

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# IMPIANTO DI VALCIMARRA II

## Installazione di un nuovo gruppo reversibile

### Centrale di Valcimarra

### Comune di Caldarola (MC)

## Progetto Definitivo per Autorizzazione

# RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

File: GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.002.00 Relazione Tecnica Illustrativa.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	27/07/2022	Prima Emissione	C. Piccinin	F. Maugliani A. Balestra	M. Braghini

#### GRE VALIDATION

	Support Team: F.PODIO	Project Engineer: G.RIPELLINO
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

VALCIMARRA

#### GRE CODE

GROUP	FUNCIÓN	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GRE	EEC	D	99	IT	H	17168	00	00	200

CLASSIFICATION PUBLIC

UTILIZATION SCOPE PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE

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.

R.00	27.07.2022	PCap	MFr/Bal
<b>Versione</b>	<b>Data</b>	<b>Redatto</b>	<b>Verificato</b>

**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 AMMINISTRATIVO E NORMATIVO DELL'INTERVENTO	2
2.1	Concessioni	2
2.2	Esercizio delle Dighe	2
2.3	Vincoli particolari all'utilizzo della risorsa idrica	2
2.3.1	Prelievi ad utilizzo irriguo o acquedottistico	2
2.3.2	Deflusso minimo vitale	2
2.3.3	Limitazioni all'esercizio delle Dighe	3
2.4	Inquadramento normativo dell'intervento di progetto	3
3.	INQUADRAMENTO TECNICO DELL'INTERVENTO	4
3.1	Generalità e cenni storici	4
3.2	Descrizione sintetica dello schema Valcimarra	4
3.3	Inquadramento territoriale	5
3.4	Inquadramento catastale	7
3.5	Inquadramento secondo la pianificazione locale e sistema dei vincoli e delle tutele	9
4.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO ESISTENTE	11
4.9	Emissioni acustiche	25
5.	L'IMPIANTO DI VALCIMARRA II	26
5.1	Aspetti generali	26
5.2	Motivazione delle principali scelte progettuali	26
5.2.1	Civile: Scelta tra revamping della centrale esistente e nuova centrale in caverna	26
5.2.2	Geologia: Scelta della posizione della caverna	27
5.2.3	Idraulica: Scelta delle portate del gruppo reversibile	27

5.2.4	Idraulica: Scelta delle tipologie di connessione con l'impianto esistente	28
5.2.5	Elettromeccanica: Scelta della tipologia di motore/generatore	28
5.3	Descrizione generale degli interventi	28
5.3.1	Nuova caverna di centrale	29
5.3.2	Gallerie di accesso alla caverna e nuovi portali	31
5.3.3	Ampliamento camera valvole Polverina e nuovo ramo di condotta forzata	33
5.3.4	Nuova Camera valvole Fiastrone e nuovo ramo di condotta forzata	34
5.3.5	Modifiche al Pozzo Piezometrico Fiastrone	35
5.3.6	Nuovo fabbricato Convertitore Statico	36
5.3.7	Opere in sottostazione	37
5.4	Cantierizzazione	37
5.5	Aspetti tecnici particolari	38
5.5.1	Aspetti Geologico/Geotecnici	38
5.5.2	Aspetti idrologici	39
5.5.3	Aspetti idraulici	41
5.5.4	Aspetti elettromeccanici	43
5.6	Connessione alla sottostazione e punto di consegna	46
6.	STIMA DEI COSTI	47
7.	CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA DEI LAVORI	48

## INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1:</b> Impianto di Valcimarra Chienti - Schema idraulico .....	5
<b>Figura 2:</b> Comune di Caldarola - area interessata dal progetto (rettangolo rosso).....	6
<b>Figura 3:</b> Impianto di Valcimarra II - inquadramento territoriale – area presso la centrale esistente ..	6
<b>Figura 4:</b> Impianto di Valcimarra II - inquadramento territoriale – area presso il P.P. Fiastrone .....	7
<b>Figura 5:</b> Piano catastale delle opere .....	8
<b>Figura 6:</b> Impianto di Valcimarra - profilo schematico .....	11
<b>Figura 7:</b> Serbatoio del Fiastrone – vista aerea .....	12
<b>Figura 8:</b> Diga del Fiastrone - dati principali della diga .....	12
<b>Figura 9:</b> Diga del Fiastrone - dati principali del serbatoio .....	13

<b>Figura 10:</b> Diga del Fiastrone - dati principali delle opere di scarico .....	13
<b>Figura 11:</b> Diga del Fiastrone - diagramma delle aree e dei volumi (da FCEM).....	14
<b>Figura 12:</b> Diga del Fiastrone – vista da valle .....	14
<b>Figura 13:</b> Diga del Fiastrone – planimetria generale .....	15
<b>Figura 14:</b> Derivazione Fiastrone - profilo idraulico.....	15
<b>Figura 15:</b> Derivazione Fiastrone - pozzo piezometrico.....	16
<b>Figura 16:</b> Derivazione Fiastrone - Camera Valvole .....	16
<b>Figura 17:</b> Serbatoio di Polverina - vista aerea .....	17
<b>Figura 18:</b> Diga di Polverina - dati principali della diga .....	17
<b>Figura 19:</b> Diga di Polverina - dati principali del serbatoio .....	18
<b>Figura 20:</b> Diga di Polverina - dati principali delle opere di scarico .....	18
<b>Figura 21:</b> Diga di Polverina - curva di portata dello scarico di superficie (da FCEM).....	19
<b>Figura 22:</b> Diga di Polverina - curva di portata dello scarico di fondo (da FCEM) .....	19
<b>Figura 23:</b> Diga di Polverina - vista da valle .....	20
<b>Figura 24:</b> Diga di Polverina - planimetria generale .....	20
<b>Figura 25:</b> Derivazione Polverina - profilo idraulico.....	21
<b>Figura 26:</b> Derivazione Polverina: Pozzo piezometrico e Camera Valvole.....	21
<b>Figura 27:</b> Centrale di Valcimarra - planimetria generale.....	22
<b>Figura 28:</b> Centrale di Valcimarra - sezione trasversale deriv. Fiastrone .....	23
<b>Figura 29:</b> Centrale di Valcimarra - Sala macchine.....	23
<b>Figura 30:</b> Centrale di Valcimarra – canali di scarico.....	25
<b>Figura 31:</b> Nuova caverna di centrale Valcimarra II (in giallo) .....	29
<b>Figura 32:</b> Centrale di Valcimarra II - sezione longitudinale.....	30
<b>Figura 33:</b> Centrale di Valcimarra II - piano sala macchine .....	30
<b>Figura 34:</b> Centrale di Valcimarra II - sezione verticale .....	31
<b>Figura 35:</b> Galleria di accesso principale .....	32
<b>Figura 36:</b> Galleria di accesso secondaria .....	32
<b>Figura 37:</b> Ampliamento C.V. Polverina e nuovo ramo C.F. ....	33
<b>Figura 38:</b> Nuova C.V. Fiastrone e nuovo ramo C.F.....	34
<b>Figura 39:</b> Estensione Pozzo Piezometrico Fiastrone .....	35

<b>Figura 40:</b> Nuovo fabbricato convertitore statico.....	36
<b>Figura 41:</b> Opere in sottostazione .....	37
<b>Figura 42:</b> Ubicazione delle principali aree di cantiere.....	38
<b>Figura 43:</b> Serbatoio del Fiastrone - afflussi medi mensili 2012-2018 .....	40
<b>Figura 44:</b> Serbatoio di Polverina - afflussi medi mensili 2012-2018 .....	40
<b>Figura 45:</b> Schema di impianto CFSM .....	43
<b>Figura 46:</b> Cronoprogramma sintetico dei Lavori e della Indisponibilità d'Impianto.....	48

## INDICE DELLE TABELLE

<b>Tabella 1:</b> Elenco delle particelle interessate .....	7
<b>Tabella 2:</b> Elenco dei proprietari delle particelle interessate .....	9
<b>Tabella 3:</b> Centrale di Valcimarra – emissioni acustiche.....	25
Tabella 3: Nuovo gruppo reversibile - caratteristiche.....	26
<b>Tabella 4:</b> Nuovo Gruppo reversibile - Perdite di carico.....	41
<b>Tabella 5:</b> Massime pressioni di esercizio nelle condotte forzate .....	42
<b>Tabella 6:</b> Condotta Forzata Fiastrone - verifica di resistenza .....	42
<b>Tabella 7:</b> Condotta Forzata Polverina - verifica di resistenza .....	42
<b>Tabella 8:</b> Nuovo Gruppo reversibile – potenze disponibili .....	43
<b>Tabella 9:</b> Generatore/Motore – caratteristiche .....	44
<b>Tabella 10:</b> Trasformatore – caratteristiche.....	44
<b>Tabella 11:</b> Convertitore – caratteristiche.....	45
<b>Tabella 12:</b> Tabella di sintesi della stima dei costi di costruzione dell'impianto .....	47

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 Contesto generale e scopo del lavoro

Enel Produzione SpA – HGT Design & Execution, ha affidato a Lombardi SA l'incarico professionale di ingegneria per la Progettazione Definitiva per Autorizzazione dell'intervento di installazione di un nuovo gruppo reversibile nell'impianto idroelettrico di Valcimarra, sito nel Comune di Caldarola (MC).

L'opera idraulica fa parte dell'asta idroelettrica del Fiume Chienti, costituita dagli impianti idroelettrici di Valcimarra Chienti, Belforte 1°salto, Belforte 2°salto, Città di Macerata, S. Maria Apparente, Molino Nuovo e Bolognola. Le dighe di Fiastra e Polverina alimentano in modo indipendente la Centrale di Valcimarra. Le dighe non sono oggetto di interventi.

L'intervento prevede la parziale trasformazione dell'impianto idroelettrico di generazione di Valcimarra Chienti in un impianto reversibile, di generazione e pompaggio, mediante la costruzione di una nuova centrale in caverna denominata "**Impianto di Valcimarra II**", il suo collegamento alle vie d'acqua esistenti, di cui vengono modificate alcune opere: pozzo piezometrico sulla derivazione Fiastrone, camera valvole sulla derivazione Polverina. La connessione in rete della nuova centrale richiede inoltre alcune modifiche nell'area della Sottostazione collocata nel sedime della Centrale di Valcimarra.

La presente relazione descrive l'inquadramento dell'intervento e le principali attività costruttive, previste da Enel per la realizzazione del nuovo gruppo di generazione e pompaggio.

### 1.2 Struttura del rapporto

Il presente rapporto ha la seguente struttura:

- Capitolo 1: introduzione;
- Capitolo 2: inquadramento normativo dell'intervento;
- Capitolo 3: inquadramento tecnico dell'intervento;
- Capitolo 4: descrive le opere del progetto esistente;
- Capitolo 5: descrive le motivazioni ed il progetto di installazione del nuovo gruppo reversibile;
- Capitolo 6: riporta una valutazione di massima dei costi;
- Capitolo 7: presenta il cronoprogramma generale per l'implementazione del progetto.

### 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 AMMINISTRATIVO E NORMATIVO DELL'INTERVENTO

### 2.1 Concessioni

Gli atti di Concessione ed i Disciplinari contenenti obblighi e condizioni relativi all'utilizzo della risorsa idrica per l'impianto esistente di Valcimarra Chienti fanno capo ai seguenti Atti amministrativi:

Per la derivazione Fiastrone:

- D.P.R. n° 4899 del 02-11-1948
- Disciplinare di concessione n° 1807 del 22-07-1948
- Disciplinare aggiuntivo n° 4096 del 28-01-1955
- D.M. (decreto di concessione) n° 1328 del 27-04-1957

Per la derivazione Chienti (Polverina)

- Disciplinare di concessione n° 5633 del 07-12-1962
- D.M. (decreto di concessione) n° 6675 del 03-12-1963
- D.M. (rinuncia concessione) n° 671 del 15-06-1967

### 2.2 Esercizio delle Dighe

L'esercizio delle dighe è regolato dai seguenti Fogli di Condizioni per l'esercizio e la manutenzione (FCEM):

- Diga del Fiastrone: FCEM approvato SND il 19.03.1998
- Diga di Polverina: FCEM approvato SND il 03.04.1998

### 2.3 Vincoli particolari all'utilizzo della risorsa idrica

#### 2.3.1 Prelievi ad utilizzo irriguo o acquedottistico

Una parte delle disponibilità idrologiche nei due bacini sottesi dalle Dighe sono riservate al prelievo da parte di gestori di acquedotti o di Consorzi di Bonifica rispettivamente per la distribuzione ad uso potabile o irriguo:

- Derivazione Fiastrone: dal disciplinare aggiuntivo del 1955: 13 l/s da garantirsi ad uso dell'acquedotto Collemese-Fossa-Samaroto;

#### 2.3.2 Deflusso minimo vitale

Negli Atti e Disciplinari di Concessione, si prevedevano i seguenti valori di portata minima da erogare a valle degli sbarramenti:

- Derivazione Fiastrone: Atto di concessione del 1948: 200 l/s
- Derivazione Polverina: Disciplinare di concessione del 1962: 200 l/s



Con l'introduzione delle recenti normative specifiche a livello regionale, l'attuale DMV è modificato in:

- Serbatoio del Fiastrone: 0.25 m<sup>3</sup>/s;
- Serbatoio di Polverina: 0.45 m<sup>3</sup>/s.

### 2.3.3 Limitazioni all'esercizio delle Dighe

Attualmente esistono alcune limitazioni di esercizio su entrambe le dighe, instauratesi a seguito dell'evento sismico dell'Aquila, che sono in fase di ridiscussione con le competenti Autorità.

- Diga del Fiastrone: con Nota della Direzione Dighe prot. 16774 del 18/07/2018 l'esercizio è stato limitato alle seguenti quote Autorizzate:
  - massima regolazione: 634.00 m slm;
  - massimo invaso: 637.00 m slm;
- Diga di Polverina: con Nota della Direzione Dighe prot. 24065 del 04/11/2016 l'esercizio è stato limitato alle seguenti quote Autorizzate:
  - massima regolazione: 396.00 m slm;
  - massimo invaso: 638.20 m slm;

## 2.4 Inquadramento normativo dell'intervento di progetto

L'impianto di Valcimarra II consiste nell'installazione di un gruppo reversibile (pompa/turbina) che connette le condotte forzate delle due derivazioni esistenti.

Secondo le definizioni vigenti, **il nuovo progetto di Valcimarra II è del tipo "pompaggio puro"** in quanto non utilizza nulla dei deflussi naturali disponibili nei due invasi di monte, bacino di Polverina con immissario il fiume Chienti e bacino di Fiastrone con immissario il torrente Fiastrone: gli afflussi naturali ai due bacini sono infatti in toto utilizzati per atto di concessione storico rispettivamente dall'impianto Valcimarra Chienti e Valcimarra Fiastrone, collocati entrambi nell'edificio della centrale di Valcimarra.

La modalità di esercizio giornaliero unicamente possibile per questo impianto è il trasferimento sistematico nei due sensi dello stesso volume d'acqua, senza possibilità di utilizzo di portate naturali ulteriormente disponibili nei due bacini, riservate all'impiego negli altri impianti, questi di tipo non reversibile e con scarico nel fiume Chienti.

Ai sensi di quanto previsto dall'Art. 13 della Legge 27 aprile 2022 n. 34 (legge di conversione del D.L. 01 marzo 2022 n. 17), che aggiunge all'Art. 12 c. 3 del d.lgs. n. 387 del 2003 il seguente periodo:

*"Per gli impianti di accumulo idroelettrico attraverso pompaggio puro l'autorizzazione è rilasciata dal Ministero della transizione ecologica, sentito il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili e d'intesa con la regione interessata, con le modalità di cui al comma 4".*

**la competenza per il rilascio dell'Autorizzazione Unica per questo impianto è in capo al MiTE.**

### 3. INQUADRAMENTO TECNICO DELL'INTERVENTO

#### 3.1 Generalità e cenni storici

Il Bacino idrografico del Chienti si estende per 91 Km con una superficie di 1'297 km<sup>2</sup> e comprende i fiumi Chienti e Fiastrone. Il fiume Chienti attraversa le province di Macerata e Ascoli Piceno. Si forma a Pieve Torina dall'unione dei seguenti torrenti e fossi: fosso di Capriglia, che nasce dal monte Fema (1575 m), torrente Vallicella, che nasce a monte Cavallo (1485 m), torrente Piazza, che nasce anch'esso dal monte Cavallo, lungo 7 km, torrente Vasaio, che nasce dal monte Miglioni, lungo 7 km, torrente Sant'angelo, che nasce dal monte Faento (1166 m), lungo 10 km, ed altri minori. A 280 m è sbarrato da una diga e forma il lago di Borgiano, lungo circa 3 km e largo 400 m.

In questa asta sono state realizzate sette centrali denominate Valcimarra, Belforte 1° Salto, Belforte 2° Salto, Città di Macerata, S.M. Apparente, Molino Nuovo e Bolognola. Le prime tre sono le Centrali di maggior rilievo.

Gli impianti idroelettrici sull'asta del Chienti sono stati realizzati a partire dagli anni '50. Come prima viene costruita la diga del Fiastrone, con la finalità di regolare l'energia producibile nella Centrale di Valcimarra ed indirettamente nelle centrali di valle. In seguito, negli anni '60, viene costruita la Diga di Polverina, con finalità di regolazione giornaliera-settimanale (Chienti 1°salto). Successivamente vennero costruiti gli altri sbarramenti e le altre centrali della cascata del Chienti.

#### 3.2 Descrizione sintetica dello schema Valcimarra

La centrale di Valcimarra è costituita da due rami, uno Fiastrone alimentato dal serbatoio del Fiastrone realizzato sbarrando il fiume Fiastrone in prossimità di S. Lorenzo di Fiastra (MC), con una diga classificata "diga ad arco gravità (Ab2)" alta 87,00 m con un volume d'invaso 21.700.000 mc ed un bacino imbrifero di 80,80 km<sup>2</sup>, costruita nel 1952 con quota di massima regolazione di 640,00 m s.l.m., l'altro ramo Polverina alimentato dal bacino di Polverina realizzato sbarrando il fiume Chienti in prossimità della frazione Polverina in comune di Camerino (MC), con una diga in terra classificata "diga in materiali sciolti zonata con nucleo in terra (Bb)" alta 27,50 m con un volume d'invaso 5.800.000 mc e un bacino imbrifero 296,00 km<sup>2</sup> costruita nel 1967, avente una quota di massima regolazione di 400,00 m s.l.m.. L'acqua del serbatoio del Fiastrone, tramite una galleria in pressione, lunga 8.800 m, termina in un pozzo piezometrico, dal quale una condotta forzata, realizzata parte in acciaio e parte scavata nella roccia e rivestita in c.a. per una lunghezza totale 547,00 m, va ad alimentare il macchinario idraulico costituito da due turbine Francis ad asse verticale della potenza di 14.823 kW ciascuna alle quali sono accoppiati due generatori sincroni della potenza di 20.000 kVA ciascuno, la potenza efficiente è 26.000 kW per una producibilità media annua di 39,27 GWh; il salto è di 340,80 m. L'acqua del bacino di Polverina viene derivata tramite galleria di derivazione, lunga 7.084 m, e un ponte sifone lungo 251 m, termina in un pozzo piezometrico dal quale una condotta forzata lunga 160 m alimenta la turbina Francis ad asse verticale del terzo gruppo della centrale con una potenza

installata di 18.000 kVA e una potenza efficiente di 13.000 kW la producibilità media annua è di 26,89 GWh. Il salto è 101,50 m.

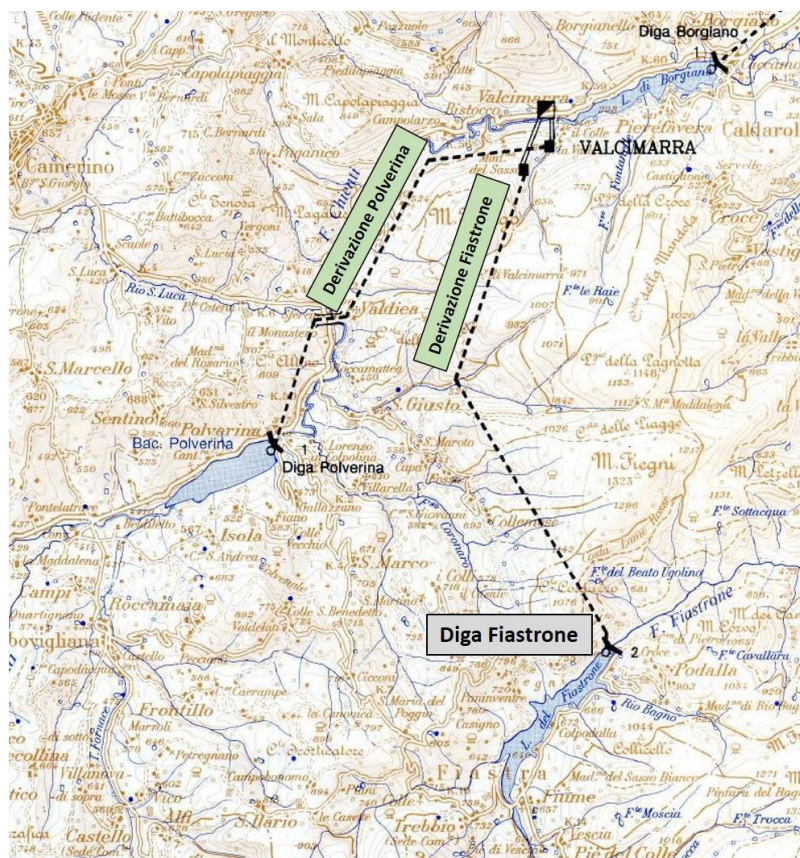


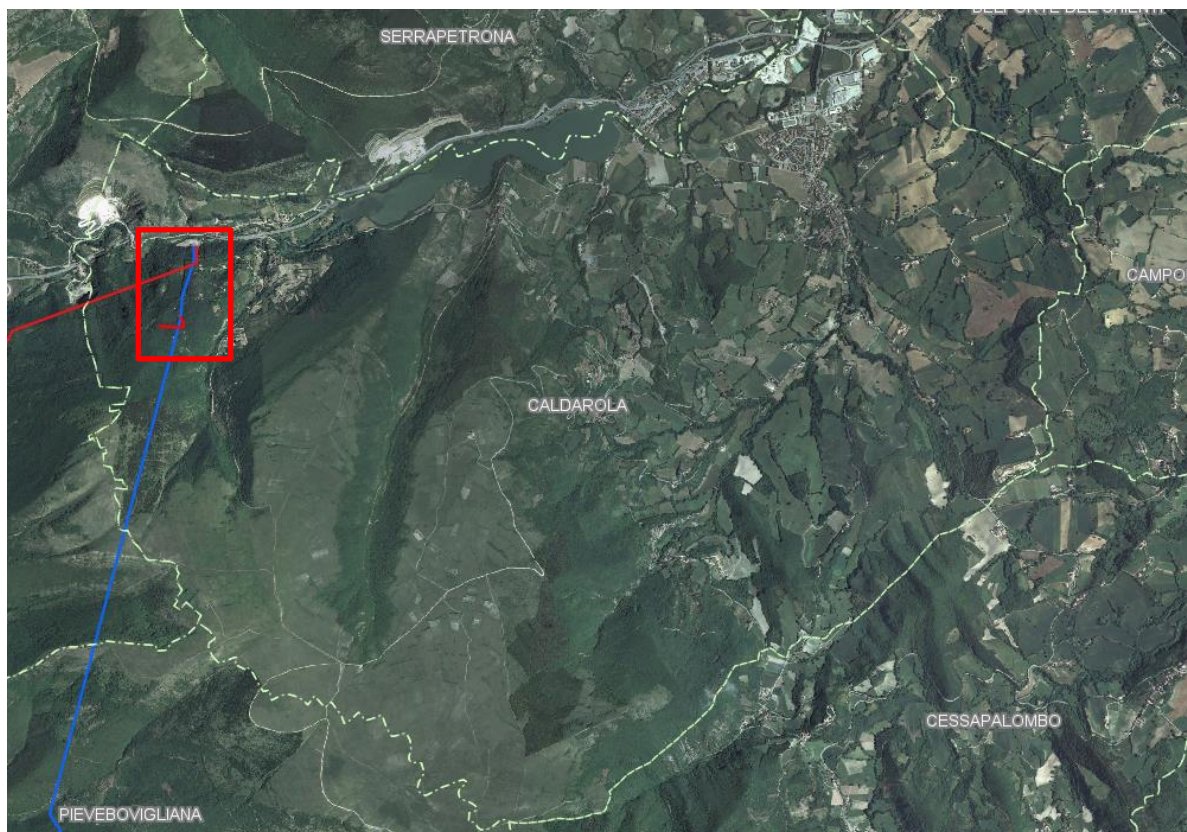
Figura 1: Impianto di Valcimarra Chienti - Schema idraulico

### 3.3 Inquadramento territoriale

Gli esistenti serbatoi del Fiastrone e di Polverina e l'esistente Centrale di Valcimarra sono siti in Provincia di Macerata. In particolare, l'esistente Centrale di Valcimarra è sita nel Comune di Caldarola.

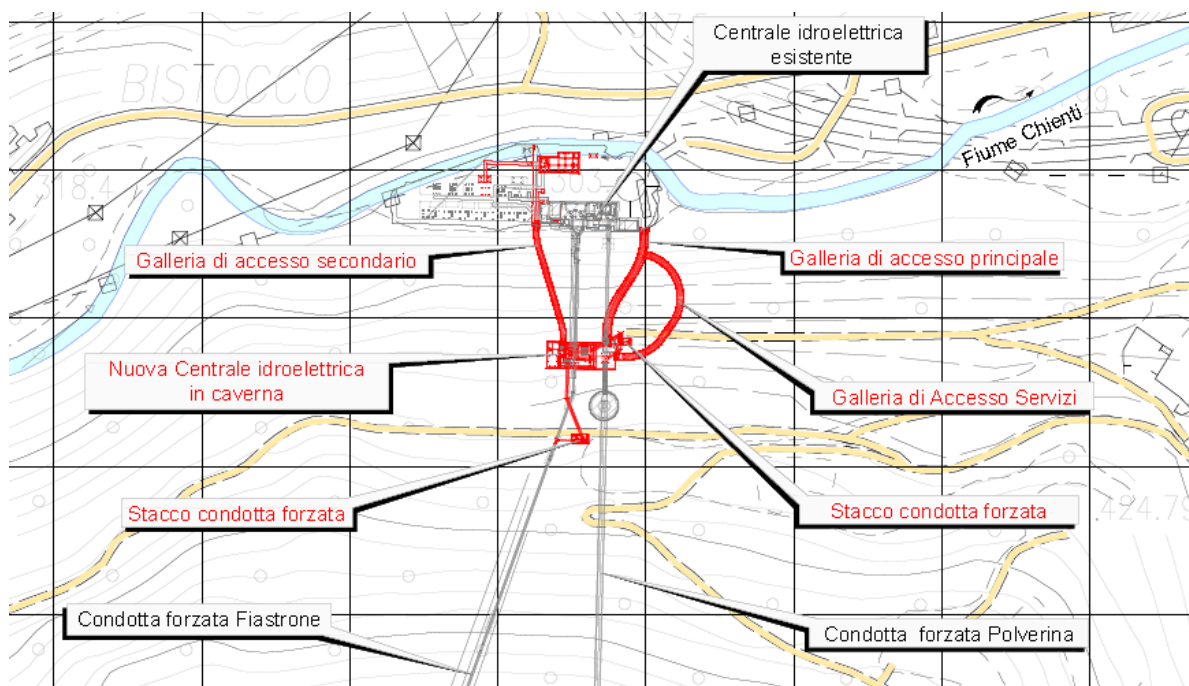
Le opere a progetto ricadono tutte all'interno dei limiti amministrativi del Comune di Caldarola.



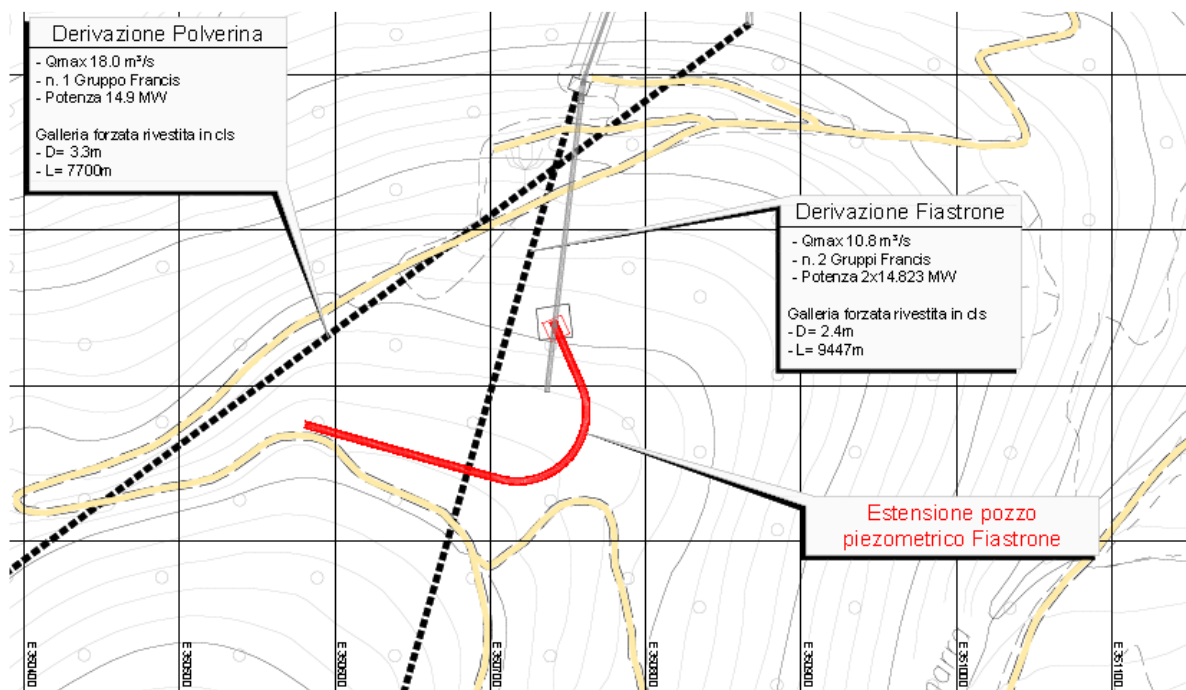


**Figura 2:** Comune di Caldara - area interessata dal progetto (rettangolo rosso)

Il progetto prevede due aree d'intervento, la prima sita nei pressi della centrale esistente (cfr. **Figura 3**); la seconda più in quota, nei pressi della esistente vasca di espansione del pozzo piezometrico della derivazione Fiastrone (cfr. **Figura 4**).



**Figura 3:** Impianto di Valcimarra II - inquadramento territoriale – area presso la centrale esistente



**Figura 4:** Impianto di Valcimarra II - inquadramento territoriale – area presso il P.P. Fiastrone

### 3.4 Inquadramento catastale

Le aree catastali (<https://wms.cartografia.agenziaentrate.gov.it/inspire/wms/ows01.php>) interessate dalle nuove opere ricadono sotto le seguenti particelle:

COMUNE CALDAROLA B398 - PROVINCIA (MC) – CATASTO TERRENI		
DESCRIZIONE	FOGLIO	PARTICELLA/E
Centrale e pertinenze fino a Camera Valvole Polverina	10	24
PP Polverina	10	353
PP Polverina - stradina accesso	10	132
CF Fiastrone	17	8, 9, 155
Camera Valvole Fiastrone esistente	17	155
PP Fiastrone e vasca espansione esistente	17	154
PP Fiastrone - accessi e nuova galleria espansione	17	37, 64
Area di Cantiere Principale (in Centrale)	10	24
Area di Cantiere Camera Valvole Polverina	10	24
Area di Cantiere Camera Valvole Fiastrone	10	24, 132, 353
Area di Cantiere Pozzo Piezometrico Fiastrone	17	64, 154

**Tabella 1:** Elenco delle particelle interessate

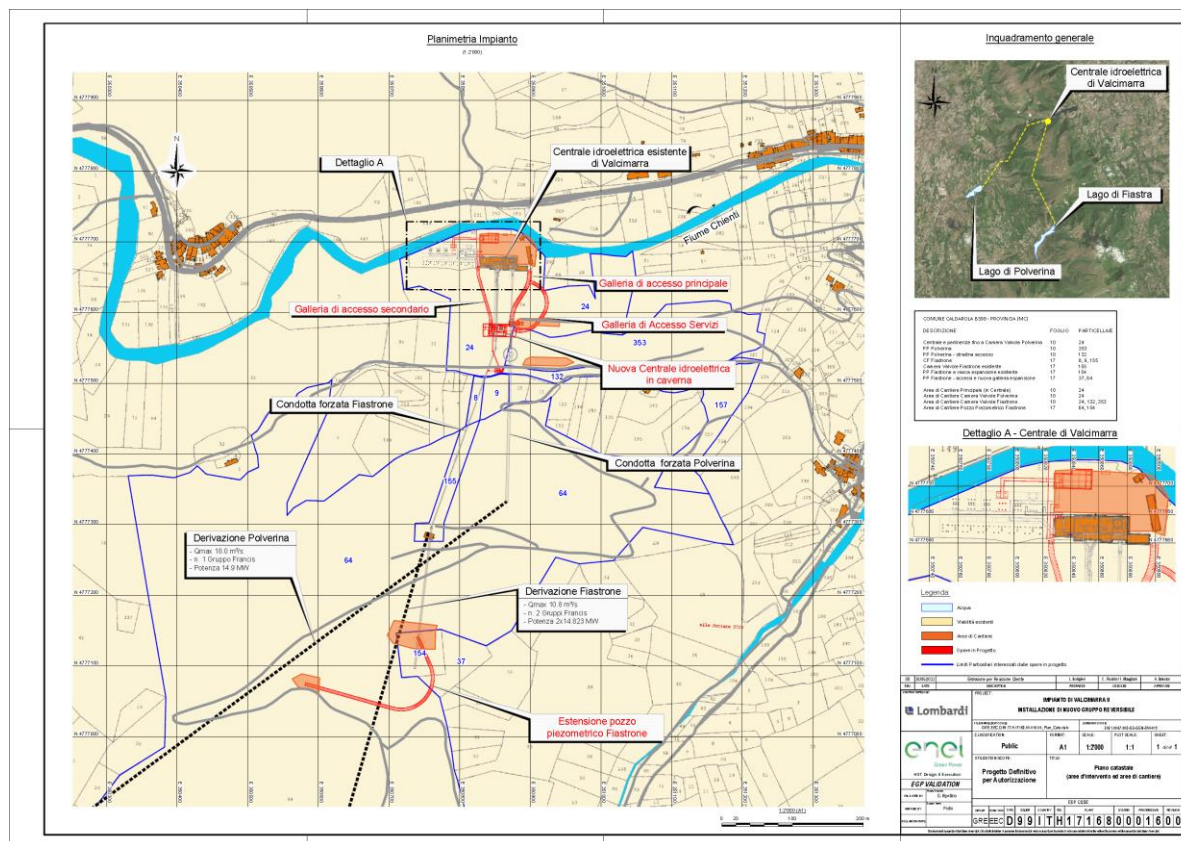


Figura 5: Piano catastale delle opere

Le Ditte intestatarie delle singole particelle, tutte in Comune di Caldarola (MC, B398), agli atti catastali risultano essere:

OPERA	F.	PART.	PROPRIETÀ	QUOTA
Centrale e pertinenze fino a Camera Valvole Polverina; Area di Cantiere Principale (in Centrale); Area di Cantiere Camera Valvole Polverina; Area di Cantiere Camera Valvole Fiastrone	10	24	ENEL PRODUZIONE S.P.A.	1/1
PP Polverina - stradina accesso; Area di Cantiere Camera Valvole Fiastrone	10	132	ENEL PRODUZIONE S.P.A.	1/1
PP Polverina	10	353	ENEL PRODUZIONE S.P.A.	1/1
Condotta Forzata Fiastrone	17	8	ENEL PRODUZIONE S.P.A.	1/1
Condotta Forzata Fiastrone	17	9	ENEL PRODUZIONE S.P.A.	1/1



OPERA	F.	PART.	PROPRIETÀ	QUOTA
PP Fiastrone - accessi e nuova galleria espansione	17	37	SCHITO SOCIETA' AGRICOLA SEMPLICE	1/1
PP Fiastrone - accessi e nuova galleria espansione Area di Cantiere Pozzo Piezometrico Fiastrone	17	64	COMUNANZA AGRARIA VALCIMARRA	1/1
PP Fiastrone e vasca espansione esistente Area di Cantiere Pozzo Piezometrico Fiastrone	17	154	ENEL PRODUZIONE S.P.A.	1/1
Camera Valvole Fiastrone esistente	17	155	ENEL PRODUZIONE S.P.A.	1/1

**Tabella 2:** Elenco dei proprietari delle particelle interessate

### 3.5 Inquadramento secondo la pianificazione locale e sistema dei vincoli e delle tutele

Si riportano le risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.058.00 Analisi Vincolistica** allegato al presente Progetto:

Dal punto di vista dell'analisi vincolistica per le opere in progetto si può di seguito riassumere quanto emerso:

- non sono presenti aree di importanza naturalistica (Aree Naturali Protette – EUAP). L'area EUAP più vicina si trova ad oltre 3,5 km in linea d'aria a sud del sito in esame ed è denominato "EUAP0002 - Parco Nazionale dei Monti Ente Parco Sibillini". Si segnala che il serbatoio di Polverina ricade all'interno di quest'area. Si prevede la necessità di ottenimento di parere da parte del parco dei Sibillini in relazione alle modifiche nella gestione dei livelli nell'invaso di Polverina.
- non sono presenti Zone Umide di Importanza Internazionale (Ramsar).
- non ricadono in siti della Rete Natura 2000. La realizzazione delle opere in oggetto non è assoggettata alla procedura di Valutazione di Incidenza.
- non ricadono all'interno di siti IBA, né sono ubicate in prossimità di essi.
- ricadono nel Vincolo Idrogeologico. Per le opere in esame non ci saranno tagli alla vegetazione o movimenti terra superficiali nelle aree di interesse, pertanto non si prevedono variazioni significative nell'assetto idrogeologico in tali aree. In ogni caso, data la presenza del vincolo, è comunque opportuno chiedere nulla osta.

- sono classificate in Zona Sismica 2 – in cui sono possibili terremoti - a cui corrisponde un'accelerazione di picco su terreno rigido compresa tra  $0.15 < a_g \leq 0.25$  ( $a_q$  = accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, ai sensi dell'OPCM 3519/06).
- non presentano fenomeni franosi. Sono presenti in prossimità del sito in esame più ad est, fenomeni di scivolamenti e crolli. I crolli si trovano in corrispondenza del versante più orientale e pertanto non insistono sul versante in cui sono da realizzare le suddette opere. Si ritiene che le opere, non interferendo direttamente con gli aspetti geomorfologici di superficie e anche in considerazione dell'interesse pubblico delle opere, possano essere realizzate previa verifica di compatibilità geomorfologica e idrogeologica e, se necessari, interventi di mitigazione dei livelli di rischio e pericolo attesi.

Dal Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Macerata si evince che:

- CENTRALE IDROELETTRICA ESISTENTE DI VALCIMARRA: aree coltivate di valle e montane
- GALLERIA DI ACCESSO PRINCIPALE: aree coltivate montane
- GALLERIA DI ACCESSO AI SERVIZI: aree coltivate montane
- NUOVA CENTRALE IDROELETTRICA IN CAVERNA: aree coltivate montane
- GALLERIA DI ACCESSO SECONDARIO: aree coltivate montane
- CONDOTTA FORZATA POLVERINA: boschi
- CONDOTTA FORZATA FIASTRONE: boschi
- ESTENSIONE POZZO PIEZOMETRICO FIASTRONE: boschi

Sulla base del Piano Regolatore Generale del Comune di Caldarola, le aree si trovano in una zona di confluenza fluviale, presso gole calcaree, in area di tutela fiumi, in un'area di emergenza geomorfologica, nel vincolo soprintendenza 2, nel vincolo idrogeologico, nella fascia di rispetto di elettrodotto, nel vincolo dei corsi d'acqua e zonizzazione.

Non risultano presenti aree a pericolosità o a rischio idraulico, né siti di attenzione idraulica in un intorno significativo delle aree di progetto.

Le aree ricadono in classe 3 per quanto riguarda la zonizzazione acustica.

In generale il sito in esame rientra nel vincolo idrogeologico – forestale, per il quale andranno condotte opportune indagini geologiche-geotecniche e idrogeologiche, ricade nel vincolo paesaggistico legato soprattutto alla presenza dei corsi d'acqua, per il quale andrà redatta opportuna relazione paesaggistica pur avendo il progetto uno sviluppo prettamente sotterraneo, ricade infine nel vincolo delle aree boscate, per il quale andrà redatta opportuna valutazione da tecnico forestale nell'eventualità vi siano tagli di porzioni boschive in corrispondenza dell'intero sviluppo del progetto.



## 4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO ESISTENTE

Il presente capitolo descrive in maniera sintetica tutte le parti principali dell'esistente impianto di Valcimarra Chienti.

### 4.1 Lo schema idraulico dell'impianto di Valcimarra

La centrale idroelettrica di Valcimarra è alimentata da due derivazioni distinte:

- la derivazione proveniente dalla Diga di Fiastra (o Fiastrone), realizzata sbarrando il torrente Fiastrone (affluente del Fiume Chienti) in prossimità di S. Lorenzo di Fiastra (MC) con una diga ad arco gravità;
- la derivazione proveniente dalla Diga di Polverina, realizzata sbarrando il Fiume Chienti in comune di Polverina (MC) con una diga in materiale sciolto.

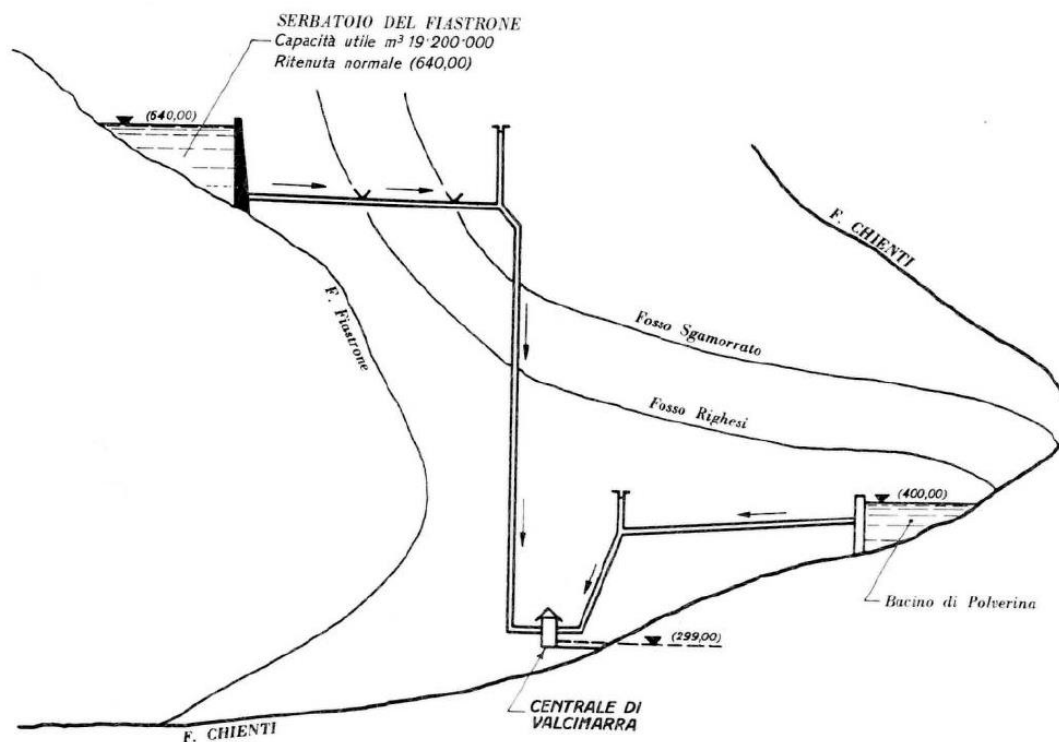


Figura 6: Impianto di Valcimarra - profilo schematico

## 4.2 Serbatoio del Fiastrone



Figura 7: Serbatoio del Fiastrone – vista aerea

### 4.2.1 Dati FCEM

#### **ART. 2 - DATI PRINCIPALI DELLA DIGA DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO**

- altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.3.1982)	87,00 m
- altezza della diga (ai sensi della L. 584/1994)	81,50 m
- altezza di massima ritenuta	79,50 m
- quota coronamento	642,00 m s.m.
- franco ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/1982	1,00 m
- franco netto ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/1982	0,45 m
- sviluppo del coronamento	254,14 m
- larghezza del coronamento	4,70 m
- volume della diga	158.000 m <sup>3</sup>
- grado di sismicità assunto nel progetto	nullo
- classifica ai sensi del D.M. 24.03.82	diga ad arco gravità (Ab2)

Figura 8: Diga del Fiastrone - dati principali della diga

**ART. 3 - DATI PRINCIPALI DEL SERBATOIO DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO**

- quota di massimo invaso	641,00 m s.m.
- quota massima di regolazione	640,00 m s.m.
- quota minima di regolazione	598,00 m s.m.
- superficie dello specchio liquido	
- alla quota di massimo invaso	0,926 Km <sup>2</sup>
- alla quota massima di regolazione	0,886 Km <sup>2</sup>
- alla quota minima di regolazione	0,112 Km <sup>2</sup>
- volume totale di invaso ai sensi del D.M. 24.03.82	21,70x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- volume di invaso ai sensi della L. 584/1994	20,40x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- volume utile di regolazione	19,20x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- volume di laminazione	1,30x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	80,80 Km <sup>2</sup>
- portata di progetto	243,00 m <sup>3</sup> /s
- tempo di ritorno (anno di determinazione)	----- anni

Figura 9: Diga del Fiastrone - dati principali del serbatoio

**ART. 4 - DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO**

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota: 641,00 m s.m.:

- dallo scarico di superficie	140 00	m <sup>3</sup> /s
- dallo scarico di mezzo fondo	43 00	m <sup>3</sup> /s
- dallo scarico di fondo	60 00	m <sup>3</sup> /s
- totale dagli scarichi	243 00	m <sup>3</sup> /s

Figura 10: Diga del Fiastrone - dati principali delle opere di scarico

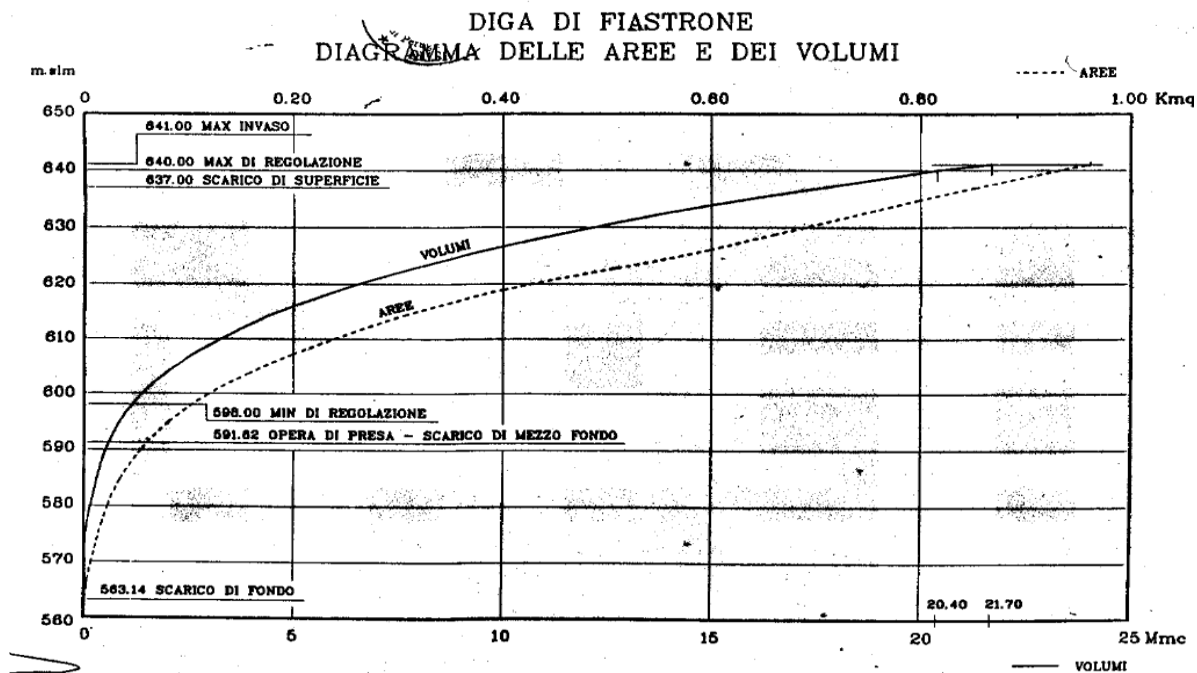


Figura 11: Diga del Fiastrone - diagramma delle aree e dei volumi (da FCEM)

### 4.3 Diga del Fiastrone e relativa derivazione

La diga del Fiastrone, costruita nel periodo 1950-1954, è una diga ad arco-gravità realizzata in calcestruzzo. Il piano di coronamento si trova a quota 642.00 m slm e si sviluppa per 254.0 m. Il corpo diga ha un volume pari a 158'000 m<sup>3</sup>.

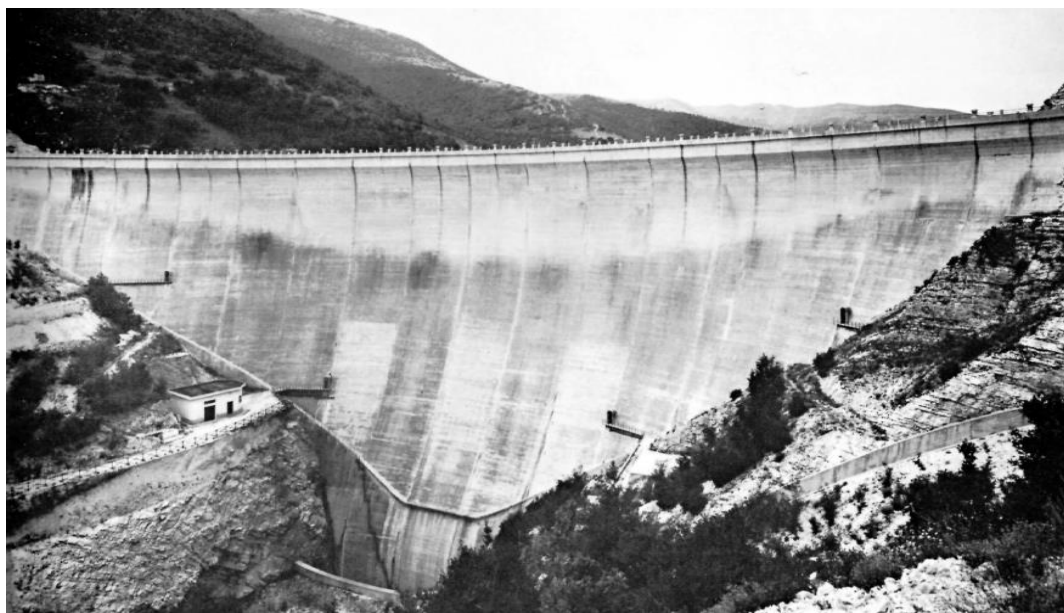
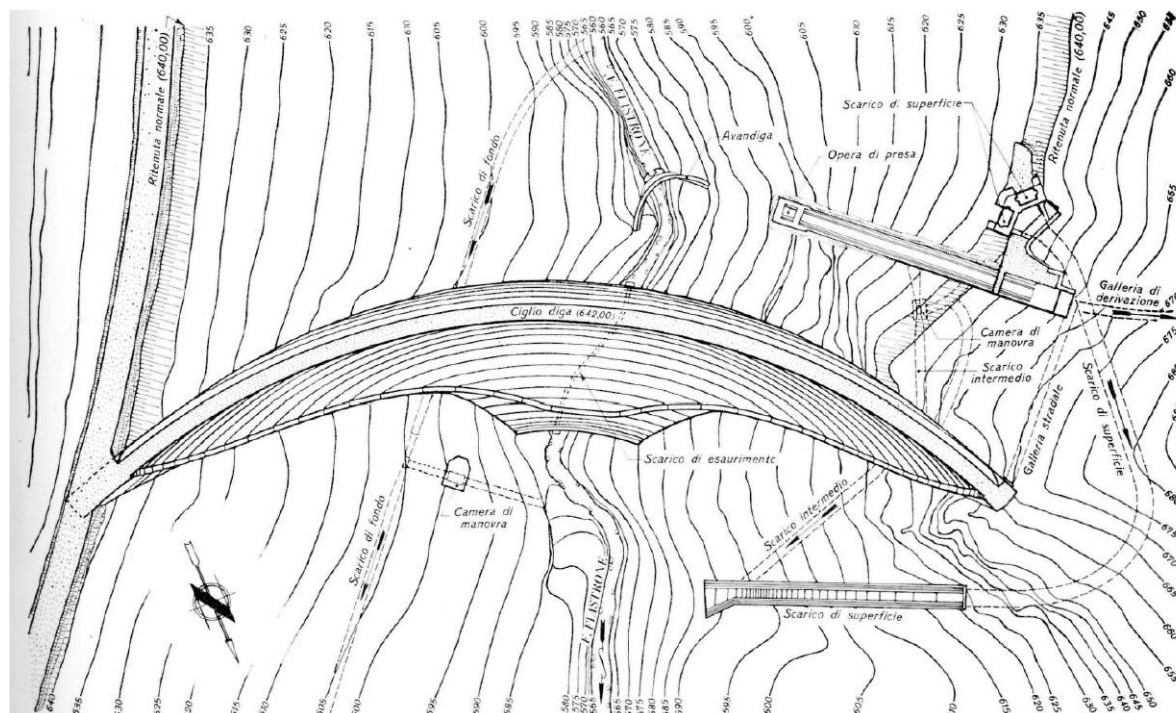


Figura 12: Diga del Fiastrone – vista da valle

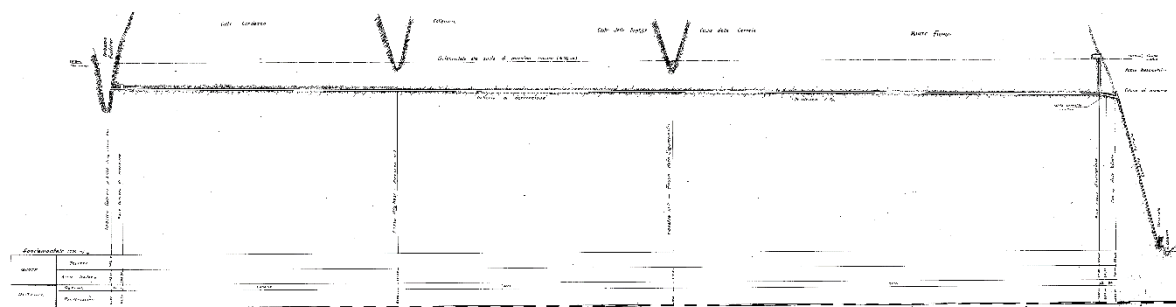


**Figura 13:** Diga del Fiastrone – planimetria generale

Lo sbarramento dispone di diverse opere di scarico: uno scarico di superficie (due luci B 4.50 m con soglia ad el. 637.00 m slm dotate ciascuna di paratoia piana 4.5x2.5 m sormontata da ventola 4.5x1.5 m), uno scarico intermedio (è derivato dalla galleria di derivazione, che nel primo tratto ha diametro  $d=3.1$  m ed è costituito da una galleria con  $d=2.4$  m lunga 99 m, con pendenza 2% e dotata di 2 paratoie piane in serie 1.4x1.1m), uno scarico di fondo (galleria  $d=2.0$  m lunga 291m con soglia imbocco ad el. 563.14 m slm e dotata di 2 paratoie piane in serie 1.4x1.1m) ed uno scarico di esaurimento (tubazione metallica  $d=0.8$  m con imbocco ad el. 561.33 e saracinesche a valle).

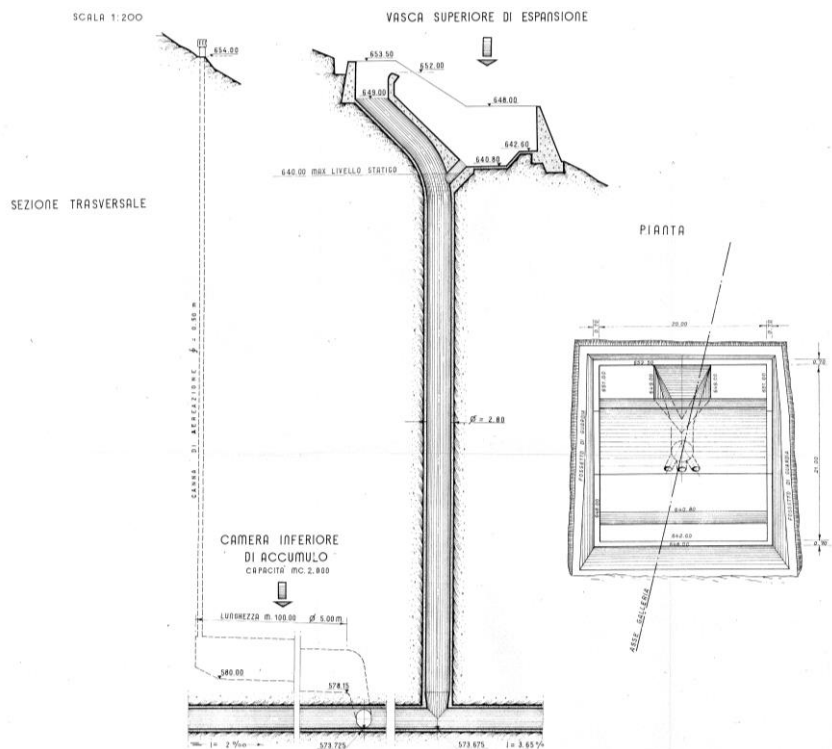
L'opera di presa, ubicata in sinistra idraulica, è costituita da una luce rettangolare inclinata 3.21x4.80m dotata di griglia. Dopo la griglia vi è un breve tratto di galleria con  $d=3.1$  m dalla quale si stacca lo scarico intermedio. Immediatamente a valle la derivazione è intercettata con una paratoia piana 1.4x1.6m ed una valvola a farfalla  $d=1.6$  m.

La galleria di derivazione, realizzata in calcestruzzo con  $d=2.4$  m, ha uno sviluppo di circa 8'600 m fino al pozzo piezometrico ed ha pendenza costante pari a 2.0 m/km (0.2%).



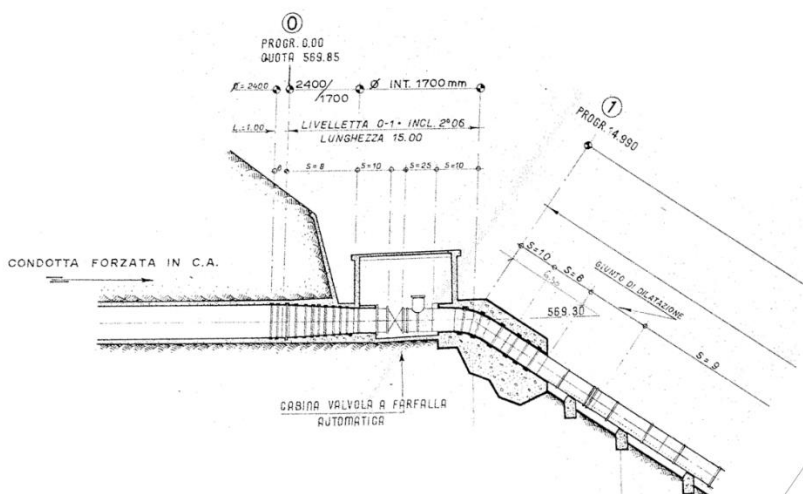
**Figura 14:** Derivazione Fiastrone - profilo idraulico

Il pozzo piezometrico ha diametro interno 2.80 m ed è dotato sia di camera di espansione superiore all'esterno, con quota d'imposta ad el.640.80 m slm, altezza di circa 8.0 m e superficie pari a circa 210 m<sup>2</sup>, sia una camera di alimentazione inferiore con quota d'imposta ad el.578.20 m e capacità di circa 2'000 m<sup>3</sup>.



**Figura 15:** Derivazione Fiastrone - pozzo piezometrico

La camera valvole avente asse ad el. 569.30 accoglie una valvola a farfalla ed una valvola di rientrata d'aria con passo d'uomo, alla quale si raccorda la condotta forzata con un tratto conico  $d=1700-1500$  mm, quindi questa si sviluppa lungo un piano inclinato parte in galleria e parte all'aperto per circa 460 m assumendo andamento orizzontale prima dell'ingresso in casa macchine ad el.297.90 m slm.



**Figura 16:** Derivazione Fiastrone - Camera Valvole



La condotta poi si biforca per alimentare due gruppi Francis ad asse verticale da 14.823 MW.

#### 4.4 Serbatoio di Polverina



Figura 17: Serbatoio di Polverina - vista aerea

##### 4.4.1 Dati FCEM

#### **ART. 2 - DATI PRINCIPALI DELLA DIGA DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO**

- altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.3.1982)	27,50 m
- altezza della diga (ai sensi della L. 584/1994)	24,00 m
- altezza di massima ritenuta	23,00 m
- quota coronamento	402,00 m s.m.
- franco ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/1982	2,00 m
- franco netto ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/1982	1,45 m
- sviluppo del coronamento	375,15 m
- larghezza del coronamento	5,00 m
- volume della diga	321.000 m <sup>3</sup>
- grado di sismicità assunto nel progetto	nullo
- classifica ai sensi del D.M. 24.03.82	diga in materiali sciolti zonata con nucleo in terra (Bb)

Figura 18: Diga di Polverina - dati principali della diga

**ART. 3 - DATI PRINCIPALI DEL SERBATOIO DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO**

- quota di massimo invaso	400,00 m s.m.
- quota massima di regolazione	400,00 m s.m.
- quota minima di regolazione	392,00 m s.m.
superficie dello specchio liquido	
- alla quota di massimo invaso	0,736 km <sup>2</sup>
- alla quota massima di regolazione	0,736 km <sup>2</sup>
- alla quota minima di regolazione	0,325 km <sup>2</sup>
- volume totale di invaso ai sensi del D.M. 24.03.82	5,80x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- volume di invaso ai sensi della L. 584/1994	5,80x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- volume utile di regolazione	4,82x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- volume di laminazione	0,0 m <sup>3</sup>
- superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	296,00 km <sup>2</sup>
- portata di progetto	421,00 m <sup>3</sup> /s
- tempo di ritorno (anno di determinazione)	——— anni

Figura 19: Diga di Polverina - dati principali del serbatoio

**ART. 4 - DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO**

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 400,00 m s.m.:

- dallo scarico di superficie	346,00 m <sup>3</sup> /s
- dallo scarico di fondo	75,00 m <sup>3</sup> /s
- totale dagli scarichi	421,00 m <sup>3</sup> /s

Figura 20: Diga di Polverina - dati principali delle opere di scarico

Si segnala che i diagrammi caratteristici delle aree e dei volumi dell'invaso non risulterebbero riportati all'interno del FCEM.



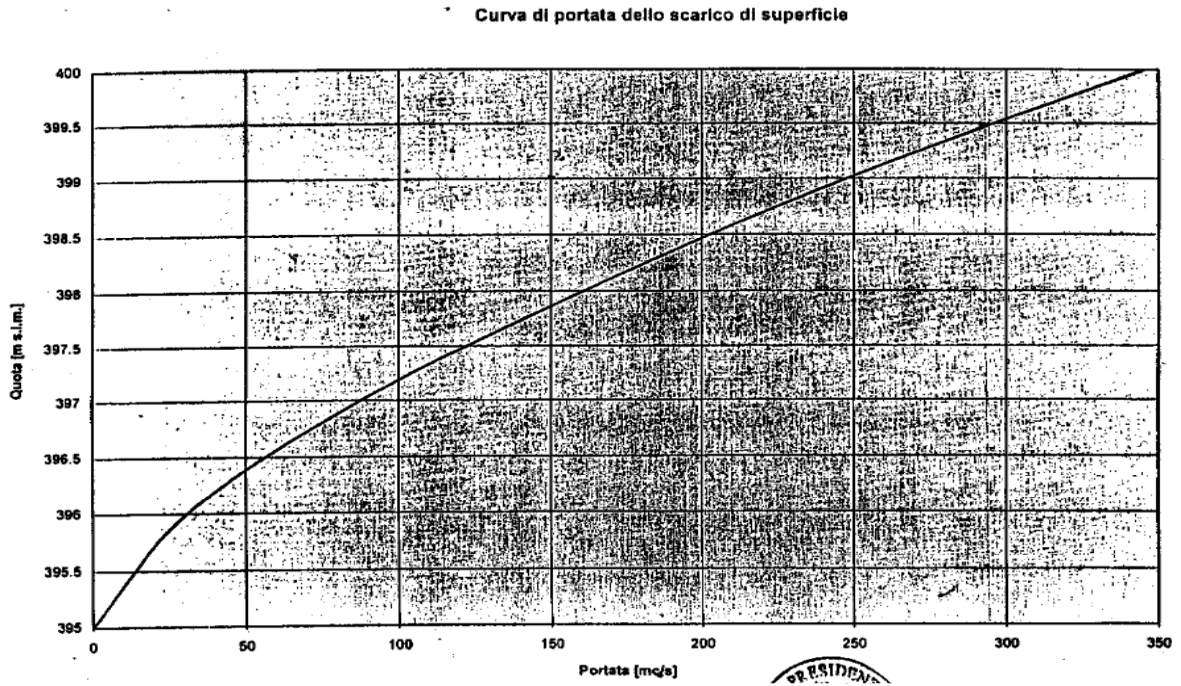


Figura 21: Diga di Polverina - curva di portata dello scarico di superficie (da FCEM)

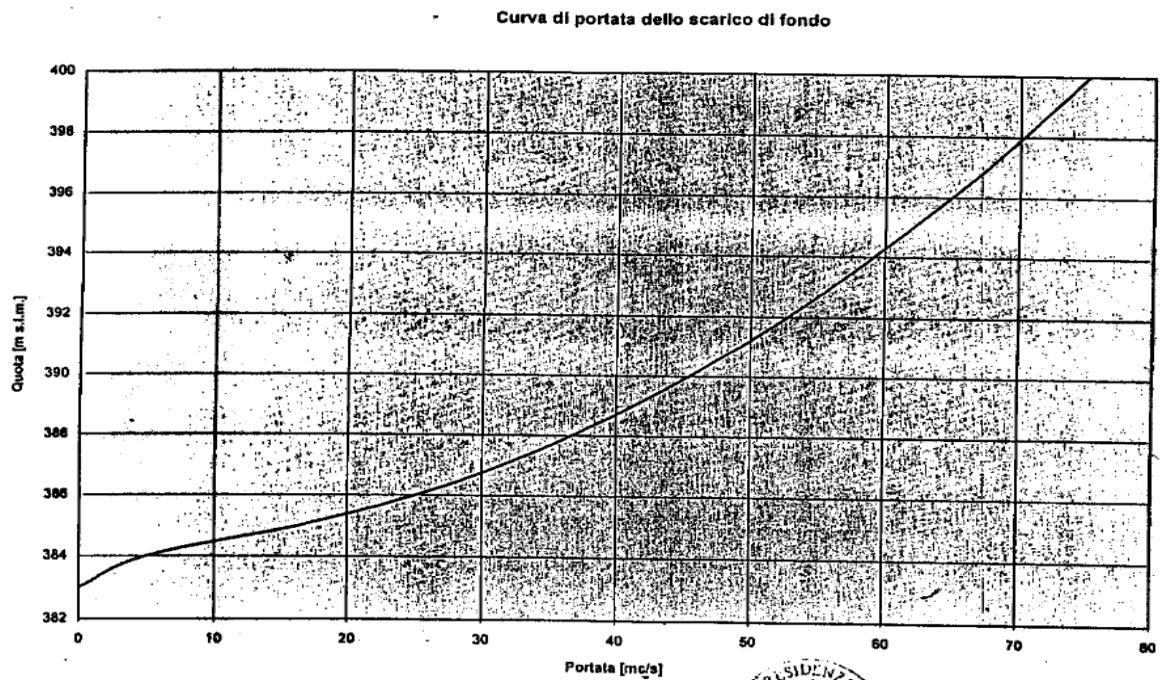


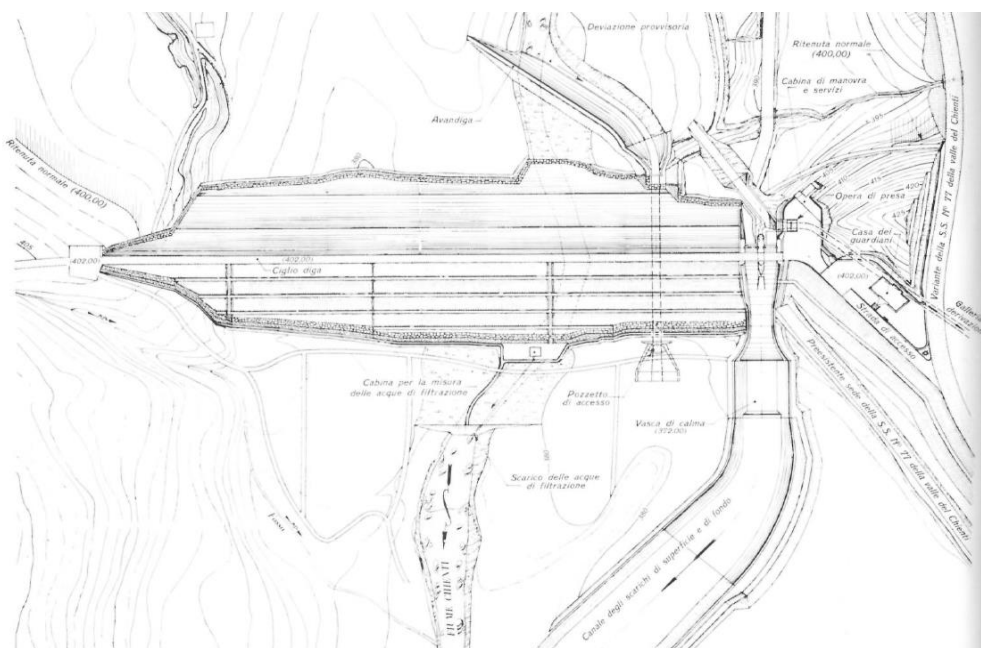
Figura 22: Diga di Polverina - curva di portata dello scarico di fondo (da FCEM)

#### 4.5 Diga di Polverina e relativa derivazione

La diga di Polverina, costruita nel periodo 1963-1967, è una diga in terra con nucleo centrale impermeabile. Il piano di Coronamento si trova a quota 402.00 m slm e si sviluppa per 375.0 m. Il corpo diga ha un volume pari a 321000 m<sup>3</sup>.



**Figura 23:** Diga di Polverina - vista da valle

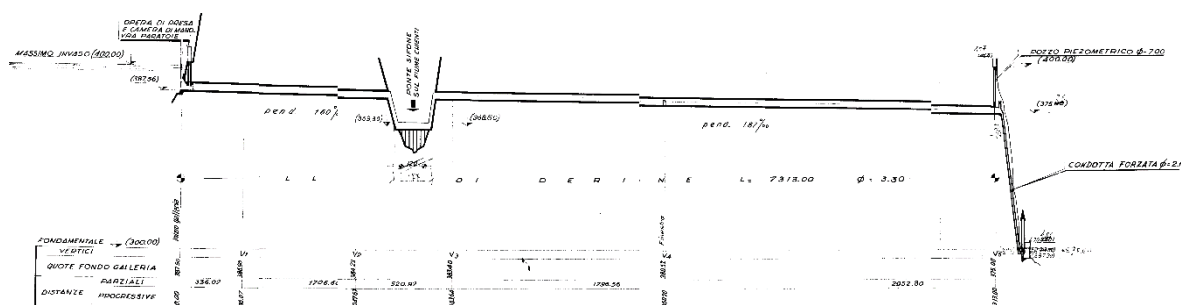


**Figura 24:** Diga di Polverina - planimetria generale

Lo sbarramento dispone di due opere di scarico: uno scarico di superficie (due luci di larghezza  $b=8.50$  m con soglia ad el. 395.00 m slm dotate ciascuna di paratoia piana  $7.0 \times 3.2$  m sormontata da ventola  $7.0 \times 1.8$  m) ed uno scarico di fondo (galleria piana policentrica  $d=3.0$  m lunga 30 m con soglia imbocco ad el. 393.00 m slm e dotata di 2 paratoie piane in serie  $2.0 \times 2.5$  m).

L'opera di presa, ubicata in sinistra idraulica, è costituita da una luce rettangolare 5.0x5.0 m con soglia ad el. 387.56 m slm dotata di griglia. A valle della griglia vi è una camera di immissione intercettata da paratoia piana 3.3x2.6 m, da cui parte la galleria di derivazione in pressione.

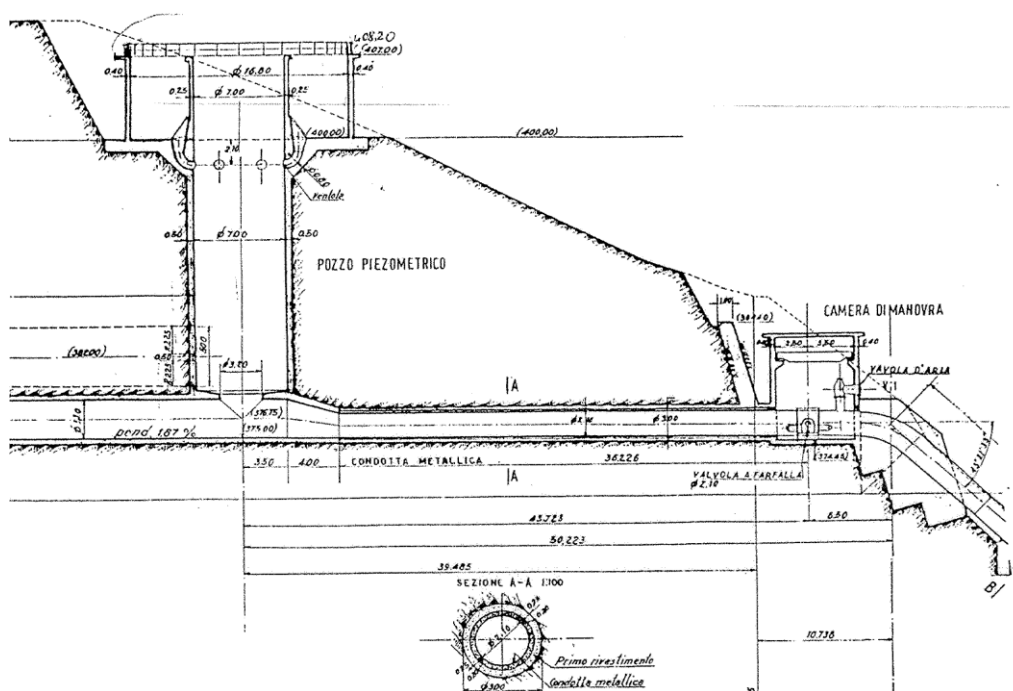
La galleria di derivazione in calcestruzzo semplice, proiettato o gettato in convenzionale, in alcuni tratti armato,  $d=3.3$  m, ha uno sviluppo di circa 7700 m.



**Figura 25:** Derivazione Polverina - profilo idraulico

Dopo un primo tratto con pendenza 1.6 m/km lungo circa 1'700 m, la derivazione diventa esterna per un tratto di circa 520 m con condotta metallica  $d=3.0$  m per attraversare il Fiume Chienti mediante un ponte sifone lungo circa 177 m. Prosegue poi a valle per circa 4'800 m in galleria con  $d=3.3$  m fino al pozzo piezometrico.

Il pozzo piezometrico ha diametro netto di 7.0 m ed è dotato di una camera di espansione superiore con quota d'imposta ad el.400.00 m slm ed una superficie pari a circa 220 m<sup>2</sup>. L'originale bordo superiore è stato sopralzato di 1.20 m con lamiera metallica, in modo da raggiungere un'altezza interna di 8.20 m.

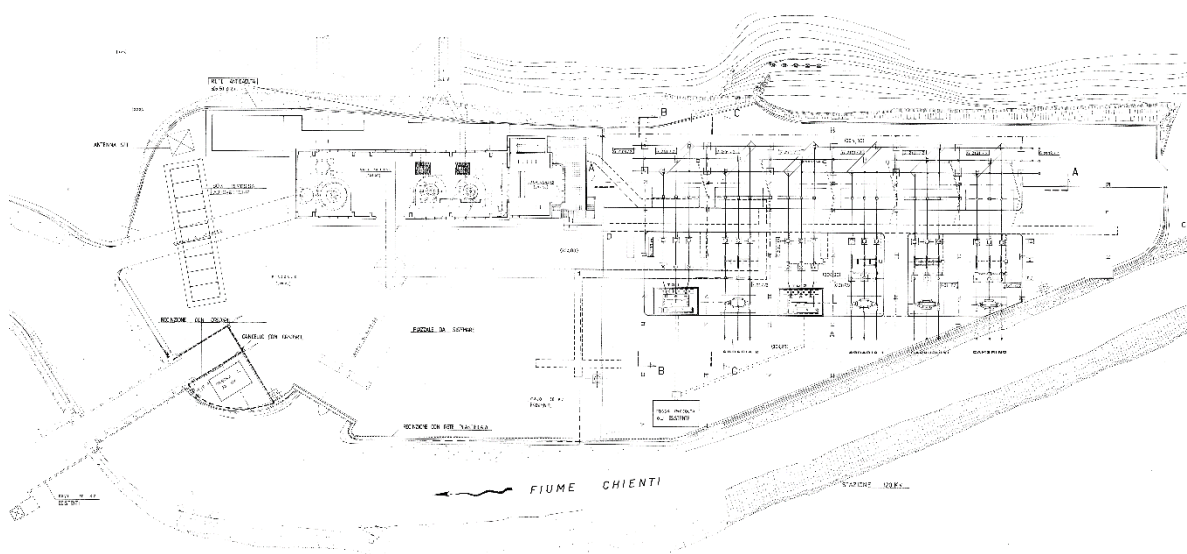


**Figura 26:** Derivazione Polverina: Pozzo piezometrico e Camera Valvole

La camera valvole con asse ad el. 375.96 accoglie una valvola a farfalla ed una valvola di rientrata d'aria con passo d'uomo, alla quale si raccorda la condotta forzata,  $d= 2100$  mm, che si sviluppa all'aperto per circa 155 m assumendo andamento orizzontale prima dell'ingresso in casa macchine ad el.299.00 m slm. La condotta alimenta un gruppo Francis ad asse verticale da 14.9 MW.

#### 4.6 Centrale di Valcimarra

La centrale di Valcimarra, sita in comune di Caldarola (MC), è stata costruita in tempi diversi, seguendo le fasi costruttive delle due derivazioni, di cui in prima fase la derivazione Fiastrone e successivamente quella di Polverina.

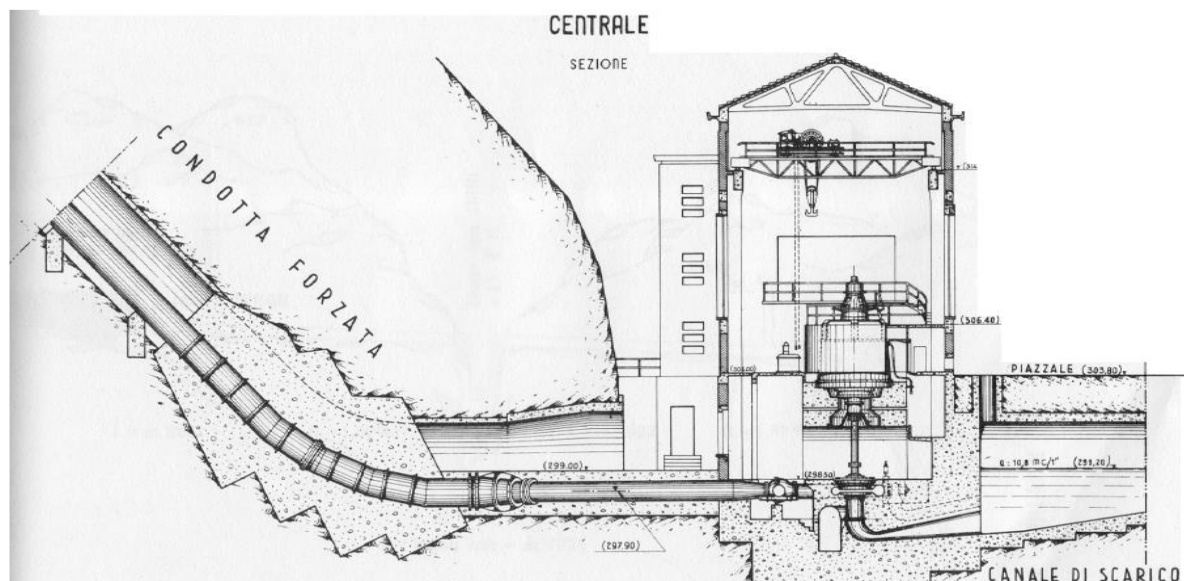


**Figura 27:** Centrale di Valcimarra - planimetria generale

La superficie complessiva è di circa 8'000 m<sup>2</sup>- posti alla 303.70 m slm, così suddivisa:

- Sottostazione elettrica di circa 4000 m<sup>2</sup>;
- Edificio centrale ed annessa officina, di circa 900 m<sup>2</sup>;
- Fabbricato Box con superficie occupata di circa 110 m<sup>2</sup>;
- Fabbricato Cabina 20kV per circa 25 m<sup>2</sup>

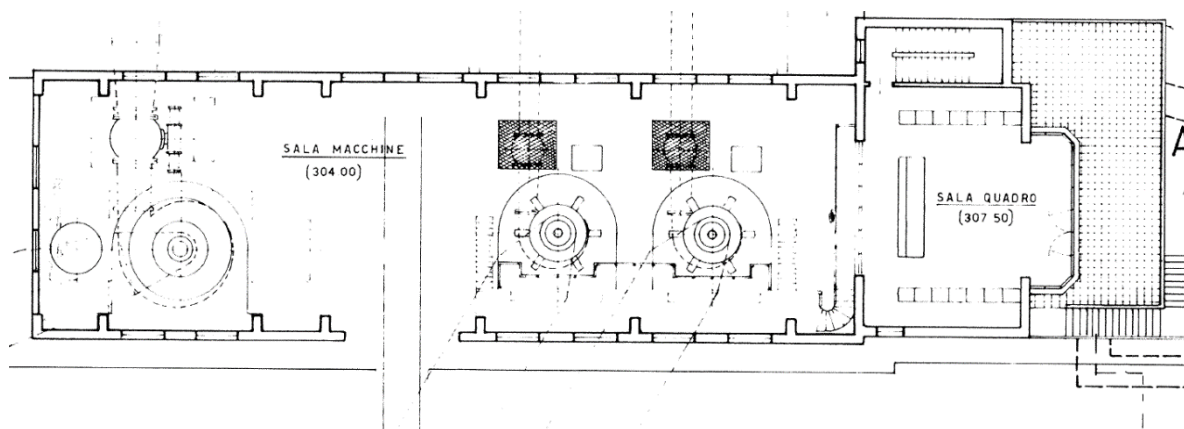
oltre agli spazi esterni del piazzale per la movimentazione dei mezzi ed aree a verde.



**Figura 28:** Centrale di Valcimarra - sezione trasversale deriv. Fiastrone

La sala macchine ha dimensione interna pari a circa 37.0x11.0 m e si estende in elevazione di circa 20 m, con piano a quota 304.00 m slm e piano binari carroponete a quota 314.00.

Il piano delle giranti delle turbine si trova rispettivamente ad el. 298.50 m slm (der. Fiastrone) e ad El. 300.15 m slm (der. Polverina)



**Figura 29:** Centrale di Valcimarra - Sala macchine

La sala comando e controllo con la sala quadri sono site sul lato est rispetto all'ingresso carraio della sala macchine.

#### 4.7 Gruppi di produzione

Qui di seguito si riassumono le principali caratteristiche dei gruppi di produzione:

##### 4.7.1 Derivazione Fiastrone:

- 2 gruppi Francis, ad asse verticale (Gr.1 e Gr.2)
- Salto lordo max: 340.8 m (ante 2016)

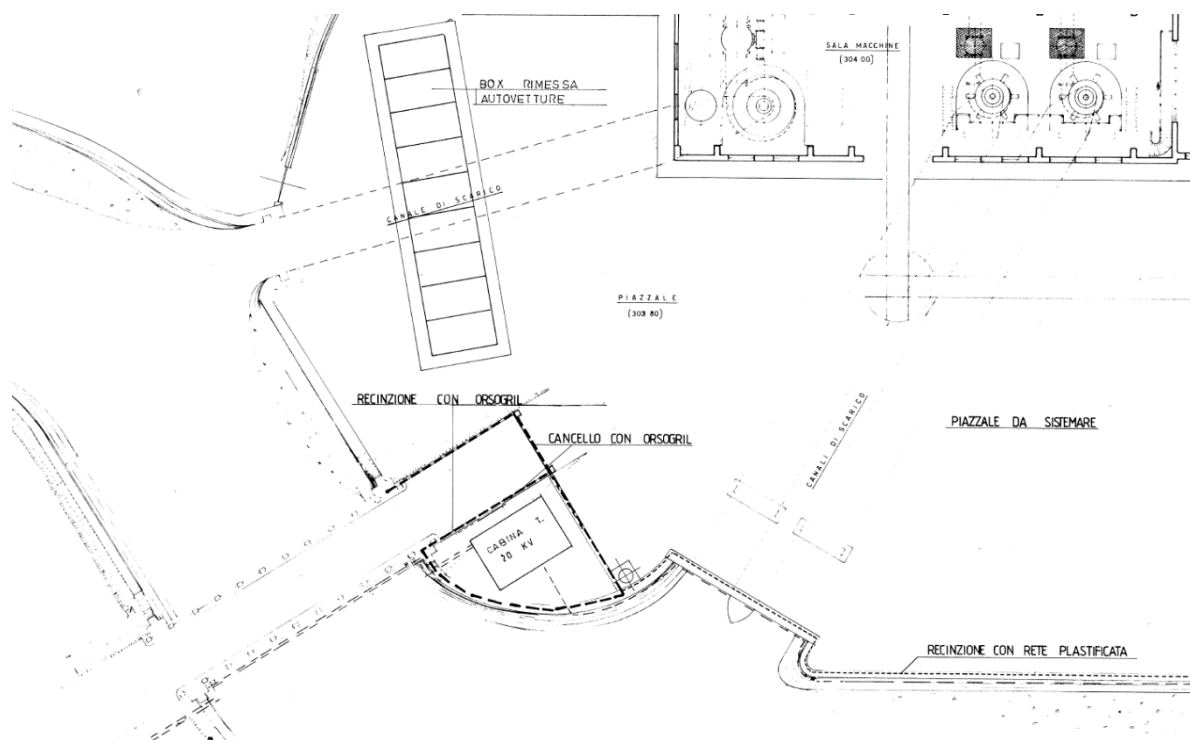
- Salto lordo max: 334.8 m (post 2016)
- Salto lordo min: 298.5 m
- Asse gruppo: 297.90 m slm
- Quota pelo libero scarico alla portata nominale: 299.20 m slm @ 10.8 m<sup>3</sup>/s
- Dati targa turbina:
  - Portata: 5.40 m<sup>3</sup>/s
  - Potenza: 14.823 MW (con salto originale)
- Dati targa generatore:
  - Tipo: sincrotrifase
  - Potenza: 20 MVA      Cos  $\phi$ : 0.7      Freq: 50 Hz

#### 4.7.2 Derivazione Polverina:

- 1 gruppo Francis, ad asse verticale (Gr. 3)
- Salto lordo max: 101.5 m (ante 2016)
- Salto lordo max: 97.5 m (post 2016)
- Salto lordo min: 93.5 m
- Asse gruppo: 299.00 m slm
- Quota pelo libero scarico alla portata nominale: 298.50 m slm @ 18.0 m<sup>3</sup>/s
- Dati targa turbina:
  - Portata: 18.0 m<sup>3</sup>/s
  - Potenza: 14.9 MW (con salto originale)
- Dati targa generatore:
  - Tipo: sincrotrifase
  - Potenza: 18 MVA      Cos  $\phi$ : 0.8      Freq: 50 Hz

#### 4.8 Canali di scarico





**Figura 30:** Centrale di Valcimarra – canali di scarico

I canali di scarico sono entrambi a pelo libero e scorrono tombati al di sotto del piazzale verso due punti diversi del corso del Chienti. Prima dell'immissione nell'alveo fluviale nei due canali sono presenti paratoie rettangolari di intercettazione o gargami per panconcelli.

Lo scarico di ciascuna turbina della derivazione Fiastrone è largo circa 3.78 m, lungo circa 40/45 m.

Lo scarico della turbina della derivazione Polverina è largo circa 4.00 m, lungo circa 40 m.

#### 4.9 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-S.Lazzaro, PU-Rosara	Comune	Valori massimi misurati db DIURNO		Valori massimi misurati db NOTTURNO	
		EMISSIONE	IMMISSIONE	EMISSIONE	IMMISSIONE
Valcimarra	Caldarola	54,5		41	

**Tabella 3:** Centrale di Valcimarra – emissioni acustiche

## 5. L'IMPIANTO DI VALCIMARRA II

### 5.1 Aspetti generali

L'intervento in progetto prevede il potenziamento in pompaggio dell'impianto di generazione esistente (per complessivi  $P = 43.836$  MW,  $Q = 28.8$  m<sup>3</sup>/s) con l'aggiunta di un nuovo impianto in caverna con un gruppo reversibile di generazione/pompaggio a giri variabili così caratterizzato:

	Portata massima m <sup>3</sup> /s	Potenza idraulica MW	Potenza elettrica installata MVA
Generazione	10.8	18.2	19.2
Pompaggio	9.0	27.2	31.5

Tabella 4: Nuovo gruppo reversibile - caratteristiche

La potenza elettrica installata complessiva è di circa 31.5 MVA.

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

La soluzione individuata prevede:

- Realizzazione delle gallerie che si collegano alla nuova caverna di Centrale;
- Realizzazione della caverna di Centrale;
- Realizzazione del nuovo collegamento idraulico dalla derivazione Fiastrone;
- Realizzazione del nuovo collegamento idraulico dalla derivazione Fiastrone;
- Realizzazione della parte civile ed impiantistica della nuova Centrale;
- Realizzazione della estensione del pozzo piezometrico Fiastrone;
- Realizzazione del nuovo fabbricato Convertitore Statico;
- Realizzazione dei collegamenti elettrici tra Caverna, Fabbricato Convertitore e Sottostazione e relative opere civili;

### 5.2 Motivazione delle principali scelte progettuali

Qui di seguito si illustrano alcune le principali motivazioni che hanno portato alla definizione della soluzione progettuale così come riportata nei documenti tecnici del presente Progetto.

#### 5.2.1 Civile: Scelta tra revamping della centrale esistente e nuova centrale in caverna

È stata preferita la realizzazione di una centrale in caverna, in quanto gli spazi nella Centrale Esistente non erano sufficienti ad alloggiare un nuovo gruppo con tutte le apparecchiature accessorie. Questo avrebbe inoltre significato un ampliamento volumetrico di forte evidenza ambientale, ed una tempistica di fuori servizio molto elevata sulla derivazione Fiastrone per via delle opere di modifica dell'esistente



canale di scarico che sarebbe risultato interferente con le nuove opere. Inoltre, i collegamenti delle condotte sarebbero risultati di esecuzione complicata, essendo gli spazi esterni di lavoro disponibili sul retro della Centrale praticamente inesistenti. Questo avrebbe dunque provocato ulteriore fuori servizio anche sulla derivazione Polverina.

Tutto ciò ha portato a preferire la soluzione in caverna, ambientalmente meno impattante e con tempistiche di fuori servizio legate alla realizzazione decisamente inferiori, rendendo possibile il sostanziale mantenimento in esercizio dell'impianto esistente.

### *5.2.2 Geologia: Scelta della posizione della caverna*

Le posizioni possibili di realizzazione della caverna rispetto al versante erano sostanzialmente due: la prima, posizionata in quota, vicino al pozzo piezometrico di Polverina, la seconda in profondità, con la quota asse gruppo circa coincidente con quelli esistenti.

La prima soluzione, scartata, avrebbe portato alla necessità di realizzare scavi a pozzo sul versante, con necessità di ampi spazi di manovra durante l'esecuzione dei lavori, controllando l'utilizzo degli esplosivi in quanto vicini alle opere esistenti. Sarebbe stato poi necessario realizzare una nuova strada di accesso che consentisse di portare in quota le parti più pesanti e poter effettuare tutta la necessaria manutenzione. Inoltre, i collegamenti elettrici e strumentali sarebbero stati più onerosi in quanto la nuova centrale sarebbe stata più distante dalla sottostazione. Da ultimo, ma non da meno, l'operatività del nuovo impianto sarebbe avvenuta dalla nuova strada di accesso, allungando di molto i tempi di percorrenza tra l'esistente centrale e quella nuova.

La seconda soluzione, scelta, porta invece alla realizzazione della nuova caverna in una zona con ricoprimenti molto alti, sufficientemente lontana dagli impianti esistenti per ridurre al minimo sia gli effetti delle vibrazioni durante i lavori sulle condotte e sulle macchine esistenti sia la necessità di utilizzare cariche controllate, con una facile gestione del cantiere dallo spazioso piazzale esistente attraverso due portali di minimo impatto ambientale. La soluzione consente infine l'operazione diretta dell'impianto dall'interno delle aree della Centrale esistente e riduce al minimo i fuori servizio durante la costruzione.

### *5.2.3 Idraulica: Scelta delle portate del gruppo reversibile*

Per quanto concerne la generazione in modalità differenziale (i.e. direttamente dal serbatoio di Fiastrone a quello di Polverina), la scelta di mantenere la medesima portata attualmente derivabile dal serbatoio di Fiastrone mediante l'attuale galleria di derivazione forzata, pari a 10.8 m<sup>3</sup>/s, è nata dalla volontà di rispettare il vincolo della massima portata derivabile già previsto negli Atti ufficiali di concessione.

Considerando il transito di detta portata attraverso la galleria forzata Polverina verso il serbatoio di Polverina, utilizzata in senso inverso, nulla osta in quanto l'attuale galleria di derivazione è dimensionata e relativo pozzo piezometrico sono dimensionati per una portata massima derivabile di 18.0 m<sup>3</sup>/s.

Per quanto concerne il pompaggio in modalità differenziale (i.e. direttamente dal serbatoio di Polverina a quello di Fiastrone), l'inversione della piezometrica comporta modifiche al pozzo piezometrico di monte. La scelta di considerare la portata di pompaggio, pari a 9.0 m<sup>3</sup>/s, è nata dalla necessità di limitare le modifiche a detto pozzo ed allineare le velocità nella galleria di derivazione Fiastrone a quelle già transitanti, seppure in senso inverso.

Per quanto concerne il transito di detta portata attraverso la galleria forzata di derivazione Polverina, che nel caso del pompaggio funge da galleria di aspirazione, nulla osta in quanto l'attuale galleria di derivazione e relativo pozzo piezometrico sono dimensionati per una portata massima derivabile di 18.0 m<sup>3</sup>/s.

#### *5.2.4 Idraulica: Scelta delle tipologie di connessione con l'impianto esistente*

Sono state scelte modalità di connessione delle tubazioni nuove con quelle esistenti tali sia da ridurre al minimo i tempi di fuori servizio sia da consentire una agevole costruzione (con tecnologia raise-boring) ed operazione, tramite l'ampliamento della esistente camera valvole Polverina e la realizzazione della nuova camera valvole a valle del nuovo stacco dalla Condotta Forzata Fiastrone.

#### *5.2.5 Elettromeccanica: Scelta della tipologia di motore/generatore*

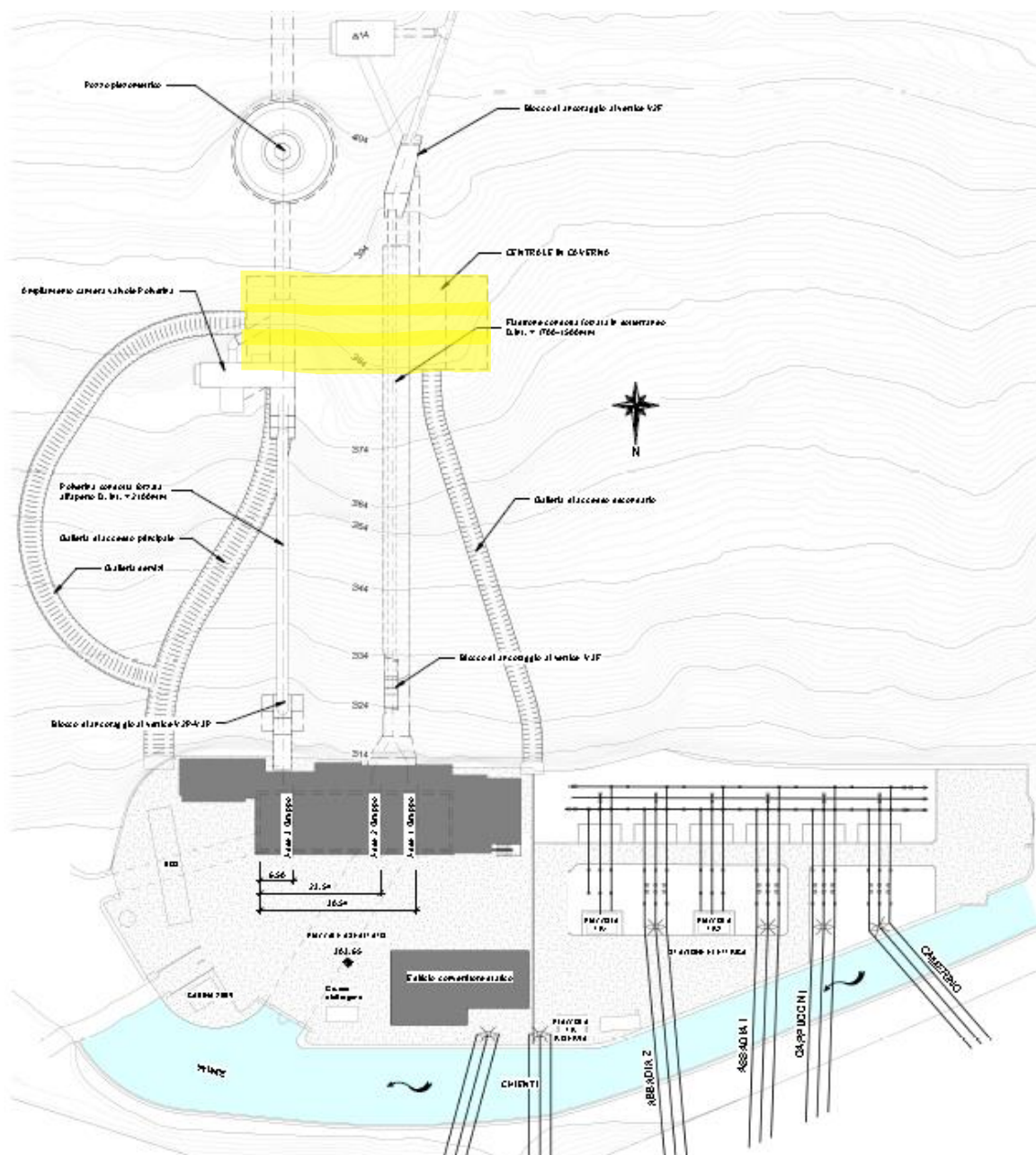
I continui progressi che la ricerca e lo sviluppo tecnologico hanno portato nel campo dell'elettronica di potenza hanno permesso di implementare una nuova soluzione, **Converter-Fed Synchronous Motor (CFSM)** che rende dal punto di vista elettrico completamente svincolato il gruppo di generazione/pompaggio dalla rete esterna: ciò avviene mediante l'inserimento sulla parte MT della connessione di un sistema di conversione statica, dimensionato in modo da gestire l'intera potenza del macchinario.

Potenzialmente viene del tutto superato il concetto che il funzionamento di un impianto di generazione/pompaggio preveda la generazione durante il giorno e il pompaggio nel corso della notte: dati i brevissimi tempi di reazione, possono essere seguiti programmi di utilizzo che vedono nel corso della giornata più passaggi dalla generazione al pompaggio, seguendo per quanto possibile le curve di carico dei consumi elettrici giornalieri.

### **5.3 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 modificate: pozzo piezometrico sulla derivazione Fiastrone, camera valvole sulla derivazione Polverina, area della Sottostazione collocata all'esterno e lateralmente rispetto alla Centrale Esistente, con l'inserimento del nuovo fabbricato convertitore statico e delle sostituzioni del TR2 e relativo stallo in sottostazione.

### 5.3.1 Nuova caverna di centrale



**Figura 31:** Nuova caverna di centrale Valcimarra II (in giallo)

La nuova caverna è sita circa 90 m all'interno del versante, con posizione individuata in modo da ottimizzare la connettività con l'impianto esistente.

La dimensione complessiva raggiunge circa 47 m in lunghezza, 18 m in larghezza e 30 m in altezza, per un volume scavato di circa 19'000 m<sup>3</sup>.

Il pacchetto strutturale esterno prevede l'esecuzione del rivestimento provvisorio in shotcrete 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.

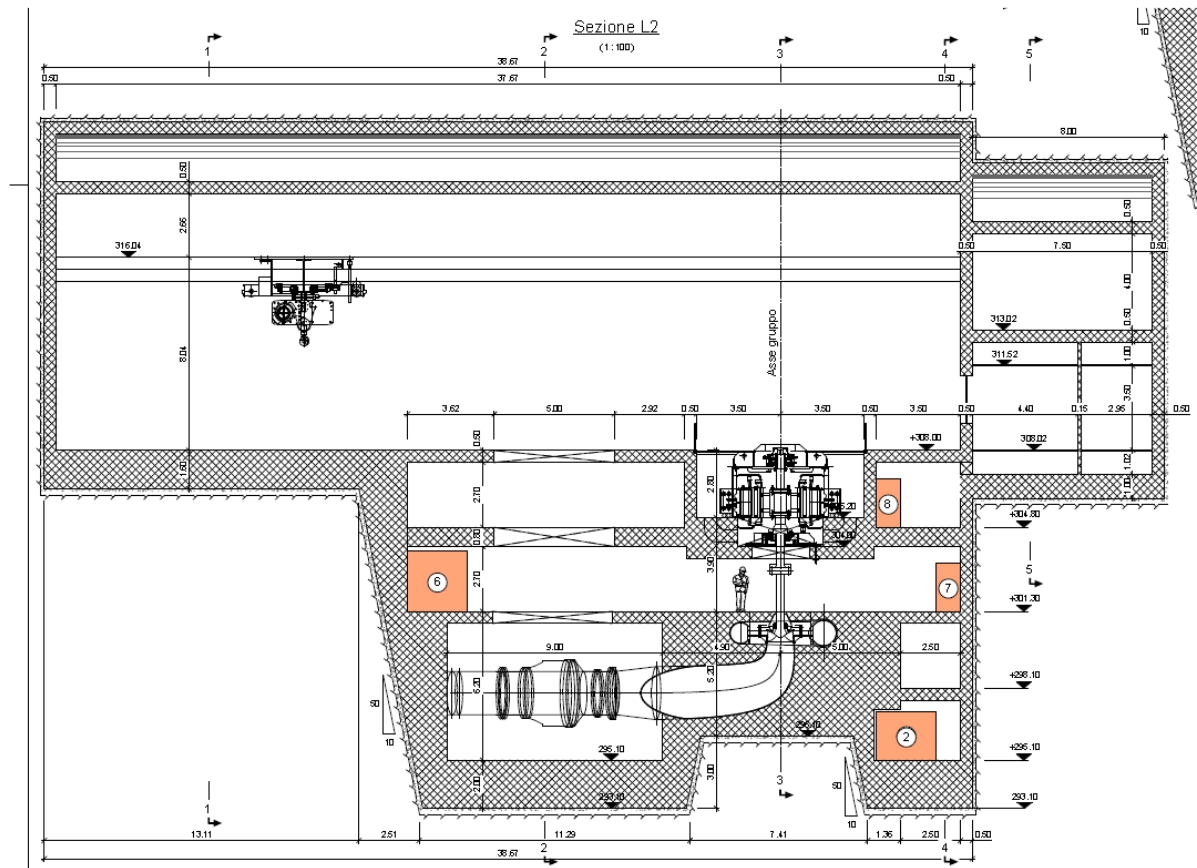


Figura 32: Centrale di Valcimarra II - sezione longitudinale

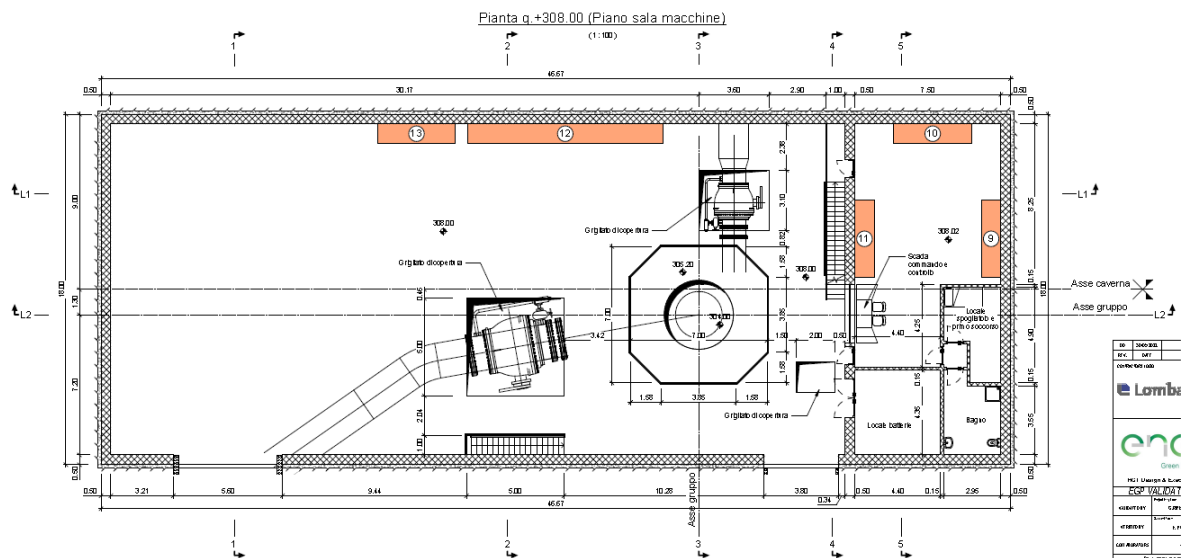
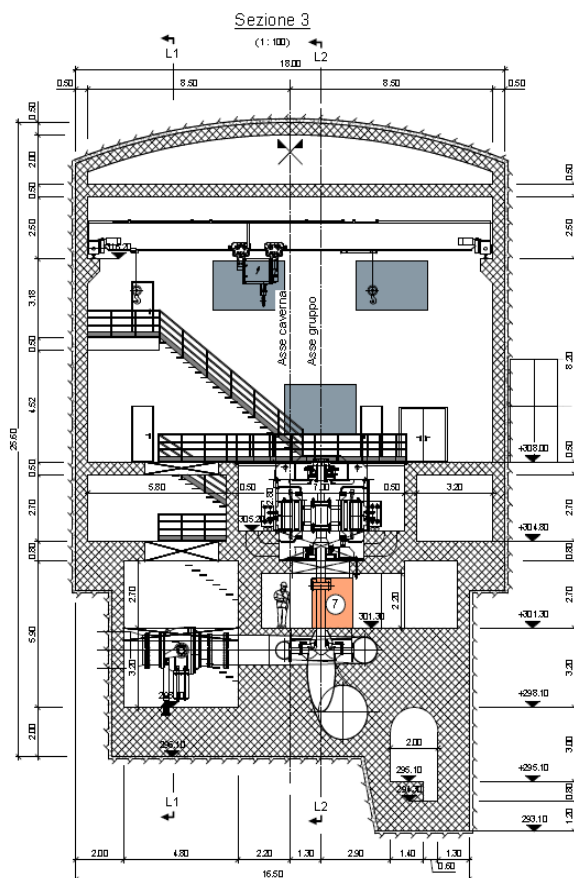


Figura 33: Centrale di Valcimarra II - piano sala macchine



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

- El. 316: quota binari carroponte
- El. 308: piano sala macchine
- El. 304.80 piano generatore
- El. 301.30 piano distributore
- El. 298.10 piano valvola Fiastrone
- El. 295.10 piano valvola Polverina e pozzetto drenaggi

Le strutture in c.a. prevedono l'esecuzione di fondazioni di macchina con getti massivi solette e muri di spessore min 50 cm, con calcestruzzo adeguato alla durabilità richiesta dalle opere.

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

**Figura 34:** Centrale di Valcimarra II - sezione verticale

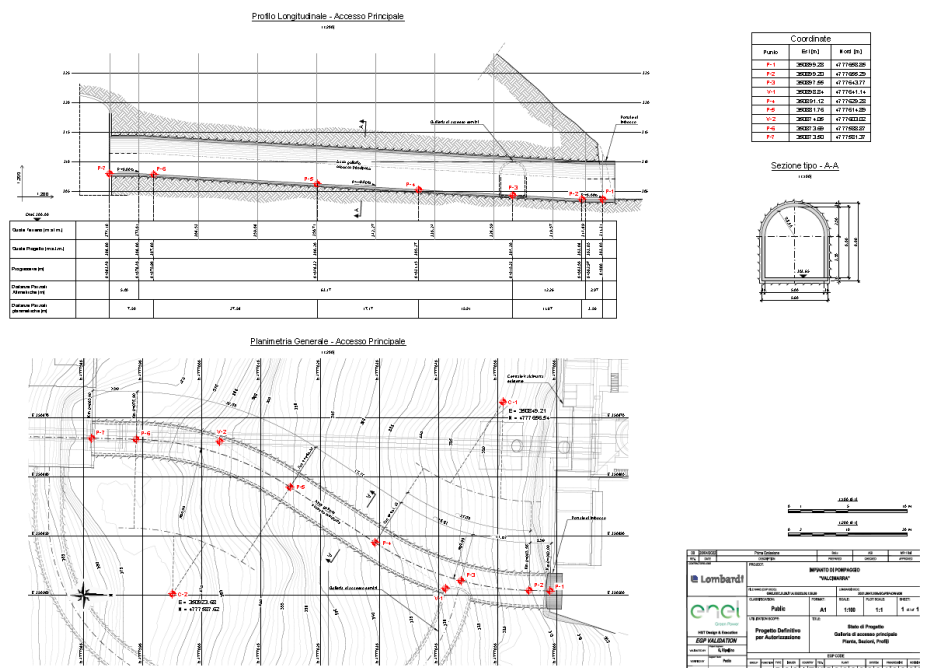
La quota di piano sala macchine, dove arrivano gli accessi, si trova circa 5 metri più in alto rispetto al piazzale esterno, in modo che la quota dell'asse della cassa a spirale si trovi all'incirca alla medesima quota delle macchine esistenti.

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.

### 5.3.2 Gallerie di accesso alla caverna e nuovi portali

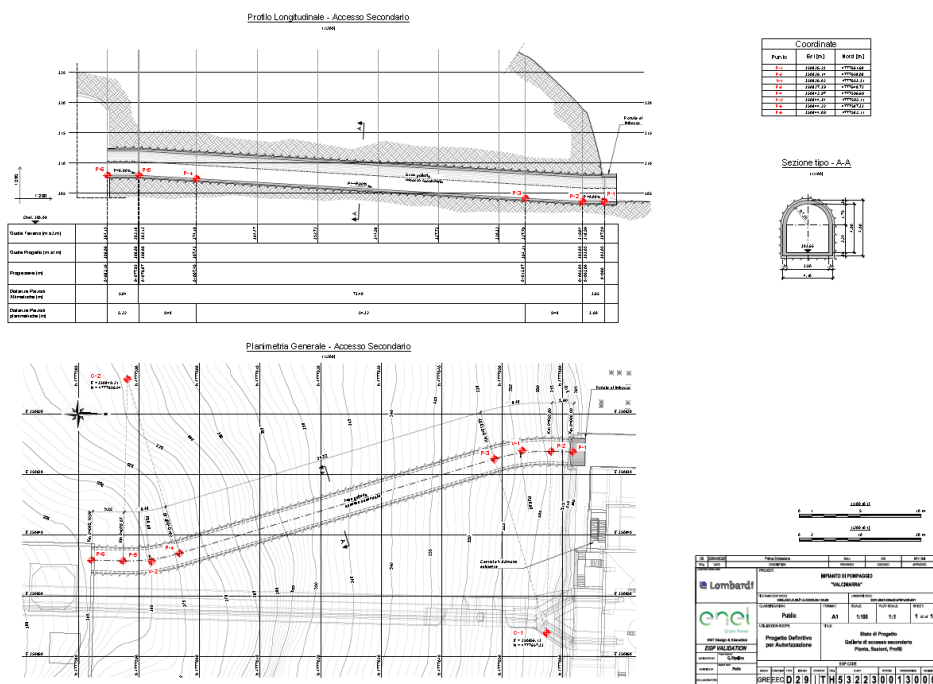
Le nuove gallerie di accesso collegano il piazzale alla centrale in caverna. Sono lunghe circa 85 m ed hanno sezioni a "D".

La galleria di accesso principale, di dimensioni interne 5.0mx6.0m (BxH) ha pendenza di circa il 6%, e conterrà anche cunicoli interrati di servizio alla Centrale e condotte di ventilazione.



**Figura 35:** Galleria di accesso principale

La galleria di accesso secondaria (di fianco alla sottostazione), di dimensioni interne 3.50mx4.0m (BxH) ha pendenza di circa il 6%, e conterrà anche cunicoli interrati di servizio alla Centrale.

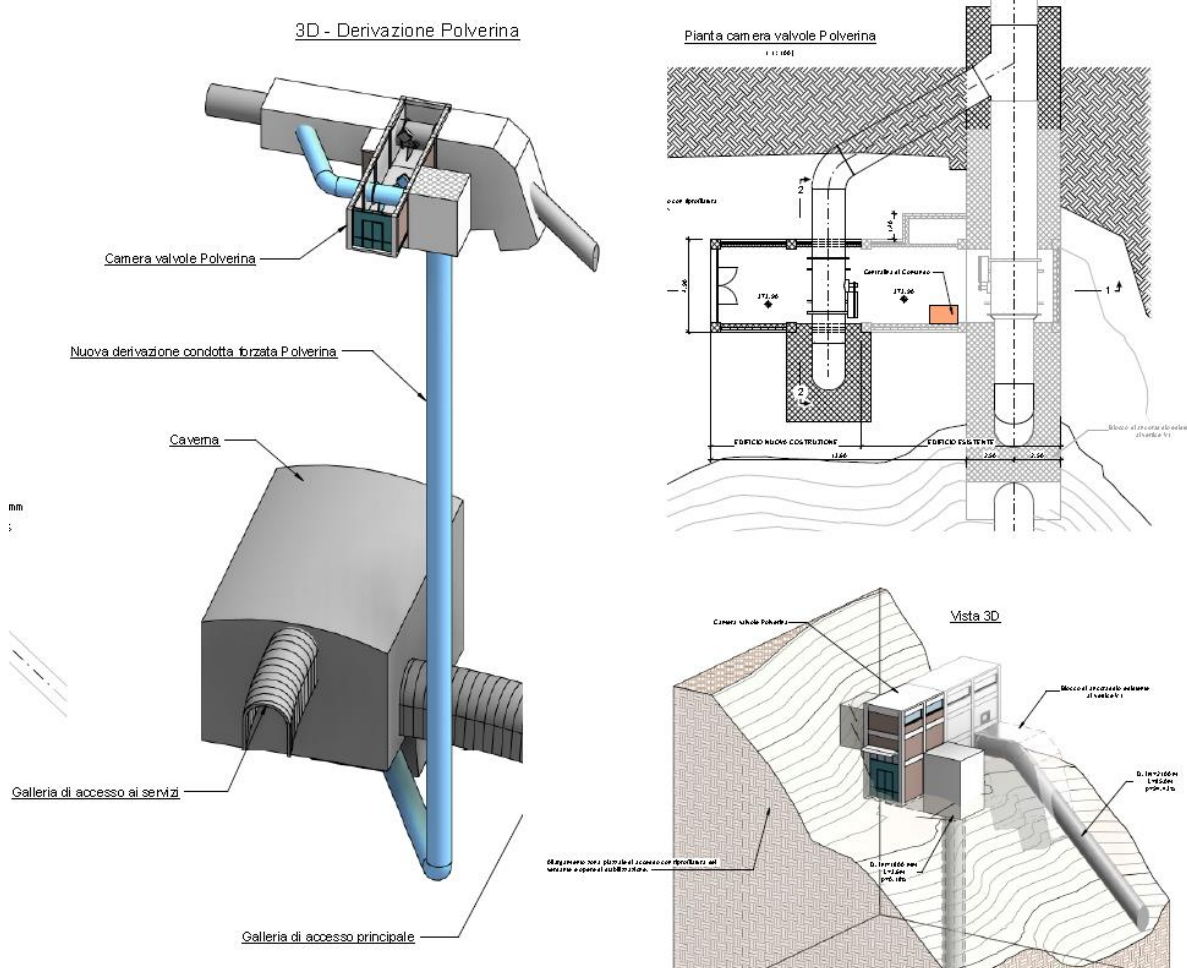


**Figura 36:** Galleria di accesso secondaria

I portali di accesso, che si trovano nelle zone laterali retrostanti la centrale, sono realizzati con getto sottile di cls in modo da minimizzarne l'impatto ambientale. Sono previste opere locali preliminari di stabilizzazione del versante, ad integrazione di quelle esistenti.



5.3.3 Ampliamento camera valvole Polverina e nuovo ramo di condotta forzata



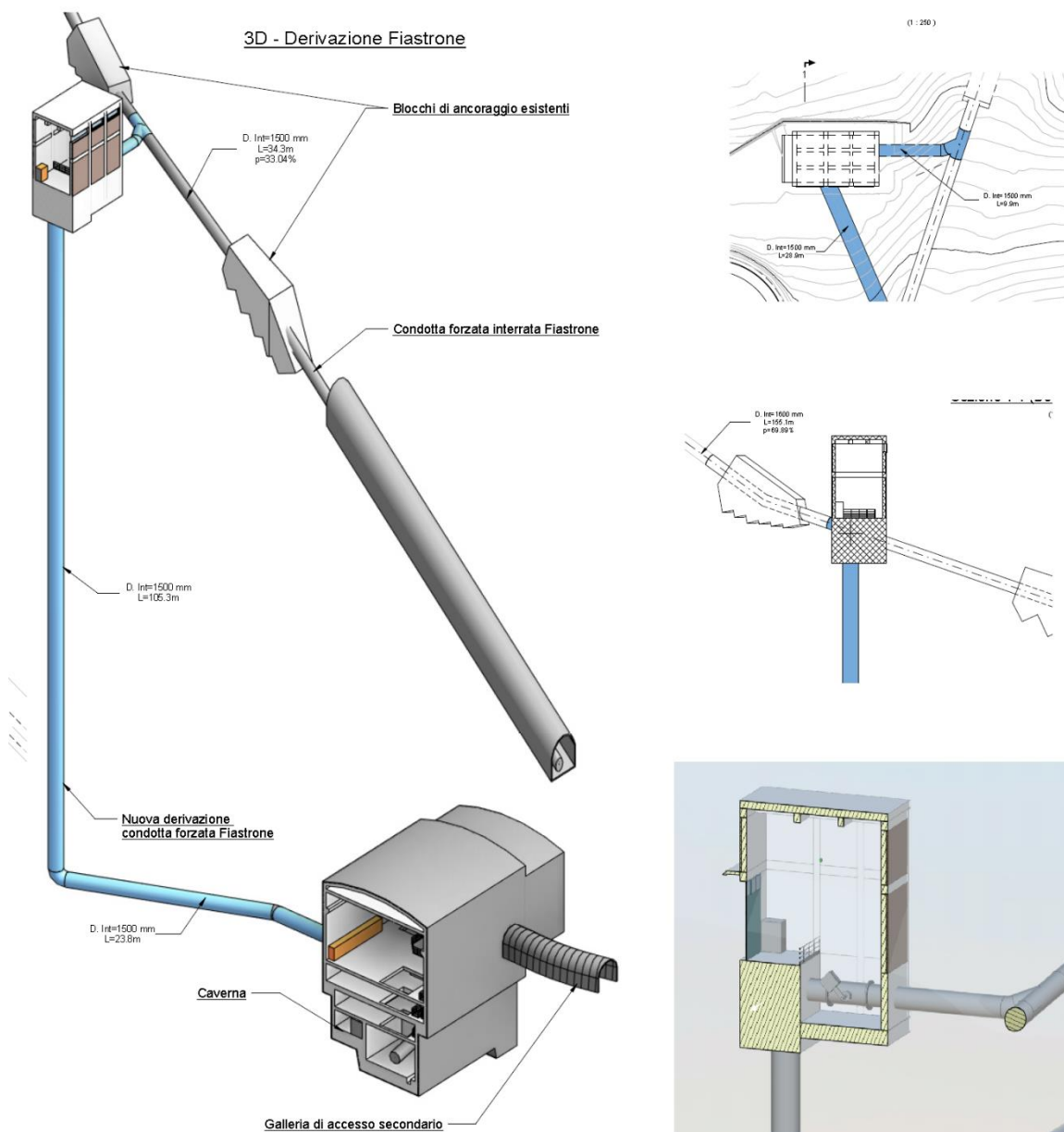
**Figura 37:** Ampliamento C.V. Polverina e nuovo ramo C.F.

Il nuovo ramo di condotta forzata DN1800 mm sulla derivazione Polverina viene realizzato poco a monte dell'esistente camera valvole con un innesto idraulicamente raccordato.

L'esistente camera valvole, con piano terra ad el. 373.90 m slm, viene ampliata in modo da accogliere la nuova valvola di intercettazione. La condotta prosegue poi verticalmente fino a raggiungere la quota di raccordo con la valvola di macchina, ad el. 297.40 m slm.

La soluzione prevista ha consentito di minimizzare le distanze del collegamento, effettuando scavo in raise-boring, includendo le tubazioni per i cavi di alimentazione e di segnale, nonché del drenaggio.

### 5.3.4 Nuova Camera valvole Fiastrone e nuovo ramo di condotta forzata



**Figura 38:** Nuova C.V. Fiastrone e nuovo ramo C.F.

Il nuovo ramo di condotta forzata DN1500 mm sulla derivazione Fiastrone viene realizzato poco a monte dell'esistente ponte di attraversamento della condotta forzata esistente, con un innesto idraulicamente raccordato.

La nuova camera valvole, con piano d'ingresso ad el. 410.65 m slm, viene ampliata in modo da accogliere la nuova valvola di intercettazione. La condotta prosegue poi verticalmente fino a raggiungere la quota di raccordo con la valvola di macchina, ad el. 300.40 m slm.

La soluzione prevista ha consentito di minimizzare le distanze del collegamento, effettuando scavo in raise-boring, includendo le tubazioni per i cavi di alimentazione e di segnale, nonché del drenaggio.



5.3.5 Modifiche al Pozzo Piezometrico Fiastrone

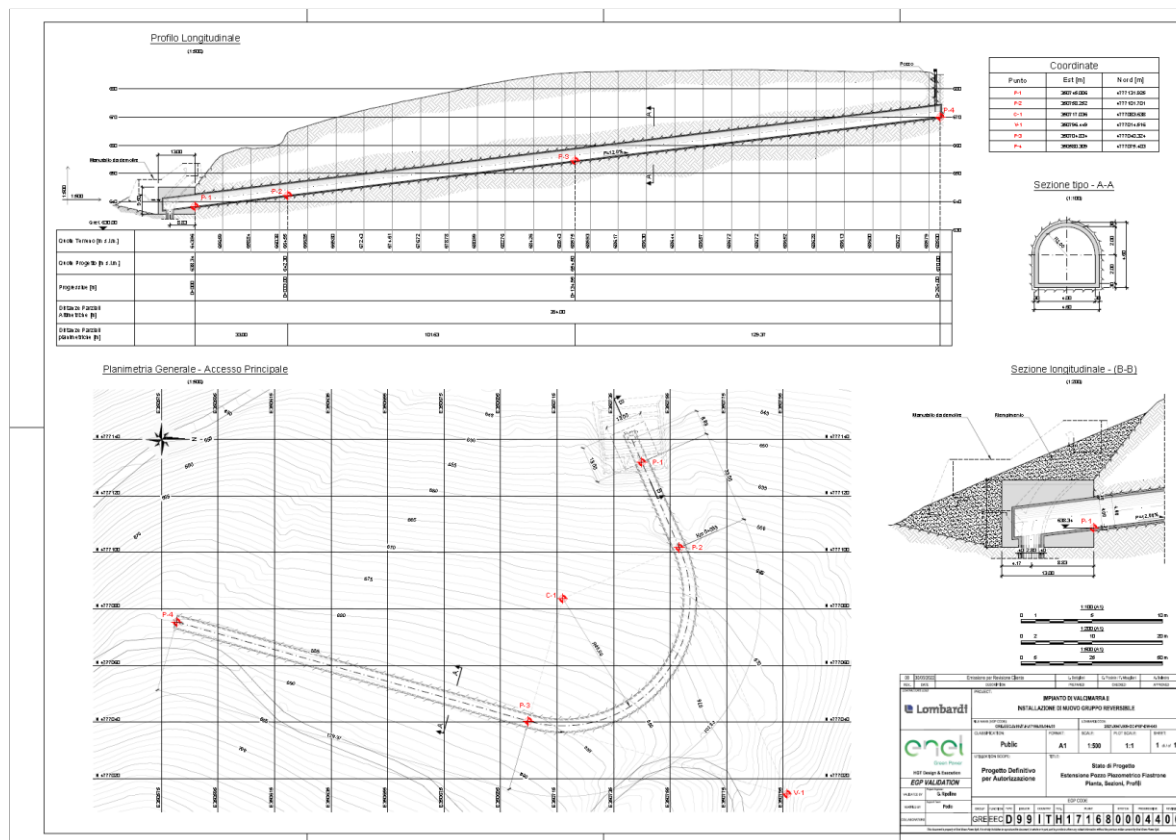


Figura 39: Estensione Pozzo Piezometrico Fiastrone

Le opere civili relative all'estensione del pozzo piezometrico lungo la derivazione Fiastrone, modifiche necessarie per via dell'inversione della piezometrica dovuta al pompaggio, consistono principalmente nella demolizione della vasca di espansione esistente, nella realizzazione di una nuova galleria in pendenza atta a raggiungere le quote necessarie, nella creazione di un raccordo a tenuta e nel ripristino ambientale dell'area.

La galleria lunga 270 m circa avente sezione a "D" con dimensioni nette interne 4.0mx4.0m (BxH), raggiunge quota 670.00 m slm con una pendenza del 12%.

A monte è previsto un pozzo di aerazione che potrà essere utilizzato anche come accesso di manutenzione.

5.3.6 Nuovo fabbricato Convertitore Statico

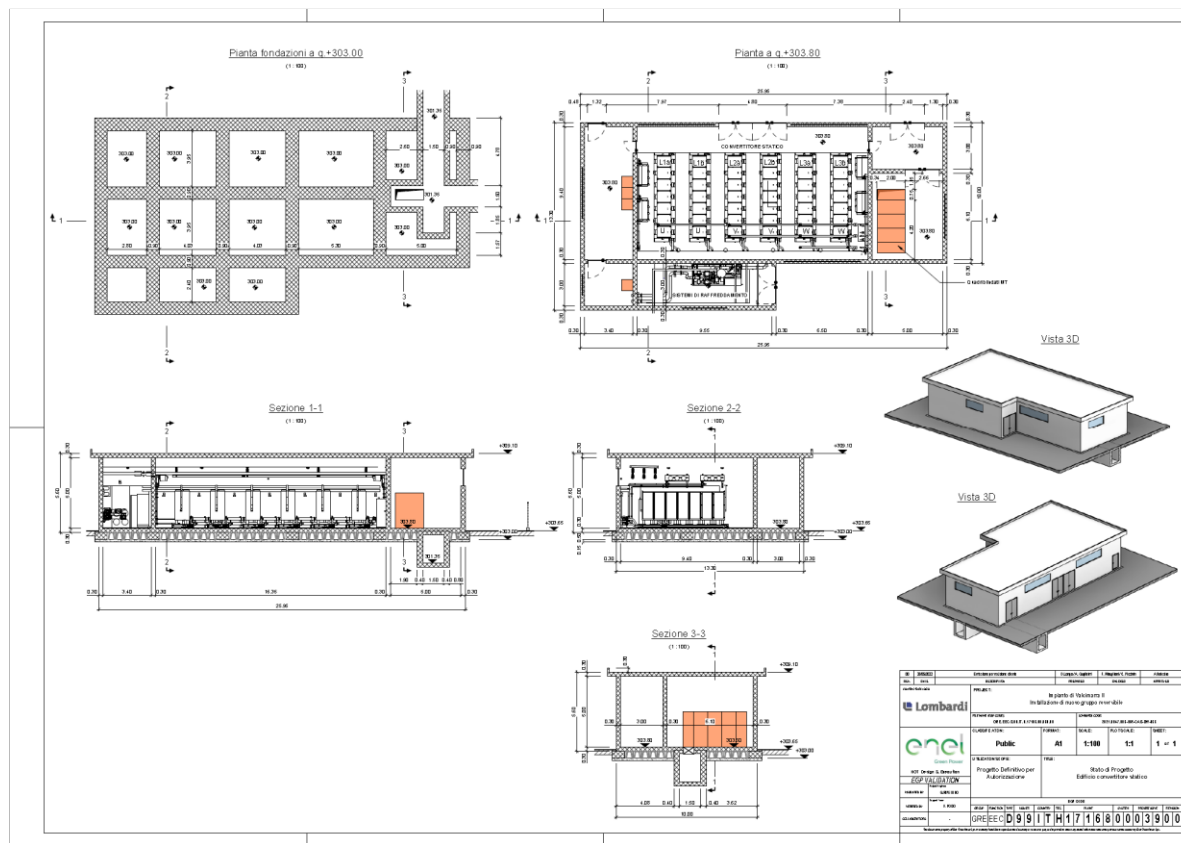


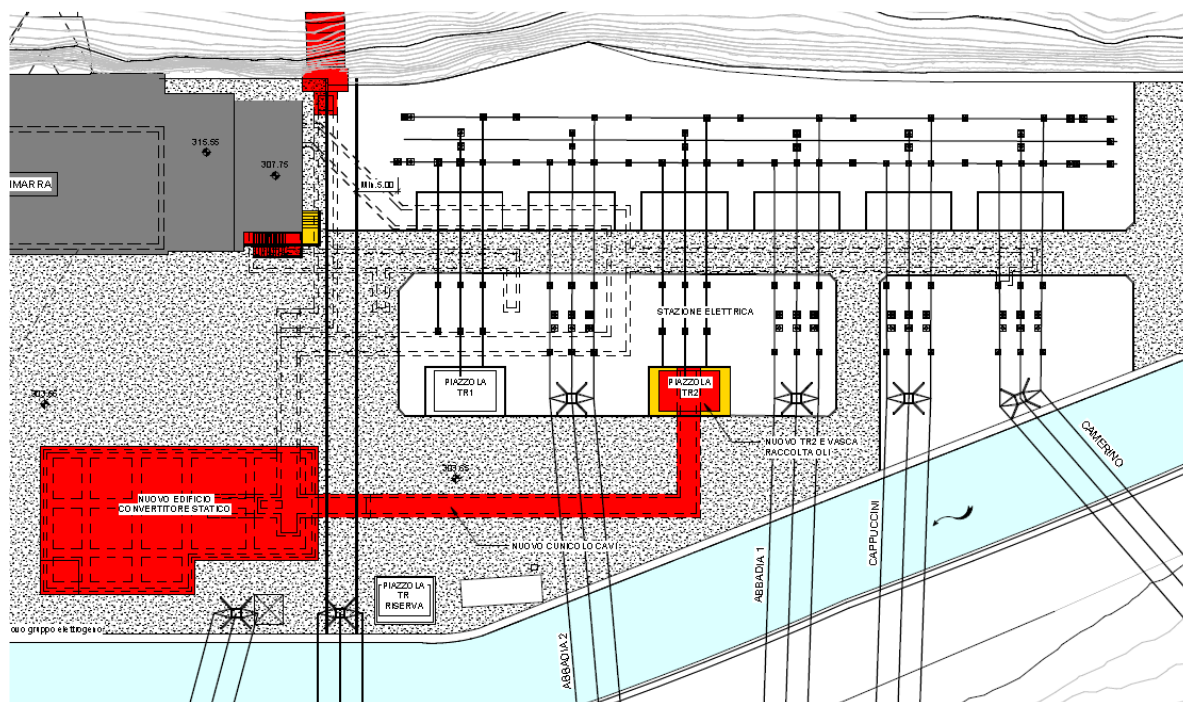
Figura 40: Nuovo fabbricato convertitore statico

Il nuovo fabbricato monopiano posizionato nelle aree di piazzale esterne avente dimensioni complessive di circa 13.0x26.0x6.50 m (BxLxH), ospita il convertitore statico di frequenza, il sistema di raffreddamento a circuito chiuso ed i quadri MT e di controllo delle apparecchiature.

Il convertitore riceve cavi MT direttamente dal motore/generatore del nuovo gruppo, e, dopo la conversione, si effettua il collegamento sempre MT verso il trasformatore ed il filtro armonico siti nella sottostazione esistente.

Adiacente al fabbricato è collocato il nuovo generatore Diesel di emergenza, che non necessita di serbatoi interrati, e che garantisce l'alimentazione per l'avviamento del gruppo in assenza di alimentazione elettrica (Black Start).

### 5.3.7 Opere in sottostazione



**Figura 41:** Opere in sottostazione

Le principali opere presenti in sottostazione sono: la sostituzione dell'esistente trasformatore TR2 con uno nuovo, compreso il rifacimento delle opere civili della vasca di raccolta oli, ed il collegamento dello stesso al fabbricato convertitore statico tramite nuovi cunicoli di alloggiamento dei cavi elettrici MT.

## 5.4 Cantierizzazione

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.053.00 Relazione descrittiva dell'Organizzazione del Cantiere** allegato al presente Progetto.

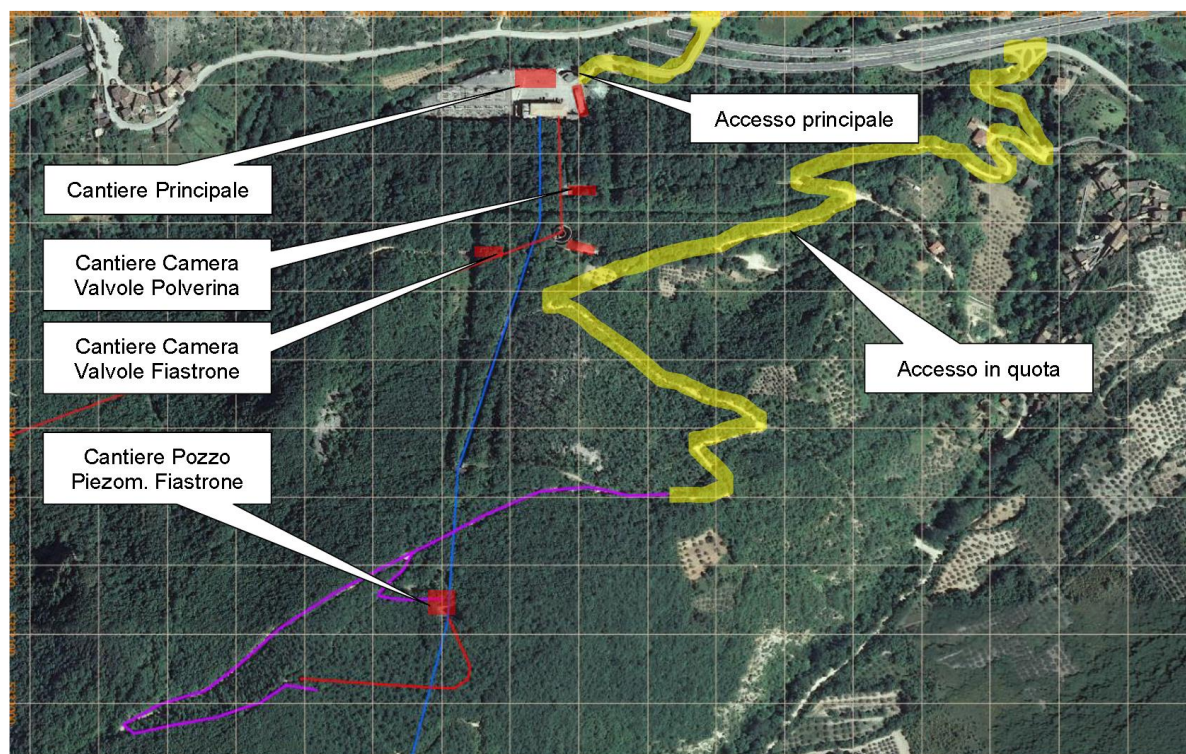
Il cantiere principale viene aperto utilizzando gli spazi delle aree esterne della esistente centrale, salvo la necessità di reperire aree temporanee esterne di stoccaggio dei materiali. Gli accessi al cantiere principali sono ampi e non vi sono particolari limitazioni alla circolazione dei mezzi di cantiere.

Sono inoltre necessarie piccole aree di cantiere in quota per i lavori relativi alle camere valvole e al pozzo piezometrico Fiastrone. Le strade di accesso sono strade secondarie con tornanti stretti e pendenze anche ripide, per cui è consigliabile l'utilizzo di piccoli mezzi. Vi è un ponte con limite di 5.0 ton.

Si prevedono due imprese principali, una civile e l'altra elettro-idro-meccanica, che permarranno durante il periodo di circa **due anni** previsto per i lavori. Per gli uffici sono allocati circa 240 m<sup>2</sup> su due piani, in modo da massimizzare le aree di deposito stoccaggio e parcheggio disponibili in centrale, pari a circa 750 m<sup>2</sup>.



Nelle vicinanze del sito è presente un produttore di calcestruzzi, pertanto in linea di massima non si ritiene necessaria l'installazione di una centrale di betonaggio.



**Figura 42:** Ubicazione delle principali aree di cantiere

Nel cronoprogramma sono state studiate le sequenze delle lavorazioni in modo da minimizzare i tempi di indisponibilità dell'impianto esistente, limitandole a circa 3.5 mesi (si veda il dettaglio nel **Capitolo 7**).

## 5.5 Aspetti tecnici particolari

### 5.5.1 Aspetti Geologico/Geotecnici

Con riferimento ai documenti **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.006.00 Relazione Geologica** e **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.007.00 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 dai calcari marnosi della Formazione della Maiolica (MAI). La resistenza della roccia intatta è di 40-50 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 superiore alla decina di metri, orientazione è immergente a basso angolo verso E (media 118/29) e spessore degli strati mediamente compreso tra 20 e 50 cm. Esistono inoltre 4 sistemi di discontinuità

secondari, orientati con perpendicolarmente alla stratificazione, la cui persistenza è generalmente limitata a pochi strati e spaziatura inferiore al metro. Il volume unitario medio dei blocchi di roccia rimane nell'ordine di alcuni decimetri cubi.

Per la caratterizzazione geotecnica dell'ammasso si è fatto riferimento a informazioni ottenute dal rilievo geomeccanico degli affioramenti esposti a monte della centrale esistente e ai risultati delle prove di laboratorio condotte su campioni di Maiolica prelevati presso la diga del Fiastrone.

Nel modello è inoltre visibile una faglia rappresentata come "Incerta". L'interpretazione esclude per ora la sua interferenza con lo scavo della caverna, collocandosi a una distanza minima di circa 15 m di distanza; tuttavia, tale assunzione dovrà essere confermata con indagini dirette.

Lo scavo in sotterraneo potrà essere realizzato tramite tecnica convenzionale con esplosivo. Si prevede che il fronte risulti stabile e che il profilo possa presentarsi irregolare a causa della stratificazione a bassa inclinazione che favorirà la formazione di sovrascavi ai margini della calotta. Il cavo dovrà essere rinforzato con bullonatura sistematica e calcestruzzo proiettato per il sostegno di cunei instabili. Nel complesso si prevede che l'ammasso roccioso mostri un comportamento elastoplastico con convergenze massime che, in funzione della dimensione dell'opera, potrebbero raggiungere qualche centimetro.

Nel caso vengano intersecate zone di faglia e condotti carsici, indicati come potenziali elementi di incertezza nel modello geologico, potranno generarsi condizioni di instabilità locali e venute d'acqua rilevanti. Al fine di identificare e gestire tali elementi di rischio si prevede la realizzazione di una estesa campagna di indagini geognostiche.

Sul versante sovrastante i portali e la centrale esistente sono state identificate zone di possibile distacco di blocchi e cunei di roccia che dovranno essere messa in sicurezza prima dell'inizio dei lavori.

#### *5.5.2 Aspetti idrologici*

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.003.00 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.

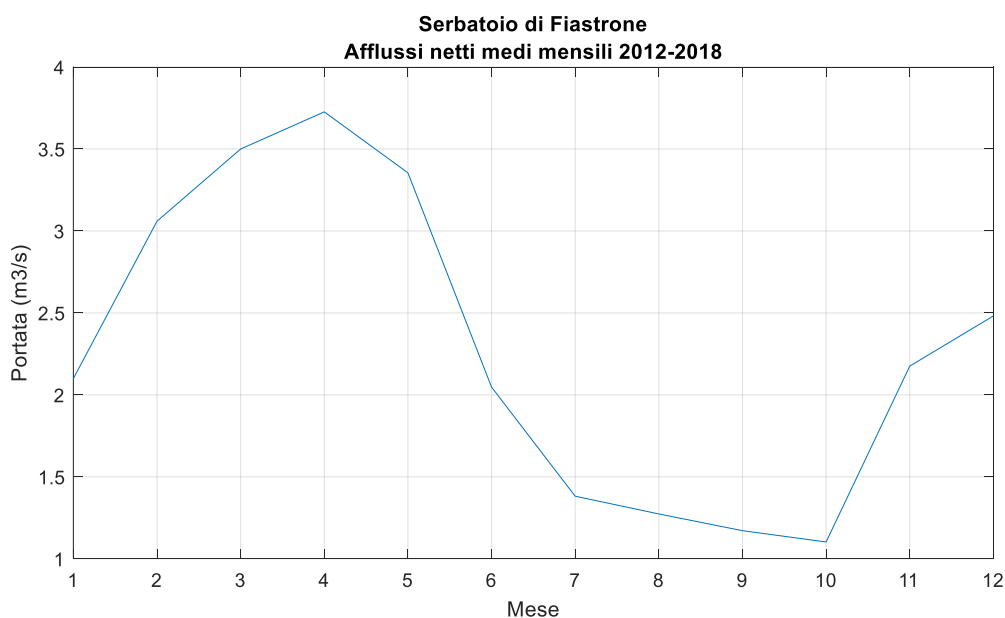
La precipitazione media annua dell'ultimo decennio è risultata pari a 609 mm.

L'evapotraspirazione media mensile dell'ultimo decennio è risultata pari a circa 35 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 anche questa in aumento e pertanto andrà a compensare l'aumento di evapotraspirazione correlato all'aumento della temperatura media.

Ci si potrebbe dunque aspettare un apporto idrologico ai serbatoi con afflussi sostanzialmente invariato a livello annuo, ma 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.

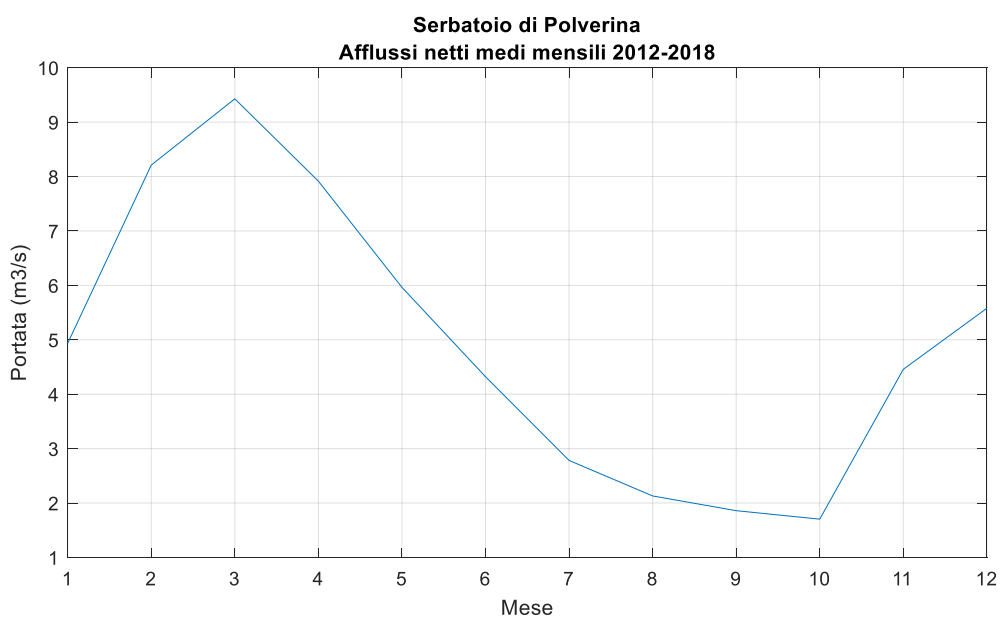
La seguente figura mostra i dati ricostruiti dallo Scrivente nel periodo 2012-2018 (portata media annua pari a 2.28 m<sup>3</sup>/s) per il serbatoio del Fiastrone:



**Figura 43:** Serbatoio del Fiastrone - afflussi medi mensili 2012-2018

Tale portata è bene allineata con quella prevista a Concessione, pari a 2.2 m<sup>3</sup>/s.

La seguente figura mostra i dati ricostruiti dallo Scrivente nel periodo 2012-2018 (portata media annua pari a 4.94 m<sup>3</sup>/s) per il serbatoio di Polverina:



**Figura 44:** Serbatoio di Polverina - afflussi medi mensili 2012-2018

Tale portata è lievemente inferiore rispetto a quella media prevista in Concessione, pari a 5.28 m<sup>3</sup>/s, ma viste le tolleranze assunte nei calcoli, può considerarsi accettabile.

**Questa è anche la conferma**, dato che i risultati derivano dalle potenze erogate dai gruppi turbina esistenti (2 sulla derivazione Fiastrone, 1 sulla derivazione Polverina), **che l'impianto esistente effettivamente turbinava tutti i deflussi naturali.**

**L'impianto a progetto, che utilizza nei due sensi in regolazione lo stesso volume disponibile dai serbatoi di monte, senza possibilità d'uso di afflussi naturali, questi peraltro riservati ai due impianti originari per concessione, ricade dunque nella tipologia del "pompaggio puro"**

Lo sfruttamento del nuovo gruppo reversibile è attuabile in modo sostanzialmente continuativo durante l'anno, considerati i volumi utili disponibili nei serbatoi (19.2 Mm<sup>3</sup> per Fiastrone e 4.4 Mm<sup>3</sup> per Polverina) ed il volume massimo trasferibile pari a circa 311'000 m<sup>3</sup> in generazione e 259'000 in pompaggio.

Considerando dati nominali di esercizio e livelli baricentrici, per entrambi i serbatoi le oscillazioni sono contenute entro i ± 60 cm.

A serbatoi prossimi alla minima regolazione, quindi nella zona dove le curve di invaso hanno usualmente pendenza molto ripida, le massime oscillazioni sono contenute rispettivamente in ±2.5 m per Fiastrone e ±0.9 m per Polverina. Questi livelli estremi non sono da prendersi come riferimento in quanto sono raggiunti raramente durante l'esercizio, dovendo massimizzare l'energia producibile.

### 5.5.3 Aspetti idraulici

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.004.00 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:

	DERIVAZIONE FIASTRONE			DERIVAZIONE POLVERINA		
	Galleria	Condotta forzata	Totale	Galleria	Condotta forzata	Totale
DH/Q <sup>2</sup> (m/(m <sup>3</sup> /s) <sup>2</sup> )	0.1935	0.0640	0.2575	0.0316	0.0147	0.0463

**Tabella 5:** Nuovo Gruppo reversibile - Perdite di carico

Per quanto concerne i transitori idraulici, effettuati considerando tempi di manovra cautelativi (avviamenti in 30s e bruschi arresti in 10s), i primi risultati hanno mostrato la necessità di modificare il pozzo piezometrico di Fiastrone, estendendolo con una galleria di espansione, mentre non si prevedono modifiche al pozzo della derivazione Polverina.

Le portate di riferimento del nuovo gruppo sono:

- **Turbinaggio da Fiastrone verso Polverina: 10.8 m<sup>3</sup>/s**



- **Pompaggio da Fiastrone verso Polverina: 9.0 m<sup>3</sup>/s**

Per quanto concerne le verifiche strutturali alle condotte forzate, sono state calcolate le massime sollecitazioni statiche e dinamiche ed il tasso di lavoro delle condotte esistenti in particolar modo, dovendo assumere le caratteristiche dei materiali.

Considerando cautelativamente la contemporaneità del massimo sovrizzo nel pozzo piezometrico e la massima sovrappressione di colpo d'ariete, si ottengono le massime sollecitazioni nelle condotte forzate, ai rispettivi otturatori:

	Max Sovralzo transitorio (mH2O)	Sovrappressione dinamica colpo d'ariete (mH2O)	Massima pressione totale (mH2O)
C.F. Fiastrone	356.3	57.0	413.3
C.F. Polverina	100.6	10.0	110.6

**Tabella 6:** Massime pressioni di esercizio nelle condotte forzate

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

Carico Statico +Pozzo +Colpo Ariete (mH2O)	Pressione (Mpa)	Diametro (mm)	Spessore (mm)	$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ ammissibile (N/mm <sup>2</sup> )
356.25+57=413.25	4.05	1500	27	112.5	156.0

**Tabella 7:** Condotta Forzata Fiastrone - verifica di resistenza

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

Carico Statico +Pozzo +Colpo Ariete (mH2O)	Pressione (Mpa)	Diametro (mm)	Spessore (mm)	$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ ammissibile (N/mm <sup>2</sup> )
101.0+10.0=111.0	1.09	2100	20	57.0	156.0

**Tabella 8:** Condotta Forzata Polverina - verifica di resistenza

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 dal nuovo gruppo reversibile costituiscano un aggravio rispetto a quelle dovute all'impianto esistente.

Per quanto concerne le verifiche strutturali a fatica delle condotte, nelle condizioni di utilizzo futuro si hanno fattori di sicurezza superiori rispettivamente a 2.0 per Fiastrone e 1.50 per Polverina.

Al fine di confermare tutte le assunzioni progettuali, verrà effettuata una campagna di indagini ed ispezione dei manufatti, finalizzata a valutare sia le caratteristiche idrauliche delle adduzioni sia le caratteristiche strutturali dei materiali, in particolare delle Condotte Forzate esistenti, e di alcuni spessori.

#### 5.5.4 Aspetti elettromeccanici

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.004.00 Relazione Elettromeccanica** allegato al presente Progetto.

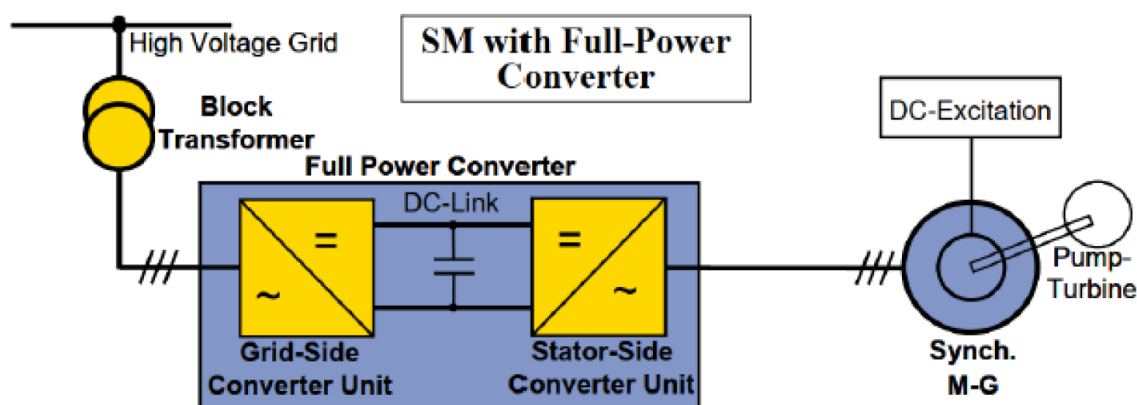
Considerando la geometria del sistema idraulico, le potenze disponibili sono:

Modalità	Salto netto	Potenza Idraulica	u.m.
Generazione	Massimo	18.2	MW
Generazione	Minimo	13.9	MW
Pompaggio	Massimo a portata efficace	26.9	MW
Pompaggio	Minimo a portata efficace	27.2	MW

**Tabella 9:** Nuovo Gruppo reversibile – potenze disponibili

Per il dimensionamento della macchina elettrica, la potenza considerata è la potenza meccanica di 27.2 MW all'albero divisa per l'efficienza dell'alternatore e del convertitore di frequenza, ovvero una potenza elettrica di circa 30.0 MW. Come accennato in precedenza, l'alternatore funzionerà sempre con  $\cos(\varphi) = 1.0$ .

Il massimo rendimento della turbina Francis è il 92.60%, sia in modalità turbina che in modalità pompa. I valori effettivi variano fino al 78.01% in modalità turbina ed 71.47% in modalità pompa, a seconda del carico e del frazionamento della portata (40%-100%).



**Figura 45:** Schema di impianto CFMSM

Per quanto riguarda il motore/generatore a giri variabili, si utilizza la tecnologia CFMSM (Converter-Fed Synchronous Motor – vedi **Figura 45** 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 LVRT (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	28.5	MVA
cos( $\phi$ )	1.0	
Frequenza	50	Hz
Numero di poli	10	
Numero di giri	600 (variabile)	Giri/min

**Tabella 10:** Generatore/Motore – caratteristiche

Le caratteristiche tecniche principali del trasformatore sono le seguenti:

Grandezza	Valore	u.m.
Tipologia	OFWF	
Potenza elettrica	31.5	MVA
cos( $\phi$ )	1.0	
Frequenza	50	Hz
Peso totale	50	ton
Peso di olio	7	ton

**Tabella 11:** Trasformatore – caratteristiche

Le principali caratteristiche funzionali del convertitore statico di frequenza sono:

Grandezza	Valore	u.m.
Potenza elettrica	-30	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 (cfr. Schema Elettrico Unifilare).

#### 5.5.4.1 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, con prelievo e mandata di acqua da e verso il lato a bassa pressione dell'unità (tra il tubo di tiraggio e la valvola a bassa pressione);
  - Scambiatore di calore a tubo (pressione 33 bar);
  - Circuito secondario a circuito chiuso (acqua con glicole);
  - Circuito terziario a circuito chiuso (acqua deionizzata) per i convertitori di frequenza (vedi dimensioni di questo sistema nel capitolo precedente);
- 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 sulla derivazione ad alta pressione;
  - Sistema ad olio pressurizzato per il controllo del distributore;
  - Sistema ad olio pressurizzato per il controllo della valvola di macchina sulla derivazione a 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;

- Sistemi di telecontrollo, comunicazione e videosorveglianza;

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.).

## **5.6 Connessione alla sottostazione e punto di consegna**

L'attuale centrale di Valcimarra è allacciata alla RTN tramite 4 linee aeree afferenti alla sbarra 132 kV cui sono collegati gli stalli trasformatore TR1 e TR2. Il TR1, da 40 MVA complessivi, ha due secondari da 20 MVA cad. dedicati ai gruppi 1 e 2 mentre il TR2, ad un solo secondario da 20 MVA, è dedicato al GR3. La centrale è quindi allacciata alla RTN tramite 4 punti di connessione, rappresentati dagli altrettanti stalli linea AT denominati Camerino, Cappuccini, Abbadia 1 e Abbadia 2.

Vengono parzialmente riutilizzate le vie cavi esistenti per il collegamento alla stazione elettrica esistente nella quale verrà realizzato un nuovo stallo AT per la connessione alle sbarre esistenti.

Il trasformatore TR2 verrà sostituito, assieme ai relativi stalli, da nuovo trasformatore a servizio sia dell'esistente Gruppo 3 sia del nuovo gruppo reversibile.

I 4 punti di connessione AT esistenti rimarranno inalterati a seguito del ripotenziamento ed il nuovo gruppo vi si allaccerà utilizzando l'esistente sbarra AT di stazione.

Da notare che non è previsto il funzionamento contemporaneo del nuovo gruppo reversibile con i tre esistenti e verrà quindi approntato un sistema di interblocchi che consenta il funzionamento dei gruppi esistenti solo a gruppo reversibile fermo e viceversa.

## 6. STIMA DEI COSTI

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.050.00** **Computo Metrico Estimativo** allegato al presente Progetto.

I prezzi di base di riferimento per le **opere civili ordinarie** sono quello della **Regione Marche** ed il **Prezzario Anas NC-MS.2021 – Rev.0, “Nuove Costruzioni, Manutenzione Straordinaria”**. Per le **lavorazioni speciali**, in assenza di adeguato riferimento nei prezzari sopraindicati, sono stati considerati dei prezzi a corpo definiti in funzione dell'esperienza di Lombardi in contesti affini, con specifica considerazione del mercato nazionale italiano. Per quanto concerne i costi legati alla fornitura del **nuovo gruppo e servizi ausiliari**, sono stati interpellati fornitori specializzati del settore che hanno fornito prezzi budgetari di riferimento. Per la stima dei **costi della sicurezza** si precisa che l'importo allocato nella stima dei costi è valutato a percentuale ma che i costi effettivi, corrispondenti sia a specifiche misure e disposizioni operative e gestionali del PSC Piano di Sicurezza e Coordinamento sia a disposizioni esecutive specificamente indicate dal CSE Coordinatore per la Sicurezza in Fase di Esecuzione in corso d'opera, saranno contabilizzati e liquidati a misura.

SEZIONE	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	IMPORTO TOT. [EUR]
<b>RIASSUNTO COMPUTO METRICO</b>		
1	Cantieristica, demolizioni e lavori speciali	1'498'300.00
2	Galleria di accesso principale	1'185'500.00
3	Galleria di accesso secondario	638'400.00
4	Galleria servizi e di scavo caverna	1'120'900.00
5	Centrale in caverna - opere civili	7'359'100.00
6	Opere Elettromeccaniche ed impianti	29'256'300.00
7	Condotta forzata Fiastrone	3'869'900.00
8	Condotta forzata Polverina	2'740'900.00
9	Galleria di espansione PP Fiastrone	2'523'500.00
10	Fabbricati ed opere varie	1'210'900.00
11	Camera Valvole Polverina	226'500.00
12	Camera Valvole Fiastrone	149'500.00
	<b>SUBTOTALE VOCI</b>	<b>51'779'700.00</b>
13	<i>Imprevisti Generali (5% di 1, 2, 3, 4, 5, 6)</i>	2'589'000.00
14	<i>arrotondamento</i>	1'300.00
	<b>SUBTOTALE GENERALE</b>	<b>54'370'000.00</b>
12	<i>Costi della sicurezza (stima preliminare da precisare nel PSC) (3% di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)</i>	1'631'100.00
13	<i>Costi addizionali della sicurezza per emergenza COVID-19 (2% di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)</i>	1'087'400.00
14	<i>Incremento per ridotta produttività COVID-19 (2.5% di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)</i>	1'359'300.00
<b>TOTALE</b>		<b>58'448'000.00</b>

**Tabella 13:** Tabella di sintesi della stima dei costi di costruzione dell'impianto

## 7. CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA DEI LAVORI

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.051.00** **Programma cronologico dei lavori con programma indisponibilità** allegato al presente Progetto.

Gli obiettivi principali sono di minimizzare sia i tempi totali di costruzione sia i tempi di indisponibilità d'impianto. La durata complessiva dei Lavori è stimata pari a 24 mesi.

Secondo l'idrologia presente, il periodo dove gli afflussi idrologici sono minimi (stagione secca) ricade generalmente tra giugno e ottobre.

I lavori iniziano contestualmente alla stagione secca, ed in questi periodi si sono concentrate le maggiori fermate d'impianto.

La indisponibilità complessiva ammonta a:

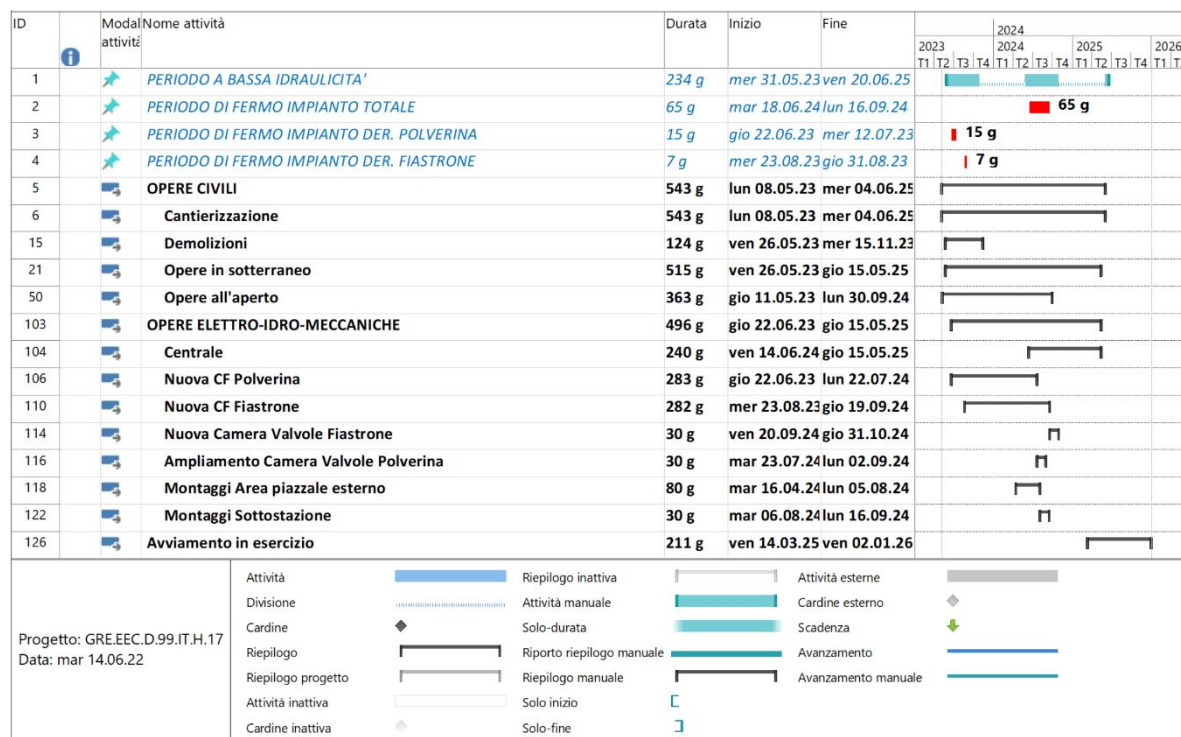
Primo anno:

- Derivazione Polverina: dal 22.06.2023 al 12.07.2023;
- Derivazione Fiastrone: dal 23.08.2023 al 31.08.2023;

Secondo anno:

- Fermata totale dal 18.06.24 al 16.09.24.

Nella figura sottostante si riporta il cronoprogramma sintetico:



**Figura 46:** Cronoprogramma sintetico dei Lavori e della Indisponibilità d'Impianto