



La Venaria Reale

CONSORZIODI VALORIZZAZIONE CULTURALE

Piazza della Repubblica 4 - 10078 - La Venaria Reale (TO)

tel. (+39) 011.4992300 - fax (+39) 011.4322763

www.lavenaria.it - ufficio.gare@pec-lavenariareale.it

P.IVA 09903230010 - C.F. 97704430012

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI COGENERAZIONE
PRESSO LE GRANDI CENTRALI DEL COMPLESSO MONUMENTALE
DELLA REGGIA DI VENARIA REALE
GIC 527500BB2 - CUP E37H13001690006

IL RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROFESSIONALE:

TECSE ENGINEERING
STUDIO ASSOCIATO

TECSE ENGINEERING Studio Associato (Capogruppo Mandatario)

C.so MONTE CUCCO, 73/D - 10141 - TORINO

tel. (+39) 011 3842231 - fax. (+39) 011389585

www.tecse-engineering.com - info@tecse-engineering.com

P.IVA 09576570015

Legale Rappresentante:

Ing. Franco Betta



Dott. BETTA Ing. FRANCO

ORDINE INGEGNERI

3642

PROVINCIA DI TORINO

Cogenera
società di ingegneria

COGENERER s.r.l. (Componente Mandante)

Via Le Ghiselle, 12 - 25014 - CASTENEDOLO (BS)

tel. (+39) 030 2130071 - fax. (+39) 0302130920

www.cogenera.it - info@cogenera.it

P.IVA 03268340175

Legale Rappresentante:

P.I. Marco Scaroni



STUDIO A&A - ARCHITETTI E ASSOCIATI

Via Giolitti N°55 - 10123 - TORINO

tel. (+39) 011 8127588 - fax. (+39) 0118127588

www.aenda.it - ugo.vaudetti@hotmail.it

P.IVA 07439210019

Legale Rappresentante:

Ing. Ugo Vaudetti

Il Responsabile Unico del Procedimento:

Arch. Maurizio Reggi

Il Referente Tecnico della Committenza:

Ing. Giorgio Ruffino

N°	AGGIORNAMENTI	COMPILATORE	CONTROLLORE	DATA
-	EMISSIONE	Ing. Fabrizio BETTA	Ing. Franco BETTA	12/09/2014
1				
2				
3				
4				
5				

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA E DI CALCOLO IMPIANTI

FILE: TS814_ESEC_F.pdf	COMPILATORE Ing. Fabrizio BETTA	SCALA ***	ELABORATO
PROGETTO TS 814	CONTROLLORE Ing. Franco BETTA	DATA 12/09/2014	F

INDICE:

1.0	INTRODUZIONE	3
1.1	GENERALITÀ	3
2.0	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.1	LEGGI, DECRETI E NORME GENERALI	4
2.2	NORME TECNICHE	8
3.0	DATI DI PROGETTO	10
3.1	CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE	10
3.2	GAS NATURALE	10
3.3	ACQUA	10
3.4	FLUIDO VETTORE RETE CENTRALE TERMICA	10
3.5	EMISSIONI IN ATMOSFERA	11
3.6	EMISSIONI ACUSTICHE	12
3.7	CARATTERISTICHE DELLA RETE DI CONSEGNA ELETTRICA	12
4.0	NUOVO IMPIANTO DI COGENERAZIONE	14
4.1	DESCRIZIONE GENERALE	14
4.2	UBICAZIONE IMPIANTO	14
4.3	SEZIONE COGENERATIVA	15
4.3.1	Gruppo di cogenerazione	15
4.3.2	Recupero termico	19
4.3.3	Evacuazione fumi	20
4.3.4	Sistemi di contenimento delle emissioni atmosferiche	20
4.3.5	Sistemi di monitoraggio emissioni	21
4.3.6	Accorgimenti per contenimento emissioni acustiche	21
4.3.7	Ulteriori componenti impiantistici annessi	22
4.4	SEZIONE TERMICA DI COMPLETAMENTO	22
4.4.1	Sistemi di pompaggio ed espansione	22
4.5	SEZIONE ELETTRICA	23
4.5.1	Riposizionamenti	23
4.5.2	Centrale cogenerativa	23
4.5.3	Cassonetto TV per prelievo 59V0	23
4.5.4	Adeguamento CEI-16	24
4.5.5	Sistema supervisione	24
5.0	ADEGUAMENTO IMPIANTI ESISTENTI	28
5.1	IMPLEMENTAZIONE DEL SISTEMA DI MISURA DEI FLUSSI ENERGETICI	28
5.2	ANALISI FUMI GENERATORI DI CALORE	29

6.0	FASCICOLO DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI MECCANICI	30
6.1	Dimensionamento camino.....	30
6.1.1	Scambiatore fumi non bypassato.....	30
6.1.2	Scambiatore fumi bypassato.....	34
6.2	Dimensionamento gas metano	39
6.3	Dimensionamento ventilazione sala motore.....	41
6.4	Dimensionamento tubazioni, valvole e sistemi di pompaggio	43
6.5	Dispositivi di sicurezza.....	47
7.0	FASCICOLO DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI	58
7.1	CONTRIBUTO DEL MOTORE ALLA CORRENTE DI CORTO CIRCUITO	58
7.2	VENTILAZIONE LOCALE ELETTRICO TRASFORMATORE	61
7.3	CALCOLI COORDINAMENTO CAVO - INTERRUTTORE	61

1.0 INTRODUZIONE

1.1 GENERALITÀ

Nella presente relazione viene fornita descrizione dettagliata degli impianti elettromeccanici relativi al seguente intervento:

**Impianto di cogenerazione alimentato a gas metano da installarsi presso
Grandi Centrali del complesso della Reggia di Venaria Reale (TO)**

Tale impianto di cogenerazione è stato dimensionato in modo tale da garantire la massima efficienza energetica sulla base degli effettivi fabbisogni termici ed elettrici delle utenze presenti presso il complesso della Reggia.

Nello specifico, si prevede l'installazione di:

- n.01 cogeneratore alimentato a gas metano caratterizzato da una potenza introdotta pari a 2.089 kW, una potenza elettrica prodotta pari a 835 kW e da una potenza termica recuperata pari a 999 kWt.

Il nuovo impianto di cogenerazione, costituito da un motore JENBACHER mod. JMS 316 GS-N.L accoppiato ad un generatore da 1.335 kVA, si interfacerà sulla centrale termica esistente, con la quale condividerà il sistema di distribuzione e utilizzazione del calore.

Il motore cogenerativo produrrà energia elettrica che verrà destinata alle utenze della Reggia, fatto salvo eccedenze che verranno cedute in rete, mentre l'energia termica cogenerata, congiuntamente a quella prodotta dalle caldaie esistenti, servirà per alimentare le utenze termiche della struttura.

In questo modo è possibile giungere ad un notevole risparmio sulle fonti energetiche primarie con significativa riduzione di emissioni inquinanti in atmosfera.

I capitoli finali riguardano invece i fascicoli di calcolo e dimensionamento (distinti per opere meccaniche ed elettriche) dei componenti ed impianti facenti parte del presente progetto.

2.0 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 LEGGI, DECRETI E NORME GENERALI

SICUREZZA NEGLI IMPIANTI

DM 37/08 e s.m.i.

Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

DPR 6/12/1991, n. 447

Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti

IMPIANTI DI COGENERAZIONE

D.Lgs. n. 79 del 16 marzo 1999, (Decreto Bersani – G.U. n. 75 del 31 marzo 1999)

Attuazione della direttiva 96/92/CE recante Norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica

D. Lgs. N. 164 del 23 maggio 2000, (Decreto Letta – G.U. n. 142, 20 giugno 2000)

Attuazione della direttiva 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas naturale, a norma dell'articolo 41 della legge 17 maggio 1999, n. 144

Decreto 24 aprile 2001

Individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili di cui all'art.16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164.

Deliberazione n. 42, Autorità per l'energia Elettrica e il Gas del 19 marzo 2002,

Condizioni per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'articolo 2, comma 8, decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79

Direttiva 2004/8/CE del Parlamento e del Consiglio d'Europa, dell'11 febbraio 2004

Promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia e che modifica la direttiva 92/42/CEE

Schema di Decreto Legislativo Consiglio Ministri 25 luglio 2003

Recepimento direttiva comunitaria 2001/77/CE

Decreto Legislativo n. 387 del 29 dicembre 2003 (GU n. 25 del 31 gennaio 2004, suppl. ordinario n. 17)

Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità

D.lgs. 08/02/07 n. 20

"Attuazione della direttiva 2004/8/CE sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia, nonché modifica alla direttiva 92/42/CEE"

D.lgs. 30/05/08 n.115

Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

D.M. 13 luglio 2011	“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a macchina operatrice a servizio di attività civili, industriali, commerciali e di servizi”.
Decreto Ministeriale 04/08/2011	Integrazioni al decreto legislativo 8 febbraio 2007, n. 20, di attuazione della direttiva 2004/8/CE sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile sul mercato interno dell'energia, e modificativa della direttiva 92/42/CE.

MACCHINE

DM 28/11/1987, n. 592	Attuazione della direttiva n. 84/532/CEE, relativa alle attrezzature e macchine per cantieri edili.
DPR 24/7/1996, n. 459	Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativi alle macchine
DPR 24/5/1998, n. 224	Attuazione della direttiva 85/374/CEE ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri in materia di responsabilità per danno da prodotti difettosi, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987 n. 183
Dir. europeo 22/6/1998, n. 37	Direttiva concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativi alle macchine

PREVENZIONE INCENDI

DPR 26/5/1959, n. 689	Determinazione delle aziende e lavorazioni soggette ai fini della prevenzione incendi al controllo del Corpo dei vigili del fuoco
DM 27/9/1965	Determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi
DM 16/2/1982	Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi
DPR 29/7/1982, n. 577	Approvazione del regolamento concernente l'espletamento dei servizi antincendi
DM 30/11/1983	Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi
DM 24/11/1984	Sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8

Legge 7/12/1984, n. 818	Nullaosta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica degli artt. 2 e 3 della legge 4 marzo 1982, n. 66, e norme integrative dell'ordinamento del Corpo nazionale dei vigili del fuoco
DM 12/4/1996	Approvazione regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi
DM 19/2/1997	Modifiche al DM 12 aprile 1996 concernente le regole di prevenzione incendi per gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi
DM 10/3/1998	Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro
DM 16/11/1999	Modifiche al DM 24 novembre 1984 concernente norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione di gas naturale con densità non superiore a 0,8
DM 16/11/1999	Modifiche al DM 12 aprile 1996 concernente le regole di prevenzione incendi per gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi
DM 19/3/2001	Procedure di prevenzione incendi relative ad attività o rischio di incidente rilevante
DM 16/04/2008	Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0
D.M. 13 luglio 2011	“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a macchina operatrice a servizio di attività civili, industriali, commerciali e di servizi”.
DPR 01/08/2011 n151	Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
<u>SICUREZZA DEI LAVORATORI</u>	
D. Lgs. 81/08 e s.m.i.	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
Direttiva 99/92/CE (Direttiva ATEX)	Classificazione delle aree a rischio di atmosfera esplosiva ed interazioni con la Direttiva 94/9/CE ATEX

D.Lgs 12/6/2003, n. 233	Attuazione della direttiva 1999/92/CE (direttiva ATEX) relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive
DPR 3/7/2003, n. 222	Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili

RISPARMIO ENERGETICO

Legge 9/1/1991, n. 9	Norme per l'attuazione del nuovo piano energetico nazionale - aspetti istituzionali
Legge 10/1/1991, n. 10	Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia
DPR 26/8/1993, n. 412	Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10
DM 13/12/1993	Approvazione dei modelli tipo per la compilazione della relazione tecnica - art. 28 legge n. 10/91
DPR 15/11/1996, n. 660	Regolamento per l'attuazione della Direttiva 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie alimentate ad acqua calda, alimentate con combustibili liquidi o gassosi
DPR 21/12/1999, n. 551	Regolamento recante modifiche al DPR 26 agosto 1993, n. 412
DM 24/4/2001	Individuazione degli obiettivi quantitativi per l'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali ai sensi dell'art. 9, comma 1, del Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79
DM 24/4/2001	Individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili di cui all'art. 16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164
Dir. europea 16/12/2002, n. 91	Rendimento energetico nell'edilizia
Legge 23/8/2004, n. 239	Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia
Decreto 27/07/2005	Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante: «norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia»

D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192	Attuazione della direttiva 16/12/2002, n. 91 relativa al rendimento energetico nell'edilizia
D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311	Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia

TUTELA DELL'AMBIENTE

D.D. n. 362 del 21/11/2011	Autorizzazione di carattere generale per le emissioni in atmosfera Regione Piemonte
DPCM 08/03/2002	Discipline delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione
D.Lgs. 3/4/2006, n. 152	Norme in materia ambientale.

2.2 NORME TECNICHE

NORMATIVA CEI

Nel seguito vengono elencate le principali normative che sono alla base della progettazione impiantistica eseguita.

- CEI 0-2 – Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 0-16 – Regola Tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici dell'energia elettrica;
- CEI 3-25 - Segni grafici per schemi - Parte 1°: Generalità (IEC 617-1);
- CEI 3-32 - Raccomandazioni generali per la preparazione degli schemi elettrici (IEC 113-3; HD 246.3);
- CEI 3-36 - Preparazione di documenti utilizzati in elettrotecnica - Parte 1°: prescrizioni generali (IEC 1082-1);
- CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione d'energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-25 – Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti;
- CEI 11-28: - Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione;
- CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 11-37 – Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria.
- CEI 11-48 (EN 50110-1) – Esercizio degli impianti elettrici.
- CEI 11-49 (EN 50110-2) – Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali).
- CEI 14-4/... e varianti - Trasformatori di potenza;
- CEI 14-8 e varianti - Trasformatori di potenza a secco;
- CEI 16-6 - Codice di designazione dei colori;
- CEI 16-7 - Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi;
- CEI 17-13/... e varianti - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI 17-17 - Apparecchiatura industriale a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1200 V in corrente

continua - Individuazione dei morsetti;

- CEI 17-43 - Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS);
- CEI 17-52 - Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS);
- CEI 17-70 – Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione;
- Norme CEI del CT 20 (cavi per energia): tutti i fascicoli applicabili;
- CEI 23-51 e varianti – Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI EN 60079-10 – Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi;
- CEI EN 60079-14 – Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con periodo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere);
- CEI 31-35 – Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas - Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi;
- CEI 31-35/A e varianti – Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas - Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi - Esempi di applicazione;
- CEI 64-7 – Impianti elettrici d'illuminazione pubblica;
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V c.a. e a 1500 V c.c.;
- CEI 64-12 – Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale o terziario;
- CEI 64-56 – Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari , telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Criteri particolari per locali ad uso medico;
- CEI 70-1 e varianti - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- CEI 81-1 – Protezione delle strutture contro i fulmini;
- CEI 81-3 – Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;
- CEI 81-4 e varianti – Protezione delle strutture contro i fulmini. Valutazione del rischio dovuto al fulmine.

NORMATIVA UNI

- Saranno inoltre rispettate le ultime edizioni delle norme e prescrizioni di seguito riportate:
- Norma UNI 9795 – Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d'incendio;
- Norma UNI EN 12464 – Illuminazione dei luoghi di lavoro;
- Norma UNI 10380 e varianti – Illuminazione di interni con luce artificiale, per quanto non contenuto nella norma UNI EN 12464;
- Norma UNI 1838 – Applicazioni dell'illuminotecnica. Illuminazione di emergenza;
- Norma UNI 10819 – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;

3.0 DATI DI PROGETTO

3.1 CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE

Il presente progetto di installazione del nuovo impianto di cogenerazione è stato condotto in considerazione delle seguenti condizioni climatiche esterne:

CONDIZIONI CLIMATICHE	
Comune	Venaria Reale
Provincia	Torino
Latitudine	45°08'
Quota s.l.m.	262 m
Temperatura (b.s.) di progetto invernale	-8 °C
Gradi Giorno	2.555

3.2 GAS NATURALE

Allo stato attuale la centrale termica è alimentata dalla rete di gas naturale con le seguenti specifiche:

- pressione gas 40 mbar
- potere calorifico inferiore 9,59 kWh/Nm³

A seguito degli interventi previsti a progetto, la centrale termica sarà alimentata dalla rete di gas naturale con le seguenti specifiche:

- pressione gas 200 mbar
- potere calorifico inferiore 9,59 kWh/Nm³

3.3 ACQUA

L'acqua grezza dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- aspetto limpido
- salinità 230 mg/lit di CaCO₃
- durezza totale 270 mg/lit di CaCO₃

3.4 FLUIDO VETTORE RETE CENTRALE TERMICA

- Per quanto riguarda la centrale termica esistente, a seguito dei sopralluoghi e delle verifiche effettuate, sono stati considerati i seguenti dati di input:
- Temperatura mandata 85°C
- Temperatura ritorno 65°C

Non essendo oggetto della presente progettazione il dimensionamento della centrale termica, in quanto già esistente, i dati relativi alle temperature di funzionamento sopra indicati sono stati ricavati dalle informazioni recepite in fase di sopralluogo.

3.5 EMISSIONI IN ATMOSFERA

In base alla normativa regionale vigente, vale a dire la D.D. 21 novembre 2011, n. 362, i limiti emissivi per un impianto di cogenerazione alimentato a gas naturale sono i seguenti:

COGENERATORI – MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA (5% di ossigeno libero nei fumi)	
Inquinante	Limite di emissione
PM (mg/kWh)	11
NOx (mg/kWh)	135
CO (mg/Nm ³)	300
NH ₃ (mg/Nm ³)	15

Tali valori (NOx e PM) si riferiscono ad un tenore volumetrico di ossigeno di riferimento (5%) differente rispetto al tenore effettivo di esercizio. Di conseguenza, tali limiti devono essere corretti mediante la seguente formula:

$$E = \frac{21 - O_2}{21 - O_{2RF}} \times E_{RF}$$

dove:

- E_M = concentrazione misurata
- E = concentrazione
- O_{2M} = tenore di ossigeno misurato
- O₂ = tenore di ossigeno di riferimento

Sulla base di tale conversione, e considerando la potenze termica recuperabile dall'impianto, i limiti emissivi garantiti saranno i seguenti:

COGENERATORI – MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA (5% di ossigeno libero nei fumi)	
Inquinante	Limite di emissione
PM (mg/Nm ³)	5
NOx (mg/Nm ³)	60
CO (mg/Nm ³)	300
NH ₃ (mg/Nm ³)	15

Per maggiore dettaglio si rimanda alla relazione specialistica ambientale facente parte del Progetto Definitivo.

3.6 EMISSIONI ACUSTICHE

In base al Piano di Zonizzazione Acustica redatto dal Comune di Venaria Reale, risalente ad Ottobre 2005, l'area in cui ricade il complesso della Reggia con i relativi impianti risulta in Classe IV (Aree di intensa attività umana) in quanto trattasi di area caratterizzata dalla presenza di molte persone nell'arco della giornata, per fruire delle attività in essa presenti.

Quindi, secondo il disposto della L. 447/95 art. 8.4.6, in corrispondenza del complesso storico-culturale va verificato il rispetto dei seguenti limiti:

CLASSE DI DESTINAZIONE D'USO O DEL TERRITORIO		
IV - Aree di intensa attività umana		
Valori limite	Periodo diurno (06.00 - 22.00)	Periodo notturno (22.00 - 06.00)
Valori limite di emissione - Leq in dB(A) art.2 (in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità)	60 dB(A)	50 dB(A)
Valori limite assoluti di immissione Leq in dB(A) art.3	65 dB(A)	55 dB(A)

Dove:

- **valori limite di emissione:** il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.
- **valori limite di immissione:** il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricevitori.

Per maggiore dettaglio si rimanda alla relazione di impatto acustico facente parte del Progetto Definitivo.

3.7 CARATTERISTICHE DELLA RETE DI CONSEGNA ELETTRICA

Attualmente il complesso della Venaria Reale è elettricamente allacciato alla rete di distribuzione pubblica in media tensione (tensione di fornitura 22kV) tramite due punti di consegna. Il primo, è localizzato presso la Cabina di Ricezione presente presso la stecca tecnologica Grandi Centrali, ed ha le seguenti caratteristiche:

PUNTO DI CONSEGNA N.1			
Dati punti di prelievo		POD	IT001E00211310
Indirizzo sito: VIALE CARLO EMANUELE , SN-10078 VENARIA REALE (TO)			
Potenza impegnata (kW):	2300	Tipo di lettura:	Reale
Potenza disponibile (kW):	2300	Tipo misuratore:	Orario
Livello di tensione:	MT	Distributore:	Enel Distribuzione S.p.A.
		Tariffa:	Forniture in Media tensione (escluso IP)

Tale punto di consegna risulta adeguato ai fini della CEI 0-16 ed alimenta i elettrici della Venaria, compreso i locali tecnologici. Il secondo punto di consegna, attivo a scopo di riserva, è localizzato presso la cabina Centro del Restauro, non risulta adeguato ai sensi della CEI 0-16 ed ha le seguenti caratteristiche:

PUNTO DI CONSEGNA N.2

Dati punti di prelievo

POD IT001E00213649

Indirizzo sito: VIA XX SETTEMBRE, SN-10078 VENARIA REALE(TO)

Potenza impegnata (kW):	500	Tipo di lettura:	Reale
Potenza disponibile (kW):	500	Tipo misuratore:	Fasce/Orario
Livello di tensione:	MT	Distributore:	Enel Distribuzione S.p.A.
		Tariffa:	Forniture in Media tensione (escluso IP)

La cessione in rete dell'energia elettrica prodotta dal cogeneratore avverrà sul punto di consegna n.1: ciò comporterà la trasformazione di tale punto di consegna da utenza passiva ad utenza attiva.

4.0 NUOVO IMPIANTO DI COGENERAZIONE

4.1 DESCRIZIONE GENERALE

Ai fini di soddisfare il fabbisogno elettrico del sito museale della Reggia e fornire al contempo una quota significativa di calore da integrare a quello erogato dalle caldaie ad acqua calda, si prevede l'installazione di n.1 motore endotermico a ciclo Otto, esercito in assetto cogenerativo, da collocare in locale dedicato presso le Grandi Centrali a servizio del complesso.

Nello specifico si prevede l'installazione di un motore cofanato da 835 kW elettrici in grado di recuperare circa 999 kW termici, caratterizzato da rendimenti elettrico e termico rispettivamente pari a 40,0% e 47,8%.

Il circuito di recupero termico del motore sarà collegato idraulicamente tramite tubazioni aeree in ferro adeguatamente coibentate. L'impianto cogenerativo verrà interfacciato "in spillamento" sul circuito di ritorno, lato primario, della centrale termica esistente al fine di attribuire priorità al recupero termico del cogeneratore rispetto alle caldaie di integrazione. Ciò consente di ottimizzare l'energia termica recuperata dal cogeneratore evitando il più possibile intermittenze di funzionamento che possano compromettere efficienza e durabilità dell'impianto stesso.

4.2 UBICAZIONE IMPIANTO

L'impianto di produzione sarà realizzato presso la Reggia di Venaria Reale (TO), Piazza della Repubblica n.4, identificabile al Mappale 27 del Foglio n. 19 ed al Mappale 5 del Foglio 26 del Catasto del Venaria Reale.

L'impianto sarà ubicato in locale dedicato all'interno delle grandi centrali a servizio del complesso della Reggia. Nello specifico, si prevede il posizionamento nel locale disponibile adiacente il vano di consegna MT, al fine di minimizzare gli interventi di interfacciamento con gli impianti esistenti sia dal punto di vista meccanico che elettrico. La maggior parte dei dispositivi meccanici accessori verrà collocata all'interno del locale di installazione del cogeneratore. È infatti prevista l'ubicazione nel medesimo locale dei seguenti componenti:

- linea fumi, comprensiva di dispositivi di abbattimento degli inquinanti, caldaia recupero fumi e marmitta silenziatrice;
- tutte le apparecchiature idrauliche per l'interfacciamento termico dell'impianto cogenerativo con l'impianto tecnologico esistente tra cui i gruppi di spinta, i vasi d'espansione e lo scambiatore di disaccoppiamento;

I serbatoi dell'olio lubrificante fresco ed esausto, nonché il serbatoio di stoccaggio dell'urea, saranno posizionati su soppalco in carpenteria metallica realizzato in adiacenza al locale di cogenerazione.

I dissipatori di emergenza verranno ubicati in prossimità del locale torri evaporative al di sotto delle griglie esistenti, per minimizzarne l'impatto visivo e garantire nel contempo la necessaria dissipazione termica.

L'installazione dei componenti elettrici principali quali quadri di potenza – regolazione e trasformatore innalzatore, avverrà nel locale adiacente al locale cogeneratore, denominato Ex Officina. Verrà infine installata all'interno della Cabina elettrica di Ricezione la cella MT di arrivo del cogeneratore trasformatore innalzatore impianto di cogenerazione.

L'ubicazione interna di tutte le apparecchiature consente di minimizzare l'impatto sul complesso della Reggia, sia dal punto di vista acustico che estetico.

Nella figura seguente viene mostrata l'area di intervento:

AREA DI INTERVENTO



Le coordinate geografiche dell'impianto sono le seguenti:

LAT. NORD 45°08'13"; LONG. EST 07°37'19".

4.3 SEZIONE COGENERATIVA

4.3.1 Gruppo di cogenerazione

Il gruppo di cogenerazione verrà installato in locale dedicato adiacente il vano di consegna MT presso le Grandi Centrali. Il cogeneratore sarà munito di cofanatura insonorizzata e verrà dotato di canali di ventilazione per garantire l'aerazione necessaria al corretto funzionamento del motore.

Le caratteristiche tecniche principali del gruppo di cogenerazione sono riportate nella tabella seguente.

COGENERATORE



Tipo combustibile	Gas naturale
Potenza introdotta	2.089 kW
Potenza elettrica prodotta	835 kW
Ciclo di funzionamento	Otto – 4 tempi
Numero giri motore	1500 1/min

La cofanatura del cogeneratore sarà dotata di adeguata ventilazione meccanica forzata, al di fine garantire il necessario smaltimento del calore irraggiato in ambiente da motore-alternatore. L'immissione e l'espulsione d'aria saranno opportunamente silenziate con setti insonorizzanti al fine di abbattere il rumore prodotto dall'impianto. Entrambe verranno realizzate attraverso canalizzazione e apertura a parete e, investendo il cogeneratore per l'intera lunghezza, permetteranno un "lavaggio" completo dell'interno della cofanatura. Nello specifico, vista la limitata disponibilità di spazio, i setti insonorizzanti installati sull'espulsione si svilupperanno in lunghezza a ridosso del solaio del cunicolo di accesso ai locali tecnici.

Il cogeneratore, attraverso il quadro motore e il quadro di sincronizzazione e ausiliari, sarà regolato in maniera completamente automatica, interfacciandosi con la rete elettrica e il sistema di supervisione.

Si riportano nel seguito specifiche dell'impianto di cogenerazione selezionato:

SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTO DI COGENERAZIONE

Dati con:			Pieno	Carico parziale		
			carico			
Potere calorifico inferiore del gas (PCI)		kWh/Nm ³	9,5			
			100%	75%	min.	
Potenza introdotta		kW	[2]	2.089	1.610	1.131
Quantità di gas		Nm ³ /h	*)	220	169	119
Potenza meccanica		kW	[1]	861	646	431
Potenza elettrica		kW el.	[4]	835	625	414
Potenza termica da dissipare			[5]			
~ Primo stadio intercooler (Circuito acqua raffreddamento motore)		kW		139		
~ Secondo stadio intercooler (Circuito a bassa temperatura)		kW		54		
~ Olio (Circuito acqua raffreddamento motore)		kW		104		
~ Acqua di raffreddamento motore		kW		306		
~ Calore insuperficie	ca.	kW	[7]	80		
Consumo specifico del motore		kWh/kWh	[2]	2,43	2,49	2,62
Consumo olio motore	ca.	kg/h	[3]	0,26	~	~
Rendimento elettrico		%		40,0%	38,8%	36,6%

*) Valore indicativo per il dimensionamento della tubazione, $S_m^2 = N_m^3 \times 1,055$

[] Spiegazioni: vedi voce 0.10 - Parametri tecnici

I dati termici si riferiscono alle condizioni di riferimento riportate nell'allegato 0.10. In caso di scostamenti da queste condizioni, possono esserci variazioni nei bilanci termici. Questi scostamenti devono essere considerati nel dimensionamento dei circuiti di dissipazione (emergenza, intercooler, ...). Sulla tolleranza del +/- 8% inerente la potenza termica recuperabile si consiglia di considerare per il progetto del recupero un'ulteriore tolleranza del + 4%.

0.02 Dati Tecnici del Motore

Costruttore		GE Jenbacher
Tipo di motore		J 316 GS-C05
Ciclo di funzionamento		4-tempi
Disposizione cilindri		V 70°
Numero cilindri		16
Alesaggio	mm	135
Corsa	mm	170
Cilindrata	lit	38,93
Velocità nominale	rpm	1.500
Velocità media del pistone	m/s	8,50
Lunghezza	mm	2.852
Larghezza	mm	1.457
Altezza	mm	1.800
Peso a secco	kg	4.200
Peso pronto per l'esercizio	kg	4.690
Momento d'inerzia del volano	kgm ²	8,97
Senso di rotazione (visto lato volano)		a sinistra
Livello dist. radio sec. VDE 0875		N
Motorino d'avviam.: pot.	kW	7
Motorino d'avviam.: tensione	V	24

Potenze termiche

Potenza introdotta	kW	2.089
Intercooler	kW	193
Olio	kW	104
Acqua di raffreddamento motore	kW	306
Gas di scarico raffreddati a 180 °C	kW	376
Gas di scarico raffreddati a 100 °C	kW	483
Calore insuperficie	kW	47

Dati gas di scarico

Temperatura gas di scarico a pieno carico	°C [8]	448
Temperatura gas di scarico a BMEP= 13,3 [bar]	°C	~ 457
Temperatura gas di scarico a BMEP= 8,9 [bar]	°C	~ 472
Portata gas di scarico umido	kg/h	4.473
Portata gas di scarico secco	kg/h	4.139
Volume gas di scarico umido	Nm ³ /h	3.555
Volume gas di scarico secco	Nm ³ /h	3.140
Contropressione mass. gas di scarico all'uscita motore	mbar	60

Dati aria di combustione

Portata aria	kg/h	4.328
Volume aria	Nm ³ /h	3.349
Massima perdita di carico ammissibile filtri in aspirazione	mbar	10

0.03 Dati Tecnici del Generatore

Costruttore		STAMFORD e)
Tipo		PE 734 C e)
Potenza omologata	kVA	1.335
Potenza meccanica introdotta	kW	861
Potenza attiva a $\cos \phi = 1,0$	kW	835
Potenza attiva a $\cos \phi = 0,8$	kW	828
Potenza apparente a $\cos \phi = 0,8$	kVA	1.035
Potenza reattiva nominale a $\cos \phi = 0,8$	kVar	621
Corrente nominale a $\cos \phi = 0,8$	A	1.494
Frequenza	Hz	50
Tensione	V	400
Giri	rpm	1.500
Velocità di fuga	rpm	1.800
Fattore di potenza (ritardo – anticipo)		0,8 - 0,95
Rendimento a $\cos \phi = 1,0$	%	97,0%
Rendimento a $\cos \phi = 0,8$	%	96,2%
Momento d'inerzia del volano	kgm ²	36,33
Massa	kg	2.967
Livello dist. radio sec. VDE 0875		N
Forma costruttiva		B3/B14
Grado di protezione		IP 23
Classe d'isolamento		H
rialzo di temperatura (con potenza meccanica)		F
Temperatura ambientale massima	°C	40

Reattanze e costanti di Tempo (saturo)

x_d Reattanza sincrona secondo l'asse diretto	p.u.	1,98
x_d' Reattanza transitoria secondo l'asse diretto	p.u.	0,12
x_d'' Reattanza subtransitoria secondo l'asse diretto	p.u.	0,09
x_2 reattanza di sequenza inversa	p.u.	0,13
T_d'' Costante di tempo subtransitoria della corrente di c.to c.to	ms	10
T_a Costante di tempo - corrente continua	ms	20
T_{do}' Costante di tempo transitoria a vuoto	s	2,23

e) GE Jenbacher si riserva il diritto di modificare il fornitore ed il tipo di generatore. I dati tecnici del generatore potranno essere soggetti a variazioni trascurabili. La potenza elettrica erogata dichiarata verrà garantita.

4.3.2 Recupero termico

Il sistema di recupero calore per produzione di acqua calda sarà composto da:

- scambiatore di calore disaccoppiamento fra olio/acqua di raffreddamento motore e acqua calda montato su apposito sostegno di tipo a piastre
- recuperatore di calore fra gas di scarico e acqua calda di tipo a fascio tubiero completamente collegato:
- lato primario: gas di scarico che passa attraverso i tubi
- lato secondario: acqua calda che circonda i tubi

L'acqua di processo verrà adottata in sequenza ai recuperi termici del motore attraverso:

- lo scambiatore a piastre che recupera, in sequenza, dallo stadio ad alta temperatura del refrigeratore aria di sovralimentazione (intercooler 1° stadio), dall'olio e dall'acqua di raffreddamento delle camicie;
- lo scambiatore sui fumi di scarico (caldaia a recupero), dotato di by-pass.

Nello specifico il calore recuperabile sarà suddiviso come segue:

RECUPERO TERMICO	
1° stadio intercooler, olio	549 kW
Fumi	450 kW
Complessivo	999 kW

Il 2° stadio dell'intercooler sarà dotato di elettrodissipatore, in quanto energeticamente inutilizzabile a causa della bassa temperatura di recupero.

4.3.3 Evacuazione fumi

L'evacuazione dei prodotti della combustione avverrà attraverso la linea dei fumi, sulla quale saranno ubicati i dispositivi di abbattimento degli inquinanti, la caldaia di recupero fumi e la marmitta silenziatrice. Tale linea, installata all'interno del locale cogenerazione, sarà dotata di by-pass fumi della caldaia a recupero, in modo da permettere eventuali operazioni di manutenzione sul componente e/o dissipare il calore dei fumi in caso di assenza di carico termico.

Il condotto della linea fumi in uscita dal cogeneratore, potendo lavorare fino a temperature prossime ai 500 °C (nei regimi di funzionamento parziale del motore), sarà realizzato in acciaio al molibdeno 16Mo3 (o in alternativa acciaio inox AISI 316), con rivestimento in lana minerale (spessore min. 8 cm) protetto da lamierino di alluminio.

Data la natura del sito museale servito, ed i vincoli esistenti sullo stesso, non si prevede la realizzazione di un nuovo camino di espulsione dei fumi. Al contrario, il canale da fumo del nuovo cogeneratore si innesterà su n.1 dei camini esistenti a servizio delle caldaie installate in centrale termica. A garanzia del corretto funzionamento dello stesso, si prevede l'adozione di dispositivo atto a garantire il funzionamento in alternanza del nuovo cogeneratore e della caldaia con la quale condivide il camino di espulsione dei fumi. Quest'ultimo è caratterizzato da un'altezza di circa 9 ed un diametro DN550.

Tale altezza risulta conforme alle prescrizioni previste dalla normativa vigente sopra citata, in quanto entro 50 m di distanza dal camino esistente non sono presenti ostacoli o strutture.

4.3.4 Sistemi di contenimento delle emissioni atmosferiche

Nel rispetto della normativa regionale vigente, le emissioni in atmosfera del cogeneratore saranno le seguenti:

EMISSIONI COGENERATORE	
Temperatura gas di scarico	448°C
Temperatura gas di scarico con recupero	120°C
Portata gas di scarico secchi	3.140 Nmc/h
Portata gas di scarico umidi	3.555 Nmc/h
Ossidi di azoto (NO _x)*	<60 mg/Nmc
NH ₃ *	<15 mg/Nmc
Monossido di carbonio (CO)*	<300 mg/Nmc
<i>*Valori riferiti ai gas secchi in condizioni normali e con una percentuale del 5% di ossigeno libero nei fumi</i>	

Al fine di garantire il rispetto dei limiti sopra riportati è prevista sulla linea fumi del cogeneratore l'installazione delle seguenti apparecchiature:

- Catalizzatore ossidante: Per garantire il contenimento degli ossidi di carbonio (CO) e degli idrocarburi incombusti (HC), verrà installato sulla linea fumi allo scarico del motore, un depuratore catalitico ossidante che abbatta il CO da 1000 mg/Nm³, valore in uscita dal motore, al di sotto di 300 mg/Nm³.
- Sistema catalitico tipo SCR: Per garantire il rispetto del limite di NOX previsto dalla normativa vigente, verrà installato sulla linea fumi un sistema catalitico SCR (Selective Catalytic Reduction) di tipo retroazionato che abbatta gli NOX da un valore pari 450 mg/Nm³ al valore inferiore a 60 mg/Nm³, garantendo al contempo il rispetto del limite di 15 mg/Nm³ di NH₃ in uscita.

Per maggiore dettaglio circa tali tecnologie di contenimento delle emissioni atmosferiche si rimanda alla relazione specialistica ambientale facente parte del Progetto Definitivo.

4.3.5 Sistemi di monitoraggio emissioni

Sulla base della D.D. n. 362 del 21/11/2011, tutti i motori a combustione interna alimentati a gas naturale di potenzialità nominale maggiore o uguale a 6 MW devono essere dotati dei sistemi di misura e registrazione in continuo dei seguenti parametri: T, O₂, CO.

Nel caso specifico, sebbene non sussista l'obbligo normativo trattandosi di impianti di potenza inferiore a 6 MW, per il controllo della combustione il cogeneratore verrà dotato di un sistema costituito da sonde di temperatura, sonde all'ossido di zirconio per la rilevazione dell'ossigeno, sonde di prelievo dei fumi per la misura della concentrazione di CO e NO_x e relativi analizzatori dei parametri di combustione. Il sistema permetterà la misurazione della concentrazione di O₂, CO, NO_x e della temperatura dei fumi in uscita dalla macchina. Con i dati rilevati il sistema sarà in grado di calcolare gli ulteriori parametri fondamentali della combustione, quali: CO₂, eccesso d'aria, rendimento della combustione.

Tale sistema consentirà di verificare il corretto funzionamento dei dispositivi di abbattimento delle emissioni nonché un'ottimale regolazione dell'impianto.

4.3.6 Accorgimenti per contenimento emissioni acustiche

In fase di realizzazione dell'impianto verranno adottati tutti gli accorgimenti impiantistici necessari a garantire il rispetto dei limiti acustici previsti dal piano di zonizzazione acustica del Comune di Venaria Reale. Nello specifico, per il contenimento/abbattimento delle emissioni sonore si prevede quanto segue:

- Posizionamento interno dell'impianto di cogenerazione e dell'interna linea fumi;
- Cofanatura insonorizzata del corpo motore-alternatore, dotata di appositi setti insonorizzanti in corrispondenza delle prese di aspirazione ed espulsione;
- Installazione di silenziatore per l'abbattimento delle emissioni acustiche residue nei fumi.

Per maggiore dettaglio si rimanda alla relazione specialistica di impatto acustico facente parte del presente progetto.

4.3.7 Ulteriori componenti impiantistici annessi

Il gruppo di cogenerazione sarà infine corredato dai seguenti componenti:

- Alimentazione gas al gruppo:

Allo stato attuale la centrale termica esistente è alimentata con una pressione pari a 40 mbar mediante un collettore del gas ubicato a ridosso della centrale termica; per l'alimentazione del nuovo cogeneratore è necessario pertanto prevedere un nuovo gruppo di riduzione presso la cabina di consegna del gas in modo da garantire una pressione compatibile con il range ammesso dal cogeneratore (80 – 200 mbar).
- Elettrodissipatore

Come già anticipato, il calore a bassa temperatura prodotto dal 2° stadio dell'intercooler viene dissipato attraverso un sistema di raffreddamento costituito da un radiatore a doppio pacco. In aggiunta, il calore prodotto dal circuito acqua e olio motore e dal circuito intercooler 1° stadio, se non utilizzato dall'utenza, viene dissipato in un circuito separato nello stesso dispositivo. L'elettroradiatore interviene sul circuito acqua calda tramite una valvola con controllo di temperatura.
- Sistema automatico rabbocco olio lubrificante:

Tale sistema sarà costituito da un regolatore automatico livello olio nella coppa motore (montato sul motore), da un serbatoio dell'olio (montato bordo motore), completo di indicatore di livello elettrico e visivo, pompa elettrica per riempimento, tappo di riempimento, sfiato, accessori come rubinetti, tubi.

Si prevede inoltre uno stoccaggio per il rabbocco automatico di lubrificante, alloggiato in manufatto dedicato e costituito da 1 serbatoio di stoccaggio per olio fresco e 1 serbatoio di stoccaggio per olio esausto, entrambi della capacità di 450 litri ciascuno, completi di livellostato, indicatore di livello, bocchettoni e valvole, pompe di carico e scarico olio, nonché tubazioni di collegamento al motore.
- Quadro di comando, controllo e regolazione gruppo di cogenerazione:

Il gruppo di cogenerazione sarà fornito di quadro di comando e controllo a microprocessore installato nel locale quadri elettrici Ex - Officina.
- Quadro di potenza del gruppo di cogenerazione

Il gruppo di cogenerazione sarà fornito di quadro di potenza dal quale partiranno tutte le alimentazioni elettriche delle utenze ausiliarie per il funzionamento del motore. In tale quadro verranno inoltre installati il Dispositivo di Interfaccia (DDI), il Dispositivo di Generatore (DDG) per il parallelo del gruppo con la rete elettrica, ed infine il Dispositivo di Rincalzo (DR). Il DDI verrà comandato da un opportuno Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI) conforme alle prescrizioni dell'ultima variante della norma CEI 0-16.

4.4 SEZIONE TERMICA DI COMPLETAMENTO

4.4.1 Sistemi di pompaggio ed espansione

La circolazione del fluido di processo prodotto avverrà prevalentemente attraverso tubazioni aeree ed è affidata ai gruppi di pompaggio da ubicare nel locale di cogenerazione ed in centrale termica.

I gruppi di pompaggio sono costituiti da:

- n. 01 elettropompa singola in linea per il circuito del dissipatore del recupero termico principale;

- n. 01 elettropompa singola per il circuito primario del cogeneratore, che interfaccia la sezione di recupero termico principale con lo scambiatore di disaccoppiamento;
- n. 02 elettropompe in parallelo per veicolare il fluido di processo allo stacco dal circuito di ritorno della centrale termica dove avverrà l'interfacciamento termico;

Il sistema di espansione dell'impianto cogenerativo sarà costituito da vasi di espansione chiusi a membrana precaricati adatti all'espansione del volume d'acqua aggiunto con il nuovo impianto.

Tutte le tubazioni per il trasporto dell'acqua calda in centrale saranno in acciaio nero UNI EN 10216, coibentate con lana minerale e finite esternamente con lamierino d'alluminio spessore minimo 6/10 mm. I collettori saranno realizzati dello stesso materiale delle tubazioni afferenti.

4.5 SEZIONE ELETTRICA

4.5.1 Riposizionamenti

Preventivamente all'installazione del gruppo di cogenerazione, gli impianti elettrici di servizio dei locali tecnici esistenti saranno soggetti a modifiche e riposizionamenti per consentire l'installazione del cabinato cogenerativo. I principali componenti interessati risultano essere il quadro elettrico al servizio del locale, batterie prese e lampade di illuminazione ordinaria/sicurezza.

4.5.2 Centrale cogenerativa

La produzione elettrica del gruppo di cogenerazione sarà in bassa tensione (400V).

I cavi provenienti dall'alternatore si attesteranno su un quadro di nuova realizzazione, denominato QE Cogeneratore QCOGE, sul quale sarà presente unitamente il Dispositivo di Generatore DDG e Dispositivo di Interfaccia DDI, ed il Dispositivo di Rincalzo DR.

Tale quadro fornirà anche le alimentazioni delle utenze di cogenerazione; conterrà la Protezione d'Interfaccia e i contabilizzatori MID UTF (teleleggibili da ENEL) dedicati per l'energia prodotta e l'energia defiscalizzata. L'interfacciamento con la rete del complesso della Reggia avverrà invece in MT. A tal fine è prevista all'interno del locale quadri elettrici (Ex-Officina) l'installazione di un trasformatore innalzatore in resina a bassissime perdite con le seguenti caratteristiche principali:

- Potenza 1250 kVA
- $V_{1n} = 22.000$ V
- $V_{2n} = 400$ V
- $V_{cc} = 6\%$

La potenza del cogeneratore, elevata alla tensione di fornitura (22kV), sarà riportata sul Quadro Generale di Media Tensione (Celle Ricezione) posto nel locale Cabina di Ricezione. Il presente quadro sarà già oggetto di modifica futura, dovuta ad un progetto di realizzazione dell'anello MT; tale progetto comporta l'installazione di una nuova cella dedicata per la Cabina Cascina Medici: la cella di cogenerazione sarà pertanto installata a fianco di quest'ultima.

4.5.3 Cassonetto TV per prelievo 59V0

Il sistema di protezione di interfaccia (SPI) richiesto dalla norma CEI 0-16 a protezione dell'impianto di produzione, prevede il recepimento del segnale 59N o 59V0 (Massima Tensione Omopolare). Tale segnale è recepisibile solamente lato media tensione,

mediante l'interposizione di adeguati trasformatori di tensione (TV) collegati a "triangolo aperto". Non essendo possibile, per problemi di spazi, l'installazione dei TV all'interno della nuova cella, gli stessi saranno installati in apposito cassetto esterno e collegati con idonei cavi alla barratura di media tensione.

4.5.4 Adeguamento CEI-16

Dall'analisi visiva del Dispositivo Generale presente sull'interruttore del Quadro Generale di Media Tensione, - punto di consegna n.1, identificato con codice POD IT001E00211310 - si ipotizza che sia stato già actualizzato un intervento di adeguamento CEI 0-16 della presente fornitura.



La Protezione Generale risulta difatti rispondente alle prescrizioni della norma in oggetto e nelle fatture di vendita dell'energia elettrica non si evidenzia pagamenti di CTS. Non è stato possibile tuttavia reperire la Dichiarazione di Adeguatezza inviata al distributore.

4.5.5 Sistema supervisione

Il sistema di telecontrollo e supervisione previsto a corredo dell'impianto di cogenerazione dovrà essere realizzato utilizzando componenti hardware e software compatibili con l'attuale sistema di gestione presente presso La Venaria Reale, ovvero il sistema Designo della Siemens.

Il sistema a corredo della cogenerazione dovrà poter gestire, comandare e supervisionare i principali parametri di funzionamento del motore, oltre che a riportare in locale presidiato eventuali allarmi e malfunzionamenti dell'impianto. Sono da intendersi incluse nell'esecuzione delle opere anche l'estensione delle licenze software (qualora necessario), e la modifica del software stesso per poter implementare opportune pagine grafiche di comune accordo con la committenza. La lista dei punti che il sistema di supervisione dovrà gestire è riportata di seguito.

Sigla	Descrizione punto di collegamento	Caratteristiche punto di collegamento	Perenza	Destinazione							Funzione punto di collegamento
				MaB	MaB	IA	ID	UA	UD	CM	
COGENERAZIONE											
QUADRO COGENERAZIONE											
COGENERATORE											
COGE	Bus Cogeneratore	Trasmissione segnali via Modbus	J								Numero di punti da acquisire secondo volontà committente
COGE	Stato pronto	UD da Cogeneratore	J			150					Contatto chiuso=pronto a partire
COGE	Richiesta modulo	ID a Cogeneratore	J					1			Contatto chiuso=richiesta
COGE	Stato modulo	UD da Cogeneratore	J					1			Contatto chiuso= modulo è stato richiesto
COGE	Richiesta ausiliari	UD da Cogeneratore	J					1			Contatto chiuso= ausiliari richiesti
COGE	Consenso servizio ausiliari	ID a Cogeneratore	J					1			Contatto chiuso= consenso ausiliari
COGE	Stato in servizio	UD da Cogeneratore	J					1			Contatto chiuso= modulo in servizio
COGE	Stato arresto	UD da Cogeneratore	J					1			Contatto chiuso= modulo in arresto
COGE	Stato allarme	UD da Cogeneratore	J					1			Contatto chiuso= modulo in allarme
COGE	Stato Emergenza Gruppo	UD da Cogeneratore	J					1			Contatto chiuso= modulo in emergenza
COGE	Gas preallarme	Modbus e UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A.	J			1					Contatto aperto= preallarme - disponibile per impianto rivelazione incendi ospedale
COGE	Gas Allarme	Modbus e UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A.	J			1					Contatto aperto= allarme - disponibile per impianto rivelazione incendi ospedale
COGE	Allarme incendio	Modbus e UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A.	J			1					Contatto aperto= allarme incendio - disponibile per impianto rivelazione incendi
COGE	Valore nominale potenza gruppo	IA a Cogeneratore. (4)-20mA=50-100% Pn	J					1			Comando potenza gruppo
COGE	Feedback potenza gruppo	UA da Cogeneratore. 0-20mA= - 200kW - +800kW	J					1			Monitoraggio potenza di funzionamento gruppo
COGE	Energia Alternatore	Modbus	J					1			
COGE	Valore nominale cosphi	IA a Cogeneratore. (4)-20mA=0,8 IND - 0,95 CAP - carico max500	J					1			Comando valore cosphi
COGE	Arresto di emergenza gruppo	ID a Cogeneratore, contatto da pulsante di sgancio - 1 contatto N.C	Q								Contatto aperto=arresto di emergenza (ISO13850 e EN60947-5-5)
COGE	Disturbo trasformatore	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A.	Q								Contatto aperto=disturbo, contatto da rete presenza tensione nel QBT3
COGE	Valvola principale gas	Uscita 230V DC, trasmesso via Modbus	J					1			Alimentazione valvola gas
CIRCUITO PRIMARIO MOTORE ED EMERGENZA											
V3V02	Comando valvola 3 vie ritorno	UA da Cogeneratore, Alimentazione 24V, Segnale 0-10V	J					1			Modulazione valvola
TT01	Temperatura acqua mandata cogeneratore	Sonda PT100 3 fili	CM					1			Monitoraggio temperatura
TT02	Temperatura acqua ritorno cogeneratore	IA a Cogeneratore - Sonda PT100 3 fili	CM								Temperatura per modulazione valvola V3V02 - T<74°C
V3V03	Comando valvola 3 vie raffreddamento	UA da Cogeneratore, Alimentazione 24V, Segnale 0-10V	J					1			Modulazione valvola
TT03	Temperatura acqua mandata dissipatore	Sonda PT100 3 fili	CM					1			Monitoraggio temperatura
TT04	Temperatura acqua raffreddamento	IA a Cogeneratore - Sonda PT100 3 fili	CM					1			Temperatura per modulazione valvola V3V03 - T>74°C
DS01	Richiesta ventilatore di raffreddamento emergenza 1	UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A.	J						1		Contatto chiuso=richiesta - Comando ventilatori M1 e M5
	Richiesta ventilatore di raffreddamento emergenza 2	UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A.	J						1		Contatto chiuso=richiesta - Comando ventilatori M2 e M6
	Richiesta ventilatore di raffreddamento emergenza 3	UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A.	J						1		Contatto chiuso=richiesta - Comando ventilatori M3 e M4
	Anomalia ventilatore di raffreddamento emergenza 1, 2, 3	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A.	Q								Contatto aperto=disturbo
PSLL01	Minima pressione acqua calda	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A. - Pressostato	CM								Contatto aperto=minimo - Pmin=0,5 bar
P02	Avvio pompa	Contatto	CM								Avvio pompa
	Disturbo pompa	Contatto	CM						1		Blocco
CIRCUITO RISCALDAMENTO											
F01	Circolazione acqua calda caldaia fumi	Contatto energizzato - Flussostatico	CM					1			Presenza circolazione circuito idrico caldaia fumi - INAIL
PSHH01	Massima pressione acqua calda caldaia fumi	Contatto in scambio	CM					1			Massima pressione circuito idrico caldaia fumi - 3 bar - INAIL
PSLL02	Minima pressione acqua calda caldaia fumi	Contatto in scambio	CM					1			Minima pressione circuito idrico caldaia fumi - 0,5 bar - INAIL
TSH01	Massima temperatura acqua calda caldaia fumi	Contatto in scambio	CM					1			Massima temperatura circuito idrico caldaia fumi - 100 °C
TSH01	Temperatura allarme caldaia fumi	Contatto in scambio	CM					1			Temperatura comando diverter completamente aperto - 95°C
TSV01	Stato valvola TSV caldaia fumi	Contatto in scambio	CM					1			Intervento valvola scarico termico - 98°C - INAIL
TSV02	Stato valvola TSV caldaia fumi	Contatto in scambio	CM					1			Intervento valvola scarico termico - 98°C - INAIL
TT05	Temperatura acqua ingresso caldaia fumi	Sonda PT100 3 fili	CM					1			Modulazione diverter
TT06	Temperatura acqua mandata caldaia fumi	Sonda PT100 3 fili	CM					1			Modulazione diverter
P03a-P03b	Avvio pompa acqua calda	UD da Cogeneratore	J						1		Contatto chiuso=consenso avvio pompa a telecontrollo per gestione scambio
P03a	Avvio pompa	Contatto	CM								Avvio pompa - inverter bordo pompa
	Modulazione pompa	Segnale 4-20mA	CM						1		Modulazione pompa - inverter bordo pompa

Sigla	Descrizione punto di collegamento	Caratteristiche punto di collegamento	Perenza		Destinazione							Funzione punto di collegamento		
			MaB	MaB	T	IA	ID	UA	UD	CM	Q		S	J
P03b	Feedback pompa	Segnale 4-20mA	CM											Feedback pompa - inverter bordo pompa
	Disturbo pompa	Contatto	CM			1								Blocco da QE - anomalia da inverter bordo pompa
	Avvio pompa	Contatto	CM				1							Avvio pompa - inverter bordo pompa
TT07	Modulazione pompa	Segnale 4-20mA	CM				1							Modulazione pompa - inverter bordo pompa
	Feedback pompa	Segnale 4-20mA	CM				1							Feedback pompa - inverter bordo pompa
	Disturbo pompa	Contatto	CM					1						Blocco da QE - anomalia da inverter bordo pompa
	Temperatura acqua ritorno circuito	Sonda PT-100 3 fili	CM					1						Modulazione inverter pompe P02a-P02b
SCAMBIATORE FUMI														
DIV01	Diverter completamente aperto	ID a Cogeneratore	CM					1						Segnalazione diverter completamente aperto
	Diverter completamente chiuso	ID a Cogeneratore	CM					1						Segnalazione diverter completamente chiuso
	Comando posizione diverter	UA da Cogeneratore - 4-20mA	CM					1						Modulazione diverter in funzione temperatura acqua
	Feedback posizione diverter	IA a Cogeneratore - 4-20mA	CM						1					Feedback posizione diverter
TT08	Temperatura fumi prima catalizzatore	Sonda PT-1000 campo di impiego 0...500°C	CM						1					Monitoraggio temperatura
TT09	Temperatura fumi dopo catalizzatore	Sonda PT-1000 campo di impiego 0...500°C	CM						1					Monitoraggio temperatura
TT10	Temperatura fumi dopo SCR	Sonda PT-1000 campo di impiego 0...500°C	CM						1					Monitoraggio temperatura
TT11	Temperatura fumi camino	Sonda PT-1000 campo di impiego 0...500°C	CM						1					Monitoraggio temperatura
CIRCUITO II STADIO														
PSL03	Minima pressione acqua raffreddamento	ID a Cogeneratore	CM											Contatto aperto= minimo
DS01	Richiesta ventilatore di raffreddamento BT 1	UD da Cogeneratore	J							1				Contatto chiuso=richiesta - Comando ventilatori M1 e M5
	Richiesta ventilatore di raffreddamento BT 2	UD da Cogeneratore	J								1			Contatto chiuso=richiesta - Comando ventilatori M2 e M6
	Richiesta ventilatore di raffreddamento BT 3	UD da Cogeneratore	J								1			Contatto chiuso=richiesta - Comando ventilatori M3 e M4
	Anomalia ventilatore di raffreddamento BT 1, 2, 3	ID a Cogeneratore	Q											Contatto aperto= disturbo
P01	Avvio pompa	UD da Cogeneratore	J								1			Contatto chiuso= richiesta a avvio
	Richiesta pompa cliente in servizio	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A.	Q											Contatto chiuso=consenso servizio Pompa P05 + scattato a telecontrollo
TT15	Temperatura acqua mandata II stadio	Sonda PT-100 3 fili	CM							1				Monitoraggio temperatura
TT16	Temperatura acqua ritorno II stadio	Sonda PT-100 3 fili	CM								1			Monitoraggio temperatura
VENTILAZIONE COFANATURA														
TT17	Temperatura sala macchine	ID a Cogeneratore - Sonda PT100 3 fili	CM											Temperatura per modulazione inverter
VEN01/inv	Valore nominale funzionamento ventilatori per inverter	UA da Cogeneratore, 0-10V, opzione 4-20mA	J							1				Carico max. 4000rpm - modulazione inverter
VEN01/inv	Consenso avvio inverter	UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A.	J											Contatto chiuso= consenso inverter
VEN01/inv	Stato massima velocità	UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A.	J											Contatto chiuso= max giri 1500rpm
VEN01/inv	Stato ventilazione locale	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A.	Q											Contatto aperto= disturbo - Blocco inverter + scattato interruttori ventilatori
PT01	Pressione differenziale plenum	4-20mA	CM											Allarme segnalazione filtri intasati e modulazione VEN01
ALIMENTAZIONE OLIO														
POE	Comando pompa olio esausto	UD da Cogeneratore	J											Comando pompe
POF	Selettore AUT-MAN	Selettore comando pompa su quattro cogeneratore	J								1			Comando pompe
	Comando pompa olio fresco	UD da Cogeneratore	J											Comando pompe
	Selettore AUT-MAN	Selettore comando pompa su quattro cogeneratore	J											Comando pompe
LSL1	Stato minimo livello serbatoio olio fresco	ID a cogeneratore	CM											Ausiliario gestione pompe olio fresco ed esausto
LSH1	Stato massimo livello serbatoio olio fresco	ID a cogeneratore	CM											Ausiliario gestione pompe olio fresco ed esausto
LSH2	Stato massimo livello serbatoio olio esausto	ID a cogeneratore	CM											Ausiliario gestione pompe olio fresco ed esausto
SISTEMA SCR														
SCR	Stato motore in servizio	UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A.	J											Contatto chiuso= servizio
SCR	Segnale potenza gruppo	UA da Cogeneratore, 4-20mA=200KW-800KW	J											Comunicazione percentuale di funzionamento motore
SCR	Disturbo generale SCR	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A.	S											Contatto aperto= disturbo
SCR	Protezione temperatura massima SCR	1 contatto N.A.	S											Contatto aperto= blocco motore
IMPIANTI ELETTRICI														
DDG-DDI	Disturbo disinserzione interruttore di generatore	UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A.	J											Contatto chiuso= disturbo disinserzione interruttore generatore
DDG-DDI	Comando chiusura interruttore di generatore	UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A. - max 0,2A a 230V per contatti	J											Contatto chiuso= interruttore chiuso; Comando per parallelo corrente
DDG-DDI	Comando bobina di minima interruzione di generatore	UD da Cogeneratore - 1 contatto N.A. - max 0,2A a 230V per contatti	J											Contatto chiuso= attivato; Spazio DDG-DDI
DDG-DDI	Stato chiuso interruttore di generatore	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A.	Q											Contatto chiuso= chiuso. Stato DDG-DDI

Sigla	Descrizione punto di collegamento	Caratteristiche punto di collegamento	Prestanza	Destinazione										Funzione punto di collegamento		
				MeB	MdB	IA	ID	UA	UD	CM	Q	S	J			
DDG-DDI	Stato aperto interruttore di generatore	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A.	Q		1										1	Contatto chiuso= aperto; Stato DDG-DDI
DDG-DDI	Scattato interruttore di generatore	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A.	Q		1										1	Contatto aperto= sovraccarico; Scattato DDG-DDI
GEN	Stato interruttore rete chiuso	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A.	Q		1										1	Contatto chiuso= chiuso; Stato interruttore generale Normale
DR	Stato interruttore rinalzo chiuso	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A.	Q		1										1	Contatto chiuso= chiuso; Stato DR
GRID	Stato rete va bene	ID a Cogeneratore - 1 contatto N.A.	Q		1										1	Contatto chiuso= rete OK; Segnale da SPI
GENERICI TELECONTROLLO																
SAF COGE	Analizzatore fumi	Segnale in Modbus	CM		9											Misure e allarmi CO, O2, T; Blocco centralina
UTF_P	Contabilizzatori energia elettrica prodotta UTF	Segnale in Modbus	Q		1											Letture energia elettrica
UTF1	Contabilizzatori energia elettrica defiscalizzata UTF	Segnale in Modbus	Q		1											Letture energia elettrica
MP01	Contabilizzatori energia termica	Segnale in Modbus	CM		1											Letture energia termica
CG01	Contabilizzatori consumo gas	Segnale in Modbus	CM		1											Letture consumo gas
SCA_INT	Segnalazione scattato cumulativo interruttori generale	1 contatto N.A.	Q			1										Scattato interruttori cumulativo COCOGE
UPS	Anomalia UPS	1 contatto N.A.	CM			1										Anomalia UPS Cogeneratore
VEN02	Ventilatore sottocentrale cogenerativa		Q				1									Estrattore locale
TSH02	Termostato sottocentrale cogenerativa	1 contatto N.A.	CM								1					Comando VEN02 - se T>40°C->ON
VEN03	Ventilatore locale quadri		Q								1					Estrattore locale
TSH03	Termostato locale quadri	1 contatto N.A.	CM												1	Comando VEN03 - se T>40°C->ON
VEN04	Ventilatore locale trasformatore		Q								1					Estrattore locale
CEN_TER	Centralina termometrica	3 contatti N.A.	Q											3		Comando VEN04 - fan preallarme allarme
TT18	Sonda esterna	Sonda PT 100.3 III	CM			1										Monitoraggio temperatura esterna per funzione antigelo
				1	209	14	16	4	5	14	16	2	32	TOTALE PUNTI		
																TOTALE IO

T	Telecontrollo
IA	Ingressi analogici
ID	Ingressi digitali
UA	Uscite analogiche
UD	Uscite digitali
MeB	MeterBus
MdB	ModBus
Q	Quadro elettrico
J	Comando e controllo cogeneratore
CM	Dispositivo in Campo
S	Sistema SCR

5.0 ADEGUAMENTO IMPIANTI ESISTENTI

5.1 IMPLEMENTAZIONE DEL SISTEMA DI MISURA DEI FLUSSI ENERGETICI

In concomitanza all'installazione del nuovo impianto di cogenerazione, si prevede l'implementazione del sistema di misura dei flussi energetici. Tale intervento consente di conoscere i consumi di ogni sottocentrale, permette di poter valutare le perdite della rete di distribuzione ed i consumi di ogni impianto installato presso il complesso monumentale della Reggia.

La conoscenza dei consumi energetici permette quindi di adottare delle misure correttive, come ad esempio, una miglior regolazione degli impianti di climatizzazione nell'ottica di migliorare le condizioni termoigrometriche dei locali, evitando di riscaldare eccessivamente i locali durante il periodo invernale e di raffrescare eccessivamente durante la stagione estiva. Il controllo dei vettori energetici permette quindi di evitare sprechi, di poter monitorare i consumi nell'ottica di rispettare gli obiettivi di risparmio energetico.

Nel caso specifico, esiste già un sistema di contabilizzazione e telegestione che tuttavia non comprende la contabilizzazione dei fluidi primari della centrali termica e frigorifera nonché le sottocentrali Citroniera e Canoniche. È pertanto prevista l'installazione di contabilizzatori, sia per il riscaldamento che per il raffreddamento, da inserire nel sistema di telegestione che fa capo alle Grandi Centrali.

Nello specifico si prevede l'installazione su ciascun circuito di misuratore di portata statico KAMSTRUP che utilizza il principio della misura ad ultrasuoni, il quale risulta conforme alla direttiva MID-2004/22/CE.

MISURATORE DI PORTATA



Tale misuratore di portata non necessita di tratti rettilinei né a monte né a valle, fatto salvo forti disturbi per i quali è necessario prevedere un tratto rettilineo a monte. Qualora venisse selezionato un diverso misuratore di portata sarà necessario fare riferimento ai vincoli di installazione prescritti dal costruttore.

Sulla base delle portate specifiche dei circuiti è necessario prevedere misuratori di portata caratterizzati dai seguenti DN:

MISURATORI DI PORTATA

Centrale termica	DN200
Centrale frigorifera	DN250
Sottocentrale Citroniera – circuito riscaldamento	DN100
Sottocentrale Citroniera – circuito raffrescamento	DN150
Sottocentrale Canoniche – circuito riscaldamento	DN50
Sottocentrale Canoniche – circuito raffrescamento	DN80

5.2 ANALISI FUMI GENERATORI DI CALORE

Sulla base della D.D. n. 362 del 21/11/2011, tutti i generatori di calore alimentati a gas naturale di potenzialità nominale maggiore o uguale a 6 MW devono essere dotati dei sistemi di misura e registrazione in continuo dei seguenti parametri: T, O₂, CO.

Nel caso specifico, sebbene non sussista l'obbligo normativo trattandosi di impianti di potenza inferiore a 6 MW, per il controllo della combustione ciascuna delle caldaie esistenti verrà dotata di un sistema costituito da sonde di temperatura, sonde all'ossido di zirconio per la rilevazione dell'ossigeno, sonde di prelievo dei fumi per la misura della concentrazione di CO e NO_x e relativi analizzatori dei parametri di combustione. Il sistema permetterà la misurazione della concentrazione di O₂, CO, NO_x e

della temperatura dei fumi in uscita da ciascun generatore. Con i dati rilevati il sistema sarà in grado di calcolare gli ulteriori parametri fondamentali della combustione, quali: CO₂, eccesso d'aria, rendimento della combustione.

Tale sistema consentirà di verificare il corretto funzionamento dell'impianto.

SISTEMA DI ANALISI FUMI



Il sistema previsto è il medesimo adottato per il nuovo impianto di cogenerazione.

6.0 FASCICOLO DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI MECCANICI

Il presente paragrafo ha lo scopo di esporre i criteri ed i risultati dei dimensionamenti relativi alle caratteristiche dei componenti meccanici principali relativi al progetto esecutivo del sistema di cogenerazione alimentato a gas naturale prelevato dalla locale rete di distribuzione, sito presso il "COMPLESSO DELLA REGGIA DI VENARIA REALE".

6.1.1 Dimensionamento camino

Di seguito sono esposti i calcoli e le verifiche eseguiti secondo la normativa UNI EN 13384-1 per il dimensionamento dei sistemi di scarico fumi per il cogeneratore COG-01.

I calcoli e le verifiche sono stati eseguiti per le due situazioni di utilizzo possibili:

- con scambiatore fumi stadio in funzione NON bypassato, pertanto con temperature dei fumi più basse e maggiori perdite di carico;
- con scambiatore fumi bypassato, pertanto con temperature dei fumi più alte e minori perdite di carico.

6.1.2 Scambiatore fumi non bypassato

Dati ambiente installazione

Località	<i>VENARIA REALE (TO)</i>	
Altitudine s.l.m.	H _{slm}	262 m
Temperatura aria esterna massima	T _{Lmax}	30 °C
Temperatura aria esterna minima	T _{Lmin}	-8 °C

Dati condotti

Tipo funzionamento camino	<i>Camino in pressione</i>
Tipo condotti	<i>condotto semplice - canali separati</i>
Tipo funzionamento sistema	<i>umido</i>

Adduzione aria

Coefficiente di sicurezza	S _E	<i>1,5</i>
Fattore incostanza temperatura	S _H	<i>0,5</i>
Pressione del vento	P _L	<i>0</i> Pa
Tipo apertura aria comburente	<i>Nessuna apertura</i>	
Lunghezza	L _B	- m
Diametro idraulico	D _{hB}	- mm
Rugosità	r _B	- mm
Accidentalità	Z _B	-
Resistenza aria comburente	P _B	<i>4,0</i> Pa

Regolatore di tiraggio

Diametro idraulico	D _{hNL}	- mm
Rugosità	r _{NL}	- mm
Categoria		-

Caratteristiche motore

Marca	<i>Jenbacher</i>	
Modello	<i>316 GS N.L</i>	
Combustibile	<i>Metano</i>	
Potenza al focolare	Q _F	<i>2089</i> kW
Temperatura aria comburente	T _C	<i>20</i> °C
Concentrazione in volume di CO ₂	%CO ₂	<i>10,2</i> %
Temperatura fumi in uscita	T _W	<i>448,0</i> °C
Pressione differenziale massima	P _{W0}	<i>3500,0</i> Pa
Portata massica fumi	m _W	<i>1,24250</i> kg/s
Diametro attacco scarico fumi	D _W	<i>250</i> mm

Dati condotti

CANALE DA FUMO	
Marca	
Serie	
Forma	<i>Circolare</i>
D _{1V} [mm]	<i>400</i>
D _{2V} [mm]	-
%ub _v [%]	<i>30</i>
%uh _v [%]	<i>0</i>
%uu _v [%]	<i>70</i>
%ul _v [%]	<i>0</i>
Materiale	<i>Acciaio inox doppiaparete</i>
R _{TV} [m ² K/W]	<i>1,24455</i>
S _{PV} [mm]	<i>101,1</i>
r _v [mm]	<i>1</i>
L _v [m]	<i>85</i>
H _v [m]	<i>3</i>
Z _v	<i>7,3</i>
P _{Zvecc} [Pa]	<i>5000</i>

CONDOTTO FUMI	
Marca	
Serie	
Forma	<i>Circolare</i>
D ₁ [mm]	<i>550</i>
D ₂ [mm]	-
%ub [%]	<i>20</i>
%uh [%]	<i>0</i>
%uu [%]	<i>0</i>
%ul [%]	<i>80</i>
Materiale	<i>Acciaio inox doppiaparete</i>
R _T [m ² K/W]	<i>0,70539</i>
S _P [mm]	<i>51</i>
r [mm]	<i>1</i>
L [m]	<i>12</i>
H [m]	<i>12</i>
Z	<i>0,15</i>
P _{Zecc} [Pa]	<i>5000</i>

Legenda:

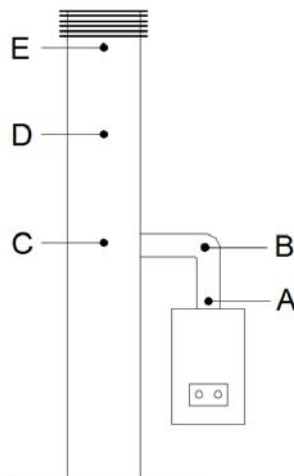
- D dimensioni del condotto espresso in mm
- %ub percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
- %uh percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
- %uu percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %

- %ul** percentuale di esposizione del condotto rispetto all'esterno dell'edificio espressa in %
- R_T** resistenza termica media del condotto espressa in m² K / W
- S_P** spessore medio del condotto espresso in mm
- r** valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
- L** lunghezza del condotto espressa in m
- H** altezza efficace del condotto espressa in m
- Z** somma dei coefficienti di resistenza al flusso
- P_{Zecc}** pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

Risultati di calcolo

- A: Valori all'ingresso del canale da fumo (o uscita del canale di adduzione aria)
- B: Valori medi del canale da fumo (o canale di adduzione aria)
- C: Valori all'ingresso del condotto fumi (o uscita del condotto di adduzione aria)
- D: Valori medi del condotto fumi (o condotto di adduzione aria)
- E: Valori all'uscita del condotto fumi (o ingresso del condotto di adduzione aria)

Apparecchio acceso alla potenza massima:



EVACUAZIONE FUMI					
CASO A - Temperatura esterna massima			CASO C - Temperatura esterna minima		
Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]	Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]
A: 3500,0	A: 448,0	A: -	A: 3500,0	A: 448,0	A: -
B: -	B: 427,0	B: 21,222	B: -	B: 436,5	B: 21,600
C: -40,7	C: 406,8	C: -	C: -69,2	C: 425,2	C: -
D: -	D: 400,6	D: 10,801	D: -	D: 421,5	D: 11,183
E: -	E: 371,2	E: -	E: -	E: 393,3	E: -

Verifiche finali

CASO A - Requisito di pressione

	Valore		Valore	Verifica
$P_{Z0} \leq P_{Z0e}$	-40,7	\leq	1569,9	SI
$P_{Z0} \leq P_{Z0e, \text{veccesso}}$	-40,7	\leq	5000,0	SI
$P_{Z0} + P_{FV} \leq P_{Z0e, \text{veccesso}}$	1885,4	\leq	5000,0	SI
$P_{Z0 \text{min}} \geq P_{Z0e \text{min}}$	-	\geq	-	-

CASO C - Requisito di temperatura

	Valore		Valore	Verifica
$T_{iob} \geq T_g$	393,3	\geq	0,0	SI
$T_{irb} \geq T_g$	-	\geq	-	-

Legenda

- P_{Z0} pressione positiva massima all'entrata dei prodotti della combustione nel camino espressa in Pa
 P_{Z0e} pressione differenziale massima all'ingresso nel camino dei prodotti della combustione espressa in Pa
 P_{FV} resistenza effettiva alla pressione del canale da fumo espressa in Pa
 $P_{Z0e, \text{veccesso}}$ pressione massima ammessa dalla designazione del camino espressa in Pa
 $P_{Z0e, \text{veccesso}}$ pressione massima ammessa dalla designazione del canale da fumo espressa in Pa
 $P_{Z0 \text{min}}$ pressione positiva minima all'ingresso nel camino dei prodotti della combustione espressa in Pa
 $P_{Z0e \text{min}}$ pressione differenziale minima all'entrata nel camino dei prodotti della combustione espressa in Pa
 T_{iob} temperatura della parete interna allo sbocco del camino in equilibrio termico espressa in °C
 T_{irb} temperatura della parete interna immediatamente prima dell'isolamento supplementare espressa in °C
 T_g temperatura limite espressa in °C

6.1.3 Scambiatore fumi bypassato

Dati ambiente installazione

Località	<i>VENARIA REALE (TO)</i>	
Altitudine s.l.m.	H_{slm}	262 m
Temperatura aria esterna massima	T_{Lmax}	30 °C
Temperatura aria esterna minima	T_{Lmin}	-8 °C

Dati condotti

Tipo funzionamento camino	<i>Camino in pressione</i>	
Tipo condotti	<i>condotto semplice - canali separati</i>	
Tipo funzionamento sistema	<i>umido</i>	

Adduzione aria

Coefficiente di sicurezza	S_E	1,5
Fattore incostanza temperatura	S_H	0,5
Pressione del vento	P_L	0 Pa

Tipo apertura aria comburente	<i>Nessuna apertura</i>		
Lunghezza	L_B	-	m
Diametro idraulico	D_{hB}	-	mm
Rugosità	r_B	-	mm
Accidentalità	Z_B	-	
Resistenza aria comburente	P_B	4,0	Pa
<u>Regolatore di tiraggio</u>			
Diametro idraulico	D_{hNL}	-	mm
Rugosità	r_{NL}	-	mm
Categoria		-	
<u>Caratteristiche motore</u>			
Marca	<i>Jenbacher</i>		
Modello	<i>316 GS N.L</i>		
Combustibile	<i>Metano</i>		
Potenza al focolare	Q_F	2089	kW
Temperatura aria comburente	T_C	20	°C
Concentrazione in volume di CO ₂	%CO ₂	10,2	%
Temperatura fumi in uscita	T_W	120,0	°C
Pressione differenziale massima	P_{wo}	2500,0	Pa
Portata massica fumi	m_w	1,24250	kg/s
Diametro attacco scarico fumi	D_w	250	mm

Dati condotti

CANALE DA FUMO	
Marca	
Serie	
Forma	<i>Circolare</i>
D _{1V} [mm]	<i>400</i>
D _{2V} [mm]	-
%ub _v [%]	<i>30</i>
%uh _v [%]	<i>0</i>
%uu _v [%]	<i>70</i>
%ul _v [%]	<i>0</i>
Materiale	<i>Acciaio inox doppiaparete</i>
R _{TV} [m ² K/W]	<i>1,24455</i>
S _{PV} [mm]	<i>101,1</i>
r _v [mm]	<i>1</i>
L _v [m]	<i>85</i>
H _v [m]	<i>3</i>
Z _v	<i>7,3</i>
P _{Zvecc} [Pa]	<i>5000</i>

CONDOTTO FUMI	
Marca	
Serie	
Forma	<i>Circolare</i>
D ₁ [mm]	<i>550</i>
D ₂ [mm]	-
%ub [%]	<i>20</i>
%uh [%]	<i>0</i>
%uu [%]	<i>0</i>
%ul [%]	<i>80</i>
Materiale	<i>Acciaio inox doppiaparete</i>
R _T [m ² K/W]	<i>0,70539</i>
S _P [mm]	<i>51</i>
r [mm]	<i>1</i>
L [m]	<i>12</i>
H [m]	<i>12</i>
Z	<i>0,15</i>
P _{Zecc} [Pa]	<i>5000</i>

Legenda:

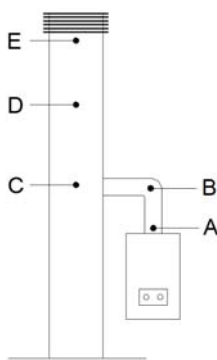
- D dimensioni del condotto espresso in mm
 %ub percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
 %uh percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
 %uu percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %
 %ul percentuale di esposizione del condotto rispetto all'esterno dell'edificio espressa in %
 R_T resistenza termica media del condotto espressa in m² K / W

- S_p spessore medio del condotto espresso in mm
- r valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
- L lunghezza del condotto espressa in m
- H altezza efficace del condotto espressa in m
- Z somma dei coefficienti di resistenza al flusso
- P_{zecc} pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

Risultati di calcolo

- A: Valori all'ingresso del canale da fumo (o uscita del canale di adduzione aria)
- B: Valori medi del canale da fumo (o canale di adduzione aria)
- C: Valori all'ingresso del condotto fumi (o uscita del condotto di adduzione aria)
- D: Valori medi del condotto fumi (o condotto di adduzione aria)
- E: Valori all'uscita del condotto fumi (o ingresso del condotto di adduzione aria)

Apparecchio acceso alla potenza massima:



EVACUAZIONE FUMI					
CASO A - Temperatura esterna massima			CASO C - Temperatura esterna minima		
Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]	Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]
A: 2500,0	A: 120,0	A: -	A: 2500,0	A: 120,0	A: -
B: -	B: 115,2	B: 11,770	B: -	B: 116,8	B: 11,868
C: -10,2	C: 110,5	C: -	C: -34,4	C: 113,6	C: -
D: -	D: 109,1	D: 6,128	D: -	D: 112,5	D: 6,209
E: -	E: 100,3	E: -	E: -	E: 103,8	E: -

Verifiche finali

CASO A - Requisito di pressione

	Valore		Valore	Verifica
$P_{Z0} \leq P_{Z0e}$	-10,2	\leq	1432,0	SI
$P_{Z0} \leq P_{Z0eccesso}$	-10,2	\leq	5000,0	SI
$P_{Z0} + P_{FV} \leq P_{Z0eccesso}$	1053,8	\leq	5000,0	SI
$P_{Z0min} \geq P_{Z0emin}$	-	\geq	-	-

CASO C - Requisito di temperatura

	Valore		Valore	Verifica
$T_{iob} \geq T_g$	103,8	\geq	0,0	SI
$T_{irb} \geq T_g$	-	\geq	-	-

Legenda

- P_{ZO} pressione positiva massima all'entrata dei prodotti della combustione nel camino espressa in Pa
- P_{ZOe} pressione differenziale massima all'ingresso nel camino dei prodotti della combustione espressa in Pa
- P_{FV} resistenza effettiva alla pressione del canale da fumo espressa in Pa
- P_{Zecc} pressione massima ammessa dalla designazione del camino espressa in Pa
- P_{ZVecc} pressione massima ammessa dalla designazione del canale da fumo espressa in Pa
- P_{ZOmin} pressione positiva minima all'ingresso nel camino dei prodotti della combustione espressa in Pa
- P_{ZOemin} pressione differenziale minima all'entrata nel camino dei prodotti della combustione espressa in Pa
- T_{iob} temperatura della parete interna allo sbocco del camino in equilibrio termico espressa in °C
- T_{irb} temperatura della parete interna immediatamente prima dell'isolamento supplementare espressa in °C
- T_g temperatura limite espressa in °C

6.2 Dimensionamento gas metano

località

Comune	VENARIA REALE	
Provincia	TORINO	
Altitudine	262	m
Pressione assoluta	981,369	mbar

tipo di gas

Gas	Metano	
Potere calorifico superiore	39,83	MJ/Nm ³
Potere calorifico inferiore	35,89	MJ/Nm ³
Temperatura critica	-82,57	°C
Pressione critica	46040	mbar

caratteristiche rete

Temperatura di calcolo	15	°C
Pressione di alimentazione	200	mbar
	Alta pressione	

parametri di calcolo

Calcolo con recupero di statica	No	
Velocità massima calcolata	5,94	m/s
Differenza di pressione massima calcolata	2,952	mbar

elenco utenze

Utenza	Potenza termica [kW]	Portata [Nm ³ /h]
Jenbacher JGS 316 GS-N.L	2089	209,54

TOTALE

2089	209,54
-------------	---------------

In esecuzione a quanto disposto dal D.M. 16/04/08 e D.P.R. 01/08/2011 n. 151 la linea sarà aerea e classificata come di seguito esposto:

- 6° specie – linea alimentazione
- pressione massima 0,2 bar
- categoria di posa “A”
- distanza dai fabbricati: nessuna prescrizione
- distanza dai sottoservizi: tale da consentire interventi di manutenzione

Le tubazioni saranno in acciaio con caratteristiche conformi al D.M. 16/04/08 e D.P.R. 01/08/2011 n. 151 per qualità dei materiali, spessori tubi, sezionamento, criteri di posa in opera e collaudo.

Schema rete

Lungh. [m]	DN [mm]	Descrizione	Utenza	Potenza [kW]	Portata [Nm ³ /h]
74,5	100	UNI EN 10208:1999 (sost. da UNI EN 10208:2009) - Condotte metano - Tubi senza saldatura	-	-	-
0,5	100	UNI EN 10208:1999 (sost. da UNI EN 10208:2009) - Condotte metano - Tubi senza saldatura	Jenbacher JGS 316 GS-N.L	2089	209,54

Dati tubazioni

Lungh. [m]	Cod. tub.	Descrizione tubazione	DN	Ø int. [mm]	Ø est. [mm]	Vel. [m/s]	Dp totali [mbar]
74,5	e8905	UNI EN 10208:1999 (sost. da UNI EN 10208:2009) - Condotte metano - Tubi senza saldatura	100	106,3	114,3	5,93	2,936
0,5	e8905	UNI EN 10208:1999 (sost. da UNI EN 10208:2009) - Condotte metano - Tubi senza saldatura	100	106,3	114,3	5,94	0,016

Dati utenze

Nodo	Quota [m]	Descrizione	Potenza termica [kW]	Portata [Nm ³ /h]	Dp totali [mbar]	Press. residua [mbar]
3	0	Jenbacher JGS 316 GS-N.L	2089	209,54	2,952	197,048

computo tubazioni

Cod. tubo	Descrizione	Ø nom.	Ø int. [mm]	Ø est. [mm]	Lungh. tot. [m]	Massa tot. [kg]	Cont. gas [dm ³]
e8905	UNI EN 10208:1999 (sost. da UNI EN 10208:2009) - Condotte metano - Tubi senza saldatura	100	106,3	114,3	75	816,05	665,61

TOTALE **75** **816,05** **665,61**

computo utenze

Descrizione	Potenza termica [kW]	Portata [Nm ³ /h]	Num.
Jenbacher JGS 316 GS-N.L	2089	209,54	1

TOTALE **2089** **209,54** **1**

computo curve

Cod. tubo	Descrizione	Angolo curva	DN	Num.
e8905	Curva	90	100	6



6.3 Dimensionamento ventilazione sala motore

La quantità di calore da smaltire è di circa il 5% della potenza calorifica fornita dal combustibile.

Se nella sala macchine vi sono silenziatori o lunghi condotti di scarico, occorre considerare in aggiunta il calore erogato da questi componenti. Per limitare la quantità di calore irradiato da smaltire, è opportuno dotare questi componenti di un isolamento ignifugo.

L'impianto è stato dimensionato considerando i seguenti dati di progetto:

Dati di progetto	[u.m.]	
Potenza termica dissipata dal gruppo di cogenerazione (singolo)	kW	79
Potenza termica dissipata da canna fumaria (singola)	kW	1,2
Potenza termica dissipata da tubazioni acqua calda	kW	0,8
Temperatura massima interna alla cabina di cogenerazione (T1)	°C	40
Temperatura massima aria immessa (estiva) (T2)	°C	35

A scopo cautelativo la potenza dissipata dal gruppo di cogenerazione è stata incrementata di circa il 10% in modo da correggere il dato nominale e considerare l'incidenza della potenza termica dissipata da apparecchiature ausiliarie.

La potenza termica da dissipare è:

$$P_{\text{diss.}} = 81,0 \times 1,1 = 89,1 \text{ kW} = 76.653 \text{ Kcal/h}$$

La quantità d'aria necessaria per lo smaltimento del calore irradiato è:

$$V = \frac{Q \times \frac{360}{0}}{C_p \times \Delta T \times d}$$

Dove:

Q = Quantità totale di calore irradiato da smaltire in kW

V = Volume d'aria in mc/h

C_p = capacità termica specifica dell'aria (1,005 kJ/kg x °K)

ΔT = differenza di temperatura ammessa tra sala motori e ambiente in °K

d = densità dell'aria in kg/mc (1,11 a 40°C e 1000 mbar)

$$V = \frac{89,1 \times \frac{360}{0}}{1,005 \times 5 \times 1,11} = 57.527 \text{ m}^3/\text{h}$$

1	Sezione netta per aria - uscita locale		[u.m.]	
Portata necessaria			m ³ /h	57.527
Sezione canale asse X			m	1,60
Sezione canale asse Y			m	1,20
Sezione condotto			m ²	1,92
Velocità			m/s	8,32

2	Sezione netta per aria nei setti insonorizzati sp.100mm		[u.m.]	
Portata necessaria			m ³ /h	57.527
Sezione canale asse X			m	2,30
Sezione canale asse Y			m	1,00
Sezione condotto			m ²	2,30
Velocità			m/s	6,95
Sezione canale asse X (al netto di n°11 setti da 100mm)			m	1,20
Sezione canale asse Y			m	1,00
Sezione condotto (al netto di n°11 setti da 100mm)			m ²	1,20
Velocità			m/s	13,32

3	Sezione netta per aria - uscita esterna		[u.m.]	
Portata necessaria			m ³ /h	57.527
Sezione canale asse X			m	3,80
Sezione canale asse Y			m	0,60
Sezione condotto			m ²	2,28
Velocità			m/s	7,01
Sezione condotto al netto del	10%	di riduzione per alette e/o setti	m ²	2,05
Velocità			m/s	7,79

6.4 Dimensionamento tubazioni, valvole e sistemi di pompaggio

Le tabelle di seguito riportate mostrano i calcoli svolti per la determinazione del diametro della tubazioni e della portata e della prevalenza della pompe dei seguenti circuiti:

Cogenerazione - LATO BT		
Portata circuito dissipazione BT lato motore		
Potenza totale calcolata	54	kW
T in	40,00	°C
T out	43,50	°C
Portata	13.381	lt/h
DN Tubazioni	65	DN
Velocità nella tubazione	0,958	m/s
Tubo di scarico circuito recupero intercooler		
Potenza ramo dissipazione	54	kW
Diametro minimo	7	mm
Diametro scelto	DN20	
Valvola a tre vie regolazione dissipatore BT (V3V-01)		
Perdita carico dissipatore	1,70	m.c.a
Perdita di carico in prima battuta	0,170	bar
Portata singolo ramo	13,38	mc/h
KVS calcolato	32	
KVS scelto	31	
Perdita di carico effettiva	0,186	bar
Pompa circolazione dissipatore BT (P-01)		
Portata	13	mc/h
Prevalenza	6,42	m.c.a
Cogenerazione - CIRCUITO RECUPERO I STADIO, OLIO, MOTORE		
Portata circuito recupero HT		
Potenza totale calcolata	549	kW
T in	70	°C
T out	90,0	°C

Portata	24.295	lt/h
DN Tubazioni	80	DN
Velocità nella tubazione	1,262	m/s
Tubo di scarico circuito recupero intercooler		
Potenza ramo dissipazione	549	kW
Diametro minimo	22	mm
Diametro scelto	DN25	
Valvola a tre vie regolazione dissipatore AT		
Perdita carico dissipatore	2,00	m.c.a.
Perdita di carico in prima battuta	0,200	bar
Portata singolo ramo	24,30	mc/h
KVS calcolato	54	
KVS scelto	49	
Perdita di carico effettiva	0,246	bar
Autorità	51%	
Valvola a tre vie sul motore		
Perdita carico circuito a portata variabile	3,00	m.c.a.
Perdita di carico in prima battuta	0,300	bar
Portata singolo ramo	24,30	mc/h
KVS calcolato	44	
KVS scelto	49	
Perdita di carico effettiva	0,246	bar
Autorità	41%	
Pompa circuito recupero HT (P-02)		
Portata	24	mc/h
Prevalenza	9,61	m.c.a.
Separatore idraulico		
Potenza da vettoriare	549	kW
T in	70,00	°C
T out	90,00	°C

Portata	24.295	lt/h
Diametro IN/OUT	100	
Altezza totale	1.200	mm
Velocità fluido all'interno	0,2	m/s
Sezione minima	0,034	m ²
Diametro minimo	207	mm
Diametro	250	mm
Area interna tubazioni	107	mm
Velocità ai bocchelli con il diametro scelto	0,75	m/s

Cogenerazione - CIRCUITO CALDAIA FUMI

Portata circuito recupero HT

Potenza totale calcolata	450	kW
T in	76,0	°C
T out	85,0	°C
Portata	44.209	lt/h
DN Tubazioni	100	DN
Velocità nella tubazione	1,363	m/s

Cogenerazione - INTERFACCIAMENTO CT

Portata circuito recupero HT

Potenza totale calcolata	999	kW
T in	65	°C
T out	85	°C
Portata	44.209	lt/h
DN Tubazioni	100	DN
Velocità nella tubazione	1,363	m/s

Pompe spillamento cogeneratore (P-03)

Portata	44	mc/h
Prevalenza	8,23	m.c.a.

Collettore aspirazione pompe spillamento (P-03)

Portata	44	m ³ /h
Velocità massima ammessa	1,00	m/s
Φ interno calcolato	125	mm
DN collettore scelto	DN150	

Dimensionamento lato FUMI motore**Analisi contropressioni**

Contropressione massima residua motore	60	mbar
Perdita di carico SCR+preoxi	18,00	mbar
Perdita di carico caldaia fumi	10,00	mbar
Perdita di carico silenziatore I e II stadio	7,50	mbar
Pressione residua con bypass fumi aperto	35	mbar
Pressione residua con bypass fumi chiuso	25	mbar

Urea**Pompa carico urea**

Capacità serbatoio scelta	1.000	l
Consumo specifico	1,5	l/h
Tempo di svuotamento serbatoio	33	gg

Dimensionamento lato OLIO LUBRIFICANTE**Stima del consumo di olio**

Consumo olio motore	0,26	kg/h
Ore di funzionamento giorno	20	h
Densità olio lubrificante	0,89	kg/dm ³
Numero di motori	1	
Consumo giornaliero massico (per 2 motori)	5,20	kg/gg
Consumo giornaliero volumetrico	4,63	dm ³ /gg
Capacità serbatoio scelto	450	dm ³
Capacità utile del serbatoio		dm ³

Tempo di svuotamento/riempimento serbatoio

315	
68	gg

6.5 Dispositivi di sicurezza

PREMESSA

Nuova installazione di n.1 impianto di cogenerazione alimentato a gas metano composto n.1 motore endotermico per produzione di acqua calda aventi la seguente potenzialità :

- Potenza termica da dissipare (intercooler II stadio/olio II stadio): 54 kWt cadauno
- Potenza termica recuperata dal motore (intercooler I stadio/ olio/motore) : 549 kWt cadauno
- Potenza termica recuperata dai fumi del motore: 450 kWt cadauno

L'energia termica recuperata dall'impianto di cogenerazione sarà impiegata a supporto dell'attuale sistema di produzione calore presente sul sito (caldaie).

L'impianto di cogenerazione è interfacciato sull'impianto esistente con schema a spillamento. Ossia i recuperi della cogenerazione sono atti a preriscaldare il fluido di ritorno (acqua calda max 110°C) alle caldaie.

L'impianto di cogenerazione per la produzione di energia elettrica e termica JENBACHER JGS 316 GS-N.L è escluso dal campo di applicazione della direttiva PED 97/23 (art.1 paragrafo 3 punto 3.6 e 3.10).

Tutte le apparecchiature di controllo e sicurezza, a bordo cogeneratore, garantiscono, come da descrizione tecnica allegata, una temperatura massima acqua raffreddamento motore di 95°C. Di conseguenza l'acqua in uscita dal cogeneratore sarà sempre < di 110°C verificando le condizioni imposte dal DM 01/12/75 Raccolta R.

Gli scambiatori di interfacciamento, che hanno come unico generatore di energia sul circuito primario il cogeneratore (t<110°C), potranno ritenersi esclusi dal campo di applicazione della suddetta norma come indicato nel cap. R.1.A. Nonostante quanto sopra indicato, gli scambiatori risultano a tutti gli effetti delle fonti di calore e di conseguenza sono stati considerati nei calcoli per il dimensionamento dei sistemi di espansione.

Lo scambiatore fumi/ acqua calda, a differenza degli scambiatori sopraccitati, rientrerà nelle disposizioni del DM 01/12/75 Raccolta R Ed 2009 cap R.3.D. "impianti con scambiatore di calore alimentati sul primario con fluidi a temperatura superiore a 110°C" e sarà dotato delle necessarie sicurezze.

SISTEMA DI ESPANSIONE

Il sistema di espansione adottato per l'impianto di riscaldamento oggetto della presente denuncia è a vaso chiuso provvisto di membrana e risulta installato in centrale cogenerativa, luogo protetto e non soggetto a gelo.

Il sistema di espansione, costituito da n.1 vaso a membrana della capacità di 150 litri, risulta idoneo a compensare l'aumento in volume dell'acqua contenuta nell'impianto. Tale sistema è stato dimensionato considerando il volume totale dell'acqua presente nell'impianto, somma di tutti i circuiti che lo costituiscono:

- Tratto di tubazione di mandata e ritorno da caldaia recupero fumi fino alle valvole di intercettazione del circuito a spillamento del cogeneratore poste in centrale termica.

Circuito cogeneratore Motore

L'impianto di cogenerazione per la produzione di energia elettrica e termica è escluso dal campo di applicazione della Direttiva PED97/23 (Art.1 paragrafo 3 punto 3.6 e 3.10).

Tutte le apparecchiature di controllo e sicurezza, a bordo cogeneratore, rientrano nell'insieme PED (come da certificato allegato) e garantiscono una temperatura massima dell'acqua in uscita dal cogeneratore < di 110°C. (Norme capitolo R3a)

Il calore ad alta temperatura (74°-93°C) disponibile dal circuito di raffreddamento del motore (l stadio intercooler, acqua motore, olio motore) viene recuperato. Nel caso lo scambio termico non fosse sufficiente a raffreddare l'olio e/o l'acqua motore, interverrà automaticamente un sistema di dissipazione avente capacità di scambio di progetto pari a 766 kW.

Cod	COG01-HT	Scambiatore di calore a piastre
------------	-----------------	--

Costruttore		JENBACHER	
Modello		JGS 416 GS-N.L	
Potenza termica utile	(Qu)	549	kW
Pressione massima d'esercizio	(Peg)	6	bar

Cod	PSV02	Valvola di sicurezza
------------	--------------	-----------------------------

Dati principali

Pot. termica nom. scambiatori a piastre e a fascio tubiero:	549 kW
Contenuto acqua scambiatori e tubazioni:	971 litri
Dislivello valvola di sicurezza- vaso espansione:	0 mt
Dislivello generatore-sommità impianto:	5 mt

Portata di scarico richiesta dall'impianto (come da norme capitolo R3b)

$$W=P/0,58$$

$$W= 549 / 0,58 = 946,55 \quad \text{kg/h}$$

Valvole adottate

Costruttore		CALEFFI	
Tipo		527	
Diametro nominale	(Dv)	1"1/4	
Diametro orificio	(Do)	32	mm
Coefficiente di efflusso	(K)	0,74	
Portata di scarico vapore	(W)	1050,25	kg/h
Potenza termica scaricabile	(Qt)	610,7	kW
Numero di valvole	(Ns)	1	

Portata di scarico vapore totale	(Wt)	1050,25	kg/h
Potenza termica scaricabile totale	(Q _{tv})	610,7	kW
Pressione di taratura	(Pt)	2,5	bar
Sovrapressione	(Sp)	10	%
Pressione di scarico	(P _{sc})	2,75	bar

Cod	VE02	Vaso di espansione
------------	-------------	---------------------------

Dati principali

Tipologia fluido	Acqua
(Va) Contenuto acqua scambiatore e tubazioni:	971 litri
(P1) Pressione assoluta di precarica impianto:	2,5 bar
(P2) Pressione massima assoluta di esercizio:	3,5 bar
(T _m) Temperatura max (intervento termostato di blocco)	100 °C
Coefficiente di espansione acqua (0,31+3,9*10 ⁻⁴ - (n) 4*T _m ²):	4,21
(Ve) Volume di espansione (Va*n/100):	40,88 litri
(D) Diametro interno tubo di espansione ($\sqrt{P/1,163}$):	21,73 mm

Volume del vaso richiesto dall'impianto (come da norme capitolo R3b)

$$V_n = V_e / (1 - P_1/P_2)$$

$$V_n = 40,88 / 0,29 = 143,08 \text{ litri}$$

Vasi adottati

Pressione massima d'esercizio (relativa)	(P _{ev})	6	bar
Capacità del vaso (adottata)	(C _{v ad})	150	litri
Numero di vasi		1	
Capacità totale dei vasi (adottata)		150	litri
Diametro interno tubo di espansione	(D)	27,4	mm

Circuito cogeneratore a Bassa temperatura

L'impianto di cogenerazione per la produzione di energia elettrica e termica è escluso dal campo di applicazione della Direttiva PED97/23 (Art.1 paragrafo 3 punto 3.6 e 3.10).

Tutte le apparecchiature di controllo e sicurezza, a bordo cogeneratore, rientrano nell'insieme PED (come da certificato allegato) e garantiscono una temperatura massima dell'acqua in uscita dal cogeneratore < di 110°C. (Norme capitolo R3a)

Il calore a bassa temperatura (40°-45°C) disponibile dal circuito di raffreddamento del motore (II stadio intercooler) non viene recuperato. Per disperdere il calore interverrà automaticamente un sistema di dissipazione avente capacità di scambio di progetto pari a 105 kW.

Cod	COG-LT	Scambiatore di calore a piastre	
Costruttore		JENBACHER	
Modello		JGS 416 GS-N.L	
Potenza termica utile	(Qu)	54	kW
Pressione massima d'esercizio	(Peg)	6	bar

Cod	PSV01	Valvola di sicurezza	
-----	-------	----------------------	--

Dati principali

Pot. termica nom. scambiatori a piastre e a fascio tubiero:	54 kW
Contenuto acqua scambiatori e tubazioni:	946 litri
Dislivello valvola di sicurezza- vaso espansione:	0 mt
Dislivello generatore-sommità impianto:	5 mt

Portata di scarico richiesta dall'impianto (come da norme capitolo R3b)

$$W=P/0,58$$

$$W= 54 / 0,58 = 93,10 \text{ kg/h}$$

Valvole adottate

Costruttore		CALEFFI	
Tipo		527	
Diametro nominale	(Dv)	1/2"	
Diametro orificio	(Do)	15	mm
Coefficiente di efflusso	(K)	0,79	
Portata di scarico vapore	(W)	246,36	kg/h
Potenza termica scaricabile	(Qt)	143,2	kW
Numero di valvole	(Ns)	1	
Portata di scarico vapore totale	(Wt)	246,36	kg/h
Potenza termica scaricabile totale	(Qtv)	143,2	kW

Pressione di taratura	(Pt)	2,5	bar
Sovrapressione	(Sp)	10	%
Pressione di scarico	(Psc)	2,75	bar

Cod	VE01	Vaso di espansione
------------	-------------	---------------------------

Dati principali

Tipologia fluido	Acqua
(Va) Contenuto acqua scambiatore e tubazioni:	946 litri
(P1) Pressione assoluta di precarica impianto:	2,5 bar
(P2) Pressione massima assoluta di esercizio:	3,5 bar
(Tm)	
) Temperatura max (intervento termostato di blocco)	50 °C
Coefficiente di espansione acqua (0,31+3,9*10 ⁻⁴ ·Tm):	
(n) 4·Tm ² :	1,285
(Ve) Volume di espansione (Va·n/100):	12,16 litri
(D) Diametro interno tubo di espansione ($\sqrt{P/1,163}$):	18,00 mm

Volume del vaso richiesto dall'impianto (come da norme capitolo R3b)

$$V_n = V_e / (1 - P_1/P_2)$$

$$V_n = 12,16 / 0,29 = 42,55 \text{ litri}$$

Vasi adottati

Costruttore		-	
Tipo		-	
Pressione massima d'esercizio (relativa)	(Pev)	6	bar
Capacità del vaso (adottata)	(Cv ad)	80	litri
Numero di vasi		1	
Capacità totale dei vasi (adottata)		80	litri
Diametro interno tubo di espansione	(D)	21,7	mm

Scambiatore di disaccoppiamento
--

Cod	SC01	Scambiatore di calore a piastre
------------	-------------	--

Potenza termica utile	(Qu)	549	kW
Pressione massima d'esercizio	(Peg)	6	bar

Cod	PSV03	Valvola di sicurezza
------------	--------------	-----------------------------

Dati principali

Pot. termica nom. scambiatori a piastre e a fascio		
(P) tubiero:		549 kW
Contenuto acqua scambiatori e tubazioni:		232,1 litri
Dislivello valvola di sicurezza- vaso espansione:		0 mt
Dislivello generatore-sommità impianto:		5 mt

Portata di scarico richiesta dall'impianto (come da norme capitolo R3b)

$$W=P/0,58$$

$$W= \quad 549 / 0,58 \quad = \quad 946,55 \quad \text{kg/h}$$

Valvole adottate

Costruttore		CALEFFI	
Tipo		527	
Diametro nominale	(Dv)	1'1/4	
Diametro orificio	(Do)	32	mm
Coefficiente di efflusso	(K)	0,74	
Portata di scarico vapore	(W)	1648,09	kg/h
Potenza termica scaricabile	(Qt)	958,3	kW
Numero di valvole	(Ns)	1	
Portata di scarico vapore totale	(Wt)	1648,09	kg/h
Potenza termica scaricabile totale	(Qtv)	958,3	kW
Pressione di taratura	(Pt)	4,5	bar
Sovrapressione	(Sp)	10	%
Pressione di scarico	(Psc)	4,95	bar

Cod	VE03	Vaso di espansione
------------	-------------	---------------------------

Dati principali

Tipologia fluido		Acqua
(Va) Contenuto acqua scambiatore e tubazioni:		232,1 litri
(P1) Pressione assoluta di precarica impianto:		2,5 bar
(P2) Pressione massima assoluta di esercizio:		5,5 bar
(Tm) Temperatura max (intervento termostato di blocco)		100 °C

Coefficiente di espansione acqua ($0,31+3,9 \cdot 10^{-4} \cdot T_m^2$):	4,21
(n) $4 \cdot T_m^2$:	9,77 litri
(Ve) Volume di espansione ($V_a \cdot n / 100$):	
(D) Diametro interno tubo di espansione ($\sqrt{P/1,163}$):	21,73 mm

Volume del vaso richiesto dall'impianto (come da norme capitolo R3b)

$$V_n = V_e / (1 - P_1/P_2)$$

$$V_n = 9,77 / 0,55 = 17,91 \text{ litri}$$

Vasi adottati

Pressione massima d'esercizio (relativa) (Pev)	10	bar
Capacità del vaso (adottata) (Cv ad)	35	litri
Numero di vasi	1	
Capacità totale dei vasi (adottata)	35	litri
Diametro interno tubo di espansione (D)	27,4	mm

Circuito di recupero calore dai prodotti della combustione

Cod	CF01	Scambiatore di calore a fascio tubiero
------------	-------------	---

Costruttore	APROVIS	
Modello	0	
Potenza termica utile (Qu)	450	kW
Pressione massima d'esercizio (Peg)	6	bar

Cod	PSV04	Valvola di sicurezza
------------	--------------	-----------------------------

Dati principali

(P) Pot. termica nom. scambiatori a piastre e a fascio tubiero:	999 kW
Contenuto acqua scambiatori e tubazioni:	1687,3 litri
Dislivello valvola di sicurezza- vaso espansione:	0 mt
Dislivello generatore-sommità impianto:	5 mt

Portata di scarico richiesta dall'impianto (come da norme capitolo R3b)

$$W = P / 0,58$$

$$W = 999 / 0,58 = 1722,41 \text{ kg/h}$$

Valvole adottate

Costruttore		CALEFFI	
Tipo		527	
Diametro nominale	(Dv)	1'1/4	
Diametro orificio	(Do)	32	mm
Coefficiente di efflusso	(K)	0,74	
Portata di scarico vapore	(W)	1648,09	kg/h
Potenza termica scaricabile	(Qt)	958,3	kW
Numero di valvole	(Ns)	2	
Portata di scarico vapore totale	(Wt)	3296,18	kg/h
Potenza termica scaricabile totale	(Qtv)	1916,6	kW
Pressione di taratura	(Pt)	4,5	bar
Sovrapressione	(Sp)	10	%
Pressione di scarico	(Psc)	4,95	bar

Cod	PI	Indicatore di pressione
------------	-----------	--------------------------------

Indicatore di pressione con segnalazione della pressione massima di esercizio con quadrante graduato in bar con fondo scala compreso tra 1,25 e 2 pme e con appendice per strumento di controllo a disco piano del diametro di 40 mm e spessore di 4 mm.

Fondo scala manometro		6	bar
Quantità		1	

Cod	PSHH02	Pressostato di blocco
------------	---------------	------------------------------

Pressostato di blocco a riarmo manuale di tipo omologato.

Pressione di taratura pressostato	(Ppr)	3,5	bar
Quantità		1	

Cod	PSLL02	Pressostato di minima
------------	---------------	------------------------------

Pressostato di minima a riarmo manuale di tipo omologato.

Pressione di taratura pressostato	(Ppr)	0,5	bar
-----------------------------------	-------	------------	-----

Quantità	1
----------	----------

Cod	TSH01	Termostato di regolazione
------------	--------------	----------------------------------

Interruttore termico automatico di regolazione di tipo omologato tarato ad una temperatura non superiore a 95°C

Quantità	1
----------	----------

Cod	TSHH01	Termostato di sicurezza
------------	---------------	--------------------------------

Interruttore termico automatico di blocco di tipo omologato tarato ad una temperatura non superiore a 100°C.

Quantità	1
----------	----------

Cod	TI	Indicatore di temperatura
------------	-----------	----------------------------------

Indicatore di temperatura con scala graduata in °C e fondo scala di 120°C.

Quantità	1
----------	----------

Cod	TW	Pozzetto per termometro di controllo
------------	-----------	---

Pozzetto per inserzione termometro di controllo con diametro interno non inferiore a 10 mm.

Quantità	1
----------	----------

Cod	F	Flussostato
------------	----------	--------------------

Flussostato per tubazioni da 1 a 8 pollici.

Campo di temperatura	-30/120	°C
----------------------	----------------	----

Pressione massima d'esercizio	10	bar
-------------------------------	-----------	-----

Cod	VE04	Vaso di espansione
------------	-------------	---------------------------

Essendo l'impianto intercettabile, è richiesta l'installazione di un vaso di espansione a corredo della quota parte dell'impianto di riscaldamento relativo alla caldaia fumi e allo scambiatore di disaccoppiamento del cogeneratore.

Dati principali

Tipologia fluido	Acqua
(Va) Contenuto acqua scambiatore e tubazioni:	1455,2 litri
(P1) Pressione assoluta di precarica impianto:	2,5 bar
(P2) Pressione massima assoluta di esercizio:	5,5 bar
(Tm)	
) Temperatura max (intervento termostato di blocco)	100 °C
) Coefficiente di espansione acqua (0,31+3,9*10 ⁻⁴ -	
(n) 4*Tm ²):	4,21

(Ve) Volume di espansione ($V_a \cdot n / 100$):	61,26 litri
(D) Diametro interno tubo di espansione ($\sqrt{P/1,163}$):	29,31 mm

Volume del vaso richiesto dall'impianto (come da norme capitolo R3b)

$$V_n = V_e / (1 - P_1/P_2)$$

$$V_n = 61,26 / 0,55 = 112,32 \text{ litri}$$

Tipo		-	
Pressione massima d'esercizio (relativa) (Pev)		10	bar
Capacità del vaso (adottata) (Cv ad)		150	litri
Numero di vasi		1	
Capacità totale dei vasi (adottata)		150	litri
Diametro interno tubo di espansione (D)		42	mm

Cod	TSV01	Valvole di scarico termico
------------	--------------	-----------------------------------

Dati principali

(P) Pot. termica nom. scambiatori a piastre e a fascio tubiero:	999 kW
---	--------

Portata di scarico richiesta dall'impianto (reintegro parziale assimilato a mancato reintegro)

$$Q = P / 0,029 \text{ (l/h)}$$

$$Q = 999 / 0,029 = 15517,24 \text{ l/h}$$

Valvole adottate

Costruttore		CALEFFI	
Tipo		542	
Pressione nominale (PN)		10	
Diametro orificio (Do)		1"1/2	
Diametro scarico (Ds)		1"1/2	
Temperatura di taratura (T ₀)		98	°C
Temperatura di scarico (T ₁)		104	°C
Temperatura di richiusura (T ₂)		95	°C
Temperatura di intervento di emergenza (Te)		99	°C

Coefficiente di portata normale	(Kvn)	20300	l/h
Coefficiente di portata emergenza	(Kve)	20300	l/h
Portata di scarico singola valvola	(G)	14404	l/h
Numero di valvole	(Ns)	2	
Portata di scarico totale valvole	(Gtot)	28808	l/h

NOTA BENE

L'intervento delle apparecchiature I.N.A.I.L. (Termostati di regolazione e di sicurezza, valvola scarico termico) viene trasmesso direttamente al quadro del cogeneratore che fa bloccare l'apporto del combustibile oltre a mettere in by-pass i fumi attraverso l'impiego di elettro-valvole a farfalla sul condotto fumi e spegnere il motore (chiudendo di fatto anche le valvole di intercettazione del gas).

7.0 FASCICOLO DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI

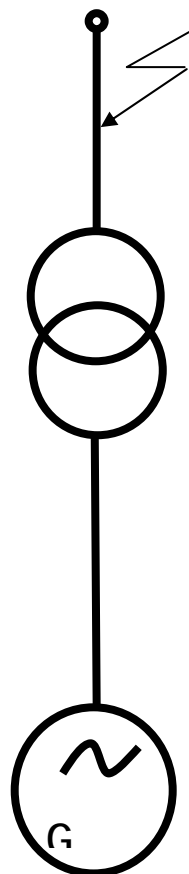
Il presente paragrafo ha lo scopo di esporre i criteri ed i risultati dei dimensionamenti relativi alle caratteristiche dei componenti elettrici principali relativi al progetto esecutivo del sistema di cogenerazione alimentato a gas naturale prelevato dalla locale rete di distribuzione, sito presso il "COMPLESSO DELLA REGGIA DI VENARIA REALE".

7.1 CONTRIBUTO DEL MOTORE ALLA CORRENTE DI CORTO CIRCUITO

Di seguito viene riportato il calcolo del contributo alla corrente di corto circuito in caso di guasto in Media Tensione. Il risultato è ottenuto con i calcoli di cui alla norma CEI 11-25.

È necessario calcolare le potenze di cortocircuito dei vari elementi costituenti la rete (trasformatori – generatori – cavi) per poi determinare la potenza di cortocircuito complessiva nel punto in cui si vuole calcolare la corrente di guasto. Flussi di potenza dovuti ad elementi che lavorano in parallelo possono essere ridotti con la formula della serie di resistenze; invece flussi di potenza dovuti ad elementi che lavorano in serie possono essere ridotti con la formula del parallelo delle resistenze.

Per il calcolo del contributo al corto circuito di un singolo generatore è necessario conoscere i seguenti dati:



I_{kPSU} 0,2316 kA da CEI 11-25

Trasformatore

VrTHV	22	kV	Tensione Lato Alta
VrTLV	0,4	kV	Tensione Lato Bassa
Ukr	6	%	Tensione c.to c.to
SrT	1,25	MVA	Potenza apparente trasformatore
PkrT	0,0141	MVA	Perdite totali a carico

I_{kPSU} 51,245 kA da CEI 11-25

Generatore

VrG	0,4	kV	Tensione generatore
-----	-----	----	---------------------

SrG	1,335	MVA	Potenza generatore
x"d	0,09	p.u.	Reattanza subtransitoria

Con tali dati possiamo ricavare rispettivamente l'impedenza del trasformatore e l'impedenza del generatore:

Impedenza trasformatore	
$Z_T = \frac{u_{kr}}{100\%} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}}$	ZT= 23,232 ohm
$R_{T1} = \frac{P_{krT1}}{3I_{rT1}^2} = \frac{P_{krT1} U_{rT1}^2}{S_{rT1}^2}$	RT= 4,368 ohm
$X_{T1} = \sqrt{Z_{T1}^2 - R_{T1}^2}$	XT= 22,818 ohm

Impedenza Generatore	
$\underline{Z}_G = R_G + jX_d''$	$R_G = 0,05 X_d''$ per gli alternatori in cui $U_{rG} > 1kV$ e $S_{rG} \geq 100$ MVA $R_G = 0,07 X_d''$ per gli alternatori in cui $U_{rG} > 1kV$ e $S_{rG} < 100$ MVA $R_G = 0,15 X_d''$ per gli alternatori in cui $U_{rG} \leq 100$ MVA
$X_d'' = x_d'' \frac{U_{rG}^2}{S_{rG}}$	
	X"d= 0,0108 ohm
	RG= 0,0016 ohm

Considerando:

RG	0,15	X"d
Cmax	1	Fattore di tensione
Cosφ	0,8	teorico

L'impedenza equivalente lato alta risulta pertanto:

Impedenza equivalente lato alta

$$Z_{PSU} = K_{PSU} (t_r^2 Z_G + Z_{THV})$$

$$K_{PSU} = \left(\frac{t_r}{t_r}\right)^2 \cdot \frac{C_{max}}{1 + (x_d'' - x_T) \sin \varphi_{rG}} = \frac{\frac{U_{nQ}^2}{U_{rG}^2} \cdot \frac{U_{rTLV}^2}{U_{rTHV}^2}}{1 + (x_d'' - x_T) \sin \varphi_{rG}} \cdot \frac{C_{max}}{1 + (x_d'' - x_T) \sin \varphi_{rG}}$$

$x_T = X_T / (U_{rT}^2 / S_{rT})$ = 1

con

xT=	0,0589 ohm
KPSU=	0,982 ohm
tr	55,50

Da cui l'impedenza equivalente:

Impedenza equivalente

ZPSU= 9,0925 + J 54,4322 ohm

ZPSU= 55,1864 ohm

Che permette di calcolare il contributo al cortocircuito del singolo generatore:

$$I_k'' = \frac{c U_n}{\sqrt{3} Z_k} = \frac{c U_n}{\sqrt{3} \sqrt{R_k^2 + X_k^2}}$$

Nel calcolo è stata esclusa le resistenze dei cavi, che possiamo considerare trascurabili.

Possiamo assumere quindi:

IkPSU1 0,2316 kA

Dove:

Ikpsu = corrente di corto circuito dovuta al generatore elettrico

7.2 VENTILAZIONE LOCALE ELETTRICO TRASFORMATORE

Di seguito viene riportato il calcolo per il dimensionamento della ventilazione forzata del locale elettrico trasformatore, necessario per lo smaltimento del calore generato dalla macchina nel suo funzionamento ordinario.

VENTILAZIONE LOCALE TRASFORMATORE

L'impianto è stato dimensionato considerando i seguenti dati di progetto:

Dati di progetto	[u.m.]	
Potenza termica dissipata dal trasformatore + carichi secondari	kW	30
Temperatura massima interna alla cabina di trasformazione (T1)	°C	40
Temperatura massima aria immessa (T2) (mezze stagioni - estivo fermo)	°C	32

La potenza termica da dissipare è:

$$P_{\text{diss.}} = 30,00 \times 1,1 = 33 \text{ kW} = 28.380 \text{ Kcal/h}$$

La portata d'aria necessaria per smaltire la potenza termica prodotta è:

$$Q = \frac{28.380}{8 \times 0,24} / 0,87 = 12.860 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dove:

- 28.380 = Potenza termica da dissipare
- 8 = ΔT (T1-T2)
- 0,24 = kcal/kg Calore specifico dell'aria
- 0,87 = m^3/kg Densità dell'aria alla temperatura d'esercizio

Q=	214 m^3/min
Q=	3,57 m^3/s
Velocità limite per non sollevare polvere in cabina	5 m/s
Apertura netta necessaria	0,71 m^2
Riduzione per griglie	5%
Apertura lorda necessaria	0,75 m^2
N° aperture possibili	2 , una per anta
Larghezza apertura	0,5 m per anta
Altezza apertura	0,75 m

7.3 CALCOLI COORDINAMENTO CAVO - INTERRUTTORE

Di seguito vengono riportate le tabelle di coordinamento cavo – interruttore, ossia tutte le verifiche elettriche eseguite per la redazione dei quadri elettrici con annesse linee elettriche. Ogni circuito è stato dimensionato e verificato per la precisa Potenza riportata sia negli schemi dei quadrici elettrici che nelle seguenti tabelle.

