

**APPALTO PER LA FORNITURA E POSA IN OPERA DI N° 1 TURBO-  
ALTERNATORE A SERVIZIO DELLA LINEA DI RECUPERO ENERGETICO “L75”  
DELLA CENTRALE DI RECUPERO TOTALE DI RIFIUTI DI SAN ZENO, AREZZO  
(AR), E SERVICE 24 MESI**

**CAPITOLATO TECNICO  
FORNITURA E POSA IN OPERA**

**Modificato 09/05/2024**

**In carattere rosso le modifiche**

Arezzo, Dicembre 2023



## Sommario

<b>1.</b>	<b>Introduzione</b> .....	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Glossario</b> .....	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>Dati di progetto</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1.</b>	<b>Caratteristiche del sito</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2.</b>	<b>Punti di lavoro garantiti</b> .....	<b>9</b>
<b>3.3.</b>	<b>Condizioni acqua di raffreddamento</b> .....	<b>11</b>
<b>3.4.</b>	<b>Condizioni aria compressa linea strumenti</b> .....	<b>11</b>
<b>3.5.</b>	<b>Unità di misura</b> .....	<b>11</b>
<b>3.6.</b>	<b>Locazione finale del turboalternatore</b> .....	<b>11</b>
<b>3.7.</b>	<b>Bassa Tensione</b> .....	<b>12</b>
<b>3.8.</b>	<b>Media tensione</b> .....	<b>13</b>
<b>3.9.</b>	<b>Requisiti contrattuali ed accettabilità</b> .....	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>Limiti di fornitura</b> .....	<b>14</b>
<b>4.1.</b>	<b>Connessione A - Tubazioni vapore vivo principale</b> .....	<b>14</b>
<b>4.2.</b>	<b>Connessione B - Tubazioni vapore vivo secondario</b> .....	<b>15</b>
<b>4.3.</b>	<b>Connessione C - Tubazioni vapore unico spillamento</b> .....	<b>15</b>
<b>4.4.</b>	<b>Connessione D/H - Crossover condensatore e balancing pipe</b> .....	<b>16</b>
<b>4.5.</b>	<b>Connessione E1/E2 - Tubazioni condensati</b> .....	<b>17</b>
<b>4.6.</b>	<b>Connessione F - Sistema di raffreddamento</b> .....	<b>17</b>
<b>4.7.</b>	<b>Connessione G - Aria compressa</b> .....	<b>17</b>
<b>4.8.</b>	<b>Cavi Media tensione</b> .....	<b>17</b>
<b>4.9.</b>	<b>Cavi bassa tensione</b> .....	<b>18</b>
<b>4.10.</b>	<b>Sistema di messa a terra</b> .....	<b>19</b>
<b>5.</b>	<b>Scopo di fornitura</b> .....	<b>19</b>
<b>5.1.</b>	<b>Telaio</b> .....	<b>22</b>
<b>5.2.</b>	<b>Turbina a vapore</b> .....	<b>24</b>
<b>5.2.1.</b>	<b>Vapore d'ingresso</b> .....	<b>24</b>
<b>5.2.2.</b>	<b>Corpo macchina</b> .....	<b>24</b>
<b>5.2.3.</b>	<b>Palette</b> .....	<b>25</b>
<b>5.2.4.</b>	<b>Rotore</b> .....	<b>25</b>

5.2.5.	Supporti - Cuscinetti .....	25
5.2.6.	Punti di ispezione.....	26
5.2.7.	Essiccatore per la conservazione.....	26
5.2.8.	Isolamento termico.....	26
5.2.9.	Valvole regolazione/controllo vapore turbina .....	27
5.2.10.	Valvola rompivuoto .....	27
5.2.11.	Tenute di estremità .....	27
5.2.12.	Sistema di raccolta condensati.....	28
5.3.	Strumentazione di campo .....	30
5.3.1.	Velocità.....	30
5.3.2.	Temperatura .....	31
5.3.3.	Pressione .....	31
5.3.4.	Livello .....	31
5.3.5.	Vibrazione .....	32
5.4.	Cassette locali (JBs) e moduli I/O in campo.....	32
5.5.	Attuatore Valvola HP Turbina .....	32
5.6.	Valvola di shutoff o blocco .....	33
5.7.	Riduttore di velocità meccanico.....	34
5.8.	Giunti meccanici.....	34
5.9.	Generatore elettrico .....	35
5.9.1.	Raffreddamento del generatore .....	36
5.9.2.	Protezioni elettriche .....	37
5.9.3.	Connessione di Neutro .....	37
5.10.	Viratore .....	38
5.11.	Sistema di lubrificazione e di comando .....	39
5.11.1.	Generale .....	39
5.11.2.	Circuito olio lubrificazione.....	40
5.11.3.	Circuito olio comando.....	41
5.11.4.	Serbatoio olio.....	42
5.11.5.	Filtri olio lubrificazione .....	43
5.11.6.	Scambiatore acqua/olio .....	43

5.11.7.	Strumentazione olio .....	43
5.11.8.	Tubazioni olio.....	44
5.11.9.	Motori elettrici delle pompe .....	44
5.11.1.	Pompa di sollevamento .....	44
5.12.	Sistema di raffreddamento .....	44
5.12.1.	Aerotermini raffreddamento acqua.....	45
5.12.2.	Pompe di circolazione cooling water e vaso di espansione .....	45
5.13.	Altre tubazioni .....	46
5.14.	Supporti.....	46
5.15.	Livello Sonoro.....	47
5.16.	Quadri di controllo protezione gruppo Turbo-alternatore .....	47
5.16.1.	Dotazioni Minime dei pannelli di controllo e protezione.....	48
5.16.2.	Sistema HMI locale con schermo da 19 pollici.....	48
5.16.3.	Sistema di controllo turbina .....	49
5.16.4.	Sistema di sincronizzazione e controllo potenze attiva e reattiva.....	51
5.16.5.	Regolatore eccitazione generatore .....	51
5.16.6.	Relay multifunzione per la protezione generatore .....	52
5.16.7.	Sistema monitoraggio e protezione vibrazioni.....	53
5.16.8.	Sistema protezione sovravelocità in voting 2oo3.....	54
5.16.9.	Sistema I/O remoti.....	54
5.17.	ESD – Emergency Shutdown System .....	54
5.18.	Quadri MCC.....	55
5.18.1.	Manca alimentazione e funzionamento in Emergenza .....	57
5.19.	Installazione e Messa in Servizio.....	57
5.20.	Engineering Laptop .....	58
6.	Descrizione del sistema di controllo .....	58
6.1.	Loop di controllo velocità .....	59
6.1.1.	Loop di controllo pressione .....	60
6.2.	Sequenza di start .....	60
6.2.1.	Gestione velocità critiche .....	61
6.3.	Network diagram e protocolli di comunicazione.....	63

6.4.	Integrazione con DCS della Stazione appaltante .....	63
6.5.	Controllore d'impianto .....	64
7.	Prescrizioni per verniciature e protezione materiali metallici .....	65
7.1.	Carta Colori .....	65
8.	Prescrizioni minime in materia di sicurezza e manutenzione .....	66
8.1.	Accesso alle aree di lavoro .....	66
8.2.	Manutenzione componenti in loco .....	67
8.3.	Lettura degli strumenti in loco e azionamenti manuali .....	67
8.4.	Protezione contro le alte temperature e isolamento .....	68
8.5.	Punti di sollevamento componenti .....	68
8.6.	Protezione contro impatti meccanici o alberi rotanti .....	68
8.7.	Identificazione dei componenti .....	68
8.8.	Identificazione collegamenti elettrici dei componenti .....	68
9.	Lista Ricambi .....	69
10.	Documentazione preliminare .....	70
11.	Collaudo .....	73
11.1.	Operazioni di collaudo prima e durante la posa in opera .....	77
11.2.	Affidabilità dello scopo di fornitura .....	77
11.3.	Operazioni di collaudo dopo il completamento della posa .....	77
11.4.	Attestazione di avvenuto completamento dei collaudi .....	80
12.	Normative applicabili .....	81
12.1.	Generalità .....	81
12.2.	Turbina a vapore .....	81
12.3.	Apparecchi in pressione .....	81
12.4.	Quadri elettrici bassa tensione .....	81
12.5.	Vibrazioni .....	81
13.	Analisi Predittiva .....	82

## 1. Introduzione

Oggetto del presente appalto è la fornitura e posa in opera di un turbo-alternatore per la produzione di energia elettrica e calore.

La fornitura riguarda un nuovo package comprendente generatore, riduttore ed una turbina a vapore che verrà allacciata ad una caldaia esistente e un nuovo condensatore (questi ultimi due non scopo fornitura di questo capitolato). Tale turbina produrrà energia elettrica attraverso un alternatore.

La turbina sarà dotata di n.1 spillamento di vapore, necessario per l'alimentazione del degasatore e per l'alimentazione di una centrale di teleriscaldamento; il vapore esausto e il condensato di quest'ultima verrà reintegrato al degasatore.

Si precisa che, a valle dello spillamento, sarà installato un raccordo a T (tee) in modo da inviare il vapore estratto, rispettivamente, da un lato al degasatore e dall'altro alla centrale di teleriscaldamento, con reintegro al degasatore. Non è un requisito essenziale la presenza di un'estrazione controllata. Devono essere comprese nell'appalto la fornitura di una valvola manuale di isolamento vapore, di una valvola di non ritorno e di una valvola elettropneumatica di blocco vapore (ON/OFF) a monte della sezione di ingresso del raccordo a T e, al fine di controllare il flusso di vapore diretto, rispettivamente, al degasatore ed alla centrale di teleriscaldamento, la fornitura a valle della T, di due valvole elettropneumatiche regolatrici (una per ciascuna sezione di uscita del raccordo a T) e di quattro valvole manuali di isolamento vapore (due per ciascuna sezione di uscita del raccordo a T).

Il presente documento, coadiuvato dei suoi allegati, rappresenta la specifica tecnica generale, riportante tutte le prescrizioni comuni alle diverse discipline (meccaniche, elettriche, strumentali) presenti nel progetto.

Gli obblighi dell'appaltatore devono comprendere tutte le opere necessarie a raggiungere la piena funzionalità dell'impianto ed a fornire l'appalto in ogni sua parte. Sono escluse dal presente appalto tutte le opere civili.



## 2. Glossario

Lista delle abbreviazioni utilizzate all'interno del documento:

- GCB = Generator circuit Breaker (Interruttore macchina)
- MCB = Main Circuit Breaker (Interruttore Rete)
- ESD = Emergency Shutdown Device (Sistema di emergenza)
- P&ID = Process and instrumentation Diagram (Schemi di processo)
- HMI = Human Machine Interface (Pannello supervisione)
- RTD = Sensore di temperatura a resistenza, tipo Pt100
- DCS = Distributed control System
- AVR = Automatic Voltage Regulator (Regolatore di tensione automatico)
- MCC = Motor Control Center (partenze alimentazione motori)
- DE = Drive End, lato turbina
- NDE = Non Drive End, lato opposto turbina
- SOV = Solenoid Valve (Valvola solenoide)
- CT = Current transformer (riferimento di misura corrente)
- VT / TV = Voltage transformer (riferimento di misura tensione)
- MT = Media tensione
- Linea preferenziale = linea costantemente alimentata da UPS di Impianto

Si precisa che, nel presente capitolato, per “Stazione appaltante” si intenderà AISA Impianti mentre con il termine “Appaltatore”, senza alcuna successiva specifica, si intenderà il fornitore del turbo-alternatore, oggetto della presente scrittura. Nel caso in cui si faccia riferimento, invece, ad un altro appaltatore, diverso dal fornitore del turbo-gruppo e quindi non oggetto del presente capitolato, si indicherà “fornitore del condensatore”, “fornitore del ciclo termico” o semplicemente “tubista incaricato dalla Stazione appaltante”. In generale, quindi, con il solo termine “Appaltatore” ci si riferirà al turbinista mentre nel caso in cui si facesse riferimento ad altro soggetto, sarà specificatamente indicato o sarà utilizzata la dicitura “a carico della Stazione appaltante”.

### 3. Dati di progetto

#### 3.1. Caratteristiche del sito

<i>Luogo</i>	San Zeno, Arezzo Gradi decimali: 43.430468, 11.818852 Gradi, minuti, secondi: 43° 25' 49.7'' Nord, 11° 49' 07,9'' Est
<i>Installazione</i>	Area esterna, posata su platea in calcestruzzo armato e coperta interamente da una tettoia.
<i>Alimentazioni elettriche</i>	400 Vac □ 10%
<i>Frequenza</i>	50 Hz □ 10%
<i>Dati media tensione</i>	15 kV □ 10%
<i>Area di installazione</i>	Industriale
<i>Altezza s.l.m.</i>	246 m s.l.m.
<i>Velocità media vento</i>	4 m/s
<i>Temperatura ambiente media (esterno)</i>	15 °C
<i>Umidità media (esterno)</i>	73%
<i>Umidità massima/minima (esterno)</i>	90/50%
<i>Temperatura ambiente massima/minima all'interno della sala turbina</i>	45/-5 °C
<i>Grado di protezione minimo richiesto</i>	IP55
<i>Protezione da corrosione</i>	Categoria C3, paragrafo 7

#### 3.2. Punti di lavoro garantiti

Nella tabella di seguito riportata, vengono riportati i dati prestazionali relativi ai punti di lavoro della turbomacchina che devono essere garantiti dall'appaltatore. La potenza elettrica, da garantire, è misurata ai morsetti del generatore con  $\text{CosPhi} = 0.9$ . Dovranno essere rispettate le tolleranze indicate dalla norma IEC 60045.

	<b>1</b>	<b>2 (RUN)</b>
<i>Temperatura Ambiente [°C]</i>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b><i>Vapore ingresso turbina (dati di input) (*)</i></b>		
<i>Pressione vapore [bara]</i>	41	41
<i>Temperatura vapore [°C]</i>	420	420
<i>Portata vapore [t/h]</i>	13,7	15,8
<b><i>Spillamento turbina (unico) per alimentare Degasatore e TLR</i></b>		
<i>Pressione minima garantita di vapore [bara]</i>	4,5	4,5
<b><i>Fabbisogni termici utenze</i></b>		
<i>Potenza termica minima ceduta al Degasatore (Potenza termica=portata massica x entalpia) [MW]</i>	1,9	1,9
<i>Potenza termica minima ceduta al Teleriscaldamento (Potenza termica=portata massica x entalpia) [MW]</i>	2,0	0
<b><i>Scarico turbina (dati di output) (*)</i></b>		
<i>Pressione vapore [bara]</i>	0,085	0,085
<i>Potenza lorda generatore elettrico [kWel]</i>	2.400	3.300

(\*) La portata del vapore ingresso turbina e la pressione scarico turbina sono garantite dalla Stazione appaltante.

### 3.3. Condizioni acqua di raffreddamento

Il fluido di raffreddamento dello skid (raffreddamento olio e raffreddamento generatore), viene fornito dalla Stazione appaltante. Il fluido sarà acqua demi addizionata con glicole etilenico con le seguenti caratteristiche:

<b>Grandezza</b>	
<b>PH</b>	valore $\leq$ 8,5
<b>Conducibilità</b>	$3 \leq$ valore $<$ 10

Si precisa che la percentuale del glicole su acqua demi non deve essere inferiore al 20% in peso dell'acqua demi. Il presente dato deve essere preso a riferimento per il dimensionamento degli scambiatori olio-soluzione acqua/glicole.

### 3.4. Condizioni aria compressa linea strumenti

L'allacciamento dell'aria compressa sarà reso disponibile dalla Stazione appaltante. Le linee a disposizione dell'appaltatore sono 2, delle quali si riportano i seguenti dati:

<b>Aria strumenti:</b>	
<b>Pressione massima/minima</b>	5.5 / 7 barg
<b>Qualità</b>	L'aria sarà preventivamente essiccata e depurata da eventuali tracce di olio e acqua
<b>Aria servizio:</b>	
<b>Pressione massima/minima</b>	5.5 / 7 barg

### 3.5. Unità di misura

Le unità di misura da utilizzare sono quelle definite dal sistema internazionale (SI). Altre unità di misura in uso pratico, possono essere utilizzate ed accettate come deviazione (bar, m<sup>3</sup>/h, t/h). Misure di pressione relativa devono essere indicate ad esempio con, rispettivamente, "barg" per la pressione relativa ed "bara" per la pressione assoluta.

### 3.6. Locazione finale del turboalternatore

La locazione finale del gruppo turbo-alternatore, compresi i servizi ausiliari ed i relativi quadri elettrici, dovranno essere nella platea in cls coperta da tettoia, realizzata dalla Stazione appaltante,

secondo le indicazioni riportate nell'elaborato grafico "Schizzo preliminare area posa in opera". Si precisa, quindi, che il turbo-gruppo ed i relativi quadri elettrici, oggetto di fornitura e posa in opera nel presente appalto, verranno installati all'aperto.

A tal proposito, si precisa altresì che tutti i quadri elettrici forniti dovranno essere installati all'interno di box climatizzati, che saranno a totale cura e carico dell'appaltatore, in modo da essere protetti dagli agenti atmosferici e dagli sbalzi di temperatura (considerando una temperatura massima esterna di +40 °C ed una temperatura minima esterna di -5 °C). Tutti i climatizzatori forniti dall'appaltatore dovranno essere ridondati 2x100.

La Stazione appaltante realizzerà l'area di posa in opera del gruppo turbo-alternatore, provvista di: tettoia di copertura, pavimento in cls, fossa condensati, fossa passaggio cavi potenza/segnali e tutte le messe a terra strumentali, anche secondo input ingegneristici e civili forniti dall'appaltatore. L'appaltatore, al momento dell'aggiudicazione dell'appalto dovrà essere disponibile a rispondere con celerità alle domande, richieste di chiarimenti, ecc. che riguardano le questioni del capoverso precedente.

Il gruppo turboalternatore dovrà essere fornito su skid provvisto di smorzatori tipo molle a tazza, che appoggeranno su platea in cls, quest'ultima a carico della Stazione appaltante. È consentito all'appaltatore installare sullo skid anche le apparecchiature ausiliarie che lui riterrà opportune.

### **3.7. Bassa Tensione**

Sarà disponibile una linea di alimentazione ordinaria da 400Vac dedicata ad ogni quadro MCC, una linea preferenziale che sarà alimentata con un sistema di commutazione a monte tra rete e gruppo elettrogeno ed una linea sotto UPS (che sarà a cura e carico del turbinista) dedicata al quadro di controllo.

Si avranno quindi le seguenti:

- Una linea ordinaria;
- Una linea preferenziale per la pompa olio di emergenza ed il viratore e per le utenze che l'Appaltatore ritiene di alimentare sotto questa linea;
- Una linea UPS 24VDC (alimentata da batteria tampone fornita dal turbinista) dedicata al solo quadro di controllo e il cui caricabatterie è all'interno del quadro di controllo.

Si precisa che è a carico dell'Appaltatore esclusivamente la linea UPS 24VDC dedicata al solo quadro di controllo (compresa la batteria tampone per la sua alimentazione ed il relativo caricabatterie che dovrà essere contenuto all'interno del medesimo quadro).

Nella seguente tabella vengono indicate la tensione e la potenza elettrica apparente della linea ordinaria e di quella preferenziale:

<b>Linea Ordinaria:</b>	
<b>Tensione</b>	Trifase 400 Vac 50Hz
<b>KVA</b>	100 kVA a richiesta dell'appaltatore
<b>Linea Preferenziale:</b>	
<b>Tensione</b>	Trifase 400 Vac 50Hz
<b>KVA</b>	10 kVA a richiesta dell'appaltatore

### 3.8. Media tensione

La Stazione appaltante fornirà le celle di media tensione e le linee di potenza per la connessione ai morsetti del generatore.

### 3.9. Requisiti contrattuali ed accettabilità

La Stazione appaltante si riserva il diritto di verificare in ogni momento che i requisiti del presente bando siano rispettati in ogni sua parte.

In particolare, l'appaltatore dovrà prevedere l'esecuzione dei seguenti test di accettabilità:

- **Collaudo prestazionale:** della durata di minima di 1h (una ora) dove venga provato che la macchina possa lavorare in maniera continuativa alle condizioni di lavoro garantite.
- **Collaudo affidabilità:** della durata minima di 96h (novantasei ore) dove venga comprovata la possibilità della macchina a poter operate in maniera continua, senza blocchi, entro i limiti specificati di funzionamento presenti nel capitolato e quelli elencati dai produttori dei singoli componenti.
- **Test funzionali:** dove venga provata la capacità del sistema ad effettuare tutte le transizioni di carico e condizioni operative contrattuali.

In tutte le fasi di collaudo dovrà essere garantita la presenza continuativa di personale adeguato da parte del fornitore.

## 4. Limiti di fornitura

Negli allegati al capitolato, sono identificati i limiti di batteria da considerare per l'appaltatore. Al fine di averne una descrizione dettagliata ed esaustiva, si utilizzi la legenda che si trova sulla relativa documentazione tecnica per identificare i singoli limiti di batteria.

Sarà compito dell'appaltatore collegarsi a tutte queste interfacce, rispettando le norme di riferimento e fornendo i documenti ingegneristici specifici menzionati al presente capitolato, oltre a quelli obbligatori per normativa.

Si precisa che l'appaltatore dovrà ingegnerizzare, realizzare, trasportare in sito ed installare, per quanto concerne il suo scopo, tutti i dispositivi necessari per il corretto supporto delle tubazioni (supporti primari e secondari), la riduzione delle dilatazioni in modo da rientrare nella tolleranza richiesta ai bocchelli della turbina stessa (giunti di espansione, etc.). Dovrà quindi essere svolta analisi di stress di tutte le tubazioni in ingresso ed uscita dallo skid turbina alle cui flange il tubista incaricato dalla Stazione appaltante, provvederà a collegarsi, con identificazione dei supporti da installare.

Negli allegati sono stati indicati due tipologie diverse di connessioni:

- “interfaccia”, seguita da carattere alfabetico, è un tipo di connessione col resto dell'impianto vapore.
- “connessione esterna” seguita da carattere numerico, è un tipo di connessione col mondo esterno ma non col resto dell'impianto vapore.

Per entrambi i tipi di connessioni valgono le regole esposte in questo paragrafo.

### 4.1. Connessione A - Tubazioni vapore vivo principale

La tubazione del vapore surriscaldato alla valvola di blocco sarà fornita e posata in opera dal fornitore del ciclo termico, il quale si occuperà della relativa installazione sino all'ingresso turbina. Il limite di batteria per l'appaltatore sarà la flangia ingresso valvola di blocco.

In fase progettuale, l'appaltatore dovrà comunicare al fornitore del ciclo termico le caratteristiche di tale linea (diametro/tipologia di connessione) per permettere al tubista di interfacciarsi correttamente.

Sarà sempre compito dell'appaltatore fornire dadi, tiranti e guarnizioni, **flange e controflange**.

La connessione e la verifica della corretta installazione al gruppo turbo-alternatore, sarà a carico dell'appaltatore.

L'appaltatore dovrà ingegnerizzare, realizzare ed installare, tutti i dispositivi necessari per il corretto supporto delle tubazioni (supporti primari e secondari) all'interno del suo scopo di fornitura. Per permettere al fornitore del ciclo termico di effettuare analisi di stress sulle tubazioni a lui in scopo, è richiesto all'appaltatore del turbo-gruppo di fornire i limiti di accettabilità sforzi gravanti sul proprio limite di batteria. Tali dovranno essere resi disponibili per tempo in modo da poter garantire corretta selezione di eventuali componenti necessari (giunti di espansione etc.).

Le connessioni A, A1, A2 dovranno essere realizzate in base a quanto indicato negli allegati tecnici e nella tabella "Lista interfacce meccaniche".

#### **4.2. Connessione B - Tubazioni vapore vivo secondario**

La tubazione vapore vivo secondaria (alimentazione vapore tenute) verrà fornita e posta in opera dal fornitore del ciclo termico fino al perimetro di macchina, terminando flangia e controflangia cieca. Nell'area individuata dalla tettoia di copertura e dalla platea in calcestruzzo armato sulla quale sarà installato lo skid del gruppo turbo-alternatore, la fornitura e posa della linea di vapore tenute sono a completa cura e carico del fornitore di ciclo. Per permettere al Fornitore del ciclo termico di effettuare le analisi di stress sulle tubazioni a suo carico, è richiesto all'appaltatore di fornire i limiti di accettabilità di tutti gli sforzi gravanti sul proprio limite di batteria. Tali dati dovranno essere resi disponibili per tempo in modo da poter garantire la corretta selezione degli eventuali componenti necessari. Per ulteriori informazioni, fare riferimento alla tabella "Lista interfacce meccaniche".

**Si precisa che, a differenza dei limiti previsti nelle condizioni di normale esercizio del turbo-alternatore (riportati al paragrafo 5.15), non vi sono vincoli di rumorosità nelle condizioni di emergenza.**

#### **4.3. Connessione C - Tubazioni vapore unico spillamento**

Per ciò che concerne l'unico spillamento presente (che sarà collegato ad un raccordo a T in modo da garantire, contemporaneamente, l'alimentazione del degasatore e l'alimentazione di una centrale di teleriscaldamento e del degasatore), l'appaltatore fornirà tutte le valvole e gli accessori come da allegati tecnici, all'interno dell'area di installazione della turbina (fino al bordo macchina, posto

nella fossa condense), fornendo indicazioni al tubista per la realizzazione dei supporti delle tubazioni e concordandone la posizione finale con la Stazione appaltante. Il montaggio di valvole e strumenti, forniti dall'appaltatore, sarà effettuata dal tubista incaricato dalla Stazione appaltante che realizzerà anche le relative tubazioni di collegamenti, comprensive di supporti, in base alle specifiche (analisi di stress e carichi agenti) fornite dall'appaltatore.

Il punto di connessione, in relazione al limite di batteria dell'appaltatore, dovrà essere provvisto di flangia, dadi, tiranti e guarnizioni, fornite a cura del medesimo.

Sarà compito e responsabilità degli altri fornitori (ad es. del tubista, etc.) la connessione a tali tubi nel punto di interfaccia a bordo macchina preventivamente concordato tra ambo le parti.

Durante la fase progettuale l'appaltatore dovrà confermare le caratteristiche di tale linea (diametro/tipologia di connessione etc..) per permettere agli altri fornitori di interfacciarsi correttamente.

**Lo stress analysis deve essere eseguito esclusivamente su materiali ed attrezzature oggetto di fornitura e posa da parte dell'appaltatore.**

#### **4.4. Connessione D/H - Crossover condensatore e balancing pipe**

Il limite di batteria della connessione D è lo scarico turbina. La fornitura della tubazione "Crossover condensatore", comprensiva del giunto e l'esecuzione del relativo collegamento sarà scopo del fornitore del condensatore e del tubista incaricato dalla Stazione appaltante.

Per permettere al fornitore del ciclo termico/condensatore di effettuare tutte le analisi di stress sulle tubazioni a suo carico, è richiesto all'appaltatore di fornire i limiti di accettabilità e gli sforzi gravanti sul proprio limite di batteria e cioè sullo scarico macchina. Tali dovranno essere resi disponibili per tempo in modo da poter garantire la corretta selezione di eventuali componenti necessari. Per ulteriori informazioni, fare riferimento alla tabella "Lista interfacce meccaniche".

La verifica della corretta installazione sarà a carico dell'appaltatore.

Sul crossover del condensatore arriverà anche il balancing pipe del tank condensati; il balancing pipe dal crossover al punto di interfaccia sarà a cura e carico del fornitore di ciclo mentre il tank condensati e il suo collegamento alla stazione drenaggi (vedasi foglio 4 dell'allegato "P&ID") sarà a cura e carico dell'appaltatore. Il punto di interfaccia e connessione H sarà localizzato in una flangia comune al tank condensati e alla stazione drenaggi (vedasi foglio 4 dell'allegato "P&ID").

L'appaltatore della turbina dovrà installare una flangia cieca, lato condensatore, per isolare il suo scopo di fornitura nelle prime fasi di cantiere durante il commissioning.

#### **4.5. Connessione E1/E2 - Tubazioni condensati**

L'appaltatore si occuperà di predisporre un punto unico di connessione nella fossa condensati, al quale il fornitore del ciclo termico si conetterà per portarli al pozzo caldo condensatore. L'appaltatore dovrà realizzare tale punto di connessione con flangia a norma e dovrà fornire dadi, tiranti e guarnizioni, necessari per il collegamento meccanico.

Il collegamento è nello scopo del turbinista.

Le connessioni E1 ed E2 dovranno essere realizzate in base a quanto indicato negli allegati tecnici e nella tabella "Lista interfacce meccaniche".

#### **4.6. Connessione F - Sistema di raffreddamento**

~~L'intero sistema di raffreddamento generatore, olio turbina, gland steam condenser (cooling water) sarà scopo di fornitura dell'appaltatore.~~ Per le specifiche si rimanda a quanto riportato nel paragrafo 5.12. Il punto di interfaccia sarà il reintegro dell'acqua demi nel vaso di espansione.

Ulteriori informazioni sono presenti nella tabella "Lista interfacce meccaniche".

#### **4.7. Connessione G - Aria compressa**

Il limite di batteria è posto a bordo skid turbina dove la Stazione appaltante consegnerà due linee per l'aria compressa (una per gli strumenti e l'altra per tutti i servizi). L'appaltatore dovrà connettersi a tali linee per tutti gli usi che lui riterrà necessari.

L'Appaltatore dovrà provvedere all'installazione di filtri, degli essiccatori e dei disoleatori necessari per garantire pulizia dell'aria dal punto di allaccio in avanti.

#### **4.8. Cavi Media tensione**

Come possibile vedere nell'allegato "Schema elettrico unifilare", la Stazione appaltante fornirà la cella di media tensione dove si conetterà l'alternatore.

Sarà compito della stazione appaltante anche fornire e posare i cavi di potenza nei cables rack fino all'alternatore.

~~Sarà a carico dell'appaltatore il dimensionamento e la connessione di tali cavi all'alternatore; Sarà a carico dell'appaltatore il dimensionamento della connessione per tali cavi all'alternatore;~~

l'appaltatore dovrà quindi comunicare per tempo alla stazione appaltante che tipi di cavi e capicorda vadano predisposti e tutti i dispositivi necessari ad effettuarne il collegamento; inoltre dovrà comunicare alla stazione appaltante se i cavi, negli ultimi metri prima di arrivare all'alternatore, devono essere sottoterra oppure in altezza, al fine di ottimizzare spazi e opere civili. La fornitura e la posa del quadro alternatore sono a cura e carico dell'appaltatore e dovrà essere posizionato presso lo stesso.

Saranno di fornitura dell'appaltatore anche i TA di TV che sono previsti a bordo macchina sia lato trifase che lato centro stella.

Nel progetto preventivo della platea in cls per la posa in opera del gruppo turbo-alternatore, sarà prevista anche la predisposizione per l'eventuale installazione di un cavo di neutro a terra che va dal generatore al quadro contattore di neutro (anch'esso a cura e carico dell'appaltatore). Considerato che, ad oggi, non è possibile stabilire se tale installazione avverrà o meno, all'appaltatore spetta mettere a disposizione nella morsettiera dell'alternatore il punto per il collegamento a terra del neutro e prevedere lo spazio per installare eventuali TA (vedasi allegato "Schema elettrico unifilare"), che non risultano di fornitura dell'appaltatore in quanto necessari alle protezioni, come meglio specificato nel proseguo.

#### **4.9. Cavi bassa tensione**

È a cura e carico dell'appaltatore il dimensionamento, la fornitura e la posa in opera di tutti i cavi di bassa tensione (dai quadri fino alle utenze e servizi ausiliari, dai quadri al DCS e dai quadri ai sistemi di controllo dell'altra turbina attualmente installata), comprese le relative canalizzazioni necessarie per il funzionamento della sua fornitura. Saranno altresì a cura e carico del turbinista:

- Cavi di segnale e comunicazione;
- Cavi di potenza necessari all'alimentazione delle utenze e degli ausiliari.

I cavi di cui sopra dovranno essere forniti e installati seguendo percorsi da identificare in fase progettuale congiuntamente con la Stazione appaltante.

Qualora si usassero gli stessi cunicoli sotterranei utilizzati per le tubazioni, l'appaltatore deve adeguatamente segregare i passaggi cavi dai passaggi tubi.

Particolare attenzione dovrà essere prestata anche per la segregazione tra cavi di potenza e cavi dei segnali, in modo che questi ultimi non vengano disturbati elettromagneticamente dai primi.

L'appaltatore dovrà fornire e posare in opera tutti i quadri elettrici di comando (MCC) delle utenze che fanno parte della sua fornitura ed i quadri elettrici di controllo e protezione del turboalternatore, completi di tutte le apparecchiature necessarie, salvo quanto espressamente escluso nel presente capitolato.

Sarà disponibile, per ogni quadro, una linea di alimentazione 400 Vac (50 Hz) alimentata da rete (cosiddetta linea ordinaria), a cui si aggiunge una linea preferenziale alimentata a 400 Vac (50 Hz), per il soccorso alle utenze indispensabili al funzionamento della turbina.

L'appaltatore dovrà fornire e posare in opera un sistema di commutazione per tutte le utenze che ha stabilito di porre sotto linea preferenziale. Per queste utenze la commutazione deve consentire il passaggio pressoché istantaneo tra la linea preferenziale e la linea ordinaria, in modo tale che in caso di guasto sulla linea preferenziale sia possibile alimentare elettricamente tali utenze.

Anche il quadro di controllo e protezione dovrà prevedere il sistema di commutazione fra linea ordinaria e linea preferenziale.

Il cablaggio dei cavi di bassa tensione e le relative apparecchiature di sicurezza e protezione degli stessi a monte dei quadri elettrici a servizio del gruppo turboalternatore sono a cura e carico della Stazione appaltante. Resta a carico dell'appaltatore la connessione dei quadri in parola nonché la realizzazione e posa in opera degli stessi. Sarà onere dell'appaltatore fornire tutti i dati necessari al loro dimensionamento.

#### **4.10. Sistema di messa a terra**

La Stazione appaltante provvederà a fornire i picchetti e/o allacciamenti alla rete di terra di impianto fino al collettore di terra di ogni locale. Spetterà poi all'appaltatore collegare al collettore di terra, predisposto dalla Stazione appaltante, tutti i punti della sua fornitura.

### **5. Scopo di fornitura**

Sarà compito dell'appaltatore la progettazione, la fornitura, il trasporto in sito e la posa in opera di uno skid turbo-vapore e dei suoi ausiliari, i cui limiti di batteria sono definiti nel capitolo 4 "Limiti di fornitura" e negli schemi di processo allegati al presente capitolato tecnico.

L'appalto dovrà comprendere almeno i seguenti elementi:

- un telaio, collegato al suolo tramite molle a tazza, che abbia a bordo tutti i componenti di seguito indicati:
  - #1 turbina a vapore a condensazione con n.1 spillamento in bassa pressione collegato a raccordo a T;
  - #1 generatore sincrono, quattro poli, raffreddato ad acqua, tensione nominale 15 kV, comprensivo dei suoi ausiliari e del sistema di eccitazione;
  - #1 riduttore di giri con uscita a 1500 giri/min;
  - giunti di accoppiamento dell'albero veloce e dell'albero lento;
  - #1 sistema olio di lubrificazione completo (comune a turbina, riduttore e generatore) comprensivo di:
    - pompe olio ridondate (meccanica trascinata, pompe principali e/o ausiliarie e/o emergenza AC);
    - Tubazioni e raccordi;
  - eventuali pompe idrauliche ed eventuali pompe jacking per il generatore. Tale sistema olio può essere inglobato nello skid principale o alternativamente incluso in uno skid separato posizionato lateralmente al principale;
  - scambiatore olio/acqua per l'olio turbina;
  - sistema olio idraulico per attuare valvole vapore, completo di eventuali pompe, eventuali serbatoi, valvole, sistemi di accumulo, filtri, sistemi di purificazione;
  - sistema di sbarramento vapore tenute;
  - sistema drenaggio condensati composto da valvole automatizzate, orifizi e steam traps;
  - viratore elettrico ad elevata automazione e i dispositivi per ruotare manualmente il treno assi;
  - valvola di blocco alta pressione (dotata a monte di filtro vapore incorporato o esterno) e valvola di regolazione vapore alta pressione;
- a valle dello spillamento avremo (dove sarà presente un raccordo a T per inviare il vapore, rispettivamente, al degasatore ed alla centrale di teleriscaldamento):

- #1 valvola manuale di isolamento vapore, #1 valvola di non ritorno, #1 valvola elettropneumatica ON/OFF, da installare a monte della sezione di ingresso del raccordo a T;
- #2 valvole elettropneumatiche regolatrici da installare a valle, rispettivamente, delle due sezioni di uscita del raccordo a T (in modo da regolare il flusso di vapore diretto, rispettivamente, al degasatore ed alla centrale di teleriscaldamento);
- #2 valvole manuali di isolamento vapore da installare, a valle della sezione di uscita del raccordo a T, nel ramo diretto al degasatore, prima e dopo la valvola elettropneumatica regolatrice;
- #2 valvole manuali di isolamento vapore da installare, a valle della sezione di uscita del raccordo a T, nel ramo diretto alla centrale di teleriscaldamento, prima e dopo la valvola elettropneumatica regolatrice;
- skid separato con serbatoio raccolta e rilancio condense, da porre nella fossa composto da n°2 x 100% pompe di rilancio condense e dal serbatoio stesso;
- skid separato con n°2 x 100% pompe di circolazione acqua di raffreddamento con vaso di espansione;
- sistema di controllo completo che consenta l'elevata automazione dell'impianto;
- tutte le valvole, sensori ed attuatori (manuali, elettrici e pneumatici), richieste da norme e leggi, atte a controllare e/o isolare il sistema skid;
- Quadri elettrici di controllo ed alimentazione;
- Coibentazioni;
- Tracciatura per tutte le tubazioni in ingresso ed uscita dallo skid del gruppo turbo-alternatore;
- ~~Sistema di controllo e regolazione delle due turbine (quella esistente e quella nuova);~~  
Sistema di controllo sulla nuova turbina;
- Tutte le strumentazioni, tutti i componenti e tutte le valvole presenti nei P&ID;
- Predisposizione per connessione essiccatore per la conservazione della turbina.

Si ricorda che la lista di cui sopra ha carattere solamente indicativo in quanto esplicita esclusivamente componentistica minima. Resta a carico dell'aggiudicatario, secondo la sua

esperienza, considerare ulteriori componenti (valvole strumenti, componenti meccanici ed elettronici, etc.) la cui fornitura e posa saranno da concordare con la Stazione appaltante.

Qualora dovesse risultare qualche discrepanza sul numero degli strumenti o componenti da installare tra ciò che viene richiesto nel capitolato e ciò che è elencato nel P&ID allegato, farà fede quest'ultimo.

Si precisa che tutti i componenti rappresentati nel P&ID (quali motori, pompe, scaldiglie, sensori, valvole, ecc.) devono essere alimentati dai quadri MCC a cura e carico dell'appaltatore e comandati dai quadri stessi, in maniera del tutto automatica, attraverso il sistema di controllo turbina.

Si precisa che sarà escluso dal presente appalto la fornitura e la posa in opera di:

- Scambiatore aerotermo acqua/aria di raffreddamento olio turbina collegato all'impianto demi (impianto demi non oggetto di questo appalto). Fornitura acqua demi a carico della stazione appaltante;
- tutte le tubazioni (comprehensive di supporti ed isolamento termico) di connessione a tutte le apparecchiature presenti a monte ed a valle dello skid del gruppo turbo-alternatore, come previsto dal presente capitolato.

### **5.1. Telaio**

Il telaio, realizzato in carpenteria da semilavorati di acciaio, deve essere planare e rettificato nei punti di appoggio delle macchine rotanti. I punti di appoggio devono essere previsti sul telaio per ogni componente del treno d'assi e per ogni componente rotante o statico dello skid. I punti d'appoggio dovranno essere quelli previsti dai disegni tecnici dell'ingegneria di ciascun subfornitore dei componenti. I punti di appoggio del telaio dovranno essere più grandi del piede di ogni componente montato sopra, per consentire il livellamento o il check planarità del telaio. Tutti i punti di appoggio devono essere ottenuti tramite unica fresatura, nella medesima lavorazione finale e devono risultare piani e paralleli. Per ogni componente, il corrispondente gruppo di tutti i punti di appoggio deve essere lavorato con uno scostamento massimo di planarità e di quota di tolleranza verticale di 0,05 mm per metro della loro distanza. La Stazione appaltante si riserva il diritto di verificare i requisiti dimensionali durante la lavorazione e/o il controllo del telaio presso il subfornitore (tali dati verranno poi riportati nel documento "Certificato di qualità del fornitore del basamento in acciaio (planarità)").

Nella successiva installazione del telaio, l'inclinazione massima da rispettare su ciascun punto d'appoggio è di 0,25 mm/m; l'appaltatore deve dimostrarlo alla Stazione appaltante tramite livella per meccanica certificata. Il livellamento potrà essere eseguito anche tramite teodolite, ma in tal caso dovranno essere presenti punti di appoggio rettificati supplementari sul telaio, ove appoggiarvi la stadia (n°2 punti di check per ogni lato e ogni componente del treno d'assi).

Il treno assi dovrà essere allineato secondo il thermal growth indicato nel documento ingegneristico relativo e verificato tramite allineatore laser certificato. Dovrà altresì essere verificato che, durante il tiro di tutte le flange della tubazione vapore, l'allineamento radiale subisca uno spostamento massimo di 0,02 mm e angolare di 0.03 gradi sessagesimali.

Le shims da applicare sui punti di appoggio dovranno essere al massimo 5 e il pacco totale potrà andare da uno spessore minimo di 3 mm fino ad un massimo di 12 mm. Solo una shim maggiore o uguale a 3 mm è concessa per ogni piede. Si precisa che non è concesso l'uso di shims a cuneo o a copertura parziale del piede del componente.

Il materiale delle shims sarà un acciaio AISI standard series 300 stainless steel e saranno già preformate, non ricavate da rotolo.

L'appaltatore dovrà fornire una serie di shims per i riallineamenti futuri, degli spessori più comuni, quali 0,05 - 0,1 - 0,3 - 0,5 - 1 mm.

Il massimo soft foot per ogni piede sarà di 0.05 mm.

Il telaio sarà appoggiato su spessori isolanti tipo molle a tazza e dovrà essere dotato di riferimenti rettificati alla stessa altezza per i controlli tramite teodolite e si farà riferimento alle norme DIN 4024.

Le vibrazioni massime trasmesse dai macchinari, attraverso il telaio, alla pavimentazione saranno pari a max 1 mm/s RMS (fascia 10 -1000 Hz).

Il telaio deve essere dotato di respingenti (asportabili o fissi) con viti di manovra per allineare longitudinalmente e trasversalmente riduttore e generatore.

Per alzare il riduttore ed il generatore elettrico ed inserire le shims dovrà essere previsto un opportuno piano d'appoggio nei punti di appoggio delle macchine rotanti o delle tasche dedicate per poter usare dei comuni pistoni idraulici portatili.

## 5.2. Turbina a vapore

### 5.2.1. Vapore d'ingresso

Sarà cura dell'appaltatore proteggere la macchina nel caso in cui le condizioni del vapore in ingresso escano dai parametri di accettabilità definiti dal costruttore della macchina.

Il sistema dovrà comunque garantire il funzionamento a carico della macchina con:

- un margine fino a 8 °C oltre la temperatura nominale per tempo indefinito;
- per almeno 400 ore/anno per un range di temperatura compreso tra 8°C e 14°C sopra la temperatura nominale;
- per almeno 15 minuti continuativi e per almeno 80 ore all'anno per un range di temperatura compreso tra 14 °C e 28 °C sopra la temperatura nominale;
- blocco immediato a non meno di 28°C sopra la temperatura nominale;
- un margine fino a 30°C sotto la temperatura nominale per tempo indefinito;
- per almeno 15 minuti oltre i 36°C sotto la temperatura nominale.

Anche per quanto riguarda la pressione, l'Appaltatore dovrà garantire il funzionamento:

- una pressione superiore alla nominale del 5% per un tempo indefinito
- una pressione superiore alla nominale del 20% per almeno dodici ore all'anno.

La macchina dovrà essere protetta in caso di aumento eccessivo della pressione in ingresso.

Durante lo start up, fino alla chiusura dell'interruttore e quindi alla potenza minima di macchina (parametro definito dal costruttore, ma non superiore al 10% della potenza nominale di macchina) dovrà essere garantito un ampio margine sulla minima temperatura di ingresso del vapore vivo ammissibile, pari ad almeno 70°C inferiori al nominale, in modo da poter accendere agevolmente la turbina, consentendo alla caldaia a monte del turbo-gruppo un range di operatività maggiore.

### 5.2.2. Corpo macchina

Il corpo macchina (casing) della turbina sarà del tipo "horizontally split", divisibile lungo l'asse orizzontale e dovrà essere ottenuto per fusione. Lo scarico turbina potrà essere realizzato in carpenteria.

Si precisa che lo scarico dovrà essere radiale e diretto verso l'alto.

L'Appaltatore dovrà prevedere appositi pozzetti (thermowell) per l'alloggiamento delle sonde di temperatura nei punti che il costruttore ritiene più congeniali per monitorare, dare i permessivi di partenza, determinare i gradienti e/o permessivi di salita giri, determinare i punti di immissione

vapore per riscaldare la turbina o la salita carico. La logica di tali permissivi sarà implementata nel sistema di controllo e dettagliatamente descritta nei documenti di fornitura dell'appaltatore.

Tali pozzetti dovranno affiorare dalla coibentazione ed essere facilmente raggiungibili per garantire le operazioni di manutenzione o la sostituzione.

~~L'orientamento delle flange di ingresso vapore e dello spillamento deve essere verticale verso l'alto o orizzontale rispetto al piano di terra.~~

### **5.2.3. Palette**

Le palette dovranno essere realizzate con il seguente tipo di acciaio inossidabile o con materiale di caratteristiche pari o superiore.

- X22CrMoV12-1

Il costruttore dovrà fare uso di trattamenti termici superficiali per evitare fenomeni di erosione (pitting), soprattutto negli ultimi due stadi della turbina.

### **5.2.4. Rotore**

Per quanto concerne il rotore dovranno essere svolti i collaudi minimi definiti nei successivi paragrafi.

Il materiale da utilizzare per la realizzazione del rotore dovrà essere il seguente o un materiale di caratteristiche pari o superiore:

- 30CrMoNiV5-11

### **5.2.5. Supporti - Cuscinetti**

I carter dei cuscinetti dovranno essere del tipo a due pezzi, in modo tale che la parte superiore sia rimovibile per consentire le ispezioni del cuscinetto senza dover rimuovere l'albero o il corpo macchina.

I cuscinetti radiali ed assiali dovranno essere del tipo tilting pad con metallo bianco, per inibire il più possibile le vibrazioni da instabilità da film d'olio.

Dovranno essere scomponibili a metà per poterli sostituire senza dover rimuovere il corpo della macchina e alzare completamente l'albero. La sostituzione dei semigusci inferiori dei cuscinetti dovrà essere possibile sollevando l'albero turbina di pochi centesimi/decimi.

L'appaltatore deve prevedere golfari di sollevamento, fissi od amovibili, da utilizzare in caso di interventi manutentivi. Per lo smontaggio dovrà essere sufficiente un paranco per sollevare l'albero turbina, montabile sul gancio di una gru mobile. Non devono esserci zone di interferenza con tali dispositivi, la manutenzione deve poter essere svolta agevolmente.

Tutti i cuscinetti dovranno essere provvisti di adeguati sistemi di rilevamento della loro temperatura di funzionamento. In particolare, avranno delle sonde (almeno 2 per ciascun radiale e 2 per ogni lato del reggispinga) poste all'interno dei pattini e facilmente rimovibili da questi per la manutenzione o la sostituzione. Le sonde non devono essere di tipo annegato nel pattino, ma del tipo a inserzione a push-in spring.

A sua volta, ciascuna sonda avrà la testina che incorpora due sensori (uno in uso e uno di riserva); lo scambio dei sensori della testina, sarà possibile usando il collegamento elettrico disponibile a morsettiera.

Tutti i cuscinetti dovranno essere predisposti per permettere l'alloggiamento di adeguati sistemi di rilevamento della loro vibrazione.

#### **5.2.6. Punti di ispezione**

Il casing della turbina deve essere dotato di finestre di ispezione, localizzate in punti strategici e significativi, per effettuare i controlli boroscopici.

#### **5.2.7. Essiccatore per la conservazione**

Il costruttore della turbina deve provvedere alla realizzazione di una connessione, apribile, per l'alloggiamento del tubo dell'essiccatore, in modo da permettere la conservazione della macchina e dei suoi componenti interni per lunghi periodi. L'essiccatore è escluso dal presente appalto.

#### **5.2.8. Isolamento termico**

L'isolamento termico della turbina, a carico dell'appaltatore, dovrà essere realizzato con materassini isolanti.

Tali cuscinetti e il loro contenuto dovranno essere chimicamente stabili, resistenti all'acqua e non infiammabili, facilmente amovibili e riutilizzabili. Tali materassini, quindi, non dovranno distruggersi, sfaldarsi o perdere le proprie caratteristiche sotto l'azione delle vibrazioni meccaniche.

I materassini dovranno essere sagomati per essere facilmente applicati alla cassa esterna di tutta la turbina.

Ogni cuscino sarà provvisto di ganci, sia sui bordi, che all'interno, con lo scopo di tenerlo saldo ai cuscini contigui intorno al corpo turbina, tramite fil di ferro inossidabile. Dovrà essere inoltre fornita ed applicata una medaglietta che ne identifichi la posizione.

La federa sarà in materiale sintetico, grammatura non inferiore ai 600 g/m<sup>2</sup>. Il contenuto dovrà avere una densità di almeno 80 kg/m<sup>3</sup>. Per evitare lo scivolamento del contenuto rispetto la federa, il contenuto sarà puntato a intervalli regolari con fili di materiale resistente al calore.

È consentito variare lo spessore totale dei cuscini e il numero di strati a seconda delle zone di applicazione.

#### **5.2.9. Valvole regolazione/controllo vapore turbina**

Le valvole di immissione vapore dovranno essere di tipo lineare e saranno mosse da attuatori idraulici a pistone con servomotori dedicati per ogni valvola.

La valvola di ammissione vapore dovrà essere dimensionata per consentire startup automatico della macchina. Le alzate dei funghi dovranno essere tali da garantire un riscaldamento uniforme dello steam chest in tutte le condizioni di startup. Il tempo di chiusura non deve essere superiore a 250 ms.

Le valvole devono essere comandate con servomotore ad alta pressione a doppio effetto.

Si precisa che, per la regolazione del turbo-gruppo, è conforme fornire anche un sistema multi - valvola nel quale ogni singola valvola viene attuata da un singolo bar lift mosso da un pistone idraulico.

#### **5.2.10. Valvola rompivuoto**

Sullo scarico turbina, verrà posta una valvola rompivuoto a comando pneumatico, azionata dal sistema di controllo.

#### **5.2.11. Tenute di estremità**

Per le tenute di estremità, è obbligatorio il sistema a steam gland condenser.

Nel P&I allegato è proposto uno schema di minima della strumentazione e dei macchinari necessari al suo funzionamento.

L'appaltatore, in base alla sua esperienza o ai suoi standard può discostarsi leggermente dallo schema di principio proposto, ma deve comunicarlo alla Stazione appaltante nei tempi indicati nel capitolo di presentazione della documentazione preliminare.

L'appaltatore ha in carico outline e carichi di fondazione dei componenti a suo carico e dovrà quindi occuparsi dell'integrazione del suo sistema alle opere civili che saranno a carico della Stazione appaltante, oltre che della posa in opera delle tubazioni necessarie, ivi comprese eventuali connessioni supplementari necessarie da parte della stazione appaltante, ma non indicate nel P&I (acqua di raffreddamento, make-up water, etc.).

La turbina a vapore dovrà poter lavorare sia in parallelo rete che in isola (produzione esclusivamente per usi interni). Il sistema tenuto dovrà essere progettato e integrato al sistema di controllo e ai quadri in modo da poter sopperire alle perdite di alimentazione 400 VAC senza far andare in blocco la turbina.

La turbina dovrà, inoltre, poter lavorare senza oscillazioni ad un carico variabile tra il carico minimo (parametro definito dal costruttore, ma non superiore al 15% della potenza nominale di macchina) ed il carico massimo senza nessuna limitazione da parte del costruttore. La turbina dovrà poter assorbire tutti gli sganci carico dovuti ad una apertura dell'interruttore generatore/interfaccia rete oppure a degli sganci o attacchi di carico in isola. L'appaltatore deve inoltre garantire che la turbina possa operare in solo viraggio con sistema tenuto attivo e condensatore in funzionamento per un tempo indefinito, in modo da permettere a caldaia, condensatore e bypass di funzionare indipendentemente, anche con la turbina non a giri. Qualora quest'ultima richiesta non fosse possibile, l'appaltatore deve provvedere ad ingegnerizzare, fornire e installare valvola scarico turbina, valvole isolamento in balancing pipe, rilancio condense a pozzo caldo ed ogni altro dispositivo necessario, tutti quanti motorizzati e dotati di feedback e lavoranti in maniera completamente automatica col sistema controllo turbina.

#### **5.2.12. Sistema di raccolta condensati**

La turbina a vapore deve essere fornita con tutti i drenaggi (continui e discontinui) necessari al suo corretto funzionamento. Sarà compito del turbinista identificare i punti da drenare, la scelta degli orifizi e gestiti in automatico dal sistema di controllo. Nel P&ID sono riportati, in via del tutto indicativa, 6 punti. Tutte le valvole devono essere uguali e del medesimo modello, con un circuito di bypass.

Ciascun punto di drenaggio deve confluire in una valvola pneumatica a saracinesca on/off dotata di finecorsa aperto e chiuso (visualizzabile nell'interfaccia HMI).

Il sistema di controllo dovrà gestire l'apertura/chiusura delle valvole, nonché segnalare il mismatch della posizione valvola.

Parallelamente a ciascuna valvola deve esserci una steam trap. Le connessioni delle steam trap, delle valvole e degli orifizi devono essere tramite connessioni flangiate. Il produttore della turbina dovrà descrivere dettagliatamente la logica di comando e controllo di tali valvole. Ciascuna valvola deve essere del tipo "fail safe to open" (qualora qualcuna non lo fosse, l'appaltatore deve specificarne il motivo, chiedendo preventivamente autorizzazione alla Stazione appaltante).

Le acque di condensa devono essere raccolte in un serbatoio posto su uno skid, che dovrà essere montato in una fossa sotto il piano di appoggio del telaio turbina. Il serbatoio dovrà essere realizzato in acciaio inossidabile per resistere alla corrosione.

Attualmente tale skid è stato posto nella fossa raccolta condensati provvisoriamente a livello -5 metri. In fase di aggiudicazione, il turbinista dovrà confermare se tale scelta è quella effettiva in modo da permettere alla Stazione appaltante di definire le relative opere civili necessarie, fornendo al contempo le indicazioni sugli ingombri dello skid e del tank.

Tale skid, collegato tramite inghisaggio al pavimento della fossa condensati, deve comprendere:

- 2 pompe, ciascuna dotata di valvola di non ritorno, valvole di isolamento up e downstream, filtro a cartuccia, indicatori locali di pressione;
- un tank raccolta condensati dotato di indicatore locale (visivo) del livello condensati e di un trasduttore analogico. Il tank è dedicato alle condense turbina.

Il turbinista dovrà inoltre fornire anche le anchor bolts.

Lo skid condensati avrà due punti di collegamento al condensatore:

- il rilancio condensati allo scarico delle pompe il quale va nel pozzo caldo del condensatore;
- un tubo di bilanciamento che parte dalla parte alta del tank condensati e si connette al condensatore.

L'appaltatore dovrà rispettare le 2 connessioni secondo il layout e l'orientamento delle interfacce.

L'appaltatore dovrà calcolare il dimensionamento delle pompe in base ai dati forniti dal Fornitore del ciclo termico e del condensatore, in funzione delle prevalenze del ciclo termico e della caldaia.

Il controllo del livello condensati nel barilotto dovrà essere svolto con la seguente strumentazione minima, fornita dal turbinista:

- #2 livellostati per altissimo livello;
- #1 trasmettitore di livello analogico 4-20mA per controllo livello con inserimento di soglia di alto/altissimo livello condensato;
- #1 indicatore di livello locale.

Come mostrato nel P&ID è a carico dell'appaltatore:

- il punto di connessione "E1" del sistema rilancio condensati al condensatore (nello specifico alla parte alta del pozzo caldo)
- le linee interne dei drenaggi turbina.
- Il punto di connessione "H" del balancing pipe al crossover.

### **5.3. Strumentazione di campo**

Ogni strumento a contatto diretto con il processo (vapore) dovrà essere provvisto di valvola di intercetto (anche detta di radice) per l'isolamento degli strumenti

L'utilizzo di strumentazione con protocollo HART è obbligatorio.

L'appaltatore dovrà fornire loop completo di misura da sensore installato connesso a processo, fino alla connessione al sistema di controllo/supervisione.

Ciascun trasduttore elettronico o strumento meccanico dovrà avere il fondo scala scelto opportunamente per misurare la variabile in tutto il suo range operativo comprensivo di ragionevole margine.

Di seguito si evidenziano i requisiti minimi richiesti agli strumenti divisi per servizio; per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici allegati al capitolato.

#### **5.3.1. Velocità**

La lettura di velocità degli alberi del turbo-gruppo deve essere effettuata mediante sensori di tipo attivo e/o passivo. Deve essere garantita la lettura della velocità anche durante viraggio.

Il numero minimo di sensori da installare sarà 5, così suddivisi: 2 per il controllo e 3 per la protezione sovravelocità.

Il loop di protezione da sovravelocità dovrà essere certificato SIL3.

### 5.3.2. Temperatura

Per le misure di processo (vapore), sulle tubazioni o sul corpo macchina dovranno essere installati pozzetti (termowell) adatti ad alloggiare strumentazione di rilevamento temperatura (RTD o termocoppie).

Tutte le sonde di temperatura dovranno essere a doppio elemento (esempio RTD a doppio elemento) e 3 fili, provviste di trasduttore Ohm/4-20mA da montare sulla testa della sonda oppure a cassetta (JB).

Si precisa che non sono accettate sonde di temperatura a 2 fili.

Si precisa altresì che tutte le parti della macchina e le tubazioni oggetto del presente appalto dovranno avere temperature superficiali conformi a quanto contenuto nella norma UNI EN ISO 13732-1:2009, in riferimento ad un tempo di contatto di 1 minuto, considerando una temperatura esterna di 35 °C.

### 5.3.3. Pressione

Ogni strumento di pressione, indicato o trasmesso, dovrà essere provvisto di valvola di radice e valvola di blocco/vent/dreno. La valvola di blocco/vent/dreno dovrà essere del tipo manifold "Block&Bleed". Tale manifold dovrà essere realizzata in materiale AISI 316L o con caratteristiche similari.

Per consentire un agevole lettura dei valori di processo, sia la testa del trasmettitore (nel caso di trasmessi) sia il manometro (nel caso di solo indicati) dovrà essere posizionata ad adeguata altezza e fissata ad apposite strutture (rack) mediante specifici adattatori. È consentito anche il fissaggio a tubazioni a patto che siano di supporto, in tal caso è possibile utilizzare gli ubolt.

Si precisa che per gli strumenti dovrà essere adottato un rack dedicato.

Sono obbligatori strumenti che provvedono sia a trasmettere il segnale che ad indicare localmente il valore misurato in un unico strumento.

Gli strumenti a contatto con vapore devono essere di tipo full vacuum, adatti quindi a leggere fino al vuoto.

### 5.3.4. Livello

Per le misure di livello è lasciata libera scelta all'appaltatore riguardo la tipologia di strumento da utilizzare. È necessario rispettare la possibilità di drenare e mantenere tali strumenti senza la

necessità di svuotare i serbatoi/tubazioni a cui sono connessi e, per tale scopo, dovranno essere previste valvole di intercetto e dreno/vent.

### **5.3.5. Vibrazione**

I sensori di vibrazione e l'intero loop di misura dovranno essere selezionati in accordo al sistema da monitorare. Per ulteriori definizioni di dettaglio in merito alla strumentazione minima da fornire ed alla tipologia, si rimanda al paragrafo presente successivamente.

### **5.4. Cassette locali (JBs) e moduli I/O in campo**

Dovranno essere utilizzate cassette di derivazione (junction boxes) locali che potranno accogliere tutti i segnali degli strumenti installati a bordo skid, divisi per sottosistema (generatore, olio, turbina, etc.).

Nelle cassette locali potranno essere utilizzati componenti di I/O remotati in modo da consentire di minimizzare i cablaggi.

In ogni JB dovrà essere predisposta una scorta minima del 20%, sia per i terminali che per gli I/O, remotati.

Ogni dispositivo dovrà essere alloggiato su barra DIN.

Tali cassette, insieme a viti e bulloni, dovranno essere realizzate in acciaio inossidabile con grado di protezione minimo richiesto è IP55.

### **5.5. Attuatore Valvola HP Turbina**

Il sistema idraulico di attuazione dovrà garantire che la valvola vapore turbina possa muoversi ad una velocità che consenta la completa chiusura in meno di 250 ms.

La valvola di regolazione dovrà essere comandata da un segnale analogico del tipo 4-20 mA, ridondato, e sarà provvisto di misuratori di posizione tipo LVDT anch'essi ridondati, interfacciabili tramite segnali analogici del tipo 4-20 mA. In ogni momento il sistema di controllo procederà comparando il demand e il feedback e, in caso di mismatch, comanderà un allarme turbina.

Il sistema di attuazione delle valvole vapore dovrà garantire un funzionamento del tipo "fail safe". Tutte le valvole dovranno essere provviste di un attuatore dedicato.

### 5.6. Valvola di shutoff o blocco

La valvola di shutoff ingresso vapore, comandata idraulicamente dall'olio idraulico, dovrà essere di tipo "fail to close" e dovrà avere la seguente dotazione minima:

- finecorsa di posizione "aperta" e finecorsa di posizione "chiusa";
- una elettrovalvola "normally closed" (senza tensione, flusso vapore chiuso) per l'apertura lenta e una per la chiusura lenta dello stantuffo. La modalità lenta è usata nelle operazioni "normali" quali il normal start up e il warm up dello steam chest turbina; sistema di controllo che, durante la marcia normale, dovrà verificare attraverso una routine, se la valvola non è bloccata, mediante un ciclo di disabilitazione e abilitazione della elettrovalvola apertura lenta, partial stroke test.
- Sistema di trip block in logica 2oo3 collegato ad ESD, tale logica potrà essere idraulica o elettrica.
- Valvole solenoidi con alimentazione 24V, dotate di molla di ritorno in posizione di chiusura.
- Attuatore della valvola di blocco dimensionato in modo tale da garantire la completa corsa del pistone (100-0%) in un tempo inferiore a 250 ms considerando incluso anche il tempo di attuazione dei solenoidi;
- Trattamenti superficiali su otturatore/disco quali riporto stellite o similari al fine di evitare usura prematura delle superfici di tenuta;
- Attuatore di tipo a singolo effetto, provvisto di molla per ritorno nella posizione di fail safe;
- Valvola che deve portarsi in chiusura in caso di mancanza olio;
- Utilizzo di connessioni rapide e di tubazioni flessibili solo nelle immediate vicinanze dell'attuatore;
- Utilizzo di tubazioni rigide con raccorderia in SS316 o di pari caratteristiche nel percorso compreso tra centralina di comando olio ed attuatore.

Si precisa altresì che, in fase di normale sincronizzazione, una variazione di frequenza del 2% è conforme a quanto richiesto dalla Stazione appaltante. Il generatore dovrà essere progettato in modo tale che, in caso di singolo evento nel quale l'interruttore generatore venga chiuso in contofase, con un successivo intervento delle protezioni elettriche, tale macchina elettrica non subisca danni permanenti.

### **5.7. Riduttore di velocità meccanico**

Il riduttore di velocità oggetto di fornitura ed installazione da parte dell'appaltatore, avrà entrata con giri nominali turbina ed uscita con 1500 giri/min.

I cuscinetti degli alberi lento e veloce saranno del tipo a strisciamento provvisti di metallo bianco. Il riduttore dovrà essere sottoposto a trattamenti superficiali per lavorare almeno 100.000 mila ore di funzionamento.

All'appaltatore è lasciata facoltà (secondo suoi standard o esperienza) di installarvi anche il viratore e/o l'eventuale pompa meccanica olio trascinata. Il riduttore di velocità dovrà possedere le seguenti caratteristiche minime:

- Fattore di servizio minimo di 1,5 sulla potenza nominale max di turbina;
- Costruzione in conformità alle norme ISO 6336, AGMA 421.06, AGMA 2001-C95, AGMA 6001-H98, AGMA 6011-I03;
- fattore di sovraccarico (almeno 7 X la coppia nominale) scelto tenendo conto delle condizioni di funzionamento ordinarie e non ordinarie della turbina durante le 100.000 ore (inversioni di carico, salti di carico, cortocircuiti generatore, ecc.).
- Numero di ore di funzionamento pari a 240 all'anno, nelle quali il riduttore girerà alla bassa velocità del viratore e dovrà permettere che non vi siano consumi anomali sui cuscinetti a causa di questa condizione di funzionamento.
- Riduttore con un'efficienza minima pari al 98,5% della potenza nominale di turbina.

L'appaltatore dovrà inoltre fornire tutta la documentazione prevista, in merito al riduttore, al momento del collaudo.

L'appaltatore dovrà altresì fornire il sistema di controllo ed i loop, allineati alle prescrizioni di minimi parametri da sorvegliare (temperature e vibrazioni), coerentemente alla dichiarazione scritta dal manufacturer del riduttore.

### **5.8. Giunti meccanici**

Dovranno essere previsti giunti meccanici di collegamento tra gli alberi macchina – riduttore – generatore, dimensionati in modo da resistere alle coppie sviluppate durante tutti i regimi di funzionamento, considerando anche quelli più gravosi relative a guasti.

Il dimensionamento deve essere fatto rispetto alla coppia di corto circuito mentre la rigidità dei giunti dovrà poi tenere in considerazione le velocità critiche flessionali e torsionali.

### 5.9. Generatore elettrico

Il generatore elettrico previsto, di tipo sincrono, sarà alla tensione di 15 kV nominali, per produrre direttamente alla sbarra di media tensione richiesta dall'impianto senza l'ausilio di trasformatori elevatori.

Il generatore dovrà essere realizzato in conformità alla CEI EN 60034.

Il generatore sarà in grado di funzionare alle condizioni nominali con variazione di tensione nel campo  $\pm 10\%$  e di frequenza nel campo  $\pm 10\%$  senza superare le sovratemperature prescritte dalle norme CEI per le condizioni normali di funzionamento.

Il generatore elettrico dovrà avere una potenza nominale di 4.500 kVA.

Sarà in grado, inoltre, di funzionare alla piena potenza con continuità, su un carico con grado di dissimmetria pari al 8%; in questo caso i limiti di temperatura potranno essere superiori di 5°C.

Il generatore potrà sopportare corto circuiti netti trifasi ai suoi morsetti in accordo a quanto previsto dalle CEI 2-22 nelle condizioni di massima eccitazione e per un tempo di 0,5 secondi; potrà comunque sopportare senza danni irreparabili, una connessione alla rete con tensione in opposizione di fase, nelle condizioni di massima eccitazione.

Il coefficiente massimo di distorsione armonica dovrà essere pari o inferiore a quanto stabilito dalle norme CEI.

Dovrà essere garantita la stabilità nelle operazioni di parallelo con oscillazioni di carico da zero alla potenza nominale.

TA e TV dovranno essere installati nel cubicolo generatore, le misure dovranno quindi essere cablate ai relativi dispositivi, quali protezioni, AVR e sincronizzatore.

Le sonde di temperatura RTD dovranno essere almeno le seguenti:

- 6 sonde di temperatura dell'avvolgimento statorico: 3 usate + 3 di ricambio;
- 2 sonde di temperatura per ciascun cuscinetto: una usata + una di ricambio;
- 2 sonde di temperatura dell'aria di raffreddamento (inlet e outlet aria dello scambiatore);
- 2 sonde di temperatura dell'acqua di raffreddamento (flange di inlet e outlet acqua dello scambiatore).

Tutti gli strumenti di tipo trasmesso dovranno essere cablati a JB locale.

La strumentazione dovrà avere un grado minimo di protezione pari ad IP55 e deve essere progettata per poter essere installata all'esterno.

Il generatore dovrà essere dotato di un sistema rilevatore delle perdite dello scambiatore ad acqua. Tale strumento dovrà poter essere visualizzato a supervisione e dovrà generare blocco qualora intervenuto.

Il generatore dovrà essere dotato di (almeno) un elemento riscaldante anti-condensa alimentato dal quadro alimentazione MCC e controllato attraverso il sistema di controllo; l'elemento riscaldante dovrà essere dotato, inoltre, di un termostato locale di protezione.

Il generatore dovrà essere dimensionato per garantire numerosi avviamenti giornalieri durante la prima fase di messa in servizio, con frequenti partenze e fermate nella stessa giornata.

I loop di tutta la strumentazione sopra elencata dovranno passare attraverso la morsettiera locale del generatore, prima di arrivare alle morsettiere dei quadri di controllo.

Il design meccanico del rotore dovrà essere tale da garantire l'assenza di velocità critiche al sotto del 125% della velocità nominale.

Il generatore dovrà essere dotato di tutta la strumentazione, elettronica, apparecchiatura necessarie per il funzionamento della macchina. Dovrà inoltre essere dotato di tutte le protezioni previste dalle normative tecniche; in altri termini, il generatore dovrà essere fornito completo di tutte le protezioni ed apparecchiature accessorie per il suo funzionamento con la sola esclusione della cella interruttore di media tensione.

#### **5.9.1. Raffreddamento del generatore**

Il raffreddamento del generatore sarà ad acqua. Per il raffreddamento dell'acqua di circolazione è ammesso utilizzare lo stesso sistema di raffreddamento acqua usato per l'olio turbina (vedasi paragrafo "sistema di raffreddamento"); in caso contrario tale sistema dovrà possedere le stesse caratteristiche di quello della turbina. Gli scambiatori di calore del generatore dovranno essere del tipo aria/acqua a fascio tubiero a lamelle. L'Appaltatore dovrà realizzare gli scambiatori considerando le condizioni di funzionamento dello stesso, garantendone la corretta resistenza alla corrosione ed agenti esterni.

Il circuito di raffreddamento sarà a totale cura e onere dell'appaltatore.

Nello specifico dovranno essere utilizzati i seguenti materiali (o di pari caratteristiche):

- Tubi: AISI 304
- Alette: Alluminio
- Cassa e setti: Acciaio al carbonio zincato

- Raccordi/dreni etc: AISI 316L
- Viti: AISI 316

Il sistema di raffreddamento dovrà essere ridondato in configurazione 2x100%.

~~Pertanto, sarà a carico dell'Appaltatore la fornitura di due scambiatori di calore: lo scambiatore di calore aria/acqua a servizio del generatore elettrico e la sua ridondanza.~~

~~È ammesso collegare il circuito olio del generatore agli scambiatori di calore di fornitura e posa della stazione appaltante montati per il raffreddamento dell'olio turbina.~~

### **5.9.2. Protezioni elettriche**

A cura dall'Appaltatore, il generatore dovrà essere equipaggiato con un relay di protezione multifunzione, che dovrà essere tarato per intervenire tempestivamente evitando danni al generatore anche in caso guasti o transitori elettrici. Le protezioni elettriche del generatore dovranno essere interfacciabili con le altre protezioni installate in sito, utilizzando lo standard IEC 61850. L'appaltatore dovrà prevedere anche l'interfacciamento della protezione al sistema di supervisione, utilizzando lo standard Modbus TCP.

La tipologia di protezione e le soglie da utilizzare dovranno essere studiate e proposte dall'appaltatore in fase di ingegneria di dettaglio (secondo la normativa vigente applicabile alla data del bando) e dovranno essere approvate dalla Stazione appaltante coerentemente con i risultati dello studio per il coordinamento e la protezione di tutta la distribuzione in media tensione.

La dotazione minima di protezioni è descritta nell'allegato "Schema elettrico unifilare". Si noti che la protezione differenziale 87T dovrà essere inclusa e resa disponibile nel caso in cui lo studio delle protezioni generatore la dichiarasse come necessaria. In tal evenienza, la stazione appaltante si adopererà per installare i toroidi necessari nella cella interruttore GCB2.

### **5.9.3. Connessione di Neutro**

La Stazione appaltante, in fase di progettazione esecutiva, effettuerà lo studio sulla distribuzione elettrica in media tensione che includerà, oltre al coordinamento delle protezioni, anche la gestione del neutro.

In base ai risultati dello studio, nel caso servisse, la Stazione appaltante fornirà il sistema necessario per la connessione di neutro a terra, incluso il toroide per la misura di corrente e i cavi di potenza, fino al centro stella del generatore. La connessione del cavo di neutro al centro stella del generatore

sarà a carico della Stazione appaltante. In base allo studio effettuato la Stazione appaltante indicherà anche la logica di gestione del neutro a terra e le soglie delle relative protezioni elettriche.

Sarà a cura e carico dell'appaltatore, invece:

- Predisposizione del generatore per la connessione del centro stella a terra;
- Predisposizione delle protezioni generatore per poter gestire il neutro a terra, secondo quanto indicato dalla Stazione appaltante;
- Predisposizione del sistema di controllo per implementare la logica di gestione del neutro indicata dalla Stazione appaltante;
- Supervisione e coordinamento durante la connessione del centro stella del generatore.

### **5.10. Viratore**

Per facilitare il ruolo degli operatori e garantire la massima automazione del sistema, il meccanismo motore-iratore deve avere un accoppiamento meccanico di tipo a ruota libera (detto anche giunto unidirezionale o innesto di sopravanzo), che ingrana meccanicamente il treno albero turbina e si disingrana meccanicamente solo dopo che il treno alberi, in fase di avviamento, ha superato la velocità di fuga del motore elettrico del iratore stesso.

Il sistema iratore, da logica, deve accendersi automaticamente quando:

- è comandata la sequenza di macchina da turbina in standby a turbina in standby su iratore (o sequenze successive quali riscaldamento, run up, etc.);
- si è superata la soglia velocità di accendimento durante la fase di rundown turbina;
- si è in standby ma la steam chest ha superato una soglia di temperatura (soglia che deve fornire il costruttore turbina).

Il sistema iratore, da logica, deve spegnersi automaticamente quando:

- si è superata la soglia velocità di spegnimento durante la fase di run up turbina;
- è stata comandata la sequenza di macchina in standby non su iratore e la temperatura nello steam chest è scesa sotto una soglia definita (soglia che deve fornire il costruttore turbina).

Il sistema può accendersi e rimanere acceso solo se:

- vi è una sufficiente pressione olio nell'oil manifold;
- la cover non è aperta;

- non è scattata l'avaria softstarter motore viratore;
- È stata dettata dal sistema di controllo, tramite apposita routine, la velocità albero su viratore.

Il viratore deve essere dotato di una cover rimovibile, alla quale l'operatore accede per poter ruotare a mano l'albero turbina. Il feedback della cover deve essere visibile a video dell'HMI e deve essere usato per fare le logiche descritte sopra. Tale feedback deve essere ottenuto attraverso un finecorsa antimanomissione certificato. L'appaltatore deve fornire tutta l'attrezzatura (chiavi o similari) per permettere all'operatore di girare a mano l'albero.

Il sistema viratore può essere installato non necessariamente nel lato NDE della turbina, ma anche sul riduttore o in altri punti che il costruttore turbina è abituato a usare; l'importante è che sia un punto facilmente raggiungibile dall'operatore.

Il viratore deve essere sotto inverter o softstarter. Il softstarter deve, attraverso apposito loop, fornire feedback al sistema di controllo in caso di avaria (mancanza di 400 VAC, avaria interna).

Deve essere prevista sull'HMI una pagina dedicata al viratore con i principali stati in cui si trova e un bottone per farlo ripartire nel caso si sia spento a causa di eventi anomali (apertura della cover, failure dell'inverter/softstarter, perdita della 400 VAC, etc.). Deve anche essere possibile azionare il viratore con entrambe le linee di alimentazione (ordinaria e preferenziale) e per questo motivo deve essere realizzato un quadro di commutazione.

Il viratore deve permettere il suo azionamento anche in modalità manuale, nel caso in cui sia in avaria il motore elettrico o le linee di alimentazione dello stesso.

## **5.11. Sistema di lubrificazione e di comando**

### **5.11.1. Generale**

Il sistema dell'olio deve essere diviso in due unità, completamente segregate. Si avrà:

- Circuito di lubrificazione;
- Circuito di controllo.

Nell'allegato tecnico "P&ID – Diagrammi di processo" è riportato, a scopo informativo un esempio dei due circuiti, comprendente la minima strumentazione da fornire.

### 5.11.2. Circuito olio lubrificazione

Il sistema di lubrificazione deve essere comune a turbina, riduttore di velocità e generatore elettrico e deve avere un collettore comune che viene alimentato dalle pompe di lubrificazione tramite laminazione dell'olio stesso.

Le pompe del sistema lubrificazione devono essere 3 (tre) e possono essere scelte nella configurazione di:

- pompa meccanica trascinata da treno alberi e due elettriche: main, pompa di lancio ed emergenza;
- tutte e tre le pompe elettriche: main, standby ed emergenza.

La pressione è regolata continuamente e mantenuta costante da una valvola regolatrice pneumatica ad aria compressa del tipo fail open. La valvola regolatrice di pressione è attuata pneumaticamente e regolata dal sistema di controllo in closed loop con il segnale di pressione analogico del collettore olio lubrificazione. Se l'appaltatore ritenesse opportuno installare una valvola regolatrice puramente meccanica, dovrà garantire che la pressione nel collettore sia costante al variare delle condizioni di impianto (sporcamente filtri, variazione temperatura olio, etc.).

In caso di avaria all'impianto olio, la pompa di emergenza dovrà continuare ad alimentare i componenti critici per consentire lo spegnimento ed il raffreddamento della macchina. L'appaltatore dovrà garantire la lubrificazione di emergenza anche in caso di guasto all'alimentazione principale dei quadri.

Dal collettore comune olio lubrificazione si diramano le linee che vanno, rispettivamente, alla turbina, al riduttore, al generatore ed al viratore, con valvole strozzatrici poste in prossimità, per garantirne l'esatta pressione di funzionamento. Tali valvole strozzatrici devono essere del tipo a saracinesca, non completamente chiudibili (per prevenire errori da parte degli operatori), con una ghiera di regolazione manuale e bloccabile tramite un grano filettato.

Il sistema olio lubrificazione deve comprendere almeno i seguenti elementi e deve assicurare l'operatività in sicurezza e affidabilità:

- serbatoio olio ricavato esternamente al telaio del package o internamente al telaio dello skid stesso;
- pompe olio di lubrificazione ridondate;
- filtri olio di tipo duplex;

- scaldiglie comandate dal sistema di controllo ma dotate anche di un proprio termostato interno regolabile;
- scambiatore acqua olio di tipo duplex;
- regolazione pressione olio del collettore comune con valvola ad aria compressa o valvola meccanica;
- estrattore fumi olio e denebulizzatore. Lo scarico dell'estrattore non deve essere convogliato in esterno ma in locale turbina; deve essere pertanto presente un adeguato sistema di filtrazione;
- tubi, valvole e strumenti come da P&I allegato (o allo stesso livello di dettaglio se configurazione diversa da P&ID).

Si rimanda all'allegato tecnico "P&ID – Diagrammi di processo" per la definizione della componentistica minima da considerare.

La logica del sistema di controllo deve poter prevedere un autotest giornaliero delle pompe e qualora questo non passasse, mandare un allarme nel log allarmi, ad HMI.

**L'autotest giornaliero per la pompa trascinata deve avvenire in continuo (con turbina in moto), portandolo avanti dall'allarme in bassa pressione, da riportare a HMI.**

Il circuito di lubrificazione deve fornire olio lubrificante a tutti i dispositivi del turbo-gruppo. La pressione alle utenze deve essere pari ad almeno 1.5 bar.

Deve essere usato un olio di tipo minerale ISO VG 46, già in uso nell'altra turbina della Stazione appaltante.

### **5.11.3. Circuito olio comando**

Il circuito di olio comando deve fornire olio a tutti i dispositivi idraulici del turbo-gruppo quali attuatori etc. La pressione alle utenze deve essere almeno maggiore o uguale a 100bar.

Deve essere usato un olio di tipo minerale ISO VG 46, già in uso nell'altra turbina della Stazione appaltante.

Per il circuito olio di comando valgono le seguenti considerazioni:

- le performance delle valvole della turbina non siano negativamente impattate per scarsa pressione di alimentazione e/o portata (stabilità dei giri a vuoto e in isola, tempi di reazione per sgancio/attacco carichi, banda passante in generale degli attuatori);

- la pressione nominale sviluppata nel circuito olio controllo dovrà in ogni caso porsi al 25% tra il minimo e il massimo delle pressioni prescritte per gli attuatori;
- dovrà essere dimensionato e previsto un sistema di accumulo in grado di sopperire alle variazioni di carico portata/pressione nel circuito. Tale sistema dovrà essere provvisto dei dispositivi necessari per la sua carica, nel caso di utilizzo di accumulatore a sacca/membrana. Dovrà anche essere prevista una connessione per il controllo della pressione di precarica.

Si rimanda all'allegato tecnico "P&ID – Diagrammi di processo" per la definizione della componentistica minima da considerare.

#### **5.11.4. Serbatoio olio**

La capacità del serbatoio olio deve essere sufficiente a:

- evitare il rischio di cavitazione delle pompe olio;
- assicurare il blocco dell'unità senza nessun danno.

Il serbatoio olio deve essere realizzato interamente in AISI 304 con doppia parete e deve essere completamente drenabile. Tutte le connessioni devono essere di tipo flangiato o di tipo a raccordo (Swagelock, Parker, ecc.). Il serbatoio dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Internamente: deve avere delle paratie per garantire la buona areazione, evitare la formazione di schiume e garantire una distribuzione uniforme del calore.

Esternamente: deve presentare connessioni per permettere il collegamento di un macchinario esterno per fare la pulizia e purificazione olio. Tali connessioni devono essere poste in modo che tutto l'olio nel tank durante la purificazione sia flussato e non rimangano delle zone in cui questo non venga ricircolato. Gli stacchi previsti devono essere valvolati; tali attacchi dovranno essere provvisti di attacchi rapidi.

Si precisa che il flussaggio dell'intero circuito olio e la fornitura del primo riempimento saranno a carico dell'appaltatore.

Dovrà essere provvisto almeno di:

- indicatore locale a vista (colonnina di vetro);
- un trasmettitore di livello;
- due level switch magnetici per mandare allarme e blocco al sistema di controllo.

La sonda di temperatura del serbatoio fornirà un allarme di bassa e alta temperatura oltre che a comandare le scaldiglie.

#### **5.11.5. Filtri olio lubrificazione**

I filtri olio lubrificazione devono essere di tipo duplex (2 x 100% di capacità) e dovrà essere possibile sostituire un filtro mentre la turbina è in funzione. Dovranno essere previste ed installate, al fine di garantire il continuo flusso alla turbina, N°2 valvole di tipo a 3 vie (in ingresso e uscita dal corpo filtri). Ciascun corpo filtro dovrà essere dotato di vent e drenaggio.

Il gruppo filtrante dovrà essere equipaggiato con un indicatore locale che indentifichi la necessità di sostituire i filtri sporchi. La stessa informazione dovrà essere riportata ad HMI generando un allarme per gli operatori.

Il grado di filtrazione minimo richiesto per l'olio di lubrificazione dovrà essere 10 micron.

Il grado di filtrazione minimo richiesto per l'olio di comando dovrà essere 10 micron.

#### **5.11.6. Scambiatore acqua/olio**

Gli scambiatori di calore olio/acqua, forniti e posati in opera dall'appaltatore, dovranno essere di tipo duplex (2 x 100% di capacità), in acciaio inox AISI 316, a piastre e ispezionabili e con la possibilità di aumentarne il numero. Saranno disposti in parallelo e dovrà essere possibile scambiarli mentre la turbina è in funzione. Dovranno essere previste ed installate, al fine di garantire il continuo flusso alla turbina, N°2 valvole di tipo a 3 vie (in ingresso e uscita dal corpo filtri). Ciascun scambiatore dovrà essere dotato di vent e drenaggio.

La massima pressione a cui gli scambiatori possono operare non può essere inferiore alla massima pressione operativa del sistema.

#### **5.11.7. Strumentazione olio**

Per i sensori di pressione su questo sistema non è necessario l'utilizzo di manifold (block&bleed). Al fine di poter operare qualora si dovesse effettuare una manutenzione agli strumenti, tali sensori devono essere intercettabili e, se relativi a servizi interrompibili, le valvole di intercetto devono essere lucchettate per evitare manovre improprie da parte degli operatori.

### **5.11.8. Tubazioni olio**

Le tubazioni olio devono essere dimensionate per resistere alla massima pressione del sistema, garantendo le minor perdite di carico possibile.

Dovranno essere realizzate tutte in acciaio inossidabile (AISI 304 o superiore). La velocità massima ammissibile dell'olio circolante è di 2 m/s.

### **5.11.9. Motori elettrici delle pompe**

I motori delle pompe olio devono essere dimensionati considerando la viscosità dell'olio alla temperatura ambiente. È necessario considerare un sovradimensionamento tale da non incorrere in problematiche in caso di avviamento del sistema dell'olio a freddo.

#### **5.11.1. Pompa di sollevamento**

L'Appaltatore deve dimensionare turbina e generatore elettrico per consentire frequenti avviamenti e spegnimenti anche nell'arco della stessa giornata. Dovrà quindi valutare la necessità di installare un sistema dedicato di sollevamento degli alberi per evitare il deterioramento prematuro dei supporti.

In caso non venga installata nessuna pompa di sollevamento, l'appaltatore dovrà fornire un attestato di conferma del subfornitore del generatore e della turbina stessa.

In caso contrario l'appaltatore dovrà provvedere all'installazione delle pompe di sollevamento in configurazione 2 x 100% sullo skid, le quali dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere alimentate dai quadri turbina;
- essere completamente automatiche;
- essere gestite dal sistema di controllo nella loro accensione e spegnimento;
- possedere almeno un indicatore locale di pressione della linea di sollevamento (uno per cuscinetto) ed uno remoto (uno per cuscinetto, connesso al sistema di controllo).

### **5.12. Sistema di raffreddamento**

Il sistema di raffreddamento, necessario per raffreddare olio e generatore, è escluso dal presente appalto e sarà a cura e carico della Stazione appaltante che lo realizzerà in base alle specifiche richieste dal turbinista (portata e temperatura dell'acqua, strumentazione e componenti secondari necessari al funzionamento del sistema, etc.). Di seguito si evidenziano i componenti principali di

tale sistema; si precisa che il circuito di raffreddamento acqua realizzato dalla Stazione appaltante sarà ad anello chiuso e funzionerà con acqua demi.

#### **5.12.1. Aerotermi raffreddamento acqua**

Nell'area adiacente alla nuova platea in cls nella quale sarà posato in opera il gruppo turbo-alternatore, la Stazione appaltante fornirà e poserà in opera e collegherà alle flange delle tubazioni dell'acqua in uscita dallo skid del gruppo turbo-alternatore, gli scambiatori acqua/aria del sistema di raffreddamento dell'acqua. Sarà onere dell'appaltatore fornire tutte le indicazioni (portata richiesta, temperatura in ingresso ed uscita dell'acqua, etc.) oltre alle specifiche inerenti alla strumentazione prevista (identificata negli allegati progettuali come minima per monitorare temperatura acqua di mandata e acqua di ritorno) necessarie alla Stazione appaltante per il dimensionamento e la realizzazione degli aerotermi. Gli aerotermi saranno comandati dal sistema di controllo in base al setpoint di temperatura del circuito stesso. Gli aerotermi saranno ridondati; la ridondanza sarà installata in serie e sarà possibile azionarla in distante, in modo che in casi di temperature particolarmente elevate, possa soccorrere l'aerotermino in marcia. Gli aerotermi saranno gestiti ed azionati da inverter.

Ciascuno scambiatore disporrà nel punto più alto e nel punto più basso delle valvole normalmente chiuse per le operazioni di svuotamento o di rimozione sacche d'aria interne. Gli scambiatori saranno realizzati con materiali tali da garantire la corretta resistenza alla corrosione dovuta agli agenti atmosferici. L'alimentazione proverrà dal quadro MCC (si veda allegati tecnici per posizione preliminare) e sarà a cura e carico della Stazione appaltante anche il relativo allacciamento.

#### **5.12.2. Pompe di circolazione cooling water e vaso di espansione**

Nella medesima sala della turbina, saranno alloggiare le pompe di circolazione. La configurazione delle pompe dovrà essere 2x100%; si precisa che una pompa sola dovrà garantire la corretta circolazione del fluido in tutto il circuito.

Attualmente, come da allegato "Schizzo preliminare dell'area di installazione", le pompe e il vaso di espansione sono state posti nella parte nord della platea sulla quale sarà posato in opera lo skid del gruppo turbo-alternatore. L'appaltatore dovrà indicare, in fase di aggiudicamento, una zona ideale per la loro installazione, che non interferisca con i tubi.

Le pompe saranno alimentate dal quadro MCC (si veda allegati tecnici per posizione preliminare) e sarà a cura ~~dell'appaltatore~~ della Stazione appaltante la loro fornitura. L'allacciamento di tali pompe sarà onere della Stazione appaltante. Tali pompe di circolazione dovranno essere sotto inverter.

Il vaso di accumulo ed espansione avrà un indicatore di livello locale e uno remoto per la visualizzazione a sistema di controllo.

Anche in questo caso, il livello analogico 4-20 mA del vaso di accumulo ed espansione è di tipo capacitivo. È consigliato l'utilizzo del modello: Flowserve Gestra NRG T 26-1 o altro strumento di pari caratteristiche. Dovrà essere fornita ed installata una elettro-valvola alimentata e comandata dal sistema di controllo turbina che provvede al reintegro dell'acqua nel vaso di espansione.

### **5.13. Altre tubazioni**

Relativamente alle tubazioni oggetto del presente appalto a, l'appaltatore ha in carico l'ingegneria mentre la realizzazione ed il relativo collegamento allo skid del gruppo turbo-alternatore sono a carico della Stazione appaltante.

Per tutte le tubazioni di dimensione superiore a 2", dopo averne definito il percorso, l'appaltatore dovrà eseguire una stress analysis, da consegnare alla Stazione appaltante congiuntamente alla documentazione preliminare. Quest'ultima potrà richiedere una revisione a tale documento in funzione delle dilatazioni termiche in oggetto. A seguito di tale verifica, l'appaltatore dovrà fornire item necessari alla compensazione delle dilatazioni termiche (giunti di espansione, etc.).

Il layout delle tubazioni di interfaccia allo skid dovrà essere tale da non interferire in alcun modo con le operazioni di manutenzione ed il suo eventuale smontaggio deve essere agevole, in modo da non interferire con il raggio d'azione dei mezzi di manovra.

### **5.14. Supporti**

Sono a cura e carico della Stazione appaltante la realizzazione e l'installazione di tutti i supporti, primari e secondari, ritenuti necessari dall'appaltatore in funzione dei risultanti dello stress analysis condotto da quest'ultimo per tutte le tubazioni in ingresso e in uscita dal turbo-alternatore.

Il materiale utilizzato per i supporti sarà acciaio strutturale adeguatamente protetto da corrosione.

### 5.15. Livello Sonoro

Il livello sonoro ammissibile, a massimo carico, deve essere pari o inferiore a 85 dB(A) ad 1m (+/- 3 dB(A)). I valori indicati sono valutati ad 1m di distanza dallo skid in accordo con DIN45635 e DIN EN ISO 3746.

L'influenza di sorgenti sonore esterne (rumore di fondo o riverbero) dovranno essere considerate tramite compensazione ambientale in accordo a DIN EN ISO 3746.

**Si precisa altresì che, a differenza dei limiti previsti nelle condizioni di normale esercizio del turbo-alternatore, non vi sono vincoli di rumorosità nelle condizioni di emergenza.**

### 5.16. Quadri di controllo protezione gruppo Turbo-alternatore

Il quadro dovrà essere fornito e posato in opera sulla platea in calcestruzzo armato e sotto la relativa tettoia di copertura, realizzate dalla Stazione appaltante nell'area esterna di installazione del turbo-gruppo. Il quadro elettrico fornito dovrà essere installato all'interno di box climatizzato, che sarà a totale cura e carico dell'appaltatore, in modo da essere protetto dagli agenti atmosferici e dagli sbalzi di temperatura (considerando una temperatura massima esterna di +40 °C ed una temperatura minima esterna di -5 °C). Tutti i climatizzatori forniti dall'appaltatore dovranno essere ridondati 2x100.

Il quadro di controllo che dovrà essere fornito dovrà possedere almeno i seguenti componenti:

- Sistema HMI locale con schermo da 19'';
- Sistema di controllo turbina;
- Sistema di sincronizzazione e controllo potenze attiva e reattiva;
- Regolatore eccitazione generatore;
- Relay multifunzione per la protezione generatore;
- Sistema monitoraggio e protezione vibrazioni;
- Sistema protezione sovravelocità in voting 2oo3;
- Sistema I/O remoti (comunicanti in profibus o canbus) raggruppati per sottosistema;
- Pulsanti a fronte Quadro per garantire l'operatività del sistema anche in caso di malfunzionamento del sistema locale di supervisione. **In caso di mancato funzionamento del PLC/Controllore di velocità, dovrà essere garantito il fermo della macchina in condizioni di sicurezza.**

### **5.16.1. Dotazioni Minime dei pannelli di controllo e protezione**

Tutti i pannelli dovranno essere dotati di illuminazione interna e dovranno avere al loro interno una presa di corrente 230 VAC di tipo europeo.

Il sistema 230 VAC del pannello deve avere un interruttore differenziale.

La Stazione appaltante fornirà tutti i cavi di alimentazione fino ai quadri mentre i collegamenti dei loop e delle alimentazioni restano a carico dell'appaltatore.

Ai capi di ogni loop ci dev'essere una morsettiera; non sono ammessi collegamenti diretti.

Tali pannelli dovranno essere dotati, internamente, di proprio sistema di condizionamento alimentato dall'alimentazione principale del quadro.

Le due alimentazioni del quadro di alimentazione (400 VAC ordinaria e 400 VAC preferenziale) dovranno essere provviste di un proprio sezionatore e di fusibili a coltello.

### **5.16.2. Sistema HMI locale con schermo da 19 pollici**

Il monitor HMI dovrà mostrare attraverso un menu di facile utilizzo, tutte le sequenze di macchina (quali ad esempio riscaldamento linee, riscaldamento turbina, run-up, sincronizzazione, manutenzione, etc.) per aiutare gli operatori ad accendere la turbina e a guidarli nei vari step e rendere intuitivo la definizione dei permissivi che mancano a proseguire negli step successivi.

Le pagine HMI inoltre dovranno essere divise in aree di zone macchina, in modo da mostrare i parametri di funzionamento. Le aree di zona macchina dovranno essere almeno le seguenti:

- Treno turbina;
- Generatore;
- Sincronizzazione;
- Sezione vapore di processo;
- Sistema vapore tenute;
- sistema viratore;
- sistema olio lubrificazione;
- sistema olio idraulico;
- pagina allarmi;
- Pagina storico allarmi;

- pagina log (con storico minimo di 30gg e campionamento di 1 sec).

Si precisa che tutta la strumentazione acquisita dal sistema di controllo deve essere riportata in HMI.

Tutte le pompe dei vari sottosistemi dovranno avere a HMI una pagina dedicata per la loro gestione: switch tra main e standby, forzatura in manuale, disabilitazione di una pompa, logger numero ore di funzionamento, etc.

Dovranno essere presenti, nell'interfaccia HMI, anche i segnali non presenti nel P&ID quali, ad esempio nel generatore, correnti e tensioni di fase (del dispositivo di misurazione di precisione, connesso ai TA e TV di precisione), la corrente di eccitazione, fattore di potenza, etc.

Il monitor HMI montato sul pannello frontale deve essere dotato di un sistema di trackpad e di una tastiera (scopo della tastiera è, ad esempio l'inserimento di setpoints direttamente da HMI).

In fase di ingegneria le pagine grafiche sviluppate dall'appaltatore dovranno essere approvate, preventivamente, dalla Stazione appaltante. Da HMI sarà inoltre possibile accedere e configurare il sistema di controllo turbina.

Il sistema fornito dovrà essere predisposto per registrare in continuo tutti i parametri, con registrazione pregressa fino a 1 settimana antecedente, con frequenza di acquisizione 1 s.

HMI dovrà essere fornito con licenza runtime.

### **5.16.3. Sistema di controllo turbina**

Per il sistema di controllo turbina, si devono prevedere almeno le seguenti modalità di controllo:

- controllo di velocità;
- controllo di velocità in isola, nelle due modalità di isola ovvero "isola" tramite interruttore DG+DDI aperto oppure "isola piccola" tramite interruttore BBB aperto. A tal proposito si veda l'allegato "Schizzo schema impianto" e l'allegato "Schema elettrico unifilare" per capire l'esatta locazione e disposizione degli interruttori.
- controllo e/o limitazione pressione entrata vapore vivo in modalità droop di pressione prendendo come process value la pressione entrata turbina
- abilitazione/disabilitazione spillamento non controllato con relativa segnalazione limiti pressioni
- controllo potenza attiva;

- controllo potenza reattiva e fattore di potenza;
- controllo di import/export potenza attiva e reattiva in parallelo rete;
- Limitatore del carico.
- Load sharing con l'unità esistente comunicando con l'Easygen 3500 XT già installato via can ethernet
- Load droop qualora il sopramenzionato load sharing andasse in communication fault.

I componenti utilizzati per il sistema di controllo turbina dovranno essere provvisti di canali hardware in grado di misurare direttamente la velocità proveniente dai sensori in campo, senza l'utilizzo di convertitori. Il circuito di misura della velocità turbina dovrà inoltre essere immune dalle interferenze elettromagnetiche in modo da evitare misure erranee.

Si precisa che la turbina attualmente installata presso l'Impianto di San Zeno della Stazione appaltante utilizza controllore Woodward 505 e quindi è richiesto all'appaltatore, per questioni di:

- compatibilità e semplicità di integrazione con l'esistente
- di complessità delle logiche che entrambi gli impianti (vecchio e nuovo) devono eseguire
- della gestione magazzino ricambi
- di familiarità col sistema, visto che ingegneri e operatori sono già istruiti per operare con questo sistema
- di standard ingegneristici nella parametrizzazione dei dispositivi

la fornitura del medesimo controllore.

Il controllore di cui sopra dovrà comunicare con un sistema PLC industriale in configurazione ridondata via Modbus (Modbus ridonato).

Il sistema di controllo dovrà comunicare con DCS via ethernet, protocollo Modbus indicando e consentendo la gestione da DCS di almeno quanto segue:

- Allarmi;
- Blocchi;
- Valori live.

I Cumulativi allarmi e blocchi devono essere comunicati ad ESD tramite cablato.

#### **5.16.4. Sistema di sincronizzazione e controllo potenze attiva e reattiva**

Il sistema di sincronizzazione dovrà essere in grado di gestire la sincronizzazione di tre interruttori: generatore MCB2, di rete BBB (rientro da “isola piccola”), rete DG+DDI (rientro da “isola”) tramite il dispositivo Woodward LS6XT già installato. Dovrà altresì comunicare con AVR ed il controllore turbina per la modifica dei set point di tensione e frequenza. La comunicazione di tali segnali dovrà essere via HW.

Tale sistema dovrà inoltre essere in grado di regolare la potenza attiva e quella reattiva della macchina e di gestire la ripartizione di carico con l’altra unità (turbina) installata attualmente presso la Stazione appaltante. La ripartizione del carico potrà essere effettuata via bus di comunicazione seriale CAN/ETH.

Il sistema di sincronizzazione dovrà essere in grado interloquire con quello attualmente presente per essere pienamente predisposto alla gestione del disgiuntore di neutro.

Dato che il sistema di sincronizzazione della turbina attualmente installata presso l’Impianto di San Zeno della Stazione appaltante utilizza il sincronizzatore/power manager Woodward Easygen 3500XT e il breaker controller Woodward LS6XT, si richiede all’appaltatore, per questioni di:

- compatibilità e semplicità di integrazione con l’esistente
- di complessità delle logiche che entrambi gli impianti (vecchio e nuovo) devono eseguire
- della gestione magazzino ricambi
- di familiarità col sistema, visto che ingegneri e operatori sono già istruiti per operare con questo sistema
- di standard ingegneristici nella parametrizzazione dei dispositivi
- la fornitura dello stesso sincronizzatore Woodward Easygen.

Tutti i sistemi di misura e la connessione dei vari segnali tra i vari dispositivi sono in carico all’appaltatore.

#### **5.16.5. Regolatore eccitazione generatore**

Il sistema di eccitazione dovrà essere automatico e dovrà essere interfacciato con la ripartizione di carico ed il sistema di controllo turbina. Si richiede pertanto la fornitura di un sistema UNITROL SERIE 1000 o equivalente.

Il regolatore di tensione AVR dovrà altresì comunicare con il sincronizzatore per garantire corretto interscambio dei segnali di bias provenienti dal sincronizzatore stesso. Tale comunicazione dovrà essere HW mediante segnale analogico in tensione o corrente.

In caso di fault al segnale di bias, la AVR dovrà automaticamente commutare la modalità di controllo in droop di tensione.

Dovranno essere previste almeno le seguenti modalità di controllo:

- Controllo di tensione;
- Controllo di tensione in statismo (CT droop);
- Controllo potenza reattiva;
- Controllo fattore di potenza;
- Limitazione del punto operativo del generatore per rispettare le curve operative della macchina;
- Controllo e limitazione della corrente di eccitazione.

Il regolatore di tensione dovrà comunicare con il sistema DCS (acronimo di “distributed control system”, ovvero il sistema di controllo in distante delle apparecchiature elettromeccaniche, elettropneumatiche, elettroidrauliche costituenti le linee produttive dell’Impianto di San Zeno) via ethernet, protocollo modbus indicando e consentendo la gestione da DCS di almeno quanto segue:

- Allarmi;
- Blocchi;
- Valori live.

Cumulativi allarmi e blocchi devono essere comunicati ad ESD tramite cablato.

#### **5.16.6. Relay multifunzione per la protezione generatore**

Il generatore, a cura e carico dell’appaltatore, dovrà essere equipaggiato con un relay di protezione multifunzione, che dovrà essere tarato per intervenire tempestivamente evitando danni al generatore anche in caso guasti o transitori elettrici.

Si dovrà utilizzare SEG MCDGV4 o modello di pari caratteristiche. Per maggior dettaglio sull’impostazione delle protezioni elettriche, si rimanda al paragrafo 5.9.2 Protezioni elettriche.

### 5.16.7. Sistema monitoraggio e protezione vibrazioni

Con il termine “sistema monitoraggio e protezione vibrazioni” si intende l’intero loop di misura e condizionamento, dal sensore al rack all’azione di blocco/allarme.

Per stabilire principi di misurazione e i criteri delle soglie, si farà riferimento alle norme esposte al presente capitolato.

Il sistema deve comprendere, per ogni punto di misura identificato, l’intero loop di misura, che sarà composto da:

- Sensore;
- Housing/Connettore;
- cavo calibrato/extension cable;
- Trasduttore;
- Cavo di interfacciamento a sistema di supervisione/rack;
- Rack (comune) per l’analisi delle misure. Tale rack dovrà essere diviso per sottosistema. Bently Nevada o equivalente.

Il rack deve consentire la registrazione di almeno 1 h di misure di tutti i sensori installati.

Deve, inoltre, essere garantito almeno quanto segue:

- misurazione delle vibrazioni relative alberi treno macchina (attraverso proximity probes posti a 45° e 135°), posizionati sia su lato DE che NDE, di turbina e generatore. Il valore letto deve essere visibile a supervisione con unità di misura  $\mu\text{m}$  e misura pk-pk;
- il riduttore deve essere dotato di almeno 1 accelerometro su cassa esterna;
- key phasor su asse veloce e lento;
- due sensori di spostamento assiali che dettano gli spostamenti relativi tra albero e supporto cuscinetto reggispinta turbina.

L'appaltatore dovrà fornire una dichiarazione da parte di ciascun costruttore e/o subfornitore che la sopra-menzionata strumentazione è sufficiente ad operare con continuità ed in sicurezza la macchina, eseguendo troubleshooting ad un ottimo livello.

Il sistema di misurazione vibrazioni deve permettere la connessione a tecnico esterno specializzato per effettuare analisi di dettaglio, collegandosi direttamente alla centralina.

È consentito all’appaltatore di integrare la strumentazione di cui sopra secondo sua esperienza, previa comunicazione alla Stazione appaltante.

### 5.16.8. Sistema protezione sovravelocità in voting 2oo3

La protezione di sovravelocità sarà espletata tramite dispositivo dedicato in logica voting 2oo3.

Il grado minimo per la catena overspeed deve essere SIL3. Tale sistema dovrà essere collegato all'ESD.

Si dovrà utilizzare Woodward Protech GII o modello di pari caratteristiche.

### 5.16.9. Sistema I/O remoti

Segnali e misure critici dovranno essere connessi in modalità hardwired direttamente al sistema di controllo.

Per i segnali non critici è consentito l'utilizzo di moduli I/O. La suddivisione tra segnali critici e non critici dovrà essere concordata con la Stazione appaltante. I nodi segnale installati dovranno essere suddivisi in categorie quali: vapore, olio, media tensione, ecc. per una migliore suddivisione dei segnali e facilitare l'operatore in caso di troubleshooting.

Ogni segnale dovrà essere campionato e processato ad intervalli di tempo che possano consentire il corretto controllo, monitoraggio e protezione della macchina. In particolare, la massima velocità di campionamento dovrà essere:

<i>Tipologia segnale</i>	<i>Massima velocità di campionamento consentita</i>
<i>Velocità turbina, comandi attuatori valvole turbina, segnali di blocco</i>	10 ms
<i>Altri analogici utilizzati per il controllo o allarmi "major"</i>	40 ms
<i>Segnali analogici e digitali utilizzati per il monitoraggio della macchina ed allarmi minori</i>	160 ms

I nodi IO remoti dovranno comunicare per via seriale (profibus o canbus) con il sistema di controllo turbina.

### 5.17. ESD – Emergency Shutdown System

Il sistema ESD deve essere almeno SIL 3 e deve avere la funzionalità di loggare eventi e trip (e di trasmetterli al sistema di controllo di macchina). Tale sistema deve essere collegato ai segnali critici e deve tempestivamente porre la macchina in condizioni di sicurezza.

Internamente al quadro, il sistema ESD dovrà ricevere almeno (attraverso segnali hardwired di tipo fail safe):

- il trip alte vibrazione dal sistema controllo vibrazioni (in qualsiasi sequenza);
- i tre pulsanti di emergenza esterni (in qualsiasi sequenza);
- n° 2 contatti esterni emergenza caldaia/condensatore (in qualsiasi sequenza);
- n°2 contatti altissimo livello serbatoio condensati (in qualsiasi sequenza) collegati ai due sensori di livello posti nella fossa condensati;
- bassissima pressione olio nel manifold olio lubrificazione (quando è prevista una sequenza in cui l'olio dev'essere attivo); in tale frangente verrà comandata ON la pompa di emergenza;
- il segnale di trip turbina dalle protezioni generatore (in qualsiasi sequenza);
- altissima/bassissima pressione collettore spillamento (quando questo è attivato);
- il segnale watchdog del PLC;
- overspeed turbina;
- n° 2 contatti esterni emergenza generica da DCS (in qualsiasi sequenza).

Un trip ESD comporterà lo stop immediato della turbina e attraverso le sue uscite:

- tagliando alimentazione alle pompe olio di controllo;
- taglia alimentazione al comando alla bobina di minima dell'interruttore generatore;
- lancia un impulso alla bobina di apertura dell'interruttore generatore;
- taglia alimentazione alla bobina di apertura veloce e lenta della valvola di blocco entrata vapore;
- taglia alimentazione all'analog output della valvola HP;
- taglia alimentazione alla bobina di apertura veloce e lenta della valvola di blocco spillamento vapore;
- lancia il comando alla pompa di emergenza DC in caso il trip sia dovuto alla bassissima pressione olio e/o al watchdog del PLC.

### **5.18. Quadri MCC**

Il quadro MCC dovrà essere fornito e posato in opera nell'area di installazione del turbo-gruppo e del ciclo termico, nella posizione indicata dalla Stazione appaltante, sulla platea in calcestruzzo

armato coperta dalla relativa tettoia. Tutti i quadri elettrici forniti dovranno essere installati all'interno di box climatizzati, che saranno a totale cura e carico dell'appaltatore, in modo da essere protetti dagli agenti atmosferici e dagli sbalzi di temperatura (considerando una temperatura massima esterna di +40 °C ed una temperatura minima esterna di -5 °C). Tutti i climatizzatori forniti dall'appaltatore dovranno essere ridondati 2x100.

Si precisa che, sia la platea che la tettoia di copertura saranno realizzate a cura ed onere della Stazione appaltante. Il quadro MCC di cui sopra dovrà comprendere:

- gestione dei magnetotermici e teleruttori motori e utilizzatori del package in 400 VAC e 230 VAC, dell'eventuale sistema antincendio (fornitura Stazione appaltante) e delle batterie di cui al seguito. Il sistema di controllo dovrà acquisire il feedback di posizione;
- sezionatore indipendente per ogni singola pompa;
- sezionatore indipendente delle alimentazioni 24 VDC, 230 VAC e 400 VAC che vanno al quadro di controllo;
- detettore presenza 400 Vac, monitorato dal sistema di controllo;
- misura dell'assorbimento corrente dell'impianto DC con amperometro posto sull'anta del quadro e visibile dall'esterno. Il fondo scala di tale amperometro dovrà contemplare il caso più gravoso, ovvero la mancanza 400 Vac;
- gli inverter dovranno riportare al sistema di controllo i principali feedback utili al corretto funzionamento;
- I nodi di campo dovranno essere suddivisi in categorie quali: vapore, olio, media tensione, ecc. per una migliore suddivisione dei segnali e facilitare l'operatore in caso di troubleshooting;
- L'appaltatore dovrà fornire un pacco batterie in grado di mantenere il sistema di controllo funzionante per 60minuti. Dovrà essere fornito un documento che attesti il corretto dimensionamento del pacco batterie in base al consumo;
- Il caricabatterie deve avere un amperaggio almeno pari al 30% degli Ah del pacco batterie (ad esempio se il pacco batterie è 240 Ah, il carica batterie deve avere un amperaggio di 72 Amps);
- I pannelli devono avere al loro interno una presa di corrente 230 VAC di tipo europeo;
- Il sistema 230 VAC del pannello deve avere un interruttore differenziale;

- Il criterio di suddivisione dei magnetotermici deve essere concordato con la Stazione appaltante;
- Il quadro deve essere collegato a terra.

#### **5.18.1. Mancanza alimentazioni e funzionamento in Emergenza**

L'appaltatore dovrà definire i carichi prioritari e non prioritari. Le utenze necessarie al funzionamento in sicurezza della macchina, definite come prioritarie, devono comprendere almeno:

- Pompe emergenza olio;
- Viratore.

Le relative partenze dovranno essere predisposte per avere due alimentazioni: normalmente da linea ordinaria mentre, in caso di malfunzionamento della linea ordinaria da linea preferenziale. La commutazione tra le due linee avverrà tramite un commutatore automatico fornito ed installato dall'appaltatore. In fase di ingegneria di progetto, l'appaltatore dovrà definire il carico medio relativo alle utenze da predisporre sotto la linea preferenziale, in modo da permettere alla Stazione appaltante di verificare il relativo dimensionamento.

L'alimentazione 24 VDC dei quadri di controllo dovrà essere fornita di batterie tampone, con lo scopo di mantenere alimentati i vari sottosistemi in caso di guasto di entrambe le alimentazioni, per almeno 60 minuti.

#### **5.19. Installazione e Messa in Servizio**

Sono a carico dell'appaltatore tutte le attività necessarie per l'installazione e la messa in servizio di tutta la fornitura oggetto del presente appalto.

La messa in servizio si conclude con le operazioni di collaudo e l'accettazione del bene da parte della Stazione appaltante successiva all'esito positivo del collaudo.

L'appaltatore dovrà fornire tutti i ricambi consumabili necessari per svolgere la messa in servizio, al termine della quale dovranno essere installati componenti nuovi. Dovranno essere previsti, a titolo di esempio:

- Filtri olio/vapore;
- Guarnizioni.

Si precisa che eventuali strumenti o item che dovessero guastarsi durante la messa in servizio dovranno essere sostituiti in garanzia dall'appaltatore.

Si precisa altresì che lo smaltimento o l'eventuale recupero, presso impianti autorizzati, dei rifiuti prodotti durante l'installazione del gruppo turbo-alternatore saranno ad esclusivo onere e carico dell'Appaltatore.

### **5.20. Engineering Laptop**

Dovrà essere fornito, da parte dell'appaltatore, un laptop contenente tutti i software le licenze necessarie per poter garantire ai tecnici di manutenzione l'accesso, il troubleshooting e la configurazione degli altri sistemi forniti nel presente appalto. Questo laptop permetterà al tecnico di impianto di potersi collegare a tutti i dispositivi digitali e di poter accedere ai relativi setting con salvataggio dei dati/datalog. Non sono necessarie licenze specifiche per poter modificare il software, ad esempio del regolatore di giri, dell'HMI o scada.

## **6. Descrizione del sistema di controllo**

Il sistema di controllo gestirà la turbina a vapore ed i suoi ausiliari, consentendone un controllo puntuale e senza oscillazioni. Tale sistema dovrà garantire il funzionamento della turbina nei seguenti casi:

- Lavorare indefinitamente ad un carico variabile tra il carico minimo ed il carico massimo senza nessuna limitazione da parte del costruttore;
- Lavorare sia in parallelo rete che nei due scenari distinti di isola ("isola" e "isola piccola", produzione esclusivamente per usi interni). Il carico medio indicativo in isola sarà pari a 1.5 MW;
- dovrà poter assorbire tutti gli sganci carico dovuti ad una apertura dell'interruttore generatore/interfaccia rete oppure a degli sganci o attacchi di carico in isola con overshoot o undershoot massimi del 5%. Nel caso di esercizio in esportazione potenza, un'apertura dell'interruttore di rete porterà la macchina ad operare in isola. Allo stesso modo, un'apertura dell'interruttore di macchina durante il funzionamento in esportazione potenza, porterà la macchina ad operare a vuoto (giri nominali senza carico).

- durante il funzionamento isolato dovrà ripartire il carico con un'altra turbina esistente in impianto.

La sincronizzazione di rientro rete sarà possibile attraverso un controllore dedicato, descritto nel prosieguo del capitolato.

Tutti i trip dell'ESD porteranno la turbina alla condizione turbina su viratore e vapore alle tenute ad eccezione di alcune particolari, verificate dall'appaltatore in fase di progettazione esecutiva. A titolo di esempio:

- trip bassissima pressione olio (verrà fermato anche il viratore e di conseguenza il vapore tenute e aperta la valvola rompivuoto);
- trip condensatore (verrà lasciato acceso il viratore, ma aperta la valvola rompivuoto e fermato il vapore tenute).

### **6.1. Loop di controllo velocità**

Saranno possibili le modalità di controllo già espresse nel capitolo 5.16.3 a pag.49.

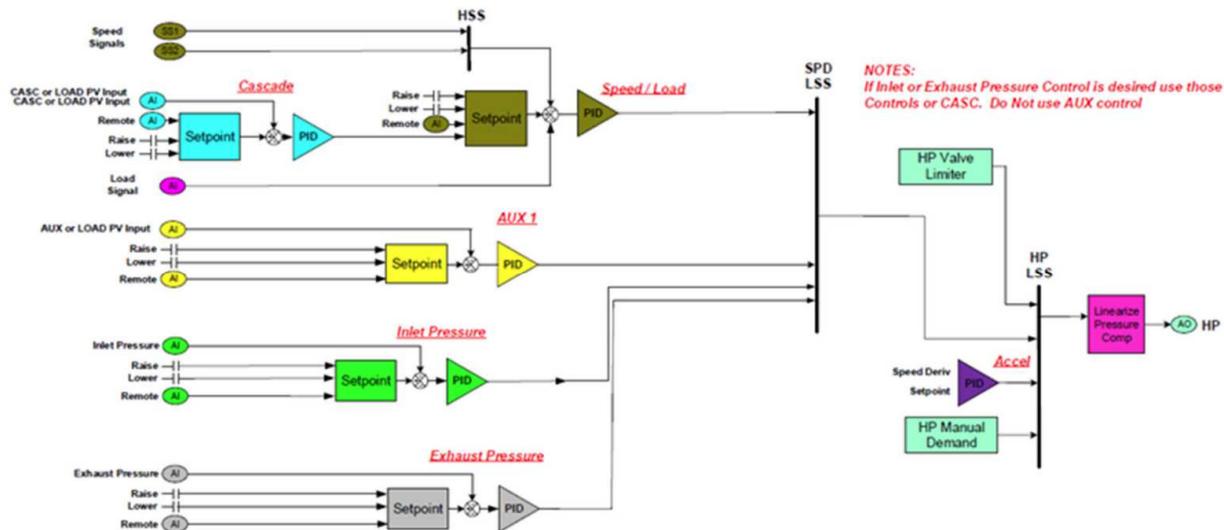
Il regolatore di turbina dovrà altresì comunicare con il sincronizzatore per garantire il corretto interscambio dei segnali di bias provenienti dal sincronizzatore stesso. Tale comunicazione dovrà essere HW mediante segnale analogico in tensione o corrente. In caso di fault al segnale di bias, lo speed control dovrà automaticamente commutare la modalità di controllo in droop di velocità.

Quando il contatto dell'interruttore del generatore è aperto, il PID di velocità funziona in modalità di controllo della velocità mentre, quando l'interruttore del generatore è chiuso e il sezionatore di rete è aperto, la modalità di controllo di frequenza è selezionata.

Quando sia il generatore che gli interruttori di collegamento dell'utenza sono chiusi, viene selezionata una modalità di controllo del carico dell'unità.

Durante la modalità di controllo della velocità, il PID di velocità controlla una turbina alla stessa velocità o frequenza indipendentemente dal carico che sta fornendo (fino alla capacità di carico dell'unità). Con questa configurazione, il PID non utilizza alcuna forma di statismo o secondo parametro di controllo per la stabilità o il controllo.

Sotto è riportato, a titolo esemplificativo, lo schema tipo del sistema di controllo turbina.



### 6.1.1. Loop di controllo pressione

Siccome il nuovo turbogruppo verrà installato su un collettore caldaia esistente che alimenta già una turbina (vedasi allegato “Schema impianto”), sarà necessario implementare la modalità di inlet pressure control con statismo di pressione. Tale modalità potrà essere attivata in parallelo rete elettrica e consentirà di mantenere costante la pressione in caldaia e al contempo dividere, proporzionalmente alla taglia, il carico sui generatori.

Il process value del segnale di pressione in modalità inlet pressure control sarà tramite sensore di pressione posto all’ingresso turbina di fornitura dell’appaltatore (vedasi allegato “P&ID – Diagrammi di processo”).

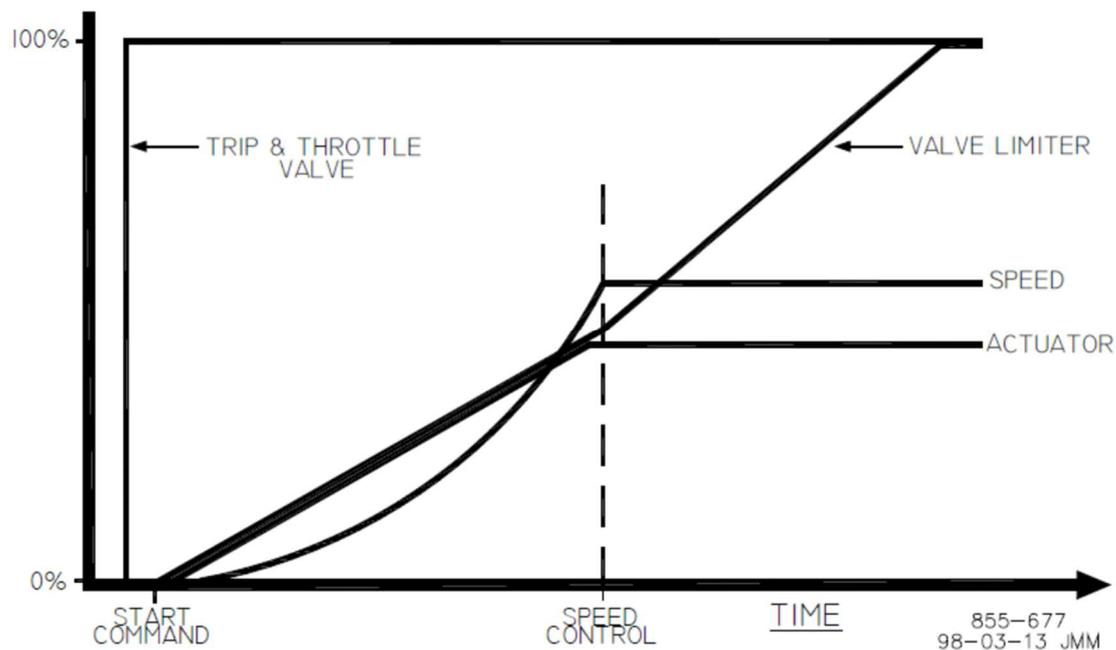
Lo statismo di pressione verrà parametrizzato nel Woodward 505.

### 6.2. Sequenza di start

Al comando di start, il setpoint di velocità e il limitatore della valvola vengono manipolati automaticamente dal governor. Dopo che l’avviamento della turbina è stato completato, la velocità della turbina verrà controllata ad una velocità di controllo minima.

Se la velocità della turbina viene rilevata quando viene emesso il comando start, il controllo abbinerà istantaneamente il setpoint di velocità alla velocità rilevata e continuerà verso la velocità di controllo minima. Nel caso in cui la velocità della turbina rilevata sia maggiore dell’impostazione della velocità di controllo minima, il punto di regolazione della velocità corrisponderà a questa

velocità rilevata, il PID di velocità si controllerà a questo punto ed il controllo attenderà ulteriori azioni da parte dell'operatore. Se la velocità della turbina viene rilevata per la prima volta all'interno di una banda di evitamento di velocità critica quando viene ricevuto un comando 'Run', il setpoint di velocità corrisponderà alla velocità effettiva, diminuirà all'estremità inferiore della banda di evitamento critica e attende che venga intrapresa un'azione da parte dell'operatore. Di seguito si riporta un grafico esemplificativo.



### 6.2.1. Gestione velocità critiche

Lo speed governor, dovrà poter essere configurato con un minimo di tre gamme di velocità critiche e tali velocità dovranno essere gestite in modo da essere attraversate il più rapidamente possibile. Queste bande possono essere qualsiasi intervallo di velocità inferiore all'impostazione della velocità minima del regolatore. All'interno di un intervallo di velocità critica, il governore dovrà modificare il setpoint di velocità alla velocità critica programmata e non consente al setpoint di velocità di arrestarsi entro la banda di evitamento della velocità critica.

Il set point di velocità non può essere fermato nella banda critica. Se viene emesso un comando di aumento/riduzione del setpoint di velocità mentre si è in una banda critica, il setpoint di velocità aumenterà o diminuirà (a seconda del comando di aumento o diminuzione) fino all'estensione dell'intervallo critico. Poiché il setpoint di velocità inferiore ha la priorità su un setpoint di aumento,

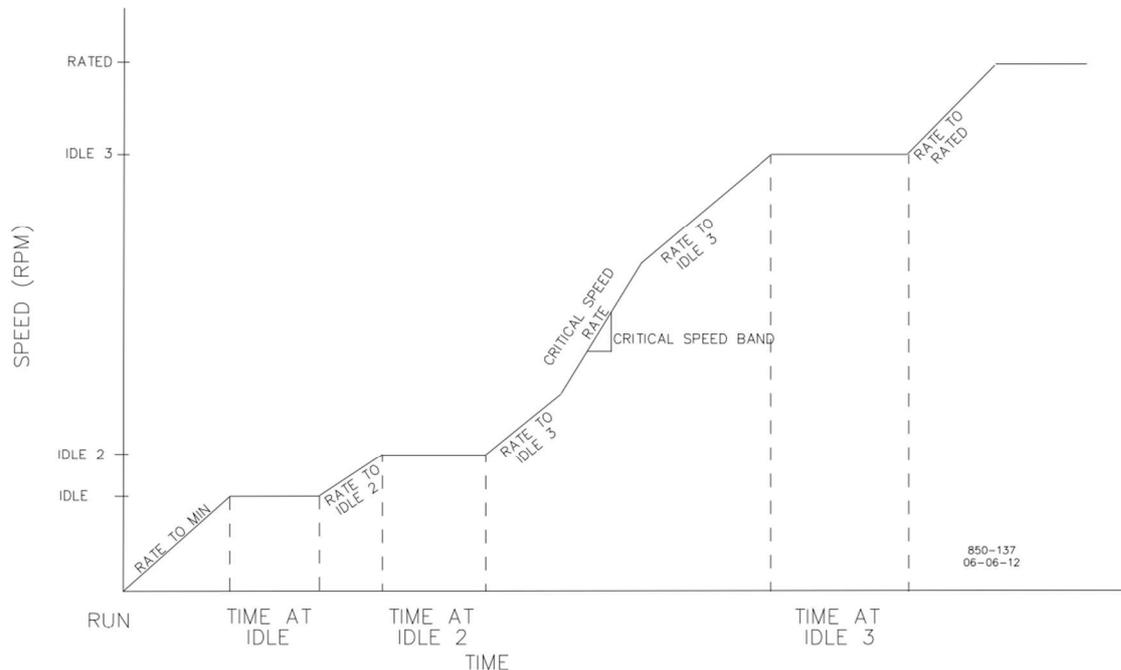
l'emissione di un comando inferiore mentre si aumenta attraverso la fascia invertirà la direzione del setpoint e lo riporterà al limite inferiore della fascia. Se viene dato un comando di set point di velocità inferiore mentre si è in una fascia critica, la velocità della turbina deve raggiungere il fondo della fascia prima che possa essere eseguito un altro comando.

Non è possibile inserire direttamente un valore di set point di velocità all'interno delle impostazioni della fascia di velocità critica programmata.

Se un altro parametro di controllo, oltre allo Speed PID, porta la velocità della turbina in una banda critica per più di cinque secondi, il setpoint di velocità passerà istantaneamente all'impostazione di minimo e si verificherà un allarme (Stuck in Critical).

Durante una routine di avvio, se il PID di velocità non può accelerare l'unità attraverso una banda programmata entro un periodo di tempo calcolato, verrà emesso un allarme "Bloccato in critico" e il setpoint di velocità tornerà immediatamente al minimo. La "durata di tempo calcolata" è un valore di cinque volte il tempo necessario per accelerare attraverso la banda (basato sull'impostazione della "Velocità critica"). Se l'allarme "Stuck in Critical" si verifica regolarmente, potrebbe indicare che la "Velocità critica" è impostata troppo velocemente perché la turbina possa rispondere.

Le bande di velocità critiche sono definite nella modalità di configurazione. Tutte le impostazioni della banda di velocità critica devono essere impostate al di sotto del "Setpoint velocità minima del regolatore. La velocità con cui il setpoint di velocità si sposta attraverso una banda di velocità critica è impostata dall'impostazione "Velocità critica". L'impostazione "Velocità critica" deve essere impostata su un valore non superiore alla velocità di accelerazione massima nominale della turbina. Di seguito si riporta un grafico esemplificativo.



### 6.3. Network diagram e protocolli di comunicazione

I sistemi oggetto di fornitura dovranno poter comunicare tra loro in modo che tutti i segnali di campo possano essere disponibili all'HMI locale e al DCS. Si rimanda ai documenti tecnici allegati per il dettaglio del network diagram.

I protocolli di comunicazione dovranno essere in Modbus, seriale e TCP. L'Appaltatore avrà in carico la fornitura di tutti i dispositivi necessari per la definizione di tale rete, a titolo esemplificativo ethernet switch per l'interconnessione in rete dei vari dispositivi. All'appaltatore, per essere in conformità l'altra turbina attualmente installata, si richiede la fornitura di 2 ethernet switch convertitori ethernet fibra monomodale, marca Hirschmann, modello RSP35 con adattatori fibra M-SFP-LX/LC, da alloggiare nel proprio quadro di controllo.

### 6.4. Integrazione con DCS della Stazione appaltante

Spetterà alla Stazione appaltante integrare i sistemi oggetto della presente fornitura al DCS di centrale. Sarà onere dell'appaltatore supportare la Stazione appaltante durante l'ingegneria di dettaglio ed i test di interfacciamento al DCS della Stazione appaltante, per un numero massimo di 40 (quaranta) giornate uomo.

Sarà inoltre cura dell'appaltatore predisporre e installare #2 (due) linee ethernet in protocollo modbus TCP ridondate che dovranno essere collegate al DCS. La lista segnali al DCS dovrà comprendere tutti i segnali già disponibili al sistema HMI locale.

Il campionamento dei segnali dovrà poter avvenire in massimo 1secondo.

Dovrà essere possibile programmare il DCS con le stesse funzioni dell'HMI locale, senza limitazioni. In particolare, dovrà essere possibile visualizzare e comandare tutti i sistemi.

### **6.5. Controllore d'impianto**

L'appaltatore dovrà progettare l'intera fornitura per essere in accordo alla norma CEI 016 (ultima revisione applicabile). Dovrà quindi predisporre il gruppo turbo-alternatore per comunicare con un controllore d'impianto già installato in sito dalla Stazione appaltante. Esso avrà il compito aggiuntivo di far dialogare la macchina oggetto di fornitura con il gestore rete mediante protocolli di comunicazione definiti da tale norma CEI 016 (ultima revisione applicabile). Le relative specifiche saranno condivise dalla Stazione appaltante a seguito dell'aggiudicazione.

## 7. Prescrizioni per verniciature e protezione materiali metallici

Il ciclo di verniciatura di tutti gli item deve essere definito per proteggere da usura e corrosione i vari componenti. Per tutti i componenti esposti ad aria è necessario definire un ciclo di verniciatura che sia in accordo allo standard ISO 12944:2018, con categoria di riferimento C3.

<b>Categoria</b>	<b>Corrosività</b>	<b>Interno</b>	<b>Esterno</b>
<b>C3</b>	Media	Zone urbane ed industriali, moderati livello di inquinamento da diossidodi zolfo. Zone costiere con bassa salinità	Zone di produzione con alta umidità e relativo inquinamento (stabilimenti di lavorazione generi alimentari, lavanderie, birrerie...)

L'appaltatore dovrà fornire la specifica utilizzata per la di verniciatura degli item forniti, sia direttamente che in subfornitura, in modo che possa essere approvata dalla Stazione appaltante.

Superfici trattate che non necessitano di ulteriore rivestimento devono essere identificate a specifica. Si precisa che i componenti in acciaio inossidabile sono esclusi dalla verniciatura.

Eventuali tubazioni sotterranee dovranno essere provviste di specifica protezione con rivestimento, di cui l'appaltatore dovrà fornire la relativa specifica, al fine dell'approvazione da parte della Stazione appaltante.

La durabilità del ciclo di verniciatura (periodo minimo prima di effettuare manutenzione della verniciatura) è da considerarsi "MEDIA", compresa tra 7 e 15 anni dalla fornitura.

È lasciata libertà all'appaltatore la selezione delle vernici da utilizzare, nel rispetto dei requisiti.

Le procedure di test devono essere svolte in accordo alla categoria richiesta della norma ISO12944:2018.

### 7.1. Carta Colori

L'identificazione dei componenti dovrà essere fatta in accordo ai criteri RAL. L'Appaltatore dovrà condividere la carta colori dei vari item e tale carta dovrà essere approvata dalla Stazione appaltante. Tutte le tubazioni, ad esclusione di quelle inaccessibili, devono essere identificate con frecce direzionali.

Lo standard colori a cui riferirsi è quello riportato nella seguente tabella:

<b>Servizio</b>	<b>Colore</b>	<b>RAL</b>
<b>Acqua</b>	Verde	Standard appaltatore (suggerito 6019)
<b>Vapore</b>	Grigio	Standard appaltatore
<b>Aria (strumenti/compressa)</b>	Blu	Standard appaltatore (suggerito 5009)
<b>Basamento</b>	Verde	6001
<b>Supporti/Scale</b>	Grigio	Standard appaltatore (suggerito 7035)
<b>Olio (lubrificazione/idraulico)</b>	Marrone	Standard appaltatore (suggerito 8011)

## **8. Prescrizioni minime in materia di sicurezza e manutenzione**

### **8.1. Accesso alle aree di lavoro**

Le Grate o le piattaforme dovranno essere realizzate in in acciaio antiscivolo e dovranno essere installate sullo skid per fornire accesso permanente e sicuro a tutti i punti dello skid stesso, in modo da permettere

- le operazioni di lettura strumenti in uso continuo durante la marcia turbina.
- le operazioni di manutenzione ordinaria e non ordinarie, quali ad esempio: apertura e ispezione cuscinetti di tutte le macchine del treno assi, sostituzione filtri, revisione turbina, revisione riduttore, smontaggio valvole regolatrici vapore turbina, ecc.

Le Grate e le piattaforme permanenti possono essere escluse per le operazioni di manutenzione non frequenti a componenti poste ai limiti laterali dello skid quali: smontaggio valvola vapore di blocco turbina, smontaggio valvole vapore delle tubazioni, ispezione morsettiere generatore, ispezione sezione media tensione generatore, ispezione radiatore generatore, ecc.

Tutte le possibili aree di lavoro devono avere una larghezza minima di 900 mm comprese quelle escluse da grate e piattaforme.

Si precisa che le grate di chiusura del vano presenti nella fossa condensati e nelle relative scale di accesso, verranno realizzate a cura e carico della Stazione appaltante.

## **8.2. Manutenzione componenti in loco**

Tutte le attività manutenzione che prevedono il sollevamento di oggetti pesanti verranno svolte mediante una gru mobile o una macchina semovente. Non è prevista l'installazione di un carroponete.

Devono essere forniti tutti gli attrezzi speciali per lo smontaggio e la manutenzione dello skid quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- barre di sollevamento/bilancini e livellamento (da agganciare a paranchi o gru mobile) per permettere la rimozione di:
  - cover cuscinetti e cuscinetti di turbina e generatore
  - carter del riduttore
  - valvole vapore di turbina o delle tubazioni
  - ogni altro genere di lavoro non compreso in revisione generale turbina o generatore
- golfari o dime per sollevare i principali componenti da mandare esternamente in manutenzione

A livello di spazi, l'appaltatore deve garantire che ogni tipo di manutenzione sia possibile senza sacrificare l'ergonomia e che tramite macchina semovente si possa arrivare in tutti i punti in cui vi siano potenziali manutenzioni da fare.

L'appaltatore dovrà inoltre fornire un carrello completo di tutti gli utensili (dalle chiavi di uso più comune agli utensili speciali) necessari per svolgere la manutenzione in loco del gruppo turbo-alternatore.

## **8.3. Lettura degli strumenti in loco e azionamenti manuali**

Tutti gli strumenti per la lettura in locale, nello skid, e gli azionamenti manuali delle valvole devono avere un'altezza minima di 1000 mm dal livello zero (o dalle grate antiscivolo) e massimo 1800 mm.

Sono escluse da questa prescrizione le valvole di sezionamento e gli indicatori di pressione e temperatura del raffreddamento generatore e delle pompe della fossa condensati.

#### **8.4. Protezione contro le alte temperature e isolamento**

Tutte le superfici eccedenti i 55°C devono essere isolate termicamente tramite cuscini o gabbie; devono inoltre essere adeguatamente segnalate.

#### **8.5. Punti di sollevamento componenti**

L'Appaltatore dovrà prevedere appositi ganci/golfari per sollevamento di tutti i componenti forniti. Qualora i golfari fossero saldati alle strutture, dovranno essere svolti su di essi il 100% di controlli non distruttivi.

#### **8.6. Protezione contro impatti meccanici o alberi rotanti**

Tutte le parti rotanti o movibili quali alberi, ventilatori e attuatori devono essere protette da gabbie o cover contro il contatto accidentale. Tali parti dovranno essere adeguatamente segnalate mediante apposita cartellonistica/adesivi o specifica verniciatura.

#### **8.7. Identificazione dei componenti**

Ciascun componente di fornitura del capitolato (a bordo o non a bordo dello skid) deve avere una targhetta identificativa (tale targhetta è in più rispetto a quelle richieste nel paragrafo successivo) e corrispondente al codice P&ID assegnato al componente stesso (con componente si intende anche parti del P&ID non collegate direttamente ad alcun cavo di alcun tipo (ad esempio valvole ad azionamento meccanico, valvole di sovrappressione, etc). Tale targhetta deve essere resistente a calore, olii, usura e dovrà essere realizzata in materiale metallico resistente a corrosione.

Il P&ID allegato fornisce una indicazione della componentistica minima; se l'aggiudicatario interviene in modifiche e/o aggiunte di componenti, dovrà identificare e assegnare un codice P&ID identificativo nelle nuove componenti, previa comunicazione alla Stazione appaltante.

#### **8.8. Identificazione collegamenti elettrici dei componenti**

Ciascun cavo di alimentazione o controllo tra quadri e componenti di fornitura (a bordo o non a bordo dello skid) deve avere una targhetta identificativa e corrispondente al codice P&ID assegnato al componente stesso. Tale targhetta deve essere resistente a calore, olii, usura e collocata ai due capi del cavo.

Ciascun filo di ogni cavo di alimentazione o controllo tra quadri e componenti di fornitura (a bordo o non a bordo dello skid) deve essere facilmente identificabile sia tramite un particolare colore sulla base di schemi di principio o numero anima, che da un suo numero identificativo stampigliato e corrispondente ai medesimi schemi di principio.

## 9. Lista Ricambi

Nel prezzo offerto dall'appaltatore in fase di gara è compresa anche la fornitura dei seguenti ricambi, da consegnare congiuntamente alla turbina:

- n°1 serie di cuscinetti di ricambio della turbina (journal DE, NDE e reggispinta); i cuscinetti di ricambio devono essere completi, non la fornitura dei soli pattini.
- n°1 serie di cuscinetti di ricambio del riduttore
- n°1 serie di cuscinetti di ricambio del generatore
- n°1 serie di attuatori per valvola HP/LP
- n° 2 serie di filtri olio lubrificazione e comando
- n°1 set completo viratore (comprensivo di motore, meccanismo ruota libera e flangia di accoppiamento al dispositivo al quale è accoppiato)
- n°2 serie di filtri acqua pompe condensati
- n°1 serie di termocoppie per ciascun tipo di quelle usate nell'impianto.
- n°1 serie di sensori pressione per ciascun tipo di quelli usati nell'impianto.
- n°2 velocimetri/accelerometri e loro loop completo fino alla centralina misurazione vibrazioni (con relativo extension cable e relativa centralina di demodulazione, se presente) per ogni tipo diverso di velocimetro differente (a livello di hardware, non di impiego)
- n°2 proxymeters e loro loop completo fino alla centralina misurazione vibrazioni (con relativo extension cable e relativa centralina di demodulazione, se presente) per ogni tipo diverso di proxymeter differente (a livello di hardware, non di impiego)
- n°2 sensori di spostamenti assiali e loro loop completo fino alla centralina misurazione vibrazioni (con relativo extension cable e relativa centralina di demodulazione, se presente)
- n°2 serie complete di consumabili (comprensivi di guarnizioni spirometalliche, di gomme, carte, grassi o colle) per eseguire i seguenti lavori:
  - ispezione di tutti i cuscinetti (turbina, riduttore, generatore)

- rimozione delle valvole di regolazione HP e LP per ispezionare gli otturatori
- rimozione della valvola di blocco per effettuarne la manutenzione
- n°1 serie di moduli I/O per ciascun tipo di quelli usati nel sistema di controllo.

In sede di offerta l'appaltatore dovrà compilare anche il modulo lista ricambi, con assegnazione del prezzo per ciascun ricambio. Tale lista serve esclusivamente alla Stazione appaltante per l'assegnazione di un valore contabile a ciascun ricambio.

## 10. Documentazione preliminare

L'appaltatore, entro 45 giorni naturali e consecutivi dalla data di sottoscrizione del contratto, dovrà presentare alla Stazione appaltante, per la sua approvazione, la seguente documentazione:

- Elaborati grafici contenenti dimensioni di ingombro di massima del gruppo turbo-alternatore e dei rispettivi accessori e la loro posizione, attorno allo skid della turbomacchina, nell'area di installazione del turbo-gruppo;
- Progettazione dei carichi in fondazione, dei punti di appoggio dello skid;
- Progettazione delle reazioni vincolari agenti alla base del gruppo turbo-alternatore nei punti di appoggio con la fondazione per la verifica strutturale e geotecnica del sistema fondale ai sensi del D.M. 17/01/2018 (NTC 2018). Inoltre, dovranno essere evidenziati negli elaborati grafici (**prodotti, sottoscritti e timbrati da tecnico abilitato**) i punti di connessione fra il sistema fondale e la sovrastruttura, in modo che la struttura resista per sollecitazioni previste dalla normativa vigente per aree in zona sismica 2 (per vita nominale  $\geq 50$  anni, classe d'uso 2). Quanto sopra relativamente alla fornitura oggetto del presente appalto. Le reazioni vincolari dovranno essere calcolate in relazione a:
  - categoria di sottosuolo "B".
  - coefficiente d'Amplificazione Topografica  $ST = 1,0$ .
- Progettazione della fossa condensati comprensiva delle opere di carpenteria (grate di chiusura del vano, scale di accesso);

L'appaltatore, entro 90 (novanta) giorni naturali e consecutivi dalla data di sottoscrizione del contratto, dovrà poi presentare alla Stazione appaltante per la sua approvazione, la ulteriore seguente documentazione:

- Elaborati grafici contenenti dimensioni di ingombro esatte della macchina e dei rispettivi accessori, completa dei seguenti dettagli:
  - Posizione del volume relativo al locale interrato o fossa;
  - La posizione e l'orientamento delle flange del vapore;
  - Passaggi di tutti gli allacci elettrici di potenza e dei segnali;
  - L'indicazione del layout della messa a terra strumentali e/o di sicurezza;
  - L'indicazione dei supporti delle tubazioni;
  - Indicazione degli ingombri dello skid, zone di rispetto, ingombri e posizione dei componenti non a bordo dello skid, quali: contattore di neutro (eventuale), quadri elettrici, i passaggi cavi, supporti per tubazioni e tutto ciò che è scopo di fornitura di questo capitolato (viste ortogonali e quote);
  - La posizione delle terre di sicurezza e/o strumentali. Posizione e orientamento delle flange del vapore, delle flange di collegamento del circuito olio/glicole allo scambiatore aria/glicole (viste ortogonali e quote). Indicazione dei cunicoli e delle loro sezioni, dei cable e pipe rack;
  - Elenco materiali utilizzati nelle palette e nel rotore;
  - Soluzione proposta per le tenute di estremità;
  - Manuale di uso e manutenzione preliminare del gruppo turbo-alternatore;
  - Curve di correzione del turbo alternatore, funzione dei parametri di processo;
  - documentazione preliminare del gruppo turbo-alternatore necessaria alla Stazione appaltante per il leasing (di cui fa parte anche il manuale di cui sopra);
  - Lista delle modifiche proposte dall'appaltatore in merito alle soluzioni costruttive ed ai materiali impiegati indicati nel capitolato, ove consentito dal capitolato, in modo da essere esaminate ed autorizzate dalla Stazione appaltante.
- Elaborati grafici nei quali vi siano indicazioni in merito al posizionamento della macchina e dei suoi accessori;
- Elaborato grafico contenente tipologia e modalità di sostegno di tutti i dispositivi necessari per il corretto supporto di tutte le tubazioni (supporti primari e secondari), nonché di tutti i giunti di espansione, ove necessario;
- Layout di funzionamento (sheet flow);

- Posizione di tutti i servizi ausiliari (pompe, raccolte condensati, etc.);
- Cronoprogramma delle attività, con percentuale di avanzamento dell'appalto;
- P&ID e informazioni supplementari dei principali componenti del Package la Turbina a Vapore;
- Documento della lista connessioni esterne con condizioni di processo e carichi statici, dinamici e termici;
- Relazione tecnica di dimensionamento degli scambiatori olio-acqua e loro posizionamento;
- Documento con indicazioni tecniche (prestazioni richieste, strumenti necessari, posizionamento previsto) per gli scambiatori aria/acqua (aerotermini) che dovrà fornire e posare la Stazione appaltante;
- Relazione tecnica attestante gli accorgimenti tecnici adottati per poter mantenere la caldaia, anche per mesi, a piena produzione di vapore con turbina inattiva, mantenendo vuoto nel condensatore, bypass vapore surriscaldato in funzione, senza l'installazione di valvole di isolamento tra turbina e condensatore;
- Specifica tecnica di verniciatura per la protezione dei materiali metallici, in modo da essere esaminata ed approvata dalla Stazione appaltante.
- Lista delle potenze elettriche installate ed assorbite completa di indicazioni su quali, di esse, si intende mettere sotto linea ordinaria, sotto linea preferenziale e/o sotto entrambe;
- Locazione finale dei vari quadri elettrici (controllo, alimentazione e contattore di neutro) e delle junction box.
- Percorso finale delle canaline cavi e indicazione di massima di numero cavi e dimensione;
- Schema elettrico unifilare;
- Schema elettrico trifilare o diagramma tensioni correnti di competenza dell'appaltatore: in questo diagramma è riportato lo schema di collegamento delle connessioni trifilari tra quadri di controllo, generatore (potenza, controllo e letture), centro stella, eccitatrice, AVR, cella IG, cella DG+DDI, devono essere riportati tutti i morsetti di collegamento con i loro numeri morsettiera e terminale. Devono essere riportati anche i collegamenti interni di generatore e suoi trafi di misura (comprensivi di classe, rating e rapporto di trasformazione). Vanno riportati anche i collegamenti trifilari interni del quadro di controllo e delle sue

componenti AVR, protezioni, AVR, sincronoscopio, sincronizer, syncro check. Vanno riportati anche i trafi di misura lato Stazione appaltante con relativo numero morsetti;

- Prima emissione degli schemi elettrici di principio dei quadri di controllo e alimentazione;
- P&ID indicante la posizione e la logica di funzionamento dei segnali e degli strumenti;
- Layout preliminare dei quadri di controllo;
- Lista delle modifiche proposte dall'appaltatore in merito alle soluzioni costruttive ed ai materiali impiegati indicati nel capitolato, in modo da essere esaminate ed autorizzate dalla Stazione appaltante, ove consentito dal capitolato.

## 11. Collaudo

Prima delle attività di collaudo della macchina, volte a dimostrare che la macchina fornita e posata in opera possa garantire le prestazioni richieste, l'appaltatore dovrà consegnare alla Stazione appaltante la seguente documentazione:

- Steam Turbine Partlist;
- Calcoli degli scambiatori olio e aria ed eventuale vapore tenute (se presente);
- Calcolo del thermal growth per eseguire allineamento assi;
- Specifica allineamento assi;
- Analisi torsionale treno alberi e della scelta rigidità torsionali giunto HS ed LS;
- Analisi flessionale treno alberi e della scelta rigidità flessionali giunto HS ed LS;
- Calcolo della coppia di spunto del viratore;
- Vista e prospetto dell'installazione dei cuscini numerati di isolamento termico turbina;
- Check list dei collegamenti della turbina vapore allo skid;
- Disegno in viste ortogonali e isometriche di turbina;
- Disegno in viste ortogonali e isometriche di riduttore;
- Protocollo test in sede riduttore;
- Disegno in viste ortogonali e isometriche di generatore;
- Disegno in viste ortogonali e isometriche del telaio.

In merito al riduttore meccanico:

- Certificati ~~e calcoli di progettazione dettagliati~~ di tutto il riduttore, che includono la scelta del fattore di servizio e del fattore di sovraccarico, motivandone la scelta per l'applicazione

nella fattispecie, ~~il dimensionamento dei cuscinetti al metallo bianco e la loro adeguata lubrificazione sia al 100% giri turbina che alla velocità di viratore~~, la scelta dei trattamenti termici sulle ruote dentate per garantire la durata delle 100mila ore;

- Calcolo delle perdite di potenza al 0%,25%,50%,75%,100% della potenza nominale;
- Quality plan finale con lista di tutte le componenti, loro materiale, loro trattamenti superficiali, codifica interna del costruttore, riferimento al certificato di qualità;
- Certificati di bilanciamento di tutte le parti rotanti;
- Certificati dei test non distruttivi (magnetoscopici, raggi X, liquidi penetranti, ultrasuoni, ecc.) secondo il quality book;
- Materiali, durezza dei materiali, tipo di trattamenti applicati;
- Certificati delle saldature, secondo quanto specificato nel paragrafo 12.2;
- Certificati di montaggio in officina con indicazione dei giochi applicati e massimi/minimi applicabili;
- Almeno il test a vuoto con registrazioni dei seguenti parametri:
  - pressione, flusso e temperatura olio a ingresso e uscita del riduttore;
  - spettri delle vibrazioni, con overall;
  - perdite di potenza 0% ai giri nominali;
  - sovravelocità al 115% dei giri nominali;
- Minimi parametri (temperature e vibrazioni) che il sistema di controllo deve continuamente monitorare, con le relative soglie;
- Istruzioni d'uso e manutenzione;
- Dichiarazione di conformità alla regola d'arte degli impianti elettrici (D.M. 37/2008).

Forniture elettriche-strumentali

- Schemi elettrici definitivi dei quadri di controllo e alimentazione: documento che contiene lo schema del cablaggio interno di quadri di controllo e alimentazione fino alle morsettiere di interfaccia. Devono essere riportate tutte le componenti dei quadri con i loro numeri di codifica che devono fare riferimento al numero di pagina degli schemi stessi. I collegamenti devono riportare numero di filo, colore e sezione del filo stesso. Il numero di filo deve fare riferimento anch'esso al numero di pagina. Nelle morsettiere di interfaccia deve essere riportato il numero di cavo che arriva e i relativi numeri di fili, concordemente alla lista cavi. Nelle morsettiere di interfaccia con devices del package, va riportato anche il numero di P&I del device stesso;
- Turbine control narrative;
- Skid control e sequenze narrative;
- Layout quadri di controllo, quadri di alimentazione e quadro di contattore di neutro: questo documento riporta la vista frontale esterna e interna di ogni pannello con relativa disposizione dei componenti del pannello stesso;
- Blocchi morsettiere: questo documento riporta il sommario di tutte le morsettiere di interfaccia e dei loro terminali nei quadri elettrici. Devono essere riportati n°pagina, n°morsetto, n° terminale, tipo cavo (tipo, sezione, n°cores), codifica cavo, descrizione funzione;
- Lista componenti: lista pezzi dei quadri elettrici. Va riportato sigla funzionale (che fa riferimento a numero pagina degli schemi elettrici), ubicazione, quantità, eventuale numero di codifica, produttore;
- Lista cavi: lista di tutti i cavi di collegamento tra quadri, skid, generatore, centro stella, interruttori di media, devono essere riportati il tipo cavo, n°cores, terminal strip e terminale e n° 0
  - filo di entrambi i lati (lato skid e lato Stazione appaltante);
- Manuale AVR;
- Manuale generatore e schema cablaggi interni generatore;
- Studio e settaggio protezioni generatore;
- Specifica della cella interruttore generatore;

- Dati tecnici generatore;
- Disegno d'ingombro generatore;
- Disegno d'ingombro rotore;
- Disegno d'ingombro scatola connessioni esterne;
- Curve tipiche generatore;
- Lista I/O sistema di controllo;
- Lista modbus di scambio dati con DCS;
- Protocollo di test in sede generatore.

#### Documentazione dei componenti impiegati e di sub-fornitura

- Lista componenti di tutto lo skid con loro riferimento tramite codice assegnato da P&I;
- Certificato di qualità del fornitore del basamento in acciaio (planarità);
- Certificazione del subfornitore del generatore che la jacking pump non è necessaria;
- Certificazione del costruttore della turbina a vapore che strumentazione vibrazioni è sufficiente ad operare con continuità, in sicurezza ed eseguire troubleshooting ad un ottimo livello;
- Certificazione del subfornitore del riduttore che strumentazione vibrazioni è sufficiente ad operare con continuità, in sicurezza ed eseguire troubleshooting ad un ottimo livello;
- Documentazione del subfornitore del riduttore richiesta;
- Certificazione del subfornitore del generatore che strumentazione vibrazioni è sufficiente ad operare con continuità, in sicurezza ed eseguire troubleshooting ad un ottimo livello;
- Documentazione OEM di tutti i componenti dello skid.

#### Lista documenti manuale uso e manutenzione e CE

- Dichiarazione di conformità della macchina e dei suoi componenti;
- Certificazione CE della macchina nel suo complesso;
- Manuale uso e manutenzione turbina;
- Manuale uso e manutenzione dello skid;
- Manuale di uso e manutenzione del riduttore di velocità;
- Manuale di uso e manutenzione del generatore elettrico;
- Manuale uso e manutenzione del sistema di controllo;
- Ogni altro documento previsto dalla normativa vigente.

### **11.1. Operazioni di collaudo prima e durante la posa in opera**

La lista dei collaudi minimi da effettuare, suddivisi per sottosistemi, che l'appaltatore deve effettuare sulla propria fornitura diretta e in subappalto, è identificata negli allegati al presente capitolato.

La Stazione appaltante si riserva di poter effettuare tutte le ispezioni, controlli e collaudi che desidererà eseguire sui componenti oggetto di appalto presso l'officina dell'appaltatore e dei suoi fornitori.

### **11.2. Affidabilità dello scopo di fornitura**

Ogni componente o sistema oggetto di fornitura e posa in opera dovrà essere selezionato e/o progettato per operare con continuità per 8600 h/anno e una vita utile d'impianto di 20 anni.

### **11.3. Operazioni di collaudo dopo il completamento della posa**

L'Appaltatore dovrà effettuare il collaudo di impianto per garantire il rispetto dei requisiti contrattuali.

L'appaltatore dovrà quindi considerare personale e strumentazione necessari allo svolgimento di tale test.

Le modalità di svolgimento nonché la durata dovranno essere definite in una procedura di test, redatta dall'appaltatore, la quale dovrà essere approvata dalla Stazione appaltante in fase progettuale. Eventuali richieste di pulizia impianto, etc. dovranno essere definite in tale procedura per garantire il tempo necessario alla Stazione appaltante per lo svolgimento di tali attività.

All'interno di tale procedura dovranno essere inserite le curve di correzione relative alla fornitura appaltatore. Tale documento dovrà essere approvato in fase progettuale prima dello svolgimento del test.

L'Appaltatore dovrà garantire la presenza ed installazione di tutti gli strumenti necessari a rilevare le performance contrattuali relativi alla sua fornitura.

La Stazione appaltante predisporrà la strumentazione per la misura delle variabili di processo, tra cui pressione, temperatura e portata. Il misuratore di portata sarà installato sul sistema caldaia, mentre la pressione e la temperatura saranno misurate immediatamente a monte della valvola di presa. Tutti gli strumenti saranno calibrati e certificati.

Il sistema fornito dall'Appaltatore dovrà essere predisposto per alloggiare la strumentazione relativa al test in oggetto. Nello specifico, a titolo esemplificativo e non esaustivo: pozzetti (termowell) per alloggiamento sonde di temperatura, stacchi valvolati per alloggiamento sensori di pressione e quanto necessario per lo svolgimento del test. Queste predisposizioni saranno usate per alloggiare la strumentazione di test qualora l'appaltatore non accettasse l'utilizzo della strumentazione predisposta dalla Stazione appaltante. È ammesso l'utilizzo della strumentazione di processo qualora questa soddisfi i requisiti richiesti in merito a sensibilità, definiti nel seguito. La misura della potenza mediante CT e VT è in carico all'appaltatore così come la relativa sensoristica necessaria.

Si precisa che tutta la strumentazione di test dovrà essere calibrata. L'accuratezza minima richiesta per i seguenti strumenti è:

- Misuratore di potenza            +/- 1% fondo scala
- Temperature di processo       +/- 1°C
- Pressione di processo           +/- 0.1 bar

Il certificato di calibrazione dovrà essere più recente di 1 anno rispetto alla data del test.

Le attività di collaudo saranno condotte verificando, dopo l'installazione del turbo-alternatore, le prestazioni in corrispondenza dei punti di lavoro garantiti nel presente capitolato. Si precisa che la potenza elettrica da garantire da parte dell'appaltatore sarà misurata **ai morsetti del generatore con Cos Phi = 0.9**.

Le operazioni di collaudo si suddividono secondo le seguenti fasi:

1. **Verifica della documentazione tecnica di collaudo** prevista nel presente capitolato. La Stazione appaltante verificherà la completezza e la conformità della documentazione fornita rispetto alle richieste contenute nel presente capitolato;
2. **Collaudo in bianco:** in collaborazione con il personale della Stazione appaltante, l'appaltatore dovrà verificare il funzionamento di tutte le pompe, motori, valvole, strumenti, apparecchiature di controllo, sicurezza e gestione del gruppo turbo-alternatore prima della messa in marcia;
3. **Collaudo prestazionale:** messa in marcia la turbina, la Stazione appaltante garantirà i dati di input ed output previsti nei punti di lavoro garantiti (riportati nella tabella di cui

al par. 3.2. del presente capitolato tecnico). In queste condizioni, la turbina deve raggiungere e mantenere le prestazioni indicate per 60 minuti continuativi.

Il calcolo della misura di potenza dovrà essere basato sui valori medi delle misure campionati ad intervalli regolari. Il valore di potenza dovrà essere compensato per riportare la misura alle condizioni di processo ed ambientali definite contrattualmente. La compensazione della misura sarà effettuata utilizzando le curve di correzione condivise in fase progettuale.

La metodologia di calcolo dovrà includere un'analisi dell'incertezza di misura utilizzando l'accuratezza degli strumenti utilizzati.

Al termine di questa fase del collaudo dovrà essere firmato un test report la cui redazione è a carico dell'appaltatore.

4. **Collaudo affidabilità:** tale test ha una durata minima di 96 (novantasei) ore continuative, durante le quali la turbina dovrà dimostrare il livello di affidabilità e prestazionale previsto dal presente capitolato. Durante il test verrà variato continuamente il carico per verificare le varie condizioni operative richieste all'impianto, le vibrazioni, le temperature, il funzionamento dei vari componenti e le varie protezioni. In questa fase si raggiungeranno anche le condizioni di funzionamento di progetto, le quali dovranno essere soddisfatte.

Per ogni condizione di funzionamento a carico (minimo 5) dovranno essere registrati dati, per mezzo di trend su HMI o supervisione della Stazione appaltante. Tali dati dovranno essere esportabili in formato digitale e resi disponibili alla Stazione appaltante. Le soglie di allarme e blocco definite prima del test dovranno essere pari a quelle operative e non modificabili durante il test stesso. La condizione di accettabilità è definita nel completamento del test senza l'insorgenza di blocchi o allarmi causati da responsabilità non attribuibile alla fornitura Stazione appaltante.

Al termine di questa fase del collaudo dovrà essere firmato un test report la cui redazione è a carico appaltatore.

5. **Test funzionali:** dovrà essere svolto un test comprendente le varie condizioni operative richieste all'impianto.

Dovranno essere effettuati almeno i test di seguito indicati:

- Sgancio carico (50/100% potenza);
- Test passaggio isola con la turbina isolata;
- Test di ripartizione di potenza attiva e reattiva con la turbina esistente;
- Test di inserzione rimozione carichi in isola;
- Test di sincronizzazione di rientro rete;
- Verifica sequenze di start e stop con record vibrazioni;
- Verifica scatto protezioni elettriche.
- Test passaggio in modalità marcia a vuoto da condizione iniziale in erogazione di potenza, apertura interruttore macchina.

Il criterio di accettabilità di tale test è definito dalla riuscita di tutte le prove di cui sopra con il ristabilirsi della condizione di marcia operativa. Nello specifico test di isola, l'ingresso dalla condizione di parallelo rete dovrà essere garantito senza l'intervento delle protezioni macchina/generatore.

Al termine di questa fase del collaudo dovrà essere firmato un test report la cui redazione è a carico appaltatore.

#### **11.4. Attestazione di avvenuto completamento dei collaudi**

Al termine delle operazioni di collaudo sarà redatta dall'Direttore dell'esecuzione del contratto, nominato dalla Stazione appaltante, l'attestazione di avvenuto completamento dei collaudi.

## **12. Normative applicabili**

### **12.1. Generalità**

La macchina dovrà essere realizzata in conformità alla Direttiva macchine e la fornitura dovrà sottostare a tutte le normative Europee ed internazionali applicabili alla medesima.

### **12.2. Turbina a vapore**

Per la costruzione, installazione e l'operazione della turbina a vapore si farà riferimento a:

- Turbina: IEC45-1;
- Per la sicurezza: direttive EC;
- Per le saldature: ASME section IX;
- Per le valvole: ANSI B16.10;
- Per le tubazioni: ANSI/ASME B31.1;
- Per le flange: ANSI B16.5.

### **12.3. Apparecchi in pressione**

Tutte le apparecchiature in pressione dovranno essere provviste di certificazione PED.

### **12.4. Quadri elettrici bassa tensione**

Per costruzione, installazione e messa in servizio dei quadri elettrici si dovrà fare riferimento a :

- CEI 64-8;
- IEC 61439;

Tutti i quadri installati dovranno essere installati, in prossimità dello skid del turbo-alternatore, sulla platea in calcestruzzo armato e sotto alla tettoia di copertura predisposte dalla Stazione appaltante e, al fine di evitare eccessive temperature di esercizio (come, ad esempio, nei mesi estivi), i quadri di cui sopra dovranno essere dotati di sistema di condizionamento dedicato a cura e carico dell'aggiudicatario.

### **12.5. Vibrazioni**

Le vibrazioni assolute dei macchinari del package devono essere misurate e giudicate in base delle norme ISO10816-3, Group A.

Le vibrazioni relative dei cuscinetti, misurate attraverso l'ausilio dei proxymeter, devono essere misurate e giudicate in funzione delle soglie desunte dalle norme ISO 7919 e VDI 2059

Il bilanciamento dei rotori deve essere fatto in base alle norme ISO 11342, Classe 3 o ISO 1940.

### **13. Analisi Predittiva**

L'Appaltatore dovrà prevedere un sistema di analisi predittiva, mediante acquisizione di dati dalla turbina per comprendere lo stato di invecchiamento del sistema stesso.

L'analisi dati dovrà essere svolta avvalendosi di reti neurali, con lo scopo di monitorare e storicizzare i parametri di esercizio del turbo-gruppo anticipando eventuali avvenimenti che si possono presentare. Questo tipo di applicazione dovrà basarsi su sistemi applicativi informativi ordinari.