

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

PROVINCIA DI PORDENONE

COMUNE DI ERTO E CASSO

LAVORO:

PROGETTO DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA SUL TORRENTE
VAJONT, CON PRESA ALLO SCARICO DEL LAGO RESIDUO
DEL VAJONT, SUBITO A VALLE DELLA DIGA,
IN TERRITORIO COMUNALE DI ERTO E CASSO (PN)

RIF. N°. LAVORO:

SP 2015/0038
costruzioni idrauliche

COMMITTENTE:



Welly R.E.D. S.r.l.

sede legale:

Viale Trento, 105/d - 33077 Sacile (PN)

recapiti amministrativi:

Piazza Mazzini, 21 - 32100 Belluno (BL)

Tel. 0437/999844 - email wellyredsrl@gmail.com

DATA:

LUGLIO 2016

FASE

AGGIORNAMENTO PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO:

E

OGGETTO

RELAZIONE OPERE ELETROMECCANICHE

PROGETTISTI

geol. Roberta Tedeschi

ing. Loris

ing. Daniel

geom. En

RILIEVI TOPOGRAFICI

Studio Topografico Canevese - geom. Ivan Pivetta

REVISIONE

DATA

NOME FILE

FASE DEL PROGETTO

Sommario

1 PREMESSA.....	2
2 SCHEMA ELETTRICO GENERALE D'IMPIANTO	3
3 SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTROMECCANICHE	5
3.1 Turbina Pelton.....	5
3.2 Generatore.....	10
3.3 Gru Elettrica a Ponte Bitrave.....	11
3.4 Opere Elettromeccaniche Opera di Presa	12
4 IMPIANTI DI TRASFORMAZIONE E DISTRIBUZIONE.....	16
4.1 Dispositivi di Trasformazione	16
4.2 Quadro misurazione e Protezione	16
4.3 Quadro Interruttore di Macchina.....	18
4.4 Quadro di Regolazione ed Automazione.....	18
4.5 Quadro Servizi Ausiliari.....	20
4.6 Quadro Gestione Vasca di Carico.....	21
4.7 Trasformatore Elevatore a Perdite Ridottissime.....	23
4.8 Scomparti Blindati MT in Centrale	23
4.9 Scomparti Blindati MT in Cabina di Consegna	25
4.10 Vettoriamento.....	27
5 IMPIANTI ELETTRICI DI SERVIZIO	31
5.1 Centrale di Produzione	31
5.2 Opera di Presa.....	32
6 IMPIANTO DI MESSA A TERRA.....	32
7 SISTEMA D'AUTOMAZIONE	33
7.1 Generalità	33
7.2 Principio di funzionamento Parallello Rete.....	34
7.3 Strumenti di misura	35
7.4 Gestione Sistema di controllo rilascio portata sulla forra	43
7.5 Sistema di Teleallarme GSM	43

1 PREMESSA

La presente relazione è stata redatta con il fine di descrivere le opere elettromeccaniche previste per l'impianto idroelettrico in progetto sul torrente Vajont nel territorio comunale di Erto e Casso in Provincia di Pordenone.

L'impianto in progetto, previsto in caverna a valle della diga del Vajont, intende sfruttare le portate fluenti attraverso la galleria di scarico del "lago residuo C", bacino lacustre formatosi in seguito alla frana del monte Toc avvenuta il 9 ottobre 1963.

Le portate verranno captate poco prima dello sbocco della suddetta galleria, convogliate verso la centrale di produzione tramite una condotta forzata e infine rilasciate nuovamente nel tratto d'alveo del torrente Vajont che scorre a valle della diga sino alla confluenza nel fiume Piave.

Nel dettaglio l'impianto comprenderà

- un manufatto di presa realizzato in caverna poco prima dello sbocco della galleria di sorpasso nella forra del Vajont a valle della diga;
- un edificio centrale realizzato in caverna posto in asse con il manufatto dissabbiatore vasca di carico e collegato ad esso tramite un pozzo verticale lungo cui sarà impostata la condotta forzata DN1100.

Il progetto è stato strutturato per realizzare un impianto idroelettrico puntuale senza sottensione di alveo naturale.

I dati caratteristici dell'impianto di progetto sono:

caratteristiche riassuntive impianto idroelettrico		
corso d'acqua comuni interessati dall'impianto	Torrente Vajont Erto e Casso (PN)	
quota pelo morto superiore	605,95	(m s.l.m.)
quota asse turbina	482,60	(m s.l.m.)
salto di concessione	123,35	(m)
portata media di concessione	1,50	(m³/s)
portata massima di concessione	4,50	(m ³ /s)
portata minima di concessione	0,20	(m ³ /s)
portata rilasciata	0,050 (rilasciata per la cascata) l'impianto per come conformato non produrrà sottensione d'alveo	(m ³ /s)
potenza nominale	1.815	(kW)
producibilità annua	13.300,00	(GWh/anno)
n. gruppi elettromeccanici	IMPIANTO IDROELETTRICO SENZA SOTTENSIONE D'ALVEO 2 Turbine Pelton Gemelle a 6 Getti ad Asse Verticale	

2 SCHEMA ELETTRICO GENERALE D'IMPIANTO

Si riporta di seguito lo schema elettrico generale dell'impianto in relazione al singolo gruppo in progetto relativo alla derivazione dalla galleria di sorpasso che preleva la portata dal “lago residuo C”.

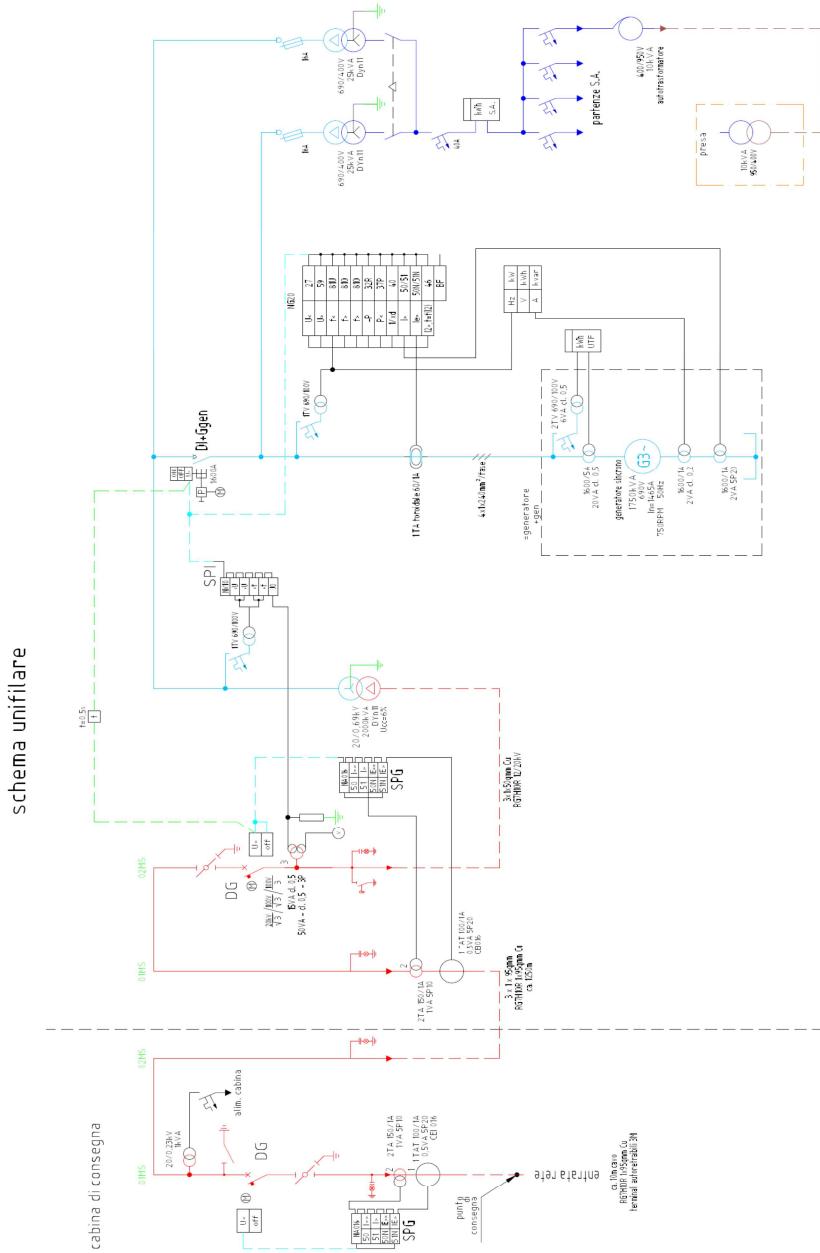


Figura 1 Schema elettrico generale dell'impianto (Gruppo "x").

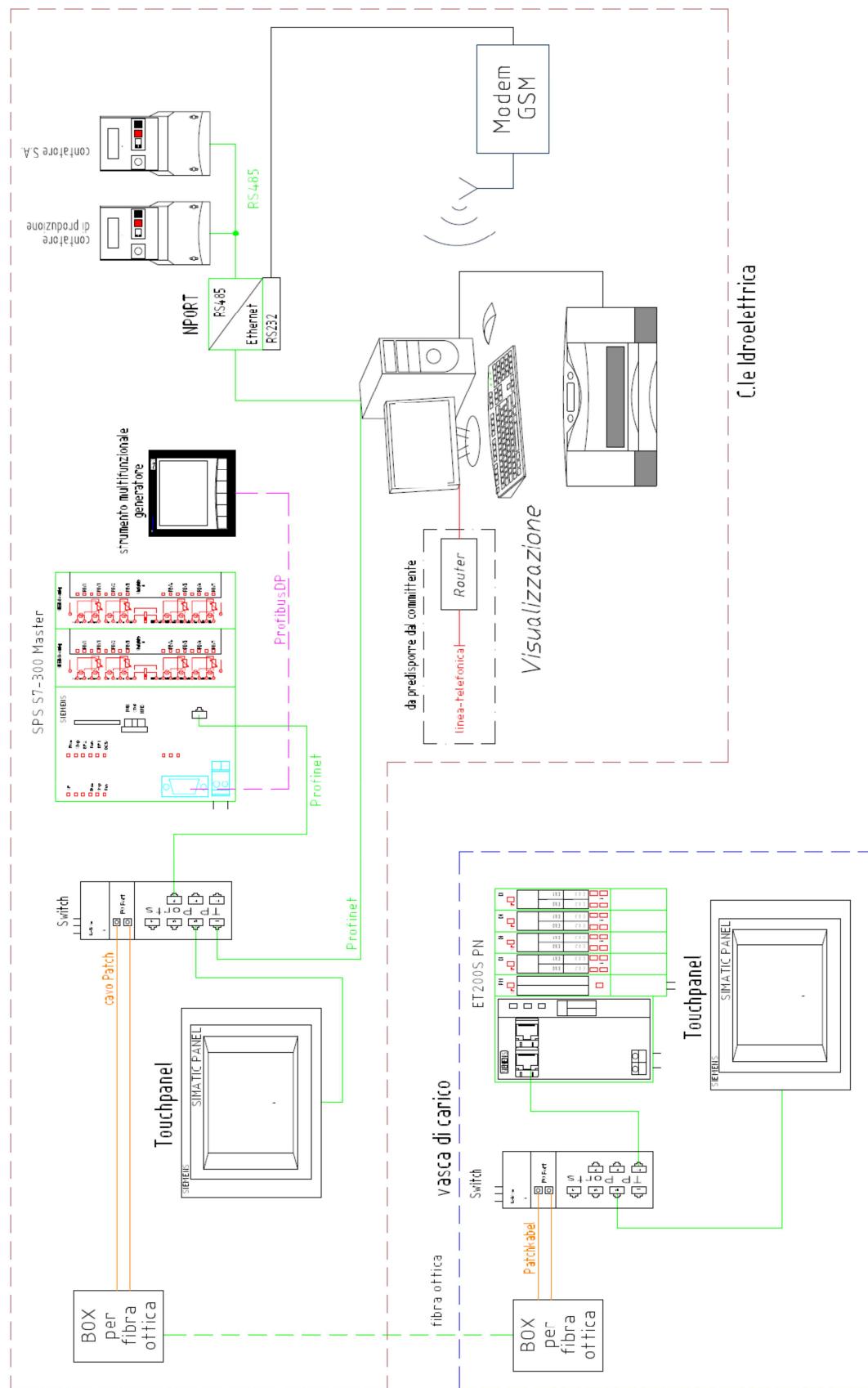


Figura 2 Schema sinottico del sistema di gestione e visualizzazione.

3 SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTROMECCANICHE

3.1 Turbina Pelton

Il sistema opera di presa-condotta forzata convoglia alla centrale di produzione una portata variabile durante l'anno da un minimo di circa $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$ ad un massimo di $4,50 \text{ m}^3/\text{s}$, valore utilizzato per il dimensionamento delle macchine.

I dati di progetto della turbina/e sono pertanto:

- $Q_{\max} = 4,5 \text{ m}^3/\text{s}$
- $H_{\text{netto}} = 121,84 \text{ m}$

La scelta del tipo di turbina da installare è funzione del *numero caratteristico di macchina*:

$$K = \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{n \cdot Q^{1/2}}{(g \cdot H)^{3/4}}$$

dove:

- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità;
- n la velocità di rotazione della turbina, espressa in giri/min.

La velocità di rotazione della macchina è funzione del numero di poli dell'alternatore accoppiato:

$$n = 60 \cdot f \cdot \frac{2}{p}$$

con:

- $f = 50 \text{ Hz}$ frequenza di rete della corrente alternata;
- p = numero di poli del generatore.

Con un comune generatore sincrono a 14 poli si ottiene $k = 0,468$ (nel caso si opti per una singola turbina) e $K = 0,331$ (nel caso di si opti per due turbine gemelle), valori questi caratteristici per le turbine Francis e Pelton.

La definizione della portata massima utilizzabile dipende dalla curva di durata ed influenza la scelta del numero di turbine, per utilizzare al meglio le portate disponibili compatibilmente con i costi di uno o più gruppi.

Ad esempio per le turbine Francis il campo di funzionamento garantito dai costruttori va da 10/10 a non meno di 2/10 della portata nominale, con rendimenti ottimali (>75%) solo fino a 4/10.

Naturalmente l'esercizio con due turbine uguali consentirebbe lo sfruttamento anche di portate molto basse (1/10 di Qmax).

L'utilizzo e l'acquisto di un secondo gruppo deriva da valutazioni economiche sui costi e benefici derivanti da una tale scelta.

Da questo esame, per il nostro caso specifico, risulta più conveniente la soluzione che prevede l'utilizzo di due gruppi di produzione.

È necessario quindi stabilire se conviene eseguire un gruppo ad asse orizzontale o verticale.

Questa scelta dipende da fattori sia di carattere meccanico sia logistico.

Essenzialmente i fattori che influiscono sono per la parte meccanica la compattezza e la stabilità.

La prima è migliore nel macchinario ad asse verticale, mentre la stabilità è migliore nel gruppo ad asse orizzontale.

Quest'ultimo inoltre offre una grande facilità di manutenzione dovuta all'accessibilità di tutti i componenti. L'aspetto logistico dipende da disponibilità di spazio per la soluzione ad asse orizzontale o da limitazioni di sviluppo in altezza della centrale per la soluzione ad asse verticale.

Naturalmente la scelta e il dimensionamento del macchinario idraulico viene fatta ponendo come obiettivo il raggiungimento del massimo rendimento anche a portate ridotte, ma avendo cura di prelevare la massima portata possibile nei periodi di portate abbondanti.

Questo criterio ha portato a scegliere un macchina in grado di assorbire almeno 2.250 l/s pur conservando ottimi rendimenti anche per portate dell'ordine dei 200 l/s.

Dato il salto netto disponibile (121,84 m), l'unica turbina che consente risultati di questo tipo è la turbina Pelton a più getti.

Per i motivi meccanici sopracitati e in particolare per motivi logistici si è optato per la soluzione che prevede l'impiego di: DUE TURBINE PELTON A SEI GETTI AD ASSE VERTICALE ACCOPPIATE DIRETTAMENTE ALL'ALBERO DEL GENERATORE.

Sulla base di quanto precedentemente evidenziato i dati di progetto delle due turbine saranno:

- $Q_{\max} = 2,25 \text{ m}^3/\text{s}$
- $H_{\text{netto}} = 121,84 \text{ m}$

quindi con una potenza all'asse turbina pari a

$$P = \eta \cdot 9.81 \cdot Q \cdot H = 2420 \cdot KW$$

Come visto il numero caratteristico di macchina è definito come:

$$K = \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{n \cdot Q^{1/2}}{(g \cdot H)^{3/4}}$$

mentre la velocità di rotazione della macchina è funzione del numero di poli dell'alternatore accoppiato:

$$n = 60 \cdot f \cdot \frac{2}{p}$$

Imponendo come dati di progetto un generatore a 14 poli otteniamo una velocità di rotazione pari a 428 giri/min ed un numero caratteristico di K= 0.332.

La velocità d'efflusso dal distributore sarà pari alla velocità torricelliana d'efflusso da un serbatoio a pelo libero costante ed uguale a:

$$v_1 = \vartheta \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_g - y_e)} = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_m} = 47,91 \cdot m/s$$

dove h_g è il salto geodetico, pari alla differenza di quota tra il pelo libero nel bacino di monte e l'asse del getto, y_e sono le perdite di carico nella condotta di adduzione e φ è il coefficiente d'efflusso che tiene conto delle perdite idrauliche nel distributore (circa 0,98 nelle condizioni di massima apertura della spina).

Il diametro del getto dipende dal loro numero (z) e si può determinare mediante la relazione

$$Q = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot v_1 \cdot z$$

Nel nostro caso il valore del diametro del getto sarà di 0,14 m.

Il diametro del getto "d" permette di determinare il diametro medio "D" della circonferenza immaginaria concentrica alla ruota Pelton .

In particolare il rapporto d/D definisce le dimensioni della pala e di norma è fissato in modo da non avere pale eccessivamente grandi, con eccessivo appiattimento della vena fluida sulla superficie del cucchiaio e conseguenti maggiori perdite idrauliche.

Applicando la relazione nel nostro caso si ottiene D/d=8 quindi un diametro della ruota D pari a 1,07 m.

Di seguito vengono riportate le principale caratteristiche tecniche della turbina

Dati tecnici:

- Tipo = PELTON ad asse verticale
- Numero getti: 6
- $H_{netto} = 121,39 \text{ m}$
- $Q_{max} = 2.250 \text{ l/s}$
- $Q_{min} = 200 \text{ l/s}$
- $PT = 2.420 \text{ kW}$ (sull'albero della turbina)
- $N = 428 \text{ min}^{-1}$

Rendimenti garantiti:

- 10/10 della portata nominale (funzionamento con 5 getti) - 91,0 %
- 7,5/10 della portata nominale (funzionamento a 4 getti) - 91,1%
- 5/10 della portata nominale (funzionamento a 3 getti) - 90,8%
- 2,5/10 della portata nominale (funzionamento con 2 getti) - 89,0%
- 1/10 della portata nominale (funzionamento con 1 getto) - 85,0%

Dati costruttivi - Composizione del macchinario idraulico (singolo gruppo):

- Cassone della turbina a sezione circolare in lamiera saldata con 6 flange di rinforzo in corrispondenza dell'ingresso degli iniettori, flangione superiore di rinforzo e centraggio della corrispondente flangia del generatore, attacchi per la tiranteria dei deviatori, staffe di ancoraggio al pavimento.
- Distributore ad andamento circolare con la derivazione dei 6 iniettori, muniti ognuno di servomotore di comando, con sensori per l'indicazione della posizione delle spine. Le aste delle spine, le spine, come pure i bocchelli saranno in acciaio inossidabile.
- Ruota Pelton in acciaio inox GX5 Cr Ni 13/4 fusa in un solo getto, lavorata di macchina e rifinita di mola all'interno dei cucchiai con riscontro dei profili idraulici mediante sagome (almeno 3 per i cucchiai ed una a pettine per l'imbocco). Equilibrata staticamente. Scabrezza: interno max 2 micron, esterno max 5 micron.
- Deviatori del getto in acciaio inox ad intervento rapido con aste di comando in acciaio AISI 304 e cuscinetti a sfere stagni.
- Centralina oleodinamica con l'insieme delle valvole proporzionali di regolazione delle spine e dei tegoli deviatori, con elettropompa, manometro, segnalatore del livello dell'olio,

pressostato, valvole di sovra pressione regolabili, valvola di comando della valvola a farfalla ecc. compreso il quadro elettrico per il collegamento al regolatore elettronico.

- Ruota fonica, da applicare all'estremità libera dell'albero, per la trasmissione della velocità di rotazione.
- Valvola a farfalla DN 800, PN 25 con azionamento oleodinamico in apertura e a peso in chiusura, idonea alla chiusura sotto la massima portata e con rallentamento finale per non generare sovra pressioni al piede della condotta superiori al 20% della pressione statica. Completa di by-pass per il riempimento del tronco tra la valvola e le spine.
- Giunto di correzione e smontaggio tra la valvola e il distributore.
- Verniciatura anticorrosiva su tutte le superfici esterne ed internamente al cassone.
-

3.1.1 Impianto Oleodinamico

La dotazione di centrale sarà comprensiva, per ciascun gruppo, di un regolatore oleodinamico a doppio effetto che garantirà la regolazione di livello e di giri tramite la movimentazione delle spine e dei tegoli, e l'azionamento della valvola di macchina.

L'impianto oleodinamico sarà completo di filtri, valvole di non ritorno e valvole di regolazione di portata sui servomotori delle spine e della valvola di macchina.

I collegamenti dalla centralina ai servomotori verranno realizzati in tubo d'acciaio per alta pressione e con raccordi flessibili rinforzati con calza metallica.

L'impianto oleodinamico di ciascun gruppo risulterà composto da:

- 1 Centralina oleodinamica con:
 - 1 Serbatoio per l'olio completo di rubinetto di scarico olio, tappo con sfiato e filtro, indicatore visivo del livello e temperatura olio.
 - 1 Vasca di raccolta dell'olio.
 - 1 Pompa di pressurizzazione ad ingranaggi completa di filtro di aspirazione ed azionata da un motore trifase 400 V.
 - 1 Accumulatore di pressione all'azoto per la chiusura di emergenza, completo di pressostati regolabili e muniti di contatto elettrico di scambio per la ricarica.
 - Livello a galleggiante con contatto elettrico di scambio per il controllo del livello dell'olio del serbatoio.
 - Manometro φ 50 mm installato a valle della pompa per il controllo visivo della pressione dell'olio nel circuito oleodinamico.
- 2 Valvole proporzionali per il comando dei servomotori delle spine.

- 1 Valvola proporzionale per il comando del servomotore dei tegoli.
- 1 Eletrovalvola per il comando della valvola di macchina.
- 10 Valvole di regolazione di flusso pilotate
 - Valvole di sovrappressione
 - Filtri in pressione ed aspirazione
 - Valvola regolatrice di pressione a valle della pompa.
 - Valvola di sicurezza per massima pressione.
 - ca. 100 lt olio idraulico biodegradabile tipo PANOLIN Turwada Synth
 - Termostato tarabile con contatto elettrico di scambio per il controllo della temperatura dell'olio nel serbatoio.
 - Quadro elettrico con morsettiera per l'allacciamento del regolatore elettronico.

3.1.2 Tubazione di Allacciamento e Valvola di Macchina

La dotazione di centrale sarà comprensiva della fornitura della tubazione d'allacciamento delle turbine, a partire dalla flangia a monte della valvola di macchina, fino all'allacciamento dei sei iniettori delle due Pelton gemelle.

La fornitura comprenderà:

- 1 Diramatore principale DN 1100/DN 800/DN 800 completo di rinforzi e tubi per il collegamento della condotta forzata con i due gruppi idroelettrici, L = ca. 10 m;
- 2 Valvole a farfalla DN 800, PN 25, apertura con attuatore oleodinamico, chiusura con contrappeso, attacchi a flangia. Corpo e disco in ghisa sferoidale GS 500-7 UNI-ISO 1083-91. Completa di finecorsa induttivi per segnalazione VALVOLA APERTA / CHIUSA.
- 2 Bypass automatici per il livellamento della pressione a monte ed a valle della valvola di macchina, formato da valvola motorizzata 24 Vcc e manuale in serie, completo di flange, tubi, curve, ecc.,
- 2 Giunti di smontaggio DN 600, PN 25.
- 2 Distributori a spirale DN 800 / 6 x DN 150, PN 25 con profilo idraulico idoneo per l'alimentazione dei 6 iniettori della turbina, completo di rinforzi in acciaio.
- 2 Passamano in prossimità degli iniettori per facilitare eventuali ispezioni.

3.2 Generatore

Per ciascun gruppo il generatore impiegato sarà del tipo trifase sincrono.

Il generatore sincrono ad asse verticale sarà idoneo ad essere accoppiato direttamente alla girante della turbina, con cuscinetti a rotolamento calcolati per sopportare il peso proprio delle parti rotanti e la spinta radiale massima che può verificarsi durante il funzionamento.

I supporti verranno dimensionati per sopportare tutti gli sforzi radiali ed assiali della turbina.

Di seguito vengono riportate le principale caratteristiche tecniche del generatore:

Dati tecnici:

- Potenza nominale: 3.000 KVA
- Potenza attiva nominale: 2.400 KW
- Tensione trifase concatenata: 6,3 KV
- Fattore di potenza: 0,8
- Frequenza: 50 Hz
- Giri: 428 min⁻¹
- Numero poli: 14
- Raffreddamento: a circuito chiuso IC81
- Classe di protezione: IP 23
- Accoppiamento diretto
- Cuscinetti rinforzati a rotolamento con lubrificazione a grasso
- Forma costruttiva V1

Protezioni:

- isolamento in classe H
- termosonda anti condensazione
- 3 x termosonde PT 100 in cava
- 2 x termosonde PT 100 nei cuscinetti
- 1 x vibrometro sul cuscinetto lato A

3.3 Gru Elettrica a Ponte Bitrave

Per la movimentazione delle apparecchiature, sia per la fase di allestimento sia in occasione degli interventi di manutenzione, è prevista l'installazione di due carroponti

1. uno nell'edificio centrale in caverna;
2. uno a servizio del pozzo che collegherà la centrale in caverna con la galleria superiore di accesso al manufatto dissabbiatore, galleria che, viste le sue caratteristiche dimensionali e costruttive, verrà utilizzata come strada di accesso principale all'impianto.

Di seguito sono riportati i dati tecnici dei due carroponti.

Dati tecnici:

- Tipo: Carroponte a bitrave con azionamento elettrico
- Portata al gancio: 30,0 ton.
- Scartamento: 13,6 m (centrale), 7 m (pozzo verticale)
- Struttura: Bitrave con travi a cassone
- Unità di sollevamento: Argano normalizzato
- Velocità di sollevamento: 4/m/min
- Velocità di sollevamento ridotta: 0,8/m/min
- Velocità scorrimento ponte principale: 40 m/min
- Velocità scorrimento ponte ridotta: 10 m/min
- Velocità traslazione carrello principale: 20 m/min
- Velocità traslazione carrello ridotta: 5 m/min
- Tensione di alimentazione: 400 V – 50 Hz
- Comandi da pulsantiera pensile scorrevole indipendente
- Peso indicativo: 20.000 kg (centrale), 15.000 (pozzo verticale)

3.4 Opere Elettromeccaniche Opera di Presa**3.4.1 Generalità**

Si riportano di seguito la descrizione delle opere elettromeccaniche e delle opere ausiliare che saranno installate presso l'opera di captazione.

3.4.2 Paratoie

Come già evidenziato nelle premesse, l'impianto in progetto intende sfruttare le portate fluenti attraverso la galleria di scarico del "lago residuo C", bacino lacustre formatosi in seguito alla frana del monte Toc avvenuta il 9 ottobre 1963.

Per far ciò si prevede di realizzare un apposito manufatto di presa poco prima dello sbocco della galleria di sorpasso nella forra del Vajont, manufatto che verrà realizzato in adiacenza alla galleria di accesso alla porta stagna a presidio della galleria di sorpasso.

Nel dettaglio l'opera di captazione, di tipo laterale, sarà presidiata da tre paratoie di captazione ad azionamento oleodinamico (dim. 3x1,5 m) e da due paratoie piane (dim. 1,0x0,5 m) poste sul fondo della vasca di calma realizzata nella galleria di sorpasso, paratoie che verranno utilizzate esclusivamente

- ✓ per le operazioni di pulizia;
- ✓ per le operazioni di manutenzione della struttura;

- ✓ per la messa in secca (per motivi di sicurezza) del tratto terminale della galleria di sorpasso.

L'acqua captata dall'opera di presa laterale si immetterà quindi nel manufatto dissabbiatore che sarà dotato di una paratoia piana (dim 1,0x1,0 m) per permettere le operazioni di svuotamento, pulizia o eventualmente per regolare il livello del pelo dell'acqua all'interno del manufatto.

Di seguito si riportano sommariamente le principali caratteristiche delle paratoie che verranno installate presso l'opera di captazione.

Captazione

- 3 Paratoie di Captazione e Sezionamento
 - telaio interno al muro
 - piastra paratoia con guarnizione su 4 lati
 - dimensione luce: 3,0 larghezza ed 1,5 altezza
 - azionamento oleodinamico a scorrimento verticale

Sghiaiatore Esterno

- 2 Paratoie
 - telaio interno al muro
 - piastra paratoia con guarnizione su 4 lati
 - dimensione luce: 1,0 larghezza ed 0,5 altezza
 - azionamento oleodinamico a scorrimento orizzontale (in alternativa paratoia a clapet ad azionamento oleodinamico)

Dissabbiatore

- 1 Paratoia scarico dissabbiatore
 - Telaio interno al muro
 - Piastra paratoia con guarnizioni a 4 lati
 - Dimensione luce: 1,0 larghezza ed 1,0 m
 - azionamento oleodinamico a scorrimento verticale

La caratteristica costruttive delle paratoie sono riportate nelle tabelle seguenti:

PARATOIA PIANA

Tenuta	4 lati
Tipo tenuta superiore	Profilo in polizene
Tipo tenuta inferiore	Profilo in polizene
Tipo tenute laterali	Profili in polizene
Tipologia paratoia	A strisciamento
Tipo comando movimentazione e comando	Attuatore elettrico

Materiali:

Diaframma	S275JR
Gargami	S275JR
Tenute	Polizene
Ruote di scorrimento	Acciaio C40
Bulloneria	Acciaio

Trattamenti:

Diaframma	Verniciatura: 1 primer – 2 strati di vernice
Gargami	Verniciatura: 1 primer – 2 strati di vernice
Bulloneria	Zincatura

3.4.3 Organi di Intercettazione

Di seguito si riportano sommariamente le principali caratteristiche dei grigliati che verranno installate all'imbocco dell'opera di presa e prima dell'ingresso alla vasca di carico.

Nelle figure che seguono sono evidenziate anche le modalità costruttive dei profilati che si intendono porre in opera.

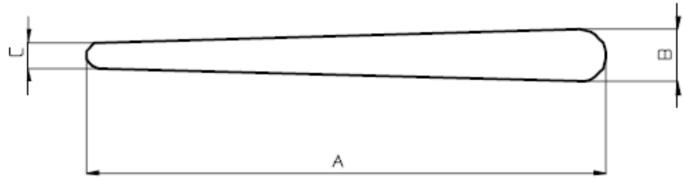
Griglia sulla Galleria di by-pass posta all'imbocco dell'Opera di Presa

- Griglia a maglia grossa
- N° 3 Griglie d'ingresso
- Larghezza 3,0 m x altezza 1,5 m
- Grigliato con profilato speciale (altezza 100 mm, larghezza 29,40 mm)
- Luce 50 mm
- Zincato a caldo

Griglia posta all'ingresso della Vasca di Carico

- Grigliato a maglia fine
- 3 pezzi da - Larghezza 3,00 m x lunghezza 2,15 m
- Griglia con profilato speciale alta 70 mm larga 8 mm
- Luce 15 mm
- Zincata a caldo

PROFILO SPECIALE IDRODINAMICO 3



N° PRE	DIMENSIONI			Kg/m		N° PROF
	A	B	C			
6691	60	9	5	3,3		
9165	69,5	19	5	6,8		
7653	70	8	5	3,6		04037
2887	70	10	5	4,1		01040
3237	80	12	6	5,6		01196
8529	125	20	10	14,5		04294
3397	150	15	8	13,5		01275

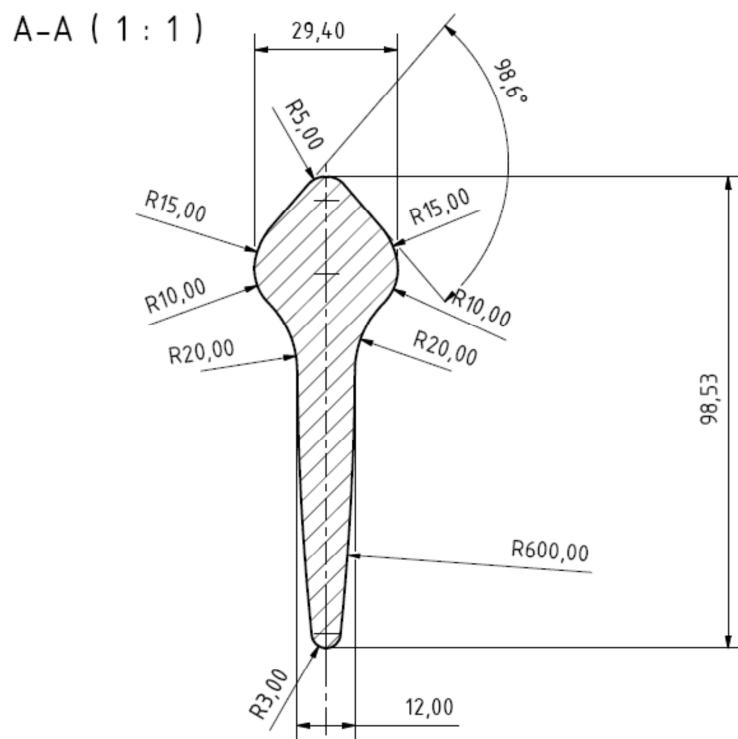


Figura 3: Tipologia della griglia grossa e griglia fine che verranno utilizzate nell'impianto in progetto.

4 IMPIANTI DI TRASFORMAZIONE E DISTRIBUZIONE

4.1 Dispositivi di Trasformazione

Gli impianti elettrici di trasformazione e trasporto dell'energia elettrica saranno ubicati all'interno della centrale di produzione. I principali componenti dell'impianto sono:

- n° 2 quadri di macchina dotati dell'unità di misura UTF, dell'interruttore di potenza motorizzato tipo NZM 10 e del sistema di sbarre in rame, completo di relativi attacchi e supporti;
- n° 2 condutture dal quadro di macchina/interfaccia al trasformatore costituite da cavi unipolari del tipo RG7H1R (6/10 kV) avente sezione 300 mm², posati in passerella metallica, per una lunghezza di linea di circa 100 metri;
- n° 2 trasformatori elevatori M.T./M.T. del tipo in olio, avente tensione nominale al primario 6,3 kV, tensione nominale al secondario 20.000 V, potenza nominale di 3.150 KVA, collegamento DYn 11, ubicati in un vano dedicato e dotati di opportune aperture di aerazione;
- n° 2 quadri di rifasamento dotati di una opportuna batteria di condensatori trifasi per il rifasamento a vuoto dei trasformatori;
- n° 2 condutture dal trasformatore al quadro M.T. costituite da una terna di cavi unipolari tipo RG7H1R (18/30kV) di sezione 95 mm², per una lunghezza di linea di circa 100 metri, posati in apposite mensole a parete (in alternativa in cunicolo ricavato nella fondazione);
- scomparti blindati in M.T. dotati degli opportuni interruttori, sezionatori e sistemi di protezione della linea.

4.2 Quadro misurazione e Protezione

Ciascun gruppo sarà dotato di un quadro di misurazione e protezione.

In ciascun quadro verranno sistemati tutti gli elementi di misura, protezione e comando del generatore e dei circuiti MT, nonché l'unità di sincronizzazione automatica dell'interruttore di macchina. Il cablaggio e le tarature dei relè omologati verrà eseguito secondo le vigenti norme CEI 0-16. Il generatore verrà protetto contro sovratensione, sovraccorrente, corto circuito e terra statore. I principali parametri di funzionamento (P, Q, U, I) verranno visualizzati con strumenti analogici sul fronte del quadro. Il sincronoscopio permette a scelta anche una sincronizzazione manuale. La sincronizzazione automatica verrà realizzata con dei relè speciali, sincronizzazioni errate verranno rese impossibili dalla configurazione hardware, specialmente in riguardo alla possibilità della sincronizzazione manuale.

Il regolatore di tensione sarà della generazione più recente in esecuzione digitale.

Le impostazioni manuali e la regolazione manuale della tensione del generatore potrà essere eseguita tramite il Touch Panel e/o dal PC di supervisione. Gli interruttori ausiliari e di comando verranno installati ben visibili in fronte al quadro, protetti con una porta in plexiglas.

Il quadro sarà principalmente composto da:

- 1 Armadio 600 x 600 x 2000 mm con porta in plexiglas ed illuminazione interna.
- 1 Unità di sincronizzazione automatica, con relativa protezione.
- 1 rete multifunzionale, tipo Thytronic Pro NV10P.
- 1 Relè di protezione terra statore.
- 1 Relè di protezione Thytronic NG20 con le protezioni sotto elencati.
- 1 kW – metro.
- 1 kVAR – metro.
- 1 Sincronoscopio.
- 1 Doppio voltmetro.
- 1 Frequenzimetro.
- 1 Voltmetro di sbarra con commutatore.
- 1 Scheda portafusibili 10P SI – 10 con segnalazione di eventuali fusibili scattati.

I relè di tipo Thytronic NG20 adottati garantiranno le seguenti prestazioni:

- Protezione termica (26)
- Minima tensione (27)
- Ritorno di potenza attiva (32R)
- Minima potenza attiva (37P)
- Perdita di eccitazione (40)
- Massima corrente di sequenza inversa (46)
- Immagine termica (49)
- Massima corrente (50/51)
- Massima corrente a dipendenza voltmetrica (51V)
- Massima corrente residua (50N/51N)
- Minimo fattore di potenza (55)
- Massima tensione (59)
- Massima tensione residua (59N)
- Massima e minima frequenza (81U 81O)
- Differenziale di terra ristretta (87NHIZ)
- Mancata apertura interruttore (BF)

4.3 Quadro Interruttore di Macchina

Ciascun gruppo sarà dotato di un quadro di interruttore di macchina.

In ciascun quadro verranno installati l'interruttore di macchina ed il contatore di produzione tarato UTF. Il quadro sarà principalmente composto da:

- 1 Armadio 800 x 600 x 2000 mm con separatore verticale.
- 1 Interruttore motorizzato SIEMENS, Serie 3WL, con accumulatore a molla 230 V, bobina di apertura e chiusura 24 V, bobina di minima tensione, corrente nominale 3 x 1.600 A. Corrente nominale di interruzione con P2 min. 65 kA, unità di intervento per sovraccorrente con due curve tarabili (ritardato in base alla corrente - non ritardato), segnalazione di scatto.
- 1 Unità di misura UTF composta da: trasformatori tarati, contatore ISKRA MT831 teleleggibile tarato, morsettiera Arcudi, certificato di taratura, per la registrazione dell'energia prodotta.
- 1 Serie di convertitori di misura.
- 1 Sistema di sbarre in rame, completo di relativi attacchi e supporti.

4.4 Quadro di Regolazione ed Automazione

Presso la centrale ciascun gruppo sarà dotato del quadro d'automazione contenente il PLC principale che fungerà come unità principale di automazione e come interfaccia con il sistema di supervisione e di telegestione; esso avrà il compito di far sì che il gruppo si adatti automaticamente alle diverse condizioni di carico e di portata garantendo la configurazione di macchina che garantisce il miglior rendimento.

L'automazione sarà realizzata tramite un controllore logico programmabile tipo SIEMENS S7 – 300 con ingressi ed uscite analogiche e digitali in sistema modulare, completo di Memorycard per evitare la perdita di dati in caso di mancanza di alimentazione.

Il PLC sarà comunque subordinato, per i disturbi principali, a dei relè che agiscono direttamente sull'interruttore e sul dispositivo d'arresto.

Il concetto del quadro permette la gestione in modo automatico, semiautomatico oppure manuale a scelta tramite gli interruttori di comando o il pannello interattivo Touch Panel (Siemens TP177B) sul quadro, oppure tramite il PC di visualizzazione e telegestione.

I principali parametri di funzionamento verranno visualizzati con strumenti analogici sul fronte del quadro.

In caso di anomalie l'impianto si fermerà automaticamente, al ritorno dello stato normale l'impianto si riavvierà e rimetterà in parallelo in automatico.

Le segnalazioni dei disturbi e stati verranno eseguiti a 24 V CC.

I circuiti di segnalazione saranno protetti con fusibili, e la fulminazione degli stessi sarà segnalata tramite LED e trasmesso alla logica programmabile, la quale effettuerà le manovre necessarie.

I vari indicatori e interruttori ausiliari e di comando verranno installati ben visibili in fronte al quadro, protetti con una porta in plexiglas.

I compiti dell'automazione riguarderanno la:

- Gestione automatica dell'impianto
- Regolazione digitale di giri e livello
- Avviamento ed arresto automatico dell'impianto
- Ottimizzazione del rendimento
- Regolazione dell'energia reattiva
- Riconoscimento del parallelo o del non parallelo con la rete pubblica
- Indicazione ed arresto in caso di anomalie

Il quadro sarà composto da:

- 1 Armadio 600 x 600 x 2000 mm con porta in plexiglas ed illuminazione interna.
- 1 Controllore programmabile tipo SIMATIC S7- 315 PN con Memory Card e tutti gli ingressi ed uscite digitali ed analogici necessari.
- 1 Panello visualizzatore tipo SIEMENS TOUCH PANEL TP177B, multicolore.
- 1 Unità digitale per la regolazione di livello costante in vasca di carico. Il sistema esegue la regolazione di potenza e/o livello costante nella marcia in parallelo con la rete pubblica ed in servizio isolato di centrale. La scelta dell'apertura delle spine avverrà secondo un programma di ottimizzazione del rendimento della turbina.
- 1 Unità elettronica per la regolazione dei giri.
- 2 Unità di comando e visualizzazione dell'apertura delle spine.
- 1 Unità di comando e visualizzazione dei tegoli.
- 1 Unità di comando e visualizzazione della valvola di macchina.
- 1 Unità di comando e visualizzazione del bypass.
- 1 Serie di convertitori di misura.
- 1 Scheda portafusibili 10P SI – 10 con segnalazione di eventuali fusibili scattati.

4.5 Quadro Servizi Ausiliari

Il quadro servizi ausiliari sarà destinato allo smistamento delle alimentazioni trifasi e della corrente continua (24V c.c.) alle diverse utenze necessarie per la gestione del gruppo idroelettrico.

La batteria stazionaria integrata garantirà l'alimentazione dei circuiti anche in caso di assenza della rete; questa batteria, in esercizio normale, verrà tenuta sotto carico da un caricabatteria dedicato.

Un secondo caricabatteria identico con modulo di ridondanza garantirà l'alimentazione anche in caso di guasto del caricabatteria principale.

L'alimentazione del quadro avverrà attraverso due trasformatori dedicati 690/400 V con relativo sistema di commutazione rete. Il contatore installato servirà per la registrazione dei consumi propri in centrale.

Tutti i relè all'interno del quadro S.A. saranno alimentati a 24 Vcc con separazione galvanica dai circuiti di misurazione. I vari indicatori e interruttori ausiliari e di comando verranno installati ben visibili in fronte al quadro, protetti con una porta in plexiglas.

Tutti gli interruttori e teleruttori installati saranno delle ditte Moeller e Siemens.

Il quadro sarà composto da:

- 1 Armadio 600 x 600 x 2000 mm con porta in plexiglas ed illuminazione interna.
- 1 Armadio 800 x 600 x 2000 mm con separatore verticale.
- 1 Interruttore generale con relative protezioni.
- 1 Trasformatore in resina, 20/0,4 KV, 50 kVA.
- 1 Sistema di commutazione rete.
- 1 Unità di misura per il conteggio del consumo proprio in centrale composta da: trasformatori tarati, contatore ISKRA MT831 teleleggibile tarato, morsettiera Arcudi, certificato di taratura.
- 2 Caricabatteria stabilizzati 24 V con caratteristica UI, costanza di tensione 1 %, corrente di carica 20 A, completi di trasformatori e induttanze di livellamento, moduli di ridondanza.
- 1 Blocco batterie stazionarie 24 V, 200 Ah.
- 1 Voltmetro di sbarra con commutatore.
- 1 Voltmetro tensione batteria, 0 – 40 V.
- 1 Amperometro di carica.
- 1 Serie di convertitori di misura.
- 1 Serie d'interruttori termomagnetici 10 – 32 A per diverse utenze.
- 1 Serie d'interruttori termomagnetici differenziali per punti luce e prese.
- 1 Scheda portafusibili 10P SI – 10 con segnalazione di eventuali fusibili scattati.

4.6 Quadro Gestione Vasca di Carico

Presso la centrale troverà posto anche il quadro di teletrasmissione e gestione della vasca di carico.

La gestione avverrà in modo automatico dalla centrale, con la possibilità di manovra manuale sia dalla centrale sia alla vasca di carico.

Nel quadro sarà installato un'unità periferica PLC per l'elaborazione dei dati e la trasmissione al PLC Master in centrale con segnale ottico.

Il quadro sarà principalmente composto di:

- 1 Armadio in acciaio inossidabile 600 x 400 x 1800 mm con illuminazione interna.
- 1 Stazione remota PLC, tipo SIEMENS - IM 151, completa di alimentatore, moduli BUS, nonché di tutti gli ingressi ed uscite digitali ed analogici necessari.
- 1 Panello visualizzatore tipo SIEMENS TOUCH PANEL TP177B, multicolore.
- Unità di elaborazione dei segnali provenienti dalla sonda di livello installata nella vasca di carico.
- 6 Unità di alimentazione per paratoie, ciascuna composta da: protezione termica, contatti ausiliari, protezione contro scariche atmosferiche, ecc.
- 1 Blocco batterie 24 V, 55 Ah con relativo caricabatteria stabilizzato.
- 1 Voltmetro di sbarra 400 V.
- 1 Voltmetro 24 V.
- 3 Scaricatori Dehnguard DG275.
- 1 Serie di interruttori termomagnetici 10 – 32 A per diverse utenze.
- 1 Serie di interruttori termomagnetici differenziali per diverse utenze.
- 1 Serie di teleruttori con protezioni termiche e contatti ausiliari.
- 1 Scheda portafusibili 10P SI – 10 con segnalazione di eventuali fusibili scattati.

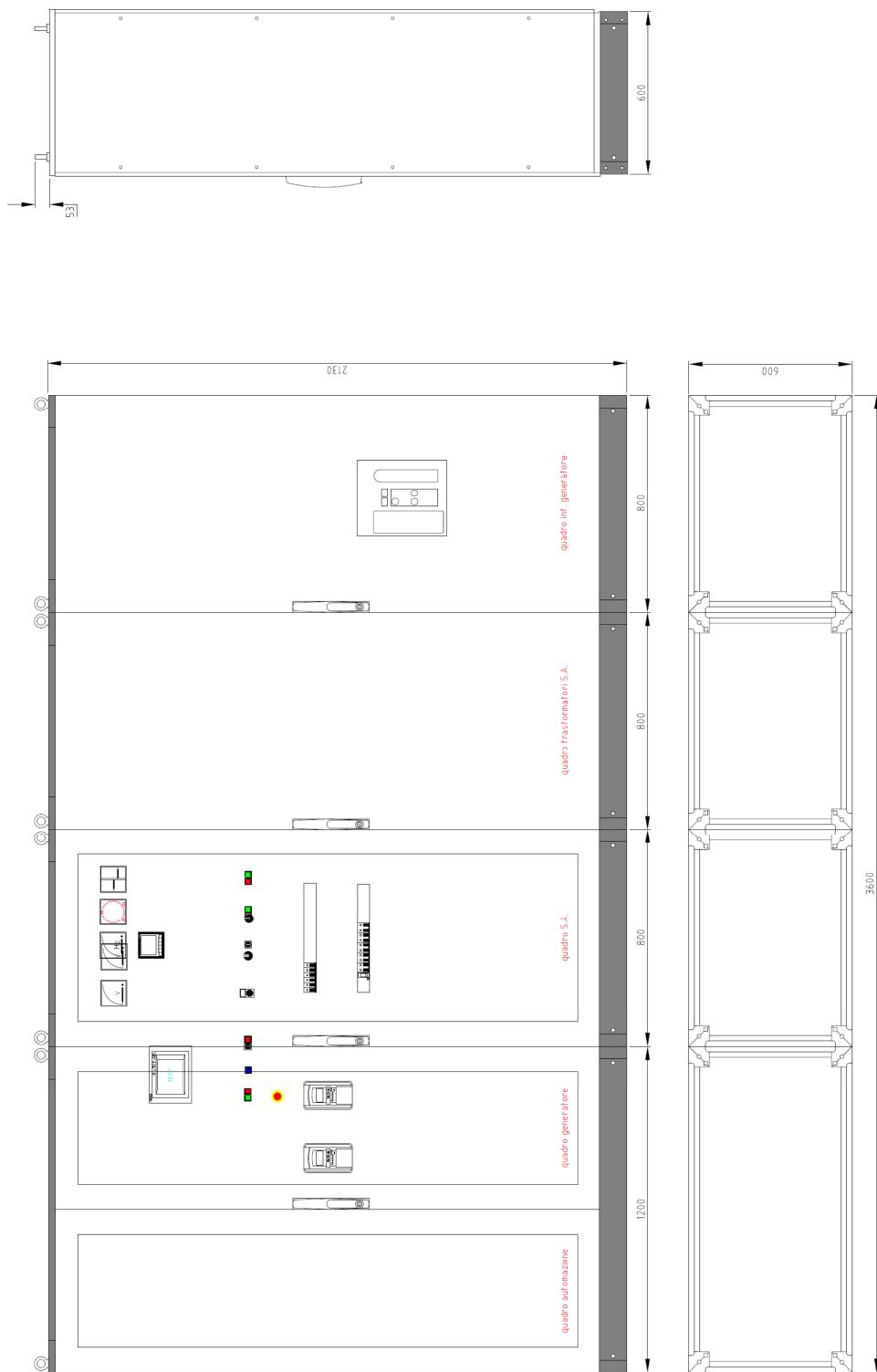


Figura 4: Tipologia quadri elettrici di centrale.

4.7 Trasformatore Elevatore a Perdite Ridottissime

L'impianto sarà dotato di due trasformatore di potenza, uno per ogni gruppo di produzione.

I trasformatori adottati saranno del tipo trifase in olio con attacchi a spina (MT); saranno dotati di conservatore per installazione esterna / interna, telaio con rotelle, esecuzione secondo le norme CEI e standard ENEL, commutatore di tensione (- 2,5% 0 + 2,5%) sul coperchio, essiccatore.

Di seguito vengono riportate le principale caratteristiche tecniche dei trasformatori:

Accessori singolo trasformatore:

- 1 Conservatore.
- 1 Relè Buchholz a due contatti.
- 1 Indicatore livello olio senza contatti.
- 1 Termometro con contatti di allarme e scatto.
- 1 Commutatore a vuoto.
- 1 Valvola di sovrappressione sul serbatoio.
- 1 Essiccatore al silicagel.
- 1 Terna di prese ad innesto rapido tipo Elastimold, parte fissa e mobile.

Dati tecnici singolo trasformatore:

- Marca: SEA SpA
- Tipo: ONAN TTO-4 a perdite ridotte
- Potenza nominale: 3.150 kVA
- Tensione primaria: 20 kV □ 2 x 2,5%
- Tensione secondaria: 6,3 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Collegamento: Dyn 11
- Perdite a vuoto: 600 W
- Perdite cc: 22.000 kW
- Tensione cc: 6 %
- Peso totale: ~7.000 kg
- Peso olio: ~725 kg

4.8 Scomparti Blindati MT in Centrale

Gli scomparti blindati utilizzati saranno in classe di protezione IP21 del tipo certificato sia secondo le norme vigenti sia secondo le prescrizioni della norma CEI 17-21 e 17-6.

Il quadro M.T. sarà costituito da due unità modulari compatte ad isolamento in aria equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento in SF6 (ABB o Siemens).

Lo scomparto interruttore sarà dotata di un relè di protezione corrente secondo le norme vigenti CEI 0-16.

Ogni interruttore di potenza verrà fornito in isolamento sottovuoto (ABB o Siemens), inoltre è previsto l'inserimento di resistenze antiferroresonanza.

Tutti gli scomparti saranno corredati di resistenza di anticondensa con termostato, illuminazione interna con possibilità di sostituzione delle lampade anche con quadro in tensione.

Dati tecnici:

- Tensione nominale: 24 kV
- Corrente nominale: 400 A
- Tensione impulsiva contro terra: 125 kV
- Isolamento contro terra: 50 kV
- Corrente impulsiva: 40 kA
- Corrente di punta per 1 sec.: 16 kA

L'impianto è composto da:

- 1 Scomparto d'ingresso linea, con sezionatore di terra, TV e indicatori capacitivi di tensione.
- 1 Scomparto d'interruzione e protezione trasformatore, con interruttore tipo SACEHAD in isolamento sottovuoto, completo di relè di protezione Pro NA 16.

Accessori:

- 1 Set di guanti isolanti 20 kV, completi di box di contenimento.
- 1 Pedana isolante.
- 1 Kit di cartelli antinfortunistici.



Figura 5: Dispositivo Generale tipo

4.9 Scomparti Blindati MT in Cabina di Consegna

Il quadro di consegna M.T. troverà posto presso un apposito vano realizzato a ridosso del punto di consegna Enel.

Il quadro di consegna M.T. 24kV 400A 16kA sarà composto da n° 2 scomparti componibili serie ROTOBLOC IMEQADRI DUESTELLE, conformi alle norme CEI60694 e CEI60298, realizzati in lamiera zincata di spessore 20/10mm, fronte verniciato con vernice epossidica colore grigio RAL 7035 ad effetto buccato.

Tutte le manovre dovranno essere eseguite dall'esterno con una serie di interblocchi che dovranno impedire errate manovre.

L'accesso agli scomparti sarà consentito solo con le lame di messa a terra chiuse.

Ogni scomparto sarà dotato di circuito di messa a terra di tutte le parti fisse e mobili.

La cella sbarre risulterà segregata dalla cella apparecchiature con grado di protezione IP2X facente corpo unico con le apparecchiature di interruzione o sezionamento.

Il grado di protezione esterno sarà IP3X.

Il quadro sarà così composto:

- Scomparto tipo SIF con Interruttore di potenza in vuoto, serie TA di fase + TA toroidale, relè di protezione NA16 incorporato nel quadro di BT sovrapposto allo scomparto;
- Scomparto tipo CA con TV fase/fase 20/0,23kV 1000VA;
- quadretto (ca. 500x400x200mm) di rifornimento/alimentazione relè di protezione e luci cabina, con caricabatterie e accumulatore stazionario 50Ah, serie di partenze;
- cavo di connessione RG7H1R 18/30kV, avente sezione 95 mm², tra centrale di produzione (quadro MT) e cabina di consegna lato ENEL (ca. 1050 m);
- cavo di connessione RG7H1R 18/30kV, avente sezione 95 mm², tra cabina Utente e cabina di consegna lato ENEL (ca. 10 m);
- cavo multipolare tipo FG7OR (0.6/1kV), avente sezione 95 mm², tra centrale di produzione (quadro BT - quadro controllo) e cabina UTENTE (ca. 1050 m);
- cavo multipolare tipo FG7OR (0.6/1kV), avente sezione 95 mm², tra cabina Utente e cabina di consegna lato ENEL (ca. 10 m);
- cavo in fibra ottica tra centrale di produzione (quadro controllo) e c cabina Utente (ca. 1050 m);
- n. 1 trasformatori servizi ausiliari 20/04 KV da posizionare in centrale.

Dati tecnici:

- Tensione nominale: 24 kV
- Corrente nominale: 400 A
- Tensione impulsiva contro terra: 125 kV
- Isolamento contro terra: 50 kV
- Corrente impulsiva: 40 kA
- Corrente di punta per 1 sec.: 16 kA

4.10 Vettoriamento

Per connettere l'impianto idroelettrico alla rete nazionale di distribuzione elettrica in media tensione (20 kV) il progetto prevede la realizzazione di una nuova cabina di consegna e trasformazione in entra/esce prefabbricata che molto probabilmente sarà collegata in antenna con una cabina secondaria presente in zona.

La soluzione di connessione alla Rete MT è stata studiata:

- per sfruttare le caratteristiche della rete in MT nell'area di intervento, in modo da contenere le opere necessarie all'impianto di connessione ed evitare soluzioni che avrebbero determinato problematiche sotto l'aspetto tecnico (formazione di cavidotti lungo la viabilità principale con possibilità di intercettazione di sotto-servizi, quali gas, acquedotto...) o disagio alla popolazione locale (disagi nella viabilità e nelle attività antropiche...);
- per garantire l'accessibilità del Gestore della Rete M.T. al punto di consegna per tutto il periodo dell'anno;
- per rendere minimale l'impatto delle opere sul paesaggio e sull'ambiente.

Per effettuare la connessione con la rete MT si prevede quindi:

LINEA MT CENTRALE-PUNTO DI CONSEGNA

- I. la formazione di una mensola dove posare i cavi (in alternativa apposita canaletta realizzata sulla fondazione) dal quadro MT di centrale fino al pozzo verticale che collega la centrale in caverna con il dissabbiatore (lunghezza 30 m circa, altezza mensola da terra >2,5 m);
- II. la formazione di un apposito cavidotto DN160 lungo il pozzo verticale che collega la centrale in caverna con il dissabbiatore (lunghezza 130 m circa);
- III. la formazione di un secondo e terzo cavidotto DN160 lungo il pozzo verticale che collega la centrale in caverna con il dissabbiatore dove posizionare il cavo di BT ed i cavi di segnale (lunghezza 130 m circa);
- IV. la formazione lungo la galleria di accesso al dissabbiatore di una mensola dove posare i cavi MT (lunghezza 510 m circa, altezza mensola da terra >3,5 m);
- V. la formazione lungo la galleria di accesso al dissabbiatore di una mensola dove posare i cavi BT ed il cavo di segnale (lunghezza 520 m circa, altezza mensola da terra >2,5 m);
- VI. la formazione di un doppio cavidotto interrato (BT-MT) caratterizzato da uno sviluppo complessivo di 370 m che dall'ingresso della galleria si svilupperà su strada fino alla cabina di consegna.

PUNTO DI CONSEGNA¹

- I. la formazione di una cabina di consegna e trasformazione in entra/esce con struttura prefabbricata (con annesso Locale Misure e Locale Utente);

LINEA DISTRIBUZIONE MT²

- I. il collegamento in antenna con una cabina secondaria presente in zona mediante la realizzazione di una linea in cavo sotterraneo Al 185 mmq dello sviluppo di 15 m circa su terreno naturale (doppia terna nel medesimo scavo);
- II. interventi sulla rete esistente, nel dettaglio la formazione di giunti di inserimento in rete per la soluzione di connessione cabina di consegna con entra-esce in cavo interrato.

Come evidenziato per connettere l'impianto alla Rete di Distribuzione Nazionale in MT è prevista la realizzazione di una nuova cabina di consegna e trasformazione in entra/esce prefabbricata.

Il locale prefabbricato Enel dovrà garantire le prescrizioni previste dalla specifica Enel DG2092, in particolare:

- un accesso diretto e indipendente da via aperta al pubblico, sia per il personale sia per un autocarro di portata media con gru, peso a pieno carico < 24T per il trasporto delle apparecchiature;
- una adeguata ventilazione, di regola a naturale circolazione di aria, dotando il locale di opportune aperture in grado di garantire un grado di protezione IP 33;
- una affidabile impermeabilità dell'intera struttura, in modo da non essere soggetti ad allagamenti o infiltrazioni d'acqua;
- la non fuoriuscita verso l'esterno del locale dell'olio eventualmente sversato dal trasformatore;
- la non propagazione di fumi, fiamme e calore all'esterno.

La cabina Enel, dotata di apposito vano misure, sarà caratterizzata indicativamente da una dimensione netta interna di 6,53 x 2,3 m (altezza utile interna 2,5 m).

Annessa alla cabina Enel verrà posizionato anche la Cabina "Utente" realizzata anch'essa in pannelli componibili: il manufatto, che avrà le medesime caratteristiche dimensionali della cabina Enel, verrà posizionato dirimpetto alla cabina di consegna in modo da rendere la struttura più compatte, meno ingombrante ed in modo da facilitare i collegamenti elettrici.

¹ La soluzione proposta risulta essere indicativa in quanto sarà Enel a proporre la soluzione di allaccio più opportuna.

² La soluzione proposta risulta essere indicativa in quanto sarà Enel a proporre la soluzione di allaccio più opportuna.

Per meglio inserire l'opera nel contesto ambientale e rendere più armonioso il manufatto con il paesaggio circostante è previsto il rivestimento della muratura esterna.



Figura 6: Esempio di rivestimento pareti esterne cabine prefabbricate.

Il collegamento in antenna dalla cabina secondaria MT/BT verrà effettuato con molta probabilità mediante la realizzazione di un apposito cavidotto interrato.

Considerando la tipologia del terreno, la destinazione d'uso delle strade presenti nell'area in esame ed in conformità con quanto prescritto dalla normativa elettrica CEI 11-17 sulla posa dei cavidotti in media tensione (da qui in poi MT), i cavi saranno collocati all'interno di una tubazione rigida in materiale plastico, a sua volta interrato in una canalizzazione tipo B (solitamente prevista per posa al di sotto di strade pubbliche); la profondità minima di scavo all'estradosso della tubazione risulterà pertanto non inferiore ad 1,00 m.

Nel complesso l'opera sarà pertanto costituita, come evidenziato in figura, da:

1. una protezione meccanica del cavidotto costituita da tubo rigido in HDPE;
2. un letto in sabbia per l'alloggiamento e la stabilizzazione della tubazione;
3. uno strato di riempimento costituito da inerte (terra di scavo);
4. un manto superficiale di stabilizzato/terra.

Secondo quanto richiesto dalla normativa il passaggio dei cavi verrà segnalato collocando un nastro estensibile a non meno di 20 cm al di sopra dell'estradosso della tubazione; il nastro impiegato sarà conforme alle prescrizioni ENEL (DS 4285, matricola 85 88 33), in PVC plastificato oppure PE reticolato, di colore rosso e recante la dicitura, sul lato rivolto verso l'alto in nero ed a caratteri cubitali chiaramente leggibili, "ENEL – CAVI ELETTRICI".



Figura 7: Nastro di segnalazione unificato ENEL.

La tubazione che alloggerà il cavo sarà composta di HDPE, con diametro esterno $\varnothing = 160$ mm e diametro interno minimo non inferiore a 125 mm, corrugato esternamente e con guaina interna liscia; i colori dei due strati (liscio interno e corrugato esterno) dovranno essere visibilmente differenti.

Il tubo sarà necessariamente rigido sui tratti in rettilineo e dovrà presentare un grado di resistenza all'urto minimo pari ad "N" ed una resistenza allo schiacciamento di almeno 750 N, conformemente alle normative CEI 11-23 (CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4) ed alle prescrizioni ENEL DS 4235/8 (matricola 29 55 27); la fornitura prevede anche i giunti di collegamento fra sbarre successive.

La posa avverrà garantendo un raggio di curvatura della tubazione in concomitanza di eventuali ostacoli non inferiore ad 1,5 m, ed uno strato di sabbia minimo di 10 cm al di sopra dell'estradosso del tubo.

5 IMPIANTI ELETTRICI DI SERVIZIO

Gli impianti elettrici di servizio avranno una propria alimentazione dedicata realizzata in derivazione dalla rete ENEL esercitata in B.T. ($U_n = 400V$ – $f_n = 50Hz$).

5.1 Centrale di Produzione

Il quadro elettrico generale servizi sarà posto all'interno dell'edificio centrale di produzione in prossimità dei quadri di B.T.

Tale quadro, costituito da armadio modulare del tipo per interno avente grado di protezione IP41 e forma 2, contiene le apparecchiature automatiche di protezione e comando di tutte le linee derivate.

L'impianto elettrico di centrale sarà realizzato con condutture in cavo multipolare tipo FG70R (0.6/1kV) inserite in tubazioni plastiche tipo pesante o tubazioni metalliche Fe-Zn munite di scatole/cassette di derivazione posate a vista con modalità tali da garantire il grado di protezione minimo IP55.

Le utenze saranno costituite da un idoneo numero di punti prelievo F.M. formati da blocchi prese a spina industriali tipo IEC 309 (presa 2P+T / 16A, presa 3P+N+T / 16A e presa 3P+T / 32) dotate di interruttore di blocco meccanico e fusibili di protezione, da punti presa serie civile e di servizio, da un numero idoneo di punti luce (locale macchine, galleria di accesso locale trasformatore) formati da armature stagne per lampade fluorescenti lineari da installare a sospensione o a parete.

Tali lampade, aventi grado di protezione IP65, saranno dotate di corpo in policarbonato infrangibile e autoestinguente, di diffusore stampato ad iniezione in policarbonato trasparente con prismature longitudinali e microsaturna interna per un migliore controllo dell'abbigliamento e finitura esterna liscia per facilitare le operazioni di pulizia, aventi grado di protezione IP65 completi di punti di comando.

Inoltre in centrale saranno previste delle luci di emergenza che comprenderanno apparecchi autonomi con lampada da 24W dotati di batterie ermetiche al Ni-Cd; sarà inoltre predisposto un punto per la connessione alla rete telefonica Telecom nel locale utente.

L'impianto elettrico di centrale sarà dotato di sgancio generale per la sua messa fuori servizio con comando a distanza posto in contenitore di colore rosso dotato di diaframma frontale a rottura per pressione, opportunamente segnalato da cartello monitore.

5.2 Opera di Presa

Dal quadro generale servizi sarà derivata la linea alimentante il quadro di distribuzione da installare presso il locale dedicato, realizzato in adiacenza al manufatto dissabbiatore.

La nuova linea, costituita da cavo unipolare tipo FG7OR (0.6/1kV) di formazione 1(3 ½ x 95 mm²), si sonderà lungo la condotta per 150 m a partire dalla centrale di produzione.

La linea sarà posata entro apposito cavidotto interrato del tipo rigido a base di PVC di diametro interno 160 mm.

Il quadro di distribuzione, costituito da cassetta monoblocco modulare del tipo per esterno in acciaio inox avente grado di protezione IP65 e forma 2, sarà posizionato in un opportuno vano impermeabilizzato dotato di botola, ricavato sull'opera di presa.

Il quadro conterrà il punto di prelievo F.M. formato da blocco prese a spina industriali tipo IEC 309 (presa 2P+T / 16A, presa 3P+N+T / 16A) dotate di interruttore di blocco meccanico e fusibili di protezione. Il quadro conterrà le apparecchiature automatiche di protezione e comando di tutte le linee derivate realizzate con condutture in cavo multipolare tipo FG7OR (0.6/1kV) inserite in tubazioni metalliche Fe-Zn posate con modalità tali da garantire un grado di protezione minimo IP55.

Le linee andranno ad alimentare le utenze in campo costituite dalla centralina oleodinamica per l'azionamento dei servomotori delle paratoie.

Saranno previste all'interno del dissabbiatore e della vasca di carico un numero opportuno di lampade, dotate di appropriato grado di protezione (IP65) e specifiche caratteristiche meccaniche, che avranno lo scopo di facilitare le periodiche operazioni di manutenzione.

6 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Sarà realizzato un idoneo impianto di terra atto ad assicurare un valore di resistenza di terra commisurato al valore della corrente nominale di guasto ed al relativo tempo di eliminazione delle protezioni installate a monte nella rete esercitata dall'Ente distributore, in conformità a quanto stabilito dalle Norme CEI 11-1 in vigore.

Tale impianto sarà eseguito posando nel getto di fondazione una rete magliata elettrosaldata connessa in più punti ad un anello dispersore interrato ad una profondità non inferiore a 1 metro nel perimetro dell'edificio ospitante la centrale idroelettrica. L'anello sarà costituito da tondo in Fe-Zn Ø 10 mm e sarà collegato ad un dispersore lineare della stessa natura posto nello scavo predisposto per la messa a dimora dei cavidotti tra centrale e opere di presa.

All'interno della centrale sarà installato il collettore di terra (barra in rame preforata delle dimensioni 350x100x10 mm) al quale saranno collegati il centro stella del trasformatore, i conduttori di protezione, i conduttori equipotenziali e il conduttore di terra.

7 SISTEMA D'AUTOMAZIONE

7.1 Generalità

L'impianto idroelettrico sarà dotato di un sistema di automazione locale con possibilità di supervisione remota tramite linea telefonica per comandare e controllare gli impianti tramite personal computer.

Tale sistema avrà le seguenti funzioni:

- memorizzare i livelli dell'acqua nelle opere di presa a monte e nel dissabbiatore, la portata d'acqua in condotta forzata;
- segnalare lo stato di funzionamento delle utenze (paratoie aperte o chiuse), quello di malfunzionamento (allarmi, scatti apparecchiature di protezione, ecc.);
- **regolare il grado di apertura delle paratoie a presidio delle opere di presa per gestire la portata massima derivata e rispettare i limiti di concessione;**
- il controllo di stato di tutte le apparecchiature dell'impianto elettrico (consumi energia, protezioni, ecc.) in tempo reale con la visualizzazione ed eventualmente la stampa dei dati ricevuti.

Il sistema sarà costituito da:

- due controllori programmabili a microprocessore (PLC) uno “Master” installato nel quadro generale in centrale e uno “Slave” (periferico) installato nel quadro di distribuzione presso il locale quadri adiacente al dissabbiatore;
- dalle linee di connessione ai PLC dei dispositivi in campo posti presso il dissabbiatore e le opere di presa (sensori di livello, misuratore di portata, sensori di posizione, sensori di stato, ecc.) eseguite con cavi di tipo idoneo al segnale trasmesso inseriti in tubi plastici o metallici posati a pavimento / parete;
- dalla linea di collegamento tra i due controllori “Slave” e “Master” della lunghezza di circa 130 metri, realizzata in cavo per trasmissione ottica in fibra di vetro posata entro cavidotto dedicato interrato, del tipo rigido a base di PVC di diametro interno 160 mm. La linea, realizzata in cavo per trasmissione ottica in fibra di vetro sarà posata entro cavidotto interrato del tipo rigido a base di PVC di diametro interno 160 mm;

- dalla linea di collegamento tra il controllore “Master” e la cabina Utente della lunghezza di circa 1050 m, realizzata in cavo per trasmissione ottica in fibra di vetro posata in parte entro cavidotto dedicato interrato ed in parte su mensole, del tipo rigido a base di PVC di diametro interno 160 mm.

7.2 Principio di funzionamento Parallello Rete

Come precedentemente sottolineato la gestione della centrale sarà affidata a un controllore logico programmabile e sarà subordinata alla presenza della tensione in rete MT, al livello dell'acqua a monte ed al consenso di tutte le sicurezze presenti nella centrale.

La sequenza di avviamento, attuata dal controllore, si può sintetizzare nel seguente modo:

- con il massimo livello a monte, con la tensione nella rete M.T. e con il consenso delle protezioni viene aperto l'organo di guardia della macchina attuando così un graduale avviamento;
- il raggiungimento dei giri della turbina verrà segnalato tramite opportuno sensore al sistema di gestione il quale provvederà ad inserire il sistema di regolazione della tensione;
- una volta che la tensione di macchina avrà egualato la tensione di linea il regolatore inserirà il relè di sincronismo che sincronizzerà le grandezze del generatore con quelle della linea abilitando infine la chiusura dell'interruttore;
- da questo momento la turbina sarà governata dal complesso di regolazione che manterrà costante il livello a monte. Naturalmente il gruppo di regolazione sarà servoassistito e controllato in modo che l'impianto funzioni costantemente in sicurezza.

Gli organi di controllo possono determinare:

- allarmi (solo segnalazioni di anomalie);
- scatti (arresto del gruppo con riavviamento automatico, ad esempio mancanza di tensione in rete);
- blocchi (arresto del gruppo per guasto con riavviamento solo dopo eliminazione, da parte del personale addetto, del guasto stesso);
- ad ogni segnale di scatto o di blocco scatterà l'apparecchiatura automatica di sicurezza che provocherà la chiusura rapida dell'organo di guardia e quindi l'arresto del gruppo.

7.3 Strumenti di misura

I misuratori di livello e di portata sono previsti per gestire correttamente il sistema dell'opera di presa e conoscere l'andamento delle portate turbinate, in modo da valutare i rendimenti dell'impianto ed ottimizzarne lo sfruttamento.

Per l'opera di captazione in progetto è previsto:

- I. **un misuratore di portata sulla galleria di sorpasso o by-pass: tale misuratore, che sarà posizionato a monte della presa (10-20 m), avrà lo scopo di monitorare in ogni istante la portata in arrivo dal bacino residuo. Il Sistema di gestione sarà progettato in modo che la portata in ingresso non possa superare il valore massimo stabilito dalla concessione; nel caso il sistema rilevasse ciò andrebbe ad agire sul grado di apertura delle paratoie di captazione per rispettare il limite imposto.**

La conoscenza di tali portate permetterà inoltre una corretta gestione del nodo idraulico (monitoraggio continuo) intercludendo se necessario l'impianto qualora il sistema dovesse registrare un aumento notevole delle portate in arrivo (eventi di prima morbida o piena).

Si riporta a titolo illustrativo la scheda di uno strumento adatto a questa funzione.



II. **un misuratore di portata sulla condotta di adduzione:** tale misuratore avrà lo scopo di determinare in ogni istante la portata effettivamente utilizzata a fini idroelettrici e poi rilasciata in alveo ai piedi della diga. Il Sistema di gestione sarà progettato in modo che la portata in ingresso non possa superare il valore massimo stabilito dalla concessione; nel caso il sistema rilevasse ciò andrebbe ad agire sul grado di apertura delle tre paratoie di captazione per rispettare il limite imposto.

Caratteristiche Strumento di Misura Portata

Presso la sala macchine è previsto di installare un misuratore di portata a tempo di transito.

Il misuratore di portata a tempo di transito esegue le misure di portata, calcolando la differenza di tempo impiegato da un'onda ultrasonora a percorrere nei due sensi, corrente e controcorrente, un tratto di tubo. Il sistema di misura è composto da una coppia di trasduttori ultrasonori accoppiati acusticamente alla parete esterna del tubo (anche se è possibile utilizzare coppie di sensori direttamente a contatto con il fluido da misurare – sensori ad inserzione) e da un'unità “Host” di elaborazione dei segnali inviati e ricevuti dalla coppia di trasduttori. L’unità di elaborazione basata su microprocessore e DSP, fornisce una serie di segnali per l’interfacciamento con il processo o i sistemi di controllo.

La misura viene effettuata grazie all’ausilio di due trasduttori i quali funzionano sia da trasmittitori che da ricevitori.

I sensori vengono installati sulla parete esterna del tubo pieno, ad una distanza specifica l’uno dall’altro: essi possono essere installati con il metodo di montaggio a Z, a V o W (l’ultrasuono attraversa il tubo quattro volte). La selezione della tipologia di montaggio dei trasduttori viene effettuata in base al diametro della tubazione, alle caratteristiche del liquido ed alle condizioni idrauliche: alternativamente i sensori sono utilizzati per trasmettere e ricevere gli impulsi ultrasonori inviati attraverso il percorso tubo-fluido-tubo.

L’ultrasuono viene trasportato più velocemente se viaggia in direzione del flusso anziché controcorrente: da qui viene determinato il differenziale di tempo.

Se la portata è 0 (liquido fermo), il differenziale sarà zero e lo strumento visualizzerà portata zero.

La differenza tra i segnali trasmessi e ricevuti dagli ultrasuoni tra monte e valle vengono calcolati come segue:

la velocità del liquido (V) all’interno del tubo, può essere relazionata con il differenziale (DT): $V = K \cdot D \cdot dt$, dove: K è una costante e D è la distanza tra i trasduttori.

III. un misuratore di livello posto all'imbocco dell'opera di presa: lo strumento risulterà parte integrale del sistema utilizzato e servirà a monitorare anche la portata rilasciata sulla galleria di sorpasso a valle dell'opera di captazione;

IV. un misuratore di livello per gestire il livello della vasca di carico.

Caratteristiche Strumento di Misura Livello

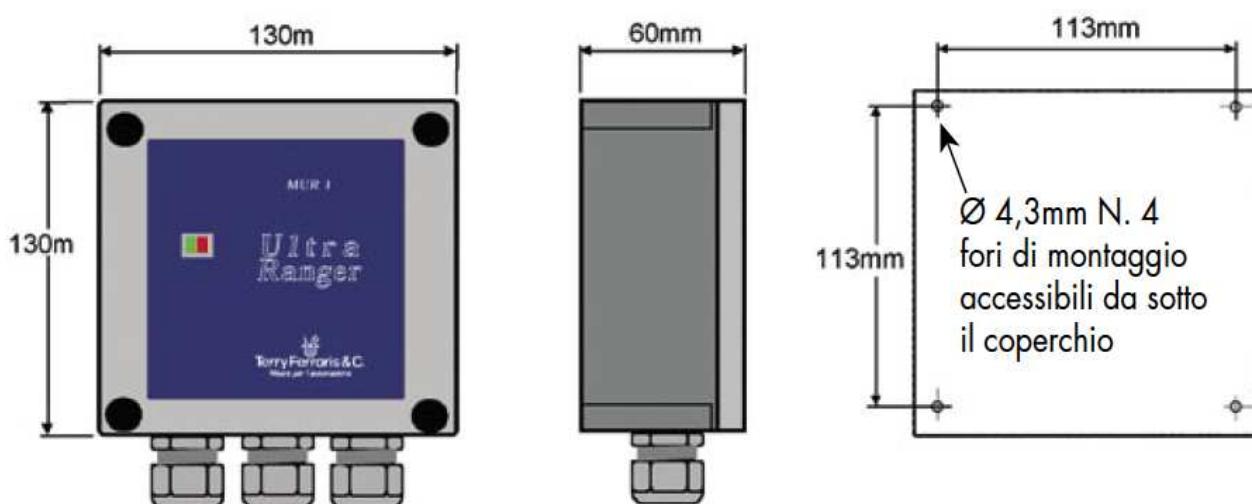
Il progetto prevede l'utilizzo di misuratori di livello a ultrasuoni, per solidi e liquidi composto da un trasduttore a ultrasuoni e un'elettronica separata per l'analisi degli echi riflessi.

Sono disponibili in commercio varie versioni che offrono le stesse prestazioni per l'analisi e l'interpretazione dell'eco riflesso, e differiscono solo per il tipo di segnali in uscita.

Verranno utilizzati sensori programmabili via tastiera posta sul frontalino o via PC attraverso specifici sistemi software appositamente predisposti.

I misuratori di livello a ultrasuoni che saranno utilizzati sono del tipo senza contatto con un'uscita in corrente $4 \div 20mA$ proporzionale al livello, che può essere visualizzata su un display o portata a PLC. È fornito di 2 relé di allarme con contatti di scambio liberi da tensione.

Per risparmiare energia è previsto un funzionamento a intervalli e tempi di funzionamento predeterminati ($1 \div 99$ minuti), ma in caso di necessità la frequenza degli intervalli di rilevazione del livello potrà essere aumentata automaticamente fino ad arrivare alla rilevazione in continuo in caso di eventi critici e riportata agli intervalli di funzionamento precedenti quando il livello torna ai valori normali e ripetibili.



I trasduttori

Gli strumenti di misura di livello sono compatibili con tutti i trasduttori della serie UTF e ciò consente la più ampia possibilità di scegliere quello più adatto.

Il campo di lavoro dei trasduttori va da 2,45 a 40 metri.

L'unità di misura può essere collocata fino a 3000 metri di distanza dal trasduttore e questo consente di risolvere tutti i problemi legati all'installazione.

La connessione del trasduttore UTF con l'unità di misura viene fatta con un cavo tripolare schermato.



Le caratteristiche dei sensori di misura a ultrasuoni

Tutti gli apparecchi hanno 3 pressacavi stagni IP67 e due Led che indicano il funzionamento; possono essere forniti con o senza la tastiera e il display sul frontalino.

La programmazione può essere effettuata, in funzione del modello, con il SW standard in dotazione, o con il programmatore palmare attraverso la porta RJ11 o con la tastiera sul frontalino. Inoltre è possibile effettuare la programmazione, la diagnostica e l'analisi dell'eco e la registrazione dei dati via connettore seriale o USB.

Principali caratteristiche:

Alimentazione 115÷230Vca

Alimentazione 10÷ 28Vcc

Uscita 0/4÷20 mA

Uscita 0÷5Vcc min 10KΩ

Uscita RS 232

Uscita RS 485 Modbus RTU o ASCII

Uscita RS 485 Profibus DPV0/V1

2 Relé SPTD 230V, 2A

Data logger

Il continuo sviluppo di questi prodotti può comportare delle variazioni tra la presente relazione e quanto verrà installato al momento della realizzazione dell'impianto.

Specifiche tecniche tipo

Dimensioni:	130 x 130 x 60 (H x L x P)
Peso:	0,65 Kg
Custodia:	base in ABS, coperchio in policarbonato, resistente alla fiamma UL94HB
Ingresso cavi:	pressacavi 3 x M20 in nylon, per cavi Ø 6 ÷ 12 mm
Distanza trasduttore/elettronica:	max 3000m, cavo tripolare schermato
Grado di protezione:	IP66/67
Precisione:	0,25% del campo di misura o 6 mm dei due il più grande
Risoluzione:	0,1% del campo di misura o 2 mm dei due il più grande
Campo di lavoro:	0,2 ÷ 40m a seconda del trasduttore utilizzato (minimo campo di misura 10 0mm)
Analisi dell'eco:	SW dedicato
Sicurezza:	via codice d'accesso (liberamente programmabile)
Sicurezza dei dati:	RAM non volatile
Alimentazione:	115Vca +5/-10% 50÷60Hz 230Vca +5/-10% 50÷60Hz
Assorbimento:	max10W (tipico 5W)
Fusibili:	50mA @ 200÷240Vca 100mA @ 90÷120Vca
Temperatura elettronica:	-20÷ 50°C
Display:	2 x 12 alfanumerico, su richiesta, solo per MUR 1/2/3/4
Uscita analogica:	MUR 1 0/4÷20mA max 1KΩ non isolata, risoluzione 0,1% MUR 2 0÷5Vcc minimo 10KΩ
Uscita digitale:	2 relé SPDT, portata 2A@240Vca, solo per MUR 1/2/3/4
Programmazione:	via connettore RJ11 (RS 232) e SW in dotazione
Trasduttori:	compatibile con tutti i trasduttori della serie UTF
Connettore seriale:	esterno IP67, invece del connettore RJ11 interno
Certificazione:	CE adatta per ambienti sicuri
Accessori:	Modem esterno dualband GSM, SMS

- V. un misuratore di livello differenziale posto all'imbocco della derivazione per verificare la presenza di eventuale materiale flottante sulla griglia verticale ed azionare così il sistema di autopulizia;
- VI. un misuratore di livello differenziale per verificare la presenza di materiale flottante sulla griglia orizzontale posta prima dell'ingresso della vasca di carico ed azionare così il sistema di autopulizia.

Si riporta a titolo illustrativo la scheda di uno strumento adatto a questa funzione.



Figura 9: Tipo di sensore impiegato per la misure di livello differenziale a cavallo di griglie.

VII. un misuratore di strati e torbidità posto sul dissabbiatore con la funzione di verificare la presenza di sedimenti sul fondo ed azionare pertanto il sistema di autopulizia.

Si riporta a titolo illustrativo la scheda di uno strumento adatto a questa funzione.

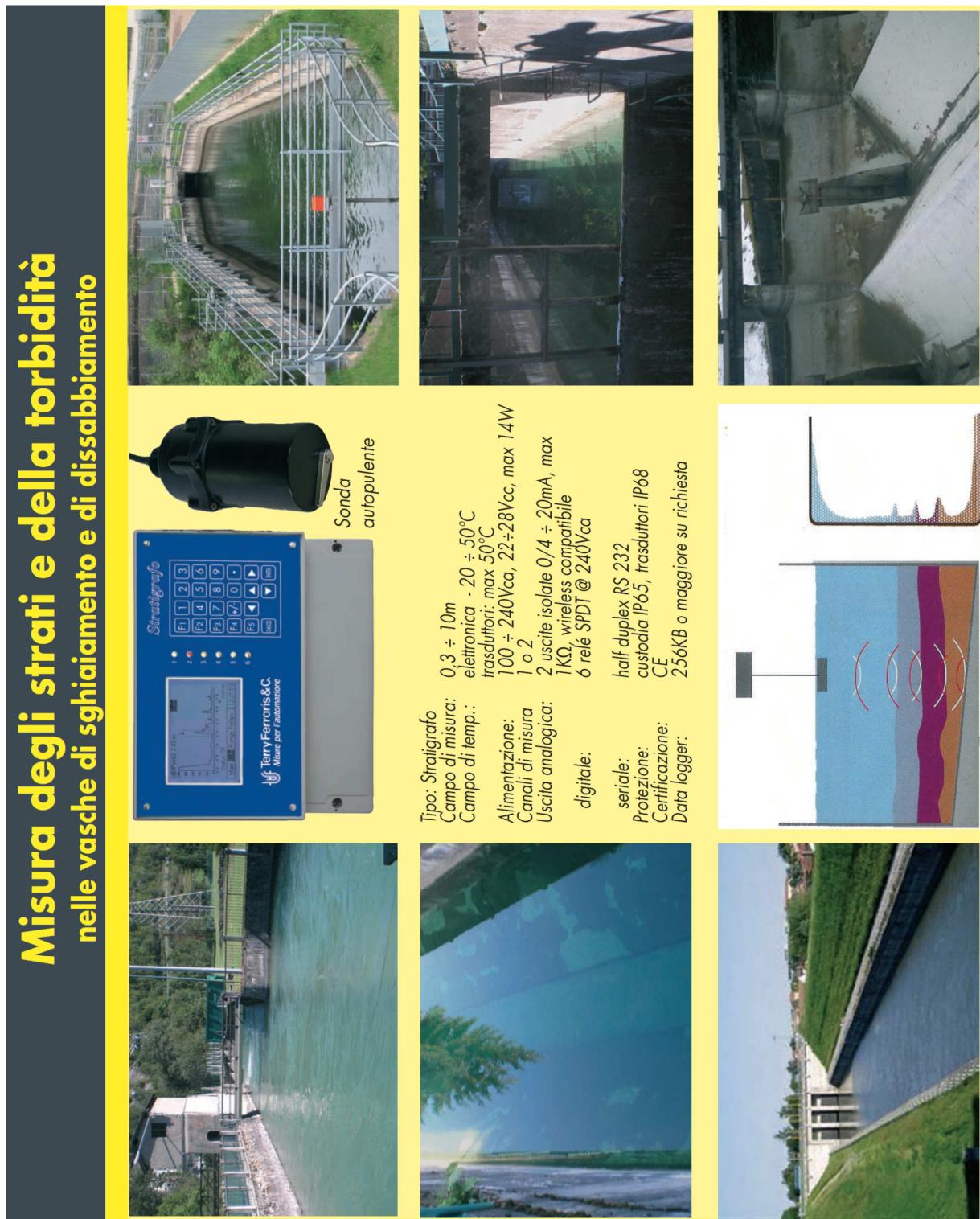


Figura 10: Tipo di sensore impiegato per la misure della torbidità e dello spessore dei sedimenti su vasche o canali.

7.4 Gestione Sistema di controllo rilascio portata sulla forra

L'impianto è stato progettato per:

- non sottendere, rispetto allo stato di fatto, alveo naturale;
- garantire sempre la continuità idrica al corso d'acqua;
- permettere il rilascio di una portata costante tutto l'anno di circa 50 l/s attraverso il canale di scarico del dissabbiatore, canale che si immetterà sulla forra alcuni metri sotto lo sbocco della galleria di sorpasso Enel.

Il rilascio della portata di 50 l/s verrà garantito da una luce fissa di 0,2x0,05 posta nel dissabbiatore in adiacenza alla paratoia di scarico sabbie, luce collegata a sua volta al canale di scarico del manufatto.

La piena funzionalità della luce sarà garantita:

- dalla sua posizione, prevista a 50 cm dal fondo per evitare in tal modo che materiale o sabbie possano provocare nel tempo l'ostruzione;
- dal sensore di livello sabbie e ghiaie che monitorerà in continuo lo stato del dissabbiatore: il sistema di controllo, qualora rilevasse sul fondo un livello delle ghiaie superiore a 30 cm, azionerebbe il ciclo di autopulizia per prevenire possibili ostruzioni della luce.

7.5 Sistema di Teleallarme GSM

In caso di allarme o guasto, il personale addetto sarà avvisato sul telefono portatile tramite un messaggio SMS.

La lista degli operatori da avvisare e la loro priorità potrà essere liberamente impostata sul PC di centrale.

Ogni messaggio sarà composto almeno dalle seguenti informazioni:

- nome dell'impianto,
- data e ora dell'avvenimento,
- luogo in cui si è verificata l'anomalia,
- testo in chiaro (completo) di ogni singolo messaggio di anomalia,
- tipo di anomalia: allarme o guasto.

Nel caso un operatore non ripristinasse il messaggio SMS ricevuto, il sistema di teleallarme effettuerà una chiamata allo stesso operatore.

Se il messaggio ancora non venisse ripristinato, sarebbe avvisato il prossimo operatore come da lista di priorità.

Mandando un messaggio SMS al PC di centrale, sarà inoltre possibile impartire comandi come p.es. comandi di avvio/arresto o quant'altro sia richiesto.

In aggiunta a quanto sopra, possono essere trasmessi i parametri di funzionamento dell'impianto (misure).

Questo potrà avvenire in automatico fino a tre volte al giorno a orari impostabili sul PC, oppure tramite richiesta SMS inviata al PC in qualsiasi momento.

I dati da trasmettere saranno configurati di volta in volta e possono tipicamente contenere:

- potenze,
- portate,
- temperature,
- livelli d'acqua.

IL PROGETTISTA

