



Comune | Missaglia
Sistema edificio-impianto MISS06



Progettazione esecutiva interventi di riqualificazione tecnologica ed energetica degli edifici del consorzio dei comuni in provincia di Lecco.

oggetto | **PROGETTO ESECUTIVO**
documento | **Relazione tecnica generale**
Cod. doc | **ESE.MIS06.GEN.RTC**

Sistema edificio-
impianto | **Scuola Aldo Moro
Missaglia**

revisione | **PRIMA EMISSIONE**

data | **18 GENNAIO 2019**



INDICE

1	INTRODUZIONE	1
2	ELENCO ALLEGATI.....	1
3	NORME DI RIFERIMENTO	1
3.1	NORME GENERALI SULLA SICUREZZA E SULLA REGOLA D'ARTE	2
3.2	NORME SUL CALCOLO DEL FABBISOGNO E CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI	2
3.3	NORME SUL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI	2
3.4	NORME PER LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI MECCANICI	2
3.5	IMPIANTI ELETTRICI	3
4	STATO DI FATTO	4
4.1	INVOLUCRO EDILIZIO.....	4
4.2	IMPIANTO TERMICO	5
4.3	IMPIANTO ELETTRICO.....	5
5	ANALISI NORMATIVA	5
5.1	ADEGUAMENTO NORMATIVO	6
6	STATO DI PROGETTO	7
6.1	INSTALLAZIONE NUOVO GENERATORE DI CALORE	8
6.1.1	GENERATORE DI CALORE	8
6.1.2	DISPOSITIVI INAIL	8
6.1.3	ADDUZIONE GAS	8
6.2	ADEGUAMENTO IMPIANTO TERMICO	9
6.2.1	INSTALLAZIONE POMPE A VELOCITA' VARIABILE.....	9
6.2.2	SOSTITUZIONE AEROTERMI PALESTRA	10
6.2.3	OTTIMIZZAZIONE E RAZIONALIZZAZIONE DEI CIRCUITI IDRAULICI	10
6.2.4	ADEGUAMENTO IMPIANTO ELETTRICO centrale termica.....	10
6.3	OTTIMIZZAZIONE DEI TERMINALI DI EMISSIONE	11
6.4	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	11
6.5	COIBENTAZIONE ESTRADOSSO DELL'ULTIMO SOLAIO	12
6.6	INSTALLAZIONE BEMS (BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS) E TELEGESTIONE	12
6.7	INSTALLAZIONE SISTEMA DI MONITORAGGIO HUBGRADE	13



1 INTRODUZIONE

Il presente documento descrive il progetto esecutivo per la riqualificazione energetica e tecnologica della Scuola Aldo Moro, sito in Via Madonnina, 8 - Missaglia (LC).

Gli interventi, conformi a quanto proposto in sede di offerta, hanno la finalità di assicurare adeguate condizioni di comfort ambientale e di sicurezza del sistema edificio/impianto, incrementando l'efficienza energetica e la sostenibilità ambientale delle strutture.

Di seguito vengono sinteticamente elencate le lavorazioni previste:

- Adeguamenti normativi in centrale termica e sostituzione dei generatori di calore;
- Adeguamento del circuito primario mediante separazione con scambiatore di calore;
- Installazione valvole termostatiche sui termosifoni e pompe a velocità variabile;
- Sostituzione degli aerotermi esistenti per la Palestra, con altrettanti dotati di batteria in grado di lavorare a bassa temperatura;
- Sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con altrettanti a tecnologia LED;
- Coibentazione estradosso dell'ultimo solaio con materassino in lana di roccia ad elevato potere isolante;
- Installazione BEMS (Building Energy Management System) e telegestione;
- Installazione sistema di monitoraggio Hubgrade.

Per una maggiore comprensione dei termini e delle opere in oggetto, oltre alla presente relazione tecnica, è necessario consultare tutti gli allegati del progetto.

Il presente progetto risponde appieno alle direttive contenute nelle recenti normative nazionali e regionali sul contenimento dei consumi energetici in edilizia e a tutte le normative di sicurezza, di prevenzione incendi, inquinamento atmosferico e ambientale.

2 ELENCO ALLEGATI

Nel presente capitolo si riporta l'elenco degli allegati afferenti al presente progetto esecutivo raggruppati per tipologia.

Generale	
ESE.MIS06.GEN.RTC.R02	Relazione Tecnica Generale
ESE.MIS06.GEN.L10.R04	Diagnosi energetica (ex L10/91)
ESE.MIS06.GEN.CME.R00	Computo Metrico Estimativo
ESE.MIS06.GEN.CRO.R00	Cronoprogramma

Meccanico	
ESE.MIS06.MEC.SCH.SP.R03	Centrale termica, Schema funzionale stato di progetto
ESE.MIS06.MEC.LAY.R02	Centrale termica, Layout planimetrico stato di progetto
ESE.MIS06.MEC.VT.R00	Installazione valvole termostatiche Planimetria generale con abaco valvole termostattizzabili e teste termostatiche
ESE.MIS06.MEC.AET.R00	Planimetria con sostituzione aerotermi

Elettrico	
ESE.MIS06.ELE.CT.SUN.R02	Centrale termica Schema unifilare quadro elettrico - Stato di progetto
ESE.MIS06.ELE.ILL.R01	Studio illuminotecnico e schede tecniche dei corpi illuminanti

3 NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti saranno realizzati a "perfetta regola d'arte" ed in osservanza a tutte le leggi, prescrizioni e norme che regolano la qualità, la sicurezza e le modalità di esecuzione e installazione degli impianti stessi. A titolo esemplificativo ma non esaustivo si riportano leggi e norme di riferimento generale a cui il presente progetto fa riferimento e a cui l'Appaltatore dovrà uniformarsi nella realizzazione delle opere oggetto d'Appalto. Casi particolari verranno trattati di volta in volta, tenendo conto che la decisione e/o la scelta delle norme è demandata al giudizio della DL e del Progettista, e che verranno utilizzate, come elemento comparativo di valutazione, la qualità prestazionale e la sicurezza offerta.



3.1 NORME GENERALI SULLA SICUREZZA E SULLA REGOLA D'ARTE

- Legge 05/03/90, n. 46 "Norme per la sicurezza degli impianti e successivi regolamenti di attuazione";
- D.P.R. 554/1999 "Regolamento d'attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994 n. 109, e successive modificazioni";
- D.M. 18 settembre 2002 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private";
- D.Lgs 9 aprile 2008 n° 81 "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007 n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge 22 gennaio 2008 n°37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- D.Lgs 3 agosto 2009 n° 106 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

3.2 NORME SUL CALCOLO DEL FABBISOGNO E CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI

- Legge 9 gennaio 1991 n° 10 (ex Legge 30 aprile 1976 n° 373) e regolamenti di esecuzione, di cui al D.P.R. 1052/77 e D.M. 10 marzo 1977 e successivi D.P.R. 412/93 e D.P.R. 551/99: "Norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia";
- D.Lgs 19 agosto 2005 n° 192 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- D.Lgs 29 dicembre 2006 n°311 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- Norma UNI EN 12831:2006 "Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto";
- DGR Regione Lombardia 5018 del 26/06/2006 "Determinazioni inerenti la certificazione energetica degli edifici, in attuazione del d.lgs. 192/2005 e degli art. 9 e 25 della l.r. 24/2006";
- DGR Regione Lombardia 5773 del 31/09/2007 "Disposizioni inerenti all'efficienza energetica in edilizia";
- UNI/TS 11300:2008 "Prestazioni energetiche degli edifici".

3.3 NORME SUL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI

- D.Lgs 3 aprile 2006 n° 152 "Norme in materia ambientale";
- DGR Regione Lombardia n°IX/3934 del 06/08/2012 "Criteri per l'installazione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia collocati sul territorio regionale".

3.4 NORME PER LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI MECCANICI

- Norme C.T.I. (Comitato Termotecnico Italiano);
- Normative tecniche contenute nella normativa ASHRAE per le tecniche costruttive dei canali dell'aria;
- D.M. 1 dicembre 1975 "Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione";
- I.S.P.E.S.L. Raccolta R Edizione 2009 "Specificazioni tecniche applicative del Titolo II del DM 1.12.75";
- UNI ISO 6761:1982 "Tubi di acciaio. Preparazione delle estremità di tubi ed accessori tubolari da saldare";
- UNI ISO 7-1:1984 "Filettature di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto. Designazione, dimensioni e tolleranze";
- UNI 9511-1:1989 "Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico";
- UNI 9511-2:1989 "Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria";
- UNI 9511-3:1989 "Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica";
- UNI 9511-4:1989 "Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione";
- UNI 9511-5:1989 "Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate";
- UNI 10284:1993 "Giunti isolanti monoblocco – 10 ≤ DN ≤ 80 – PN 10";
- UNI 10339 (1995), Impianti aerulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta e l'ordine e la fornitura;
- CEN Technical Report CS 1752 (1998), Ventilation for buildings. Design criteria for the indoor environment;



- D. Lgs 11 maggio 1999, n. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258";
- D. Lgs 11-4 agosto 1999, n.351: "Approvazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";
- UNI ENV 12097 (1999), Ventilazione degli edifici – Rete delle condotte – Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte;
- ASHRAE 62 (2001), Ventilation for acceptable indoor air quality;
- UNI EN 10241:2002 "Raccordi di acciaio filettati per tubi";
- UNI EN 10253-1:2002 "Raccordi per tubazioni da saldare di testa – Acciaio non legato lavorato plasticamente per impieghi generali e senza requisiti specifici di controllo";
- UNI EN 12729:2003 "Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile – Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta – Famiglia B – Tipo A";
- D.M. 1 dicembre 2004, n. 329 "Regolamento recante norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'articolo 19 del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 93";
- UNI EN 12237:2004 "Ventilazione degli edifici – Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica";
- Linee guida ISPESL: "Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro – Requisiti e standard, Indicazioni operative e progettuali; 1 giugno 2006;
- UNI EN 1333:2007 "Flange e loro giunzioni - Componenti di reti di tubazioni - Definizione e selezione del PN";
- UNI EN 10255:2007 "Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura".

3.5 IMPIANTI ELETTRICI

- Legge 186 del 01-03-1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici.";
- Legge 791 del 18-10-1977 "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n.73 / 23 / CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che dovranno possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.";
- D.Lgs. 14/08/96 n. 493 "Segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo del lavoro";
- D.Lgs. 12/11/96 n. 615 "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/89 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 22/07/93 e dalla direttiva del Consiglio del 29/10/93";
- DM 22/02/2006 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati a uffici";
- DM 22/01/08 n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività d'installazione degli impianti all'interno degli edifici (ex legge 46/90 e DPR 06/12/91 n. 447);
- D.Lgs. 09/04/2008 n. 81 "Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 1997, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.Lgs. 16/06/2017 n. 106 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE;
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122";
- Decreto del Ministero dell'Interno 3 agosto 2015: Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n.139.

L'impianto dovrà essere eseguito in osservanza a tutte le Norme vigenti alla data di assegnazione dei lavori, comprese eventuali varianti, completamenti o integrazioni alle Norme stesse. Le principali norme e guide alle quali dovrà essere soggetto l'edificio sono le seguenti:

- Guida CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;



- Norma CEI 50552 (99-3): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee cavo”;
- Norma CEI 61439-1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali;
- Norma CEI 61439-2: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza;
- Norma CEI 61439-3: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO);
- Norma CEI 61439-4: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 4: Prescrizioni particolari per quadri per cantiere (ASC);
- Norma CEI 60079-10: Atmosfere esplosive Parte 10-1: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di gas;
- Norma CEI 60079-14: Atmosfere esplosive Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici;
- Norma CEI 60079-17: Atmosfere esplosive Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici;
- Norma CEI 64-8/1 : Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI 64-8/2 : Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 2: Definizioni;
- Norma CEI 64-8/3 : Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 3: Caratteristiche generali;
- Norma CEI 64-8/4 : Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza;
- Norma CEI 64-8/5 : Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici;
- Norma CEI 64-8/6 : Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 6: Verifiche;
- Norma CEI 64-8/7 : Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari;
- Norma CEI 64-8/8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 8-1: Efficienza energetica degli impianti elettrici;
- Norma CEI 62305-1 : Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali;
- Norma CEI 62305-2 : Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio;
- Norma CEI 62305-3 : Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- Norma CEI 62305-4 : Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;
- Norma CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- Guida CEI 64-12: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- Guida CEI 64-14: Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- Norma CEI 81-27: Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni all'arrivo della linea di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione;
- Norma CEI 81-29: Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305.
- Altre normative, aventi valore di legge, relative ai singoli componenti degli impianti, anche se non espressamente richiamate, dovranno essere rigorosamente applicate.

4 STATO DI FATTO

4.1 INVOLUCRO EDILIZIO

La scuola primaria “Aldo Moro”, trova collocazione in un’area periferica ad est della frazione di Maresso. La struttura si sviluppa su due piani fuori terra, oltre ad un interrato adibito a palestra e spogliatoi; la copertura è del tipo a falde contrapposte con una leggera inclinazione; al momento del sottotetto si è verificato come il sottotetto sia molto basso e non praticabile per lo svolgimento d’efficientamenti dell’ultima soletta. Tuttavia alcune aree di sottotetto accessibili nel corso del sopralluogo, sono state verificate confermando la presenza di uno strato d’isolante di lana minerale.



La struttura portante è di tipo puntiforme, costituita da pilastri in c.a. gettati in opera, e da travi in spessore di soletta anch'esse gettate in opera. I solai sono in latero-cemento di pignatte e travetti. I tamponamenti perimetrali sono in blocchi di laterizio.

I serramenti del fabbricato sono del tipo con telaio d'alluminio non a taglio termico con vetro camera 4-12-4; alcuni serramenti delle aree comuni, in particolare delle scale, presentano vetri di tipo semplice in luogo dei vetri camera sopra individuati. Non sono presenti elementi di chiusura esterni quali tapparelle, si è altresì verificata la presenza di sistemi d'oscuramento estivo, costituiti da lamelle metalliche frangisole.

4.2 IMPIANTO TERMICO

Allo stato attuale, il sistema di produzione è costituito da due vetuste caldaie di marca ICI Caldaie, mod. CN 12 e mod. CN 16, installate 20 anni fa, e poste a servizio di dei quattro circuiti: "nuova zona", "aule", "mensa" e "palestra". Gli attuali generatori di calore, di potenza al focolare pari rispettivamente a 155,81 kW (CN 12) e 206,97 kW (CN 16), sono del tipo a tubi da fumo d'acciaio, accoppiati a bruciatori di gas ad aria soffiata, con funzionamento bistadio.

I terminali di emissione per il riscaldamento degli ambienti sono differenziati in base alla zona servita. La scuola è climatizzata mediante termosifoni a piastre. Nelle palestre sono presenti 6 aerotermini che risultano essere sovradimensionati. All'interno dell'edificio non c'è produzione di ACS. Il contatore del GAS è situato in Via Madonnina in prossimità dell'accesso alla scuola. Il collegamento tra il contatore e la scuola è realizzato mediante tubazione interrata. Non è noto il tipo di materiale utilizzato per la tubazione interrata.

4.3 IMPIANTO ELETTRICO

L'intera struttura scolastica è servita da apparecchi illuminanti costituiti da plafoniere a tubi fluorescenti 2x36 e 4x18 W, fatta eccezione per la palestra, servita da proiettori con lampade alogene. Il comando dell'illuminazione è di tipo manuale.

5 ANALISI NORMATIVA

Nella tabella che segue sono riassunte tutte le verifiche normative effettuate sulla struttura. I possibili risultati della verifica sono tre: SI, la verifica ha avuto esito positivo; N.A. la verifica non è applicabile al caso in oggetto; NO la verifica ha avuto esito negativo.

In Tabella 1 sono riportati i risultati dell'analisi normativa effettuata per l'edificio oggetto di studio.

Tabella 1: Analisi normativa Scuola Aldo Moro

Art. 26 D.M. 01/12/1975 - Liquidi caldi sotto pressione					
1	Termometro con scala 0-120°C	SI	10	Pressostato di sicurezza	SI
2	Pozzetto verifica temperatura	SI	11	Valvola di sicurezza n.1	SI
3	Termostato di regolazione	SI	12	Valvola di sicurezza n.2	N.A.
4	Termostato di sicurezza	SI	13	Valvola di sicurezza - Scarico convogliato	NO
5	Valvola intercettazione combustibile	N.A.	14	Distanza org. INAIL < 1 metro da gen.	SI
6	Valvola scarico termico	SI	15	Vaso di espansione omologato	SI
7	Manometro con scala da 0 a 1,25<Pmax<2	SI	16	Curve tubo sicurezza >1,5 diametro	SI
8	Manometro con flangia di prova	SI	17	Vaso non sezionabile	SI
9	Pressostato di minima	NO	18	Flussostato / Interblocco circolatori	SI
Titolo II- IV D.M. 12/04/1996 - Impianti termici a gas: Luoghi di installazione					
19	Ubicazione: Seminterrato		29	Porta con dispositivo autochiusura	NO
20	Quota di rif. Piano di calpestio	0 m	30	Attestazione cielo libero > 15%	N.A.
21	Accesso diretto da esterno	SI	31	Lato libero > 20%, aeraz.>70%, h ≥ 0.5	NO
22	Accesso da intercap. antincendio	N.A.	32	Superficie aerazione > minima prescritta	NO
23	Accesso da disimpegno	N.A.	33	Aerazione filo soffitto	SI
24	Partizioni disimpegno REI 60	N.A.	34	Aerazione senza serramento	SI
25	Altezza C.T. > minima prescritta	NO	35	Partizioni C.T. REI 120 (REI 60 x P<116)	NO
26	Porta con apert. verso esterno (P>116kW)	SI	36	Assenza comunicazione altri locali	SI
27	Porta di materiale incombustibile	SI	37	Non contiguità a locali > 0,4 persone/mq	NO
28	Porta con dimensioni > a min 200x60 cm	SI	38	Estintore (1 x focolare)	SI
Titolo V, D.M. 12/04/1996 - Impianti termici a gas: Impianto di adduzione del gas					
39	Valvola sezionamento esterna	SI	43	Giunto 3 pezzi solo tratto terminale	SI



40	Valvola sezionamento bruciatore	SI	44	Attraversamento pareti in controtubo	N.A.
41	Giunto antivibrante	SI	45	Attraversamento locali in guaina met.	N.A.
42	Giunto dielettrico	SI	46	Tubazione verniciata giallo ocra	SI
UNI 676:2008 - Bruciatori automatici di combustibili gassosi ad aria soffiata					
47	Rampa gas	SI	49	Filtro gas	NO
48	Intercettazione automatica combustibile	SI	50	Stabilizzatore di pressione	NO
D.Lgs 03/04/2006 n. 152, Parte V, Allegato IX - Impianti termici civili: evacuazione fumi					
51	Camera di raccolta	SI	60	Intercapedine tra camino e parete interna	SI
52	Camino in materiale incombustibile	SI	61	Canale da fumo e camino coibentati	SI
53	Bocca camino h>1m proiez. colmo tetto	NO	62	Percorso suborizzontale (>5 %)	SI
54	Bocca camino h>1m ostac. entro 10 metri	NO	63	Canale da fumo in materiale incomb.	SI
55	Bocca camino h>1m apert. entro 10 metri	N.A.	64	Portello di ispezione tratto suborizzontale	NO
56	Bocca camino h>1m apert. entro 50 metri	SI	65	Placca controllo fumi	SI
57	Camino rettangolare lungh/largh < 1,5	SI	66	Controllo combustione in continuo (caldaie P>1,16MW)	N.A.
58	Controllo fumi di testa camino (P>580kW)	N.A.	67	Controllo combustione in continuo (impianti P>1,5MW e caldaie P>0,75MW)	N.A.
59	Controllo pressione relativa alla camera di combustione e alla base del camino (P>1,16MW)	N.A.			
D.Lgs 09/04/2008 n. 81, Titolo II - Luoghi di lavoro					
68	Illuminazione emergenza	NO	71	Cartello "interruttore generale"	SI
69	Cartello "centrale termica"	SI	72	Cartello "estintore"	SI
70	Cartello "valvola intercett. combustibile"	SI	73	Cartello "vietato l'accesso"	SI
D.P.R n. 412/1993 e s.m.i, D.Lgs n. 192/2005 e s.m.i, D.P.R n. 74/2013					
74	Coibentazione tubazioni e accumulatori	NO	77	Termoregolazione risc. (P>35kW)	SI
75	Ripartizione su 2 focolai (P>350 kW)	SI	78	Trattamento chimico dell'acqua	NO
76	Rendimento minimo caldaie	SI	79	Termoregolazione A.C.S.	N.A.
UNI EN 1717:2002 "Dispositivi di protezione anti-reflusso"					
80	Disconnettore tipo BA impianti tecnologici	NO	82	Disconnettore tipo EA miscelazione ACS	N.A.
81	Disconnettore tipo BA gruppi pompaggio	N.A.			

5.1 ADEGUAMENTO NORMATIVO

Sintetizziamo nel seguito le mancanze normative riscontrate e precedentemente analizzate, nonché le relative opere volte a sanare le stesse.

Art. 26 D.M. 01/12/1975 - Liquidi caldi sotto pressione

In base all'articolo 26 del Decreto Ministeriale 01/12/1975, per impianti di riscaldamento utilizzando liquidi caldi sotto pressione, sulla tubazione di mandata in uscita dal generatore di calore e non oltre un metro dallo stesso devono essere presenti organi di sicurezza, controllo e protezione con determinate caratteristiche tecniche. In particolare, negli impianti oggetto di analisi non sono presenti:

- Il pressostato di minima;
- Lo scarico convogliato per le due valvole di sicurezza.

Titolo II- IV D.M. 12/04/1996 - Impianti termici a gas: Luoghi di installazione

In base al titolo II e al titolo IV del Decreto Ministeriale del 12/04/1996, la centrale termica deve soddisfare determinati requisiti di dimensione, ubicazione e apparati/strutture atte a garantire la sicurezza. In particolare nella centrale termica dell'edificio oggetto di analisi:

- L'altezza interna non rispetta il valore minimo richiesto da normativa;
- La porta di accesso alla centrale non dispone del dispositivo di auto chiusura;
- Il locale della centrale non rispetta le caratteristiche di: 20% di lato libero verso esterno (rispetto al perimetro totale della centrale), 70% di estensione dell'aerazione sul lato libero e altezza minima dell'aerazione pari a 0,5m;
- La superficie di aerazione non rispetta il valore minimo prescritto da normativa;
- Le partizioni della centrale non risultano essere REI 120 in quanto la parete verso il corridoio interno della scuola non risulta classificata REI 120;



- Non è rispettata la non contiguità a locali con un affollamento superiore a 0,4 persone per metro quadro.

Titolo V, D.M. 12/04/1996 - Impianti termici a gas: Impianto di adduzione del gas

In base al titolo V del Decreto Ministeriale del 12/04/1996, sull'impianto di adduzione del gas devono essere presenti degli apparati di sicurezza con determinate caratteristiche tecniche. Inoltre la tubazione deve essere riconoscibile visivamente. In particolare per la linea di adduzione del gas oggetto di esame tutti i criteri della normativa sono rispettati.

UNI 676:2008 - Bruciatori automatici di combustibili gassosi ad aria soffiata

In base alla normativa UNI 676:2008, sulla di adduzione del combustibile ai bruciatori automatici ad aria soffiata devono essere presenti degli apparati con determinate caratteristiche tecniche. In particolare per la linea di adduzione del gas oggetto di esame:

- Non è presente il filtro gas;
- Non è presente lo stabilizzatore di pressione.

D.Lgs 03/04/2006 n. 152, Parte V, Allegato IX - Impianti termici civili: evacuazione fumi

In base all'allegato IX della parte V del Decreto Legislativo numero 152 del 03/04/2006, i sistemi di evacuazione fumi per impianti termici civili devono rispettare determinate caratteristiche dimensionali, e possedere dei dispositivi con determinate caratteristiche tecniche. In particolare per il sistema di evacuazione fumi In particolare per il sistema di evacuazione fumi degli impianti oggetto di analisi:

- La bocca del camino non è superiore di 1 m dalla proiezione del colmo del tetto;
- La bocca del camino non è superiore di 1 m dalla presenza di ostacoli in un raggio di 10 m;
- Non è presente il portello di ispezione sul tratto suborizzontale per entrambe le caldaie.

D.Lgs 09/04/2008 n. 81, Titolo II - Luoghi di lavoro

In base al titolo II del Decreto Legislativo numero 81 del 09/04/2008, In centrale termica devono essere presenti cartelli di segnalazione con determinate caratteristiche. Inoltre deve essere garantita un'illuminazione in caso di emergenza. In particolare per la centrale termica dell'edificio oggetto di analisi non sono presenti:

- l'illuminazione di emergenza.

D.P.R n. 412/1993 e s.m.i, D.Lgs n. 192/2005 e s.m.i, D.P.R n. 74/2013

In base al Decreto del presidente della Repubblica numero 412 del 1993 e numero 74 del 2013, e in base al Decreto Legislativo numero 192 del 2005, per gli apparati di generazione, accumulo e distribuzione del calore devono essere garantiti determinati livelli di rendimento e di isolamento. Inoltre deve essere presente la termoregolazione e il trattamento chimico dell'acqua per gli impianti di riscaldamento, per potenze al focolare superiori ai 35 kW, e per gli impianti di produzione di acqua calda sanitaria. In particolare per la centrale termica oggetto di esame:

- La coibentazione sulle tubazioni e sui collettori risulta essere deteriorata;
- Non è presente un trattamento chimico dell'acqua.

UNI EN 1717 – 2002-“Dispositivi di protezione anti-reflusso”

In base alla normativa UNI EN 1717 – 2002, sui i circuiti di prelievo dell'acqua fredda proveniente dalla rete idrica dell'acquedotto per il carico impianto dei gruppi di pompaggio, degli impianti tecnologici e per il circuito di ricircolo dell'ACS, sono obbligatori degli organi di disconnessione con determinate caratteristiche tecniche e determinati livelli di protezione. Tali sistemi devono garantire il blocco di eventuali reflussi di acqua trattata dalla rete idrica delle utenze a quella dell'acquedotto. In particolare per l'edificio oggetto di esame, sono assenti:

- Il disconnettore di tipo BA per il carico impianto degli apparati tecnologici.

6 STATO DI PROGETTO

Nella fase iniziale di progetto si è provveduto ad effettuare un'accurata analisi della configurazione impiantistica esistente allo scopo di crearne un quadro chiaro ed esaustivo. L'analisi tecnica ha permesso di creare un modello termico del sistema edificio-impianto e di definire le linee generali di approccio al progetto, nonché gli obiettivi prestazionali che la struttura dovrà raggiungere.

Per la creazione del modello termico è stato utilizzato apposito software Edilclima EC700 versione 8.18.25 conforme alle UNI/TS 11300-1:2014, UNI/TS 11300-2:2014, UNI/TS 11300-3:2010, UNI/TS 11300-4:2016, UNI/TS 11300-5:2016, UNI/TS 11300-6:2016 e alla UNI EN 15193:2008. Il software è dotato di certificato di garanzia di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente.

Il progetto, dettagliato nei paragrafi seguenti, è stato redatto con l'ottica di riqualificare e conferire notevole valore aggiunto al patrimonio impiantistico, ottenere livelli ottimali di efficienza energetica e abbattere in maniera considerevole le emissioni inquinanti in atmosfera. Le soluzioni tecnologiche adottate sono state selezionate sulla base delle caratteristiche tecniche della struttura e della relativa destinazione d'uso, al fine di garantirne una elevata efficacia.



6.1 INSTALLAZIONE NUOVO GENERATORE DI CALORE

Il progetto prevede la sostituzione dei generatori di calore esistenti. I nuovi generatori di calore saranno di tipo a condensazione, di ultima generazione, alimentati a gas e caratterizzati da un elevato rendimento.

Per il corretto dimensionamento della potenza dei generatori si è provveduto a realizzare il modello termico del sistema edificio-impianto. I risultati del dimensionamento sono contenuti nel documento Relazione Energetica ex Legge 10 allegato alla presente.

6.1.1 GENERATORE DI CALORE

Il progetto prevede la modifica della configurazione impiantistica esistente sostituendo i due generatori di calore a basamento con un gruppo di generazione modulare composto da 4 moduli. Il generatore avrà una potenza al focolare pari a 300 kW.

Il gruppo termico offerto è dotato di collettori di mandata, ritorno ed adduzione gas, unici per i quattro focolari. Anche lo scarico dei prodotti di combustione è collegato all'interno di un unico canale da fumo e camino; restano indipendenti le une dalle altre, esclusivamente le prese d'aria comburente ai bruciatori. Ogni modulo è altresì singolarmente intercettabile, per lo svolgimento delle ordinarie operazioni di manutenzione, o per la messa fuori servizio in caso di necessità.

Il gruppo pre-assemblato proposto è caratterizzato dai seguenti valori:

- Modello: Vitomodul 200-W 320 (n. 4 Vitodens 200-W 80)
- Pot. focolare: 18,8 – 300,0 kW
- Pot. nominale: 18,1 – 296,4 kW (80/60 °C)
- Pot. condensazione: 20,0 – 320,0 kW (50 / 30 °C)
- Temp. max.: 95 °C
- Pressione max: 4 bar
- Contenuto acqua: 79,2 l totale (12,8 l per modulo + 28 l collettore)
- Rendimento min.: 98%
- Rendimento max.: 108%
- Peso: 504 kg

6.1.2 DISPOSITIVI INAIL

I nuovi generatori di calore saranno corredati di tutti i dispositivi di controllo, regolazione e sicurezza in base alle prescrizioni contenute nel D.M. 01/12/75 e nelle regola applicative contenute nella Raccolta R edizione 2009. Essi comprendono:

- Valvola di sicurezza omologata INAIL completa di scarico convogliato ed imbuto;
- Termostato di sicurezza ad immersione a riarmo manuale omologato INAIL;
- Pressostato di blocco massima pressione a riarmo manuale omologato INAIL;
- Pressostato di blocco minima pressione a riarmo manuale omologato INAIL;
- Termometro a quadrante con scala 0-120°C sulla mandata dell'acqua omologato INAIL;
- Pozzetti per termometri campione;
- Manometro a quadrante con fondo scala tra 1,25 e 2 volte Pmax omologato INAIL completo di:
 - Ricciolo di rame;
 - Rubinetto e flangia di prova;
- Valvola di intercettazione combustibile omologata INAIL con elemento sensibile in pozzetto ad immersione.
- Flussostato tarato al 10% della portata massima;
- Vaso di espansione omologato INAIL di adeguata capacità.

Come previsto dall'appendice I della Raccolta R 2009, la regolazione sarà effettuata dal termostato a bordo macchina, in quanto gli apparecchi sono certificati secondo la direttiva 2009/142/CE.

6.1.3 ADDUZIONE GAS

Al fine di ottemperare alle prescrizioni di cui alla UNI EN 676:2008 si provvederà all'installazione, per ciascun generatore, di:

- Valvola a sfera di intercettazione manuale del combustibile per ogni generatore;
- Filtro in linea e stabilizzatore di pressione per gas metano;
- Valvola di intercettazione del combustibile con elemento sensibile ad immersione;
- Manometro e giunto antivibrante per gas metano;
- Dispositivo UNI 676 con valvola di regolazione e valvola di sicurezza gas.

Durante i sopralluoghi non è stato possibile individuare la tipologia di materiale impiegato per il tratto di tubazione interrata in quanto, tra il contatore e la centrale termica, non sono presenti pozzetti di ispezione. Durante i lavori si dovrà provvedere



a verificare il tipo di materiale impiegato. Se il materiale della tubazione esistente è di tipo PE non è richiesta alcuna azione. Se il materiale è acciaio si dovrà provvedere all'installazione di apposito giunto dielettrico in prossimità del punto di uscita della tubazione dal terreno a una distanza di circa 10 cm.

Come previsto dalla vigente normativa, immediatamente a valle del contatore, sarà installata una valvola di intercettazione e una presa di prova pressione. Tutti i tratti di tubazione a vista saranno verniciati in colore giallo ocra.

6.2 ADEGUAMENTO IMPIANTO TERMICO

6.2.1 INSTALLAZIONE POMPE A VELOCITA' VARIABILE

L'installazione di valvole di regolazione a due vie sui corpi scaldanti comporta la sostituzione in sottocentrale delle pompe esistenti a giri fissi con elettropompe elettroniche a portata variabile. L'installazione di circolatori modulanti, in concomitanza delle valvole termostatiche, favorisce inoltre l'incremento del salto termico tra mandata e ritorno del fluido termovettore. Tale incremento consente di ottenere temperature di ritorno in centrale più basse favorendo la condensazione dei generatori di calore.

Le elettropompe di nuova installazione sono state dimensionate tenendo conto della configurazione impiantistica esistente e futura. In particolare, saranno sostituite le pompe dei seguenti circuiti:

- il circuito "Nuovo circuito";
- il circuito "Radiatori aule e corridoi";
- il circuito "Radiatori mensa";
- Il circuito "Aerotermini palestra".

Constatata la non reperibilità dei dati di progetto degli impianti esistenti e vista l'impossibilità di ricostruire il percorso dei circuiti idraulici in essere, nonché delle relative sezioni in quanto annegati nell'involucro edilizio, si è proceduto all'individuazione degli attuali punti di lavoro come segue:

- Si è stato ipotizzato che gli attuali circuiti siano stati dimensionati per lavorare un salto termico del fluido termovettore pari a 10°C;
- È stato creato un modello termico dell'edificio per calcolare la massima potenza termica richiesta nelle aree servite dai diversi circuiti;
- Sono state rilevate le geometrie di tutte le unità terminali e sono state calcolate le relative potenze di emissione;
- Le potenze delle singole aree calcolate con il modello termico sono state confrontate con la potenza delle unità terminali ivi installate per evidenziarne eventuali discrepanze;
- Ad ogni circuito è stato quindi assegnato un fabbisogno di potenza termica e ne è stata calcolata la relativa portata considerando un salto termico del fluido termovettore pari a 10°C;
- Con la portata calcolata è stato individuato il punto di lavoro delle attuali pompe utilizzando le relative curve caratteristiche e ne è stata ricavata la prevalenza.

Le elettropompe di nuova fornitura saranno di tipo elettronico, dotate di motore DC sincrono a magneti permanenti. A differenza dei motori sincroni azionati tramite inverter, i motori DC sono caratterizzati da una efficienza e da un campo di modulazione superiore. Di seguito si riportano le caratteristiche principali dei circolatori selezionati:

- Temperature di esercizio tra -10°C e +110°C;
- Massima temperatura ambiente: 40°C;
- Pressione massima di esercizio 16 bar;
- Grado di protezione IP X4D;
- Classe di isolamento F;
- Tensione di alimentazione 1 x 230 V a 50 Hz;
- Pressione sonora: < 45 dB(A);
- Comunicazione ModBUS;
- Modalità di regolazione:
 - pressione proporzionale;
 - sonda esterna di temperatura differenziale;
 - pressione costante;
 - temperatura costante;
 - curva costante;
 - riduzione notturna di potenza;
- Segnale esterno 0-10V;
- Segnale esterno 4-20mA;



- Segnale esterno PWM;
- Materiali:
 - Corpo pompa: Ghisa 250 UNI ISO 185;
 - Girante: Tecnopolimero;
 - Albero motore: Acciaio inossidabile;
 - Rotore: Camicia inox;
 - Cassa motore: Alluminio pressofuso;
 - Anello di tenuta: gomma EPDM;
 - Camicia statore: Composto e fibra di carbonio;
 - Flangia di chiusura: acciaio inossidabile;
 - Supporto anello reggispira: acciaio inossidabile;
 - Bronzine: Allumina.

6.2.2 SOSTITUZIONE AEROTERMI PALESTRA

Nella palestra della scuola sono attualmente installati 6 aerotermi sovradimensionati e senza alcuna tipologia di termoregolazione sulla macchina. Risulta presente un unico termostato on-off che comanda tutti i terminali azionato manualmente dal personale preposto all'insegnamento. Inoltre, data l'elevata temperatura registrata sulla mandata del generatore di calore e data l'assenza di una valvola di regolazione a 3 vie sul circuito a servizio degli aerotermi, le batterie di questi ultimi lavorano ad alta temperatura, con elevati consumi ed inefficienze energetiche.

L'intervento prevede l'installazione di nuovi aerotermi progettati per poter lavorare a bassa temperatura con elevata efficienza e ridotti consumi energetici. Inoltre è prevista l'installazione di una valvola di regolazione a tre vie sul circuito in centrale e di una pompa elettronica a giri variabili al posto di quella esistente. In questo modo sarà possibile garantire il corretto apporto di energia termica alle utenze sulla base della loro richiesta, riducendo di conseguenza i consumi energetici legati ad inefficienze energetiche.

I nuovi aerotermi saranno inoltre dotati di un sensore a contatto per l'arresto del ventilatore in caso di arresto del fluido termovettore circolante nella batteria.

6.2.3 OTTIMIZZAZIONE E RAZIONALIZZAZIONE DEI CIRCUITI IDRAULICI

La tipologia di gruppi termici offerti, del tipo a basso contenuto d'acqua con corpo d'acciaio inox, è caratterizzata da passaggi molto ristretti, necessari per lo sfruttamento della condensazione dei prodotti di combustione. In considerazione della durata del servizio e soprattutto della qualità dell'acqua nel Comune di Missaglia, caratterizzata da una durezza alta di 24,49 °F, si prevede l'inserimento di uno scambiatore a piastre di separazione idraulica fra gruppo termico ed acqua d'impianto, in tal modo sarà garantita una perfetta qualità dell'acqua primaria in circolazione nei corpi caldaia, a tutela della durabilità nel tempo del gruppo termico.

L'intervento prevede inoltre l'installazione di un defangatore con cartuccia magnetica, posto sul secondario dello scambiatore, a protezione del medesimo ed a garanzia di un costante filtraggio dell'acqua d'impianto. Si prevede inoltre la fornitura e posa di un filtro di sicurezza e di un dosatore di prodotti condizionanti, sulla rete in arrivo dall'acquedotto; l'impianto di trattamento sarà completato da un disconnettore antinquinamento dell'acquedotto e da un conta-litri.

In ragione della citata durezza dell'acqua nel Comune di Missaglia, le opere saranno completate con la fornitura, posa e messa in servizio, di un sistema d'addolcimento dell'acqua di reintegro, da utilizzarsi sia per il primo carico a lavori ultimati, sia a regime per i reintegri periodici.

6.2.4 ADEGUAMENTO IMPIANTO ELETTRICO CENTRALE TERMICA

Contestualmente alla riqualificazione del locale tecnico è previsto l'adeguamento dell'impianto elettrico, al fine di renderlo idoneo alla nuova configurazione. L'intervento prevede l'iniziale rimozione e smaltimento del quadro elettrico esistente, delle linee di alimentazione terminali e di tutte le canalizzazioni. In seguito, si prevede la posa in opera di un nuovo quadro elettrico di distribuzione dedicato all'alimentazione e all'automazione delle nuove macchine. Il quadro sarà munito di tutti i dispositivi di protezione e sezionamento in conformità alla normativa vigente. Contestualmente alla posa del nuovo quadro elettrico verranno installate nuove canalizzazioni e nuove linee di alimentazioni. Tutti i cavi di alimentazione previsti saranno del tipo FG16OM16, conformi al nuovo Regolamento Prodotti da Costruzione – CPR UE 305/11.



6.3 OTTIMIZZAZIONE DEI TERMINALI DI EMISSIONE

Uno dei punti fondamentali su cui agire per migliorare l'efficienza energetica di un edificio, come raccomandato dalla norma UNI 11300-2 e dal D.P.R. 412/1993, è la termoregolazione degli ambienti. Dotando l'edificio di un sistema in grado di controllare la temperatura dei singoli vani, in combinazione con una regolazione climatica della temperatura del fluido termovettore, si ottengono elevati rendimenti di regolazione e conseguentemente una sensibile riduzione del fabbisogno stagionale di energia termica.

Con l'intenzione di perseguire tale obiettivo è prevista l'installazione di valvole termostatiche su ogni termosifone della struttura. In dettaglio si prevede l'installazione di:

- 53 valvole termostattizzabili con attacco a squadra ϕ 3/4";
- 20 valvole termostattizzabili con attacco a squadra ϕ 1/2";
- 73 teste termostatiche a bassa inerzia;
- 73 capsule antimanomissione.

Le valvole termostatiche saranno installate sulla tubazione di mandata, in posizione orizzontale. La posizione orizzontale è fondamentale per garantire una corretta rilevazione della temperatura. L'installazione sulla tubazione di mandata evita che il flusso dell'acqua crei delle spinte indesiderate sull'otturatore portandolo alla chiusura quando non è necessario o rendendo rumorosa la valvola. Le valvole saranno inoltre dotate di meccanismo antimanomissione per evitare che l'utente sposti accidentalmente la posizione della valvola, compromettendone il buon funzionamento.

Di seguito si riportano i maggiori vantaggi derivanti dalla soluzione progettuale:

- possibilità di mantenere la temperatura voluta in ogni locale, consentendo sensibili risparmi energetici ed elevati livelli di comfort termico;
- equilibratura termica dei locali, negli impianti centralizzati è facile riscontrare casi di sbilanciamento termico, ovvero zone o troppo calde o troppo fredde rispetto ai valori standard di comfort. A simili situazioni, che comportano elevati consumi termici e malessere ambientale, si può porre rimedio con l'uso del sistema proposto;
- sfruttamento ottimale delle fonti di energia gratuita, solo con l'uso della regolazione di temperatura è possibile evitare surriscaldamenti interni e utilizzare in modo conveniente le fonti (sia interne che esterne) di energia termica gratuita;
- minori costi di gestione delle pompe, dovuti al fatto che con le valvole proposte gli impianti funzionano sempre con le portate minime necessarie a cedere il calore richiesto.

L'attività di fornitura e posa dei nuovi dispositivi, dovrà necessariamente essere preceduta da un accurato e prolungato lavaggio chimico della rete di distribuzione. È presumibile ipotizzare la necessità di lavaggi chimico-fisici dei singoli terminali, mediante smontaggio e trattamento in pressione di tutti i radiatori, sino ad ottenere una circolazione ideale. Il lavaggio sarà svolto con continui passaggi dei tecnici, volti a garantire lo spurgo del defangatore in centrale termica, consentendo il filtraggio continuo del liquido in circolazione.

6.4 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Gli edifici in oggetto presentano un sistema di illuminazione con lampade al neon e a fluorescenza, per ridurre la potenza installata e quindi il consumo di energia si propone la sostituzione delle lampade dell'intero edificio.

Si rimanda lo studio per la sostituzione dei corpi illuminanti interni dell'edificio alla relazione illuminotecnica completa e relativi allegati.

L'intervento di sostituzione da tubi a neon è possibile tramite sostituzione paritetica con sistemi d'illuminazione a LED, i quali garantiscono una riduzione di consumi energetici e conseguentemente rendono sostenibile l'investimento. La sostituzione all'interno di plafoniere standard con tubi led è possibile in ogni caso, in quanto lo standard delle lampade a neon è rispettato anche per i sistemi d'illuminazione a LED.

La tecnologia è basata su materiali semiconduttori (diodi) ad emissione di luce che convertono l'elettricità in luce, denominata illuminazione allo stato solido e che comprende l'illuminazione a LED (Light Emitting Diode) e a OLED (Organic Light Emitting Diode). Nello specifico il LED è un diodo a giunzione p – n ad emissione luminosa, costituito da un sottile strato di materiale semiconduttore drogato che, al transito di corrente, genera radiazioni nello spettro elettromagnetico della luce visibile.

I vantaggi di questa tecnologia sono:

- risparmio energetico - i tubi a LED hanno una resa luminosa maggiore ed una luce direzionale, per questo a parità di flusso luminoso necessitano di minore energia con la conseguente riduzione dei consumi;
- lunga durata - la vita attesa dei componenti LED è di circa 50.000 ore, che equivale a oltre 10 anni con accensione di 12 ore giorno, questo azzerà il costo delle manutenzioni e garantisce la costanza d'illuminazione;
- prodotto ecologico - i materiali di cui sono costituiti i tubi led sono completamente riciclabili a fine vita e non vi sono componenti nocivi all'ambiente. Non hanno emissioni di ultravioletti e non hanno intensità luminose dannose all'occhio



umano. Non generano rumori, flicker (sfarfallii) e radiazioni elettromagnetiche. Non contengono mercurio, piombo o altri tipi di metalli pesanti. Non usano alte tensioni d'innescio e sono protetti da scariche elettriche. Non hanno materiali che possono esplodere. Possono facilmente essere dimerizzati (riduzione flusso luminoso, o spenti ed accesi immediatamente) con sensori di presenza.

6.5 COIBENTAZIONE ESTRADOSSO DELL'ULTIMO SOLAIO

La soletta del sottotetto è realizzata in materiale latero-cementizio non isolato. Al fine di aumentare le prestazioni energetiche del sistema edificio-impianto si prevede il completo rifacimento della coibentazione del sottotetto.

Le lavorazioni prevedono la posa di un nuovo materassino in lana di vetro, a bassa densità dello spessore di 18 cm. Il materassino sarà rivestito su un lato da un foglio di carta kraft politenata con funzione di barriera al vapore.

Per garantire agli operatori il transito nel sottotetto senza compromettere l'integrità del materiale isolante sarà realizzata una passerella lignea.

In Figura 1 si riporta il pacchetto murario del solaio isolato con la lana di roccia. A valle degli interventi di riqualificazione, la trasmittanza del pacchetto opaco sarà pari a 0,192 W/m²K. Di seguito si riportano le caratteristiche principali del nuovo materiale coibente:

- Conduttività termica: 0,040 W/mK, conforme alla norma UNI EN 13162, con marcatura CE;
- Reazione al fuoco: Euroclasse A1.

N.	Descrizione strato
-	Resistenza superficiale esterna
1	Feltro in lana di vetro
2	Impermeabilizzazione in asfalto
3	C.l.s. in genere
4	Blocco da solaio
5	Intonaco di cemento e sabbia
-	Resistenza superficiale interna

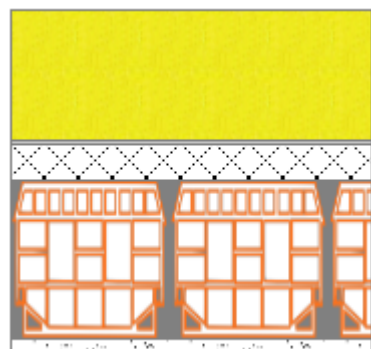


Figura 1. Stato di progetto isolamento solaio di copertura

Per i dettagli relativi alle verifiche termo-igrometriche del pacchetto relativo alla copertura si rimanda al documento ex. Legge 10 allegato alla presente.

6.6 INSTALLAZIONE BEMS (BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS) E TELEGESTIONE

Il sistema BEMS (Building Energy Management Systems) di Controllo e Monitoraggio offerto non è costituito da un singolo strumento ma sarà il risultato dell'integrazione degli strumenti di misurazione, sia esistenti che di nuova installazione. L'obiettivo è quello di dotare tutti gli impianti gestiti di un servizio unico, in grado sia di "comandare" gli impianti che di "leggerne" i parametri di funzionamento ed i consumi.

Il sistema BEMS offerto consentirà di presentare report e diagrammi per il monitoraggio delle grandezze raccolte e di confrontare tali grandezze con i valori desiderati. In caso di scostamento dei valori misurati da quelli desiderati, attraverso il telecontrollo saranno predisposte azioni correttive (azioni di controllo).

Mediante l'utilizzo del sistema BEMS, sarà possibile inoltre monitorare tutti gli impianti asserviti al servizio e massimizzare le operazioni di gestione da remoto. Tutti gli apparati di registrazione, misurazione e controllo utilizzati verranno mantenuti e periodicamente tarati con interventi a regola d'arte, a cura e spese di Siram.

Con questo strumento sarà possibile effettuare:

- Controllo della centrale termica e dei circuiti di utenza mediante schema sinottico interattivo, per la visualizzazione dello stato dell'impianto in tempo reale e la modifica dei parametri funzionali;
- Misura e controllo di tutte le variabili energetiche della centrale termica;
- Misura e controllo delle temperature rilevate dai sistemi wireless di ogni zona;
- Segnalazione di allarmi/anomalie, con inoltro automatico dell'informazione al personale reperibile;
- Raccolta storica dei dati (temperature, tempi, ecc.) con visualizzazione grafica e tabellare.



Il sistema sarà impiegato come strumento di supporto nelle attività di gestione e conduzione degli impianti di produzione e distribuzione dell'energia elettrica, termica e della climatizzazione ambiente in genere. Il sistema acquisirà i dati generati dai moduli di gestione remota (BMS / CMMS) o inseriti manualmente dal tecnico manutentore, e fornirà dei report di analisi di tipo statistico ed energetico.

In Tabella 2 si riporta il riepilogo della strumentazione prevista da SIRAM per il telecontrollo degli impianti dell'edificio in oggetto.

Tabella 2: Strumentazione per il telecontrollo della Scuola Aldo Moro

Prodotto	Descrizione	Numero
YLC 740	REGOLATORE LIBERAMEN. CONFIGURABILE	1
SDC 020	SCHEDA SD CARD 4GB cl. 4	1
ALM 1225	ALIMENTATORE BARRA DIN 12V-25W	1
GSM 232	MODEM GSM CON RS 232 ANTENNA INCLUSA	1
GSP 232	CONCENTRATORE IMPULSI M-BUS	1
CST 800	CONCENTRATORE SONDE	2
PEC 442	ESPANSORE PER YLC***INGRESSI/USCITE	3
PEU 002	ESPANSORE PER YLC*USCITE ANALOGICHE	3
SAE 001T5	SONDA TEMPERATURA ESTERNA T5	1
SIH 001T5	SONDA TEMPERATURA IMMERSIONE T5	12
SAB 001T5	SONDA TEMPERATURA AMBIENTE T5	4
VOBG 325	VALVOLA A 3 VIE AD OTTURATORE DN 25	1
CLNV 254-0	SERVOMOTORE LINEARE	1
VONF 365	VALVOLA A 3 VIE AD OTTURATORE DN 65	1
CLAV 254-0	SERVOMOTORE LINEARE	1
VOBG 340	VALVOLA A 3 VIE AD OTTURATORE DN 40	2
CLNV 254-0	SERVOMOTORE LINEARE	2
IEF 176	INTEGRATORE ELETTRONICO C/F MBUS	2
SPT 006	KIT COPPIA SONDE MICROCLIMA L=3 MT	2
GIS 062	COPPIA POZZETTI IN OTTONE PER SONDE	2
KSHF 80-40	CONTATORE AD ULTRASUONI 20/130°C	2

6.7 INSTALLAZIONE SISTEMA DI MONITORAGGIO HUBGRADE

Siram ha previsto per la gestione del presente appalto, l'implementazione e l'utilizzo del proprio Centro di monitoraggio energetico Hubgrade®, che consentirà il monitoraggio in tempo reale di tutti i principali parametri relativi al sistema edificio impianto (consumi, comfort ambientale, funzionamento degli impianti, ecc.). Attraverso l'analisi critica eseguita da un team di esperti dei dati provenienti dal campo, sarà possibile individuare immediatamente inefficienze e malfunzionamenti provvedendo ad apportare le opportune correzioni attraverso i sistemi di telegestione installati o mediante interventi diretti del personale operativo di Siram.

Di seguito si riporta la descrizione dei sistemi di misurazione dell'energia e delle risorse idriche che si prevede di installare:

- **Contabilizzazione gas metano:** la lettura del dato misurato avverrà in modo automatico: la misura sarà normalmente effettuata collegando un trasmettitore di segnale direttamente all'uscita impulsiva del contatore fiscale già presente; per l'interfacciamento saranno adottate tutte le prescrizioni di sicurezza previste dalla normativa ATEX. Qualora ciò non fosse possibile o qualora il contatore non garantisse un'adeguata precisione della misurazione, si procederà all'installazione di un nuovo contatore gas metano, completo di correttore della misura in funzione della pressione e della temperatura, dotato di interfaccia di trasmissione a remoto.
- **Contabilizzazione energia elettrica:** la misurazione degli assorbimenti di energia elettrica dalla rete di distribuzione nazionale sarà normalmente effettuata subito a valle del punto di consegna, utilizzando dei trasmettitori di segnale collegati direttamente ai dispositivi di misura eventualmente già presenti. In alternativa si prevede l'installazione delle necessarie apparecchiature di misura, installate all'interno di un quadro elettrico dedicato. Il posizionamento sarà effettuato in modo da misurare i valori di energia assorbita dalle utenze BT.
- **Contabilizzazione energia termica (acqua calda):** in generale il monitoraggio dell'energia termica, prodotta attraverso generatori/caldaie, consente di valutare l'efficienza in tempo reale di tali macchine ed eventualmente intervenire per migliorarla o per indicare la presenza di anomalie. Gli strumenti impiegati saranno costituiti da un misuratore di portata



statico ad ultrasuoni, una coppia di sonde di temperatura ad immersione e un modulo di calcolo. Il dispositivo sarà installato conformemente a norma UNI EN 1434-6:2016 e sarà fornito completo degli appositi certificati di taratura e di conformità MID. Il valore misurato sarà trasmesso attraverso i BUS di sistema presenti in campo.

- **Contatore volumetrico acqua fredda e acqua calda sanitaria:** la misura sarà effettuata utilizzando i misuratori di portata più idonei (turbina, pistoncini, ultrasuoni, Woltman,...) abbinati ad un dispositivo di interfaccia in grado di utilizzare il BUS di comunicazione presente in campo.
- **Sensori di temperatura ambiente,** apparecchi per la misurazione e registrazione della temperatura degli ambienti interni oltre ad un misuratore e registratore di temperatura esterna.

Saranno utilizzati sensori di tipo fisso, attraverso i quali saranno misurate le varie grandezze da controllare, che saranno registrate sul database del Sistema Informativo. L'elaborazione dei dati misurati fornirà l'andamento della temperatura e dell'umidità interna e della temperatura esterna. I sensori ambientali utilizzati SA, saranno interfacciati al sistema di telecontrollo mediante interfaccia wireless.

In Tabella 3 si elenca la strumentazione installata presso l'edificio oggetto di analisi.

Tabella 3: Sistemi di misurazione installati presso la Scuola Aldo Moro

Sistema di misurazione	N. di elementi installati
Contabilizzatore gas metano	1
Contabilizzatore energia elettrica	3
Contabilizzatore energia termica	1
Contatore volumetrico acqua fredda	1
Sensori di temperatura ambiente	4