



# Comune di BALME

## CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

### REGIONE PIEMONTE

PROGETTO

Complemento per lo Sviluppo Rurale della Regione Piemonte  
2023-2027, adottato con DGR n.17-6532 del 20.02.2023 e  
s.m.i - INTERVENTO SRD 08  
Azione 2 BANDO Produzione di energia termica da fonti  
rinnovabili ad uso collettivo.

Lavori di rifacimento riscaldamento locali comunali siti in  
Via capoluogo 139

FASE  
PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO  
RELAZIONE SPECIALISTICA E CALCOLI

PROGETTISTA

**Ing. Domenico CASTALDO**  
Iscr. n°8630 Y Ordine Ingegneri di Torino  
C.F. CST DNC 73M18 H355W  
P.IVA 08479080015  
Via Treviso n. 12 CAP 10144 - Torino

APPROVAZIONE



CODICE LAVORO  
**2520**

NOME FILE  
2520\_17\_ESE\_GE\_RSP\_17 - RELAZIONE SPECIALISTICA E CALCOLI

SCALE DISEGNO

UNITA' DI MISURA  
cm

ELABORATO  
**RSP**

POSIZIONE ARCHIVIO  
Z:\\_Lavoro\2025\2520\PROGETTO

| Data       | Revisione | Descrizione     | Eseguito | Controllato | Emesso   |
|------------|-----------|-----------------|----------|-------------|----------|
| 09/12/2025 | 0         | PRIMA EMISSIONE | FRISINA  | CASTALDO    | CASTALDO |
|            |           |                 |          |             |          |
|            |           |                 |          |             |          |
|            |           |                 |          |             |          |
|            |           |                 |          |             |          |
|            |           |                 |          |             |          |

|       |                                                                                                                        |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | PREMESSA .....                                                                                                         | 3  |
| 2     | RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI (NAZIONALI, UE, REGIONE PIEMONTE, NORME UNI/UNI EN) 3                                  |    |
| 2.1   | Normativa e regolamenti (UE e Nazionali).....                                                                          | 3  |
| 2.2   | Regione Piemonte – qualità dell'aria e biomassa .....                                                                  | 3  |
| 2.3   | Norme tecniche UNI / UNI EN (principali) .....                                                                         | 3  |
| 2.4   | Norme CEI per impianti elettrici .....                                                                                 | 3  |
| 3     | ELENCO DELLE OPERE .....                                                                                               | 4  |
| 3.1   | Inquadramento generale dell'intervento .....                                                                           | 4  |
| 3.2   | Nuovo Locale Caldaia .....                                                                                             | 5  |
| 3.2.1 | Caratteristiche tecnico-funzionali principali .....                                                                    | 5  |
| 3.2.2 | Prestazioni energetiche e ambientali .....                                                                             | 7  |
| 3.3   | Sistema di accumulo inerziale (puffer) .....                                                                           | 7  |
| 3.4   | Rete di distribuzione e circuiti idraulici .....                                                                       | 7  |
| 3.5   | Sistema di circolazione e regolazione .....                                                                            | 7  |
| 3.6   | Sicurezza impiantistica e dispositivi di protezione (INAIL) .....                                                      | 8  |
| 4     | PRESCRIZIONI PER IMPIANTI ELETTRICI .....                                                                              | 8  |
| 4.1   | Prescrizioni per l'installazione dell'impianto elettrico .....                                                         | 8  |
| 4.2   | Protezione contro i contatti diretti .....                                                                             | 8  |
| 4.3   | Protezione contro i contatti indiretti .....                                                                           | 8  |
| 4.4   | Dimensionamento dei conduttori.....                                                                                    | 9  |
| 5     | DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ .....                                                                                      | 10 |
| 6     | ALLEGATO TECNICO – Calcoli di Dimensionamento idraulico .....                                                          | 10 |
| 6.1   | Dati di progetto (assunti) .....                                                                                       | 10 |
| 6.2   | Legenda simboli e acronimi .....                                                                                       | 11 |
| 6.3   | Formule di calcolo (richiamo) .....                                                                                    | 11 |
| 6.4   | Calcolo perdita di carico – tratto acciaio DN50 (30 m max).....                                                        | 12 |
| 6.5   | Tabella sintetica dei risultati (ordine di grandezza).....                                                             | 12 |
| 7     | RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DISPOSITIVI DI SICUREZZA INAIL CENTRALE TERMICA A BIOMASSA (CIPPATO) – 80 KW ..... | 12 |
| 7.1   | Dati di progetto .....                                                                                                 | 12 |
| 7.2   | Calcolo del volume totale d'acqua dell'impianto .....                                                                  | 13 |
| 7.3   | Dimensionamento del vaso di espansione.....                                                                            | 13 |
| 7.3.1 | Dilatazione dell'acqua.....                                                                                            | 13 |
| 7.3.2 | Pressioni di riferimento .....                                                                                         | 13 |
| 7.3.3 | Formula di calcolo del volume vaso .....                                                                               | 13 |
| 7.4   | Valvola di sicurezza.....                                                                                              | 14 |
| 7.5   | Strumentazione e dispositivi di controllo .....                                                                        | 14 |
| 7.6   | Conclusioni .....                                                                                                      | 14 |



## **1 PREMESSA**

Il presente documento costituisce la relazione tecnico specialistica dei lavori di rifacimento riscaldamento locali comunali siti in Via capoluogo 139 presso il comune di Balme

L'impianto è progettato nel rispetto delle normative vigenti in materia di sicurezza, efficienza energetica e contenimento delle emissioni in atmosfera.

## **2 RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI (NAZIONALI, UE, REGIONE PIEMONTE, NORME UNI/UNI EN)**

### **2.1 Normativa e regolamenti (UE e Nazionali)**

- Regolamento (UE) 2015/1189 (Ecodesign) – requisiti di progettazione ecocompatibile per caldaie a combustibile solido;
- D.Lgs. 152/2006, Parte V – norme in materia di emissioni in atmosfera e combustione di biomasse
- D.M. 7 novembre 2017 n. 186 – disciplina certificazione ambientale dei generatori alimentati a biomasse combustibili solide (ove applicabile);
- D.P.R. 74/2013 – esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici;
- D.M. 37/2008 – realizzazione degli impianti a regola d'arte e dichiarazione di conformità (Di.Co.);
- D.M. 1 dicembre 1975 – sicurezza degli impianti ad acqua calda (denuncia INAIL) e relativa Raccolta R INAIL;
- D.P.R. 151/2011 e s.m.i. – attività soggette a controlli di prevenzione incendi (VVF), ove applicabile
- D.M. 3 agosto 2015 (Codice di prevenzione incendi) e s.m.i., ove applicabile alla specifica attività/locale;

### **2.2 Regione Piemonte – qualità dell'aria e biomassa**

- D.G.R. Piemonte n. 42-5805 del 20/10/2017 e s.m.i. – misure per la qualità dell'aria e limitazioni/criteri per generatori a biomassa legnosa;
- D.G.R. Piemonte 14/09/2018 n. 75-38 (e s.m.i.) – aggiornamenti/integrazioni alle misure temporanee omogenee (Bacino Padano) con limitazioni sull'uso/installazione di generatori a biomassa;
- Piano Regionale di Qualità dell'Aria (PRQA) e aggiornamenti – misure strutturali e temporanee sul riscaldamento civile;

### **2.3 Norme tecniche UNI / UNI EN (principali)**

- UNI EN 303-5 – Caldaie per riscaldamento alimentate a combustibili solidi (prove, prestazioni, emissioni);
- UNI 8065 – Trattamento dell'acqua negli impianti di climatizzazione e produzione ACS (fino a 110 °C);
- UNI 10412-1 / UNI 10412-2 (ove applicabili) – criteri di sicurezza/progettazione per impianti di riscaldamento ad acqua calda in pressione;
- EN ISO 17225-4 – Specifiche e classi del combustibile (cippato);
- Norme UNI/CEI di impianto per posa, isolamento, apparecchiature e componenti (valvole, vasi, sicurezza), e manualistica del costruttore;

### **2.4 Norme CEI per impianti elettrici**

- CEI 20-40/1-1; EC (2024-08)- Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U).

- CEI 20-45 –. Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV.
- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- CEI 64-8 1/2/3/4/5/6/7/8/9 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c VII edizione (2012).

### **3 ELENCO DELLE OPERE**

#### **3.1 Inquadramento generale dell'intervento**

L'intervento prevede la realizzazione/adequamento di una centrale termica alimentata a biomassa legnosa (cippato), finalizzata alla produzione di energia termica per il riscaldamento degli ambienti e, se previsto, per la produzione di acqua calda tecnica. La soluzione a biomassa consente di ridurre l'impiego di combustibili fossili e valorizzare una fonte rinnovabile, con gestione automatizzata del generatore e controllo continuo dei parametri di combustione.

L'intervento in progetto prevede:

- [1] Realizzazione di un nuovo locale caldaia e relativo deposito per stoccaggio cippato con sistema di alimentazione dal piano stradale. L'intervento è meglio descritto nella tavola di progetto dedicata.
- [2] Nuovo impianto di centrale termica comprensivo di
  - distribuzione primaria con circuito anticondensa in uscita dal generatore;
  - sicurezze INAIL;
  - sistema di contabilizzazione del calore diretto per impianti di riscaldamento completo di integratore elettronico; dotato di display (LCD), - coppia sonde di temperatura; - coppia pozzetti a Y;
  - circolatori primari e secondari;
  - collettore di zona da 4";
  - serbatoio inerziale da 1600 litri;
  - sistemi di regolazione; accessori;
- [3] Distribuzione in tubo preisolato flessibile PEX doppio (mandata + ritorno), DN 50 mm, isolamento in poliuretano spessore 40 mm, guaina esterna corrugata in PEHD, posato a circa 70–80 cm di profondità su letto di sabbia. Il sistema di tubazione preisolata dovrà essere idoneo all'uso in impianti di teleriscaldamento e garantire affidabilità, durata e prestazioni almeno equivalenti a quelle dei principali sistemi certificati presenti sul mercato. Non sono ammessi sistemi privi di barriera antidiffusione ossigeno o non corredati da schede tecniche complete.
- [4] Nuova canna fumaria da raccordare alla canna esistente. La canna dovrà essere provvista di elemento controllo fumi per ispezione e per termometro conforme ai requisiti di Legge.
- [5] Raccordi ad impianti esistenti mediante scambiatori di calore a piastre brasate (acqua/acqua), potenza  $\geq 40$  kW. Condizioni di progetto: primario 80/70 °C, secondario 70/60 °C; portata per lato 3,44 m<sup>3</sup>/h. Perdite di carico massime ammesse:  $\Delta p \leq 20$  kPa per lato alla portata nominale ( $\approx 2,0$  m c.a.). Materiali: piastre AISI 316 (o equivalente), brasatura rame o nichel; PN  $\geq 10$  bar; T max  $\geq 110$  °C. Obbligo di scheda tecnica con  $\Delta p$  per lato alle condizioni di progetto. Per la centrale termica a servizio dell'edificio 1 andrà anche previsto un accumulo inerziale da minimo 400 litri.
- [6] Realizzazione delle alimentazioni elettriche a servizio del nuova centrale termica-

### **3.2 Nuovo Locale Caldaia**

La nuova centrale termica verrebbe realizzata negli spazi adiacenti l'edificio 2, sotto l'area destinata a "terrazza belvedere"

Il generatore di calore previsto è una caldaia automatica a cippato di legna, potenza nominale 80 kW, idonea al funzionamento modulante in funzione del fabbisogno termico dell'edificio e alla gestione con accumulo inerziale (puffer).

#### **3.2.1 Caratteristiche tecnico-funzionali principali**

- Potenza termica nominale: 80 kW (funzionamento modulante)
- Combustibile: cippato di legna conforme a EN ISO 17225-4 (qualità e granulometria secondo prescrizioni del costruttore)
- Regolazione combustione: controllo Lambda con sonda Lambda per ottimizzazione aria/combustibile su diverse qualità di cippato
- Sistema di alimentazione e sicurezza antiritorno fiamma: coclea/alimentazione automatica con valvola stellare/rotativa e dispositivi di sicurezza integrati
- Accensione automatica (accenditore ad alta durata)
- Pulizia automatica: pulizia automatica delle superfici di scambio (sistema tipo WOS) e gestione automatica delle ceneri (secondo configurazione)
- Ventilazione fumi modulante ad alta efficienza (motori EC) e gestione depressione/tiro
- Camera di combustione ad alta resistenza (materiali refrattari ad elevate prestazioni) per combustione stabile e basse emissioni
- Regolazione e supervisione: centralina digitale con gestione circuiti (fino a più zone), logiche di carica puffer, gestione ACS (se presente), diagnostica e funzioni di telecontrollo (se previste)
- Collegamenti e integrazioni: predisposizione per integrazione con impianto esistente e/o sistemi di supervisione (BMS) mediante interfacce di comunicazione (ove previsto)

Si prevede di utilizzare una caldaia avente le seguenti caratteristiche:

| Denominazione                                                                  |       | T4e 80 - 110                                                                                |             |              |                   |              |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------------|--------------|
|                                                                                |       | 80                                                                                          | 90          | 100          | 108 <sup>1)</sup> | 110          |
| Intervallo di potenza calorifica nominale                                      | kW    | 24,0 – 80,0                                                                                 | 27,0 – 90,0 | 30,0 – 100,0 | 32,4 – 108,0      | 33,0 – 110,0 |
| Rendimento della caldaia (NCV) con cippato di legna a carico nominale/parziale | %     | 93,6 / 94,0                                                                                 | 93,6 / 94,1 | 93,6 / 94,3  | 93,8 / 94,3       | 93,8 / 94,3  |
| Rendimento della caldaia (NCV) con pellet di legna a carico nominale/parziale  | %     | 96,3 / 94,9                                                                                 | 95,5 / 94,9 | 94,7 / 94,9  | 94,7 / 94,8       | 94,6 / 94,8  |
| Collegamento elettrico                                                         |       | 400 V / 50 Hz a prova di guasto C16A                                                        |             |              |                   |              |
| Peso caldaia (incl. stoker senza contenuto d'acqua)                            | kg    | 1160                                                                                        |             |              |                   |              |
| Capacità caldaia (acqua)                                                       | l     | 228                                                                                         |             |              |                   |              |
| Prevalenza disponibile della pompa <sup>2)</sup> (con $\Delta T = 20K$ )       | mbar  | 628                                                                                         | 566         | 525          | 473               | 460          |
| max. temperatura di esercizio ammessa                                          | °C    | 90                                                                                          |             |              |                   |              |
| Pressione di esercizio ammessa                                                 | bar   | 4                                                                                           |             |              |                   |              |
| Classe della caldaia a norma EN 303-5: 2012                                    |       | 5                                                                                           |             |              |                   |              |
| Livello del suono in aria                                                      | dB(A) | <70                                                                                         |             |              |                   |              |
| Combustibile ammesso a norma EN ISO 17225 <sup>3)</sup>                        |       | Parte 4: Cippato di legna classe A2 / P16S-P31S<br>Parte 2: Pellet di legna classe A1 / D06 |             |              |                   |              |
| Numero libretto delle verifiche                                                |       | PB 131                                                                                      | PB 132      | PB 133       | -                 | PB 134       |

1. T4e 108 disponibile solo in Italia  
2. Potenza della pompa meno la resistenza sul lato acqua nella caldaia  
3. Per informazioni dettagliate sul combustibile, si rimanda al capitolo "Combustibili ammessi" del manuale di istruzioni

**Dati del prodotto ai sensi del Regolamento (UE) 2015/1189**

| Denominazione                                                                             |    | T4e                                        |       |       |                   |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------|-------|-------|-------------------|-------|
|                                                                                           |    | 80                                         | 90    | 100   | 108 <sup>1)</sup> | 110   |
| Modalità riscaldamento                                                                    |    | automatica                                 |       |       |                   |       |
| Caldaia a condensazione                                                                   |    | no                                         |       |       |                   |       |
| Caldaia a combustibili solidi con impianto di cogenerazione                               |    | no                                         |       |       |                   |       |
| Apparecchio di riscaldamento combinato                                                    |    | no                                         |       |       |                   |       |
| Capacità dell'accumulatore                                                                |    | ↻ "accumulatore" ► 18]                     |       |       |                   |       |
| Combustibile preferito                                                                    |    | Cippato di legno, tenore di umidità 15-35% |       |       |                   |       |
| Calore utile generato a potenza calorifica nominale ( $P_n$ )                             | kW | 80                                         | 90    | 100   | 108               | 110   |
| Calore utile generato al 30% della potenza calorifica nominale ( $P_p$ )                  |    | 24,0                                       | 27,0  | 30,0  | 32,4              | 33,0  |
| Rendimento del combustibile a potenza calorifica nominale ( $\eta_n$ )                    | %  | 83,6                                       | 83,4  | 83,3  | 83,4              | 83,5  |
| Rendimento del combustibile al 30% della potenza calorifica nominale ( $\eta_p$ )         |    | 84,0                                       | 84,1  | 84,2  | 84,2              | 84,2  |
| Consumo di corrente ausiliaria a potenza calorifica nominale ( $e_{l_{max}}$ )            | kW | 0,114                                      | 0,126 | 0,138 | 0,138             | 0,138 |
| Consumo di corrente ausiliaria al 30% della potenza calorifica nominale ( $e_{l_{min}}$ ) |    | 0,047                                      | 0,051 | 0,056 | 0,056             | 0,057 |
| Consumo di corrente ausiliaria nella modalità 'pronto' ( $P_{SB}$ )                       |    | 0,009                                      | 0,012 | 0,015 | 0,014             | 0,014 |



| Denominazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   | T4e                                  |     |     |                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-----|-----|-------------------|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   | 80                                   | 90  | 100 | 108 <sup>1)</sup> | 110 |
| Termoregolatore utilizzato                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   | Lambdatronic H 3200                  |     |     |                   |     |
| Classe del termoregolatore                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   | II                                   | II  | II  | II                | II  |
| Contributo del termoregolatore all'indice di efficienza energetica di un impianto combinato                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | %                 | 2                                    | 2   | 2   | 2                 | 2   |
| Grado di utilizzazione annuale del riscaldamento $\eta_s$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | %                 | 80                                   | 80  | 81  | 81                | 81  |
| Emissioni annue di polveri (PM) dovute al riscaldamento <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | mg/m <sup>3</sup> | 8                                    | 6   | 4   | 5                 | 5   |
| Emissioni annue di composti gassosi organici (OGC) dovute al riscaldamento <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | mg/m <sup>3</sup> | < 3                                  | < 3 | < 3 | < 3               | < 3 |
| Emissioni annue di monossido di carbonio (CO) dovute al riscaldamento <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | mg/m <sup>3</sup> | 27                                   | 16  | < 4 | 5                 | 5   |
| Emissioni annue di ossidi di azoto (NOx) dovute al riscaldamento <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | mg/m <sup>3</sup> | 95                                   | 92  | 88  | 90                | 90  |
| Altri combustibili idonei                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   | Legno pressato sotto forma di pellet |     |     |                   |     |
| Grado di utilizzazione annuale del riscaldamento $\eta_s$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | %                 | 85                                   | 84  | 84  | 84                | 84  |
| Emissioni annue di polveri (PM) dovute al riscaldamento <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | mg/m <sup>3</sup> | 6                                    | 7   | 7   | 8                 | 8   |
| Emissioni annue di composti gassosi organici (OGC) dovute al riscaldamento <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | mg/m <sup>3</sup> | < 4                                  | < 4 | < 4 | < 4               | < 4 |
| Emissioni annue di monossido di carbonio (CO) dovute al riscaldamento <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | mg/m <sup>3</sup> | 22                                   | 22  | 22  | 22                | 22  |
| Emissioni annue di ossidi di azoto (NOx) dovute al riscaldamento <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | mg/m <sup>3</sup> | 113                                  | 114 | 114 | 114               | 114 |
| <sup>1.</sup> T4e 108 disponibile solo in Italia<br><sup>2.</sup> I valori di emissione specificati si riferiscono a fumi secchi con un contenuto di ossigeno del 10% e in condizioni normali a 0°C e 1013 millibar.<br>I valori di stima indicati sono stati arrotondati al numero naturale più vicino.<br>I valori contrassegnati da "<" rappresentano il limite di rilevamento relativo dei metodi di misurazione o delle configurazioni di dispositivi di misurazione utilizzati. |                   |                                      |     |     |                   |     |

### 3.2.2 Prestazioni energetiche e ambientali

Il generatore deve garantire elevati rendimenti stagionali e valori emissivi contenuti, in conformità alle prescrizioni applicabili (Ecodesign) e alle norme di prova per caldaie a biomassa. In fase di gara e di fornitura devono essere prodotti: scheda tecnica, certificazioni e report di prova del costruttore con indicazione di rendimento e principali inquinanti (polveri/PP, CO, COT, NOx) secondo norme applicabili (es. EN 303-5) e regolamenti europei. Qualora richiesto da disposizioni locali o da incentivi, dovrà essere documentata anche la classificazione ambientale secondo D.M. 186/2017 o equivalente.

### 3.3 Sistema di accumulo inerziale (puffer)

Sono previsti due serbatoi di accumulo inerziale (puffer) per un volume complessivo pari a 2000 litri (1600+400), installati sullo stesso circuito del generatore. L'accumulo consente di ottimizzare il funzionamento del generatore a biomassa riducendo le fasi transitorie, stabilizzando la temperatura di esercizio, migliorando il rendimento globale e garantendo continuità di servizio.

### 3.4 Rete di distribuzione e circuiti idraulici

La distribuzione del calore avviene tramite due circuiti principali con tubazione DN50, ciascuno con sviluppo pari a 40 m in andata (80 m complessivi A/R). Le linee sono realizzate con materiali idonei per acqua calda tecnica, con isolamento termico nei tratti fuori terra e adeguata protezione nei tratti interrati (se presenti). Sono previsti organi di intercettazione, bilanciamento e misura per consentire esercizio, manutenzione e taratura.

### 3.5 Sistema di circolazione e regolazione

La movimentazione del fluido termovettore è affidata a circolatori elettronici ad alta efficienza (ECM), dimensionati in funzione delle portate e delle perdite di carico dei circuiti e gestiti con logiche di regolazione



( $\Delta p$  costante/variabile o portata costante) in base alla configurazione delle zone. La regolazione della centrale integra la gestione della carica puffer e dei circuiti di distribuzione, adattando la potenza erogata ai reali fabbisogni termici.

### **3.6 Sicurezza impiantistica e dispositivi di protezione (INAIL)**

L'impianto è a vaso chiuso e rientra nell'ambito degli impianti ad acqua calda in pressione con potenza complessiva superiore a 35 kW. Sono previsti i dispositivi di sicurezza e controllo ai sensi del D.M. 1/12/1975 e della Raccolta R INAIL (es. vaso di espansione chiuso dimensionato, valvola/e di sicurezza non intercettabili, manometri e termometri con accessori, pressostati e termostati di blocco, dispositivi di sfiato e scarico), con installazione in posizioni accessibili e tarature coerenti con la pressione massima ammessa (3,5 bar) e con la temperatura massima di progetto (95 °C).

## **4 PRESCRIZIONI PER IMPIANTI ELETTRICI**

### **4.1 Prescrizioni per l'installazione dell'impianto elettrico**

La realizzazione degli impianti deve essere effettuata a regola d'arte, in particolare:

- Il diametro minimo dei tubi non deve essere inferiore a 16 mm.
- Il raggio di curvatura dei tubi deve essere tale da non danneggiare i cavi posati all'interno.
- Le condutture non devono essere installate in prossimità di tubazioni che producano calore, fumi o vapori.
- Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione (morsetti) con grado di protezione non inferiore a IPXXB (non sono ammesse giunzioni o derivazioni eseguite con attorcigliamento o nastratura).
- È preferibile eseguire le connessioni dei cavi di energia entro cassette aventi grado di protezione almeno IP52, in considerazione della presenza nel sottopavimento di polvere e di stillicidio in occasione del lavaggio del pavimento.
- Nelle connessioni non devono assolutamente essere ridotte le sezioni dei conduttori o lasciate parti attive scoperte.
- Le connessioni devono essere effettuate all'interno delle scatole di derivazione e non nei tubi o nelle scatole porta-apparecchi.

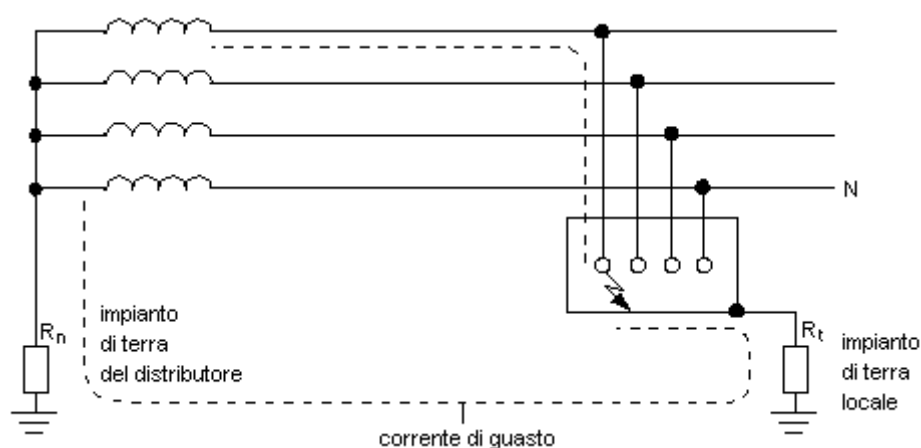
### **4.2 Protezione contro i contatti diretti**

La protezione dai contatti diretti è stata realizzata adottando un grado di protezione non inferiore a IPXXB.

Inoltre, le linee elettriche protette con un interruttore differenziale avente  $I_{dn} \leq 30$  mA, presentano una protezione aggiuntiva, come previsto dalla norma CEI 64-8/4 art. 412.5.

### **4.3 Protezione contro i contatti indiretti**

Il sistema TT il neutro e le masse sono collegate a due impianti di terra elettricamente indipendenti e la corrente di guasto a terra ritorna quindi al nodo di alimentazione attraverso il terreno. In impianti di questo tipo il neutro viene normalmente distribuito e la sua funzione è quella di rendere disponibile la tensione di fase (es. 230 V), utile per l'alimentazione dei carichi monofase degli impianti civili.



Saranno installati i dispositivi di interruzione automatica del circuito e saranno attuate tutte le soluzioni tecniche atte a garantire la protezione contro i contatti indiretti secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 64/8; in particolare essendo le reti di distribuzione del tipo TT sarà, in ogni punto della rete, verificata la relazione:

$$R_T < 50/I_a$$

dove:

$R_T$  è il valore della resistenza di terra [ $\Omega$ ]

$I_a$  è il valore della corrente che provoca l'apertura automatica del dispositivo di protezione (corrente differenziale nominale per dispositivi corredati di relè differenziale) entro  $5s.=3$

Essendo la corrente di intervento degli interruttori differenziali installati sui circuiti terminali pari a una  $I_a = 0,03A$  la resistenza di terra dovrà avere un valore massimo di  $1666,67 \Omega$ .

A seguito della misura effettuata sull'impianto, la resistenza di terra  $R_T$  risulta essere pari a circa  $3\Omega$ , pertanto la protezione contro i contatti indiretti risulta ampiamente garantita.

#### 4.4 Dimensionamento dei conduttori

Le condutture sono state dimensionate in modo da rispettare le due condizioni seguenti:

$$\begin{array}{ll} I_b \leq I_z & \text{CEI 64-8, art. 433.2} \\ \Delta u\% \leq 4\% & \text{CEI 64-8, art. 525} \end{array}$$

in cui:

$I_b$  = corrente di impiego del circuito;

$I_z$  = portata della conduttura nelle condizioni di posa previste;

$\Delta u\%$  = caduta di tensione percentuale corrispondente alla corrente di impiego  $I_b$ . Il valore del 4% è riferito al punto dell'impianto più distante dal gruppo di misura.

- **Colorazioni**

I cavi devono rispettare le colorazioni di cui alla Norma CEI 64-8/5:

- nero, grigio o marrone, per i conduttori di fase;
- blu chiaro, per il conduttore di neutro;
- bicolore giallo verde, per i conduttori di protezione ed equipotenziali.

- **Sezioni minime conduttori di rame**

1,5 mm<sup>2</sup> per le derivazioni dalla linea dorsale al singolo apparecchio illuminante.

- *Sezione minima dei conduttori neutri*

La sezione dei conduttori neutri non dovrà inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. delle norme CEI 64-8.

## **5 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ**

L'impresa che realizzerà l'impianto elettrico in oggetto ha l'abilitazione prevista, con l'iscrizione nel registro delle imprese di cui al decreto del Presidente della Repubblica 7 dicembre 1995, n. 581 e successive modificazioni, di seguito registro delle imprese, o nell'Albo provinciale delle imprese artigiane di cui alla legge 8 agosto 1985, n. 443, di seguito albo delle imprese artigiane, sono abilitate all'esercizio delle attività di cui all'articolo 1 del D.M. 37/08, se l'imprenditore individuale o il legale rappresentante ovvero il responsabile tecnico da essi preposto con atto formale, ed è **in possesso dei requisiti professionali di cui all'articolo 4 del D.M. 37/08**.

L'impresa che realizzerà l'impianto elettrico secondo la regola dell'arte, in conformità alla normativa vigente, è responsabile della corretta esecuzione degli stessi. Gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo, si considerano eseguiti secondo la regola dell'arte.

**Al termine dei lavori**, previa effettuazione delle verifiche previste dalla normativa vigente, comprese quelle di funzionalità dell'impianto, **l'impresa installatrice ha rilasciato, al committente, la dichiarazione di conformità degli impianti** realizzati nel rispetto delle norme di cui all'articolo 6 del D.M. 37/08

Di tale dichiarazione, resa sulla base del modello di cui all'allegato I del D.M. 37/08 fa parte integrante la relazione contenente la tipologia dei materiali impiegati, il possesso dei requisiti professionali di cui all'articolo 4 del D.M. 37/08, nonché il progetto di cui all'articolo 5.

## **6 ALLEGATO TECNICO – Calcoli di Dimensionamento idraulico**

### **6.1 Dati di progetto (assunti)**

Potenza termica:  $P = 80$  kW suddivisa su due circuiti

Salto termico di progetto:  $\Delta T = 10$  °C

Portata nominale singolo circuito e:  $Q = 0,86 \cdot P / \Delta T = 3.44$  m<sup>3</sup>/h ( $\approx 0.956$  L/s)

Linea primaria: PEX preisolato DN50 – lunghezza 40 m solo andata (80 m A/R)

Tratto aggiuntivo in acciaio DN50 – lunghezza massima 30 m (fuori terra/locale tecnico)

Scambiatore a piastre (acqua/acqua) a valle; puffer secondario: 400 L

Condizioni termiche (esempio): primario 80/70 °C, secondario 70/60 °C (contro-corrente)

Ipotesi scambiatore low- $\Delta p$ :  $\Delta p \leq 20$  kPa per lato alla portata nominale ( $\approx 2,0$  m c.a. per lato).

## **6.2 Legenda simboli e acronimi**

P: potenza termica [kW]

$\Delta T$ : salto termico tra mandata e ritorno [°C]

$\dot{m}$ : portata massica [kg/s]

Q: portata volumetrica [m³/h] o [m³/s] (specificare unità)

$c_p$ : calore specifico a pressione costante (acqua ~4180 J/kgK)

$\rho$ : densità del fluido (acqua ~1000 kg/m³, ordine di grandezza)

$\mu$ : viscosità dinamica [Pa·s]

A: sezione interna della tubazione [m²]

$D_i$ : diametro interno tubazione [m]

L: lunghezza del tratto considerato [m]

v: velocità media del fluido [m/s]

Re: numero di Reynolds (regime di moto)

$\epsilon$ : rugosità assoluta interna [m]

$\lambda$ : fattore d'attrito Darcy (adimensionale)

K: coefficiente di perdita localizzata (adimensionale)

$\Delta p$ : perdita di pressione [Pa] o [kPa]

H: perdita di carico / prevalenza [m c.a.]

g: accelerazione di gravità 9,81 m/s²

$\eta_{tot}$ : rendimento complessivo pompa+motore (adimensionale)

DN: diametro nominale

A/R: andata/ritorno (lunghezza complessiva del circuito)

HX: heat exchanger = scambiatore

BPHE: Braze Plate Heat Exchanger = scambiatore a piastre brasato

$\Delta p_{low-\Delta p}$ : scambiatore dimensionato a bassa perdita di carico (es.  $\leq 20$  kPa per lato)

m c.a.: metri di colonna d'acqua

## **6.3 Formule di calcolo (richiamo)**

Portata (formula impiantistica):  $Q \text{ (m³/h)} = 0,86 \cdot P \text{ (kW)} / \Delta T \text{ (°C)}$

Sezione:  $A = (\pi/4) \cdot D_i^2$

Velocità:  $v = Q/A$  (con Q in m³/s,  $Q[\text{m³/s}] = Q[\text{m³/h}]/3600$ )

Perdite lineari (Darcy–Weisbach):  $\Delta p_{lin} = \lambda \cdot (L/D_i) \cdot (\rho \cdot v^2/2)$

Conversione in metri colonna acqua:  $H_{lin} = \Delta p_{lin} / (\rho \cdot g)$

Perdite localizzate:  $\Delta p_{loc} = \Sigma K \cdot (\rho \cdot v^2 / 2) \Rightarrow H_{loc} = \Delta p_{loc} / (\rho \cdot g)$

Prevalenza totale pompa:  $H_{tot} = H_{lin} + H_{loc} + H_{HX} + H_{altri}$ , con margine +15–30% (PA).

Conversione: 1 m c.a. = 9,81 kPa (appross.: 10 kPa  $\approx$  1 m c.a.).

#### 6.4 Calcolo perdita di carico – tratto acciaio DN50 (30 m max)

Assunzioni geometriche e di calcolo (da verificare in esecutivo con la serie reale di tubo):

- Tubo acciaio DN50 (es. EN 10255 serie media): diametro interno  $D_i \approx 53$  mm (0,053 m).
- Portata:  $Q = 3.44$  m<sup>3</sup>/h = 0.000956 m<sup>3</sup>/s.
- Sezione  $A = \pi/4 \cdot D_i^2 = 0.002206$  m<sup>2</sup>.
- Velocità  $v = Q/A = 0.43$  m/s.
- Fattore d'attrito  $\lambda$ : assunto 0,02 (turbulento; valore tipico per acciaio in condizioni usuali).

Per  $L = 30$  m (solo andata del tratto acciaio):

- $H_{lin,30} = \lambda \cdot (L/D_i) \cdot (v^2/(2 \cdot g)) = 0.11$  m c.a. (solo perdite lineari).

Per completezza, se si considera andata+ritorno ( $L = 60$  m complessivi sul tratto acciaio):

- $H_{lin,60} = 0.22$  m c.a. (solo perdite lineari).

Nota: alle perdite lineari vanno sommate le perdite localizzate (curve, valvole, filtri, strumenti) secondo  $\Sigma K$  o lunghezze equivalenti, e la  $\Delta p$  del componente scambiatore (da dati costruttore).

#### 6.5 Tabella sintetica dei risultati (ordine di grandezza)

| Elemento                | DN   | L (m) | Q (m <sup>3</sup> /h) | v (m/s) | H <sub>lin</sub> (m c.a.) | Note                                                 |
|-------------------------|------|-------|-----------------------|---------|---------------------------|------------------------------------------------------|
| Tubo acciaio DN50       | DN50 | 30    | 3.44                  | 0.43    | 0.11                      | Solo perdite lineari ( $\lambda=0,02$ ; $D_i=53$ mm) |
| Tubo acciaio DN50 (A/R) | DN50 | 60    | 3.44                  | 0.43    | 0.22                      | Solo perdite lineari, andata+ritorno                 |

## 7 RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DISPOSITIVI DI SICUREZZA INAIL CENTRALE TERMICA A BIOMASSA (CIPPATO) – 80 KW

La presente relazione tecnica riassume e documenta i criteri di dimensionamento dei principali dispositivi di sicurezza INAIL per una centrale termica alimentata a biomassa (cippato di legna), con caldaia da 80 kW, funzionante a vaso chiuso, completa di accumuli inerziali (puffer) e circuiti di distribuzione. La relazione è redatta ai fini progettuali e di supporto alla documentazione per denuncia/verifica INAIL.

### 7.1 Dati di progetto

- Generatore: caldaia a cippato Fröling T4e – Potenza nominale 80 kW
- Temperatura massima di progetto: 95 °C

- Pressione massima di esercizio ammessa (PS): 3,5 bar
- Regime impianto: vaso chiuso
- Accumulo inerziale: n. 2 puffer – Volume totale 2000 L
- Volume acqua caldaia: circa 228 L
- Circuiti principali: n. 2 circuiti DN50, lunghezza 40 m solo andata ciascuno
- Lunghezza totale tubazioni DN50: 160 m (andata + ritorno)
- Dislivello geometrico massimo impianto: 10 m
- Quota vaso di espansione rispetto alla centrale: +0,5 m

## **7.2 Calcolo del volume totale d'acqua dell'impianto**

Il volume totale d'acqua dell'impianto è dato dalla somma dei volumi contenuti nel generatore, nei puffer e nelle tubazioni principali.

Volume caldaia:  $V_{cal} \approx 228 \text{ L}$

Volume puffer:  $V_{puf} = 2000 \text{ L}$

Volume tubazioni DN50:  
– contenuto medio  $\approx 2,2 \text{ L/m}$   
– lunghezza totale = 160 m  
 $\Rightarrow V_{tubi} \approx 160 \times 2,2 \approx 350 \text{ L}$

Volume totale impianto:

$V_{tot} = V_{cal} + V_{puf} + V_{tubi} \approx 228 + 2000 + 350 \approx 2578 \text{ L} \approx 2,58 \text{ m}^3$

## **7.3 Dimensionamento del vaso di espansione**

Il vaso di espansione è dimensionato considerando la dilatazione volumetrica dell'acqua tra la temperatura di riempimento (circa 10 °C) e la temperatura massima di progetto (95 °C).

### **7.3.1 Dilatazione dell'acqua**

Per il campo 10–95 °C si assume un coefficiente di dilatazione volumetrica medio:

$\varepsilon \approx 3,5\% = 0,035$

Volume di espansione:

$$V_e = \varepsilon \cdot V_{tot} = 0,035 \times 2578 \approx 90 \text{ L}$$

### **7.3.2 Pressioni di riferimento**

Pressione statica (dislivello 10 m):  $p_{stat} \approx 1,0 \text{ bar}$

Pressione minima a freddo consigliata:  $p_{fill} \approx 1,3 \text{ bar (g)}$

Precarica vaso:  $p_0 \approx 1,2 \text{ bar (g)}$

Valvola di sicurezza: taratura 3,0 bar (g)

### **7.3.3 Formula di calcolo del volume vaso**

Il volume minimo del vaso di espansione è calcolato con la relazione (legge dei gas ideali):

$$V_{vaso} \geq V_e / [ p_0 \cdot ( 1/p_1 - 1/p_2 ) ]$$

dove:

- $p_0$  = pressione assoluta di precarica del vaso
- $p_1$  = pressione assoluta a impianto freddo
- $p_2$  = pressione assoluta massima (intervento valvola sicurezza)

Sostituendo i valori:

$p_0 = 2,2$  bar ass.

$p_1 = 2,3$  bar ass.

$p_2 = 4,0$  bar ass.

$$\Rightarrow V_{\text{vaso}} \approx 220-230 \text{ L}$$

Scelta progettuale consigliata :

$\Rightarrow$  Vaso di espansione installato: 300 L totali  
(ad esempio n. 2 vasi da 150 L in parallelo)

#### **7.4 Valvola di sicurezza**

Ai sensi del D.M. 1/12/1975 e Raccolta R INAIL, ogni generatore a vaso chiuso deve essere protetto da almeno una valvola di sicurezza non intercettabile.

- Per il generatore da 80 kW si adotta:
- Valvola di sicurezza tarata 3,0 bar
- Attacco nominale DN25 (1")
- Capacità di scarico certificata conforme alla potenza del generatore
- Scarico convogliato in modo sicuro e visibile

#### **7.5 Strumentazione e dispositivi di controllo**

Sono previsti i seguenti dispositivi, installati in posizione conforme alle prescrizioni INAIL:

- Manometro: scala 0–6 bar, con rubinetto portamanometro e attacco per strumento di controllo
- Termometro: scala 0–120 °C, installato su pozzetto
- Pressostato di minima: intervento consigliato 0,6–0,8 bar
- Pressostato di blocco alta pressione: intervento 2,7–2,8 bar, riarmo manuale
- Termostato di blocco (STB): intervento 95–100 °C, riarmo manuale

#### **7.6 Conclusioni**

Il dimensionamento dei dispositivi di sicurezza risulta coerente con i dati di progetto, con le prescrizioni del D.M. 1/12/1975 e con i criteri della Raccolta R INAIL per impianti a biomassa a vaso chiuso. Le taglie individuate garantiscono un adeguato margine di sicurezza e risultano idonee per l'esercizio continuativo dell'impianto in ambito pubblico.