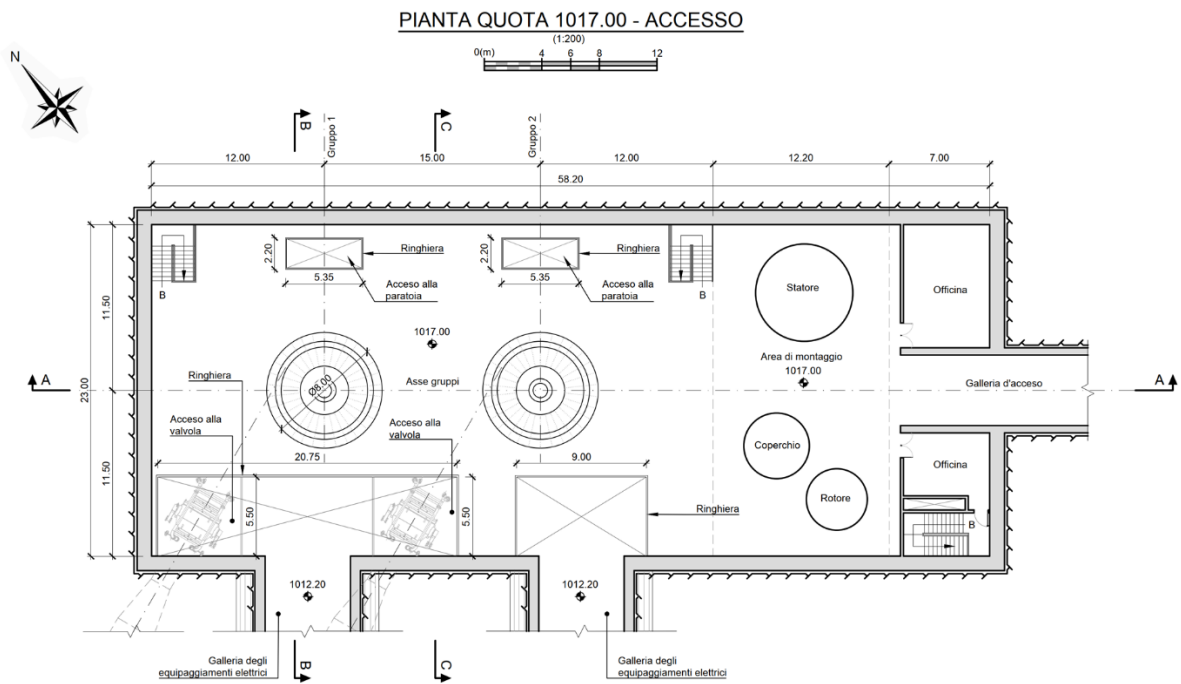


Figura 38: Nuova centrale di Provvidenza - piano sala macchine.

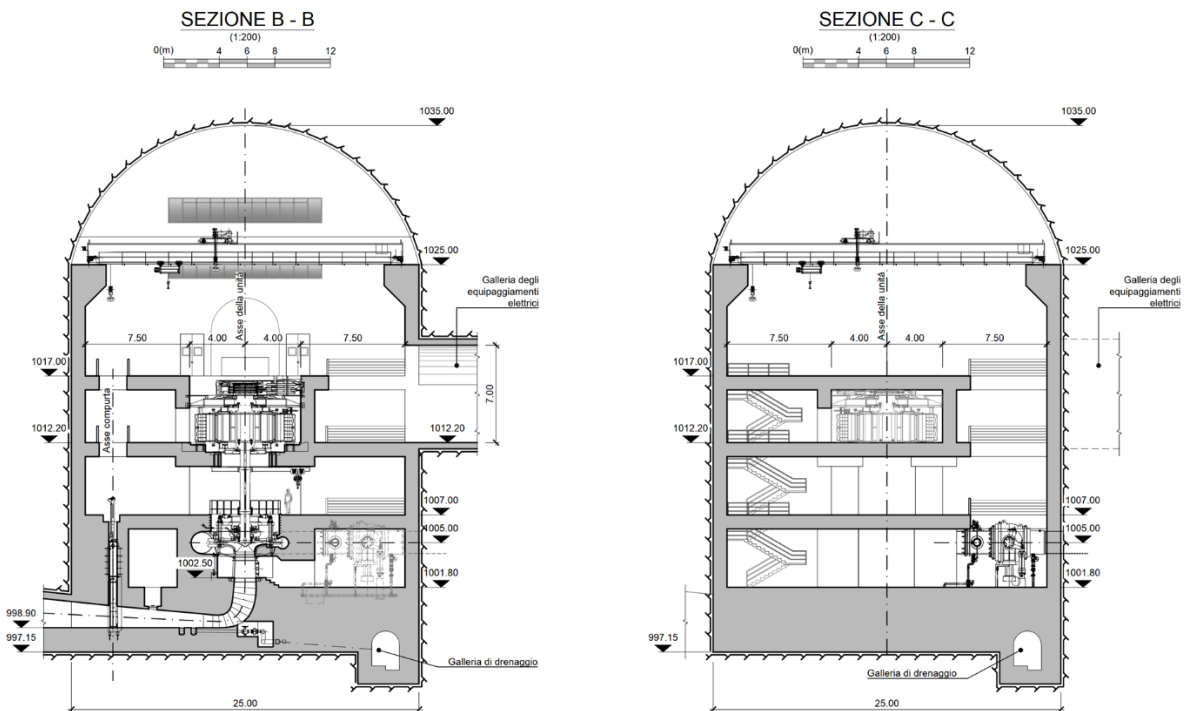


Figura 39: Nuova centrale di Provvidenza – sezioni verticali.

Le principali elevazioni (m slm) presenti in centrale sono:

- El. 1'025.00 quota binari carroponete
- El. 1'017.00 piano sala macchine
- El. 1'012.20 piano generatore

- El. 1'007.00 piano distributore
- El. 1'005.00 quota asse distributore e cassa a spirale
- El. 1'001.80 piano valvola alta pressione (deriv. Campotosto)
- El. 998.90 quota imposta paratoia di valle (deriv. Provvidenza)

Le strutture in c.a. prevedono l'esecuzione di fondazioni di macchina con getti massivi solette e muri di spessore adeguato ai carichi da portare, realizzati con calcestruzzi adeguati alle modalità di getto ed alla durabilità richiesta dalle opere.

Per i getti massivi saranno poste in opera adeguate misure di limitazione della fessurazione.

La quota di piano sala macchine si trova circa 15 metri più in basso rispetto alla centrale esistente, per esigenze idrauliche di sommergenza.

La centrale è dotata di una sala controllo locale e sala quadri, gestibile anche da remoto, e di tutte le previsioni richieste in materia di salute e sicurezza, tra cui un locale di primo soccorso e due vie di fuga indipendenti e contrapposte.

La galleria di accesso alla nuova centrale in caverna si stacca dalla galleria di accesso esistente e si sviluppa per una lunghezza di circa 324 m con pendenze dell'8.24% nei primi 170 m e del 9.14% nei restanti 154 m. La galleria ha una sezione a "D" con dimensioni interne 5.00mx5.60m (BxH).

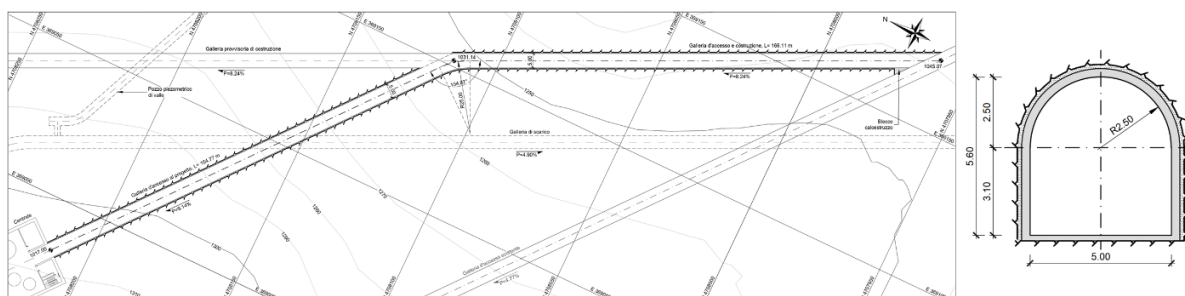


Figura 40: Galleria di accesso alla nuova centrale in caverna – pianta e sezione tipo.

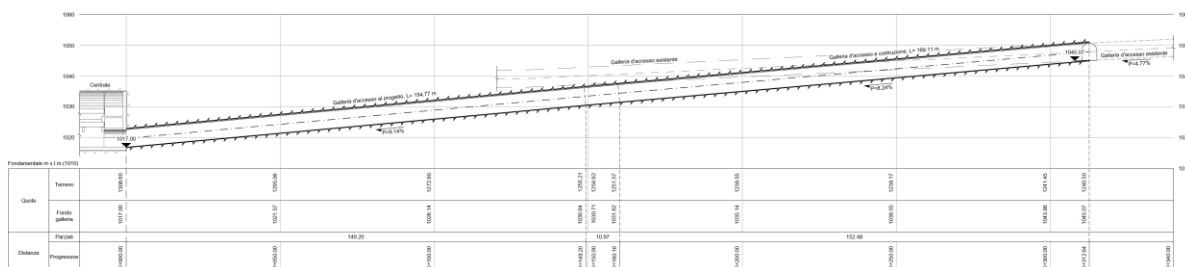


Figura 41: Galleria di accesso alla nuova centrale in caverna – profilo.

Dalla galleria permanente di accesso si stacca anche una galleria provvisoria di costruzione della centrale, dalla sezione a "D" con dimensioni interne 5.00mx5.00m (BxH).

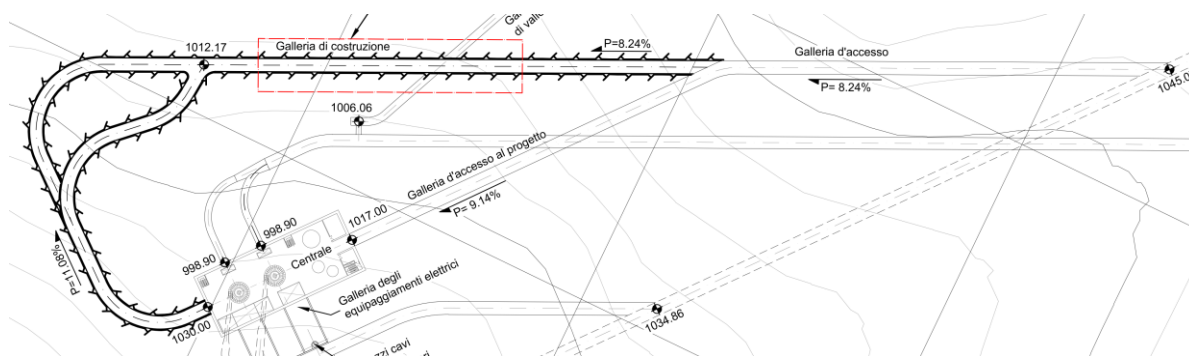


Figura 42: Galleria di costruzione della nuova centrale in caverna – pianta.

4.2.2 Nuovo pozzo piezometrico di monte (derivazione Campotosto)

Le opere civili relative alla realizzazione del nuovo pozzo piezometrico lungo la derivazione Campotosto, necessarie per via dell’incremento della inversione di piezometrica dovuta al pompaggio, consistono principalmente nella creazione di una camera d’interconnessione in prossimità della nuova centrale alla quota di fondo di 1’279.00 m s.l.m., nella chiusura del collegamento tra la galleria di derivazione esistente e la vasca di espansione superiore del pozzo piezometrico esistente di monte e nella realizzazione di una nuova galleria in pendenza atta a raggiungere le quote necessarie, dal diametro interno pari a 5.00 m e uno sviluppo di 618.95 m con una pendenza del 6.98 % fino alla quota di 1’325.00 m s.l.m. (connessione con la vasca di espansione superiore del pozzo piezometrico esistente di monte).

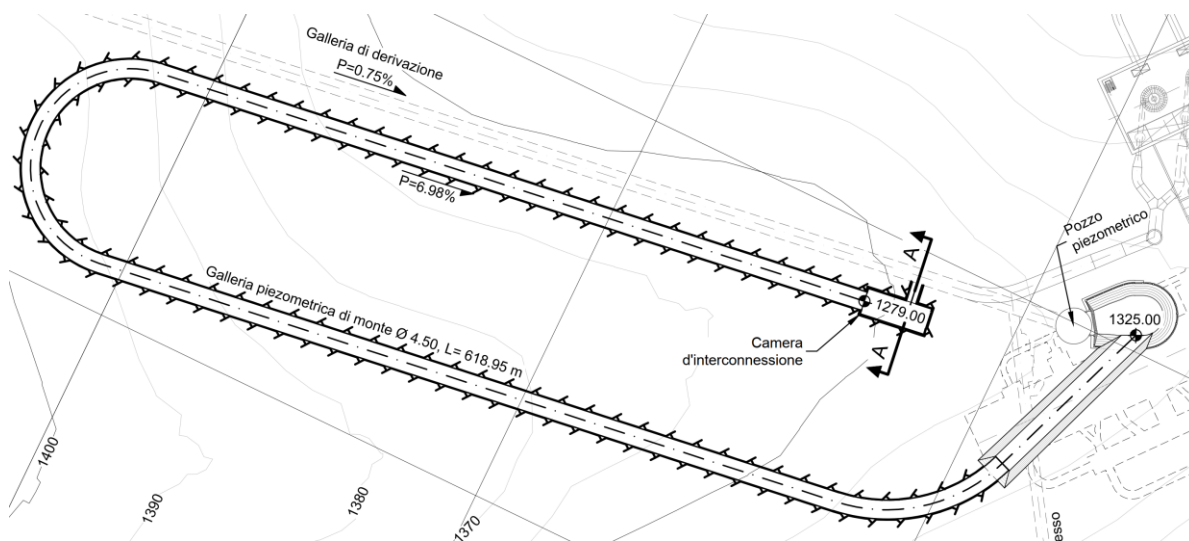


Figura 43: Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Campotosto – planimetria.

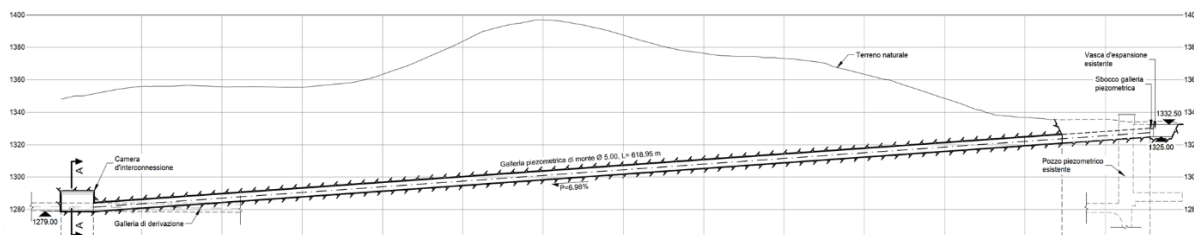


Figura 44: Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Campotosto – profilo.

Il nuovo pozzo è anche dotato di una camera di alimentazione con un volume di circa 500 m³, che si collega alla galleria di adduzione esistente con un tratto di galleria DI 3.0 m, che funge anche da strozzatura idraulica. Il collegamento in piano consente un agevole accesso per manutenzione.

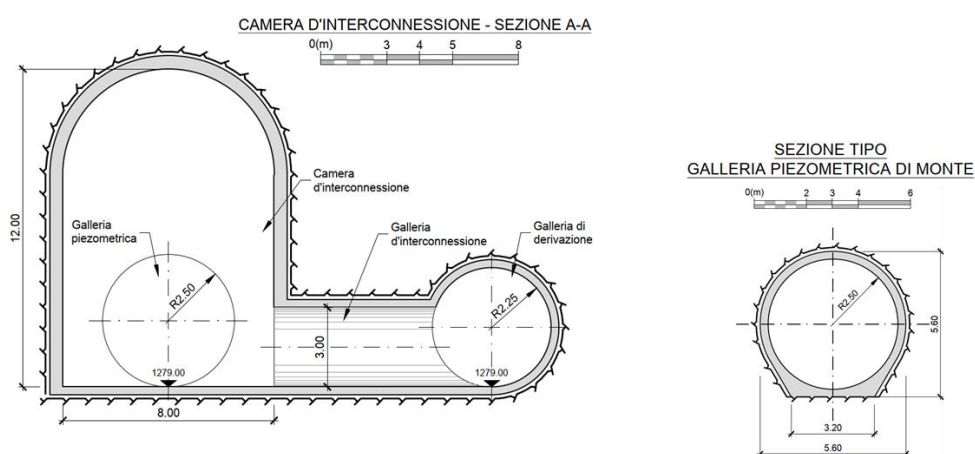


Figura 45: Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Campotosto – camera di alimentazione e strozzatura.

4.2.3 Nuova condotta forzata dell’impianto

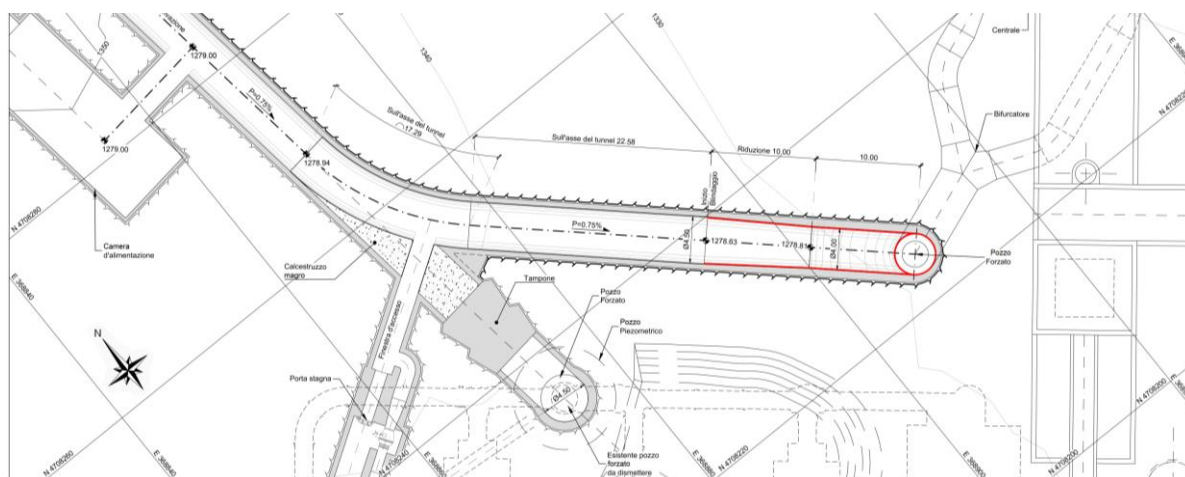


Figura 46: Nuova condotta forzata – planimetria zona superiore (tratto blindato in rosso).

Il nuovo ramo di condotta forzata DN4500 mm sulla derivazione Campotosto viene realizzato tramite una deviazione dal tracciato esistente, poco a monte della esistente finestra di accesso alla galleria forzata.

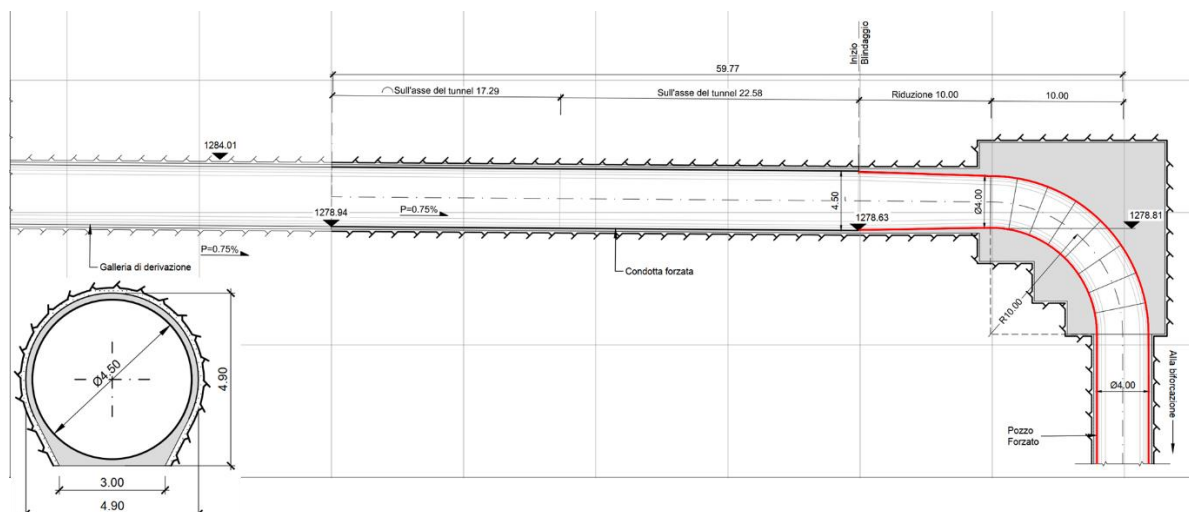


Figura 48: Nuova condotta forzata – profilo e sezione tipo.

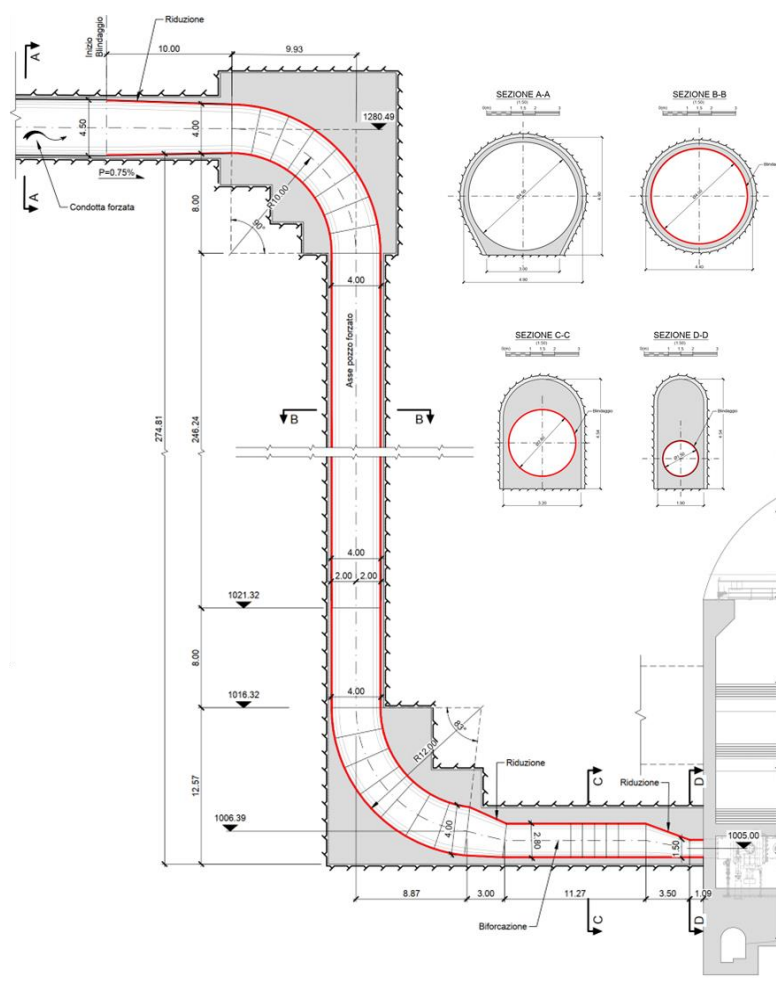


Figura 47: Nuovo pozzo forzato – profilo e sezioni

A partire dal punto di interconnessione, si stacca un tratto suborizzontale di circa 60 m, al termine del quale, dopo una riduzione di sezione a DI 4000 mm, si realizza un tratto di pozzo verticale tramite tecnologia raise-boring.

Tale lavorazione prevede l’installazione del macchinario al piano superiore e la realizzazione previa del cunicolo di accesso al piano inferiore. Quindi viene realizzato il foro pilota verso il basso e successivamente, montata la fresa, si procede a scavare dal basso verso l’alto.

Successivamente si procede con l’installazione della condotta ed ai relativi inghisaggi ed iniezioni di contatto.

Il nuovo pozzo forzato verticale è realizzato tra le quote d’asse 1’280.49 m s.l.m. e 1’006.39 m s.l.m.

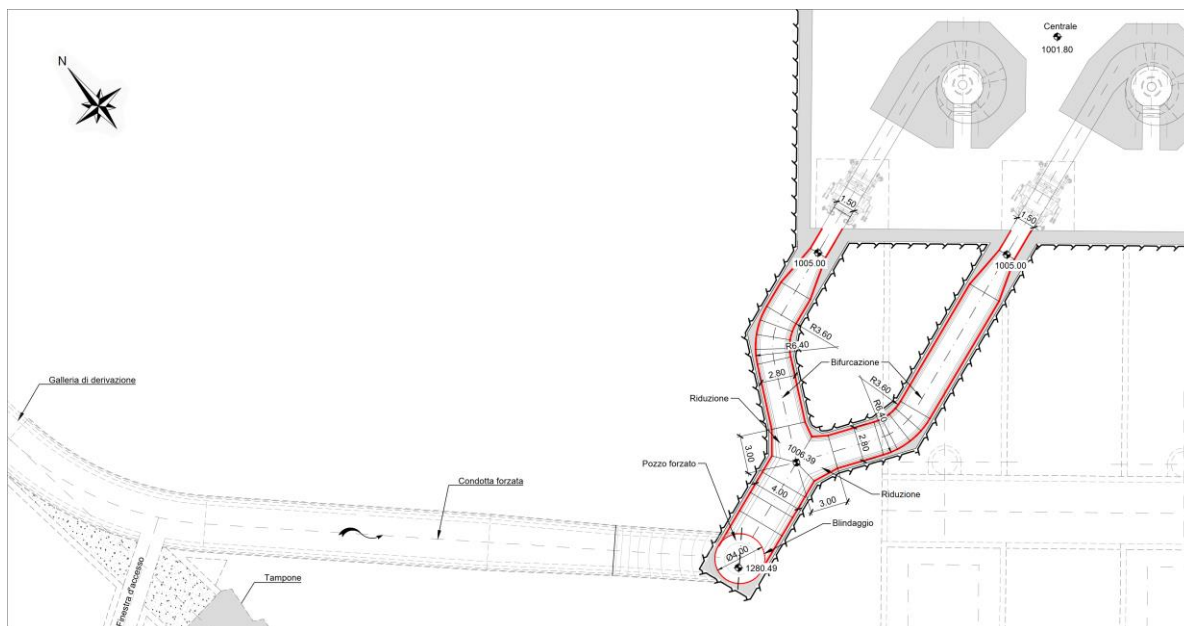


Figura 49: Nuova condotta forzata – planimetria inferiore.

Al piede del pozzo forzato vengono realizzati una curva ed un corto tratto orizzontale di collegamento alla biforcazione che ripartisce la portata fra i due gruppi, con diametro di uscita pari a DI 2800 mm.

Successivamente le due condotte dopo una curva di allineamento con gli assi di ingresso alle macchine si riducono al diametro di ingresso alla valvola di macchina, che sarà definito dal fornitore della macchina e che ha asse posto a quota 1'005.00 m s.l.m..

4.2.4 Nuova galleria piezometrica di valle (derivazione Provvidenza)

Per semplificarne la costruzione, si prevede la realizzazione di una nuova galleria piezometrica funzionale allo scopo e facilmente accessibile dall'esterno.

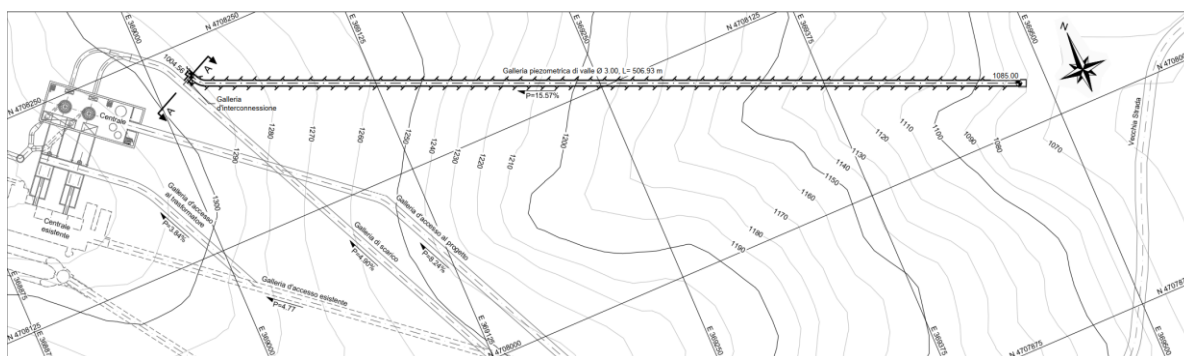


Figura 50: Nuova galleria piezometrica sulla derivazione Provvidenza – planimetria.

La galleria lunga 506.93 m con DI 3.00 m (diametro verticale equivalente 7.6 m) e pendenza 15.57 % si sviluppa tra le quote 1'004.56 m s.l.m. e 1'085.00 m s.l.m..

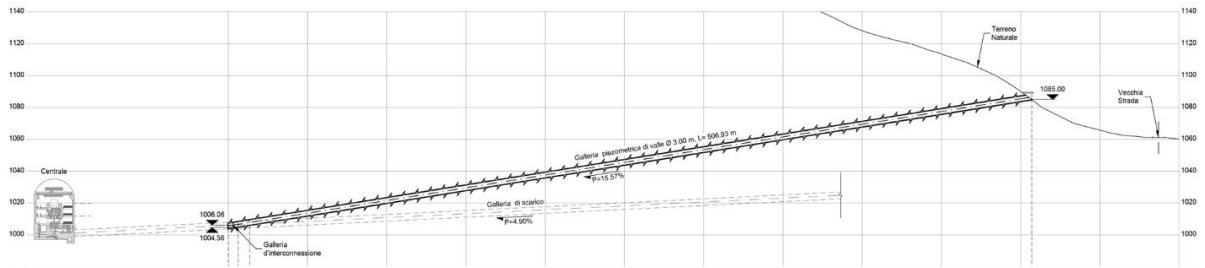


Figura 51: Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – profilo.

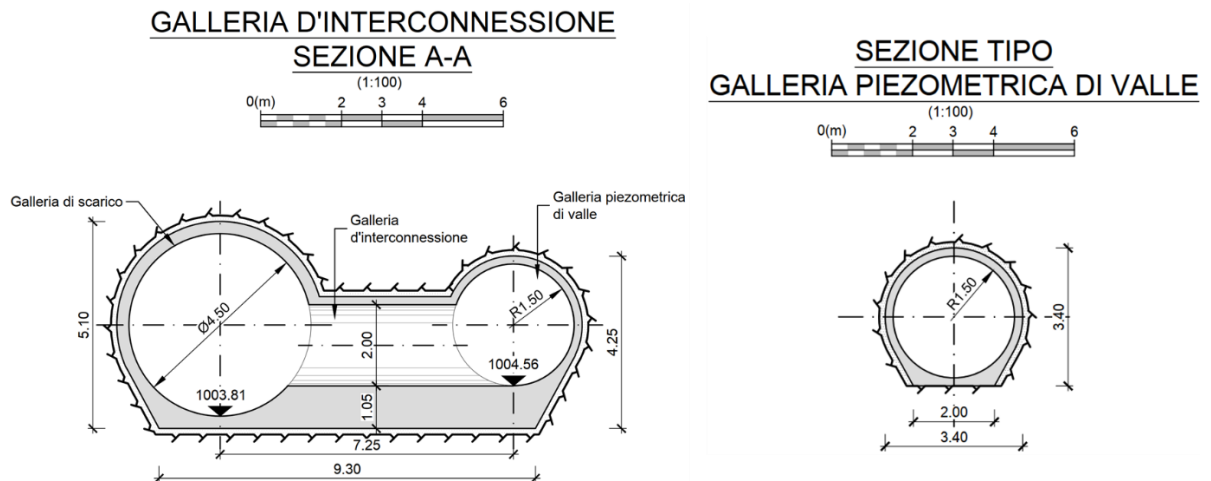


Figura 52: Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – sezione camera d'interconnessione con stacco da galleria di scarico esistente e sezione tipo pozzo piezometrico.

Le opere civili relative alla realizzazione del nuovo pozzo piezometrico lungo la derivazione Provvidenza consistono principalmente nella creazione di una camera d'interconnessione in prossimità della nuova centrale alla quota di fondo di 1'003.81 m s.l.m. (rif. galleria di scarico).

Il dimensionamento sarà finalizzato a seguito della ricezione delle necessarie informazioni da parte del fornitore della macchina.

4.2.5 Nuova galleria di scarico/aspirazione sulla derivazione Provvidenza

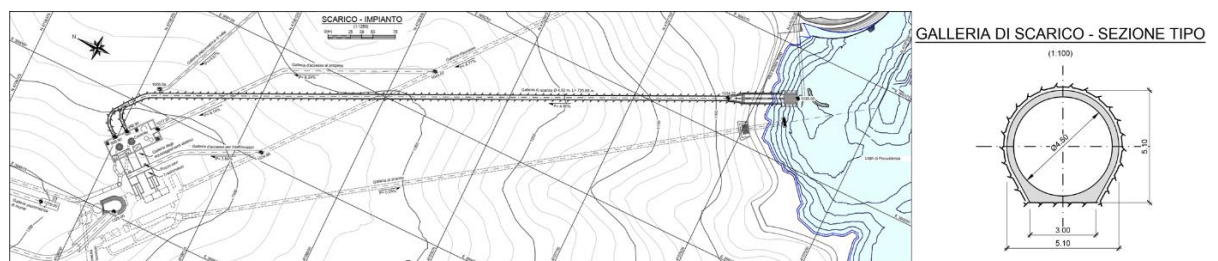


Figura 53: Nuova galleria di scarico/aspirazione sulla derivazione Provvidenza – pianta e sezione tipo.

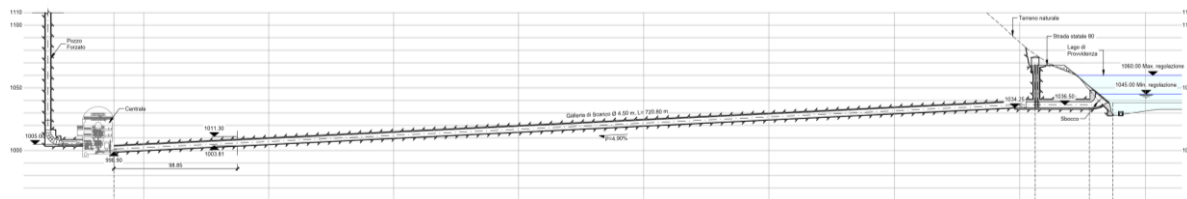


Figura 54: Nuova gallerya di scarico/aspirazione sulla derivazione Provvidenza – profilo.

La nuova gallerya di scarico/aspirazione sulla derivazione Provvidenza si sviluppa a partire dalla quota di fondo 998.90 m s.l.m. tramite due condotte con sezione circolare di diametro DN 2500 mm. Queste si congiungono dopo circa 42 m in una gallerya con diametro DN 4500 mm. Dopo circa 100 m dalla casa macchine, è presente lo stacco per la gallerya piezometrica di valle.

La gallerya ha pendenza 4.90 % e una lunghezza complessiva di 720.80 m fino alla quota di 1'034.25 m s.l.m.. La gallerya termina con un tratto in piano di circa 56 m, dove sono situate la camera paratoie e lo sbocco/presa.

4.2.6 Nuova caverna trasformatori e gallerya di accesso

I generatori/motori sono del tipo FCSM, come meglio descritto nel **Paragrafo 4.3.4** sugli aspetti particolari elettromeccanici. Questi sono collegati al Convertitore statico di frequenza, alloggiato in una gallerya posta al piano generatore. I cavi del convertitore salgono quindi ai trasformatori posti in apposita gallerya. I condotti AT in uscita dal trasformatore vengono collegati a quelli esistenti, diretti verso la sottostazione esterna.

La nuova caverna dei trasformatori è stata concepita in posizione baricentrica tra i nuovi gruppi ed i trasformatori presenti nella centrale esistente, in modo da ottimizzare i collegamenti elettrici.

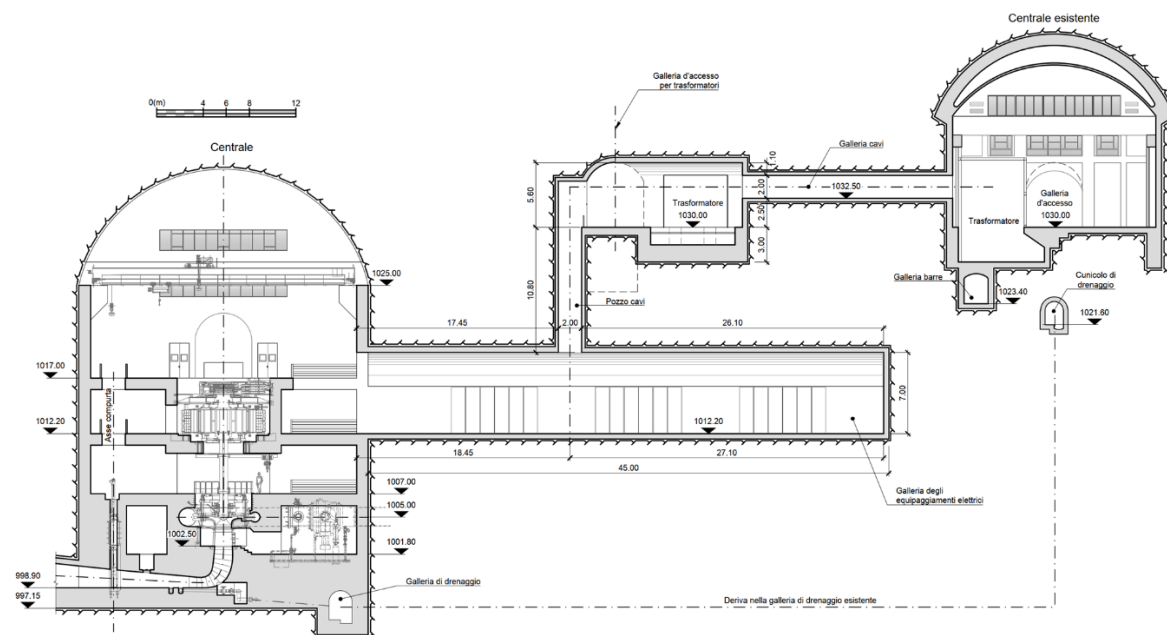


Figura 55: Gallerya di accesso per i trasformatori e centrali nuova ed esistente.

La galleria d’accesso ai trasformatori, con lunghezza di circa 155 m e con sezione a “D” con dimensioni interne 5.00mx5.60m (BxH), ha una pendenza del 3.84%, assai vicina a quella della galleria esistente e che consente un trasporto agevole dei trasformatori stessi sia in fase di installazione che di manutenzione.

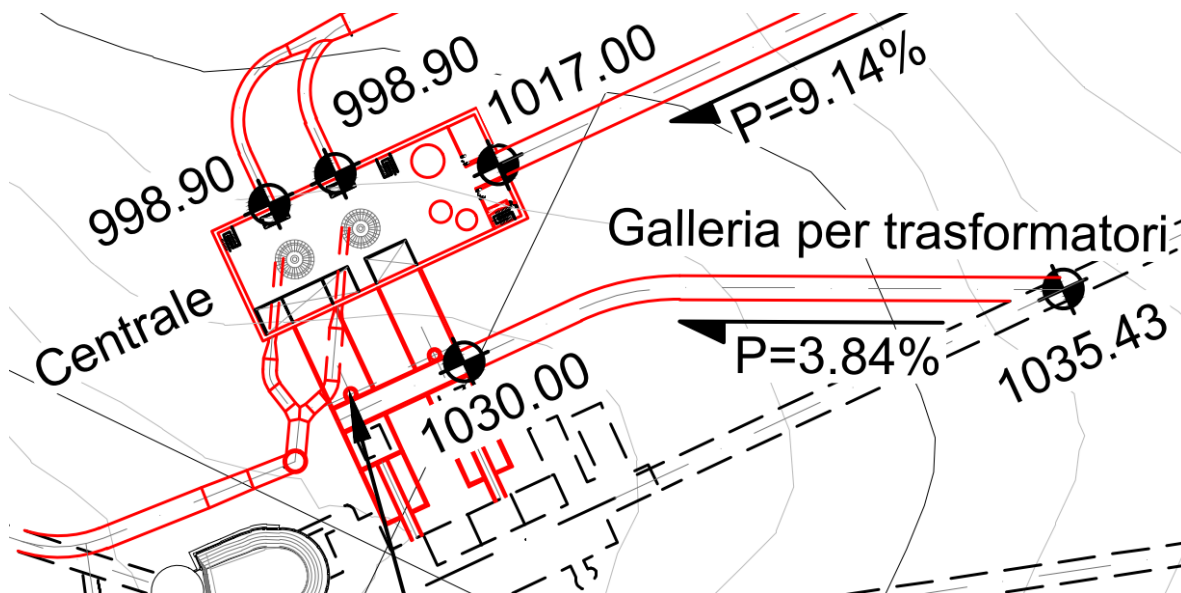


Figura 56: Galleria di accesso per i trasformatori – pianta.

4.3 Aspetti tecnici particolari

4.3.1 Aspetti Geologico/Geotecnici

Con riferimento ai documenti **GRE.EEC.D.99.IT.H.17171.00.006.00 Relazione Geologica** e **GRE.EEC.D.99.IT.H.17171.00.007.00 Relazione Geotecnica** allegati al presente progetto, qui di seguito si sintetizzano le principali risultanze emerse.

Il volume di roccia all’interno del quale verrà realizzata la nuova centrale di Valcimarra è costituito interamente dalla Formazione della Laga (LAG). La resistenza della roccia intatta è di 80-90 Mpa (classi di resistenza ISRM R3), mentre il grado di alterazione è generalmente nullo o molto basso (classe ISRM W1-W2).

La stratificazione, che è l’elemento di disgiunzione principale dell’ammasso, ha una persistenza plurimetrica, orientazione è immergente a basso angolo verso S (media 310/20) e spessore degli strati mediamente compreso tra 2 e 50 cm. Esistono inoltre 3 sistemi di discontinuità secondari, con immersione e inclinazione diversi tra loro, la cui spaziatura e persistenza è generalmente da decimetrica a metrica.

Per la definizione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità degli ammassi si è deciso di associare ciascuna unità geotecnica a un campo di valori dell’indice GSI (Geological Strength Index) di Hoek definito attraverso lo schema qualitativo proposto da Marinos per ammassi rocciosi stratificati eterogenei.

Lo scavo in sotterraneo sarà in generale realizzato tramite tecnica convenzionale con esplosivo e con Raise-boring per i tratti verticali. In condizioni di ammasso particolarmente fratturato potrebbe convenire procedere con martello demolitore. L’esistenza di cunicoli, caverne e pozzi già scavati rende complessa la distribuzione degli stati tensionali naturali nelle loro prossimità con formazione di zone di concentrazione degli sforzi che possono avere un impatto sul comportamento meccanico degli ammassi rocciosi e, in ultima analisi, sulla stabilità degli scavi da realizzare al loro interno.

Per quanto concerne le condizioni idrogeologiche, le filtrazioni contenute verso la centrale esistente permettono di ipotizzare che all’interno dei nuovi scavi le venute d’acqua possano essere limitate. Inoltre, l’effetto di drenaggio indotto dalle opere esistenti deve aver depresso il livello naturale della falda fino a circa la quota minima del fondo della centrale esistente (1’020 m s.l.m.) e pertanto anche le pressioni idrostatiche agenti sui rivestimenti definitivi della nuova centrale il cui fondo si attesta a 993 m s.l.m. saranno relativamente ridotte.

Il modello geologico e geotecnico sarà finalizzato nelle prossime fasi di progettazione con una specifica campagna di indagini geognostiche.

4.3.2 Aspetti idrologici

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17171.00.004.00 Relazione Idrologica** allegato al presente Progetto.

L’idrologia dell’ultimo decennio è stata ricostruita in termini di afflussi netti al sistema in base ai dati forniti da Enel GP ed alle caratteristiche geometriche del sistema idraulico, tenendo conto dei rilasci dovuti per il deflusso minimo vitale e degli sfiori che sono avvenuti alle due dighe.

La precipitazione media annua dell’ultimo ventennio è risultata pari a 665 mm.

L’evapotraspirazione media mensile dell’ultimo ventennio è risultata pari a circa 55 mm.

Risulta molto difficile stimare un possibile impatto del cosiddetto “cambiamento climatico” a lungo termine. Per i bacini in oggetto, si nota che la tendenza di precipitazione è in diminuzione e pertanto andrà a sommarsi all’aumento di evapotraspirazione.

Ci si potrebbe dunque aspettare un apporto idrologico ai serbatoi con afflussi in diminuzione a livello annuo e con una redistribuzione mensile diversa da quella attuale (ad esempio l’anticipo dello scioglimento delle nevi) e con la presenza di eventi meteorici più intensi.

La seguente figura mostra i dati ricostruiti dallo Scrivente nel periodo 2013-2020 (portata media annua pari a 3.07 m³/s) per il serbatoio di Campotosto:

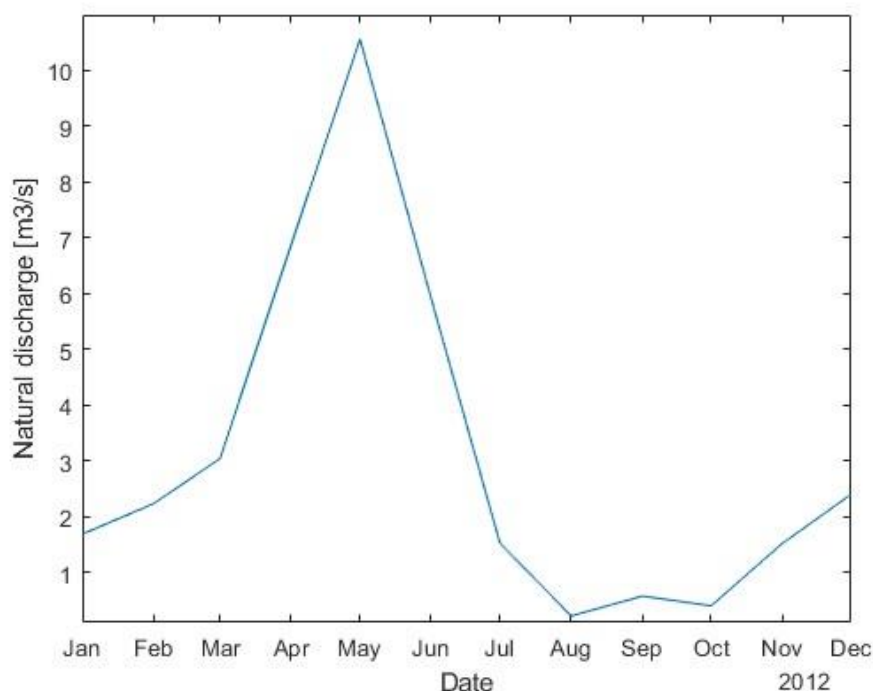


Figura 57: Serbatoio di Campotosto - afflussi medi mensili 2013-2020.

Tale portata è bene allineata con quella prevista a Concessione, pari a 3.80 m³/s.

Il nuovo impianto a progetto di Provvidenza, che prevede il rifacimento totale dell’impianto con l’installazione di due gruppi reversibili da 110 MW risulta comunque del tipo “pompaggio misto” in quanto utilizza i deflussi naturali disponibili nell’invaso di monte in quantità superiore al 5% (definizione TERNA).

Lo sfruttamento del nuovo gruppo reversibile è attuabile in modo sostanzialmente continuativo durante l’anno, considerati i volumi utili disponibili nei serbatoi (220 Mm³ per Campotosto e 1.43 Mm³ attualmente disponibili a Provvidenza) ed il volume massimo trasferibile su 8 ore pari a circa 2.4 Mm³ in generazione e 2.1 Mm³ in pompaggio.

Considerando dati nominali di esercizio, le oscillazioni risultano:

- Per Campotosto: contenute entro i ± 0.55 m. Questi valori elevati si ottengono con serbatoio prossimo alla minima regolazione, nella zona dove le curve di invaso hanno usualmente pendenza molto ripida, e non sono da prendersi come riferimento in quanto sono raggiunti raramente durante l’esercizio, dovendo massimizzare l’energia producibile. In condizioni di normale esercizio, si possono aspettare oscillazioni non superiori a ± 0.30 m;
- Per Provvidenza:
 - senza compensazione dal serbatoio di Piaganini: qualsiasi trasferimento provoca o l’innalzamento alla massima regolazione o l’abbassamento alla minima regolazione in tempi inferiori alle 8 ore, con escursioni che possono arrivare a ± 15.0 m.

- con compensazione dal serbatoio di Piaganini: in genere il trasferimento provoca o l’innalzamento alla massima regolazione o l’abbassamento alla minima regolazione in tempi inferiori alle 8 ore, con escursioni che possono arrivare a ± 8.0 m.

4.3.3 Aspetti idraulici

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17171.00.003.00 Relazione Idraulica** allegato al presente Progetto.

Le perdite di carico sono calcolate in modo tradizionale, considerando quelle che si assumono essere le attuali scabrezze dell’impianto (3 mm per cls e 0.3 mm per acciaio), ottenendo per i due gruppi in funzionamento contemporaneo:

	DERIVAZIONE CAMPOTOSTO		
DH/Q ² (m/(m ³ /s) ²)	Galleria	Condotta forzata	Totale
Pompaggio	0.00111	0.00105	0.00216
Turbinaggio	0.00101	0.00100	0.00200

Tabella 4: Nuovi gruppi reversibili – Perdite di carico della derivazione Campotosto.

	DERIVAZIONE PROVVIDENZA		
DH/Q ² (m/(m ³ /s) ²)	Galleria	Condotta forzata	Totale
Pompaggio	0.00026	0.00066	0.00093
Turbinaggio	0.00081	0.00021	0.00102

Tabella 5: Nuovi gruppi reversibili – Perdite di carico della derivazione Provvidenza.

Per quanto concerne i transitori idraulici, effettuati considerando tempi di manovra cautelativi (**Tabella 6**), i primi risultati hanno mostrato la necessità di modificare il pozzo piezometrico di Campotosto, ricostruendolo tramite una galleria in pendenza, e il pozzo piezometrico di Provvidenza (anche con ricostruzione tramite galleria in pendenza).

Manovra	Tempo necessario [s]
Avviamento pompa	160
Avviamento turbina	70
Turbinaggio – pompaggio	420
Pompaggio – turbinaggio	190
Arresto brusco	20

Tabella 6: Tempi di manovra concordati con Enel GP per le verifiche dei transitori nel pozzo piezometrico di monte.

Le portate di riferimento dei nuovi gruppi sono:

- **Turbinaggio da Campotosto verso Provvidenza:** 86.0 m³/s
- **Pompaggio da Provvidenza verso Campotosto:** 72.0 m³/s

Per quanto concerne le verifiche strutturali alle condotte forzate, sono state calcolate le massime sollecitazioni statiche e dinamiche ed il tasso di lavoro della nuova condotta di Campotosto in particolar modo, ottenendo lo spessore necessario.

Considerando cautelativamente la contemporaneità del massimo sovralzato nel pozzo piezometrico e la massima sovrappressione di colpo d’ariete, si ottengono le massime sollecitazioni nella condotta forzata, all’otturatore:

	Max Sovralzo transitorio (mH2O)	Sovrappressione dinamica colpo d’ariete (mH2O)	Massima pressione totale (mH2O)
C.F. Campotosto	321.07	36.65	357.72

Tabella 7: Massime pressioni di esercizio nella condotta forzata Campotosto.

Per quanto riguarda la C.F. Campotosto, la seguente tabella riassume la verifica dello stato tensionale nella condotta:

Carico Statico +Pozzo +Colpo Ariete (mH2O)	Pressione (MPa)	Diametro (mm)	σ (N/mm²)	σ ammissibile (N/mm²)	Spessore (mm)
313.25 + 7.82 + 36.65 = 357.72	3.51	2'000	120.00	156.00	29

Tabella 8: Condotta Forzata Campotosto - verifica di resistenza.

Lo spessore della condotta forzata viene aumentato di 2 mm per protezione dalla corrosione. Si ottiene dunque un valore pari a 31 mm.

Considerato che le portate circolanti sono pari o inferiori a quelle massime di progetto dell’impianto esistente, non si ritiene che le sovrappressioni di colpo d’ariete indotte dai nuovi gruppi reversibili costituiscano un aggravio rispetto a quelle dovute all’impianto esistente.

Per quanto concerne le verifiche strutturali a fatica della condotta Campotosto, nelle condizioni di utilizzo futuro si ha un fattore di sicurezza pari a 2.89.

4.3.4 Aspetti elettromeccanici

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17171.00.005.00 Relazione Elettromeccanica** allegato al presente Progetto.

Considerando la geometria del sistema idraulico, le potenze disponibili sono:

Modalità	Salto netto	Potenza	u.m.
Generazione	Massimo	97	MW
Generazione	Minimo	~36	MW
Pompaggio	Massimo a portata efficace	101	MW
Pompaggio	Minimo a portata efficace	~65	MW

Tabella 9: Nuovi Gruppi reversibili – potenze disponibili.

Per il dimensionamento della macchina elettrica, la potenza considerata è la potenza meccanica di 101 MW all'albero divisa per l'efficienza dell'alternatore e del convertitore di frequenza, ovvero una potenza elettrica di circa 110.0 MW. Come accennato in precedenza, l'alternatore funzionerà sempre con $\cos(\varphi) = 1.0$.

Il massimo rendimento della turbina Francis è il 92.80% in modalità turbina rispettivamente 91.50% in modalità pompa. I valori effettivi variano fino al 77.80% in modalità turbina, a seconda del carico e del frazionamento della portata (40%-100%).

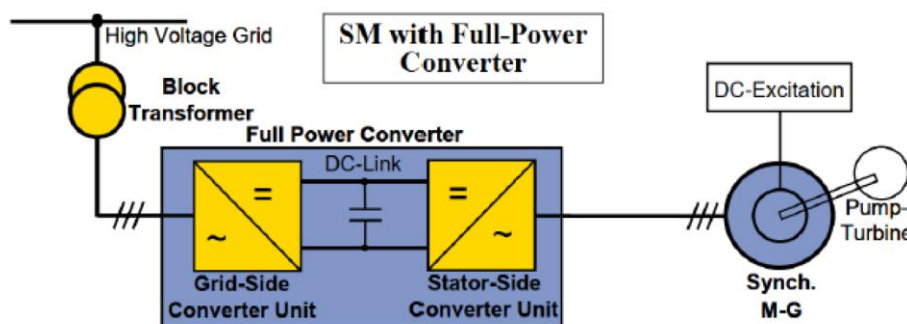


Figura 58: Schema di impianto CFMSM

Per quanto riguarda il motore/generatore a giri variabili, si utilizza la tecnologia CFMSM (Converter-Fed Synchronous Motor – vedi **Figura 58** sopra), che consente una operatività con $\cos \phi=1$ ed ha numerosi pregi:

- L'avviamento è più facile e veloce e può essere eseguito in acqua, grazie alla possibilità di produrre una coppia rilevante a velocità nulla (spunto da fermo);
- Le variazioni di velocità e potenza possono essere più ampie;
- non ha limitazioni sulla velocità massima e può essere utilizzato per siti con alti salti e variazioni di salto relativamente ampie;
- offre una buona capacità di LVVRT (Low Voltage Ride Through, detto anche FRT Fault Ride Through), con conseguente migliore conformità ai codici di rete in vigore per i principali TSO oppure ai “Requirements for Generators” (recepimento del regolamento UE 2016/631 del 14/04/2016);

- Il convertitore può persino essere utilizzato (mentre non è collegato alla macchina) come compensatore statico di potenza reattiva, fornendo un notevole contributo nella regolazione della stessa in rete;
- La macchina elettrica è estremamente più semplice ed anche la parte in MT richiede una fornitura più semplice rispetto ad altre tecnologie;
- I tempi di avviamento risultano estremamente contenuti, in quanto non è necessaria alcuna pneumatizzazione della cassa turbina-pompa;
- Il passaggio da generazione a pompaggio non necessita di abbandono del sincronismo con la rete;

Le caratteristiche tecniche principali del generatore/motore sono le seguenti:

Grandezza	Valore	u.m.
Potenza elettrica	105	MVA
$\cos(\phi)$	1.0	
Frequenza	50	Hz
Numero di poli	12	
Numero di giri	500 (variabile)	Giri/min

Tabella 10: Generatore/Motore – caratteristiche

Le caratteristiche tecniche principali del trasformatore sono le seguenti:

Grandezza	Valore	u.m.
Tipologia	OFWF	
Numero	2	
Potenza apparente	~115	MVA
$\cos(\phi)$	1.0	
Frequenza	50	Hz
Peso totale	115	ton
Peso di olio	20	ton

Tabella 11: Trasformatore – caratteristiche

Le principali caratteristiche funzionali del convertitore statico di frequenza sono:

Grandezza	Valore	u.m.
Potenza elettrica	~110	MVA
$\cos(\phi)$	-0.0 ÷ 1.0 ÷ 0.0	

Tabella 12: Convertitore – caratteristiche

Il convertitore può funzionare sull'intera gamma con solo potenza reattiva (induttiva o capacitiva) o solo potenza attiva.

A seconda della corrente di cortocircuito nel punto di connessione alla rete ad alta tensione, potrebbe essere necessario installare un filtro armonico. In tal caso, il componente dovrebbe essere installato tra il trasformatore e il convertitore di frequenza.

4.3.4.1 Sintesi degli equipaggiamenti ausiliari principali

Oltre alle componenti elettromeccaniche del gruppo reversibile, l'impianto è dotato di numerosi sistemi ausiliari, tra cui i principali sono:

- Sistema di raffreddamento, costituito da:
 - Circuito primario aperto, con prelievo e mandata di acqua da e verso il lato a bassa pressione dell'unità (a valle della paratoia di macchina lato bassa pressione);
 - Scambiatori di calore ridondati (2 X 100%) verso il circuito secondario;
 - Circuito secondario a circuito chiuso;
 - Circuito terziario a circuito chiuso (acqua deionizzata) per i convertitori di frequenza;
- Sistema di lubrificazione e raffreddamento delle tenute dell'albero
- Sistema ad olio pressurizzato, costituito da:
 - Sistema ad olio pressurizzato per il controllo della valvola di macchina (sezione alta pressione);
 - Sistema ad olio pressurizzato per il controllo del distributore;
 - Sistema ad olio pressurizzato per il controllo della paratoia valle macchina (sezione bassa pressione);
- Armadi di controllo del processo:
 - Quadro di distribuzione a bassa tensione ;
 - Armadi ausiliari CA ;
 - Armadi ausiliari CC ;
 - Armadi di controllo generali ;
 - Armadi di controllo dell'unità ;
- Sistema di Drenaggio delle acque di infiltrazione;
- Sistema di svuotamento dell'acqua contenuta nel gruppo;
- Sistema anti allagamento della Caverna;

La centrale in caverna è infine dotata di tutti gli impianti e sistemi di edilizia civile (illuminazione, ventilazione e riscaldamento, prevenzione incendi, acqua potabile, fognatura, ecc.).

4.4 Connessione alla sottostazione e punto di consegna

L'attuale centrale di Provvidenza è allacciata alla RTN tramite 2 linee (Collepiano-Villa Valle derivazione 1 e 2) afferenti al sistema a doppia sbarra AIS 230 kV cui sono collegati i cavi dei

trasformatori TR1, TR2 e TR3 relativi ai rispettivi tre gruppi idroelettrici. Il TR1 ed il TR2 sono gemelli, della soc. GETRA, con potenza 50 MVA e gruppo di collegamento YNd11. Il TR3, della soc. Marelli & C. ha potenza pari a 65 MVA e gruppo di collegamento Yd11.

Per la connessione alla sottostazione vengono riutilizzate le vie cavi AT esistenti.

Nella sottostazione, la parte elettrica di potenza dovrà essere adeguata, con la sostituzione delle apparecchiature degli stalli TR1 e TR2, a partire dalle rispettive sbarre AT fino ai terminali di cavo.

La parte elettrica di protezione e controllo verrà adeguata di conseguenza (alimentazioni, misure, ecc..), mentre i servizi ausiliari dei nuovi gruppi verranno derivati da nuovi trasformatori ausiliari.