

REGIONE PIEMONTE

Comune di  
Premia

Provincia del Verbano Cusio Ossola

**PROGETTO ESECUTIVO**

# IMPIANTO IDROELETTRICO SU FIUME TOCE

CON DERIVAZIONE SCARICO CENTRALE ENEL DI CADARESE

Data:

Elaborato:

**01**

OPERE Elettromeccaniche  
RELAZIONE TECNICA

Progetto:

**C.G.M. s.r.l.**

Via Carale di Masera, 13  
28845 DOMODOSSOLA (VB)

tel. 0324 241693

fax 0324 44693

E-Mail: [info@studiotecnicocgm.com](mailto:info@studiotecnicocgm.com)

Committente:

**S.I.F.T. s.r.l.**

**Società Idroelettrica Fiume Toce**

P.za Municipio, 9

28866 PREMIA (VB)

REGIONE PIEMONTE

COMUNE DI PREMIA

Provincia del Verbano Cusio Ossola

**S.I.F.T. S.r.l.**

**Società Idroelettrica Fiume Toce**

P.za Municipio, 9 - 28866 PREMIA (VB)

**IMPIANTO IDROELETTRICO SU FIUME TOCE  
LOCALITA' PIEDILAGO  
CON DERIVAZIONE SCARICO CENTRALE DI CADARESE**

**OPERE ELETTROMECCANICHE**

**RELAZIONE TECNICA**

0	03/06/2011	Emissione	R.B.	S.C.
Rev.	Data	Descrizione	Comp.	Contr.

## SOMMARIO

1 - Generalità .....	pag. 3
2 - Caratteristiche tecniche e producibilità .....	pag. 4
3 - Opera di presa e vasca di carico .....	pag. 4
4 - Gruppo turbogeneratore .....	pag. 6
5 - Impianto elettrico .....	pag. 10
6 - Impianti ausiliari .....	pag. 12
7 - Canale di scarico .....	pag. 14
8 - Misure di livello e portata .....	pag. 14

## **1 – GENERALITÀ**

L'impianto idroelettrico in oggetto è interamente ubicato nel territorio del comune di Premia (VB) con opera di captazione sita in località Cadarese e centrale di produzione in località Piedilago. L'acqua necessaria per il funzionamento della turbina è prelevata direttamente dal canale di scarico della centrale ENEL di Cadarese e pertanto il regime della portata turbinata dal nuovo impianto di produzione è legato ai programmi di produzione della centrale di riferimento. La restituzione dell'acqua utilizzata per la produzione dell'energia avviene, tramite il canale di scarico, nel bacino artificiale di Piedilago. Il salto motore netto è quindi dipendente dal livello dell'acqua nel lago.

Viene garantito il rilascio del Deflusso Minimo Vitale modulato in funzione della portata derivata. Il valore del D.M.V. minimo è pari a 537 l/s.

L'organo di rilascio, costituito da una paratoia a comando automatico, garantisce inoltre che nell'alveo del fiume Toce sia presente una portata di 810 l/s. L'apertura della paratoia compensa l'eventuale deficit di portata naturale con l'aumento della portata rilasciata dall'opera di presa fino al raggiungimento del valore imposto, indipendentemente dalla portata derivata dall'impianto.

Essenzialmente il nuovo impianto è costituito dall'opera di presa, dalla vasca di carico, dalla condotta forzata e dal gruppo turbogeneratore.

L'impianto, nel suo complesso, è a gestione completamente automatica con la possibilità di controllo e gestione sia in locale con le apparecchiature poste in centrale che da postazione remota connessa con il sistema di gestione.

Sono garantite tutte le condizioni di sicurezza per una corretta gestione dell'impianto.

Particolare attenzione è posta alla tutela dell'ambiente minimizzando l'impatto delle nuove opere ed adottando particolari accorgimenti come ad esempio l'utilizzo di oli idraulici e di lubrificazione completamente biodegradabili e certificati come non dannosi in caso di fuoriuscite accidentali. Particolare riguardo è stato adottato per contenere la rumorosità dell'impianto sia direttamente nei locali di produzione sia per quanto riguarda le emissioni sonore nell'ambiente esterno.

Al fine del conseguimento dell'obiettivo principale, messa in esercizio dell'impianto entro il 31/12/2012, e tenuto conto che le opere previste richiedono, singolarmente, una particolare specializzazione tecnica, si è programmata la suddivisione dei lavori in quattro appalti:

- Fornitura, posa e messa in servizio componenti elettromeccaniche;
- Realizzazione manufatti di derivazione, edificio centrale, canale di scarico e fabbricato "servizi";

- Fornitura tubazioni condotta forzata;
- Posa tubazioni condotta forzata.

I lavori di costruzione delle opere civili (manufatti di captazione, edificio centrale, canale di scarico e fabbricato servizi) e di posa della condotta forzata hanno inizio in una fase immediatamente successiva a quella di affidamento della fornitura, trasporto, montaggio, messa in servizio e collaudo delle apparecchiature elettromeccaniche, già finanziata e programmata, così come approvato con Deliberazione della Giunta Comunale n. 33 del 31/05/2011, onde garantire le previste tempistiche per l'avviamento dell'impianto, nel rispetto del cronoprogramma generale in cui si sono individuate alcune date vincolanti dalle quali i programmi esecutivi delle singole ditte non potranno scostarsi al fine di evitare interferenze e ritardi.

Nei capitoli successivi verranno descritte le opere elettromeccaniche che compongono il gruppo idroelettrico nel suo complesso.

La relazione tecnico-economica di dimensionamento dell'impianto viene allegata in calce al presente documento.

## **2 – CARATTERISTICHE TECNICHE E PRODUCIBILITÀ**

Le principali caratteristiche tecniche dell'impianto sono le seguenti:

- Quota massimo invaso opera di presa: 727,65 m.s.l.m.
- Massimo livello di scarico: 718,30 m.s.l.m.
- Minimo livello di scarico: 716,00 m.s.l.m.
- Portata massima turbinabile: 15 m<sup>3</sup>/s
- Portata minima turbinabile: 2 m<sup>3</sup>/s
- Velocità massima di rotazione turbina: 250 giri/1'
- Velocità di fuga massima: 2,5 Vn per un tempo inferiore a 15 minuti.
- Velocità massima generatore: 750 giri/1'
- Potenza nominale: 1500 KVA
- Tensione nominale: 690 V
- Cosφ: 0,8
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Eccitazione: Brushless.
- Quota piano centrale: 715,90 m.s.l.m.

Dall'analisi della produzione della centrale ENEL di Cadarese si calcola una produzione media annua del nuovo impianto pari a circa 4 GWh (dati portata turbinata nel periodo 2007 ÷ 2010) con un ricavo dalla vendita dell'energia prodotta, considerando la tariffa di 0,22 €/KWh, pari a 880.000,00 €/anno.

### **3 – OPERA DI PRESA E VASCA DI CARICO**

Immediatamente dopo lo sbocco del canale di restituzione della centrale ENEL è posizionata l'opera di presa costituita da una vasca completa di organo di intercettazione e paratoia di scarico. Il contenimento dell'acqua all'interno dell'opera di presa è affidato ad una diga gonfiabile realizzata con una struttura tessile ad alte caratteristiche di resistenza meccanica inglobata in un materiale elastomerico ad elevate doti di resistenza all'abrasione ed all'invecchiamento. Lo sbarramento flessibile viene fissato alla platea in calcestruzzo e viene gonfiato con aria compressa.

Con il tubolare in esercizio si realizza uno sbarramento pari alla sua altezza ed in caso di piena viene abbattuto in modo completamente automatico per restituire l'intera portata.

L'altezza di ritenuta massima con lo sbarramento funzionante è di 75 cm. A sbarramento abbattuto l'involucro si adagia completamente sulla soglia con un ingombro residuo trascurabile. Il sistema di comando e controllo dello sbarramento è alloggiato all'interno del locale tecnico posizionato in prossimità della vasca di carico e consente la gestione dello sbarramento sia in locale che da postazione remota. La diga è in grado di abbattersi completamente, anche in caso di malfunzionamento delle apparecchiature di comando, tramite una valvola a gravità ad intervento meccanico al raggiungimento del massimo livello prefissato.

Sulla sponda destra dello sbarramento è posizionata la paratoia per la regolazione del D.M.V.

Sulla sponda sinistra dello sbarramento è posta la vasca di carico per l'alimentazione della condotta forzata. L'ingresso della vasca di carico è protetto da una griglia metallica per evitare che eventuali corpi galleggianti vengano aspirati nella turbina. In caso di interventi di manutenzione della vasca di carico è previsto il sezionamento dall'opera di presa con l'utilizzo di panconatura metallica movimentabile con apposita trave pescatrice automatica. I componenti della panconatura sono posizionati nelle vicinanze del locale tecnico su apposita rastrelliera per un pronto utilizzo anche in caso di emergenza.

Alla fine della vasca di carico è posizionata la paratoia di testa condotta con chiusura d'emergenza a gravità ed apertura con comando oleodinamico. La chiusura della paratoia può avvenire tramite comando volontario per le operazioni di normale manutenzione dell'impianto oppure può essere comandata dall'intervento dei dispositivi di sicurezza dell'impianto

Il raccordo tra la vasca di carico e la condotta forzata avviene tramite tronchetto metallico con sezione iniziale quadrata e sezione finale circolare. Il tronchetto di collegamento è dotato di tubo aeroforo e di passo d'uomo di ispezione della condotta forzata.

I dispositivi di controllo e comando delle apparecchiature presenti sull'opera di presa e sulla vasca di carico sono ubicati in un apposito locale tecnico posto sulla sponda sinistra dello sbarramento.

Per la corretta regolazione ed ottimizzazione produttiva del gruppo turbogeneratore viene installato sulla vasca di carico un dispositivo di misura di livello dell'acqua del tipo ad ultrasuoni.

L'opera di presa e la vasca di carico sono costantemente videosorvegliate da un apposito impianto provvisto di illuminazione notturna. Le immagini vengono trasmesse al sistema di gestione della centrale e possono essere consultate anche da postazioni remote.

#### **4 – GRUPPO TURBOGENERATORE**

Il gruppo di generazione è costituito essenzialmente dalla turbina, dal moltiplicatore, dal generatore e dalla valvola a farfalla di guardia.

La valvola di guardia posizionata a monte della turbina è del tipo a farfalla ed ha il compito di intercettare il flusso d'acqua diretto alla turbina costituendo un organo fondamentale per la sicurezza di esercizio dell'impianto in quanto si limita il tempo di permanenza alla velocità di fuga della turbina in caso di mancata chiusura delle pale del distributore.

La chiusura della valvola avviene per gravità con l'impiego di adeguati contrappesi in modo volontario con comando gestito dalla logica di funzionamento dell'impianto oppure automaticamente in caso di distacco repentino dalla rete. Il tempo di chiusura della valvola è regolato in modo tale da non creare danneggiamenti alla condotta di alimentazione. La valvola a farfalla è progettata per sopportare in sicurezza anche i carichi dinamici derivanti da una chiusura sottoflusso alla massima portata assorbita dalla turbina nelle condizioni più sfavorevoli.

L'apertura della valvola è comandata da un dispositivo oleodinamico indipendente dalla turbina e completo di tutti i dispositivi di sicurezza e controllo. Per evitare fermate dell'impianto in caso di avaria del gruppo di pressurizzazione è prevista una pompa manuale per l'apertura della valvola. Per consentire le operazioni di ispezione e manutenzione della turbina senza svuotare la condotta è previsto un fermo meccanico corredato di dispositivo elettrico di sicurezza che blocca la lente della valvola in posizione di chiusura.

Il riempimento del tratto di condotta tra la valvola a farfalla ed il distributore della turbina avviene in modo lento e graduale aprendo parzialmente la lente. Solo al raggiungimento dell'equilibrio delle pressioni nei tratti a monte ed a valle della valvola, segnalato da appositi pressostati, è possibile aprire completamente la valvola ed avviare la turbina.

A monte della valvola è installato un tronchetto metallico di collegamento alla condotta forzata dotato di prese di pressione e circuito di svuotamento. A valle della valvola è posizionato un giunto di smontaggio a flange scorrevoli per consentire una agevole rimozione della turbina. Il tronchetto di collegamento tra valvola e turbina è dotato di prese di pressione e di passo d'uomo per una agevole ispezione del distributore.

La turbina installata è del tipo a bulbo con configurazione ad "S" ad asse orizzontale, biregolante, accoppiata mediante l'interposizione di un moltiplicatore di giri ad un generatore sincrono da 1500 KVA. Il gruppo idroelettrico è progettato per il funzionamento in automatico, non presidiato, in parallelo con la rete di distribuzione. La turbina è adatta per il funzionamento con le particolari condizioni di regime idrico disponibile sull'impianto dovute alla gestione della centrale di Cadarese.

Il corpo turbina comprende l'involucro esterno ed il bulbo centrale nel quale sono installati l'albero di macchina ed i dispositivi di regolazione delle pale della girante.

Il distributore è costituito da un numero adeguato di pale idonee a garantire la chiusura completa della turbina nel caso di arresto della stessa. Le pale direttrici, costruite in fusione di acciaio inossidabile sono installate su un corpo esterno flangiato al corpo della turbina. Il codolo delle pale del distributore è vincolato al bulbo interno della turbina. I perni delle pale direttrici ruotano su boccole realizzate in materiale autolubrificante a basso coefficiente di attrito protette da guarnizioni per la tenuta dell'acqua.

L'apertura del distributore è comandata da un cilindro oleodinamico a semplice effetto mentre la chiusura è garantita, in ogni condizione di esercizio dell'impianto, da un contrappeso metallico collegato all'anello di comando tramite articolazioni rigide. Il profilo idraulico e la conformazione delle pale del distributore garantiscono la tendenza a chiudere del di-

istributore sotto l'azione del flusso d'acqua anche nelle condizioni di minima portata. La trasmissione del movimento dall'anello di comando alle pale direttrici avviene tramite leve e biellette di collegamento. Per scongiurare eventuali danneggiamenti dovuti a corpi estranei incastrati tra le pale del distributore è previsto un sistema di sicurezza che consente lo svincolo delle pale dal dispositivo di comando. L'intervento del sistema di sicurezza viene opportunamente segnalato con un allarme inviato al sistema di gestione della turbina ed è possibile ripristinare la corretta posizione delle pale senza dover procedere alla messa in fase dell'intero distributore. L'anello di comando del distributore e tutti i leverismi del sistema sono montati con l'interposizione di pattini e bussole autolubrificanti. Il gruppo distributore dovrà essere dotato di un sistema di rilievo continuo della posizione, di un interruttore di finecorsa a tenuta stagna (IP 65) per la segnalazione di distributore chiuso e di indice con scala graduata per la visione istantanea del grado di apertura del distributore con scala espressa in percentuale della corsa meccanica effettiva.

La velocità di chiusura del distributore sottoflusso alla massima portata è tarata per garantire il contenimento della sovrappressione in condotta entro il 20% del valore nominale ed è controllata da apposite valvole regolatrici di flusso installate direttamente sulle bocche di alimentazione del servomotore oleodinamico.

La coniugazione delle pale della girante con quelle del distributore sarà affidata ad un dispositivo elettronico installato nel quadro elettrico di comando turbina.

Il gruppo girante è costituito dalle pale motrici, dal mozzo e dai meccanismi di orientamento pale inseriti all'interno del mozzo. Il mozzo è realizzato in acciaio forgiato con opportuni supporti per le pale motrici, il sistema di collegamento all'albero motore, le bussole e le ralle in materiale autolubrificante per la rotazione delle pale. La parte esterna del mozzo ha superficie sferica lavorata alle macchine utensili per consentire il corretto orientamento delle pale motrici nelle varie posizioni di lavoro. Il movimento del dispositivo di regolazione delle pale girante viene impartito da un servomotore oleodinamico a doppio effetto che agisce su un'asta di comando scorrevole su cuscinetti autolubrificanti. Tutte le articolazioni del meccanismo di comando sono montate su bussole autolubrificanti a basso coefficiente di attrito interfacciate con perni in acciaio inossidabile.

Il gruppo di comando pale girante è dotato di un sistema di rilievo continuo della posizione e di un interruttore di finecorsa per la segnalazione di girante chiusa.

Le pale motrici sono realizzate in acciaio inossidabile ad alta resistenza ed ottenute per fusione ed hanno il profilo idraulico che garantisce la tendenza all'apertura in caso di mancanza di pressione nel circuito oleodinamico di comando del sistema di regolazione.

Il corpo esterno della turbina installato nella zona di lavoro della girante ha la superficie interna sferica per adattarsi al movimento di regolazione delle pale motrici. Il corpo è realizzato in due parti simmetriche flangiate tra di loro e comprende le flangiature di interfaccia con il gruppo distributore a monte ed il diffusore di scarico a valle. La fascia di lavoro delle pale motrici è realizzata in acciaio inossidabile per limitare al massimo i danni che potrebbero essere causati da eventuali fenomeni di cavitazione. Il tratto a valle della girante ha conformazione conica interfacciata al diffusore.

Lo scarico dell'acqua dalla turbina avviene attraverso un diffusore conformato in modo tale da recuperare tutta l'energia residua e garantire il massimo rendimento possibile nelle varie condizioni di carico. Sul diffusore sono presenti le prese di pressione necessarie per il controllo della turbina ed un passo d'uomo che consente l'accesso ispettivo all'interno della turbina.

I supporti degli alberi sono realizzati in modo tale da non trasferire carichi di nessun genere ad organi estranei alla turbina.

Per elevare il numero di giri di funzionamento della turbina al valore di velocità di funzionamento del generatore viene installato un moltiplicatore di giri meccanico.

Il moltiplicatore è dotato di tutti i dispositivi di controllo e gestione, compreso l'impianto di lubrificazione forzata autonomo e tutti i dispositivi di sicurezza necessari per un corretto funzionamento.

Per l'accoppiamento della turbina al moltiplicatore e del moltiplicatore al generatore vengono utilizzati giunti a denti autolubrificanti esenti da manutenzione con elementi di trascinamento in materiale sintetico dielettrico per evitare la trasmissione di eventuali correnti d'albero.

Per maggiore cautela viene installato un dispositivo centrifugo di sicurezza meccanico a masse espandibili da installare sull'albero della turbina. Il dispositivo è completo di cassetto oleodinamico a tre vie per la messa a scarico dell'olio di pilotaggio del circuito di sicurezza, di microinterruttore per la segnalazione di massima velocità gruppo da inviare al pannello di allarme sul quadro di turbina e di sistema di riarmo ad esclusivo azionamento manuale. Il superamento della velocità di rotazione della macchina, fissato entro il 30 % in più rispetto al numero di giri di normale funzionamento, provoca l'intervento delle masse in rotazione sulla valvola deviatrice la quale manda a scarico l'olio di pilotaggio del circuito di sicurezza del regolatore di apertura, provocando la chiusura rapida delle pale del distributore. All'interno del contenitore del dispositivo centrifugo è alloggiata la ruota fonica per il

rilevamento della velocità della turbina. Il rilievo continuo della velocità di gruppo è affidato a due sensori di prossimità induttivi, disposti a 90° l'uno dall'altro, montati sul contenitore esterno del centrifugo e dotati di sistema di regolazione del traferro. Il numero di denti realizzati sulla ruota dentata è tale da ottenere un valore di frequenza letto dai captatori idoneo ad una corretta gestione dei parametri di controllo legati alla gestione di velocità del gruppo turbogeneratore.

Per il comando della regolazione della posizione delle pale della girante e distributore è prevista una apposita centralina oleodinamica dimensionata per fornire la pressione di esercizio necessaria all'azionamento dei relativi servomotori. Con il gruppo in parallelo ed a regime l'elettropompa si arresta onde evitare il surriscaldamento dell'olio per laminazione attraverso la valvola di sicurezza. L'alimentazione dell'olio in pressione viene garantita da un accumulatore olio/gas dimensionato per garantire, in condizioni di normale funzionamento e di livello stabilizzato alla vasca di carico, un'autonomia di 30 minuti tra un'operazione di ricarica e quella successiva.

Tutte le parti mobili o rotanti esterne alla turbina (ad esempio giunti, contrappeso valvola a farfalla, sistema di comando distributore) sono protette da apposite protezioni fisse realizzate in accordo con le vigenti norme in materia di prevenzione degli infortuni sul lavoro.

Tutte le strutture costituenti il gruppo turbogeneratore sono saldamente ancorate alla fondazione con l'interposizione di appositi basamenti.

L'alternatore sincrono installato è adatto al servizio continuativo, con le modalità operative e la frequenza dei cicli di avviamento / arresto previsti per la turbina. Il sistema di raffreddamento a mezzo di scambiatore aria/acqua è connesso all'impianto di refrigerazione installato nella centrale. A bordo dell'alternatore sono installate cassette separate per l'intestazione dei cavi di potenza e di quelli per i servizi ausiliari. Il generatore è provvisto di eccitatrice di tipo Brushless. Il rotore dell'eccitatrice è montato coassialmente all'albero del generatore, dal lato opposto all'accoppiamento con il moltiplicatore. Il disco raddrizzatore è del tipo a sei diodi (ponte di raddrizzamento trifase a doppia semionda). Lo statore dell'eccitatrice viene montato sullo scudo lato opposto all'accoppiamento. Il sistema di eccitazione comprende anche il regolatore di tensione per la fase di parallelo e per l'esercizio normale. L'alimentazione del sistema di eccitazione viene fornita dal quadro dei Servizi Ausiliari di centrale.

## 5 – IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico per il trasferimento dell'energia prodotta dal gruppo generatore in centrale sulla rete M.T. dell'ENEL gestita a 15kV è sostanzialmente composto da:

- quadro in bassa tensione (690V) interposto tra il generatore ed il trasformatore elevatore, contenente i gruppi per la misura delle grandezze elettriche del generatore (tensione, corrente, potenza, cos $\phi$ , ecc.) il contatore fiscale per il conteggio dell'energia prodotta ed il relè per la protezione globale del generatore.
- Trasformatore in resina per l'elevazione della tensione del generatore (690V) al valore di rete (15kV).
- Quadro in media tensione contenente l'interruttore automatico per il disaccoppiamento della centrale dalla rete nel caso di intervento della protezione generale, l'interruttore di interfaccia o di parallelo che ha il compito di salvaguardare l'alternatore in seguito all'intervento del relativo relè di protezione oppure nel caso di squilibrio della tensione o della frequenza di rete, rilevato dalla protezione di interfaccia ed il sezionatore sottocarico per la protezione del trasformatore di alimentazione dei servizi ausiliari di centrale.

Il quadro M.T. è collegato direttamente alla cella di misura dell'ENEL installata nella cabina di consegna, ricavata nell'edificio della centrale.

Per l'alimentazione a 220/380V delle utenze installate in centrale ed alla vasca di carico è previsto un quadro di distribuzione alimentato da un trasformatore in resina con rapporto 15000/400V.

Un gruppo elettrogeno provvede automaticamente all'alimentazione delle utenze privilegiate nel caso di mancanza tensione sulla linea che alimenta la centrale.

Per la gestione automatica ed impresidiata dell'intero impianto idroelettrico è previsto un quadro automatismi installato nelle vicinanze della turbina.

L'alimentazione dei circuiti per la messa in sicurezza del gruppo e per il monitoraggio della centrale a distanza è garantita da un caricabatteria con batterie in tampone con tensione nominale di 24Vcc.

I cavi per il collegamento dei quadri in centrale alle apparecchiature elettriche installate in campo sono dimensionati in base all'intensità di corrente corrispondente alla massima potenza dell'apparecchiatura da collegare.

Le passerelle di contenimento dei cavi sono in acciaio zincato ad elevata rigidità, complete di tutti gli accessori.

Le morsettiere presenti sull'impianto sono identificate per funzione e posizionate in modo da garantire un facile accesso alle terminazioni dei cavi ed una facile lettura dei contrasegni di identificazione dei collegamenti. I morsetti dei circuiti amperometrici situati tra i trasformatori di corrente e gli strumenti sono di tipo cortocircuitabile, quelli dei circuiti voltmetrici sono sezionabili. I morsetti sono raggruppati per tipo e funzione in modo da utilizzare collegamenti a ponticelli fissi e/o piastrine.

Tutte le strutture metalliche sono collegate alla rete di terra realizzata all'esterno dell'edificio centrale costituito da un anello di terra composto da una corda nuda di rame interrata e da dispersori tubolari,

Il collegamento delle apparecchiature elettriche installate alla vasca di carico con la centrale avviene tramite cavo a fibra ottica con quattro coppie di fibre.

La contabilizzazione dell'energia avviene tramite le apparecchiature previste dalle norme vigenti per le misure fiscali dell'energia prodotta dal generatore e di quella assorbita dai servizi ausiliari. Le misure fiscali sono rese disponibili nel sistema di telecontrollo per una immediata lettura ed archiviazione.

Sono previste adeguate protezioni contro le scariche atmosferiche con particolare cura posta nella protezione dei sistemi elettronici di Automazione e Controllo dell'impianto.

Sia all'interno che all'esterno degli edifici facenti parte del nuovo impianto di produzione sono previsti adeguati dispositivi di illuminazione. All'interno dei locali sono previste prese di forza motrice ubicate in zone strategiche idonee all'alimentazione delle apparecchiature elettriche necessarie per l'esecuzione dei lavori di manutenzione dell'impianto.

## **6 – IMPIANTI AUSILIARI**

A completamento dell'impianto di generazione sono previsti gli impianti di lubrificazione, raffreddamento e drenaggio.

La turbina è dotata di un impianto automatico per la lubrificazione ad olio dei supporti e di tutti gli organi soggetti a rotazione o movimenti alternativi. L'impianto è completo di tutte le apparecchiature necessarie per il funzionamento in automatico e garantisce la lubrificazione anche in condizioni di emergenza. L'impianto viene avviato e portato a regime prima della messa in rotazione della turbina e viene fermato solo dopo il completo arresto della stessa. La mancanza delle condizioni ottimali di lubrificazione è motivo di arresto in emergenza del gruppo e le relative segnalazioni vengono inviate al sistema di controllo dell'impianto. L'olio di lubrificazione viene inviato alle utenze da un gruppo di pompaggio

composto da una pompa azionata da un motore elettrico alimentato in corrente alternata e da una pompa di emergenza, con caratteristiche uguali alla precedente, azionata da un motore elettrico in corrente continua alimentato dalle batterie di impianto. In caso di mancanza dell'alimentazione trifase in modo automatico viene avviata la pompa di emergenza e nel contempo viene inviato al sistema di gestione dell'impianto il comando di arresto in emergenza del gruppo. La logica di gestione dell'impianto non dà il consenso all'avviamento della turbina se non sarà accertata la disponibilità di entrambe le pompe. Il gruppo di pressurizzazione è dotato di valvola di sicurezza regolabile per massima pressione, completa di dispositivo di sicurezza per evitare eventuali alterazioni accidentali dei valori di taratura impostati.

L'impianto di raffreddamento installato è del tipo a circuito chiuso con scambiatore acqua/acqua posizionato nel canale di scarico. Il fluido refrigerante è costituito da una miscela di acqua e anticongelante biodegradabile. Il circuito di raffreddamento del generatore rimane sempre in servizio mentre le altre utenze possono essere escluse mediante elettrovalvole in base alle temperature effettive di esercizio. Il circuito di raffreddamento è essere realizzato integralmente in acciaio inossidabile. Ogni ramo di circuito in ingresso alle utenze dovrà essere dotato di presa di pressione e di pozzetto termometrico adatto per l'inserimento di una termosonda PT 100. Ogni ramo di circuito in uscita dalle utenze è dotato di flussostato, dispositivo di regolazione della portata, prese di pressione e pozzetto termometrico adatto per l'inserimento di una termosonda PT 100.

Il gruppo di pompaggio è formato da due pompe, una di riserva all'altra, dimensionate per garantire il corretto funzionamento dell'impianto. Le parti rotanti delle pompe sono rimovibili senza dover scollegare le tubazioni o staccare il motore di azionamento dal corpo. La tensione di alimentazione è di 400 V alla frequenza di 50 Hz con i motori delle pompe funzionanti sotto inverter per consentire la regolazione della portata in dipendenza delle condizioni di carico della turbina, climatiche ed ambientali. Le bocche di mandata e ritorno delle pompe sono collegate alle tubazioni dell'impianto con l'interposizione di giunti compensatori in gomma e sono provviste di valvole manuali di intercettazione. I circuiti di mandata in uscita dalle pompe sono dotati ciascuno di valvola di ritegno, pressostato e presa di pressione. Le tubazioni di mandata delle due pompe sono innestate sulla tubazione di mandata principale dotata di manometro e filtro a cestello.

Per compensare eventuali perdite di liquido refrigerante è previsto un circuito di reintegro alimentato dall'acqua proveniente dall'acquedotto comunale composto da vaso di espan-

sione a caricamento automatico, elettrovalvola di riempimento, filtro ed accessori per il controllo e la gestione.

Il circuito di raffreddamento viene avviato contemporaneamente alla turbina e rimane in servizio per tutto il periodo di funzionamento della stessa. Dopo l'arresto della macchina il circuito di raffreddamento rimane in servizio fino a quando la temperatura degli avvolgimenti nel generatore non raggiunge i valori di sicurezza. Il sistema di raffreddamento è provvisto di apposito quadro elettrico per il comando delle pompe e per la regolazione automatica della portata dell'acqua di raffreddamento.

Per l'allontanamento dell'acqua di drenaggio della turbina, di eventuali perdite che si dovessero presentare in centrale, dell'acqua presente nella turbina dopo la chiusura degli organi di intercettazione e per lo svuotamento della condotta è previsto un apposito impianto di drenaggio. Tutti gli scarichi sono convogliati con opportune tubazioni in un pozzetto di raccolta per essere poi allontanati con una apposita condotta verso il lago prospiciente la centrale. L'impianto è dotato di livellostati in parallelo tra di loro per la gestione delle pompe e di tutte le apparecchiature necessarie per una corretta gestione come ad esempio valvole di ritegno, valvole di intercettazione, giunti antivibranti.

Il gruppo di pompaggio è costituito da due pompe sommergibili, una in scorta all'altra, posizionate nel pozzetto con avviamento ed arresto determinato dalla presenza o meno di acqua. L'impianto dovrà funzionare in modo autonomo ed è provvisto di apposito quadro elettrico per la gestione automatica. Dal quadro è possibile la selezione del funzionamento di una delle due pompe ed è presente la segnalazione di allarme in caso di avaria.

## **7 – CANALE DI SCARICO**

Immediatamente a valle del diffusore turbina è installata una paratoia di intercettazione con tenuta sui 4 lati, da valle a monte, a tenuta stagna per consentire di isolare la turbina in caso di manutenzione o di fuori servizio. La paratoia, con scorrimento su ruote, è dimensionata per garantire la tenuta con la quota di massimo vaso del lago. L'azionamento della paratoia, elettromeccanico, garantisce la movimentazione nelle condizioni più sfavorevoli, compreso il carico squilibrato alla massima portata. In caso di mancanza della tensione di rete il gruppo di azionamento della paratoia viene alimentato dal gruppo elettrogeno. Le manovre di apertura e chiusura della paratoia sono possibili con comando remoto impartito dal sistema di controllo dell'impianto, localmente agendo sull'attuatore elettromeccanico oppure tramite volantino manuale.

In caso di interventi di manutenzione del canale di scarico è previsto il sezionamento con l'utilizzo di panconatura metallica movimentabile con apposita trave pescatrice automatica. I componenti della panconatura sono posizionati nelle vicinanze dello sbocco del canale nel lago su apposita rastrelliera per un pronto utilizzo anche in caso di emergenza.

## **8 – MISURE DI LIVELLO E PORTATA**

Per il controllo dei livelli e della portata derivata sono previsti dei dispositivi elettronici di misura.

La misura principale della portata utilizzata dall'impianto idroelettrico è effettuata con un dispositivo a corde foniche installato sulla condotta forzata immediatamente a monte dell'edificio centrale.

Sulla vasca di carico è installato un misuratore di livello ad ultrasuoni collegato ai dispositivi di controllo e gestione del gruppo di generazione. La misura del livello dell'acqua presente nella vasca di carico è un parametro fondamentale per la regolazione dei parametri di funzionamento della turbina.

Per il controllo della portata in alveo del fiume Toce è installato, in prossimità di una opportuna briglia, un misuratore di portata ad ultrasuoni. I valori registrati dall'apparecchio vengono interfacciati con i valori di rilascio del D.M.V. dall'opera di presa al fine di regolare l'apertura della paratoia per ottenere la portata minima nel fiume richiesta.

Sul canale di scarico è installato un misuratore di livello del tipo ad ultrasuoni.