



COMUNE DI PADOVA

PROVINCIA DI PADOVA

LLPP EDP 2023/091 RIQUALIFICAZIONE DELLA
CENTRALE TERMICA DI PALAZZO MORONI E
RELATIVE SOTTOCENTRALI

PALAZZO MORONI

Via del Municipio, 1 - 35122 Padova (PD)

PROGETTO ESECUTIVO

DESCRIZIONE ELABORATO

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

Scala:	--	Elaborato:	APPR_2
N° Progetto:	23-28	CUP:	H92F23000370004
REVISIONE:	00	DATA EMISSIONE:	NOVEMBRE 2023

Progettista Impianti:

**Studio di Ingegneria
Nicola Cappellato Srl**

Via Guido Rossa, 7
35020 - Ponte San Nicolò (PD) 4577
Tel. 049 6458053
E-mail: info@studiocappellato.com

Responsabile Unico del Procedimento:

**Arch. Domenico
Lo Bosco**

Comune di Padova
Settore Lavori Pubblici
Via N. Tommaseo, 60
35131 - Padova (PD)

I presenti elaborati sono opera d'ingegno e tenuto conto dell'importanza che rivestono i medesimi, in quanto costituiscono il risultato di studi, scelte anche originali, esperienze e capacità di inventiva da parte della società Studio di Ingegneria Nicola Cappellato Srl, si vieta la divulgazione degli stessi, al fine di evitare che i medesimi possano essere diffusi e quindi portati a conoscenza di chi opera nello stesso settore, causando alla società Studio di Ingegneria Nicola Cappellato Srl un sicuro pregiudizio.

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	NORME E LEGGI.....	3
3.	STATO DI FATTO IMPIANTI TERMICI	5
4.	INTERVENTI IN PROGETTO	7
5.	DIMENSIONAMENTO GENERATORI E GIUSTIFICAZIONE ENERGETICA	10
6.	CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO E DI CALCOLO.....	11
7.	DIMENSIONAMENTO POMPE CIRCUITI DI RISCALDAMENTO.....	12
8.	NUOVE LINEE DI DISTRIBUZIONE CIRCUITI DA RIPRISTINARE.....	13
9.	VALVOLE TERMOSTATIZZABILI	15
10.	DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI.....	16
11.	LINEE ELETTRICHE	19
12.	AUTORIZZAZIONI, CONFORMITA', INDAGINI E DISPONIBILITA' DELLE AREE	20

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica descrive lo stato di fatto e gli interventi previsti per la riqualificazione tecnologica della centrale termica al servizio della Sede Municipale di "Palazzo Moroni" sita in via del Municipio n.1 nel comune di Padova (PD).

Sarà descritto lo stato di fatto, individuati i punti critici del sistema sotto l'aspetto impiantistico, energetico, funzionale, ambientale ed antinfortunistico e presentate le soluzioni previste. Saranno poi illustrati i principi di calcolo degli impianti con le principali giustificazioni e dimensionamenti rimandando poi agli elaborati di calcolo per gli eventuali dettagli.

2. NORME E LEGGI

Nella progettazione dell'opera e nella esecuzione degli impianti dovranno essere rispettate le norme tecniche, le leggi ed i regolamenti vigenti sotto indicati:

- Legge 09/01/1991 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;
- D.P.R. 26/08/1993 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 all'articolo 4 comma 4 della Legge 09/01/1991 n.10;
- D.P.R. 21/12/1999 n.551 – Regolamento recante modifiche al D.P.R. 26/08/1993 n.412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia;
- D.Lgs. 19/08/2005 n.192 – Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.Lgs. 29/12/2006 n.311 – Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. 19/08/2005 n.192, recante attuazione della Direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.P.R. 02/04/2009 n.59 – Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del D.Lgs. 19/08/2005 n.192, concernente attuazione della Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia;
- D.Lgs. 30/05/2008 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.Lgs. 04/07/2014 n.102 – Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE ed abroga le direttive 2004/08/CE e 2006/32/CE;
- D.M. 26/06/2015 – Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- D.M. 26/06/2015 – Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici;
- D.M. 23/06/2022 – Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi;
- D.Lgs. 03/04/2006 n.152 – Testo unico ambientale e ss.mm.ii.;
- D.Lgs. 09/04/2008 n. 81 – Attuazione dell'articolo 1 della Legge 03/08/2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.M. 01/12/1975 – Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione e Raccolta R INAIL (ex-ISPESL) edizione 2009;
- D.M. 12/12/1985 – Norme tecniche relative alle tubazioni;
- D.M. 08/11/2019 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio degli impianti per la produzione di calore alimentati da combustibili gassosi;
- D.M. 22/01/2008 n.37 – Norme per la sicurezza degli impianti;
- Legge 06/12/1971 n.1083 – Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile;
- Delibera AEEG 40/14 e s.m.i. – Disposizioni in materia di accertamenti della sicurezza degli impianti di utenza a gas;
- UNI EN ISO 6946:2008 – Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo;
- UNI 9860:2006 – Impianti di derivazione di utenza del gas: progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento;
- UNI EN ISO 10077-1:2007 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità;
- UNI EN ISO 10077-2:2012 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai;
- UNI EN ISO 10211:2008 – Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati;
- UNI EN 10255:2007 – Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura;
- UNI 10349:2016 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici;
- UNI 10351:2015 – Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto;
- UNI 10355:1994 – Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 10456:2008 – Materiali e prodotti per l'edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto;
- UNI/TS 11300-1:2014 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;

- UNI/TS 11300-2:2019 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali;
- UNI/TS 11300-3:2010 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- UNI/TS 11300-4:2016 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI 11528:2022 – Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW – Progettazione, installazione e messa in servizio;
- UNI/TR 11552:2014 – Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici - Parametri termofisici;
- UNI EN 12831:2006 – Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto
- UNI EN ISO 13370:2008 – Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo;
- UNI EN 13384:2015 – Camini - metodo di calcolo termico e fluido dinamico;
- UNI EN ISO 13786:2008 – Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo;
- UNI EN ISO 13789:2008 – Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 13790:2008 – Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento;
- UNI EN ISO 14683:2008 – Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento;
- UNI EN 15316-4-8:2011 – Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti;
- UNI EN 15603:2008 – Prestazione energetica degli edifici - Consumo energetico globale e definizione dei metodi di valutazione energetica;
- Norme CEI 11-8 Impianti di messa a terra.
- Norme CEI 11.17 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- Norme CEI 11.18 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni;
- Norme CEI 11-25 – Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti;
- Norme CEI 11-26 – Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti - Parte I: Definizioni e metodo di calcolo;
- Norme CEI dei CT 14; tutti i fascicoli applicabili, in particolare i fascicoli 14.4 e 14.32;
- Norme CEI 17-5 Interruttori automatici per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1000 V e per corrente continua a tensione nominale superiore a 1200 V
- Norma CEI 23-51 - Prescrizione per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- Norme CEI del CT 20, cavi per energia): tutti i fascicoli applicabili;
- Norme CEI del CT 62: tutti i fascicoli applicabili in particolare i fascicoli 62.5 e 62.10;
- Norme CEI 64-8 (tutte le parti) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a. e 1500V in c.c.
- Norme CEI 23-3 Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari (per tensioni nominale non superiore ai 415 V in corrente alternata)".
- Norme CEI 23-8 Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori".
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- Norme UNI – specifiche tecniche applicabili;
- Prescrizioni e regolamenti comunali applicabili.

3. STATO DI FATTO IMPIANTI TERMICI

3.1. CENTRALE TERMICA

La centrale termica è posta in un locale interno alla volumetria del fabbricato servito e confina per tre pareti verticali con altri locali, con il solaio con altri locali confina con un portico, mentre con una parete confina con spazio a cielo libero e con il pavimento con il terreno. L'accesso alla centrale avviene da spazio scoperto mediante porta metallica (classe 0 di reazione al fuoco) a doppia anta sprovvista del dispositivo di autochiusura. La centrale termica è soggetta al controllo da parte dei Vigili del Fuoco in quanto di potenzialità al focolare è compresa superiore a 700 kW, pertanto rientrante nell'attività 74.3.C di cui al D.P.R. n.151/11.

Il locale risulta adeguato all'uso per ubicazione strutture, inoltre gli spazi interni presenti consentono le operazioni di manutenzione e controllo previste.

L'alimentazione della centrale termica è a gas metano di rete, la linea si origina dal gruppo di misura posto in un locale dedicato ed aerato entro il confine di proprietà dell'edificio. La linea si sviluppa in parte con posa interrata ed in parte con percorso a vista in acciaio, esternamente alla centrale termica è presente un rubinetto di intercettazione azionabile in caso di emergenza entro cassetta di protezione dotata di vetro a frangere safe-crash. La posa delle tubazioni gas all'interno della centrale avviene completamente a vista e nel tratto finale di collegamento a ciascun bruciatore sono presenti una valvola di intercettazione omologata per gas, una valvola di intercettazione del combustibile, un giunto flessibile antivibrante ed una rampa gas.

All'interno della centrale termica sono presenti due caldaie tradizionali a basamento equipaggiate con bruciatori ad aria soffiata ed alimentate a gas metano di rete, la portata termica al focolare di ciascun generatore è pari a circa 580,0 kW per una portata termica totale di 1160,0 kW; lo scarico dei prodotti della combustione avviene mediante canali fumi in acciaio a doppia parete che si innestano su canne fumarie in acciaio mono parete intubate entro camino con sbocco sopra la copertura dell'edificio.

I generatori presentano tutti i dispositivi di sicurezza, regolazione e controllo previsti dalla normativa applicabile all'epoca di installazione degli stessi, l'espansione dell'impianto avviene mediante vaso aperto sito nel sottotetto della struttura. Sono presenti inoltre dei vasi del tipo chiusi al servizio di circuiti secondari idraulicamente separati dall'impianto termico principale mediante scambiatori di calore.

I generatori di calore alimentano un circuito primario che a sua volta conduce il fluido termovettore ad un collettore di distribuzione sito all'interno della sottocentrale principale posta in un locale tecnico dedicato al piano terra all'interno della volumetria del fabbricato servito.

Da tale collettore si originano i seguenti circuiti:

- Circuito "P6: Ufficio 3° piano Palazzo Scarpari, Concorsi, Pensioni, Personale": alimenta uno scambiatore di calore mediante un circolatore gemellare a tre velocità e dotato di valvola deviatrice, da tale scambiatore di calore poi il fluido termovettore viene distribuito mediante un ulteriore elettropompa gemellare a tre velocità;
- Circuito "P3: Uffici gabinetto sindaco, Cappella dei Nodari, Radiatori Sala Consiglio": del tipo miscelato mediante elettrovalvola a quattro vie ed alimentato da n.2 circolatori singoli a tre velocità installati in parallelo tra loro, uno di riserva all'altro;
- Circuito "P7: Palazzo Scarpari": del tipo miscelato mediante elettrovalvola a quattro vie ed alimentato da n.2 circolatori singoli a velocità variabile installati in parallelo tra loro, uno di riserva all'altro;
- Circuito "P5: Sala Anziani, Uffici Sala Anziani, Palazzo Scarpari P.T.: Commercio, Segreteria Generale": del tipo miscelato mediante elettrovalvola a quattro vie ed alimentato da n.2 circolatori singoli a tre velocità installati in parallelo tra loro, uno di riserva all'altro;
- Circuito "C1: 3° piano Ragioneria, Sala Giunta, Sala Consiglio, Presidente Consiglio, Ufficio Sindaco, Anticamera Ufficio Sindaco": del tipo diretto ed alimentato da un circolatore singolo a tre velocità;
- Circuito "P4: Sala Gruppi, Ufficio vicino Sala Gruppi": del tipo miscelato mediante elettrovalvola a tre vie ed alimentato da n.2 circolatori singoli a tre velocità installati in parallelo tra loro, uno di riserva all'altro;
- Circuito "P8: Sala Paladin, Sala Alvarez, Ufficio Vice-Sindaco": del tipo diretto ed alimentato da un circolatore gemellare a velocità variabile;
- Circuito "P2: Ufficio Relazioni col Pubblico, ex Scuderie": del tipo miscelato mediante elettrovalvola a tre vie ed alimentato da n.2 circolatori singoli a tre velocità installati in parallelo tra loro, uno di riserva all'altro.

All'interno della struttura sono inoltre presenti una ulteriore sottocentrale per la zona "Sala Alvarez - Sala Paladin" ed una sottocentrale al piano terzo.

Nella sottocentrale "Sala Alvarez - Sala Paladin" è presente uno scambiatore di calore alimentato dal circuito dedicato che si origina nella sottocentrale principale ed alimenta a sua volta un collettore di distribuzione da cui si originano n.2 circuiti miscelati da proprie elettrovalvole a tre vie e ciascuno alimentato da un proprio circolatore gemellare a velocità variabile. Tale collettore è servito anche da un gruppo frigo per il raffrescamento estivo degli ambienti.

La sottocentrale al piano terzo è alimentata dal circuito "C1" per il riscaldamento invernale e da un gruppo frigo dedicato per il raffrescamento estivo, dalla quale si originano n.6 circuiti, i quali sono al servizio dei terminali di impianto della zona servita e delle batterie calde e fredde dell'Unità di Trattamento Aria al servizio della Sala Consiglio.

I terminali presenti all'interno sono radiatori, ventilconvettori ed Unità di Trattamento Aria.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene all'interno dei vari servizi igienici mediante bollitori elettrici ad accumulo. L'impianto elettrico in centrale termica è protetto da sezionatore esterno, all'interno è installato un quadro elettrico a parete che ospita sia la parte di potenza che le centraline regolazione; da un esame visivo l'impianto appare in uno stato vetusto; la distribuzione elettrica avviene a vista mediante tubazioni e scatole di derivazione in pvc di adeguato grado di protezione. L'illuminazione ordinaria è realizzata mediante plafoniere contenenti tubi fluorescenti e presenta un sufficiente grado di illuminazione del locale, ed è presente un dispositivo di illuminazione di emergenza.

La regolazione dell'impianto è attuata mediante delle centraline di termoregolazione e telecontrollo che determinano l'accensione e lo spegnimento dei circuiti presenti tramite apposite sonde presenti negli ambienti riscaldati.

3.2. DISTRIBUZIONE E TERMINALI INTERNI OGGETTO DI PERDITE D'ACQUA

Sono state riscontrate delle perdite del fluido termovettore lungo alcune tratte, nello specifico:

- Un circuito con percorso entro controsoffitto al servizio delle cassette a 4 vie presenti in alcuni uffici della zona Ragioneria sita al 3° piano dell'edificio;
- Il circuito al servizio della zona "Ex Stalle/Scuderie";
- Collettori di distribuzione del fluido termovettore presenti nella sottocentrale "Sala Alvarez e Sala Paladin".

3.3. TERMINALI D'IMPIANTO

Al servizio dei vari locali dell'edificio sono presenti terminali di impianto quali ventilconvettori, radiatori e unità di trattamento aria.

Tutti i ventilconvettori presenti sono dotati di termostati ambiente non elettronici, così come i radiatori esistenti sono privi di valvole termostatiche. Dal punto di vista tecnologico, l'installazione di nuovi termostati ambiente elettronici e di valvole termostatiche consente una migliore regolazione per ogni singolo ambiente, migliorando il comfort all'interno degli ambienti stessi.

3.4. OBIETTIVI PROGETTUALI

Il progetto è stato sviluppato al fine di migliorare le situazioni critiche sopra indicate, si prevede di perseguire gli obiettivi in seguito indicati:

- Migliorare il rendimento globale medio stagionale dell'impianto con i seguenti interventi:
 - Generazione: nuovo sistema di generazione modulante a condensazione;
 - Distribuzione: nuove linee in multistrato isolate in sostituzione delle dorsali che presentano perdite;
 - Regolazione: nuovo sistema centralizzato di modulazione di potenza e temperatura climatica con autorità ambiente e regolazione ambiente per ambiente con termostati elettronici e valvole termostatiche.
- Migliorare la funzionalità dell'impianto grazie alla sostituzione delle parti di impianto che presentano perdite ed uno stato avanzato di corrosione, con ammodernamento parziale dell'impianto idronico;
- Migliorare il comfort interno agli ambienti grazie oltre ad una regolazione indipendente ambiente per ambiente. Saranno inoltre installati nuovi terminali quali ventilconvettori a pavimento nella zona "Ex Stalle/Scuderie" e ventilconvettori a cassetta a 4 vie negli uffici Ragioneria al 3° Piano per i quali verrà anche realizzata la nuova dorsale di alimentazione.

4. INTERVENTI IN PROGETTO

Il progetto mira all'ottimizzazione energetica e funzionale dell'impianto di generazione termica ottimizzando il rendimento medio stagionale e dunque riducendo i consumi a parità di energia resa all'impianto. Quest'ultimo obiettivo viene perseguito con l'installazione di n.2 nuovi generatori di calore a condensazione del tipo modulari con bruciatori premiscelati che porterà ad un incremento sensibile del rendimento di generazione e quindi del rendimento medio stagionale impiantistico, garantendo sia un risparmio energetico sia un miglior comfort all'interno degli ambienti. Nel seguito si approfondiscono gli interventi che saranno realizzati suddivisi per tipologia:

Sistema di produzione calore:

I generatori di calore presenti risultano vetusti ed in avanzato stato d'uso, considerata l'obsolescenza del sistema se ne prevede lo smantellamento a favore di nuovo sistema estremamente più performante dal punto di vista energetico. La tipologia di generatori esistenti limita sicuramente il rendimento medio stagionale dell'intero impianto riducendolo fortemente, incrementando i consumi e le emissioni inquinanti in atmosfera. Dal punto di vista ambientale è auspicabile pertanto l'installazione di nuovi generatori di calore modulari polibrucciatori a condensazione, in grado cioè di recuperare il calore latente dell'evaporazione dell'acqua presente nei prodotti della combustione per raggiungere altissimi livelli di rendimento. Ciascun generatore di calore è equipaggiato al proprio interno di più moduli caratterizzati dalla presenza di bruciatori modulanti premiscelati in grado di funzionare con portate minime dell'impianto, al limite anche nulle, questo aspetto comporterà un elevatissimo livello di modulazione della potenza erogata in ragione dell'effettiva richiesta termica dell'edificio, evitando sprechi e riducendo notevolmente i consumi di gas.

I circuiti primari ed il circuito secondario saranno tra loro disaccoppiati idraulicamente mediante uno scambiatore di calore per ciascun generatore di calore per consentire il funzionamento dei circuiti primari con un salto termico più elevato, esaltando i benefici della condensazione; inoltre gli scambiatori permetteranno di evitare sporcamenti all'interno dei nuovi generatori di calore preservandone il funzionamento nel corso degli anni. Per preservare anche il funzionamento degli scambiatori di calore saranno installati sul ritorno dell'impianto lato secondario per ciascun generatore un filtro ad Y ed un filtro defangatore magnetico per il trattenimento e lo smaltimento delle impurità sospese nel fluido termovettore.

La potenza del nuovo sistema di generazione sarà commisurata alle richieste dell'impianto esistente; la taglia infatti è stata determinata sulla base dei risultati ottenuti dalla analisi dell'immobile ed i cui dati sono riassunti nel prossimo capitolo, la diminuzione di potenza totale prevista non porterà ad un cambiamento di attività secondo il D.P.R. n.151/11, di fatto la centrale termica rimarrà attività 74.3.C (potenzialità superiore a 700 kW).

Organi di sicurezza, regolazione, controllo ed espansione:

Verranno installati tutti gli organi di sicurezza, regolazione e controllo previsti dalla normativa vigente sulla linea di mandata di ciascun nuovo generatore di calore e più precisamente: pozzetto di controllo per termometro campione, bulbo termostatico per valvola di intercettazione del combustibile, termometro omologato, manometro con ricciolo omologato, termostati di regolazione e sicurezza, pressostati di sicurezza e di minima, valvola di sicurezza con relativo imbuto di scarico. La circolazione del fluido termovettore agli organi di sicurezza, regolazione e controllo sarà garantita grazie all'asservimento elettrico dell'elettropompa di ciascun circuito primario gestita direttamente dalla centralina del generatore servito.

Anche sul circuito secondario verranno installati a valle di ciascun scambiatore di calore nuovi organi di sicurezza ed espansione, quali valvola di sicurezza con relativo imbuto di scarico, termometri e manometri.

Sia il circuito primario che il circuito secondario saranno corredati di propri vasi di espansione del tipo chiusi a membrana, pertanto saranno da realizzarsi opere idrauliche per la trasformazione dell'impianto da impianto a vaso aperto ad impianto a vaso chiuso.

Linea di adduzione del combustibile:

Saranno modificate le tratte finali di tubazione a vista interne alla centrale termica per il collegamento a ciascun nuovo generatore; i tratti finali di collegamento ad ogni generatore di calore saranno provvisti di valvola di intercettazione, filtro stabilizzatore di pressione, manometro, valvola ad azione positiva pilotata da capillare con sensore immerso nella tubazione di mandata dell'impianto e tubazione flessibile antivibrante. A valle del gruppo di misura gas metano saranno inoltre installati un rubinetto di intercettazione, una tubazione flessibile ed un punto di presa pressione gas metano.

Sistema di scarico fumi e trattamento della condensa:

Lo scarico dei fumi dei nuovi generatori di calore avverrà mediante canali fumi in acciaio inox a doppia parete che si innesteranno su canne fumarie in acciaio inox a parete singola in materiale rigido per il tratto iniziale che si sviluppa dalla centrale termica sino alla base del camino esistente, per poi proseguire in acciaio inox monoparete di tipo flessibile per intubarle all'interno delle canne fumarie esistenti presenti all'interno del camino. Alla base delle nuove canne fumarie in centrale termica verranno create dei sistemi di raccolta delle condense che saranno neutralizzate insieme a quelle prodotte

dai generatori di calore in un apposito neutralizzatore a sali che sarà presente in centrale termica prima di essere scaricata a perdere all'esterno della centrale termica o sul pluviale più vicino presente.

Lavaggio iniziale impianto, carico finale e sistema di trattamento acqua:

Prima di installare il nuovo sistema di produzione calore saranno iniettati nell'impianto prodotti chimici defanganti per il lavaggio dello stesso, tali prodotti saranno mantenuti in circolo fino a sciogliere le impurità presenti per poi essere scaricati insieme all'acqua dell'impianto. Sarà necessario poi attuare un lavaggio fino all'asportazione di tutti i residui presenti.

Al termine dei lavori di installazione dei nuovi generatori di calore si provvederà a caricare l'impianto con acqua addolcita trattata dal nuovo addolcitore installato ed al dosaggio di componenti chimici filmanti ed antincrostanti in opportuna proporzione in ragione del contenuto d'acqua presente.

Il nuovo sistema di trattamento acqua sarà costituito da un filtro, un addolcitore, un punto di dosaggio manuale anticorrosivo, contaltri e gruppi di carico automatico.

Nuovi elettrocircolatori a giri variabili, valvole termostatiche su radiatori e termostati elettronici per ventilconvettori:

Con il presente intervento di riqualificazione tecnologica si prevede anche l'installazione di valvole termostatiche antimanomissione, su tutti i radiatori presenti all'interno dell'edificio, ed all'installazione di nuovi termostati elettronici per ciascun ventilconvettore esistente, con la contestuale sostituzione degli elettrocircolatori dei rispettivi circuiti in modo che risultino a giri variabili e possano quindi adattarsi nel funzionamento alla variabilità di portata dell'impianto indotta dall'installazione delle teste termostatiche e dei termostati elettronici..

Nuove elettrovalvole miscelatrici a tre vie:

Con il presente intervento di riqualificazione tecnologica si prevede la sostituzione delle elettrovalvole miscelatrice a quattro vie presenti sui circuiti "P3", "P7" e "P5" con nuove elettrovalvole miscelatrici a tre vie al fine di consentire una corretta regolazione della temperatura del fluido termovettore a seconda dell'effettiva richiesta degli ambienti serviti e della temperatura esterna.

Si prevede l'installazione di una nuova elettrovalvola miscelatrice a tre vie anche sul circuito "C1" che attualmente ne è privo.

Impianto elettrico e sistema di regolazione:

Si provvederà alla sostituzione del quadro elettrico di potenza in centrale termica con uno nuovo, all'interno del quale saranno presenti i nuovi interruttori automatici di protezione dimensionati per le apparecchiature presenti e di nuova installazione e tutti i dispositivi necessari per l'interfaccia con il sistema di termoregolazione. La distribuzione esistente sarà mantenuta tranne per i collegamenti alle nuove apparecchiature che saranno rifatti laddove necessario.

Il sistema di termoregolazione esistente sarà ampliato con l'installazione di nuove centraline in grado di gestire la sequenza dei generatori di calore e la loro corretta modulazione sulla base dell'effettiva richiesta dell'impianto termico e sulla rilevazione della temperatura esterna, mentre saranno mantenute esistenti tutte le centraline presenti nel quadro elettrico di sottocentrale, in quanto in grado di controllare e registrare le temperature dei singoli circuiti e gli allarmi di tutte le apparecchiature in campo.

Le centraline di nuova installazione saranno poste all'interno del nuovo quadro elettrico in centrale termica.

All'interno della sottocentrale principale invece si provvederà alla modifica degli allacciamenti elettrici utilizzando interruttori esistenti e di nuova installazione per i nuovi elettrocircolatori e le nuove elettrovalvole miscelatrici a tre vie. La distribuzione esistente sarà mantenuta tranne per i collegamenti alle nuove apparecchiature che saranno rifatti laddove necessario.

Adeguamento antincendio locale centrale termica:

L'adeguamento antincendio consiste nell'installazione di un dispositivo di autochiusura della porta di accesso al locale centrale termica, la colorazione gialla della tubazione gas a vista nel locale contatore gas metano e nei tratti a vista privi di idonea colorazione e l'installazione di un dispositivo di illuminazione di emergenza in centrale termica.

Rifacimento linee di distribuzione circuito uffici "3° Piano Uffici Ragioneria":

Data la presenza di perdite lungo una rete di distribuzione al servizio di alcuni locali di tale zona, si prevede il rifacimento di tale linea con la posa di nuove tubazioni in multistrato opportunamente coibentato con percorso interno entro il controsoffitto esistente, pertanto si dovrà prestare particolare attenzione in fase di installazione alla rimozione dei pannelli di cartongesso del controsoffitto ed alla loro successiva re-installazione.

Contestualmente si prevede anche la sostituzione dei terminali esistenti serviti da tale nuova linea con nuovi ventilconvettori a cassetta a 4 vie

Rifacimento linea di distribuzione circuito "Ex Stalle/Scuderie" e nuovi terminali:

Si è riscontrata la presenza di perdite anche lungo la rete di distribuzione del circuito al servizio delle sale espositive, denominato anche "Ex Stalle/Scuderie". Per tale zona si prevede pertanto l'installazione di nuovi terminali quali ventilconvettori a pavimento alimentati da una nuova linea di distribuzione in multistrato opportunamente coibentato che sarà staccata dalla nuova linea di alimentazione delle Sale Alvarez e Paladin che si origina dall'omonima sottocentrale e corre a vista in un locale limitrofo alle sale espositive. Da una verifica fatta sulle informazioni di progetto ricevute, questa linea è in grado alimentare anche i terminali previsti di nuova installazione in questo locale. Le nuove linee saranno posate al di sotto della pavimentazione presente in blocchi di pietra, con la rimozione e successivo ripristino di tale pavimentazione previa autorizzazione da parte della Soprintendenza e con sorveglianza archeologica degli scavi.

Nuovi collettori di distribuzione nella sottocentrale "Sala Alvarez – Sala Paladin":

Dato lo stato vetusto dei collettori di distribuzione presenti all'interno della sottocentrale "Sala Alvarez – Sala Paladin" dettato dalla corrosione delle tubazioni in acciaio che li costituiscono, presentando anche delle perdite del fluido termovettore, si prevede la realizzazione in loro sostituzione di nuovi collettori di distribuzione in acciaio nero opportunamente coibentati e con rivestimento in materiale isogenopack.

Contestualmente saranno installate nuove centraline di termoregolazione e telecontrollo nel quadro elettrico presente in tale sottocentrale, le quali saranno collegate tramite cavo Bus al sistema di termoregolazione presente nella sottocentrale principale.

5. DIMENSIONAMENTO GENERATORI E GIUSTIFICAZIONE ENERGETICA

L'intervento in questione rappresenta la soluzione finale ad uno studio energetico eseguito sulla struttura in oggetto, con l'obiettivo di razionalizzare l'uso dell'energia, contenere i consumi ed i costi di intervento, massimizzando il rendimento medio stagionale dell'impianto, riducendo così le emissioni inquinanti in atmosfera e garantendo il livello di confort e le condizioni richieste all'interno degli ambienti. Si riporta di seguito una tabella di confronto con le potenzialità termiche installate attualmente nell'impianto ed il fabbisogno energetico ricavato dalle indagini energetiche:

GENERATORI DI CALORE ESISTENTI	POTENZA NECESSARIA DA INDAGINE
Portata termica esistente: $580,0+580,0 = 1160,0$ kW Potenza utile esistente: $532,4+532,4 = 1064,8$ kW	Fabbisogni riscaldamento: 637,67 kW Rendimento attuale medio stagionale: 82,1% Portata termica totale richiesta: 776,70 kW

L'indagine si riferisce alle condizioni di funzionamento precedenti all'intervento in oggetto, considerato lo stato di funzionamento del generatore di calore e le condizioni del sistema di regolazione. Nella valutazione sopra riportata non è compresa la potenza per il servizio di acqua calda sanitaria in quanto prodotta con sistemi autonomi.

L'intervento proposto di sostituzione del sistema di generazione attuale con n.2 nuovi generatori di calore a condensazione consente una razionalizzazione dell'impiego dell'energia grazie alle soluzioni tecnologiche messe in campo. In particolare, si ottiene ora un miglioramento del sistema di produzione, la presenza di bruciatori modulanti e lo sfruttamento della condensazione portano infatti ad un sensibile miglioramento del rendimento medio stagionale.

La potenza considerata nella progettazione dell'intervento risulta la seguente:

FABBISOGNO IMPIANTO	NUOVA POTENZA INSTALLATA
Fabbisogno riscaldamento: 637,67 kW Nuovo rendimento medio stagionale: 86,2% Portata termica richiesta: 739,76 kW	Nuova portata termica: $540,0+540,0 = 1080,0$ kW Nuova potenza utile: $530,4+530,4 = 1060,8$ kW

Dalla diagnosi energetica è emerso che il sistema di generazione installato risulterebbe sovrabbondante per il fabbisogno di picco dell'edificio. Razionalmente il picco di potenza termica richiesta avviene comunque per brevi lassi tempo, nei restanti periodi la richiesta è comunque inferiore. Per il dimensionamento del nuovo sistema pertanto si è presa a riferimento la taglia di generatori superiore più prossima alla potenza minima richiesta qui indicata, comprendente un'aliquota per intermittenza per superare i transitori di avviamento tipici di una gestione intermittente del funzionamento.

Il rendimento medio stagionale atteso supererà gli attuali di circa quattro punti percentuali. La scelta della potenza è legata infine agli scalini di taglia presenti per la tipologia di generatori scelti, nella fattispecie è stata individuata la taglia maggiore più prossima alla potenza richiesta secondo queste valutazioni.

6. CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO E DI CALCOLO

6.1. DATI GENERALI DI PROGETTO:

Per il dimensionamento degli impianti sono stati assunti i seguenti dati generali.

Condizioni climatiche esterne:

- Invernali: $t = -5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ U.R. = N.R.

Condizioni interne:

- Invernali: $t = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$ U.R. N.R.

6.2. AUMENTO PER ESPOSIZIONE

Per il calcolo delle dispersioni invernali, gli aumenti percentuali da attribuirsi ad ogni facciata in funzione dell'esposizione, sono stati valutati entro i limiti posti dalla norma UNI EN 12831 in relazione al tipo di facciata e di infisso:

- Nord: + 20%
- Est: + 10%
- Sud: + 0%
- Ovest: + 10%

6.3. RICAMBIO ARIA

Si intende come ricambio d'aria il volume di aria esterna immessa negli ambienti. Il ricambio d'aria orario negli ambienti serviti dagli impianti può essere di tipo naturale o forzato, il suo valore è stato calcolato secondo i valori proposti dalla norma UNI 10339 in relazione alla destinazione d'uso ed all'affollamento effettivo dei locali.

6.4. TEMPERATURE DI MANDATA FLUIDO TERMOMETTORE

Ai fini del dimensionamento degli impianti sono prese a riferimento le seguenti temperature di esercizio:

- Acqua calda per ventilconvettori $+ 60^{\circ}\text{C}$ $\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$
- Acqua calda per radiatori: $+ 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$

6.5. CARATTERISTICHE TUBAZIONI DI DISTRIBUZIONE

In merito alla distribuzione principale si sono mantenuti i seguenti limiti:

- velocità max. acqua, tubazioni principali: 1,5 m/s
- velocità max. acqua, tubazioni secondarie: 0,5 m/s

7. DIMENSIONAMENTO POMPE CIRCUITI DI RISCALDAMENTO

Per determinare le prestazioni delle nuove pompe si sono presi in considerazione i seguenti fattori:

- Prestazioni delle pompe esistenti;
- Portate convogliabili dalle tubazioni esistenti;
- Stima delle dispersioni delle zone.

Il dimensionamento delle nuove pompe dovrà essere condotto senza esagerare nelle dimensioni delle curve di funzionamento in quanto è necessario che gli inverter non scendano al di sotto di una frequenza minima. Le prevalenze da sviluppare sono state ricavate sulla base dei diametri delle tubazioni esistenti, dei dati di targa dei circolatori esistenti e sull'ipotesi dei diametri delle tubazioni presenti nell'impianto con adeguato grado di approssimazione.

I nuovi elettroscambiatori saranno del tipo a numero di giri variabile, pertanto in grado di modificare la portata inviata ai circuiti in relazione al valore impostato per la regolazione della prevalenza, sia essa costante o proporzionale. La scelta di ogni circolatore è stata fatta in modo da consentirne il funzionamento vicino alla curva limite massima per valori di portata che si aggirano attorno al 70% della portata massima.

Nella tabella a seguire sono riassunti i punti di funzionamento previsti per le pompe che saranno oggetto nuova installazione:

CODICE POMPA (rif. elaborato grafico)	CIRCUITO	CARATTERISTICHE IDRAULICHE	
		Portata [m ³ /h]	Prevalenza [m c.a.]
Pompa P.1	Circuito Generatore G.1 + Scambiatore di calore SC.1	30,0	5,5
Pompa P.2	Circuito Generatore G.2 + Scambiatore di calore SC.2	30,0	5,5
Pompa P.4	Circuito "P6"	15,0	7,0
Pompa P.5	Circuito "P3"	30,0	6,0
Pompa P.9	Circuito "P5"	30,0	7,0
Pompa P.11	Circuito "C1"	30,0	6,0
Pompa P.12	Circuito "P4"	4,0	5,5

8. NUOVE LINEE DI DISTRIBUZIONE CIRCUITI DA RIPRISTINARE

Per il dimensionamento delle tubazioni sono state prese in considerazione le potenze nominali dei ventilconvettori di nuova installazione e dei ventilconvettori esistenti i cui valori sono desumibili dai cataloghi dei costruttori. I dati caratteristici per tipologia di ventilconvettore sono riportati nei seguenti paragrafi.

Caratteristiche tubazioni di distribuzione:

Materiale	Multistrato
Perdita di carico max ammissibile	35 mm c.a./m
Velocità max. acqua, tubazioni principali	1,5 m/s

Con i dati sopra indicati, individuati i percorsi delle tubazioni, è possibile procedere con il dimensionamento delle stesse per la determinazione delle perdite di carico e della portata totale al fine di individuare la pompa da installarsi in centrale termica a seguito della nuova configurazione. Il dimensionamento è stato eseguito con l'ausilio di tabelle e grafici comunemente usati in ambito tecnico. Per il calcolo della caduta di pressione si è fatto uso della formula di Darcy-Weisbach:

$$\Delta p = f \frac{l}{d} \frac{\rho}{2g} v^2$$

dove:

Δp	= caduta di pressione [m.c.a.];
f	= coefficiente di attrito (adimensionale);
l	= lunghezza della tubazione [m];
d	= diametro interno della tubazione [m];
ρ	= massa volumica del fluido [kg/m ³];
g	= accelerazione di gravità [m ² /s];
v	= velocità del fluido [m/s].

Il coefficiente di attrito f è funzione del numero di Reynolds Re^1 del fluido e della rugosità superficiale della tubazione. In particolare, con $Re < 2000$ (moto laminare) si ha direttamente:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Per valori di $Re > 4000$ (moto turbolento), f si calcola utilizzando un diagramma specifico (diagramma di Moody).

Nella pratica, per il dimensionamento delle tubazioni dell'acqua, si può ricorrere al diagramma delle perdite di carico relativo al tipo di materiale utilizzato per i tubi: vengono infatti riportati la velocità dell'acqua, il diametro della tubazione, la portata e la perdita di carico. Le norme tecniche impongono di contenere le perdite di carico entro circa 20-30 mm.c.a./m; dal diagramma, nota la portata, si può facilmente ricavare il necessario diametro della tubazione ed anche la relativa velocità dell'acqua. Quest'ultima, per evitare il pericolo di erosione della superficie interna dei tubi, deve essere sempre mantenuta sotto gli 1,5 m/s. I dati di perdita per le tubazioni sono ricavati in ragione della temperatura del fluido termovettore al suo interno, nel caso specifico, nonostante l'impianto sia utilizzato solamente per il riscaldamento invernale, si è scelto di utilizzare come temperatura media di riferimento quella più bassa, ovvero 10°C, in quanto l'acqua a basse temperature presenta un maggiore coefficiente di viscosità dinamica rispetto a quella calda, producendo quindi maggiori perdite di carico lineari. Dalle valutazioni effettuate si giunge ai dati caratterizzanti le nuove linee di distribuzione di seguito riportati.

¹Il numero di Reynolds si calcola con la formula adimensionale:

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

dove:

v = velocità media del fluido [m/s];

d = diametro della tubazione [m];

ν = viscosità cinematica del fluido [m²/s].

Circuito Sala Espositiva (circuito "Ex Stalle")

TABELLA VENTILCONVETTORI NUOVI								
Cod.	Tipologia	Marca e Modello	Altezza [mm]	Profond. [mm]	Largh. [mm]	Potenza nom. (*) [kW]	Portata aria [mc/h]	Portata [l/h]
V01	A pavimento	AERMEC FCZI900 o similare	591+90	220	1320	13,35	700/930/1140	1171,0

(*) Potenza termica nominale alla temperatura di mandata/ritorno pari a 70/60°C

Portata necessaria calcolata: 2,5 m³/h

Circuito uffici "Ragioneria Piano Terzo":

TABELLA VENTILCONVETTORI NUOVI								
Cod.	Tipologia	Marca e Modello	Altezza [mm]	Profond. [mm]	Largh. [mm]	Potenza nom. (*) [kW]	Portata aria [mc/h]	Portata [l/h]
V02	Cassetta a 4 vie	AERMEC FCLI32 o similare	298	587 (754)	587 (754)	2,95	300/410/600	258,0

(*) Potenza termica nominale alla temperatura di mandata/ritorno pari a 70/60°C

Portata necessaria calcolata: 2,0 m³/h

Tipologia tubazioni previste:

Per il progetto in questione sono state considerate tubazioni in acciaio a pressare ma in caso di modifica della scelta del materiale sarà possibile utilizzare tubazioni in multistrato o tubazioni in acciaio inox purché venga rispettata la seguente tabella di conversione dei diametri in ragione del materiale selezionato:

Multistrato	Acciaio a pressare	Acciaio inox
Ø16x2	Ø15x1,2	Ø15x1,2
Ø20x2	Ø18x1,2	Ø18x1,2
Ø26x3	Ø22x1,5	Ø22x1,2
Ø32x3	Ø28x1,5	Ø28x1,2
Ø40x3,5	Ø35x1,5	Ø35x1,5
Ø50x4	Ø42x1,5	Ø42x1,5
Ø63x4,5	Ø54x1,5	Ø54x1,5
Ø75x5	Ø76,1x2	Ø76,1x2

9. VALVOLE TERMOSTATIZZABILI

Il dimensionamento delle valvole termostatiche, in termini di diametro nominale, va effettuata in funzione di:

- Potenza del corpo scaldante dove viene installata,
- Salto termico di progetto sul terminale;
- Salto di pressione di progetto a disposizione per la valvola termostatica,
- Errore massimo ammissibile di temperatura nelle condizioni di progetto (banda proporzionale di protetto).

La potenza del corpo scaldante è il dato di progetto risultante dal calcolo dei carichi termici oppure dal rilievo dei radiatori installati nel caso di ristrutturazioni (utilizzando per esempio il metodo riportato nella norma UNI-CTI 10200). È un dato che varierà per ogni singolo corpo scaldante.

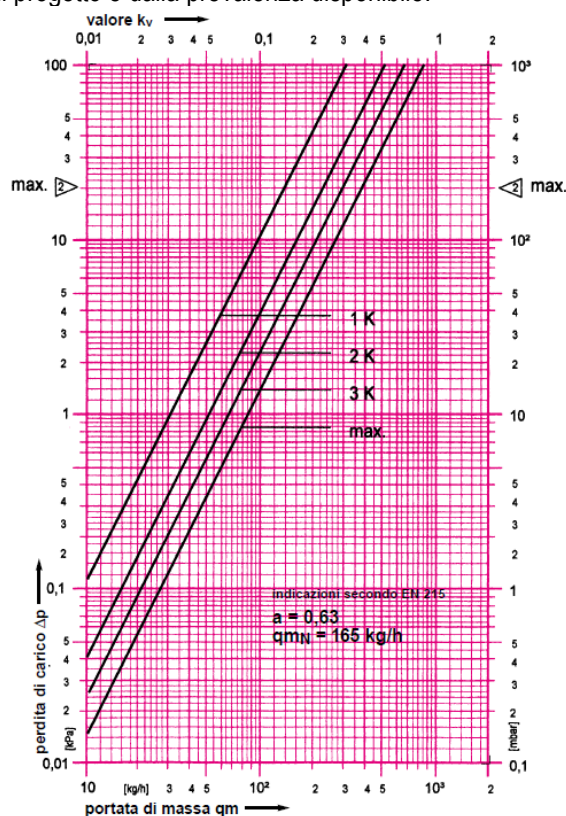
Il salto termico di progetto sul terminale è il valore ottenuto nel corpo scaldante nelle condizioni di massima potenza. Si può utilizzare un valore di 10 °C, che corrisponde sia alla differenza di temperatura nominale dei radiatori, sia alla differenza di temperatura interna di molti generatori di calore. In funzionamento, la differenza di temperatura potrà essere anche maggiore. Quello suggerito è un valore prudenziale per il calcolo delle portate di acqua di progetto della rete di distribuzione e quindi il dimensionamento delle tubazioni stesse. Come si vedrà, nel funzionamento reale di un impianto a valvole termostatiche la portata è molto inferiore a quella di progetto.

Il salto di pressione di progetto è la differenza di pressione disponibile ai capi delle valvole termostatiche in condizioni di progetto (massime portate).

L'errore massimo ammissibile di temperatura (banda proporzionale di progetto) è il massimo scarto ammesso fra la temperatura impostata sulla manopola della valvola termostatica e la temperatura ambiente reale (inferiore) per consentire la circolazione della portata d'acqua di progetto, quindi l'erogazione della potenza massima di progetto. Il suo valore non dovrebbe mai essere superiore ai 2 °C, preferibilmente dell'ordine di 1°C.

La valvola va dimensionata una volta fissati questi valori per ogni corpo scaldante e si determina:

- la portata d'acqua di progetto, dividendo la potenza massima di progetto ed il calore specifico dell'acqua;
- la dimensione della valvola termostatica la cui curva deve passare sopra il punto di funzionamento determinato dalla portata massima di progetto e dalla prevalenza disponibile.



Sulla scorta poi dei diagrammi forniti dai costruttori (per es. vedasi diagramma sopra indicato) è possibile verificare il diametro della valvola in relazione della portata, salto di pressione e banda proporzionale scelta.

10. DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI

10.1. CRITERI GENERALI

Il dimensionamento e la scelta dei conduttori e delle apparecchiature, deve assicurare che la temperatura da essi raggiunta, quando sono funzionanti tutti gli apparecchi utilizzatori suscettibili di funzionare contemporaneamente e la temperatura ambiente, quella massima prevista, non ne comprometta le caratteristiche elettriche e meccaniche e non danneggi le strutture, le condutture e gli oggetti adiacenti.

La temperatura ambiente per il dimensionamento di cui sopra, si assume pari a 30 gradi Centigradi. Per il dimensionamento sono state considerate le potenze rilevate dalle apparecchiature in campo ed in progetto, le potenze calcolate per l'illuminazione e gli impianti ausiliari; successivamente si è provveduto ad una opportuna suddivisione dei carichi su diverse linee, tenendo conto dei coefficienti di utilizzazione e contemporaneità.

10.2. CADUTA DI TENSIONE

La tensione ai morsetti degli apparecchi utilizzatori, in condizioni ordinarie di servizio, non deve risultare inferiore al valore più basso indicato nelle norme. In pratica si può ritenere soddisfatta tale condizione, se la caduta di tensione, tra l'inizio dell'impianto ed i morsetti di un qualsiasi apparecchio utilizzatore, non superi il 4% della tensione nominale del sistema.

Tale caduta è calcolata essendo inseriti e funzionanti al rispettivo carico nominale tutti gli apparecchi utilizzatori suscettibili di funzionare contemporaneamente. In particolare tale caduta di tensione viene ripartita, tra l'alimentazione degli impianti e gli apparecchi utilizzatori, come segue:

- 1% lungo la linea di alimentazione montante tra la consegna e il quadro elettrico centrale termica QCT;
- 3% lungo le linee di distribuzione all'utilizzatore finale o terminale.

10.3. SEZIONE MINIMA DEI TUBI

Per le tubazioni e le condutture chiuse di altra specie isolante, onde consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori, il rapporto fra il diametro interno del tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuto non deve essere inferiore a circa 1,3 - 1,4.

10.4. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Tutte le condutture dei sistemi di I categoria relative agli impianti in oggetto, saranno protette contro i sovraccarichi mediante l'impiego di interruttori automatici magnetotermici secondo le modalità riportate nella Norma CEI 64-8.

In particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- protezione da sovraccarico (CEI 64-8 art. 433.2.): $I_b \leq I_n \leq I_z$ e $I_f \leq 1,45 I_z$

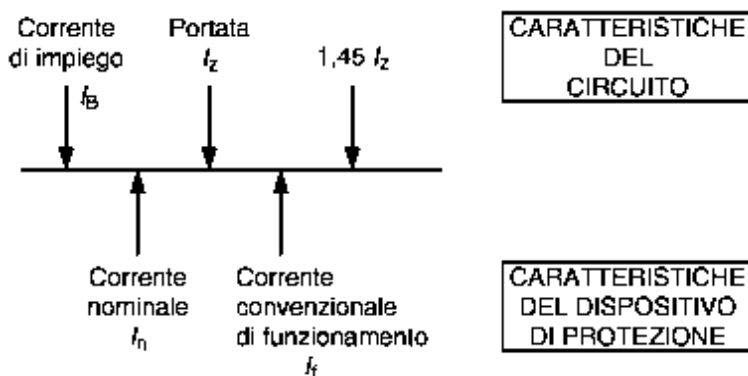
Dove:

I_f = corrente convenzionale d'intervento del dispositivo di protezione

I_z = portata in regime permanente della conduttura

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_b = corrente d'impiego del conduttore



10.5. PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI

La protezione contro i cortocircuiti ha lo scopo di interrompere le correnti circolanti in caso di guasto dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nelle connessioni e nei conduttori stessi.

Tutte le condutture relative agli impianti elettrici di cui al presente appalto saranno protette contro i cortocircuiti mediante l'impiego di interruttori automatici magnetotermici o fusibili secondo le modalità riportate nella norma CEI 64-8.

In particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- protezione da corto circuito (CEI 64-8 art. 434.3.2.): $\sqrt{t} = K \times S / I$ o $(I^2 \times t) \leq K^2 \times S^2$

dove:

$(I^2 t)$ = è l'integrale di Joule per la durata del corto circuito (in A² S)

S = è la sezione dei conduttori (in mm².)

K = è uguale a 115 per cavi isolati in PVC (rame 135 per i cavi isolati in gomma butile, ecc.).

I = è la corrente effettiva di cortocircuito (in A), espressa in valore efficace.

10.6. SEZIONE MINIME DEI CONDUTTORI

I conduttori di rame impiegati negli impianti elettrici in oggetto non devono avere sezioni inferiori a 1,5 mm² qualunque sia il sistema di posa e qualunque sia la categoria di tensione a cui sono destinati.

Tabella 52E — Sezioni minime dei conduttori

Tipo di conduttura		Uso del circuito	Conduttore	
			Materiale	Sezione (mm²)
Installazioni fisse	Cavi	Circuiti di potenza	Cu Al	1,5 2,5 (Nota 1)
		Circuiti di comando e di segnalazione	Cu	0,5 (Nota 2)
	Conduttori nudi	Circuiti di potenza	Cu Al	10 16
		Circuiti di comando e di segnalazione	Cu	4
Connessioni flessibili con cavi (con e senza guaina)		Per un apparecchio utilizzatore specifico	Cu	Come specificato nella corrispondente Norma CEI
		Per qualsiasi altra applicazione		0,75 (Nota 3)
		Circuiti a bassissima tensione per applicazioni speciali		0,75

Note:

1 - Si raccomanda che i mezzi di connessione usati alle estremità dei conduttori di alluminio siano provati ed approvati per questo uso specifico.

2 - Nei circuiti di segnalazione e di comando destinati ad apparecchiature elettroniche è ammessa una sezione minima di 0,1 mm².

3 - Per i cavi flessibili multipolari, che contengano sette o più anime, si applica la Nota 2.

10.7. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata in modo efficace e permanente da ostacoli (coperchi, pannelli, scatole, porte, ecc.) la cui natura, grandezza, disposizione, stabilità solidità ed eventualmente isolamento siano commisurati alle sollecitazioni di cui normalmente possono essere sottoposti. Le parti attive devono essere racchiuse entro involucri o dietro barriere che assicurino almeno un grado di protezione IP2X o IPXXB. Le superfici orizzontali delle barriere o degli involucri a portata di mano dovranno avere grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD. Tali dispositivi sono rimovibili solo con l'uso di chiave o attrezzo oppure solo dopo l'interruzione dell'alimentazione delle parti attive contro le quali offrono protezione.

L'uso di interruttori differenziali ad alta sensibilità non dispensa dall'obbligo di applicare le suddette misure di protezione.

10.8. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

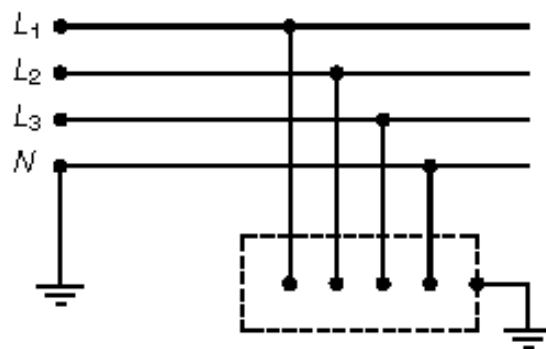
La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata mediante la messa a terra di tutte le parti metalliche accessibili e l'impiego coordinato di protezioni differenziali installate a monte delle linee generali di alimentazione.

In particolare essendo l'impianto in oggetto di I categoria (secondo CEI 64-8 Art.22.1) senza propria cabina di trasformazione, in base all'art. 413.1.4 della sopracitata norma, si deve attuare la protezione contro i contatti indiretti prevista per il sistema TT.nll sistema TT (CEI 64-8 Art.312.2) è definito nel seguente modo:

T = collegamento diretto a terra di un punto del sistema (neutro)

T = collegamento delle masse direttamente a terra

Dovrà essere verificata la seguente relazione (CEI 64-8 Art. 413.1.4.2)



Sistema TT

$$RA < Vc/IA$$

dove:

RA = somma delle resistenze in ohm del dispersore e dei conduttori di protezione e delle masse.

IA = è la corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione, in ampere.

Vc = tensione di contatto (50V)

Se per protezione viene utilizzato un interruttore differenziale IA è la corrente nominale differenziale $I_{\Delta n}$.

Per motivi di selettività si possono installare differenziali ritardati aventi tempo d'interruzione non superiore ad 1 secondo.

10.9. SEZIONE DEI CONDUTTORI SCELTI ED INTERRUITORI DI MANOVRA E PROTEZIONE

Per i dettagli sul dimensionamento dei conduttori, le verifiche indicate nei precedenti capitoli e la scelta degli interruttori di manovra e protezione relativi alle apparecchiature oggetto di sostituzione del presente progetto si faccia riferimento alla relazione di calcolo ed agli schemi unifilari allegati.

11. LINEE ELETTRICHE

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:

- 0,75 mm² per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mm² per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

12. AUTORIZZAZIONI, CONFORMITA', INDAGINI E DISPONIBILITA' DELLE AREE

12.1. CONFORMITÀ URBANISTICA

L'intervento è conforme alle previsioni del Piano Regolatore vigente.

12.2. INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Non sono richieste indagini geologiche e geotecniche.

12.3. DISPONIBILITÀ DELLE AREE

L'intero intervento è previsto interamente all'interno di aree e edifici di proprietà dell'Amministrazione comunale di Padova, le aree sono attualmente libere e disponibili.

Ponte San Nicolò, 09 Novembre 2023

