Firmato digitalmente da
simone di girolamo
CN = di girolamo simone
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia de L'Aquila
T = Ingegnere
C = IT

RELAZIONE TECNICA
IMPIANTO DI TRIGENERAZIONE

C01-00441
Dompè L'Aquila (AQ)
Impianto di trigenerazione 1380kW

Rev	Date	Description	Prepared	Checked	Approved
02	*01/08/2023*	*MODIFICA CIRCUITO TORRE E PARTICOLARI ELETTRICI BT E MT*	*EPA*	*TLO*	*AVA*
01	*22/06/2023*	*REVISIONE GENERALE*	*EPA*	*TLO*	*AVA*
00	*07/12/2022*	*PRIMA EMISSIONE – MOTORE 250 NOx*	*EPA*	*PRO*	*TLO*

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE 3

Ubicazione dell'impianto 4

2. GRUPPO DI TRIGENERAZIONE 4

Elementi principali 4

3. IMPIANTI MECCANICI 6

Genset 6
Rampa gas 6
Circuito HT 6
Circuito LT 6
Circuito vapore 7
Circuito acqua recupero 7
Circuito acqua refrigerata 7
Circuito acqua di alimentazione caldaia 7
Circuito acqua torre 7
Linea gas di scarico 7
Linea olio lubrificante 8
Ventilazione del container motore 8
Contabilizzazione dell'energia 8

4. IMPIANTI ELETTRICI 9

Descrizione degli impianti elettrici 9
Quadro di bassa tensione QP 10
Quadro di media tensione QMT a 20 KV 10
Trasformatore elevatore 10
Quadro di comando e controllo QCC 11
Contabilizzazione dell'energia elettrica 11
Pulsanti d'emergenza 12
Luci di emergenza 12

5. SISTEMA DI RIVELAZIONE GAS 12

1. INTRODUZIONE

L'impianto di trigenerazione descritto nel presente documento ha lo scopo di produrre energia elettrica ed energia termica recuperando il calore dal circuito di raffreddamento e dai gas di scarico ad alta temperatura di un motore endotermico alimentato a gas naturale modello MWM TCG 3020 V12.

Le principali potenze termiche fornite dall'impianto sono:

- Potenza elettrica: 1380 kWe derivante dal gruppo di cogenerazione;
- Potenza termica: 771 kWt recuperabili dal sistema di raffreddamento ad acqua del motore cogenerativo;
- Potenza termica: 608 kWt recuperabili dal sistema di raffreddamento gas di scarico;
- Consumo di gas equivalente pari a 3168 kW.

Nel seguito considereremo i seguenti acronimi:

- Gen-Set: gruppo elettrogeno costituito essenzialmente da un motore endotermico accoppiato all'alternatore sincrono;
- QCC: quadro elettrico di comando e controllo del gruppo (Quadro di Comando e controllo) installato nella zona quadri del locale generatore, composto da una sezione di comando e controllo con il PLC e i moduli di espansione del sistema di gestione motore TEM-EVO/TPEM;
- QP: quadro di potenza con interruttore di gruppo e contattore di neutro (per la generazione in bassa tensione);
- QMT: quadro media tensione impianto di cogenerazione;
- QFR: quadro controllo freddo
- PLC: controllore logico programmabile installato nel quadro GCP (Programmable Logic Controller);
- TEM EVO/TPEM: sistema di gestione e monitoraggio del genset, composto da un quadro elettrico denominato TEM AGS/TPEM posizionato nella zona quadri del locale generatore e da una serie di moduli di espansione installati all'interno del QCC. TEM è l'acronimo di "Total Electronic Management"; TPEM è l'acronimo di Total Plant & Energy Management
- AVR: scheda di regolazione della tensione e del fattore di potenza dell'alternatore (Automatic Voltage Regulator); è installato a bordo dell'alternatore
- PI: protezione d'interfaccia secondo CEI-016
- PG: protezione di generatore secondo la CEI 0-16
- DI: dispositivo d'interfaccia, è l'interruttore d'interfaccia secondo la CEI 0-16
- DDR: dispositivo di rincalzo; è l'interruttore di rincalzo secondo la CEI 0-16
- DDG: dispositivo di generatore: è l'interruttore del generatore secondo la CEI 0-16
- DDT: dispositivo di trasformatore; è l'interruttore a monte del trasformatore elevatore
- HMI: Human machine interface (Touch screen)
- DSO: è il Distributore in media tensione secondo la CEI 0-16; DSO è l'acronimo di Distribution System operator
- VVF: vigili del fuoco
- Circuito HT: circuito camicie motore (alta temperatura)
- Circuito LT: circuito intercooler motore (bassa temperatura)
- NO_x: emissioni di ossidi di azoto
- CO: emissione di monossido di carbonio
- ATEX: Direttiva europea ambienti con pericolo di esplosione
- UTIF: Ufficio tecnico di finanza
- MID: Direttiva europea strumenti di misura
- LEL: Limite inferiore di esplosività di una sostanza (concentrazione %)

1.1. Ubicazione dell'impianto

L'impianto è installato all'interno dello stabilimento di L'Aquila (AQ)
Dompè farmaceutica è un'azienda specializzata nello sviluppo, produzione e vendita di Principi Attivi Farmaceutici (API), intermedi avanzati e servizi correlati all'industria farmaceutica.

2. GRUPPO DI TRIGENERAZIONE

2.1. Elementi principali

L'impianto di trigenerazione è essenzialmente costituito dalle seguenti apparecchiature principali:

- Gruppo elettrogeno (Gen-Set) costituito da motore (modello MWM TCG 3020 V12) e alternatore (modello Marelli MJB 500 MB 4);
- Caldaia per il recupero del calore sensibile dai fumi con scambiatori ECO1 e ECO2;
- 2 radiatori per lo smaltimento dell'energia termica in eccesso, uno sul circuito HT e uno sul circuito LT;
- Gruppo frigorifero ad assorbimento;
- 1 scambiatore a piastre di interfaccia HT-recupero;
- 1 scambiatore a piastre per la produzione di acqua calda.

La potenza generata dal gruppo viene sfruttata dallo stabilimento sotto forma di:

- Vapore (8 bar) tramite Caldaia;
- Acqua calda (82°C) tramite scambiatore a piastre;
- Acqua fredda (7°C) tramite scambiatore a piastre.

Comprenderà inoltre quanto segue:

- sistema alimentazione gas naturale per il motore endotermico;
- impiantistica di completamento della centrale (pompe di circolazione, vasi di espansione, valvole a tre vie, valvole di intercettazione, valvole di regolazione, etc.);
- collegamenti idraulici fra le varie macchine e l'interfaccia con l'utenza;
- serbatoi di olio fresco e olio esausto (futuro) per lo stoccaggio temporaneo dell'olio;
- impianti ausiliari (sistema rilevazione gas, etc.);
- impianti elettrici;
- strumentazione e sistema di supervisione e controllo.

Il genset è installato all'interno di un container atto a mantenere i 65 db(A) a 10 metri; all'interno del container motore sono installati oltre al motore, gli skid per il recupero termico, HT e LT;
I quadri elettrici verranno installati all'interno del locale ove è installato anche il container motore. Il trasformatore è installato in locale cliente predisposto.
In copertura al container è installata la linea fumi, la caldaia invece è appoggiata a terra.
Per la parte di trigenerazione, il gruppo ad assorbimento è posizionato in una cofanatura (fuori dallo scopo di fornitura Intergen); questa insieme a skid acqua refrigerata e quadro QFR sono installati sotto una tettoia esistente. Per il raffreddamento dell'assorbitore il cliente ha predisposto un allacciamento alle torri evaporative esistenti.

Il genset trasforma l'energia chimica del combustibile gassoso in energia meccanica all'albero motore, e poi in energia elettrica in bassa tensione a 0,4 kV, 50 Hz tramite l'alternatore accoppiato al motore. A monte del genset è presente un quadro di potenza in bassa tensione QP esercito a 0,4 kV e isolato a 1 kV; nel quadro sono installate principalmente le apparecchiature fiscali per la misura dell'energia generata e l'interruttore di generatore DDG.
A monte del quadro QP un trasformatore elevatore 0,4/20 kV in resina provvede poi ad innalzare il livello di tensione da 0,4 kV a 20 kV. Il trasformatore è collegato ad un quadro in media tensione esercito a 20 kV e isolato a 24 kV; il quadro MT è a carico di Dompé Farmaceutici Spa. Attraverso il quadro di media tensione l'energia elettrica generata viene immessa sulla rete di stabilimento e avviene il collegamento fisico con la rete del Distributore.

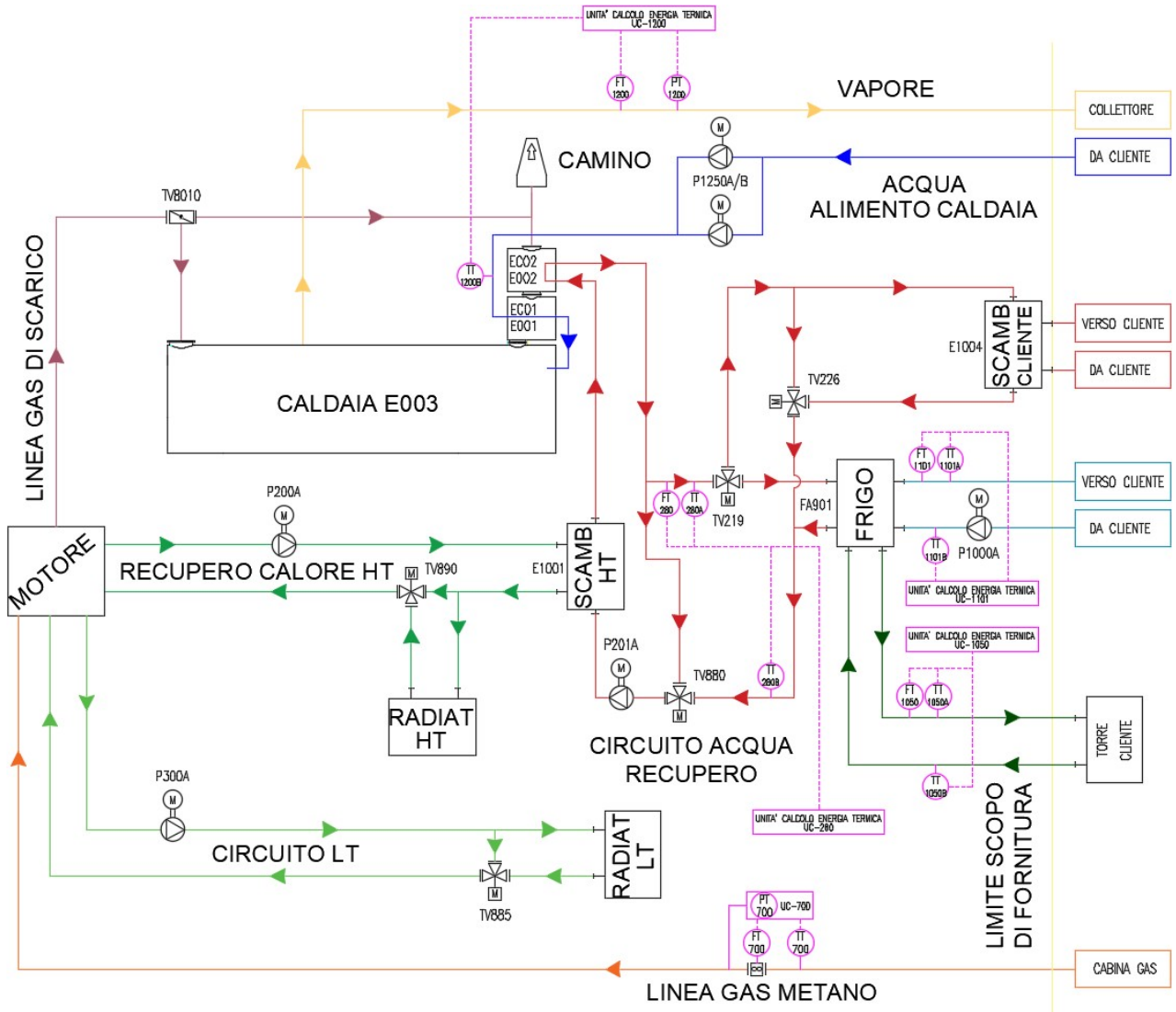


Figure 1

Come riportato in figura 1, l'acqua calda in uscita dal motore viene ceduta attraverso lo scambiatore a piastre E1001 all'acqua calda di alimento per il gruppo frigorifero FA-901; prima di venire utilizzata nell'assorbitore subisce un ulteriore salto entalpico nell'ECO2. L'assorbitore gestirà l'apertura della valvola a tre vie TV-219 in funzione dell'acqua gelida da produrre; in parallelo alla produzione di acqua gelida vi è anche la produzione di acqua calda per l'utenza, ceduta a quest'ultima attraverso lo scambiatore a piastre E1004. Nell'eventualità che non venga utilizzata tutta l'energia termica posseduta dall'acqua motore, quella residua sarà ceduta tramite un radiatore all'ambiente.
Con il recupero di calore dei fumi si genera vapore saturo a 8 bar attraverso la caldaia a recupero E003.

3. IMPIANTI MECCANICI

Genset

Il genset avrà le seguenti caratteristiche (al 100% di carico):

Potenza elettrica netta (kWe)	1380
Potenza termica recuperabile dal circuito di raffreddamento (kW)	771
Potenza termica recuperabile dal circuito fumi (kW)	608
Consumo di calore da combustibile (gas naturale) (kW)	3168
Rendimento elettrico (%)	43,6
Rendimento termico (%)	43,5
Rendimento totale (%)	87,1
Velocità di rotazione (giri/min)	1.500
Consumo di olio lubrificante (g/kWh)	0,15

Rampa gas

La rampa di adduzione del gas metano è equipaggiata con tutto quanto è necessario per una sua installazione a regola d'arte.

La linea di adduzione gas sarà equipaggiata con la seguente strumentazione:

- Valvole manuale di intercettazione V700;
- Contatore gas metano completo di certificazione MID FT-700;
- Filtro riduttore di pressione PCV-701;
- Elettrovalvola VVF a riarmo manuale XV-705.

Il consumo del motore al 100% del carico, dichiarato da MWM, è pari a 311,5 Nm^3/h (valore nominale ipotizzato su un PCI=10.17 kWh/Nm^3).
Il gas di rete, dopo aver incontrato i componenti sopra citati arriverà alla rampa gas MWM esterna al container.
La pressione del gas in ingresso al genset per un corretto funzionamento dovrà essere di circa 120 mbar.

Circuito HT

Nel circuito HT tutta la potenza termica dell'acqua in uscita dal motore, pari a 771 kWt nominali, viene ceduta allo scambiatore a piastre E1001.
Nel caso non sia necessario un totale utilizzo della potenza termica, questa verrà dissipata attraverso il radiatore, raffreddando l'acqua da 93°C a 78°C.

I principali componenti del circuito sono:

- Pompa elettrica per la circolazione di 47 m3/h di acqua glicolata P200A;
- Vasi di espansione (VE): hanno il compito di compensare eventuali variazioni volumetriche dell'acqua;
- Scambiatore a piastre E1001;
- Valvola 3 vie miscelatrice TV-890 che regola la portata di acqua verso il radiatore per la dissipazione;
- Radiatore per la cessione dell'energia termica in eccesso all'ambiente;
- Strumentazione per il monitoraggio della temperatura e della pressione del circuito.

Circuito LT

La circolazione dell'acqua intercooler avviene in un circuito chiuso, questo permette di mantenere la temperatura dell'acqua intercooler entro i limiti imposti dal costruttore del motore.

I principali componenti del circuito acqua intercooler sono:

- Pompa elettrica per la circolazione di 30 m3/h P300A;
- Valvola 3 vie miscelatrice dell'acqua intercooler TV-885; con gruppo acceso in genere aperta verso il radiatore per la dissipazione, in quanto la potenza termica dell'LT non è recuperabile. Con gruppo fermo la valvola permette il ricircolo verso il motore, per garantire il corretto livello termico del circuito;

- Radiatore per la cessione dell'energia termica all'ambiente;
- Vaso di espansione: ha lo scopo di compensare eventuali variazioni volumetriche dell'acqua;
- Strumentazione per il monitoraggio della temperatura e pressione dell'acqua.

Circuito vapore

Questo circuito è costituito da:

- Valvole per la regolazione;
- Contabilizzatore di energia termica prodotta FT1200;

Circuito acqua recupero

Questo circuito è costituito da:

- Pompa elettrica per la circolazione di 71 m3/h P201A;
- Vasi di espansione: hanno lo scopo di compensare eventuali variazioni volumetriche dell'acqua;
- Strumentazione per il monitoraggio della temperatura e della pressione dell'acqua;
- Contabilizzatore di energia termica prodotta FT-280;
- Valvola 3-vie deviatrice TV-219, per la regolazione della portata acqua verso l'assorbitore FA-901;
- Valvola 3-vie miscelatrice TV-880, gestita dal motore;
- Valvola 3-vie miscelatrice TV-226, per la regolazione della portata acqua verso lo scambiatore E1004;
- Scambiatore gas di scarico ECO2;
- Scambiatore a piastre E1001 interfaccia circuito HT-recupero;
- Gruppo frigorifero ad assorbimento FA-901;
- Scambiatore a piastre E1004 interfaccia circuito cliente.

Circuito acqua refrigerata

Questo circuito è costituito da:

- Pompa elettrica per la circolazione di 110 m3/h P1000A;
- Strumentazione per il monitoraggio della temperatura e della pressione dell'acqua;
- Gruppo frigorifero ad assorbimento FA-901;
- Contabilizzatore di energia termica prodotta FT-1101;
- Valvola 3-vie di by-pass (fuori dallo scopo di fornitura Intergen);
- Strumentazione per il controllo della qualità dell'acqua in ingresso assorbitore.

Circuito acqua di alimentazione caldaia

Questo circuito è costituito da:

- Pompa elettrica ridondata sotto inverter per la circolazione di 738 kg/h di acqua.

Circuito acqua torre

Questo circuito è costituito da:

- Pompa elettrica di fornitura del cliente;
- Valvola ON-OFF TV-1002;
- Strumentazione per il monitoraggio della temperatura e della pressione dell'acqua;
- Contabilizzatore di energia termica prodotta FT-1050;
- Gruppo frigorifero ad assorbimento FA-901;
- Torre evaporativa di fornitura del cliente.

Linea gas di scarico

Il circuito gas di scarico è composto da:

- Sistema catalitico di trattamento gas di scarico con predisposizione per sistema SCR;
- Silenziatori;

- Valvola diverter gas di scarico TV8010;
- Caldaia E003 con scambiatori ECO1 (E001) e ECO2 (E002) per il recupero del calore dei gas di scarico;
- Camino.

Quando il gruppo è in funzione e si raggiunge la temperatura di set impostata sul sistema di controllo si abilita la funzione di recupero calore dai gas di scarico; la valvola deviatrice fumi invia quindi i gas di scarico verso la caldaia ed il calore dei fumi viene ceduto all'acqua alimento attraverso ECO1 e caldaia e all'acqua calda attraverso lo scambiatore ECO2. In condizioni di recupero, i fumi seguiranno questo percorso: primo silenziatore, catalizzatore, secondo silenziatore, caldaia, ECO1, ECO2, camino.

I fattori di emissione da garantire a camino, riferiti ai gas secchi in condizioni normali (0°C e 1 bara) e ad una percentuale del 5% di ossigeno libero nei fumi, sono i seguenti:

- CO < 100 mg/Nm3 @5% O2
- NOx < 250 mg/Nm3 @5% O2

Linea olio lubrificante

In questo impianto è previsto lo stoccaggio di olio fresco attraverso un serbatoio a doppia parete con capacità inferiore ai 1000 litri. I serbatoi a doppia parete sono dotati di sensore di rilievo perdite.
L'olio fresco, attraverso l'apertura di due elettrovalvole, sarà caricato nella coppa dell'olio del motore.

Ventilazione del container motore

I ventilatori del container motore, entrambi ATEX, sono attivati e controllati da inverter. Prima dell'avviamento del motore una delle ventole ATEX viene attivata al fine di pulire il locale da eventuali presenze di gas. Successivamente, se necessario, viene attivata l'altra ventola.
In prossimità dei filtri aria motore un sensore tipo PT100 rileva la temperatura ambiente e comanda, tramite il sistema, le ventole in modo da mantenere costante la temperatura impostata come set point.
Dopo la fermata del motore le ventole continuano a funzionare al fine di raffreddare il locale motore.
È possibile sezionare l'alimentazione dei ventilatori della sala macchine tramite i sezionatori posizionati accanto ai ventilatori stessi per uso manutenzione. Lo stato ON/OFF dei sezionatori viene segnalato con relativa segnalazione sull'HMI.

Contabilizzazione dell'energia

Nell'impianto sono presenti tre sistemi per la contabilizzazione dell'energia termica prodotta, uno per il controllo dell'energia termica dissipata dalla torre evaporativa e uno per la contabilizzazione del consumo del gas metano da parte del motore.

Il primo contabilizzatore è installato sul circuito acqua recupero sul ramo di mandata verso il cliente a monte della 3-vie TV-219 comandata dall'assorbitore. Questa quantificazione è possibile attraverso l'unità di calcolo UC-280 a cui arrivano in ingresso la temperatura dell'acqua di mandata all'assorbitore e/o allo scambiatore E1004 attraverso la sonda TT-280A, la temperatura di ritorno dell'acqua dall'assorbitore e/o dallo scambiatore E1004 attraverso la sonda TT-280B, e il valore della portata volumetrica dell'acqua rilevato attraverso il misuratore elettromagnetico FT-280.

Il secondo contabilizzatore è installato sul circuito acqua refrigerata sul ramo di mandata verso il cliente in uscita dall'assorbitore. Questa quantificazione è possibile attraverso l'unità di calcolo UC-1101 a cui arrivano in ingresso la temperatura dell'acqua in uscita dall'assorbitore attraverso la sonda TT-1101A, la temperatura di ritorno dell'acqua dal cliente attraverso la sonda TT-1101B, e il valore della portata volumetrica dell'acqua rilevato attraverso il misuratore elettromagnetico FT-1101.

Il terzo contabilizzatore è installato per il calcolo dell'energia termica dei fumi ceduta per la produzione di vapore; questa quantificazione è possibile attraverso l'unità di calcolo UC-1200 a cui arrivano in ingresso la

temperatura dell'acqua di alimento caldaia attraverso la sonda TT-1200B, la pressione del vapore attraverso la sonda PT-1200 e il valore della portata volumetrica del vapore rilevato attraverso il misuratore FT-1200.

La contabilizzazione dell'energia termica dissipata dalla torre evaporativa è possibile attraverso l'unità di calcolo UC-1050 a cui arrivano in ingresso la temperatura dell'acqua di ingresso assorbitore attraverso la sonda TT-1050B, la temperatura di uscita assorbitore attraverso la sonda TT-1050A, e il valore della portata volumetrica dell'acqua rilevato attraverso il misuratore elettromagnetico FT-1050.

La contabilizzazione del gas è invece effettuata attraverso l'unità di calcolo UC-700 a cui arrivano in ingresso il volume di gas misurato dal misuratore fiscale a turbina FT-700, la temperatura e la pressione del gas misurate rispettivamente dalle sonde TT-700 e PT-700.

4. IMPIANTI ELETTRICI

Descrizione degli impianti elettrici

L'impianto elettrico di generazione, distribuzione, comando e controllo è gestito in bassissima tensione (BBT), in bassa tensione (BT) e in media tensione (MT).
Il motore è accoppiato meccanicamente ad un generatore trifase. Il generatore è un alternatore sincrono e trasforma l'energia meccanica del motore in energia elettrica. L'alternatore è collegato tramite blindosbarra ad un quadro di potenza BT. Il quadro di potenza è collegato tramite blindosbarra ad un trasformatore elevatore BT/MT. Sono previsti dei quadri di media tensione a monte del trasformatore elevatore. I quadri di media tensione a monte del trasformatore permettono la distribuzione dell'energia elettrica e la connessione alla rete del Distributore.
Un quadro di comando e controllo QCC gestisce il controllo del gruppo generatore e della parte di impianto legato alla cogenerazione. Il quadro TEM/TPEM gestisce il controllo del motore ed è fornito a corredo del motore.
Le caratteristiche elettriche degli impianti sono:

Impianto di bassissima tensione BBT:
- Tensione nominale: 24 Vdc

Impianto di bassa tensione BT:
- Tensione nominale: 400/230 Vac ± 10%
- Frequenza nominale 50 Hz ± 1%
- Stato del neutro: secondo sistema TN-S
- Corrente di corto circuito massima:
  - 80 kA simmetrici per il quadro QP
  - minore di 10 kA simmetrici e 17 kAp di picco per il QCC

Impianto di media tensione MT:
- Tensione di esercizio 20 kVac ± 10%
- Frequenza nominale 50 Hz ± 1%
- Corrente di corto circuito trifase massima 16 kA
- Tempo massimo di eliminazione del guasto 0,5 s;
- Stato del neutro in condizioni ordinarie: a terra tramite bobine di Petersen da parte del Distributore

Le caratteristiche della macchina elettrica generatrice sono:
- Marca e tipo: Marelli MJB 500 MB4
- Tipologia: macchina sincrona trifase a poli salienti
- Potenza nominale: 1901 kVA
- Tensione nominale: 400 Vac
- Frequenza: 50 Hz

L'alternatore è dotato di un regolatore di tensione (AVR); questo integra la funzione di controllo del fattore di potenza (PFC). L'AVR è installato a bordo macchina e permette di:

- Mantenere la tensione ai morsetti del generatore pari alla sua tensione nominale quando il gruppo non è collegato alla rete del Distributore
- Mantenere costante il fattore di potenza ai morsetti del generatore quando il gruppo è collegato alla rete del Distributore

La macchina elettrica è corredata di trasformatori amperometrici di protezione installati sul lato centro stella, i quali sono collegati alla protezione di generatore installata sul quadro di potenza QCC.

Quadro di bassa tensione QP

Tra il gruppo generatore e il trasformatore elevatore è inserito un quadro in bassa tensione QP a 400 V, isolato a 1 kV. Il quadro contiene essenzialmente:

- Contatore per la lettura fiscale UTIF/MID dell'energia prodotta ai morsetti del generatore, completo del sistema di telelettura da parte del Distributore
- Trasformatori amperometrici per la lettura delle correnti generate dall'alternatore
- Interruttore di generatore DDG completo di motorizzazione per la carica delle molle, di bobina di minima tensione, apertura a lancio di tensione e di chiusura; l'interruttore è dotato di una centralina elettronica programmabile di protezione che comanda l'apertura dell'interruttore in caso di sovracorrenti

Come richiesto dalla CEI 0-16 il dispositivo di generatore DDG è inserito sul lato 0,4 kV in modo da essere il più vicino possibile ai morsetti dell'alternatore. In conformità alla CEI 0-16 il sistema di misura fiscale UTIF/MID è installato nel quadro in modo essere il più vicino possibile ai morsetti dell'alternatore.

Il dispositivo di generatore DDG è gestito normalmente aperto con gruppo generatore fermo; l'interruttore viene chiuso previa sincronizzazione con gruppo generatore in moto. L'interruttore apre nel caso di normale richiesta di fermata del gruppo generatore, in caso di intervento della protezione d'interfaccia PI o in caso di blocco richiesto dai pulsanti di emergenza e dalle protezioni.

Quadro di media tensione QMT a 20 KV

A monte del trasformatore elevatore si trova il quadro di media tensione QMT a 20 kV, isolato a 24 kV. Il quadro è di fornitura e posa di Dompé Farmaceutici Spa. Il quadro permette il collegamento fisico tra il gruppo generatore/ trasformatore e l'impianto elettrico del Cliente esercito a 20 kV. Inoltre, il quadro permette il collegamento fisico alla rete esterna del Distributore.

Tutti gli interruttori del quadro di media tensione sono gestiti normalmente chiusi anche con gruppo generatore chiuso.

Il cavo MT che permette il collegamento fisico dal trasformatore al quadro MT é di fornitura e posa di Dompé Farmaceutici Spa.

Trasformatore elevatore

A monte del gruppo generatore è previsto un trasformatore elevatore avente le seguenti caratteristiche:

- Tipologia: in resina
- Potenza nominale: 2000 kVA
- Tensione primaria: 20 kV
- Tensione secondaria a vuoto: 0,4 kV
- Tensione di corto circuito: 6 %
- Gruppo angolare: Dyn11

Il trasformatore è alimentato dal gruppo generatore sul lato 0,4 kV ed è dotato di sensori PT100 inseriti negli avvolgimenti.
La centralina termica, cui sono collegate le PT100, verrà installata localmente in cassetta dedicata.

Quadro di comando e controllo QCC

Il quadro QCC ha la funzione di controllare il corretto funzionamento del gruppo compreso di tutti i suoi ausiliari. Il quadro inoltre controlla la funzionalità dei sistemi di cogenerazione termica.
Nella modalità di funzionamento automatica del gruppo di cogenerazione tutte le operazioni sono automatiche, comprese le operazioni di apertura e chiusura degli interruttori in bassa e media tensione preposti a tali manovre. In condizioni di automatico le uniche operazioni manuali sono l'avviamento e la fermata volontaria da parte dell'operatore, questi deve comunque comandare manualmente tali operazioni per sicurezza.
Il quadro è dotato di una centralina elettronica a microprocessore che funge da protezione elettrica di gruppo. Sul fronte quadro è installato una centralina termometrica cui sono collegate le PT100 del trasformatore elevatore.
Il quadro elettrico QCC permette di alimentare, comandare e controllare i servizi ausiliari dell'impianto di cogenerazione. Il quadro elettrico è equipaggiato con un PLC interno che, insieme ai moduli di espansione del sistema TEM (sistema di controllo del motore endotermico) adempie le principali funzioni di logica e gestione del motore a gas e dei relativi servizi ausiliari.
Un pulsante d'emergenza è disponibile a fronte quadro per bloccare immediatamente il gruppo in caso di pericolo, comandare l'apertura dell'interruttore di generatore, l'apertura dell'interruttore di trasformatore, l'apertura dell'interruttore per l'alimentazione dei servizi ausiliari installati nel quadro QCC e la chiusura della valvola del gas a riarmo manuale richiesta dai VVF sulla linea del gas al motore. Il pulsante di emergenza deve essere usato solo ed esclusivamente in caso di emergenza e non per le normali fermate del gruppo.
Il quadro QCC è dotato di due HMI, uno relativo al sistema TPEM e uno relativo al PLC cui è possibile interfacciarsi per i comandi fondamentali.
Sul fronte quadro è installato un selettore a chiave a quattro posizioni che definisce le modalità di funzionamento:

- Off
- Test
- Manuale
- Automatico

La chiave è estraibile nella sola posizione di Off per garantire la sicurezza durante la manutenzione.
È presente una centralina di sincronizzazione dotata della funzione di synchro-check. All'avviamento, dopo che il gruppo ha raggiunto velocità e frequenza nominali, il sincronizzatore dotato di sinchro-check realizzerà la sincronizzazione del gruppo alla rete e la chiusura del dispositivo di generatore DDG. Una volta chiuso l'interruttore il sistema di controllo comanderà la rampa di carico fino a che il gruppo erogherà potenza attiva (kW) con uno specifico fattore di potenza fissati dai set points impostabili su HMI.
Se durante il normale funzionamento del gruppo interviene la protezione di interfaccia viene comandato immediatamente l'apertura del dispositivo di interfaccia come richiesto dalla norma CEI 0-16. Al rientro della tensione di rete secondo i parametri definiti dalla CEI 0-16 occorrerà riavviare il gruppo per risincronizzarlo alla rete.

Contabilizzazione dell'energia elettrica

Il quadro di media tensione QP direttamente a monte del gruppo generatore dispone di un sistema di lettura UTIF/MID dell'energia generata dal gruppo generatore. Il sistema di lettura contabilizza l'energia generata ai morsetti dell'alternatore. Il sistema permette la telelettura da parte del Distributore. Il sistema di contabilizzazione è costituito da:

- Contatore fiscale UTIF/MID omologato Enel
- Trasformatori amperometrici di misura
- Collegamenti voltmetrici di misura
- Modulo per la connessione in Modbus e la telelettura remota
- Morsettiera di appoggio sigillabile

Non sono previsti trasformatori voltmetrici in quanto il contatore si collega direttamente alle sbarre in bassa tensione per la lettura delle tensioni mediante interposizione di fusibili. L'intervento dei fusibili sul circuito delle misure fiscali inibisce la lettura del contatore, conseguentemente il gruppo generatore è comandato alla fermata. È possibile riavviare il motore solo previa verifica del guasto e il ripristino delle apparecchiature di protezione.

Il sistema per la contabilizzazione UTIF/MID dell'energia consumata dagli ausiliari è installato nel quadro di comando e controllo QCC. Il sistema di contabilizzazione è costituito da:

- Contatore fiscale UTF/MID
- Trasformatori amperometrici di misura
- Collegamenti voltmetrici di misura
- Morsettiera di appoggio sigillabile

Non sono previsti trasformatori voltmetrici in quanto il contatore si collega direttamente alle sbarre in bassa tensione per la lettura delle tensioni mediante interposizione di un interruttore magnetotermico. L'intervento dell'interruttore magnetotermica genera un allarme ma non ferma il gruppo generatore. Il sistema per la contabilizzazione dell'energia consumata contabilizza solo l'energia defiscalizzabile, intesa come utilizzata per l'attività di produzione di elettricità e per mantenere la capacità di produrre elettricità (Testo unico delle Accise, articolo 52, comma 3, lettera a).
I due sistemi di contabilizzazione sono sigillati e soggetti a verifica da parte dell'Agenzia delle Entrate. Per entrambi i sistemi di contabilizzazione vengono emessi i certificati fiscali con bollo dei contatori, dei trasformatori amperometrici e dei trasformatori voltmetrici.

Nota: per le caratteristiche dei contatori e dei trasformatori di misura fare riferimento ai certificati fiscali.

Pulsanti d'emergenza

L'impianto è fornito di pulsanti di emergenza per ottemperare alle richieste di sicurezza della direttiva macchine e pulsanti di emergenza per ottemperare alle richieste di sicurezza dei vigili del fuoco. L'attivazione anche di un solo pulsante determina il blocco del gruppo generatore, l'apertura del dispositivo di generatore DDG, l'apertura del dispositivo di trasformatore DDT, il taglio della tensione di alimentazione degli ausiliari e la chiusura della valvola di emergenza del gas.

Luci di emergenza

All'interno del container motore sono previste lampade con dispositivo di emergenza. Tali lampade dotate di dispositivo d'emergenza, rimangono accese in caso d'arresto di emergenza o arresto per rilevazioni gas del generatore, permettendo una evacuazione sicuro dal locale anche in condizioni notturne ed in assenza della alimentazione alle lampade.

5. SISTEMA DI RIVELAZIONE GAS

Il sistema di rivelazione presenza gas è composto da:

Locale gruppo di cogenerazione, zona motore:

- N° 1 rivelatore di livello del gas metano

Locale gruppo di cogenerazione, zona linea del gas:

- N° 1 rivelatori di livello del gas metano

La centrale rivelazione gas è programmata in modo da mandare dei segnali di allarme al quadro elettrico di comando e controllo QCC a seconda del livello di gas rilevato dal sensore. La programmazione risulta essere la seguente:

Allarme 1a soglia presenza gas: rivelazione del 10% del LEL da un solo sensore. La centrale di rivelazione invia al PLC un segnale di allarme 1a soglia presenza gas, il gruppo se in funzione continua a lavorare in parallelo alla rete.

Allarme 2a soglia presenza gas: rivelazione del 20% del LEL da un solo sensore. La centrale di rivelazione invia al PLC un segnale di allarme 2a soglia presenza gas, il gruppo se in funzione continua a lavorare in parallelo alla rete ed il quadro di comando e controllo QCC porta il sistema di ventilazione al 100% della sua portata.

Blocco 3a soglia presenza gas: rivelazione del 35% del LEL da un solo sensore La centrale invia un segnale di allarme 3a soglia presenza gas che agisce sia sulla catena del relè di sicurezza che a livello di PLC. La ricezione del segnale "presenza gas 3° livello" causa l'intervento del relè di sicurezza con:

- L'apertura dell'interruttore di generatore DDG mediante comando alla bobina di minima tensione
- L'apertura dell'interruttore di trasformatore DDT mediante comando alla bobina di minima tensione o alla bobina a lancio di corrente
- La chiusura della valvola esterna dei vigili del fuoco a riarmo manuale
- L'invio del comando di stop motore senza raffreddamento al TEM/TPEM
- La visualizzazione sul pannello operatore dell'allarme.